

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SOLAR  
AIRPORT PV MODIFICADA

Firmado por MELGAREJO MARTINEZ DE ABELLANOSA  
ROBERTO - \*\*\*2469\*\* el día 30/10/2023 con un  
certificado emitido por AC FNMT Usuarios

## INDICE

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DEL PROYECTO
2. MEMORIA
3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
4. PLANOS
5. PRESUPUESTO
6. ANEXOS



## 1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DEL PROYECTO

El presente proyecto se redacta con el fin de subsanar la solicitud el requerimiento de aporte de documentación recibido el pasado 15 de mayo por parte del servicio de Protección Ambiental de la delegación Territorial de Desarrollo Sostenible en Sevilla con referencia SPA/DPA/JDA.

El proyecto describe la instalación fotovoltaica SOLAR AIRPORT PV incluyendo la modificación sustancial solicitada el pasado 29 de noviembre de 2022 de la AAU/0059/SE/2021/N, otorgada a favor de la sociedad SOLAR AIRPORT PV S.L. mediante informe vinculante con fecha de firma 16 de noviembre.

Dicha modificación constituye por tanto una instalación fotovoltaica con unas características distintas a las aprobadas en la autorización ambiental unificada antes citada, en concreto implica una redistribución de la ocupación de terreno que se explica en la memoria técnica. El objeto de la reestructuración ha sido la búsqueda de la viabilidad de diseñar una instalación con un espacio pitch entre los seguidores solares de 9m entre ellos.

Este espacio pitch ha permitido aumentar un 2% en la eficiencia de la instalación, lo que aumenta la contribución del proyecto promovido por la promotora al sistema eléctrico español y permite una mayor calidad en la generación eléctrica asegurando una mayor estabilidad al sistema.

Los cambios en la distribución de la instalación han permitido la ocupación de una superficie total menor que la anteriormente aprobada, en concreto la superficie pasa de 76,3 has a 70,1 has. En cuanto a las modificaciones de la distribución que implican la ocupación de terreno fuera del vallado perimetral destacamos:

- La disminución del retranqueo de la instalación a la Cañada Real Alhamedilla Baja, que linda con el norte de la instalación fotovoltaica y con ella, una redistribución de la instalación fotovoltaica consistente en un mayor espacio pitch entre los paneleros solares, así como nuevas coordenadas del vallado perimetral.  
El retranqueo aprobado en la AAU/0059/SE/2021/N tiene una anchura de 75,22m, que se corresponde con la distancia legal para las cañadas reales que no se encuentran deslindadas. Con la solicitud de la modificación sustancial se pretende reducir dicho retranqueo a la mitad (37,61m), habiendo sido aportado con fecha 23 de febrero de 2023 un estudio comprensivo del eje actual de la Cañada Real Alhamedilla Baja firmado por todos los propietarios colindantes de la zona de afección al proyecto.
- Utilización de la parcela catastral 37 del polígono 6, incluida en la relación de parcelas catastrales afectadas del proyecto original.

A continuación se redacta el proyecto técnico de la instalación incluyendo todo aquello especificado en el artículo 16 del RD 356/2010, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

## 2. MEMORIA TÉCNICA



# INDICE

<b>1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DATOS DE LA PROMOTORA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>5. AFECCIONES AMBIENTALES .....</b>	<b>17</b>
5.1. AFECCIONES ARQUEOLÓGICAS.....	17
5.2. AFECCIONES HIDROGRÁFICAS .....	17
5.3. AFECCIONES A VÍAS PECUARIAS .....	18
<b>6. PUNTO DE CONEXIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA .....</b>	<b>19</b>
7.1. CARACTERÍSTICAS DEL SEGUIDOR-GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	22
7.2. INVERSORES.....	23
7.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	25
<b>8. MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD .....</b>	<b>26</b>
<b>9. OBRA CIVIL .....</b>	<b>26</b>
9.1. INTERIOR DE LA FINCA .....	26
9.2. LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN .....	29
9.3. LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV .....	34
<b>10. SET SOLAR AIRPORT PV 30/132 KV .....</b>	<b>35</b>
<b>11. LAAT SOLAR AIRPORT PV 132 KV .....</b>	<b>35</b>

## 1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto la descripción de la versión actualizada de la instalación solar fotovoltaica que promueve SOLAR AIRPORT PV S.L. de 49.9MW nominales a partir de la tecnología de seguimiento solar a un eje según la configuración 2V en el término municipal de la Rinconada, en concreto, en la finca Santa María de las Lomas (situación geográfica indicada en el apartado 5 de esta memoria “Emplazamiento”) e inyectar energía a la red a partir de la subestación de la distribuidora Enel, SET Aeropuerto 132.

Las condiciones actualizadas de la instalación promovida por SOLAR AIRPORT PV se debe a un reajuste en el espacio disponible bajo contrato de arrendamiento el cual ha consistido en la optimización del espacio, de forma que se garantice una mejor producción energética mediante una mayor separación de las estructuras de seguimiento solar, en concreto denominada espacio pitch. Esto implica la reubicación, escasos metros, del vallado perimetral, siempre dentro de las parcelas catastrales aprobadas por procedimientos administrativos anteriores a favor de la promotora SOLAR AIRPORT PV S.L. Todas las nuevas coordenadas se facilitan en el punto **4. EMPLAZAMIENTO** de la presente memoria técnica, así como las anteriores coordenadas para intentar facilitar la comprobación de la modificación.

Esta modificación expuesta en el proyecto constructivo ha permitido el diseño de una instalación más eficiente (con lo cual se maximizan las ventajas que presenta al proyecto con respecto al sistema eléctrico español en cuanto a condiciones de estabilidad y producción) utilizando **una superficie total menor** que la original dentro de las parcelas catastrales aprobadas mediante la AAC del expediente 285.310, por parte de Industria como órgano sustantivo y del informe vinculante de a AAU/0059/SE/2021/N por parte de la Delegación de Sostenibilidad en Sevilla.

Además, la modificación del vallado perimetral en su mayor parte ha significado la reducción de este con respecto al aprobado, es decir, que el espacio actualmente utilizado se encontraba englobado dentro del anterior vallado, si bien se observan las siguientes modificaciones principales que quedaban fuera del vallado aprobado:

- Disminución del retranqueo legal con respecto la Cañada Real Alhamedilla Baja haciendo uso del estudio firmado por todos los propietarios colindantes del tramo de afección al proyecto en el que se establecen las coordenadas consensuadas como eje central actual de la cañada. Este estudio se puso a manos del órgano ambiental competente en la solicitud de modificación sustancial cuyo procedimiento comenzó con la solicitud efectuada el pasado el 21 de noviembre de 2022.
- Utilización de la parcela catastral 37 del polígono 6 de la Rinconada, incluida en el inventario de parcelas catastrales aprobadas en las autorizaciones administrativas antes mencionadas.

En definitiva, el reajuste de la superficie utilizada ha permitido la obtención de una instalación un 2% más eficiente tal y como se detalla en el punto 8 del presente proyecto, con la afección a una superficie total delimitada por el vallado solicitado **de 70,71 has frente a las 76,3 has** que englobaba el vallado autorizado.

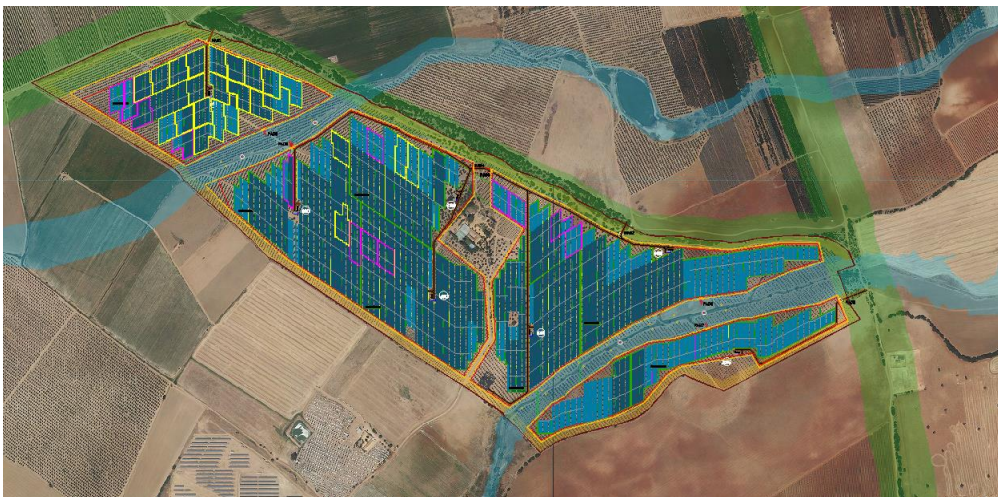
La evolución del Lay Out de la instalación con respecto al original se demuestra en las siguientes ilustraciones:

- Comparativa entre vallado perimetral anterior (línea rosa) y vallado perimetral solicitado (línea naranja)



Ilustración 1: Comparación vallados

- LAY OUT solicitado:





## Ilustración 2: LAY OUT actual

## 2. DATOS DE LA PROMOTORA

<b>Razón social</b>	<b>SOLAR AIRPORT PV S.L.</b>
<b>Actividad principal</b>	Desarrollo y explotación de instalaciones de generación eléctrica.
<b>CIF</b>	B90366725
<b>Domicilio social</b>	Calle de Velázquez 34, 28001
<b>Localidad</b>	Madrid

Tabla 1: Datos legales promotora

## 3. NORMATIVA APLICABLE

Para la realización de este anteproyecto, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa y todas las actualizaciones que les afecten:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos De Medida de Sistema Eléctrico.
- Condiciones y Ordenanzas Municipales impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- R.D.L. 9/2013, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Enel Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad - C.S.E.).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 a 09.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ley de Prevención de riesgos Laborales.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Ley de ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Decreto 292/1995 de 22 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de Andalucía.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Euro código 1: Acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2007/A1:2010.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG3) y sus modificaciones posteriores.
- Normas relacionadas en la ITC-LAT-02 del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico (BOE nº 285 de 28 de noviembre de 1997).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1699/2011, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 9/2017, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.

#### 4. EMPLAZAMIENTO

La instalación fotovoltaica sigue encontrándose en la misma ubicación que la tramitada en la AAU/0059/SE/2021/N, sin embargo, cuenta con un espacio mayor al tramitado en la pasada autorización debido a la disminución del retranqueo con respecto a la Cañada Real Alhamedilla Baja, que pasa de ser de 75,22m a 36,71m.

En términos generales, la ubicación de la instalación puede observarse en la siguiente ilustración:

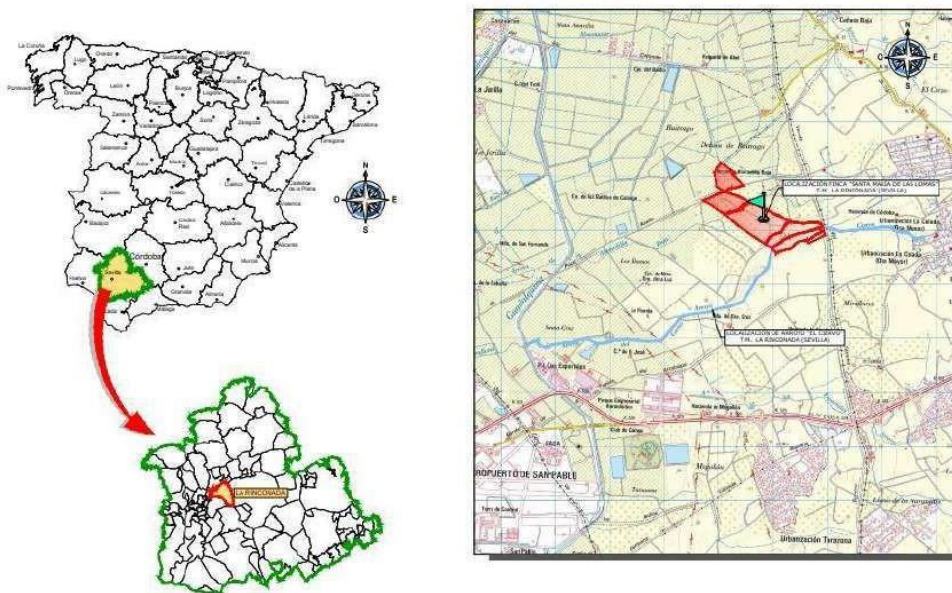
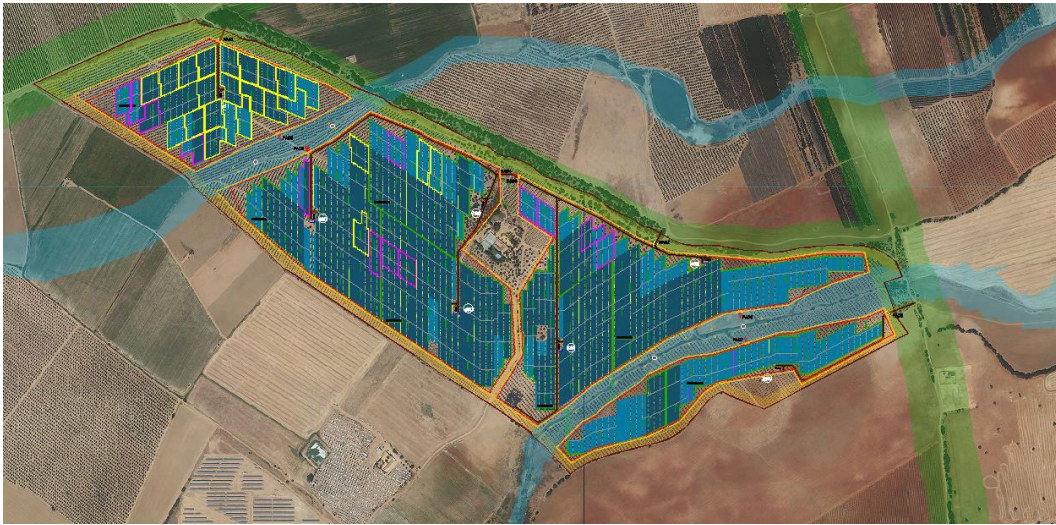


Ilustración 3: Situación general de la instalación





**Ilustración 4: LAY OUT ACTUAL**

Como se ha añadido anteriormente la modificación ha implicado cambios en la distribución, dentro de las mismas parcelas catastrales de los elementos de la instalación. Se adjunta a continuación una ilustración que refleja el vallado perimetral aprobado en la autorización ambiental concedida (línea rosa) frente al vallado que se propone con la modificación (línea naranja):



**Ilustración 5: Modificación lay out de la instalación**

Tal y como se puede observar en la figura anterior se ha modificado el vallado perimetral y por tanto la distribución de la instalación. Los cambios acontecidos en el vallado perimetral se pueden clasificar en dos tipos:

#### TIPO 1

Cambios que implican la reducción de espacio de afección que engloba el vallado aprobado en AAU/0059/SE/2021/N

##### a) Retranqueo con respecto a los arroyos alamedilla baja y el ciervo

La promotora ha decidido aumentar el retranqueo con respecto a los arroyos para respetar la zona de flujo preferente identificada en los [ANEXO Nº10: ESTUDIO HIDROLÓGICO ARROYO EL CIERVO](#) y [ANEXO Nº11: ESTUDIO HIDROLÓGICO ARROYO ALAMEDILLA BAJA](#). Se añade la ilustración que refleja las zonas referidas:



Ilustración 6: Retranqueos a los arroyos

##### b) Retranqueo de 25m con respecto a los linderos de las parcelas catastrales:

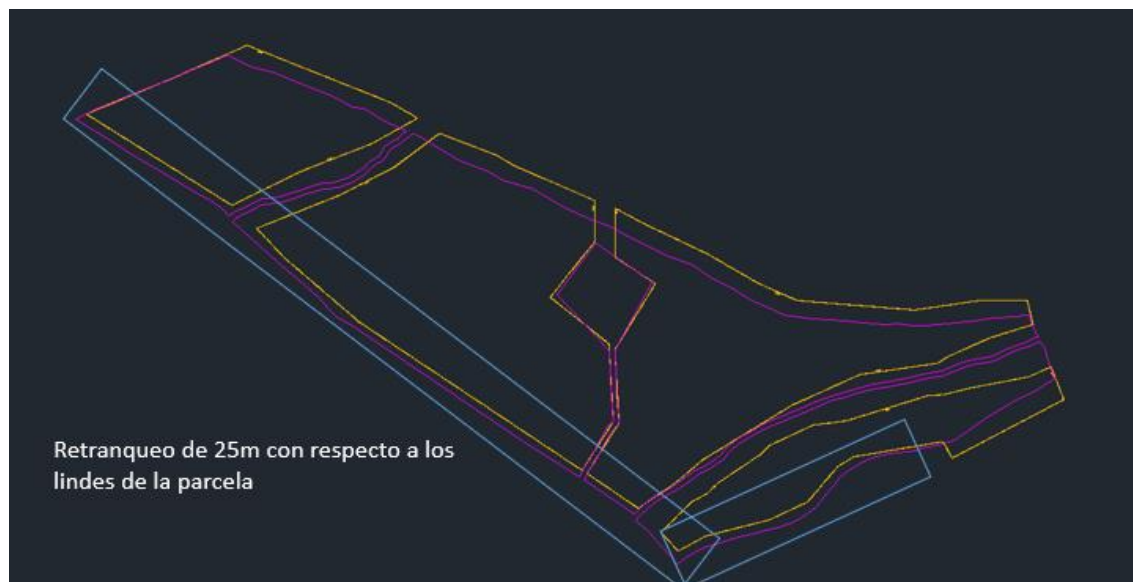
Tal y como establece el ICU obtenido a favor del proyecto de SOLAR AIRPORT se recoge en concreto en la Modificación núm. 24, de carácter Estructural, del Plan General de Ordenación Urbana de La Rinconada, que ha sido publicada en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía n.º 94, de 19 de mayo de 2022, por lo que a partir del día 20 del mismo mes y año ha entrado en vigor. El artículo 14.7.8 del Texto Refundido de 2019 del PGOU (Título XIV “Condiciones de Ordenación de la Distintas Clases y Zonas de Suelo”, Capítulo VII “La Ordenación Pormenorizada del Suelo No Urbanizable”, Sección 2ª “Disposiciones Generales”, Subsección primera: Determinaciones de Carácter General de los Usos y las Edificaciones”) una vez ha entrada en vigor dicha Modificación núm. 24, queda redactado como sigue:

“Artículo 14.7.8. Infraestructuras

#### 3. CONDICIONES DE IMPLANTACIÓN

*Las instalaciones de producción de energía eléctrica fotovoltaica para consumo venta cumplirán las siguientes condiciones de implantación:*

- a. No podrán implantarse instalaciones a menos de 100 metros de los suelos urbanos de uso residencial.*
- b. La ocupación máxima de la parcela por las placas será del **75%**.*
- c. Las placas se retranquearán un **mínimo de 25m** desde todos los linderos de la parcela.”*



**Ilustración 7: Retranqueo a los linderos de las parcelas**

## TIPO 2

Cambios que implican afección de terreno fuera del vallado aprobado en AAU/0059/SE/2021/N

- a) Disminución del retranqueo de la Alhamedilla baja de 75,22m que es lo que establece el marco legal como retranqueo con respecto a las cañadas reales que no se encuentran deslindadas, a la mitad. Este cambio se realiza respaldado por la opción propuesta por parte de la Delegación Territorial del órgano ambiental competente en Sevilla, que consiste en el aporte de un estudio comprensivo firmado por todos los propietarios colindantes con el tramo de afección de la cañada en el cual se establezcan las coordenadas del eje central de la misma. Dicho estudio ha sido facilitado por registro electrónico en el procedimiento que comenzó con la entrada de registro identificada con el Nº 2022999013728922.



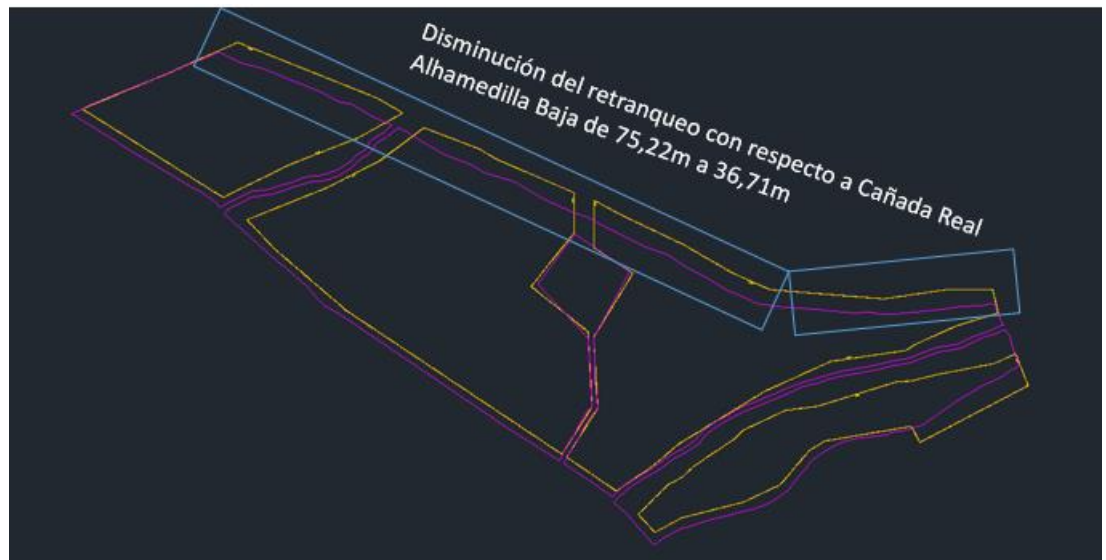


Ilustración 8: Modificación retranqueo Cañada real Alhamedilla baja

- b) Aprovechamiento de la parcela catastral 37 del polígono 6, incluida en la relación de parcelas aprobadas en el trámite de la AAU/0059/SE/2021/N

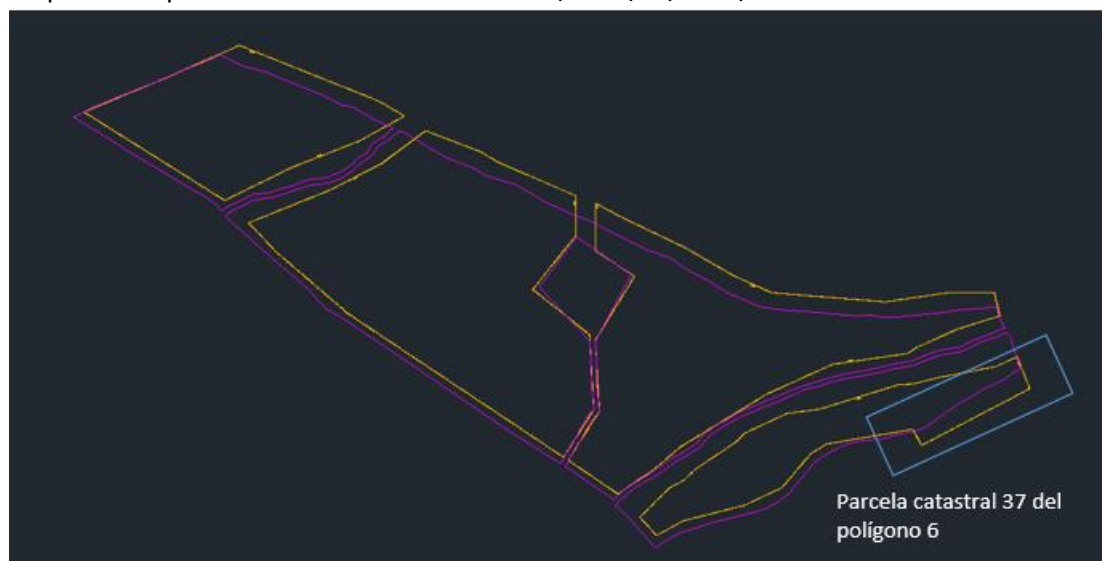


Ilustración 9: Adición de parcela 37

Todo ello hace que la superficie de afección del proyecto pase a ser de **76,3has a 70,17has.**

De esta forma el lay-out pasaría a ser el que se indica a continuación:

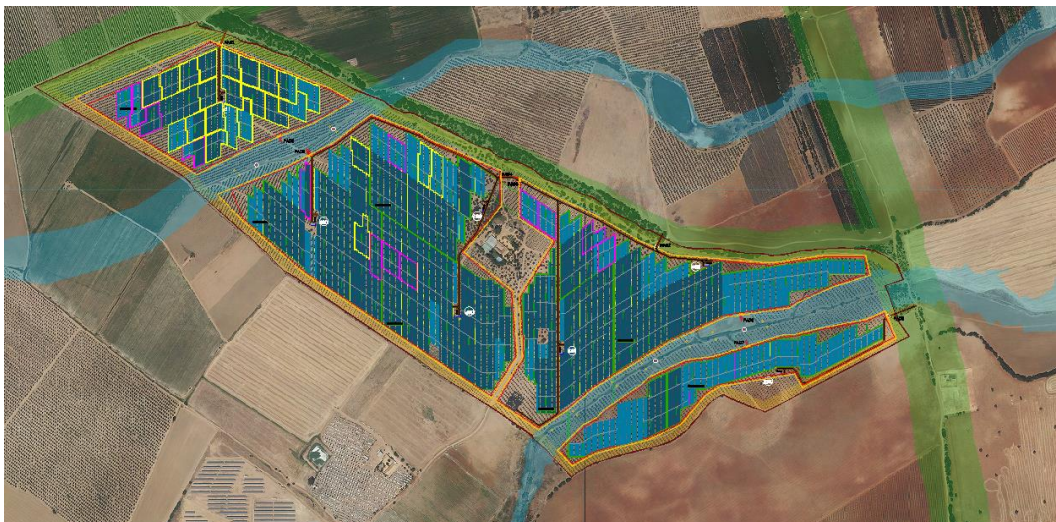
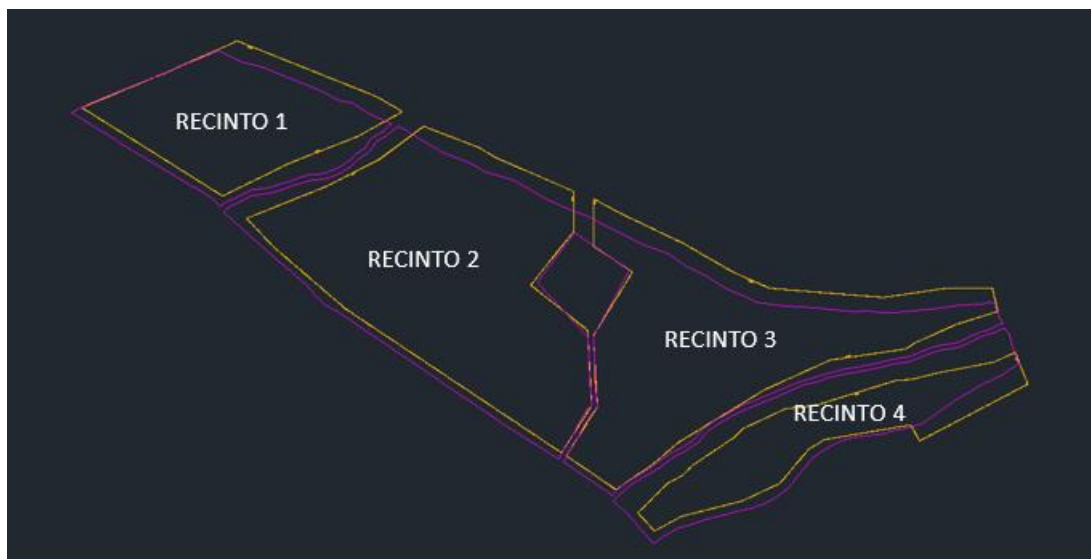


Ilustración 10: Lay out actual de la instalación

Como consecuencia del cambio mencionado, se dan las siguientes modificaciones en cuanto al emplazamiento:

- El vallado perimetral se ve modificado. Para facilitar la comprobación por parte del órgano administrativo competente, se añade a continuación la tabla de coordenadas anterior junto con la tabla de coordenadas actual para que se puedan comprobar cuales son las variaciones que han experimentado algunos de los vértices de la zona norte del vallado de los recintos 1 y 2 anteriores.
- Se añade un nuevo recinto debido a petición de la promotora que necesita un acceso que comunique el cortijo con el norte de la finca. De esta manera el anterior recinto 2 se divide en dos recintos. Se añade imagen a continuación:



VALLADO ANTERIOR

VALLADO 1	X	Y
P11	247802,9941	4150511,4580
P12	247881,0233	4150545,4244
P13	248090,0334	4150634,4943
P14	248122,2728	4150647,0982
P15	248128,4291	4150649,1591
P16	248168,5367	4150627,3126
P17	248216,0579	4150615,7750
P18	248267,7071	4150594,0797
P19	248342,7654	4150564,6885
P110	248384,0173	4150542,5742
P111	248406,9284	4150538,6441
P112	248455,3535	4150511,2882
P113	248498,3945	4150492,8467
P114	248478,1833	4150474,8670
P115	248451,4146	4150458,6006
P116	248438,4322	4150437,2704
P117	248422,8989	4150429,2338
P118	248386,0347	4150398,7543
P119	248345,9811	4150382,2288
P120	248311,7658	4150379,1717
P121	248228,6473	4150352,3435
P122	248193,4170	4150347,1224
P123	248138,2484	4150322,7212
P124	248120,5993	4150310,4108

VALLADO 2	X	Y
P21	248129,3284	4150298,1503
P22	248144,2038	4150311,9726
P23	248168,6131	4150322,3872
P24	248193,1130	4150334,6226
P25	248230,0667	4150340,3627
P26	248320,9740	4150367,9175
P27	248348,4563	4150370,5548
P28	248389,8723	4150385,6872



P29	248431,5243	4150420,8192
P210	248449,1298	4150429,4559
P211	248465,1223	4150454,4329
P212	248486,3939	4150464,3617
P213	248511,9814	4150486,5478
P214	248610,0995	4150426,8982
P215	248671,1196	4150405,0239
P216	248702,4835	4150386,5626
P217	248764,9011	4150368,8770
P218	248822,3016	4150334,6352
P219	248886,4270	4150304,0732
P220	248918,8779	4150293,3688
P221	249056,3928	4150224,8388
P222	249104,2152	4150208,2391
P223	249143,7375	4150180,3178
P224	249194,0191	4150153,6844
P225	249228,9543	4150131,1895
P226	249253,8449	4150121,8060
P227	249296,2356	4150101,4590
P228	249513,9426	4150080,2511
P229	249540,6182	4150081,9706
P230	249566,6835	4150078,2023
P231	249745,9913	4150094,8673
P232	249809,4542	4150098,8777
P233	249819,9327	4150097,5535
P234	249837,4184	4150054,1479
P235	249812,8956	4150043,3069
P236	249773,4789	4150029,0069
P237	249744,0336	4150013,5347
P238	249690,3047	4150004,7984
P239	249631,3334	4149981,9574
P240	249483,2191	4149953,4511
P241	249398,2852	4149928,8362
P242	249259,4964	4149871,1494
P243	249185,4420	4149827,8275
P244	249170,3088	4149813,0596
P245	249163,8566	4149801,1028
P246	249111,7096	4149771,0989
P247	249001,2017	4149697,9577
P248	248979,7657	4149675,8355
P249	248873,7698	4149751,6448
P250	248950,0665	4149870,2665
P251	248939,3538	4150027,1903
P252	249018,3108	4150170,3088
P253	248899,7858	4150252,3645

P254	248816,6929	4150143,9384
P255	248927,7581	4150024,2561
P256	248936,4699	4149875,0666
P257	248863,4261	4149757,7284
P258	248665,8505	4149885,9368
P259	248348,8356	4150096,2499

VALLADO 3	X	Y
P31	248983,6114	4149664,2661
P32	249007,5972	4149690,4721
P33	249069,2318	4149729,3789
P34	249116,2939	4149761,6023
P35	249171,0778	4149793,7802
P36	249178,9613	4149806,9083
P37	249191,8615	4149819,7770
P38	249264,0075	4149861,5687
P39	249401,8009	4149918,8401
P310	249486,0054	4149943,4488
P311	249635,6320	4149972,9588
P312	249692,7276	4149994,9568
P313	249712,7200	4149998,8585
P314	249730,3547	4150000,2684
P315	249747,5551	4150005,0422
P316	249778,8502	4150021,5519
P317	249840,5800	4150044,0795
P318	249853,1461	4150028,6727
P319	249873,7678	4149965,9638
P320	249837,3526	4149941,3677
P321	249732,7171	4149885,2750
P322	249660,0934	4149834,9963
P323	249630,9483	4149823,9312
P324	249580,5417	4149813,9061
P325	249508,3942	4149803,9498
P326	249476,3420	4149794,5847
P327	249456,5901	4149782,5446
P328	249418,5165	4149756,2521
P329	249364,3060	4149691,1610
P330	249331,9916	4149665,7189
P331	249311,0046	4149657,3383
P332	249128,7527	4149606,5039
P333	249092,2420	4149587,7507
P334	249072,8238	4149572,2449

Tabla 2: Coordenadas vallado antiguo

VALLADO 1		
	X	Y
<b>P1</b>	247818,4642	4150527,552
<b>P2</b>	248159,4646	4150673,664
<b>P3</b>	248464,6159	4150551,755
<b>P4</b>	248521,2012	4150518,732
<b>P5</b>	248423,5845	4150464,583
<b>P6</b>	248272,064	4150405,201
<b>P7</b>	248127,2826	4150333,799

VALLADO 2		
	X	Y
<b>P1</b>	248896,406	4150344,22
<b>P2</b>	248896,406	4150255,84
<b>P3</b>	248802,612	4150138,69
<b>P4</b>	248927,063	4150039,75
<b>P5</b>	248936,47	4149875,07
<b>P6</b>	248870,5	4149770,74
<b>P7</b>	248397,807	4150085,62
<b>P8</b>	248238,617	4150222,28
<b>P9</b>	248179,833	4150284,83
<b>P10</b>	248355,24	4150355,18
<b>P11</b>	248470,924	4150414,23
<b>P12</b>	248567,657	4150486,46
<b>P13</b>	248687,355	4150440,78
<b>P14</b>	248726,474	4150417,74

VALLADO 3		
	X	Y
<b>P1</b>	248940,221	4150327,57
<b>P2</b>	249002,763	4150294,15
<b>P3</b>	249136,73	4150230,22
<b>P4</b>	249245,101	4150167,7
<b>P5</b>	249326,18	4150131,63
<b>P6</b>	249575,222	4150111,43
<b>P7</b>	249712,978	4150131,61
<b>P8</b>	249814,611	4150131,61
<b>P9</b>	249827,022	4150081,05
<b>P10</b>	249734,936	4150052,05



<b>P11</b>	249646,437	4150012,72
<b>P12</b>	249624,698	4149998,54
<b>P13</b>	249459,403	4149974,33
<b>P14</b>	249314,802	4149909,02
<b>P15</b>	249125,872	4149793,19
<b>P16</b>	249068,761	4149744,75
<b>P17</b>	248989,421	4149690,23
<b>P18</b>	248880,712	4149764,44
<b>P19</b>	248948,67	4149871,91
<b>P20</b>	248939,787	4150027,42
<b>P21</b>	249025,513	4150166,98
<b>P22</b>	248940,124	4150224,32

<b>VALLADO 4</b>		
	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>P1</b>	249074,254	4149599,61
<b>P2</b>	249037,504	4149639,51
<b>P3</b>	249102,019	4149703,88
<b>P4</b>	249135,719	4149721,72
<b>P5</b>	249157,294	4149743,29
<b>P6</b>	249248,715	4149804,72
<b>P7</b>	249267,902	4149823,9
<b>P8</b>	249360,925	4149867,31
<b>P9</b>	249430,308	4149875,99
<b>P10</b>	249605,082	4149930,11
<b>P11</b>	249636,273	4149931,53
<b>P12</b>	249693,76	4149945,9
<b>P13</b>	249816,405	4149969,42
<b>P14</b>	249865,085	4149990,76
<b>P15</b>	249892,29	4149921,39
<b>P16</b>	249655,192	4149797,2
<b>P17</b>	249635,69	4149832,06
<b>P18</b>	249446,292	4149799,89
<b>P19</b>	249411,929	4149778,6
<b>P20</b>	249349,013	4149704,25
<b>P21</b>	249266,684	4149665,62
<b>P22</b>	249133,323	4149631,74

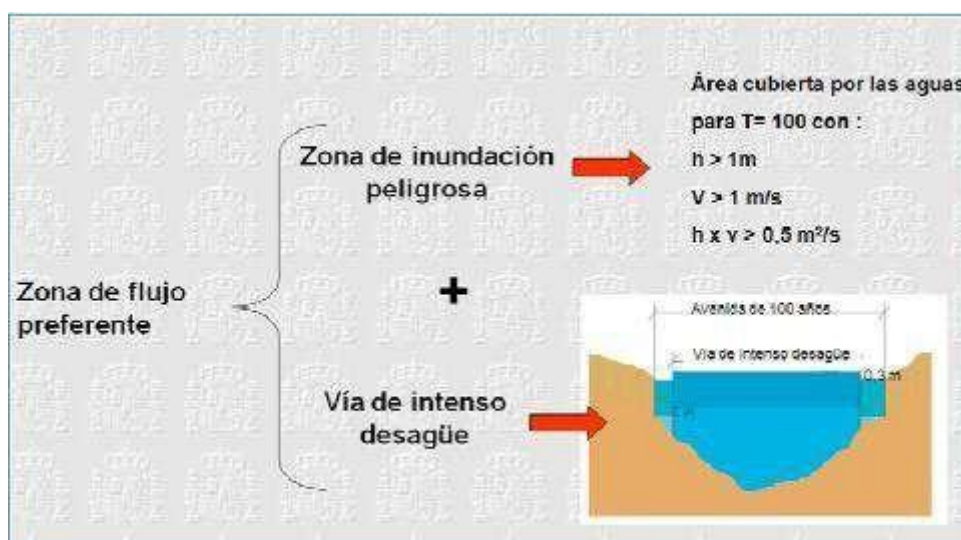
Tabla 3: Coordenadas vallado nuevo

## 5. AFECCIONES AMBIENTALES

### 5.1. AFECCIONES ARQUEOLÓGICAS

Se ha realizado una prospección arqueológica en la finca que determina que no existen restos emergentes en la zona de implantación de la instalación fotovoltaica. Todo ello puede comprobarse en el [ANEXO 12: PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV](#).

### 5.2. AFECCIONES HIDROGRÁFICAS



**Ilustración 11: Calado de servidumbre hidrográfica**

En lo referente a las zonas inundables de la finca, se ha encargado a la empresa ingeniera WATTS un estudio hidrográfico en la finca para estudiar la zona de la máxima envolvente de la Vía de IntensoDesagüe y Zona de Inundación Peligrosa, cuya unión da lugar a la Zona de Flujo Preferente, la cual se muestraa continuación.

De acuerdo con el artículo 9.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, la zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durantelas avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno,se puedan producir daños graves a las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas. A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios: } Que el calado sea superior a 1 m. } Que la velocidad sea superior a 1 m/s. } Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s. Se entiende por Vía de Intenso Desagüe, la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la

lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente.

Se ha realizado un estudio para saber la zona que es susceptible de inundación y que es necesario respetar sin incluir en ella ninguno de los elementos de la instalación. Dichas áreas susceptibles de inundación quedan representadas en el siguiente mapa:



**Ilustración 12: Resultados de los arroyos de afección en la finca**

### 5.3. AFECCIONES A VÍAS PECUARIAS

La finca se ve afectada por 3 cañadas reales:

- Cañada Real Poco aceite
- Cañada Real De división de Términos
- Cañada Real Alamedilla baja

Con respecto a las dos primeras la promotora se retranquea en su instalación según la distancia que estable la ley con respecto a aquellas vías pecuarias que no se encuentran deslindadas. Sin embargo y en base a la modificación sustancial solicitada, la promotora pretende que el retranqueo con respecto a la Cañada Real Alhamedilla Baja sea únicamente de 36,71m.

## 6. PUNTO DE CONEXIÓN

El punto de conexión es la subestación SET AEROPUERTO 132, que tiene las siguientes coordenadas geográficas ETRS89/UTM-H 30:

- Zona: 30 S
- Abscisa: 244688,49
- Norte: 4147636,73

## 7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

Características técnicas principales de la instalación solar FV:

- Potencia de módulos FV (pico) de generación: 56,99 MWp
- Potencia Instalada (inversores) de generación: 50 MW (art. 3 RD 413/2014)
- Potencia Máxima de Evacuación: 50 MW
- Tensión de evacuación: 132 kV
- Punto de conexión: SET Aeropuerto 132 kV (E-Distribución Redes Digitales, S.L.U.)
- Coordenadas UTM del centro geométrico de la instalación: X 248806.58, Y 4149892,57
- Instalación de 99.120 módulos de 575 Wpico cada uno en condiciones STC, encargados de convertir la luz solar en electricidad.
- Estructuras soporte de los paneles con seguidor instaladas con el eje de giro en dirección norte-sur con movimiento de giro en dirección este-oeste (-60º/+60º).
- Cableado de distribución de la energía y protecciones eléctricas correspondientes.
- Se instalan en la planta treinta unidades básicas de inversión a corriente alterna, de 1.663 kWn cada una.
- Diez Centros de transformación de 5400 kVA 0,66/30 kV, asociados a los inversores anteriores.
- La planta está formada por 10 bloques de potencia 0,66/20 kV. Cada uno de estos bloques dispone de un skid inversor-transformador, situado en el centro del mismo, alrededor de la cual se instalarán los módulos fotovoltaicos sobre los seguidores solares de un eje.
- La instalación de media tensión o distribuidora la componen cada uno de los conjuntos inversor/transformador y tres circuitos de alimentación en media tensión soterrada (feeders) en 20kV, que enlaza los conjuntos o centros de transformación con la subestación eléctrica transformadora de alta tensión 132/20 Kv.
- Subestación Eléctrica de Transformación 30/132 kV de 50 MVA denominada SET Solar Airport PV 132/20 kV.

*Modificaciones con respecto a la instalación aprobada mediante AAU/0059/SE/2021/N:*

- Se ha modificado las coordenadas del vallado perimetral y se ha añadido un nuevo recinto tal y como se puede comprobar en el apartado [4. EMPLAZAMIENTO](#)
- Las coordenadas de los accesos también han variado tal y como se recoge en el anexo al presente proyecto: ACCESOS A LA INSTALACIÓN FV

- En lo relativo a la instalación, el espacio que la Promotora pretende sumar al que actualmente se recoge en la AAU/0059/2021/SE/N, va a ser utilizado para, empleando el mismo número de seguidores solares e inversores, se redistribuyan entre todo el espacio disponible reajustando así el espacio pitch entre los seguidores para aumentar el rendimiento energético de la instalación.
- En cuanto al resto de los elementos de la instalación, la red de media tensión y red de viales internos, no se ve afectada en nada a excepción del camino perimetral que discurre paralelo al vallado perimetral y por tanto se desplaza hasta la nueva ubicación del vallado perimetral indicada en la tabla que se ha incluido anteriormente.
- El espacio pitch entre los seguidores se modifica de los 8,45m anteriores a un valor de 9m.

A continuación, se muestra una imagen de la distribución de los módulos fotovoltaicos, así como los caminos, vallas y redes eléctricas, no obstante, se adjunta un plano en el punto 4. [PLANOS](#).



**Ilustración 13: Distribución de los equipos de la instalación fotovoltaica**

A partir de dicha imagen se explica la configuración de la planta fotovoltaica.

El campo de colectores solares está formado por paneles fotovoltaicos monofaciales de 575Wp que se conectan formando “mesas” o strings de 28 paneles cada una de ellas en las que se pretende obtener la máxima potencia combinando la conexión en serie y en paralelo de los paneles que la conforman.

Debido a las características geográficas favorables de la finca Santa María de las Lomas y siguiendo el estudio de optimización se ha optado por la tecnología de seguidores a un eje según la configuración 2V. Con ello se pretende redistribuir de la mejor forma posible la producción



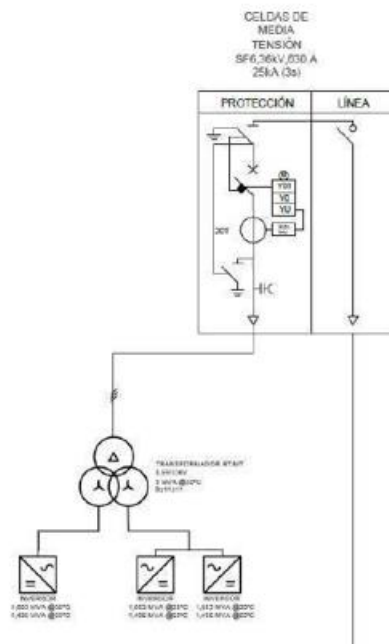
energética de la finca a lo largo de las horas hábiles de forma que su producción sea lo más predecible posible. Los seguidores elegidos comprenden dos strings de 28 paneles cada uno, es decir, un seguidor está formado por 56 paneles fotovoltaicos capaces de seguir el sol en dirección E-O barriendo un ángulo de  $\pm 60^\circ$ .

Una vez se realiza el conexionado eléctrico de todos los paneles del seguidor en la Fuse Box que incorpora su estructura, el recorrido eléctrico sigue su curso a partir de la red de zanjas previamente realizadas en la obra civil de la instalación.

Para esta instalación se ha seleccionado inversores INGECON SUN 1665 B640 de 1.663 kVA de potencia nominal. Los inversores se agrupan en estaciones Inversor-Transformador denominadas skids para optimizar el espacio ocupado. Cada uno de los skids está integrado por:

- 3 inversores INGECON SUN 1665 B640 de 1.663 kVA
- 1 estación transformadora INGECON de 5,4 MVA

De una manera esquematizada, cada una de estas estaciones queda reflejada en la siguiente ilustración:



**Ilustración 14: Esquema unifilar estación SKID inversora**

Todos los elementos eléctricos representados aparecen explicados en el plano unifilar de la instalación en el apartado del proyecto “Planos”.

A los 3 inversores de las estaciones Skids se conectan 177 seguidores solares. En total en la planta fotovoltaica hay 10 estaciones skids, alcanzando así la cantidad de 1.770 seguidores solares, es decir, 99.120 módulos solares funcionando a una potencia nominal total de 56.99 MWp.

Con el fin de comprender grosso modo la red de zanjado de la finca podríamos dividirla de la siguiente forma:

- Red de zanjado que comunica los 177 seguidores con las diferentes salidas de los inversores instalados.
- Zanja que comienza en una estación Skid y va a parar a otra estación Skid. Las 10 estaciones están conectadas 2 a 2
- Zanja que comunica cada uno de los 5 pares de estaciones Skids comunicadas que transportan la energía procedente del par en cuestión a la zanja central o columna vertebral de la instalación que va recogiendo la energía de todas las secciones a partir de los diferentes pares de estaciones hasta llegar a la subestación de la finca.

Todo ello queda reflejado en el esquema unifilar del apartado del proyecto [4. PLANOS](#).

### 7.1. CARACTERÍSTICAS DEL SEGUIDOR-GENERADOR FOTOVOLTAICO

La orientación de los seguidores solares a un eje sigue la disposición Este-Oeste. Hay una separación E-O, denominada pitch, de 9 m y una distancia N-S entre seguidores de 0,5m.

Se utilizará el seguidor solar a un eje SF7 2X28P de SOLTEC o similar, compuesto por una doble filade 28 paneles siguiendo la configuración 2V.

Cada seguidor solar está formado por 2 “strings” constituidos por 28 módulos fotovoltaicos de 575

Wp cada uno, es decir, cada seguidor está compuesto por 56 módulos fotovoltaicos que suman 32,2 kWp.

Cada seguidor cuenta con una cada paralelo C.C. “Fuse Box”, donde se unen los 2 “strings” con un fusible de protección de 10 A individual para cada “string”, de dicha caja, protegida por un fusible 75 A y una protección de sobretensión saldría un cable a cada una de las entradas del inversor a unos 1.300 V.

#### MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Todos los módulos fotovoltaicos están diseñados y fabricados según la norma IEC 61215 y seguridad eléctrica clase II.

Las características del panel fotovoltaico Tiger Monofacial de Jinko solar de 575 Wp son las siguientes:

- Potencia nominal: 575 Wp
- Tensión en el punto de máxima potencia: 44,67 V
- Corriente en el punto de máxima potencia: 12,88 A
- Tensión en circuito abierto: 53,20 V
- Corriente de cortocircuito: 13,74 A
- Dimensiones: 2411 x 1134 x 35 mm
- Peso: 30,93 kg
- Tipo de células: Monocristalinas
- Distribución de células: 156 (2x78)



Ilustración 15: Panel fotovoltaico empleado

## 7.2. INVERSORES



Ilustración 16: Inversor empleado

Se ha utilizado el inversor INGECON SUN 1665 B640, con las siguientes:

atos de entrada:

- Potencia nominal recomendada: 1.620 – 2.128 kWp
- Rango de tensión MPP: 910 – 1300 V
- Máxima tensión de módulo: 1500 V
- Máxima corriente en continua: 1.850 A
- Nº de entradas en continua: 15

- Máxima corriente en cada entrada: 40 – 350 A

Datos de salida:

- Potencia nominal AC: 1.663 kVA
- Tensión nominal AC: 630 V AC
- Corriente nominal AC: 1500 A
- Frecuencia 50 Hz
- Distorsión armónica THD < 3%
- Factor de potencia 0 - 1 ajustable

Otras características del inversor:

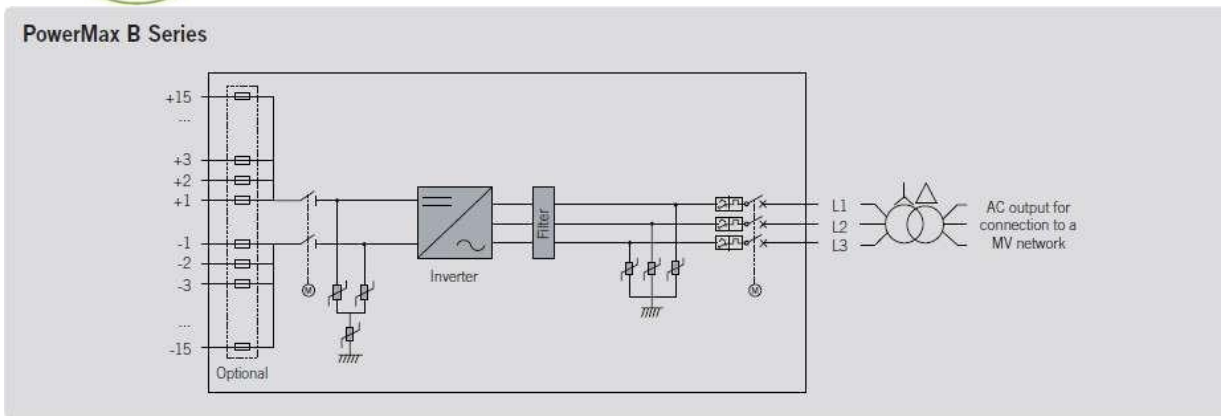
- Rango de temperaturas: -20 °C / +50°C
- Humedad relativa 0- 100%
- Altitud máxima: 4500 m
- Dimensiones: 2,820 x 825 x 2,270 mm
- Peso: 1,710 kg
- Protección: IP56
- Máximo Rendimiento 98,9%
- Rendimiento Europeo 98,5%

**Protecciones incorporadas en el inversor**

El sistema de protecciones deberá ser consistente con lo exigido por la reglamentación vigente.

El inversor elegido cuenta con las siguientes protecciones:

- Polaridad inversa
- Cortocircuitos y descargas en la salida
- Fusibles DC
- Anti-isla con desconexión automática
- Seccionador DC con control en puerta
- Seccionador magneto-térmico AC con control de puerta
- Descargadores de sobretensión DC y AC
- Sistema de monitorización del aislamiento
- Sistema de desconexión automática en caso de sobrecalentamiento del transformador BT/MT
- Botón de desconexión automática, accesible desde el exterior
- Sistema de maniobra de desenganche en caso de sobrecalentamiento del transformador BT/MT



**Ilustración 17: Esquema unifilar inversor**

### 7.3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

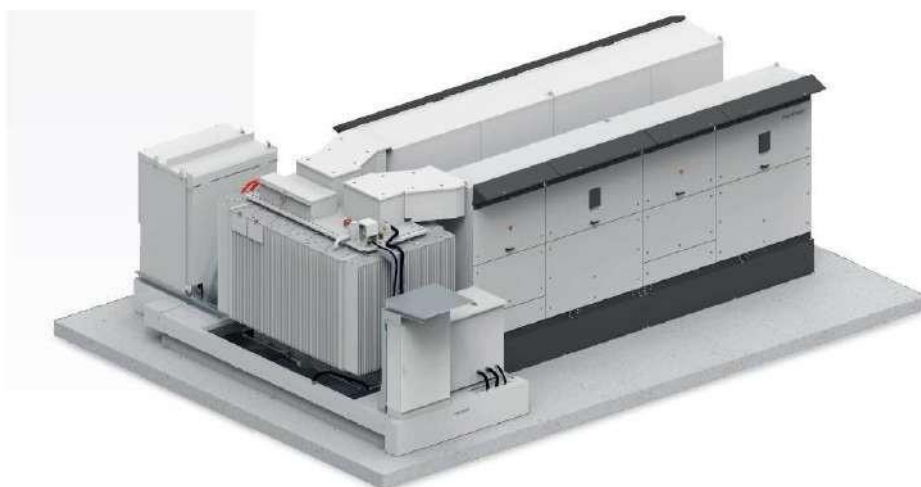
#### *PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA*

Los centros de transformación de este proyecto tienen la misión de elevar el nivel de tensión para poderevacuar la energía producida de red.

La instalación fotovoltaica “Solar Airport PV” contará con 10 centros de transformación MT/BT centralizados, en los que se alojará en cada uno de ellos en transformador de 5,4 MVA.

La Inverter Station de Ingeteam es una solución compacta, flexible y personalizable. Esta estación está pensada para facilitar su inmediata instalación a la interperie, gracias a lo cual se puede prescindir de envoltentes del tipo contenedor.

Esta solución presenta una plataforma metálica o skid de media tensión que integra los equipos de conversión de potencia, transformador de aceite herméticamente sellado y toda la aparamenta de baja tensión, con hasta cuatro inversores por skid. Este también incluye los dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.



**Ilustración 18: Imagen de la estación inverso transformadora**



## 8. MEJORA EN LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

Debido a la mayor continuidad conseguida en la instalación fotovoltaica maximizando el espacio colindante disponible y realizando reajustes como el soterramiento de la línea aérea privada de la finca, ha sido posible aumentar el espacio pitch hasta los 9m en vez de los 8,45m de la instalación original provocando así una mejora de la eficiencia energética del 2% tal y como se demuestra a continuación (también se incluye el nuevo estudio de PV SYST en los anexos al proyecto):

### PV SYST DEL LAY OUT CON 8.45M DE PITCH

System summary				
Grid-Connected System		Trackers single array, with backtracking		
PV Field Orientation		Near Shadings		User's needs
Tracking plane, horizontal N-S axis		According to strings		Unlimited load (grid)
Axis azimuth	0 °	Electrical effect	100 %	
System information				
PV Array		Inverters		
Nb. of modules	99120 units	Nb. of units	30 units	
Pnom total	56.99 MWp	Pnom total	44.88 MWac	
		Pnom ratio	1.270	
Results summary				
Produced Energy	113216 MWh/year	Specific production	1986 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR
				85.82 %

Ilustración 19: Datos de producción con la configuración antigua

### PV SYST DEL LAY OUT CON 9M DE PITCH

System summary				
Grid-Connected System		Trackers single array, with backtracking		
PV Field Orientation		Near Shadings		User's needs
Tracking plane, horizontal N-S axis		According to strings		Unlimited load (grid)
Axis azimuth	0 °	Electrical effect	100 %	
System information				
PV Array		Inverters		
Nb. of modules	99120 units	Nb. of units	30 units	
Pnom total	56.99 MWp	Pnom total	44.88 MWac	
		Pnom ratio	1.270	
Results summary				
Produced Energy	115480 MWh/year	Specific production	2025 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR
				87.72 %

Ilustración 20: Datos de producción con la configuración nueva

## 9. OBRA CIVIL

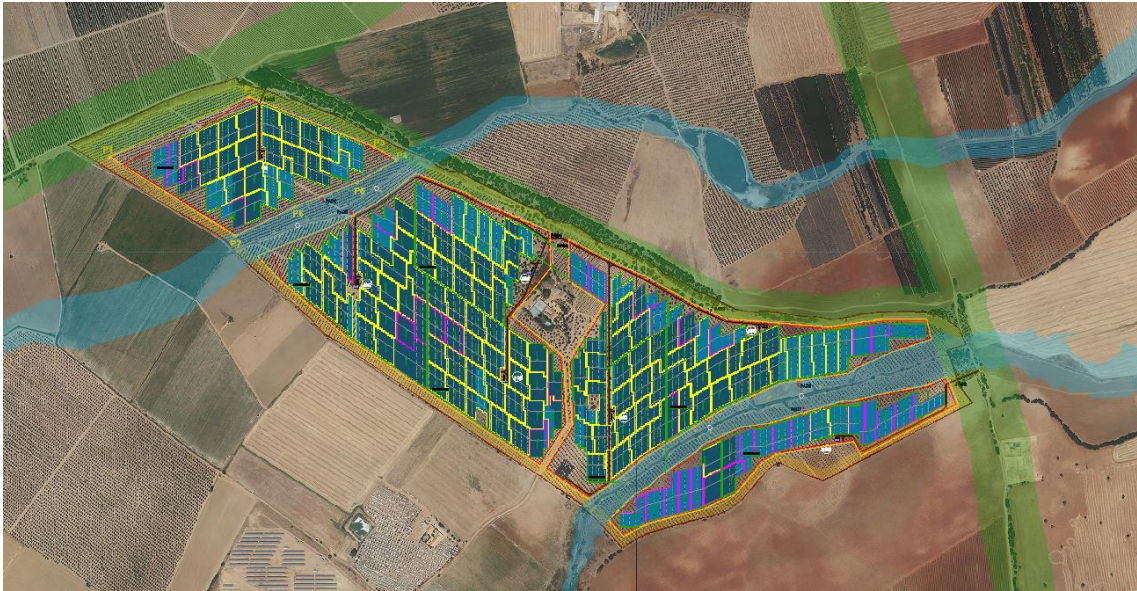
### 9.1. INTERIOR DE LA FINCA

#### MOVIMIENTO DE TIERRAS

Antes del inicio de los trabajos se realizará el desbroce de la zona de actuación y la adecuación del terreno para conseguir una superficie plana y nivelada sobre la cual poder hincar los seguidores solares. Los movimientos de tierra que se realizarán serán los correspondientes a la

ejecución de canalizaciones de conductores (CC y Alta tensión), así como las excavaciones para las cimentaciones de estaciones inversoras y viales.

El movimiento de tierras se pretende minimizar, de esta forma, los paneles irán directamente hincados al terreno



**Ilustración 21: Viales de la instalación**

Se han trazado viales (caminos que aparecen con el trazado en verde) de 12m de ancho para asegurar el acceso a las diferentes partes de la instalación. Estos viales internos se realizarán cada dos o tres seguidores alineados en dirección norte sur, si bien entre cada uno de los seguidores en esa dirección se respetará como mínimo una distancia de 4m. El pitch (distancia este noroeste) es de unos 9m lo que asegurará también la maniobrabilidad de la maquinaria.

Dentro de estos viales internos, se habilitarán 4 m de carretera para permitir el paso de vehículos a través de la planta.

### EXPLANACIONES

Se realizarán explanaciones para la ubicación de las estaciones inversoras. Previo a la explanación se realizará el desbroce y limpieza del terreno por medios mecánicos. Las dimensiones de la explanación irán acorde a los centros de inversión- transformación seleccionados.

### CIMENTACIONES DE LAS ESTACIONES INVERSORAS

Las cimentaciones estarán formadas por una cama de arena nivelada de 100mm, mientras que la solera estará formada por hormigón armada con varillas de 8 mm de diámetro en cuadrículas de 20x20.

### *VALLADO PERIMETRAL*

El cerramiento se ejecutará mediante vallado de dos metros de altura de malla tipo 200/17/30 Fortema, triple galvanizada de alta resistencia, apoyada en perfiles tubulares de 2 m de altura y 50mm de diámetro. Se dejarán aperturas de 15x30 cm cada 25m para permitir el paso de mamíferos pequeños.

Además, se colocarán 4 tirantas de alambre de 16mm<sup>2</sup> con sus tensores y tornillos correspondientes. Se realizarán accesos a las plantas mediante cancelas de 6 m de anchura y 2,25 m de altura de altura.

En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 48m, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas.

### *SISTEMA DE DRENAJES*

Con objetivo de asegurar la viabilidad ambiental del proyecto y como requisito básico para la obtención de la AAP se ha encargado un estudio de impacto ambiental a la Ingeniera Watts, especializada en este campo.

En base al estudio desarrollado y conforme a las características de la instalación fotovoltaica, se considera nula la repercusión o interacción negativa que la misma pueda suponer al avance de las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Tan solo se recomienda, la adopción de premisas en el diseño de la instalación para disponer el campo solar, lo suficientemente elevado del terreno, y lejos de la avenida de inundación; en el presente caso, a una altura mínima de 1,20 m, en la zona de la placa más próxima al suelo.

Además, recuérdese, que los mástiles de las placas solares deben asegurar la escurriencia en la zona de inundación que asegure el natural recorrido de las aguas.

Además, asegurando que la instalación permita el normal flujo hidráulico en la finca se han realizado que permitan evitar una mayor inundación en épocas de lluvia a causa de las crecidas de los arroyos de El Ciervoy Alamedilla Baja, que circulan por la finca. Con este fin, también se ha encargado un estudio de mitigación de inundación a la empresa ingeniera Watts por el cual se asegura el fin propuesto. Las medidas que se vana llevar a cabo son:

Mejora de las propiedades del suelo para potenciar la capacidad de campo del mismo y asegurar una mayor absorción. Para ello se realizarán labores de subsolado del suelo, mediante un subsolador de cinco brazos a una profundidad de 75cm.

Evitar la compactación de terrenos, con el fin de facilitar la filtración de agua. Se conseguirá realizando viales de zorra.

Generar cobertura vegetal constante en toda la finca.

### *SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN*

El sistema de control y monitorización de la instalación debe mostrar y almacenar una serie de datos relacionados con el estado de la instalación en cualquier momento. Está dividido en tres subsistemas principales:

**Subsistema de adquisición:** Está formado por los elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir y las transforman en señales de tensión (rango mV) o de intensidad (rango mA).

**Subsistema de transmisión:** Está formado por los elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo donde se va a realizar el tratamiento de los datos adquiridos. Esta conexión puede ser local (vía RS-485 o bien vía onda portadora) o remota (vía modem).

**Sistema de tratamiento de la información:** Estará formado por el equipo PC que recibirá vía local o remota la información procedente de un sistema de adquisición.

Las variables que deben almacenarse son las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a la red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los módulos y agrupaciones.
- Intensidad en los módulos y agrupaciones.
- Potencia activa en los módulos y agrupaciones.
- Factor de potencia.
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.
- Temperatura de los módulos.

## 9.2. LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

### *CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ZANJAS*

Para la ejecución de la red eléctrica de media tensión es necesaria la realización de zanjas por las que hacer pasar el cableado.

Existirán tres tipos de zanjas:

#### En tramos directamente enterrados

La profundidad mínima de la zanja, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, será de 0,6 m en tierra o acera y a 0,8 m en calzada. El conductor discurrirá directamente enterrado sobre lecho de arena, instalados en zanjas de 1,00 m de profundidad.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 10 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribos u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T.

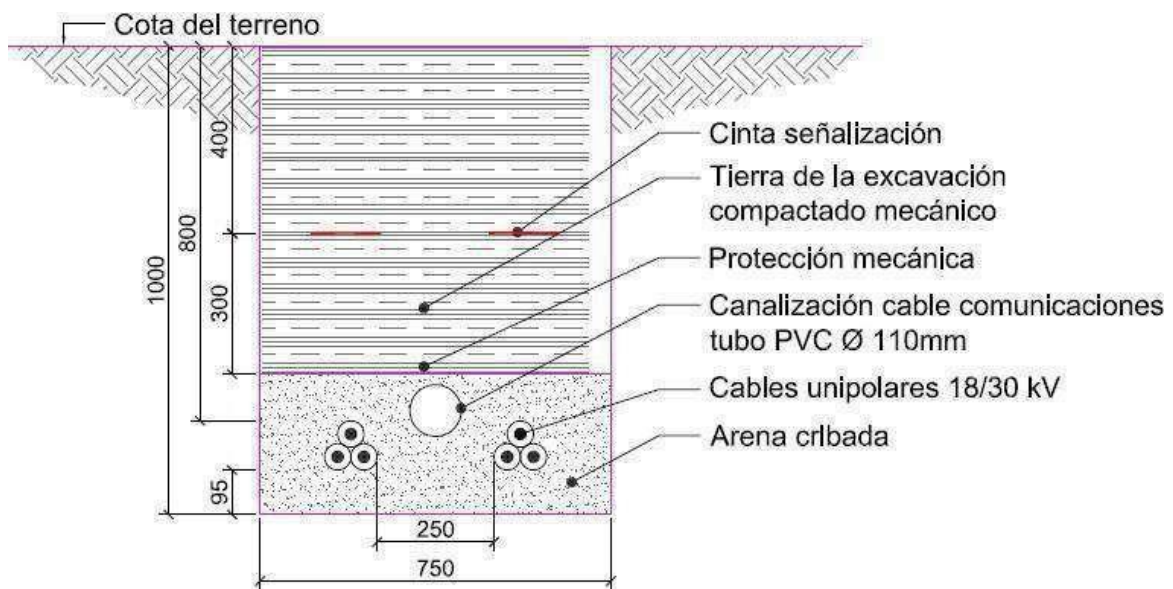
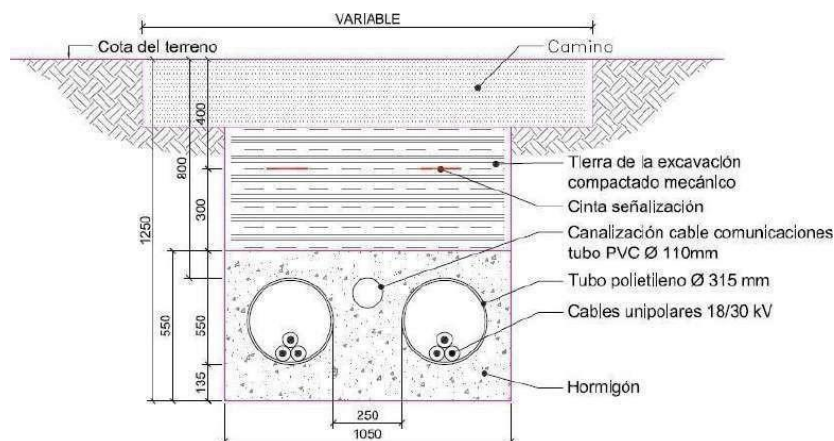


Ilustración 22: Cableado en zanja

### En canalizaciones entubadas y hormigonadas

En caso de que la línea subterránea cruce por debajo de caminos, vías pecuarias o cauces de poco caudal, los conductores discurrirán por tubos enterrados corrugados (interior liso) de PVC embebidos en prisma de hormigón, instalado en zanjas de 1,25 m de profundidad.





### Ilustración 23: Cableado en zanja reforzada

Los tubos tendrán las siguientes características principales:

Tubo de polietileno de alta densidad, rígidos corrugados de doble pared, lisa interna y corrugada la ~~exterior~~

Diámetro exterior de 300 ó 350 mm de diámetro.

En general, se debe cumplir que el diámetro interior del tubo sea 1,5 veces mayor que el diámetro del cable de potencia.

Las zanjas tendrán una profundidad aproximada de 1,25 m, y una anchura de 1,05 m.

Sobre el fondo de cada zanja se depositará una capa de hormigón de limpieza, con un espesor de 135 mm.

Los tubos estarán debidamente asegurados para evitar cualquier desplazamiento durante el vertido del hormigón.

Se verterá el hormigón HM-20, que cubrirá totalmente la zanja, hasta alcanzar una altura de 415 mm por encima del hormigón de limpieza.

Posteriormente se colocarán bandas de señalización.

Se rellena de tierra de la excavación, colocando una cinta de ancho 200 mm, de señalización por cada circuito, para avisar de la presencia de conductores de Media Tensión, a lo largo de todo el recorrido de la línea a una profundidad de 400 mm y posteriormente relleno de nuevo con tierra de excavación compactada mecánicamente.

Por último, se rellenará con hormigón HM-20 toda la zanja hasta una altura de 20 cm de la rasante del camino o carretera.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

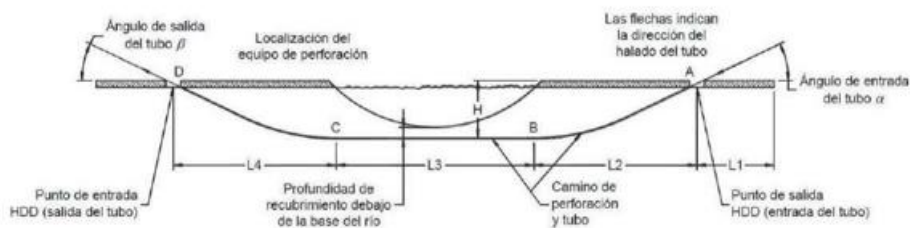
Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar el posterior mandrilado de los tubos.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja. Los tubos quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación-contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

### CRUZAMIENTOS DE ARROYOS

El Arroyo de la Alamedilla Baja (en la parte oeste de las parcelas) y el Arroyo del Ciervo (en la parte este de las parcelas) deberán cruzarse para unir eléctricamente la planta.



**Ilustración 24: Cruzamientos con arroyos**

Este cruzamiento se realizará mediante el procedimiento de PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (PHD). La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

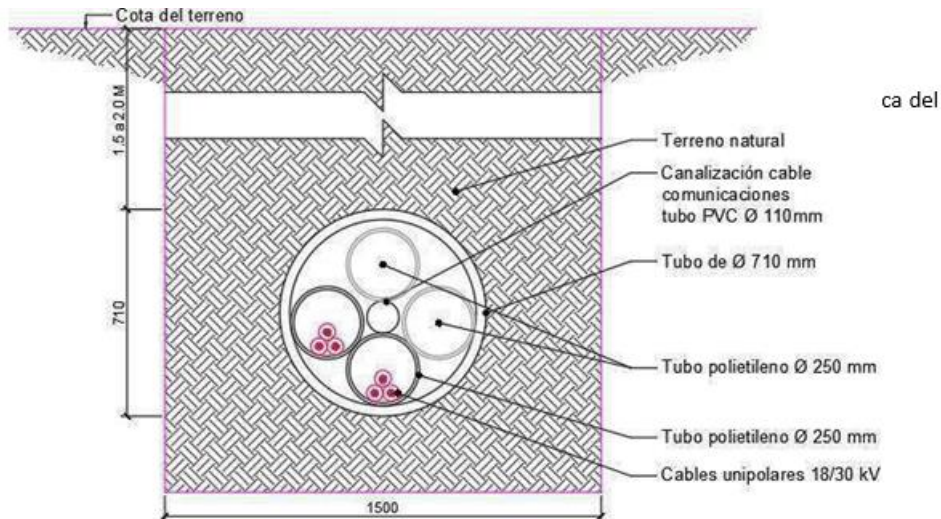


Ilustración 25: Cruzamiento con arroyos

Los esquemas aquí indicados son orientativos. Los puntos de cruce y los detalles de la canalización se definirán en fase de proyecto constructivo.

Las condiciones que cumplirá la PHD serán las indicadas por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.



Ilustración 26: Cruzamiento con carreteras

### ARQUETAS DE CONEXIÓN

Se instalarán las arquetas de ayuda necesarias, de acuerdo con la longitud, curvatura de los trazados y tensión máxima de tiro que soporta cada tipo de cable a tender, cada 50 metros aproximadamente y en los cambios de dirección.

Se considera que, en principio, utilizando una entregadora a la salida de la bobina de desarrollo del cable, antes de la entrada al tubo, y el cabrestante en el otro extremo, no habría necesidad

de efectuar ninguna arqueta de ayuda intermedia para la ubicación de otra entregadora durante el tendido de los cables de potencia. Lo anterior viene condicionado a que en los posibles tramos en curva se respete un radio de curvatura de 50 veces el diámetro del tubo.

En el caso en que no fuera factible conseguir el radio de curvatura indicado anteriormente, se debe efectuar una arqueta de ayuda en la zona recta, antes del cambio de dirección, y ubicar en ella la entregadora correspondiente. En este caso, el radio de curvatura que podría adoptar el cable (zona descubierta) durante las operaciones de tendido no debe ser inferior a 25 veces el diámetro exterior del cable.

Una vez finalizada la instalación de los cables, y si hubiera sido necesaria alguna arqueta de ayuda intermedia, en el citado tramo abierto los mismos deberán ser protegidos de manera similar a como va en el resto del trazado.

En cuanto a la anchura y dimensiones de las canalizaciones, estas dependerán del número y sección de conductores que transporten, que a su vez vendrán determinados por los criterios de máxima caída de tensión tal y como se especifica en el apartado de cálculos eléctricos de este proyecto. En cualquier caso, siempre se respetará el Real Decreto 223/2008, que establece la normativa vigente en relación a la sección y apareamiento eléctrica así como todos los reglamentos de REBT aplicables.

### 9.3. LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 132 KV

A lo largo del recorrido de la línea de evacuación se realizará una operación de explanación en la ubicación exacta de los 18 apoyos que la componen, así la cimentación de los postes se añadirá sobre una superficie nivelada, carente de inclinación.

A su vez, y en función de la finalidad del apoyo (apoyo de alineación, apoyo de final de línea o apoyo de amarre de ángulo) se llevará a cabo la implantación sobre el terreno de los bloques de hormigón que constituyen la base de los apoyos. En caso de los postes de alineación consistirá en una estructura monobloque, mientras que en el resto de los apoyos se añadirá una estructura tetrabloque o cuadrada con cueva. Además, se asegura que ninguno de los postes ocupe el dominio público del arroyo de El Ciervo, ya que la línea aérea de alta tensión circula en algunos tramos colindante a dicho arroyo.

### ESTUDIO GEOTÉCNICO

Se ha llevado a cabo un estudio geotécnico en la finca Santa María de las Lomas para determinar cuáles son las características del terreno y de esta manera conseguir una óptima determinación de cada uno de los trabajos de anclado o cimentación que se lleven a cabo en la zona.

De la misma forma se realizará dicho estudio sobre el trazado definitivo de la línea de evacuación de alta tensión hasta la subestación SET AEROPUERTO 132.

Los estudios geotécnicos han sido llevados a cabo por la empresa Geotecnia Consultores y ha consistido en:

- Realización de pozos de prueba y perforaciones exploratorias
- Clasificación del suelo
- Test de penetración estándar
- Prueba de resistividad eléctrica y térmica
- Condiciones de las aguas subterráneas
- Parámetros sísmicos y de licuefacción

Todas las pruebas realizadas, así como las recomendaciones (tipo de cimentación, tensión admisible de hundimiento, resistencia por cálculo de fuste...) vienen especificadas en dicho estudio, que adjuntamos con el presente proyecto (Anexo 7).

## 10. SET SOLAR AIRPORT PV 30/132 KV

Toda la información sobre la línea de evacuación de alta tensión se encuentra en el [Anexo Nº1](#)

“SUBESTACIÓN ELEVADORA SET SOLAR AIRPORT 132/30KV”.

## 11. LAAT SOLAR AIRPORT PV 132 KV

Toda la información sobre la línea de evacuación de alta tensión se encuentra en el [Anexo Nº3](#)

“LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132KV SOLAR AIRPORT PV”.



### 3.PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS

## ÍNDICE

<b>1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO .....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETO .....	1
1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....	2
1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS .....	2
<b>2. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.....</b>	<b>2</b>
2.1. GARANTÍAS DE CALIDAD (MARCADO CE) .....	4
<b>3. NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>7</b>
3.1. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL .....	7
3.2. NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	9
<b>4. DISPOSICIONES GENERALES.....</b>	<b>10</b>
4.1. DIRECCIÓN DE OBRA .....	10
4.1.1. FUNCIONES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA.....	11
4.2. CONTRATISTA Y SU PERSONAL DE OBRA .....	12
4.2.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....	13
4.3. LIBRO DE ÓRDENES.....	16
4.4. LIBRO DE INCIDENCIAS .....	16
4.5. DOCUMENTACIÓN Y DEFINICION DE LAS OBRAS .....	17
4.5.1. PLANOS.....	17
4.5.2. CONTRATACIONES, OMISIONES Y ERRORES .....	19
4.5.3. CARÁCTER CONTRACTUAL DE LA DOCUMENTACIÓN.....	19
4.5.4. RELACIONES ENTRE DOCUMENTOS DEL PROYECTO Y NORMATIVA.....	20
4.6. INICIACIÓN DE LAS OBRAS.....	22
4.6.1. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS .....	22
4.7. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS.....	24
4.7.1. REPLANTEO DE DETALLE DE LAS OBRAS.....	24
4.7.2. ACCESO A LAS OBRAS .....	25
4.7.3. ACCESO A LOS TRABAJOS.....	25
4.7.4. INSTALACIONES AUXILIARES.....	26
4.7.5. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	27
4.7.6. CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS .....	28
4.7.7. MATERIALES.....	29
4.7.8. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN .....	31
4.7.9. SECUENCIA Y RITMO DE LOS TRABAJOS .....	32
4.7.10. TRABAJOS NOCTURNOS.....	32
4.7.11. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS.....	33
4.7.12. TRABAJOS NO AUTORIZADOS .....	33
4.7.13. CONSERVACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	34
4.7.14. SEGURIDAD.....	35
4.8. MEDICIÓN Y ABONO.....	35
4.8.1. MEDICIÓN DE LA OBRA EJECUTADA .....	36
4.8.2. ABONO DE LAS OBRAS.....	36
4.9. MODIFICACIÓN DEL CONTRATO.....	40

4.9.1.	INTERRUPCIÓN Y SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS .....	40
4.9.2.	REVISIÓN DE PRECIOS .....	40
4.9.3.	MODIFICACIÓN DEL CONTRATO .....	40
4.10.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	41
4.11.	RECEPCIÓN DE LAS OBRAS .....	41
4.12.	PLAZO DE GARANTÍA .....	43
4.13.	LIQUIDACION DE LAS OBRAS .....	43
4.14.	REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO .....	43
4.14.1	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO .....	44
4.14.2	GARANTÍAS .....	46
<b>5.</b>	<b>COMPONENTES Y MATERIALES ESPECIFICOS DE LA OBRA.....</b>	<b>48</b>
5.1.	CONDICIONES GENERALES .....	48
5.2.	MÓDULOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS .....	49
5.3.	ESTRUCTURA SOPORTE .....	52
5.4.	INVERSORES .....	53
5.5.	CABLEADO .....	56
5.6.	CAJAS DE CONEXIONES.....	57
5.7.	ELEMENTOS DE MEDIDA .....	58
5.8.	ELEMENTOS DE CONEXIÓN A RED .....	58
5.9.	ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA .....	58
5.10.	APARAMENTA DE PROTECCIÓN .....	58
5.10.1.	CUADROS ELÉCTRICOS .....	59
5.10.2.	INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS .....	60
5.10.3.	FUSIBLES .....	61
5.10.4.	SECCIONADORES .....	64
5.10.5.	EMBARRADOS .....	64
5.10.6.	PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS .....	64
5.11.	ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA .....	65
5.12.	MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	68
5.13.	CONTROL DE LOS MATERIALES ESPECÍFICOS DE LA OBRA .....	69
5.14.	CRITERIOS DE MEDICIÓN .....	69
<b>6.</b>	<b>COMPONENTES Y MATERIALES BÁSICOS DE LA OBRA.....</b>	<b>70</b>
6.1.	CEMENTO .....	70
6.1.1.	CONDICIONES GENERALES.....	70
6.1.2.	ENVASADO E IDENTIFICACIÓN .....	71
6.1.3.	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO .....	71
6.1.4.	RECEPCIÓN.....	72
6.1.5.	CONTROL DE CALIDAD .....	72
6.1.6.	MEDICIONES Y ABONO .....	73
6.2.	ÁRIDOS .....	74
6.2.1.	ÁRIDO FINO A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES.....	74
6.2.2.	ÁRIDO GRUESO A EMPLEAR EN HORMIGONES .....	75
6.2.3.	MEDICIÓN Y ABONO .....	76
6.3.	METALES .....	77

6.3.1.	MALLAS ELECTROSOLDADAS .....	77
6.3.2.	BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO .....	78
6.3.3.	ACEROS PARA ESTRUCTURA .....	80
6.4.	AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES.....	83
6.4.1.	RECEPCIÓN.....	83
6.4.2.	MEDICIÓN Y ABONO .....	84
<b>7.</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES.....</b>	<b>84</b>
7.1.	DESPEJES Y DESBROCE DEL TERRENO .....	84
7.1.1.	DEFINICIÓN .....	84
7.1.2.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	84
7.1.3.	CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO CONTROL DE EJECUCIÓN .....	86
7.1.4.	PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	86
7.1.5.	MEDICIÓN Y ABONO .....	88
<b>8.</b>	<b>EXCAVACIONES.....</b>	<b>89</b>
8.1.	EXCAVACION DE LA EXPLANACIÓN.....	89
8.1.1.	DEFINICIÓN .....	89
8.1.2.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS GENERALIDADES .....	89
8.1.3.	PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	90
8.1.4.	MEDICIÓN Y ABONO .....	91
8.2.	EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS.....	92
8.2.1.	DEFINICIÓN .....	92
8.2.2.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	92
8.2.3.	EXCESOS INEVITABLES .....	94
8.2.4.	PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	94
8.2.5.	MEDICIÓN Y ABONO .....	94
<b>9.</b>	<b>FIRME .....</b>	<b>95</b>
9.1.	ZAHORRA ARTIFICIAL.....	95
9.1.1.	DEFINICIÓN .....	95
9.1.2.	MATERIALES CONDICIONES GENERALES .....	95
9.1.3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	97
9.1.4.	MEDICIÓN Y ABONO .....	98
<b>10.</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....</b>	<b>99</b>
10.1.	GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	99
10.1.1.	GENERALIDADES .....	99
10.1.2.	ORIENTACIÓN E INCLINACION Y SOMBRAS .....	99
10.2.	CANALIZACIÓN DE BAJA TENSIÓN .....	100
10.2.1.	GENERALIDADES .....	100
10.2.2.	MATERIALES.....	101
10.2.3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	103
10.3.	CANALIZACIONES DE MEDIA TENSIÓN .....	113
10.3.1.	CONDICIONES GENERALES.....	113
10.3.2.	MATERIALES.....	114
10.3.3.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	118
10.4.	ESTACIONES TRANSFORMADORAS/CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	127
10.4.1.	DISPOSICIONES GENERALES.....	127
10.4.2.	ELEMENTOS CONSTITUYENTES.....	127
10.4.3.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	131
10.4.4.	PUESTA EN SERVICIO.....	132

10.5. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN .....	133
10.6. MEDICIÓN Y ABONO .....	134
<b>11. GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>134</b>
11.1. CONDICIONES GENERALES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS .....	134
11.2. PRESCRIPCIONES GENERALES GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....	137
11.2.1. CERTIFICACIÓN DE LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS .....	137
11.3. PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR.....	138
11.3.1. CONTROL LOGÍSTICO DE LOS RESIDUOS GENERADOS .....	138
11.4. CONTROL DOCUMENTAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	140
11.4.1. ACTUACIONES PARA LOS RSU Y ASIMILABLES, RESIDUOS NO PELIGROSOS E INERTES	140
11.4.2. RETIRADA DE ESCOMBROS Y RESIDUOS EN OBRAS DE DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN DE	
LOS TERRENOS .....	140
11.4.3. DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES Y LIMPIEZA DE LA ZONA DE OBRAS.....	141





## PROYECTO CONSTRUCTIVO DE "PLANTA FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV"

## 1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

### 1.1. OBJETO

El presente pliego de condiciones técnicas pretende definir al menos la siguiente información:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente a la instalación proyectada, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento de la instalación, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales de la instalación. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en la instalación terminada, del presente Pliego de Condiciones.

## 1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente Pliego conjuntamente con los otros documentos requeridos en el CTE, forma el Proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza intrínseca. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

## 1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los planos y el Pliego, prevalecerá lo dibujado en los planos. En cualquier caso, ambos documentos tienen preferencia sobre los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales de la Edificación.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento, o figure en el Presupuesto.

## 2. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el director de ejecución de la obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

## 2.1. GARANTÍAS DE CALIDAD (MARCADO CE)

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas



Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).

- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el "Real Decreto 1630/1992. Disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE".

El marcado CE se materializa mediante el símbolo “CE” acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

### 3. NORMATIVA APLICABLE

A tenor de lo dispuesto en el Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado (PCAG), el contrato de obras se regirá peculiarmente por la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y Reglamento General de Contratación (RGC), por las prescripciones del correspondiente Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y por las restantes normas del Derecho Administrativo.

En todo caso serán de aplicación el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red elaborado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).

Además, serán de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales que afecten a la realización de dichas obras, y en particular las siguientes:

#### 3.1. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL

- Estatuto de los Trabajadores. Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de Marzo.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Norma UNE de obligado cumplimiento.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Resolución de 31 de Mayo de 2001 de la Dirección General de Política Energética y Minas (Ministerio de Economía) por la que se establecen modelos de contrato y de factura tipo y esquema unifilar para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1098 / 2001, del 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos y Administraciones Públicas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones complementarias.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación NCSR- 02.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 50/2008, de 19 de Febrero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de Enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Instrucción de Hormigón Estructural, (EHE) aprobada según el R.D. 751/2011 de 27 de Mayo.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Normas exigidas por la Compañía Distribuidora de energía eléctrica en este caso Sevillana Endesa.

### 3.2. NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 31/1.995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y en los lugares de trabajo.



- Real Decreto 487/1.997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de Mayo sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de Julio, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo.

## 4. DISPOSICIONES GENERALES

Será de aplicación lo dispuesto en las diferentes cláusulas del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, en lo sucesivo (PCAG), en el Reglamento General de Contratación (RGC), y en la Ley de Contratos de la Administraciones Públicas.

### 4.1. DIRECCIÓN DE OBRA

El Promotor designará al Director de las Obras que será la persona, con titulación adecuada y suficiente para tener conocimiento de los trabajos a realizar y siendo directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

Para desempeñar su función podrá contar con colaboradores que desarrollarán su labor en función de las atribuciones de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos.

El Promotor comunicará al Contratista el Director de Obras designado, antes de la fecha de comprobación del replanteo. De igual forma, el Director de las Obras pondrá en

conocimiento al Contratista respecto de su personal colaborador. Si se produjesen variaciones de personal durante la ejecución de las obras, estas se pondrán en conocimiento al Contratista, por escrito.

#### 4.1.1. FUNCIONES DE LA DIRECCIÓN DE OBRA

Las funciones de la Dirección facultativa, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta ejecución al proyecto aprobado, modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Adoptar decisiones relacionadas con la conservación del paisaje, urbano o rural, que pueda ser afectado por las instalaciones o la ejecución de los diversos elementos de la obra.

- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en caso de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

La Dirección Facultativa podrá suspender los trabajos o incluso solicitar la designación de un nuevo Delegado o colaborador de éste, siempre que se incurra en actos u omisiones que comprometan o perturben la buena marcha de las obras o el cumplimiento de los programas de trabajo, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato.

En cualquier momento, la Dirección de obra podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la Seguridad Social de los trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto del contrato.

#### 4.2. CONTRATISTA Y SU PERSONAL DE OBRA

El Delegado o Jefe de Obra del Contratista será la persona, con titulación adecuada y suficiente, elegida por el Contratista y aceptada por el Promotor con capacidad suficiente para:

- Representar al Contratista siempre que sea necesario según el Reglamento General de la Ley de Contratos y los Pliegos de Cláusulas, así como en otros actos derivados del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes de la Dirección Facultativa o sus colaboradores.

- Proponer a la Dirección o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.
- Éste deberá residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de la Dirección Facultativa.
- Se entiende que la comunicación Dirección de Obra-Contratista, se canaliza entre la Dirección Facultativa y el Jefe de Obra.

El Jefe de Obra recibirá todas las comunicaciones verbales y/o escritas, que dé el Director de Obra directamente o a través de otras personas; debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia.

El Jefe de Obra es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente, hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten y es el responsable de que todas las comunicaciones escritas estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. Se incluyen en este concepto los planos de obra, ensayos, mediciones, etc.

Antes del inicio de las obras, el Contratista comunicará al Director el organigrama y la titulación del personal facultativo, que a las órdenes de su Delegado, será responsable directo de los distintos trabajos o zonas de la obra. El nivel técnico y la experiencia del personal serán los adecuados, en cada caso, a las funciones que le hayan sido encomendadas, en coincidencia con lo ofertado por el Contratista en la proposición aceptada por la Administración en la adjudicación del contrato de obras. Será de aplicación todo lo indicado anteriormente en cuanto a experiencia profesional, sustituciones de personas y residencia.

#### 4.2.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste recomendadas.

El Contratista proporcionará a la Dirección toda clase de facilidades para practicar replanteos, reconocimientos y pruebas de los materiales y de su preparación, y para llevar a cabo la inspección y vigilancia de la obra y de todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente Pliego, facilitando en todo momento el acceso necesario a todas las partes de la obra, incluso a las fábricas y talleres donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras, para lo cual deberá hacer constar este requisito en los contratos y pedidos que realice con sus suministradores.

En los casos en que la Dirección lo estime oportuno, el Contratista deberá instalar antes del comienzo de las obras, y mantener durante la ejecución de las mismas, una oficina de obras en el lugar que considere más apropiado previa conformidad del Director. Deberá, necesariamente, conservar en ella copia autorizada de los documentos contractuales y de los Libros de Ordenes e Incidencias; a tales efectos, la Administración suministrará a aquel una copia de aquellos documentos antes de la fecha en que tenga lugar la Comprobación del Replanteo.

El Contratista dará cuenta al Director, por escrito, de los cambios que tengan lugar durante el tiempo de vigencia del contrato.

Corresponde al Contratista, bajo su exclusiva responsabilidad, la contratación de toda la mano de obra que precise para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y en las condiciones que fije la normativa laboral vigente. Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o personal autónomo, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección.

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, el contratista elaborará un Plan de Seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el mismo, siendo de aplicación lo dispuesto en la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, Reglamento de los Servicios de Prevención,

R.D. 39/1997 de 17 de Enero y R.D.

1627/1997 de 24 de Octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Contratista tiene la obligación de haber inspeccionado y estudiado el emplazamiento y sus alrededores, la naturaleza del terreno, las condiciones hidrológicas y climáticas, la configuración y naturaleza del emplazamiento de las obras, el alcance y naturaleza de los trabajos a realizar y los materiales necesarios para la ejecución de las obras, los accesos al emplazamiento y los medios que pueda necesitar.

El Contratista deberá obtener, con la antelación necesaria para que no se presenten dificultades en el cumplimiento del Plan de Obra, todas las autorizaciones que se precisen para la ejecución de las obras.

Los gastos de gestión derivados de la obtención de estas autorizaciones, serán siempre a cuenta del Contratista. El Contratista estará obligado a cumplir estrictamente todas las condiciones que haya impuesto el organismo o la entidad otorgante del permiso, en orden a las medidas, precauciones, procedimientos y plazos de ejecución de los trabajos para los que haya sido solicitado el permiso.

El Contratista deberá cumplir en general con lo previsto en la legislación medioambiental y en particular con lo dispuesto en la Ley 7/2007, del 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y modificaciones posteriores.

El Contratista tomará las medidas necesarias, a su costa y riesgo, para que el material, instalaciones y las obras que constituyan objeto del contrato, no puedan sufrir daños o perjuicios como consecuencia de cualquier fenómeno natural previsible, de acuerdo con la situación y orientación de la obra, y en consonancia con las condiciones propias de los trabajos y de los materiales a utilizar. No tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las obras salvo en los casos previstos en el artículo 144 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y artículo 132 del RGC.

En el supuesto de que durante las excavaciones se encontrarán restos arqueológicos se interrumpirán los trabajos y se dará cuenta con la máxima urgencia a la Dirección. En el plazo más corto posible, y previos los correspondientes asesoramientos, el Promotor resolverá sobre la suspensión de las obras (cláusula 19 del PCAG).



El Contratista realizará, a su costa, y entregará una copia en color de tamaño veinticuatro por dieciocho centímetros de una colección de, como mínimo seis fotografías de las obras tomadas la mitad antes de su comienzo y las restantes después de su terminación y de una colección de como mínimo cuatro fotografías de la obra ejecutada en cada mes.

#### 4.3. LIBRO DE ÓRDENES

Se abrirá el "Libro de Ordenes" por la Dirección Facultativa y permanecerá custodiado en obra por el Contratista, en lugar seguro y de fácil disponibilidad para su consulta y uso. El Jefe de Obra deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita a la Dirección Facultativa.

Se hará constar en él las instrucciones que la Dirección Facultativa estime convenientes para el correcto desarrollo de la obra.

Asimismo, se hará constar en él, al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones durante el curso de las mismas, con el carácter de orden, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él órdenes, instrucciones y recomendaciones que se consideren necesarias comunicar al Contratista.

Se cumplirá respecto al "Libro de Órdenes" lo dispuesto en la Cláusula 8 del Pliego de Cláusulas Administrativas generales.

#### 4.4. LIBRO DE INCIDENCIAS

En el libro de Incidencias constarán todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que la Dirección Facultativa considere oportuno y, entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales.

- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados con resumen de los resultados o relación de los documentos que estos recogen.
- Relación de maquinaria en obra, con expresión de cuál ha sido activa y en que tajo y cual meramente presente, y cual averiada y en reparación.
- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o el ritmo de ejecución de obra.

En el "Libro de incidencias" se anotarán todas las órdenes formuladas por la Dirección de Obra o la Asistencia Técnica de la misma, que debe cumplir el Contratista.

La custodia de este libro será competencia de la Asistencia Técnica o persona delegada por la Dirección de las obras.

Se cumplirá lo establecido en la Cláusula 9 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

#### 4.5. DOCUMENTACIÓN Y DEFINICION DE LAS OBRAS

Las obras quedan definidas por los documentos contractuales de Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y por la normativa incluida en este Pliego o vigente.

Como criterio general prevalecerá lo establecido en el proyecto sobre la normativa técnica enunciada, salvo que en el Pliego se haga remisión expresa, en cuyo caso prevalecerá lo establecido en dicho Artículo.

##### 4.5.1. PLANOS

Las obras se realizarán de acuerdo con los planos del proyecto utilizado para la adjudicación, y con las instrucciones y planos adicionales de ejecución que entregue la Dirección de Obra al Contratista.

Las obras se construirán con estricta sujeción a dichos planos sin que el Contratista pueda introducir ninguna modificación que no haya sido previamente aprobada por el Director.

Todos los planos complementarios elaborados durante la ejecución de las obras deberán estar suscritos por el Director. Sin este requisito no podrán ejecutarse los trabajos correspondientes.

Los planos a suministrar por la Dirección de Obra se pueden clasificar en planos de contrato y planos complementarios:

- Son planos del contrato los planos del Proyecto y los que figuren como tales en los documentos de adjudicación o de formalización del contrato, que definen la obra a ejecutar al nivel del detalle posible en el momento de la licitación.
- Son planos complementarios los que el Director entrega al Contratista durante la ejecución de las obras, necesarios para definir aspectos no definidos en los planos del contrato, así como las modificaciones de estos planos a efectos de completar detalles, para adaptarlos a las condiciones reales de la obra, o con otros fines.

El Contratista está obligado a entregar al Director los planos de detalle que, siendo necesario para la ejecución de las obras, no hayan sido desarrollados en el Proyecto ni entregados posteriormente por la Dirección de Obra y se someterán a la aprobación del Director de Obra.

Finalizada la obra, el Contratista entregará a la Dirección una colección de planos definitivos que recojan las modificaciones habidas en el transcurso de las obras.

#### 4.5.2. CONTRATACIONES, OMISIONES Y ERRORES

Será de aplicación lo dispuesto en los dos últimos párrafos del artículo 158 del RGC.

En caso de contradicción entre los Planos y el presente Pliego prevalecerá lo dispuesto en este último y ambos documentos prevalecerán sobre los pliegos de prescripciones técnicas generales.

Lo mencionado en este Pliego y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, a juicio del Director, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y ésta tenga precio en el Contrato.

Las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director o por el Contratista, antes de la iniciación de la obra, deberán reflejarse en el Acta de Comprobación del Replanteo.

Las omisiones en los Planos y en el presente Pliego o las descripciones erróneas de los detalles constructivos de elementos indispensables para el buen funcionamiento y aspecto de la obra, de acuerdo con los criterios expuestos en dichos documentos, y que, por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los planos y en éste Pliego.

#### 4.5.3. CARÁCTER CONTRACTUAL DE LA DOCUMENTACIÓN

Será de aplicación lo dispuesto en el artículo 124 de la LCAP, en los artículos 82, 128 y 129 del RGC y en la cláusula 7 del PCAG.

Los documentos, tanto del Proyecto como otros complementarios que la Administración entregue al Contratista, pueden tener valor contractual o meramente informativo.

Tendrán carácter contractual los siguientes documentos del proyecto:

- Planos
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares
- Cuadros de Precios
- Acta de Comprobación del Replanteo
- Programa de Trabajo

Los datos sobre informes geológicos y geotécnicos, reconocimientos, sondeos, precedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de ejecución de las obras, estudios de maquinaria, estudios de programación, de condiciones climáticas e hidrológicas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente bien en la Memoria de los proyectos o en los Anejos a la misma, son documentos informativos.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, y a la ejecución de las obras, y que sean de su incumbencia obtener.

#### 4.5.4. RELACIONES ENTRE DOCUMENTOS DEL PROYECTO Y NORMATIVA

##### 4.5.4.1. CONTRADICCIONES ENTRE DOCUMENTOS DEL PROYECTO

En el caso de que aparezcan contradicciones entre los documentos contractuales (Pliego de Condiciones, Planos y Cuadro de Precios), la interpretación corresponderá al Director de Obra, estableciéndose el criterio general de que, salvo indicación en contrario, prevalece lo establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Caso de darse contradicción entre Memoria y Planos, prevalecerán éstos sobre aquella.  
Entre Memoria y Presupuesto, prevalecerá éste sobre aquella.

Caso de contradicción entre el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los Cuadros de Precios, prevalecerá aquél sobre éstos.

Dentro del Presupuesto, caso de haber contradicción entre Cuadro de Precios y Presupuesto, prevalecerá aquél sobre éste. El Cuadro de Precios nº 1 prevalecerá sobre el Cuadro de Precios nº 2, y prevalecerá lo expresado en letra sobre lo escrito en cifras.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos; siempre que, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga precio en el Contrato.

El Contratista estará obligado a poner cuanto antes en conocimiento del Director de las obras cualquier discrepancia que observe entre los distintos planos del Proyecto o cualquier otra circunstancia surgida durante la ejecución de los trabajos, que diese lugar a posibles modificaciones del Proyecto.

#### 4.5.4.2. CONTRADICCIONES ENTRE EL PROYECTO Y LA LEGISLACIÓN ADMINISTRATIVA

En este caso, prevalecerán las disposiciones generales (Leyes, Reglamento y R.D., así como directivas comunitarias).

#### 4.5.4.3. CONTRADICCIONES ENTRE EL PROYECTO Y LA NORMATIVA TÉCNICA



Como criterio general, prevalecerá lo establecido en el Proyecto, salvo que en el Pliego se haga remisión expresa de que es de aplicación preferente un artículo preciso de una norma concreta, en cuyo caso prevalecerá lo establecido en dicho artículo.

#### 4.6. INICIACIÓN DE LAS OBRAS

##### 4.6.1. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

La Dirección Facultativa deberá ejercer de una manera continuada y directa la inspección de la obra durante su ejecución, sin perjuicio de que la Administración pueda confiar tales funciones, de un modo complementario, a cualquier otro de sus Órganos y representantes.

El Contratista o su Delegado deberá, cuando se le solicite, acompañar en sus visitas de inspección a la Dirección Facultativa.

##### 4.6.1.1. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del mismo respecto de los documentos contractuales del Proyecto, con especial y expresa referencia a las características de la obra, a la autorización para la ocupación de los terrenos necesarios y a cualquier punto que pueda afectar al cumplimiento del Contrato.

El Contratista transcribirá, y la Dirección Facultativa autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Ordenes.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente. Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del

Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

#### 4.6.1.2. PROGRAMA DE TRABAJO

Independientemente del Plan de Obra contenido en este proyecto, el Contratista estará obligado a presentar un Programa de Trabajo, en el que se deberá proporcionar la siguiente información:

- Estimación en días calendario de los tiempos de ejecución de las distintas actividades, incluidas las operaciones y obras preparatorias, instalaciones y obras auxiliares y las de ejecución de las distintas partes o clases de obra definitiva.
- Valoración mensual de la obra programada.

El Programa de Trabajos incluirá todos los datos y estudios necesarios para la obtención de la información anteriormente indicada, debiendo ajustarse tanto la organización de la obra como los procedimientos, calidades y rendimientos a los contenidos en la oferta, no pudiendo en ningún caso ser de inferior condición a la de éstos.

El Programa de Trabajos habrá de ser compatible con los plazos parciales establecidos en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y tendrá las holguras convenientes para hacer frente a aquellas incidencias de obra que, sin ser de posible programación, deban ser tenidas en cuenta en toda obra según sea la naturaleza de los trabajos y la probabilidad de que se presenten.

El Programa de Trabajos deberá tener en cuenta el tiempo que la Dirección precise para proceder a los trabajos de replanteo y a las inspecciones, comprobaciones, ensayos y pruebas que le correspondan.

El Programa de Trabajos del Contratista no contravendrá el del Proyecto y expondrá con suficiente minuciosidad las fases a seguir, con la situación de cada tipo a principios y finales de cada mes.

El Programa de Trabajos será revisado por el Contratista cuantas veces sea éste requerido para ello por la Dirección debido a causas que el Director estime suficientes. No obstante, tales revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos de ejecución estipulados en el contrato de adjudicación.

En caso de no precisar modificación, el Contratista lo comunicará mediante certificación suscrita por su Jefe de Obra.

La presentación del Programa de Trabajos tendrá lugar dentro del plazo de 30 días a partir de la fecha de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo de la Obra.

#### 4.6.1.3. ORDEN DE INICIACIÓN DE LAS OBRAS

Será de aplicación lo dispuesto en el artículo 127 del RGC y en la cláusula 24 del PCAG. Aunque el Contratista hubiera formulado observaciones que pudieran afectar a la ejecución del Proyecto, si la Dirección de Obra decidiera su inicio, el Contratista está obligado a iniciarlas, sin perjuicio de su derecho a exigir, en su caso, la responsabilidad que la Administración incumbe como consecuencia inmediata y directa de las órdenes que emite.

### 4.7. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS

#### 4.7.1. REPLANTEO DE DETALLE DE LAS OBRAS

A partir de la Comprobación del Replanteo de las obras, a que se refiere el artículo anterior, todos los trabajos de replanteo necesarios para la ejecución de las obras serán realizados por cuenta y riesgo del Contratista.

El Director comprobará los replanteos efectuados por el Contratista y éste no podrá iniciar la ejecución de ninguna obra o parte de ella, sin haber obtenido del Director, la correspondiente aprobación del replanteo.

La aprobación por parte del Director de cualquier replanteo efectuado por el Contratista, no disminuirá la responsabilidad de éste en la ejecución de las obras, de acuerdo con los planos y con las prescripciones establecidas en éste Pliego.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, equipos y mano de obra, necesarios para efectuar los citados replanteos y determinar los puntos de control o de referencia que se requieran.

El Contratista será responsable de la conservación, durante el tiempo de vigencia del contrato, de todos los puntos topográficos materializados en el terreno y señales niveladas, debiendo reponer, a su costa, los que por necesidad de ejecución de las obras o por deterioro, hubieran sido movidos o eliminados, lo que comunicará por escrito al Director, y éste dará las instrucciones oportunas y ordenará la comprobación de los puntos repuestos.

#### 4.7.2. ACCESO A LAS OBRAS

Salvo prescripción específica en algún documento contractual, serán de cuenta del Contratista, todas las vías de comunicación y las instalaciones auxiliares para el transporte de personas y de materiales y maquinaria a la obra.

Estas vías de comunicación e instalaciones auxiliares serán gestionadas, proyectadas, construidas, conservadas, mantenidas y operadas así como demolidas, desmontadas, retiradas, abandonadas o entregadas para usos posteriores por cuenta y riesgo del Contratista.

El Contratista deberá obtener de la autoridad competente las oportunas autorizaciones y permisos para la utilización de las vías e instalaciones, tanto de carácter público como privado.

#### 4.7.3. ACCESO A LOS TRABAJOS

Todos los gastos de proyecto, ejecución, conservación y retirada de los accesos u obras auxiliares e instalaciones que sean necesarias para el acceso del personal y para el

transporte de materiales y maquinaria a los frentes de trabajo o tajos, ya sea con carácter provisional o permanente, durante el plazo de ejecución de las obras, serán de cuenta del Contratista no siendo, por tanto, de abono directo.

#### 4.7.4. INSTALACIONES AUXILIARES

Constituye obligación del Contratista el proyecto, la construcción, conservación y explotación, desmontaje, demolición y retirada de obra de todas las instalaciones auxiliares de obra necesarias para la ejecución de las obras definitivas.

Su coste es de cuenta del Contratista por lo que no serán objeto de abono al mismo, excepto en el caso de que figuren en el presente Pliego como unidades de abono independiente

Se considerarán instalaciones auxiliares de obra las que, sin carácter limitativo, se indican a continuación:

- Instalaciones de transporte, transformación y distribución de energía eléctrica y de alumbrado.
- Instalaciones de suministro de agua potable.
- Instalaciones para servicios del personal.
- Instalaciones para los servicios de seguridad y vigilancia.
- Oficinas, laboratorios, almacenes, talleres y parques del Contratista.
- Instalaciones de áridos; fabricación, transporte y colocación del hormigón.

- Cualquier otra instalación que el Contratista necesite para la ejecución de la obra.

Se considerarán como obras auxiliares las necesarias para la ejecución de las obras definitivas que, sin carácter limitativo, se indican a continuación:

- Obras para el desvío de corrientes de aguas superficiales, tales como ataguías, canalizaciones, encauzamientos, etc.
- Obras de drenaje, recogida y evacuación de las aguas en las zonas de trabajo.
- Obras de protección y defensa contra inundaciones.
- Obras para agotamientos o para rebajar el nivel freático.
- Entibaciones, sostenimientos y consolidación del terreno en obras a cielo abierto y subterráneo.
- Obras provisionales de desvío para la circulación de personas o vehículos, requerida para la ejecución de las obras objeto del contrato.

Durante la vigencia del contrato, serán de cuenta y riesgo del Contratista el funcionamiento, la conservación y el mantenimiento de todas las instalaciones auxiliares de obra y obras auxiliares.

#### 4.7.5. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Será de aplicación lo dispuesto en el artículo 143 del RGC y en las cláusulas 28 y 29 del PCAG.

El Contratista está obligado, bajo su responsabilidad, a proveerse y disponer en obra de todas las máquinas, útiles y medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras en los plazos previstos.



La maquinaria y los medios auxiliares que se hayan de emplear para la ejecución de las obras deberán estar disponibles a pie de obra con suficiente antelación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y autorizados, en su caso, por el Director.

La maquinaria permanecerá en obra mientras se están ejecutando unidades en las que hayan de utilizarse y no podrán ser retirados sin conocimiento de la Dirección Facultativa.

Si durante la ejecución de las obras el Director observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, los equipos autorizados no fueran los idóneos al fin propuesto y al cumplimiento del Programa de Trabajo, deberán ser sustituidos o incrementados en número por otros que lo sean.

Cualquier modificación que el Contratista quiera efectuar en el equipo de maquinaria ha de ser aceptada por la Dirección Facultativa.

Todos los gastos que se originen por el cumplimiento del presente artículo, se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados separadamente, salvo expresa indicación en contrario que figure en algún documento contractual.

Asimismo, correrá por cuenta del contratista la ubicación y recuperación de los terrenos a utilizar para parque y tránsito de maquinaria.

#### 4.7.6. CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como sobre unidades de obra terminadas, será fijado por la Dirección Facultativa.

El Contratista está obligado a realizar su "Autocontrol" de cotas, tolerancias y calidad, mediante ensayos de materiales, densidades de compactación, etc.

La Dirección de la obra pueda hacer las inspecciones y pruebas que crea oportunas en cualquier momento de la ejecución. Para ello, el Contratista está obligado a disponer en obra de los equipos necesarios y suficientes, tanto materiales de laboratorio,

instalaciones, aparatos, etc., como humanos, con facultativos y auxiliares capacitados para dichas mediciones y ensayos.

La Dirección Facultativa podrá prohibir la ejecución de una unidad de obra si no están disponibles dichos ensayos de Autocontrol para la misma, siendo entera responsabilidad del Contratista las eventuales consecuencias de demora, costes, etc.

El importe de estos ensayos de control será por cuenta del Contratista hasta un tope del 1% del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto.

Contratista se responsabilizará de la correcta conservación en obra de las muestras extraídas por los laboratorios de control de calidad, previamente a su traslado a los citados laboratorios.

Los medios necesarios para obtención de muestras, manipulación y transporte de cada uno de los ensayos de Autocontrol serán enteramente a cargo del Contratista.

#### 4.7.7. MATERIALES

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas, pudiendo ser rechazados en caso contrario por la Dirección Facultativa.

El Contratista notificará a la Dirección, con la suficiente antelación, la procedencia y características de los materiales que se propone utilizar, a fin de que la Dirección determine su idoneidad.

La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para que el Contratista pueda iniciar el acopio de los materiales en la obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales de procedencia no autorizada podrá ser considerado como defectuoso.

Si el presente Pliego fijara la procedencia concreta para determinados materiales naturales, el Contratista estará obligado a obtenerlos de esta procedencia.

El Contratista deberá presentar, para su aprobación, muestras, catálogos y certificados de homologación de los productos industriales y equipos identificados por marcas o patentes.

Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del Contratista y eventualmente con el control de la Dirección de Obra.

El Contratista debe instalar en la obra y por su cuenta los almacenes precisos para asegurar la conservación de los materiales, evitando su destrucción o deterioro y cumpliendo lo que, al respecto, indique el presente Pliego o, en su defecto las instrucciones que, en su caso, reciba de la Dirección. Se almacenarán de modo que se asegure su correcta conservación y de forma que sea posible su inspección en todo momento.

El Contratista está obligado a acopiar en correctas condiciones los materiales que requiera para la ejecución de la obra en el ritmo y calidad exigidos por el contrato.

El Contratista deberá prever el lugar, forma y manera de realizar los acopios de los distintos tipos de materiales y de los productos procedentes de excavaciones para posterior empleo, de acuerdo con las prescripciones establecidas en éste Pliego y siguiendo, en todo caso, las indicaciones que pudiera hacer el Director

La calidad de los materiales que hayan sido almacenados o acopiados deberá ser comprobada en el momento de su utilización para la ejecución de las obras, mediante las pruebas y ensayos correspondientes, siendo rechazados los que en ese momento no cumplan las prescripciones establecidas.

Una vez utilizados los acopios o retirados los almacenes, las superficies deberán restituirse a su estado natural, para lo cual, el Contratista seguirá lo estipulado en el Proyecto de Restauración contenido en este proyecto. Todos los gastos de establecimiento de las zonas de acopio y sus accesos, los de su utilización y restitución al estado inicial, serán de cuenta del Contratista.

Todos los gastos de establecimiento de las zonas de acopio y sus accesos, los de su utilización y restitución al estado inicial, serán de cuenta del Contratista.

#### 4.7.7.1 MATERIALES DEFECTUOSOS

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en éste Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en los pliegos generales se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, el Director dará orden al Contratista para que éste, a su costa, los reemplace por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que se destinen.

Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente aceptados han sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

#### 4.7.8. MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

El Contratista, salvo que por venir exigido en el Contrato o haber sido comprometido en el Acto de licitación revista carácter obligatorio, podrá emplear cualquier método de construcción que estime adecuado para ejecutar las obras siempre que no se oponga a las prescripciones de éste Pliego. Asimismo, deberá ser compatible el método de construcción a emplear con el Programa de Trabajo.

En el caso de que el Contratista propusiera métodos de construcción que, a su juicio, implicaran prescripciones especiales, acompañará a su propuesta un estudio especial de la adecuación de tales métodos y una descripción detallada de los medios que se propusiera emplear.

La aprobación o autorización de cualquier método de trabajo o tipo de maquinaria para la ejecución de las obras, por parte del Director, no responsabilizará a éste de los resultados que se obtuviesen, ni exime al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y total aprobados, si con tales métodos o maquinaria no se consiguiese el ritmo necesario. Tampoco eximirá al Contratista de la responsabilidad derivada del uso de dicha maquinaria o del empleo de dichos métodos ni de la obligación de obtener de

otras personas y organismos las autorizaciones o licencias que se precisen para su empleo.

#### 4.7.9. SECUENCIA Y RITMO DE LOS TRABAJOS

El Contratista está obligado a ejecutar, completar y conservar las obras hasta su Recepción en estricta concordancia con los plazos y demás condiciones del contrato.

El modo, sistema, secuencia, ritmo de ejecución y mantenimiento de las obras, se desarrollará de forma que se cumplan las condiciones de calidad de la obra y las exigencias del contrato.

Si a juicio del Director el ritmo de ejecución de las obras fuera en cualquier momento demasiado lento para asegurar el cumplimiento de los plazos de ejecución, el Director podrá notificárselo al Contratista por escrito, y éste deberá tomar las medidas que considere necesarias, y que apruebe el Director para acelerar los trabajos a fin de terminar las obras dentro de los plazos aprobados.

El Contratista necesitará autorización previa del Director para ejecutar las obras con mayor celeridad de la prevista. El Director podrá exigir las modificaciones pertinentes en el Programa de Trabajo, de forma que la ejecución de las unidades de obra que deban desarrollarse sin solución de continuidad, no se vea afectada por la aceleración de parte de dichas unidades.

#### 4.7.10. TRABAJOS NOCTURNOS

Como norma general, el Contratista nunca considerará la posibilidad de realización de trabajos nocturnos en los diferentes planes de obra que presente a la Administración, salvo cuando se trate de trabajos que no puedan ser interrumpidos o que necesariamente deban ser realizados por la noche.

El Contratista someterá a la aprobación del Director los Programas de Trabajo parciales correspondientes a aquellas actividades que se pretendan realizar con trabajos nocturnos.

El Contratista, por su cuenta y riesgo, instalará, operará y mantendrá los equipos de alumbrado necesarios para superar los niveles mínimos de iluminación que exigen las normas vigentes o, en su defecto, los que fije el Director, a fin de que bajo la exclusiva responsabilidad del Contratista, se satisfagan las adecuadas condiciones de seguridad y de calidad de la obra, tanto en las zonas de trabajo como en las de tránsito, mientras duren los trabajos nocturnos.

#### 4.7.11. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía el contratista es responsable de los defectos que en la construcción puedan advertirse, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados, ni que hayan sido incluidos éstos y aquéllas en las mediciones y certificaciones.

Si se advierten vicios o defectos en la construcción o se tienen razones fundadas para creer que existen vicios ocultos en la obra ejecutada, la Dirección ordenará, durante el curso de la ejecución y antes de la finalización del plazo de garantía, la demolición y reconstrucción de las unidades de obra en que se den aquellas circunstancias o las acciones precisas para comprobar la existencia de tales defectos ocultos.

La Dirección, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el Programa de Trabajos, maquinaria, equipo y personal facultativo que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

#### 4.7.12. TRABAJOS NO AUTORIZADOS



Cualquier trabajo, obra o instalación auxiliar, obra definitiva o modificación de la misma, que haya realizado por el Contratista sin la debida autorización o la preceptiva aprobación del Director o del órgano competente de la Administración, en su caso, será removido, desmontado o demolido si el Director lo exigiese.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de remoción, desmontaje o demolición, así como los daños y perjuicios que se derivasen por causa de la ejecución de trabajos no autorizados.

#### 4.7.13. CONSERVACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista está obligado a conservar durante la ejecución de las obras y hasta su recepción, todas las obras objeto del contrato, incluidas las correspondientes a las modificaciones del proyecto autorizadas, así como las carreteras, accesos y servidumbres afectadas, desvíos provisionales, señalizaciones existentes y señalizaciones de obra, y cuantas obras, elementos e instalaciones auxiliares deban permanecer en servicio, manteniéndolos en buenas condiciones de uso.

Los trabajos de conservación durante la ejecución de las obras hasta su recepción, no serán de abono, salvo que expresamente, y para determinados trabajos, se prescriba lo contrario en éste Pliego.

Los trabajos de conservación no obstaculizarán el uso público o servicio de la obra, ni de las carreteras o servidumbres colindantes y, de producir afectación, deberán ser previamente autorizadas por el Director y disponer de la oportuna señalización.

Inmediatamente antes de la recepción de las obras, el Contratista habrá realizado la limpieza general de la obra, retirado las instalaciones auxiliares y, salvo expresa prescripción contraria del Director, demolido, removido y efectuado el acondicionamiento del terreno de las obras auxiliares que hayan de ser inutilizadas.

#### 4.7.14 SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación

En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios y se utilizarán guantes y herramientas aislantes

Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.

Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo

No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.

En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

#### 4.8. MEDICIÓN Y ABONO

#### 4.8.1. MEDICIÓN DE LA OBRA EJECUTADA

La Dirección realizará mensualmente, y siguiendo los criterios establecidos para ello en el presente Pliego, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar serán las definidas en el presente Pliego, de acuerdo a como figuran especificados en los Cuadros de Precios.

Las mediciones se calcularán por procedimiento geométricos a partir de los datos de los planos de construcción de la obra y, cuando esto no sea posible, por medición sobre datos tomados del terreno. A estos efectos solamente serán válidos los levantamientos topográficos y datos de campo que hayan sido aprobados por el Director.

Cuando el Pliego indique la necesidad de pesar materiales directamente, el Contratista deberá situar las básculas o instalaciones necesarias, debidamente contrastadas, para efectuar las mediciones por peso requeridas. Dichas básculas o instalaciones serán a costa del Contratista, salvo que se especifique lo contrario en los documentos contractuales correspondientes.

Solamente podrá utilizarse la conversión de peso a volumen, o viceversa, cuando expresamente la autorice éste Pliego. En este caso, los factores de conversión serán los definidos en el presente Pliego, o en su defecto, lo serán por el Director.

#### 4.8.2. ABONO DE LAS OBRAS

##### 4.8.2.1. ABONO DE OBRAS COMPLETAS

Todos los materiales, medios y operaciones necesarios para la ejecución de las unidades de obra se consideran incluidos en el precio de las mismas, a menos que en la medición y abono de la correspondiente unidad se diga explícitamente otra cosa.

El suministro, transporte y colocación de los materiales, salvo que se especifique lo contrario, está incluido en la unidad, por tanto, no es objeto de abono independiente.

#### 4.8.2.2. ABONO DE OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por rescisión u otra causa según las disposiciones vigentes fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán para valorar las mismas los criterios de descomposición de precios contenidos en el Cuadros de Precios, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho cuadro, ni que tenga derecho el adjudicatario a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio.

Las partidas que componen la descomposición del precio, serán de abono cuando esté acopiado la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizadas en su totalidad las labores y operaciones que determinen la definición de la partida, ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideren abonables fases de ejecución terminadas, perdiendo el adjudicatario todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

#### 4.8.2.3. PRECIOS UNITARIOS DE CONTRATO

De acuerdo con lo dispuesto en la cláusula 51 del PCAG, los precios unitarios fijados en el contrato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los medios, trabajos y materiales auxiliares, siempre que expresamente no se diga lo contrario en este Pliego y figuren en los Cuadros de Precios los de los elementos excluidos como unidad independiente.

Todos los trabajos, transportes, medios auxiliares que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra se consideraran incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en la justificación, descomposición o descripción de los precios.

#### 4.8.2.4. PARTIDAS ALZADAS

Será de aplicación lo estipulado en la Cláusula nº 52 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras Públicas.

#### 4.8.2.5. OBRAS CONSTRUIDAS EN EXCESO

Cuando, a juicio del Director, el aumento de dimensiones de una determinada parte de obra ejecutada, o exceso de elementos unitarios, respecto de lo definido en los planos de

construcción, pudiera perjudicar las condiciones estructurales, funcionales o estéticas de la obra, el Contratista tendrá la obligación de demolerla a su costa y rehacerla nuevamente con arreglo a lo definido en los planos.

En el caso en que no sea posible, o aconsejable, a juicio del Director, la demolición de la obra ejecutada en exceso, el Contratista estará obligado a cumplir las instrucciones del Director para subsanar los defectos negativos subsiguientes, sin que tenga derecho a exigir indemnización alguna por estos trabajos.

Aún cuando los excesos sean inevitables a juicio del Director, o autorizados por éste, no serán de abono si dichos excesos o sobreanchos están incluidos en el precio de la unidad correspondiente o si en las prescripciones relativas a la medición y abono de la unidad de obra en cuestión así lo estableciese éste Pliego.

Únicamente serán de abono los excesos de obra o sobreanchos inevitables que de manera explícita así lo disponga éste Pliego, y en las circunstancias, procedimiento de medición, límites y precio aplicable que el presente Pliego determine.

Si en el presente Pliego o en los Cuadros de Precios no figurase precio concreto para los excesos o sobreanchos de obra abonables se aplicará el mismo precio unitario de la obra ejecutada en exceso.

#### 4.8.2.6. OBRAS EJECUTADAS EN DEFECTO

Si la obra realmente ejecutada tuviese dimensiones inferiores a las definidas en los planos la medición para su valoración será la correspondiente a la obra realmente ejecutada, aun cuando las prescripciones para medición y abono de la unidad de obra en cuestión, establecidas en éste Pliego, prescribiesen su medición sobre los planos del Proyecto.

#### 4.8.2.7. OTROS GASTOS DE CUENTA DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente, los siguientes gastos, a título informativo:

- Los gastos de construcción, demolición y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, incumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basura.
- Los gastos de conservación de desagüe.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y además recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación.



- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía necesaria para las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

#### 4.9. MODIFICACIÓN DEL CONTRATO

##### 4.9.1. INTERRUPCIÓN Y SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS

Para las interrupciones motivadas por la Comprobación del Replanteo, se estará a lo dispuesto en el artículo 127 del RGC y en las cláusulas 24 y siguientes del PCAG. Para la suspensión en la ejecución de las obras, se estará a lo dispuesto en los artículos 148 y 162 del RGC y en las cláusulas 63 a 65, ambas inclusive, del PCAG.

##### 4.9.2. REVISIÓN DE PRECIOS

Se regirá por lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Económico-Administrativas de la Licitación (P.C.A.P.), a partir de la fórmula propuesta en el Anejo de Revisión de Precios del presente proyecto.

##### 4.9.3. MODIFICACIÓN DEL CONTRATO

Para las modificaciones del contrato de obras, se estará a lo dispuesto en los artículos 146 y siguientes del RGC y en las cláusulas 59 a 62, ambas inclusive, del PCAG.

Cuando el Director de las obras ordenase, en caso de emergencia, la realización de aquellas unidades de obra que fueran imprescindibles o indispensables para garantizar

o salvaguardar la permanencia de partes de obra ya ejecutadas anteriormente, o para evitar daños inmediatos a terceros, si dichas unidades de obra no figurasen en los cuadros de precios del contrato, o si su ejecución requiriese alteración de importancia en el Programa de Trabajos y disposición de maquinaria, dándose asimismo las circunstancias de que tal emergencia no fuera imputable al

Contratista ni consecuencia de fuerza mayor, éste formulará las observaciones que estime oportunas a los efectos de la tramitación de la subsiguiente modificación de obra, a fin de que el Director de las obras, si lo estimase conveniente, compruebe la procedencia del correspondiente aumento de gastos.

#### 4.10. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución para la realización total de las obras, incluidas dentro del presente Proyecto, será el que se establezca en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares para la contratación de las obras.

En el presente proyecto de construcción, se ha estimado un plazo de ejecución de los trabajos de instalación de 6 meses aproximadamente a contar desde la firma de contrato o acta de inicio de obra, en el cual no sólo estarán completamente terminadas todas las obras sino también todas las conexiones y boletines necesarios.

#### 4.11. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista entregará al Promotor, en este caso el Ayuntamiento de Pinos Puente, un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad. Las pruebas a realizar por el Contratista serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo II.
- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:
- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el Contratista quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

#### 4.12. PLAZO DE GARANTÍA

A partir del día siguiente a la fecha de recepción de las instalaciones, se iniciará el periodo de mantenimiento de tres años.

#### 4.13. LIQUIDACION DE LAS OBRAS

Dentro del plazo de dos meses a contar desde la fecha del acta de recepción deberá acordarse y ser notificada al Contratista la liquidación correspondiente y abonársele el saldo resultante, en su caso.

Si se produjese demora en el pago del saldo de liquidación, el Contratista tendrá derecho a percibir el interés legal del mismo, incrementado en 1,5 puntos, a partir de los dos meses siguientes a la recepción.

#### 4.14. REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

#### 4.14.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Las instalaciones contarán con un plan de mantenimiento anual que la empresa instaladora deberá seguir fielmente en los tres años de mantenimiento de las mismas.

El mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

##### **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.

- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

### **PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarios más allá del período de garantía.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos



elementos que lo precien, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

Todas las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa), la fecha, el trabajo realizado y todas las incidencias a destacar.

Este registro se entregará al Ayuntamiento actualizado cada tres meses, pudiendo entregarse en formato papel, vía fax o vía e-mail.

#### 4.14.2 GARANTÍAS

##### 4.14.1.1. AMBITO GENERAL DE LA GARANTÍA

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

##### 4.14.1.2. PLAZOS

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

#### 4.14.1.3. CONDICIONES ECONÓMICAS

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### 4.14.1.4. ANULACIÓN DE LA GARANTÍA

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto

de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

#### 4.14.1.5. LUGAR Y TIEMPO DE LA PRESTACIÓN

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios.

## 5. COMPONENTES Y MATERIALES ESPECIFICOS DE LA OBRA

### 5.1. CONDICIONES GENERALES

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

## 5.2. MÓDULOS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre.

#### **Cualificación del diseño y homologación**

- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos de lámina delgada para aplicaciones terrestres.

#### **Cualificación del diseño y aprobación de tipo.**

- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV).  
Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección

General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 3 \%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- Será deseable una alta eficiencia de las células.
- La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

### 5.3. ESTRUCTURA SOPORTE

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias vigentes en materia de edificación.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.



La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE- EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

#### 5.4. INVERSORES

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE- EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en "vacío") en "stand-by" o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años

## 5.5. CABLEADO

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de corriente continua deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior

del 1,5 % y los de la parte alterna para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

El cableado eléctrico deberá ir preferentemente en canalización subterránea, para lo cual deberá construirse la consiguiente zanja, conforme a la normativa vigente. La zanja

tendrá una anchura de 30 cm y una profundidad de 40 cm y por ella discurrirá el cableado eléctrico protegido bajo tubo rígido.

## 5.6. CAJAS DE CONEXIONES

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductores se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos.

Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

### 5.7. ELEMENTOS DE MEDIDA

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

### 5.8. ELEMENTOS DE CONEXIÓN A RED

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente en lo que se refiere a conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

### 5.9. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto RD 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### 5.10. APARAMENTA DE PROTECCIÓN

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto RD 1699/2011 sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

### 5.10.1. CUADROS ELÉCTRICOS

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT- 24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.



La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero de módulo del fabricante.

Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de

color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones

#### 5.10.2. INTERRUPTORES MAGNETOTÉRMICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos de corte con curva térmica de corte para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

### 5.10.3. FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### **INTERRUPTORES DIFERENCIALES**

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas:

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de envolventes:

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta.
  - Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o esta envolvente, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes
  - O bien si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas
- Protección por dispositivos de corriente diferencia-residual:

Esta medida de protección está destinada solamente complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

#### 5.10.4. SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para trabajar en servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### 5.10.5. EMBARRADOS

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

#### 5.10.6. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante número que correspondan a la designación del esquema.

Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio

pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

#### 5.11. ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por barras, tubos, pletinas, o conductores desnudos.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

La sección de los conductores de tierra, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la ITC-BT 18. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.



En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos y tendrán una sección mínima según lo establecido en ITC-BT 18.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores, o
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

## 5.12. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores. Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

### 5.13. CONTROL DE LOS MATERIALES ESPECÍFICOS DE LA OBRA

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos.

Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

### 5.14. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en este Pliego Particular de Condiciones o incluso tal como figuren dichas unidades en las mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en los Cuadros de Precios, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata.

Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano

de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción siempre que no se indique lo contrario en los documentos mencionados anteriormente. Los cuadros, elementos y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la Contrata.

## 6. COMPONENTES Y MATERIALES BÁSICOS DE LA OBRA

### 6.1. CEMENTO

Se define como cementos los conglomerantes hidráulicos que, finamente molidos y convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo agua.

#### 6.1.1. CONDICIONES GENERALES

El cemento a emplear en los distintos tipos de hormigones será el Cemento Portland CEM II A-P 32,5 y deberá cumplir las condiciones generales exigidas en la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97) y de la Instrucción EHE, junto con sus comentarios, así como lo especificado en el presente Pliego.

La resistencia de este tipo de cemento no será menor de 32.5 N/mm<sup>2</sup>.

Las características de esta clase de cemento serán las definidas en la Instrucción RC-97.

### 6.1.2. ENVASADO E IDENTIFICACIÓN

En el albarán o documentación anexa que debe aportar el vendedor a la entrega del suministro, debe figurar la contraseña del certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios (antigua homologación) o el número de certificado correspondiente a marca de calidad (marca AENOR).

### 6.1.3. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El cemento se transportará y almacenará en sacos. Solamente se permitirá el transporte y almacenamiento de los conglomerantes hidráulicos a granel, cuando expresamente lo autorice el Director de Obra.

El Contratista comunicará al Director de Obra, con la debida antelación, el sistema que va a utilizar, con objeto de obtener la autorización correspondiente.

En caso de transporte a granel, las cisternas empleadas estarán dotadas de medios mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los silos de almacenamiento. El cemento transportado en cisternas se almacenaría en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad, en los que se debe disponer de un sistema de aforo con una aproximación mínima 10%.

A la vista de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, así como de aquellas otras, referentes a la capacidad del sistema, rendimiento del suministro, etc, que estime necesarias la Dirección de Obra, procederá ésta a rechazar o a aprobar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.

El Contratista comprobará, con la frecuencia que crea necesaria, que durante la descarga de los sacos no se llevan a cabo manipulaciones que puedan afectar a la calidad del material y, de no ser así, suspenderá la operación hasta que se tomen las medidas correctoras.

Los almacenes serán completamente cerrados y libres de humedad en su interior. Los sacos o envases de papel serán cuidadosamente apilados sobre palets de madera separados del suelo mediante perfiles metálicos. Las pilas de sacos deberán quedar suficientemente separadas de las paredes para permitir el paso de personas.

El Contratista deberá tomar las medidas necesarias para que las partidas de cemento sean empleadas en el orden de su llegada. Asimismo, el Contratista está obligado a separar y mantener separadas las partidas de cemento que sean de calidad anormal según el resultado de los ensayos del Laboratorio.

La Dirección de Obra podrá imponer el vaciado total o periódico de los silos y almacenes de cemento con el fin de evitar la permanencia excesiva de cemento en los mismos.

#### 6.1.4. RECEPCIÓN

A la recepción de obra de cada partida, y siempre que el sistema de transporte y la instalación de almacenamiento cuenten con la aprobación de la Dirección de Obra, se llevará a cabo una toma de muestras, sobre las que se procederá a efectuar los ensayos de recepción que indique el Programa de Control de Calidad, siguiendo los métodos especificados en la Instrucción para la Recepción de Cementos y los señalados en el presente Pliego. Las partidas que no cumplan alguna de las condiciones exigidas en dichos documentos, serán rechazadas.

Las partidas de cemento deberán llevar el certificado del fabricante que deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo señalado en la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97) y en el presente Pliego.

Cuando el cemento haya estado almacenado en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo igual o superior a tres (3) semanas, se procederá a comprobar que las condiciones de almacenamiento hayan sido adecuadas. Para ello se repetirán los ensayos de recepción. En ambientes muy húmedos, o en el caso de condiciones atmosféricas especiales, la Dirección de Obra podrá variar, a su criterio, el indicado plazo de tres (3) semanas.

#### 6.1.5. CONTROL DE CALIDAD

El contratista controlará la calidad de los cementos para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en la Instrucción para la recepción de cementos. Los ensayos se realizarán con la periodicidad mínima siguiente:

- a) A la recepción de cada partida en Obra se efectuarán los siguientes ensayos e inspecciones:
  - Un ensayo de principio y fin de fraguado (punto 7.3 del RC-97)
  - Una inspección ocular
  - Una inspección del Certificado del Fabricante
  
- b) Cada quinientas (500) toneladas o cantidad mayor si la Dirección de Obra lo estimará oportuno, los siguientes ensayos:
  - Un ensayo de finura de molido
  - Un ensayo de peso específico real
  - Una determinación de principio y fin de fraguado
  - Un ensayo de expansión en autoclave
  - Un ensayo de resistencia mecánica de los cementos

#### 6.1.6. MEDICIONES Y ABONO

El cemento a emplear en hormigones se medirá en kilogramos aunque no serán objeto de abono independiente, estando incluidos en el del hormigón correspondiente.



## 6.2. ÁRIDOS

### 6.2.1. ÁRIDO FINO A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES

Se entiende por arena o árido fino, al árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050).

El árido fino a emplear en morteros y hormigones será de arena natural, arena procedente de machaqueo, una mezcla de ambos materiales u otros productos cuyo empleo haya sido sancionado por la práctica, o resulta aconsejable como consecuencia de estudios realizados en Laboratorio.

Las arenas artificiales o naturales se ajustarán en cuanto a sustancias perjudiciales a lo establecido en el artículo 28º de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE). La cantidad de sustancias perjudiciales que pueda presentar la arena o árido fino no excederá de los límites que se indican en el cuadro adjunto:

El árido fino no presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento. Realizado el análisis químico de la concentración de  $\text{SiO}_2$  y de la reducción de la alcalinidad R. según la norma UNE 7137, el árido serán considerado como potencialmente reactivo si:

En el caso de utilizar las escorias siderúrgicas como árido fino, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243. No se utilizarán aquellos áridos que presentan una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo al método de ensayo UNE 7082, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón. Cuando así lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas, deberá comprobarse también que el árido fino no presenta una pérdida de peso superior al 10 y al 15 % al ser sometido a 5 ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico y sulfato magnésico respectivamente, de acuerdo con el método de ensayo UNE 7136.

### 6.2.2. ÁRIDO GRUESO A EMPLEAR EN HORMIGONES

Se define como grava o árido grueso a emplear en hormigones el que resulta retenido por el tamiz 5 UNE 7050; y por árido total (o simplemente árido cuando no haya lugar a confusiones) aquel que de por sí o por mezcla posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

El árido grueso a emplear en hormigones será grava natural o procedente del machaqueo o trituración de cantera o grava natural u otros productos cuyo empleo haya sido sancionado con la práctica. En todo caso, el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla y otras materias extrañas.

Al menos el 85% en peso del árido total será de dimensión menor que las dos siguientes:

- a) Los cinco sextos (5/6) de la distancia libre de dimensión entre armaduras.
- b) La cuarta parte (1/4) de la anchura, espesor o dimensión mínima de la pieza que se hormigona.
- c) Material que flota en un líquido de peso específico 2: 1 % máximo del peso total de la muestra, determinado con arreglo al método de ensayo UNE 7244.
- d) Compuestos de azufre, expresados en SO<sub>2</sub> y referidos al árido seco: 1'20 % máximo del peso total de la muestra, determinados con arreglo al ensayo UNE 7245.

El árido grueso no presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento, evaluado como en el árido fino. En el caso de utilizar las escorias siderúrgicas como árido grueso se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7243.

Cuando así lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, deberá comprobarse también que el árido grueso no presenta una pérdida de peso superior al 12 y el 18 % al ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato

sódico y sulfato magnésico, respectivamente, de acuerdo con el método de ensayo UNE 7136.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado con arreglo al método de ensayo UNE 7238, no debe ser menor de 0'15. En caso contrario el empleo de ese árido vendrá supeditado a la realización de ensayos previos en laboratorio. Se entiende por coeficiente de forma de un árido el obtenido a partir de un conjunto de n granos representativos de dicho árido, mediante la expresión:

$$a=(V_1+V_2+...+V_n)/[\pi/6(d_1^3+ d_2^3+...+ d_n^3)]$$

en la que:

$\phi$ = Coeficiente de forma.

$V_i$  = Volumen en cada grano.

$d_i$  = La mayor dimensión de cada grano, es decir, la distancia entre los dos planos paralelos y tangentes a ese grano que estén más alejados entre sí, de entre todos los que sea posible trazar.

El árido a emplear si es necesario en riego de imprimación será natural, arena procedente de machaqueo o una mezcla de ambos materiales, exentos de polvo, arcilla y otras materias extrañas.

El cien por cien del material, deberá pasar por el tamiz ASTM de 4'76 mm de apertura.

En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento de agua libre cuando se emplee betún fluidificado. Este límite podrá elevarse al cuatro por ciento si se emplea emulsión asfáltica.

### 6.2.3. MEDICIÓN Y ABONO

Los áridos se medirán por metro cúbico ( $m^3$ ) empleado en las unidades de obra correspondientes.

### 6.3. METALES

#### 6.3.1. MALLAS ELECTROSOLDADAS

Se denominan mallas electrosoldadas a los productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo con la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)” o normativa que la sustituya, así como con lo indicado en la UNE 36 092.

##### 6.3.1.1. CARACTERÍSTICAS

Los elementos que componen las mallas electrosoldadas pueden ser barras corrugadas o alambres corrugados.

Serán fabricadas a partir de redondos de acero B-500 T.

Cumplirán, en cuanto a las barras o alambre y la fabricación de mallas, las características mínimas establecidas en el artículo 31.3 de la norma EHE. La marca indeleble de identificación se realizará de acuerdo con las indicaciones de dicha normativa.

##### 6.3.1.2. CALIDAD

La calidad de las mallas electrosoldadas estará justificada por el fabricante a través del Contratista.

### 6.3.2. BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO

Las barras corrugadas de acero a utilizar como armaduras de refuerzo en el hormigón armado, cumplirán con lo establecido para las mismas en la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón Estructural EHE.

El acero a emplear en barras corrugadas deberá estar en posesión de un distintivo reconocido, así como del certificado específico de adherencia, en la fecha de la firma del contrato.

El tipo de acero a utilizar será corrugado, de alta adherencia para el hormigón armado y será de clase "B-400S", o "B-500S", según se especifica en los planos correspondientes.

#### 6.3.2.1 CARACTERÍSTICAS

Barras corrugadas a los efectos de este Pliego serán las que presentan, en el ensayo de adherencia por flexión descrito en UNE 36068:94, una tensión media de adherencia  $t_{bm}$  y una tensión de rotura de adherencia  $t_{bu}$  que cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- Diámetros inferiores a 8 mm:
- Diámetros de 8mm a 32mm, ambos inclusive:
- Diámetros superiores a 32mm:

Las características de adherencia serán objeto de homologación mediante ensayos realizados en laboratorio oficial. En el certificado de homologación se consignarán obligatoriamente los límites admisibles de variación de las características geométricas

de los resaltos. Estas características geométricas deben ser verificadas en el control de obra, después de que las barras hayan sufrido las operaciones de enderezado, si las hubiere.

Para las barras cuya adherencia haya sido homologada, tanto soldables como no soldables, será suficiente que cumplan el apartado 8 «Geometría del corrugado» de UNE 36068/94.

Estas barras cumplirán además las condiciones siguientes:

- Las características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante, de acuerdo con las prescripciones de la tabla siguiente:
- Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a 180º, y de doblado desdoblado a 90º. (UNE 36068/94) sobre los mandriles que corresponda según lo siguiente:
- Llevar grabadas las marcas de identificación establecidas en el apartado 12 de la UNE 36068/94, relativas a su tipo y marca del fabricante.

Si el acero es apto para el soldeo, el fabricante indicará las condiciones y procedimientos en que éste debe de realizarse.

#### 6.3.2.2 ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Ensayos 1, 2, 3, 4 y 5: Para barras y mallas electrosoldadas según Art. 90 (EHE). Ensayos 6 y 7: Para mallas electrosoldadas, según Art. 90 (EHE).

Ensayo 8. Para barras soldadas en obra.

#### 6.3.2.3 MEDICIÓN Y ABONO

Las barras de acero empleadas para armar el hormigón se medirán por kilogramos (kg) empleados, deducidos de los planos de construcción por medición de su longitud y aplicando el peso unitario correspondiente a los distintos diámetros empleados.

El abono se efectuará de acuerdo con el precio indicado en el Cuadro de precios, en el que se incluyen la adquisición del material, corte, doblado y colocación del mismo.

### 6.3.3. ACEROS PARA ESTRUCTURA

#### **PERFILES LAMINADOS**

Los aceros a emplear en perfiles laminados serán de los tipos A-42, siendo su calidad b y c (para construcciones soldadas y roblonadas).

El empleo, como material de base, de otro tipo de acero distinto deberá justificarse debidamente y ser aprobado, antes de su uso, por el Ingeniero Director de la Obra.

El empleo, como material de base, de otro tipo de acero distinto deberá justificarse debidamente y ser aprobado, antes de su uso, por el Ingeniero Director de la Obra.

El fabricante garantizará las características y composición química de los productos laminados que suministre.

El valor correspondiente al escalón de relajamiento, o límite de fluencia del acero a emplear tendrá como valor límite 2.600 kg/cm<sup>2</sup> (A42). La resistencia característica del acero a emplear será igual al límite de fluencia definido.

Si se empleara otro tipo distinto de acero, su resistencia característica deberá ser 1,1 veces mayor que su límite de fluencia, tomando como magnitud del mismo la del límite elástico convencional del 0,2 %.

Los aceros laminados para estructuras metálicas serán aceros de estructura homogénea y exentos de defectos que perjudique la homogeneidad del material. Su superficie será lisa y sin defectos de importancia que afecten a su utilización. Se suministrarán sin tratamiento posterior. Su calidad será similar a los suministrados por las factorías nacionales.

Todo perfil laminado llevará las siglas de la fábrica marcadas en el mismo, así como los símbolos de la clase de acero de que está fabricado.



#### 6.3.3.3 RECEPCIÓN

Con el certificado de garantía de la factoría siderúrgica podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción, según la norma UNE 36007. El Director de las obras podrá, a la vista del material suministrado, ordenar la toma de muestras y la ejecución de los ensayos que considere oportunos, con la finalidad de comprobar alguna de las características exigidas al material.

#### 6.3.3.4 ALMACENAMIENTO

Los aceros laminados para estructuras metálicas se almacenarán de forma que no están expuestos a una oxidación directa, a la acción de atmósferas agresivas ni se manchen de grasa, ligantes o aceites.

El almacenamiento deberá efectuarse en las debidas condiciones, ordenando por lotes correlativos. Se deberá prestar sumo cuidado a que las piezas esbeltas no queden expuestas a choques de camiones o maquinaria, ya que de producirse deformaciones permanentes que afecten a sus características resistentes o estéticas, se sustituirán las piezas afectadas con cargo al suministrador. Siempre se deberá efectuar en lugares adecuados sobre traviesas metálicas o de madera de modo que no exista contacto con el terreno.

#### 6.3.3.5 TRANSPORTE

El transporte de piezas deberá efectuarse de acuerdo con los elementos indicados en el proyecto.

En caso de elementos esbeltos el constructor deberá arriostrarlos para efectuar la carga, transporte y descarga con las debidas garantías para que no se produzcan deformaciones permanentes. Para ello podrá realizar cuantas consultas o sugerencias estime oportunas a la Dirección Facultativa.

Caso de no hacerlo los desperfectos sufridos por el material serán de su exclusiva responsabilidad. Todas estas operaciones se entienden incluidas dentro del presupuesto.

#### 6.3.3.6 MEDICIÓN

Se medirán en kilogramos, dentro de la unidad de obra correspondiente.

#### 6.3.3.7 UNIONES ATORNILLADAS

Las superficies de las piezas en contacto deberán estar perfectamente limpias de suciedad, herrumbre o grasa.

Las tuercas se apretarán con el paso nominal correspondiente. Los tornillos, tuercas y arandelas cumplirán lo dispuesto en la NBE-EA-95 en cuanto a calidades y tolerancia.

#### 6.3.3.8 UNIONES SOLDADAS

Se empleará la soldadura de arco. Todos los cordones se ejecutarán sin unión en sentido longitudinal si bien se podrán realizar de una o más pasadas si así fuese preciso. Toda la

soldadura manual deberá ejecutarse por soldadores homologados según la EHE. Los cordones a tope y en ángulo se realizarán en posición horizontal. Para comienzo y fin del cordón deberán soldarse unos suplementos de modo que el proceso de soldadura comience antes y acabe después de unidas las partes útiles, evitándose de este modo la formación de cráteres iniciales y finales. En todo caso, siguiendo la buena práctica de la soldadura, y tratando de evitar concentraciones de esfuerzos y conseguir máxima penetración, los cordones de las soldaduras en ángulo serán cóncavos respecto al eje de intersección de las chapas a unir.

Como máximo podrá ser plana la superficie exterior de la soldadura. No se admitirán depósitos que produzcan mordeduras.

Siempre que se vaya a dar más de una pasada deberá eliminarse previamente toda la cascarilla depositada anteriormente; para ello se llegará a emplear la piedra esmeril, especialmente en la última pasada para una correcta presentación de la soldadura.

Se deben cualificar los procedimientos de soldeo que se vayan a utilizar de acuerdo con la parte de la Norma UNE-EN 288 que sea aplicable, si así es requerido.

Si la Dirección Facultativa considera defectuoso el montaje o calidad general de la estructura podrá ordenar su reparación por cuenta del contratista.

El contratista siempre tiene en este caso, la facultad de reparar los elementos defectuosos, siempre que no afecte al plazo de entrega.

#### 6.4. AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales.

Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Se rechazarán todas aquellas aguas cuyo contenido en sulfatos, expresados en SO<sub>4</sub>, rebase los cinco (5) gramos por litro (5.000 p.p.m.).

##### 6.4.1. RECEPCIÓN

Cuando no haya antecedentes sobre su utilización, no sea potable, o en caso de duda, el agua será analizada, debiendo los resultados obtenidos satisfacer los límites indicados en el siguiente cuadro:

	Hormigón en masa	Hormigón armado
Sustancias disueltas	< 15	< 10
Sales disueltas	< 35	< 35
Sustancias orgánicas	< 15	< 10
Hidratos de carbono	0	0
Cloruros	< 0,25	< 0,25
Sulfatos	< 1	< 1

El incumplimiento de los valores admisibles considerará al agua como no apta para amasar mortero u hormigón, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

#### 6.4.2. MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono del agua se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de la que forme parte.

## 7. TRABAJOS PRELIMINARES

### 7.1. DESPEJES Y DESBROCE DEL TERRENO

#### 7.1.1. DEFINICIÓN

La unidad de obra despeje y desbroce del terreno consiste en extraer y retirar de la zona de excavación todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable, así como su transporte a vertedero.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

#### 7.1.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### **REMONICION DE LOS MATERIALES DE DESBROCE**

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

Las operaciones de despeje y desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en el entorno, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección Facultativa, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

El desbroce se ejecutará con medios mecánicos mediante motoniveladora, tractor con orugas (con bulldozer y ripper) y pala cargadora con ruedas.

Para el transporte de material a vertedero, si es preciso y no se aprovecha en la instalación, se usará camión con caja basculante.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados.

Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, este deberá reemplazarlos, con la aprobación de la Dirección Facultativa, sin costo para la Propiedad. Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de troncos y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé la Dirección Facultativa.

La vegetación susceptible de aprovechamiento será podada y limpiada, se manejarán de forma adecuada y se almacenarán a disposición de la Administración cuidadosamente separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados.

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

### **RETIRADA DE LOS MATERIALES OBJETO DE DESBROCE**

Los subproductos forestales extraídos no susceptibles de aprovechamiento, se transportarán a vertedero.

La tierra vegetal procedente del desbroce no utilizada se transportará a vertedero.

Los vertederos tendrán que ser autorizados expresamente por la Dirección Facultativa, así como por los organismos medioambientales competentes que se vean afectados por el mismo.

#### 7.1.3. CONTROL Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO CONTROL DE EJECUCIÓN

El control de ejecución tendrá por objeto vigilar y comprobar que las operaciones incluidas en esta unidad se ajustan a lo especificado en el Pliego y a lo indicado por la Dirección Facultativa durante la marcha de la obra.

Dadas las características de las operaciones, el control se efectuará mediante inspección ocular.

### **CONTROL GEOMÉTRICO**

El control geométrico tiene por objeto comprobar que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado en los Planos y en este Pliego.

La comprobación se efectuará de forma aproximada con mira o cinta métrica de 30 m. Las irregularidades deberán ser corregidas por el Contratista. Serán a su cargo, asimismo, los posibles daños al sobrepasar el área señalada.

#### 7.1.4. PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El desbroce se ejecutará en toda la zona comprendida entre los límites de las obras. El Contratista señalará aquellos árboles y masas arbustivas que queden dentro de la zona y que vayan a ser respetados porque no interfieran con el buen desarrollo de los trabajos.

Estos árboles y arbustos deben ser protegidos de forma efectiva frente a golpes (a lo largo del tronco y en una altura no inferior a 3 m. del suelo, con tabloncillos ligados con alambres) y compactación del área de extensión de las raíces, o incluso mediante el vallado de los mismos. Las protecciones se retirarán una vez terminada la obra.

El Contratista presentará, en el momento del replanteo, un Plan con la previsión de medidas y dispositivos de defensa de dichas masas vegetales a respetar indicando además las superficies que van a ser alteradas y la ubicación de los vertederos. Como en este caso la vegetación es de olivar y se considera que tiene características singulares, se aconseja que se trasplante a un lugar adecuado.

La vegetación que han de derribarse, se procurará que caigan hacia el centro de la zona de desbroce.

Cuando haya que procurar evitar daños a otros árboles, construcciones, tráfico, etc., los árboles se irán troceando por su copa y tronco, progresivamente.

Como medidas de precaución y cuidados, y con carácter imprescindible, se evitará:

- Colocar clavos, cuerdas, cables, etc., en los árboles y arbustos.
- Encender fuego cerca de árboles y arbustos.
- Manipular combustibles, aceites y productos químicos en las zonas de raíces.
- Apilar materiales contra los troncos.
- Almacenar materiales en la zona de raíces o estacionar maquinaria. Circular con la maquinaria fuera de los límites previstos.
- Seccionar ramas y raíces importantes si no se cubrieran las heridas con material adecuado.

- Enterramientos de la base del tronco de árboles.
- Dejar raíces sin cubrir y sin protección en zanjas y desmontes.
- Realizar revestimientos impermeables en zonas de raíces.
- Permitir el encharcamiento al pié de ejemplares que no los toleran ni siquiera temporalmente.

Aportes de ceniza en cantidades significativas al agua cambian las características físicas y químicas de la misma (turbidez, pH, etc.) sin que se sepan los efectos que esto produce sobre la flora y fauna de la zona.

Se prohíbe el vertido del material sobrante desechado a vertederos no autorizados.

Las escombreras serán estables, no estropearán el paisaje ni la vista de las obras, ni dañarán el medio ambiente; no entorpecerán el tráfico ni la evacuación de las aguas. A tal efecto, el Contratista se verá obligado las actuaciones necesarias a juicio de la Dirección Facultativa, sin que por tal motivo tenga el Contratista derecho a percepción económica alguna.

#### 7.1.5. MEDICIÓN Y ABONO

La unidad de despeje y desbroce se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) sobre el terreno, en planta.

El precio incluye todo lo especificado en éste artículo, incluso la protección de los árboles y arbustos que deban ser protegidos, así como de los que tengan que ser trasplantados a juicio de la Dirección Facultativa y la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce en los vertederos autorizados. Se incluyen así todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.



## 8. EXCAVACIONES

### 8.1. EXCAVACION DE LA EXPLANACIÓN

#### 8.1.1. DEFINICIÓN

Será la realizada a cielo abierto para rebajar el nivel del terreno y obtener una superficie regular definida por los planos, donde han de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse

obras o simplemente para formar explanadas, así como las zonas de préstamos previstas que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los materiales a depósito o lugar de empleo.

#### 8.1.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS GENERALIDADES

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los Planos y Pliego, y a lo que sobre el particular ordene la Dirección Facultativa.

El orden y la forma de ejecución se ajustarán a lo establecido en el Proyecto.

Las excavaciones deberán realizarse por procedimientos aprobados, mediante el empleo de equipos de excavación y transporte adecuados a las características del terreno, volumen y plazo de ejecución de las obras.

Será necesario también tener especial cuidado con las excavaciones ejecutadas con gran rapidez, con medios muy potentes, en especial en época de lluvia, condiciones en que la estabilidad a corto plazo prevalece y puede verse comprometida.

Se solicitará de las correspondientes Compañías (de Electricidad, Aguas, etc.), la posición y solución a adoptar para las instalaciones que pueden ser afectadas por la excavación,

así como la distancia de seguridad a tendidos de conducción de energía eléctricos, no siendo de abono este concepto.

La profundidad de la excavación y los taludes serán las indicadas en los Planos, pudiéndose modificar a juicio de la Dirección Facultativa, en función de la naturaleza del terreno, mediante órdenes escritas del mismo, y sin que ello suponga variación alguna en el precio.

Esta unidad incluye la propia excavación con los medios que sean precisos, la selección del material para aprovechamiento, la carga sobre camión, el transporte a vertedero o acopio en su caso y a lugar de empleo.

Se redondearán las aristas de las explanaciones, intersección de taludes con el terreno natural y fondos y bordes de cunetas, de acuerdo con la Norma 3.1-I.C.

### **EMPLEO DE LOS PRODUCTOS DE LA EXCAVACIÓN**

Los materiales de la excavación que sean aptos para rellenos y otros usos, se seleccionarán para su posterior uso y se transportarán hasta el lugar de empleo.

No se desechará ningún material excavado sin previa autorización de la Dirección Facultativa. Los materiales sobrantes e inadecuados se transportarán a vertedero autorizado.

La tierra vegetal susceptible de aprovechamiento será utilizada en zona de plantaciones y debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en caballeros.

#### **8.1.3. PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Los materiales de la excavación no utilizables en rellenos se transportarán a vertederos previamente autorizados expresamente por la Dirección Facultativa y otros organismos competentes y deberán presentar al acabar su uso la morfología idónea para su integración en el entorno.

De forma general, salvo autorización de la Dirección Facultativa, se prohíbe en parajes cercanos al lugar de trabajo el vertido o el depósito temporal o definitivo de materiales procedentes de excavación, debiendo ser cargados y transportados al sitio de empleo o vertedero.

Tampoco se podrán verter materiales excavados alrededor de los puntos de trabajo, manteniendo limpia de restos dicha zona. Cualquier vertido será retirado y la superficie ocupada será reconstruida, corriendo los gastos a cuenta del Contratista.

#### 8.1.4. MEDICIÓN Y ABONO

En el precio quedan incluidas las operaciones suficientes para la excavación y tratamiento correspondiente por separado de material resultante, en particular en cuanto a su aprovechamiento en las diversas capas de terraplén y en plantaciones.

No se desechará material como no aprovechable sin el visto bueno por escrito de la Dirección Facultativa, sin perjuicio de su rechazo si se emplea sin cumplir las especificaciones.

La excavación se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), deducidos por diferencia entre los perfiles reales del terreno antes de comenzar los trabajos y los perfiles realmente definidos en Planos.

No se abonarán los excesos de excavación sobre dichas secciones que no sean expresamente autorizados por la Dirección Facultativa, ni los rellenos compactados que fueren precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada, en el caso de que la profundidad de la excavación o el talud fuesen mayores de los correspondientes a dicha sección. El Contratista está obligado en este caso a ejecutar a su costa dichos rellenos según las especificaciones de coronación de terraplén.

No serán objeto de medición y abono por este artículo aquellas excavaciones que entren en unidades de obra como parte integrante de las mismas.

La excavación, apertura y ejecución de las cunetas definidas en los planos no se considerará incluida en esta unidad.

## 8.2. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

### 8.2.1. DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación, evaluación del terreno y el consiguiente transporte de los materiales a vertedero o lugar de empleo.

### 8.2.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La excavación de las zanjas y pozos se efectuará hasta obtener las dimensiones previstas en proyecto, o la ordenada por la Dirección Facultativa.

El método de excavación deberá ser el adecuado en cada caso, según el tipo de terreno que exista, aunque, por lo general, será apropiado el empleo de retroexcavadora.

La excavación se hará hasta la línea de la rasante quedando el fondo regularizado. Por este motivo, si quedaran al descubierto materiales inadecuadas o elementos rígidos tales como piedras, etc. será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. Todo lo cual será por cuenta del Contratista.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas. No se procederá al relleno de las excavaciones sin previo reconocimiento de las mismas y autorización escrita de la Dirección Facultativa.

La ejecución de las excavaciones se ajustará a las siguientes normas:

- Se marcará sobre el terreno su situación y límite, que no deberán exceder de los que han servido de base a la formación del proyecto
- Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de un metro (1 m) del borde de las mismas, a un solo lado de éstas y sin formar cordón continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general.

- Se tomarán las precauciones precisas para evitar que las aguas inunden las excavaciones abiertas. En este sentido, el Contratista comenzará la realización de las zanjas por su extremo de menor cota, de tal forma se pueda establecer un drenaje natural de las mismas. No se abrirá zanja en longitud mayor de 300 metros por delante de la colocación de las tuberías.
- Las excavaciones se entibarán cuando la Dirección Facultativa lo estime necesario, y siempre que exista peligro de derrumbamiento. Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa de la Dirección Facultativa.

La entibación se elevará como mínimo cinco centímetros (5 cm) por encima de la línea del terreno o de la faja protectora.

La necesidad de entibar o gotear, deberá ser puesta en conocimiento de la Dirección Facultativa o persona en quien delegue, quien además podrá ordenarlo cuando lo considere conveniente. Los gastos y consecuencias de estas operaciones son responsabilidad del Contratista en cualquiera de los casos.

- Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran, disponiendo los apeos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenará la Dirección Facultativa.
- En caso de afectar las excavaciones a instalaciones o servicios ajenos, serán por cuenta del Contratista de las obras, todas las operaciones necesarias para no dañarlas durante la ejecución y su reposición y arreglo si fuese necesario.
- Los agotamientos que sean necesarios se harán reuniendo las aguas en pocillos construidos fuera de la línea de la excavación y los gastos que se originen serán por cuenta del Contratista.

Los materiales de la excavación que sean aptos para rellenos y otros usos, se seleccionarán para su posterior uso y se transportarán hasta el lugar de empleo. En caso de no ser utilizables en el momento de la excavación, deben guardarse en caballeros. Los materiales sobrantes e inadecuados se transportarán a vertedero autorizado.

No se desechará ningún material excavado sin previa autorización de la Dirección Facultativa. Si es necesario el acopio en caballeros, estos se ejecutarán siguiendo las prescripciones de este Pliego.

#### 8.2.3. EXCESOS INEVITABLES

Los sobreanchos de excavación para la ejecución de las obras serán aprobados, en cada caso, por el Director de la Obra.

#### 8.2.4. PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo

los apeos necesarios. Cuando hayan de ejecutarse obras por tales conceptos, lo ordenará la Dirección Facultativa. Mientras estén abiertas las zanjas, establecerá el Contratista señales de peligro, especialmente por la noche. Se dispondrá una baliza a lo largo de toda la zanja.

#### 8.2.5. MEDICIÓN Y ABONO

La excavación en zanjas y pozos, ejecutada en las condiciones prescritas en este Pliego, se medirá por los volúmenes (m<sup>3</sup>) que resulten de la cubicación de secciones, limitadas por el perfil del terreno en el momento de la apertura, y el perfil teórico de excavación señalado en los Planos o que, en su defecto, indique la Dirección Facultativa, cualquiera que sea la naturaleza del terreno y los procedimientos de excavación empleados.

En el precio se incluyen las entibaciones y agotamientos necesarios, así como el transporte de producto sobrante a vertedero, acopio o lugar de empleo.

El precio es independiente de la profundidad de la excavación.

No se abonarán los excesos de excavación sobre los perfiles definidos en los Planos o autorizados por la Dirección Facultativa, ni la ejecutada por propia conveniencia del

Contratista, ni la producida por derrumbamientos imputables o negligencias. Asimismo, tampoco serán de abono los rellenos necesarios para subsanar dichos excesos de excavación.

No serán de medición y abono por este apartado aquellas excavaciones consideradas en otras unidades de obra como parte integrante de las mismas.

necesarias para la correcta ejecución de las unidades de obra.

## 9. FIRME

### 9.1. ZAHORRA ARTIFICIAL

#### 9.1.1. DEFINICIÓN

Se define como zahorra artificial el material granular formado por áridos machacados, total o parcialmente.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- Aportación del material.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de cada tongada.
- Refino de la superficie de la última tongada.

#### 9.1.2. MATERIALES CONDICIONES GENERALES

Los materiales procederán de la trituración de piedra de cantera o grava natural. El rechazo por el tamiz 5 UNE deberá contener un mínimo del setenta y cinco por ciento (75%), de elementos triturados que presenten no menos de dos caras de fractura en

caso de zavorras artificiales no drenantes, y del noventa por ciento (90%) en caso de zavorra artificial drenante.

### **GRANULOMETRÍA**

El cernido por el tamiz 80  $\mu\text{m}$  UNE será mejor que los dos tercios ( $2/3$ ) del cernido por el tamiz 400  $\mu\text{m}$  UNE.

La curva granulométrica será la ZA (25) en el caso de zavorra artificial no drenante.

### **FORMA**

El índice de lajas, según la Norma NLT 354/91, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

### **DUREZA**

El coeficiente de desgaste Los Ángeles, según la Norma NLT 149/91, será inferior a treinta (30). El ensayo se realizará con la granulometría tipo B de las indicadas en la citada Norma.

### **LIMPIEZA**

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas. El coeficiente de limpieza, según la Norma NLT 172/86, no deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la Norma NLT 113/87, será mayor de treinta y cinco (35).

### **PLASTICIDAD**

El material será "no plástico", según las Normas NLT 105/91 y 106/91.



## 9.1.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

## a) Preparación de la superficie de asiento

La zahorra artificial no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Si en la citada superficie existieran defectos o irregularidades que excediesen de las tolerables, se corregirán antes del inicio de la puesta en obra de la zahorra artificial.

## b) Preparación del material

La preparación de la zahorra artificial se hará en central y no "in situ". La adición del agua de compactación se hará también en la central.

La humedad óptima de compactación, deducida del ensayo "Próctor modificado" según la Norma NLT 108/91, podrá ser ajustada a la composición y forma de actuación del equipo de compactación, según los ensayos realizados en el tramo de prueba.

## c) Extensión de la tongada

Los materiales serán extendidos, una vez aceptada la superficie de asiento, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones, en tongadas con espesores comprendidos entre diez y veinticinco centímetros.

Las eventuales aportaciones de agua tendrán lugar antes de la compactación.

Después, la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente. El agua se dosificará adecuadamente, procurando que en ningún caso un exceso de la misma lave al material.

## d) Compactación de la tongada

Conseguida la humedad más conveniente, la cual no deberá rebasar a la óptima en más de un punto porcentual, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en este pliego. Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de paso o desagüe, muros o estructuras, no permitieran el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando se compactarán con medios adecuados a cada caso, de forma que las densidades que se alcancen cumplan las especificaciones exigidas a la zahorra artificial en el resto de la tongada.

#### e) Limitaciones de la ejecución

Las zavorras artificiales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos puntos porcentuales la humedad óptima.

Sobre las capas recién ejecutadas se prohibirá la acción de todo tipo de tráfico, mientras no se construya la capa siguiente. Si esto no fuera posible, el tráfico que necesariamente tuviera que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren las rodadas en un sola zona.

#### 9.1.4. MEDICIÓN Y ABONO

La zahorra artificial se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

El precio de zahorra artificial, procedente de la traza o cantera, incluida extensión y compactación al 100 % del Proctor Modificado, utilizando rodillo vibratorio, totalmente colocada, se refiere tanto a la zahorra artificial.

No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

En el precio está incluido el transporte del material desde cualquier distancia, así como la humectación y compactación.

## 10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 10.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

#### 10.1.1. GENERALIDADES

El generador fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones indicadas en la memoria de este proyecto.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 10.1.2. ORIENTACIÓN E INCLINACION Y SOMBRAS

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente.

Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar e acuerdo con el apartado anterior, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras.

## 10.2. CANALIZACIÓN DE BAJA TENSIÓN

### 10.2.1. GENERALIDADES

Se considera una instalación de baja tensión en corriente alterna, aquella cuya tensión nominal es igual o inferior a 1.000V; normalmente se considera aquella entre 600V y 1000V.

En corriente continua, la tensión nominal es igual o inferior a 1.500V.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección

Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primera calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

Genéricamente las obras contarán de:

- Conductores
- Dispositivos de protección eléctrica
- Canalizaciones subterráneas. Zanjas.

- Protecciones mecánicas.

La Dirección podrá rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

#### 10.2.2. MATERIALES

Los materiales serán de primera calidad y cumplirán con las especificaciones de las normas que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento y lo que establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las dichas normas u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego. Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la Contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos

podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o

incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Distintivo de calidad
- Año de fabricación y característica principales.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

### **CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Los cables instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Normas UNE

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Los cables para Baja Tensión podrán ser de uno o más conductores y de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV. La sección de estos conductores será la adecuada a las

intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y a 16 mm<sup>2</sup> para los de aluminio.

Dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución en Baja Tensión, la sección mínima del conductor neutro será:

- Con dos o tres conductores: Igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores, la sección del neutro será como mínimo la que se especifique en los planos de proyecto.

### **EMPALMES Y CONEXIONES**

Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores. Se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento, así como de su envolvente metálica, cuando exista. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanquidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el medio.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 por ciento de su carga de rotura. No es admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.

Con conductores de distinta naturaleza, se tomarán todas las precauciones necesarias para obviar los inconvenientes que se derivan de sus características especiales, evitando la corrosión electrolítica mediante piezas adecuadas.

#### 10.2.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra.

Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados del correspondiente aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50V, mediante transformador de seguridad.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

#### 10.2.3.1. COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación de las líneas eléctricas de Baja Tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

Antes de comenzar los trabajos se marcará, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, las zonas por donde discurrirá el trazado de las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a tomar las precauciones debidas.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los trabajos.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.



#### 10.2.3.2. ACCESIBILIDAD

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

#### 10.2.3.3. TRAZADO DE CANALIZACIONES E INSTALACIONES DE CONDUCTORES

Las canalizaciones se dispondrán, en general, en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente paralelas al camino de servicio que se ha de proyectar.

El trazado será lo más rectilíneo posible y deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas de la serie UNE 20.435), a respetar en los cambios de dirección.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las estructuras o enterrados, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

#### 10.2.3.4. EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS

Se tienen en consideración los trabajos de desmonte o terraplenado para dar al terreno la cota de rasante o cota de nivelación, incluyéndose también la excavación de zanjas. Se exigirán las normas de seguridad en el trabajo que sean de aplicación.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

El fondo de las zanjas estará lo más limpio posible de piedras que puedan dañar al conductor, para lo cual se extenderá una capa del espesor detallado en los planos de arena o tierra fina, que sirve para nivelación y asiento de los cables o tubos, y se rellenará de arena, sobre la que se pone la protección mecánica del cable y la señalización.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena cuyos granos tengan dimensiones de 2 a 3mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las especificadas en los planos.

#### 10.2.3.5. CONDUCTORES AISLADOS INSTALADOS EN BANDEJA

Las bandejas se dimensionarán de tal manera que la distancia entre cables sea igual o superior al diámetro del cable más grande. El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes.

Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

#### 10.2.3.6. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE A LA ESTRUCTURA

Antes de iniciar el tendido de la línea, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las estructuras por medio de bridas, abrazaderas, o callares.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables

armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquella.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### 10.2.3.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubos y accesorios metálicos.
- Tubos y accesorios no metálicos.

- Tubos y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos) Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:
- UNE-EN 50.086 –2-1: Sistemas de tubos rígidos
- UNE-EN 50.086 –2-2: Sistemas de tubos curvables
- UNE-EN 50.086 –2-3: Sistemas de tubos flexibles
- UNE-EN 50.086 –2-4: Sistemas de tubos enterrados

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos enterrados no serán inferiores a las indicadas en el Reglamento De Baja Tensión y las indicadas en la norma UNE correspondientes. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante. El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 20 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además las siguientes prescripciones:
- Los tubos se fijarán por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20cm.
- La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20cm.
- La profundidad de las respectivas bandas de cables de cables dependerá de las tensiones, de forma que a mayor profundidad corresponde la de mayor tensión.

#### 10.2.3.8. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Se seguirán las especificaciones que se detalla el en Reglamento de Baja Tensión, para el caso de las canalizaciones de B.T.

#### 10.2.3.9. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

#### 10.2.3.10. TENDIDO DE CABLES

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.



No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia de la Dirección de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen deban ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m., teniendo en cuenta que los empalmes se realizarán en el interior de las arquetas.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra de obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista o empresa instaladora autorizada, deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

### 10.3. CANALIZACIONES DE MEDIA TENSIÓN

#### 10.3.1. CONDICIONES GENERALES

Una instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ( $1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$ ).

Las instalaciones de Líneas Eléctricas Subterráneas de Alta Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según el Reglamento Electrotécnico de Líneas de Alta Tensión y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la demás reglamentación vigente.

El Director de Obra podrá rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra.

Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados del correspondiente aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50 V, mediante transformador de seguridad.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Dispositivos de protección eléctrica
- Canalizaciones subterráneas. Zanjas.
- Protecciones mecánicas.

#### 10.3.2. MATERIALES

Los materiales serán de primera calidad y cumplirán con las especificaciones de las normas que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento y lo que establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las dichas normas u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego. Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la Contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Distintivo de calidad

- Año de fabricación y característica principales.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

### **CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Los materiales cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables. En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

Los cables utilizados en las redes subterráneas de Media Tensión serán conductores de aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten.

Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación.

Se exceptúan las agresiones mecánicas procedentes de maquinaria de obra pública como excavadoras, perforadoras o incluso picos.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

### **EMPALMES, CONEXIONES Y ACCESORIOS**

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Cuando en la línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los mismos.

Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga de rotura del cable empalmado.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos. Se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

### **PROTECCIONES ELÉCTRICAS**

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse por sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores que las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes.

Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra, lo indicado en las instrucciones complementarias del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

### 10.3.3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra.

Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados del correspondiente aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50V, mediante transformador de seguridad.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

#### 10.3.3.1. COMPROBACIONES INICIALES

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación de las líneas eléctricas de Baja Tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

Antes de comenzar los trabajos se marcará, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, las zonas por donde discurrirá el trazado de las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a tomar las precauciones debidas.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los trabajos.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

#### 10.3.3.2. ACCESIBILIDAD

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

#### 10.3.3.3. TRAZADO DE LA LINEA

Las canalizaciones se dispondrán, en general, en zonas perfectamente delimitadas, preferentemente paralelas al camino de servicio que se ha de proyectar.

Al marcar el trazado de las zanjas será lo más rectilíneo posible y se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar a respetar en los cambios de dirección.

#### 10.3.3.4. APERTURA DE LA CANALIZACION

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada. Las dimensiones exactas de las zanjas serán las especificadas en los planos.

El fondo de las zanjas estará lo más limpio posible de piedras que puedan dañar al conductor, para lo cual se extenderá una capa del espesor detallado en los planos de



arena o tierra fina, que sirve para nivelación y asiento de los cables o tubos, y se rellenará de arena, sobre la que se pone la protección mecánica del cable y la señalización.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena cuyos granos tengan dimensiones de 2 a 3mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Los tubos donde se albergarán los conductores estarán contruidos por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20cm.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Se debe evitar posible acumulación de agua a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ò 20 m según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2m en las que se interrumpirá la continuidad de los tubos.

Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provisto de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

#### 10.3.3.5. CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Se seguirán las especificaciones que se detalla el en Reglamento para Líneas de Alta Tensión.

#### 10.3.3.6. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

#### 10.3.3.7. TENDIDO DE CABLES

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia de la Dirección de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10cm de arena fina y la protección de bloques de hormigón vibrado de 50x25x6cm.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de 10cm de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen deban ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m., teniendo en cuenta que los empalmes se realizarán en el interior de las arquetas.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra de obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista o empresa instaladora autorizada, deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la

arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

n el caso de canalizaciones con cables unipolares:

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de Alta Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de Alta Tensión, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en la memoria descriptiva o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

#### 10.3.3.8. PROTECCIÓN MECÁNICA Y SEÑALIZACIÓN

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y/o por choque de herramientas metálicas.

Para ello se colocará una capa protectora constituida por bloques de hormigón vibrado de 50x25x6cm, cuando se trate de proteger una terna de conductores unipolares o un tripolar.

Se incrementará la anchura en 12.5mm por cada terna de cables unipolares o tripolar adicionales colocados en la misma capa horizontal.

Todo conductor o conjunto de conductores deberá estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205.

Cuando los conductores o conjuntos de conductores de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, deberá colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

#### 10.3.3.9. IDENTIFICACIÓN

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características, en concordancia con las Normas UNE 21024, para el caso de conductores aislados con papel impregnado y la UNE 21123 para los conductores de aislamiento seco.

#### 10.3.3.10. CIERRE DE ZANJAS

El cierre de zanjas se llevará a cabo según lo establecido en los diferentes apartados correspondientes a las aperturas de zanjas.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos autorizados de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

#### 10.3.3.11. PUESTA A TIERRA

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas.

Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC- LAT 07 del RD 223/2008, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

Se dimensionará para la máxima corriente de defecto (defecto fase-tierra) que se prevea poder evacuar. El valor de la resistencia global de puesta a tierra de la galería debe ser tal que, durante la evacuación de un defecto, no se supere un cierto valor de tensión de

defecto establecido por el proyectista. Además, las tensiones de contacto no deben superar los valores admisibles de tensión de contacto aplicada según la ITC-LAT 07.

#### 10.4. ESTACIONES TRANSFORMADORAS/CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

##### 10.4.1. DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el grupo, subgrupo y categoría correspondientes al proyecto y que se fijará en el anejo correspondiente, en caso de que proceda.

##### 10.4.2. ELEMENTOS CONSTITUYENTES

###### 10.4.2.1. TRANSFORMADOR INTEMPERIE

Los transformadores serán del tipo intemperie, herméticos de llenado integral en aceite tipo Organic de las potencias indicadas en memoria y presupuesto.

La tensión de aislamiento es 33.000 V/ 800V.

Los transformadores disponen de una bandeja para la recogida fortuita del aceite.

###### 10.4.2.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

La aparamenta diseñada para este proyecto consiste en celdas modulares para esquemas de 1 línea de entrada, dos o tres, con sus salidas y protecciones correspondientes.

Estas celdas se instalarán sobre una bancada de hormigón, al igual que los transformadores intemperie y los cuadros de baja tensión.

El aislamiento de las celdas es de SF<sub>6</sub>, y para tensiones de hasta 36KV.

Deben estar realizadas conforme a la norma IEC 62271-200 para garantizar la seguridad y protección de las personas, bienes y equipos instalados en ellas.

Las celdas dispondrán de los siguientes elementos, siendo las unidades las adecuadas a cada configuración:

- Celda modular de línea de corte y aislamiento integro en SF<sub>6</sub>.
- Interruptor-seccionador tripolar de corte en carga con posiciones Conexión-seccionamiento-puesta a tierra, V<sub>n</sub>= 36KV y I<sub>n</sub>= 630 A, con capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40KA cresta, mando manual.
- 3 captadores capacitivos de tensión 66KV
- Celda modular de protección con interruptor automático, de aislamiento íntegro en SF<sub>6</sub> de medidas adecuadas para contener los elementos siguientes:
  - Interruptor automático tripolar de corte en vacío de V<sub>n</sub>= 36KV, I<sub>n</sub>= 630 A, I<sub>cc</sub>= 20 KA
  - Interruptor-seccionador tripolar de corte en carga con con posiciones Conexión- seccionamiento-puesta a tierra, V<sub>n</sub>= 36KV y I<sub>n</sub>= 630 A, con capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40KA cresta, mando manual.
- Relé de protección 3F+N (50-51/50n-51N), autoalimentado y comunicable.
- 3 Transformadores de intensidad toroidales para protección de fases y homopolar.
- 3 captosres capacitivos de presencia de tensión de 36Kv



- Embarrado para 630ª
- Enclavamiento con cerradura enclavada con el seccionador de puesta tierra en cerrado.
- Pletina de cobre para puesta a tierra 30x3mm

#### 10.4.2.3. APARAMENTA DE BAJA TENSIÓN

La aparamenta mínima que se ha de colocar en el lado de Baja Tensión a la salida del secundario de transformador será de interruptores automáticos de desconexión y descargador de sobretensiones. En este caso, el edificio también incorpora un interruptor de emergencia.

- Interruptores de desconexión. Su función principal es realizar la desconexión automática del inversor, en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red.

Incorpora además fusibles seccionadores cuya principal función es proteger la línea de sobreintensidades y mando manual.

Las características de estos interruptores de apertura en corte con seccionadores se pueden observar en los planos y anejo correspondiente.

La aparamenta de baja tensión se instalará en celdas prefabricadas aptas para la instalación de todos los elementos.

#### 10.4.2.4. PUESTA A TIERRA

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra), a fin de asegurar la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

La apertura y cierre de los polos será simultánea, debiendo ser la tolerancia de cierre inferior a 10 ms.

Los contactos móviles de puesta a tierra serán visibles a través de visores, cuando el aparato ocupe la posición de puesto a tierra.

El interruptor deberá ser capaz de soportar al 100% de su intensidad nominal más de 100 maniobras de cierre y apertura, correspondiendo a la categoría B según la norma UNE-EN 60265.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 milímetros, conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

#### 10.4.2.5. TIERRAS DE PROTECCIÓN

El aparrallaje y las partes móviles, tales como ejes, se conectan a tierra por mediación de trenzas flexibles de cobre, de tal manera que todas las partes metálicas que no forman parte del circuito principal, están eficazmente unidas al colector de tierra, el cual, puede ser cómodamente conexionado a la red de tierras exterior.

#### 10.4.2.6. TIERRA DE SERVICIO

Con el objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a una toma de tierra independientemente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de 50 mm<sup>2</sup>.

#### 10.4.2.7. CIMENTACIÓN

Para la ubicación de las celdas de protección de alta tensión, transformador y los cuadros de baja tensión, será necesario realizar una excavación de dimensiones adecuadas a los elementos mencionados, y que permita la maniobra de trabajadores en instalación y posterior mantenimiento.

La base será de zahorra compactado o de hormigón de limpieza, sobre la que se pondrá un lecho de arena compactada y nivelada para la colocación de los equipos.

#### 10.4.2.8. SOLERA Y PAVIMENTO

Está formada por losas construidas hormigón armado con un mallazo equipotencial cuya sobrecarga admisible es de 500 Kg/cm<sup>2</sup> éstas son desmontables para permitir el acceso a la parte inferior del C.T. facilitando así la conexión de cables de la red.

La solera se soporta sobre un piñón perimetral insertado en la parte inferior para tal fin. Estos perfiles permiten que la solera nos deje un espacio libre por su parte inferior, que se dedica al paso de cables A.T. y B.T.

#### 10.4.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Además de las pruebas realizadas en fábrica deberá realizarse en el Centro de Transformación una prueba del correcto funcionamiento de todos los aparatos de maniobra y protección.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán los siguientes:

### **PRUEBAS DE OPERACIÓN MECÁNICA**

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparallaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos.

Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

### **PRUEBA DE DISPOSITIVOS AUXILIARES**

Se realizarán pruebas sobre elementos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.

### **ENSAYO A FRECUENCIA INDUSTRIAL**

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la columna 4 de la Tabla II de la norma UNE-20.099 durante un minuto. El procedimiento de ensayo queda especificado en el punto 24.4 de dicha norma.

### **ENSAYO DIELÉCTRICO DE CIRCUITOS AUXILIARES Y DE CONTROL**

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con el punto 24.5 de la norma UNE- 20.099.

En caso de ser requerido este ensayo en laboratorio, los gastos ocasionados por el citado ensayo serán abonados por el instalador.

#### **10.4.4. PUESTA EN SERVICIO**

Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea

e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

Antes de la puesta en servicio con carga del Centro de Transformación se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

#### 10.5. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “GuidelinesfortheAssessment of PhotovoltaicPlants - Document A”, Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

## 10.6. MEDICIÓN Y ABONO

Las obras que en este apartado se contemplan se medirán y abonarán según lo estipulado en los Cuadros de precios y medición de este proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

## 11. GESTIÓN DE RESIDUOS

### 11.1. CONDICIONES GENERALES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con la reglamentación de aplicación es necesario diferenciar entre diferentes agentes en el cumplimiento de los requisitos legales. Al final de este capítulo se incluyen las prescripciones particulares a incluir en el proyecto para la gestión de los residuos, si bien antes se describen las obligaciones indicadas.

#### **Para el Productor de Residuos. (Artículo 4 RD 105/2008):**

- a) Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un "estudio de gestión de residuos", el cual ha de contener como mínimo:
- Estimación de los residuos que se van a generar.
  - Las medidas para la prevención de estos residuos.
  - Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
  - Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
  - Pliego de Condiciones
  - Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

Este Estudio es el alcance del presente documento.

- b) Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación se debe guardar al menos los 5 años siguientes.
- c) Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

**Para el Poseedor de los Residuos en la Obra. (Artículo 5 RD 105/2008):**

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un Plan que refleje como llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla el mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente.
- Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quién es el Gestor final de estos residuos.
- Dicho Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas.
- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

- El contratista deberá asegurar la capacitación medioambiental de todo el personal que se encuentre bajo su responsabilidad y cuyo trabajo pueda incidir directa o indirectamente sobre el medio ambiente, especialmente en lo relativo a la correcta gestión de los residuos generados en la obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Fomentar y animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan donde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales nuevos.

#### **Para el personal de obra:**

Los mismos se encuentran bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos.

- El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de estos.



- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a derrames de residuos.

A continuación, se indican las especificaciones a incluir en los pliegos de prescripciones técnicas del proyecto relativas al almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

## 11.2. PRESCRIPCIONES GENERALES GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

El Contratista partirá del presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción como base para la redacción del Plan de Gestión de residuos que reflejará cómo llevar a cabo las obligaciones que le incumben en cuanto a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el apartado 4.1 del artículo 3, así como las del artículo 5 del RD 105/2008.

El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales

### 11.2.1. CERTIFICACIÓN DE LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, los certificados y documentaciones de la entrega de los residuos a gestor autorizado. En el caso de que la cesión se realice a un gestor que sólo se dedique a la recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de cesión debe figurar el gestor de valorización o de eliminación final, que debe estar autorizado.

Orden y limpieza de la obra y correcta segregación y almacenamiento de residuos.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros y otros residuos, como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias. Mientras los residuos se encuentren en su poder, debe mantenerlos en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que pudieran dificultar o impedir su posterior valorización o eliminación.

### 11.3. PRESCRIPCIONES CON CARÁCTER PARTICULAR

El Contratista deberá disponer de los recursos necesarios, tanto humanos como económicos, para asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental en todo momento y particularmente en la correcta gestión de los residuos generados en la obra.

#### 11.3.1. CONTROL LOGÍSTICO DE LOS RESIDUOS GENERADOS

En líneas generales los residuos que se generarán durante la obra se pueden clasificar en tres categorías:

- Residuos urbanos y asimilables: Cartones, embalajes, plásticos y envases vacíos que originariamente contuvieran productos no peligrosos.
- Residuos inertes y no peligrosos: Maderas, palets de maderas, chatarra metálica, ferralla, escombros y material de obra no peligroso (yesos, ladrillos, cementos y hormigones).
- Residuos peligrosos: aceites usados, trapos impregnados con grasas y aceites, tierras contaminadas, siliconas, disolventes, desengrasantes, baterías gastadas, fluorescentes, lámparas de mercurio o sodio, pinturas en

base disolvente, y en general, cualquier residuo con sustancias químicas peligrosas.

El contratista deberá proceder a la segregación de los residuos generados:

- Cartones y papeles
- Material plástico de envases rígidos, enfardados y retractilados
- Maderas y pallets de madera
- Chatarra y ferralla
- Escombros y material de obra no peligroso
- Residuos peligrosos (aceites usados, tierras contaminadas, trapos contaminados, disolventes, desengrasantes, baterías gastadas, fluorescentes y lámparas de Hg/Na.)

#### **Almacenamiento:**

El contratista habilitará zonas diferenciadas para el almacenaje de las diferentes categorías de residuos definidas. Dichas zonas deberán estar adecuadamente señalizadas e identificadas con carteles que permitan su lectura desde una distancia aproximada de 10 metros.

- Los residuos peligrosos se almacenarán bajo techado y de manera que no puedan entrar en contacto productos incompatibles entre sí (p.e.: sustancias inflamables próximas a sustancias comburentes). Salvo excepciones debidamente justificadas, aquellos residuos peligrosos de naturaleza líquida y los envases que lo contienen estarán en el interior de un recinto hormigonado limitado por un borde perimetral levantado aproximadamente 20 cm del suelo que actuará como sistema de contención de derrames en caso de rotura de un bidón o contenedor.
- Los Contratistas deberán habilitar los elementos necesarios para asegurar la correcta segregación y almacenamiento de los residuos generados

(acondicionamiento del terreno, bidones, contenedores, carteles y señales, etc.) y su correcto mantenimiento (reposición de balizas, sacos defectuosos, etc.)

- Los Contratistas se encargarán de realizar las tramitaciones necesarias para gestionar los residuos fuera de las instalaciones (contacto con transportistas y gestores autorizados). Como norma general, los residuos urbanos, asimilables a urbanos e inertes se enviarán a entidades que primen la reutilización de los residuos sobre el reciclado y éste sobre la valorización. Siempre que sea posible, se evitará el envío a vertederos autorizados.

En ningún caso, se permitirá el envío a vertederos no autorizados o ilegales.

#### 11.4. CONTROL DOCUMENTAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS

##### 11.4.1. ACTUACIONES PARA LOS RSU Y ASIMILABLES, RESIDUOS NO PELIGROSOS E INERTES

Se enviarán a centros de reutilización, reciclaje, valorización o eliminación (por este orden), siendo el contratista responsable de asegurar el cumplimiento de la legislación vigente durante el circuito comprendido entre la recogida en las instalaciones y la gestión en el centro receptor. El contratista registrará la naturaleza y cantidades recogidas en la ficha de campo correspondiente. Así mismo, asegurará que las operaciones de carga de los residuos en los camiones se realizan correctamente y documentará cada fase del circuito con albaranes de recogida, entrega y certificados acreditativos de la gestión final del residuo.

##### 11.4.2. RETIRADA DE ESCOMBROS Y RESIDUOS EN OBRAS DE DEMOLICIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS TERRENOS

- Los residuos generados como consecuencia de la demolición de edificios y de la limpieza de la parcela deberán ser segregados según los anteriormente indicados.

- Las obras de demolición de las edificaciones e infraestructuras existentes se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, empleo de estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.
- Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valorizables (cerámicos, mármoles...).
- Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinteras y demás elementos que lo permitan, que puedan segregarse para facilitar su posterior reutilización o reciclado.

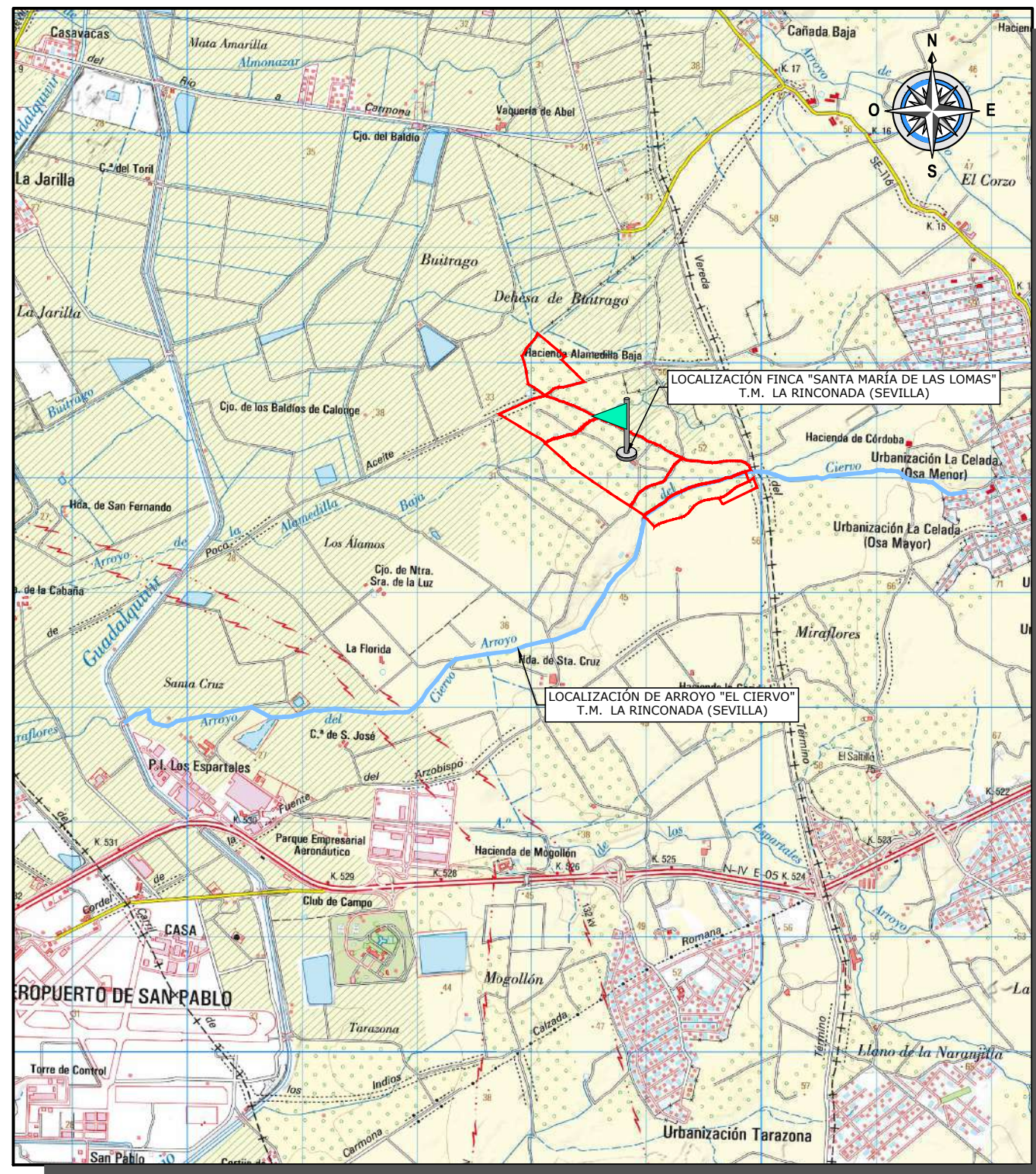
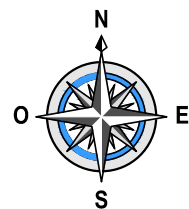
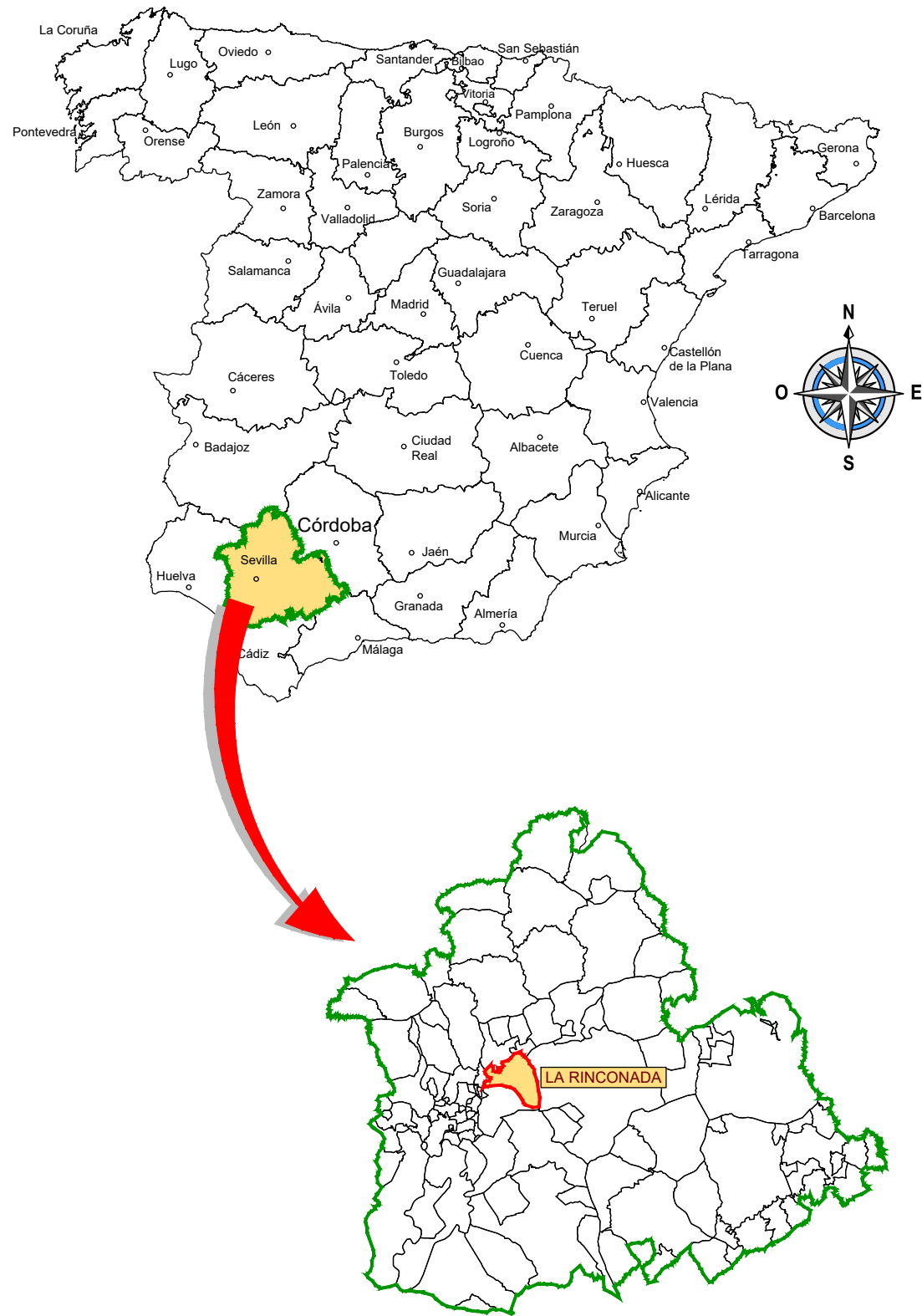
#### 11.4.3. DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES Y LIMPIEZA DE LA ZONA DE OBRAS

El Coordinador Ambiental comunicará a los contratistas los requisitos que deberán cumplir para llevar a cabo el desmantelamiento de instalaciones temporales e infraestructuras de obra. Las actividades que se deberán ejecutar una vez finalizada la fase de construcción son las siguientes:

- Desmantelamiento de infraestructuras auxiliares, instalaciones y estructuras fijas temporales.
- Retirada y limpieza de escombros, materiales sobrantes (láminas de geotextiles, materias primas, etc.) y residuos (ferralla, tuberías, cables, madera, botes, etc.). La segregación se realizará de acuerdo con las indicaciones precedentes.
- Retirada de suelos contaminados por vertidos o derrames de aceites o grasas y tratamiento posterior como residuo peligroso

## 4. PLANOS







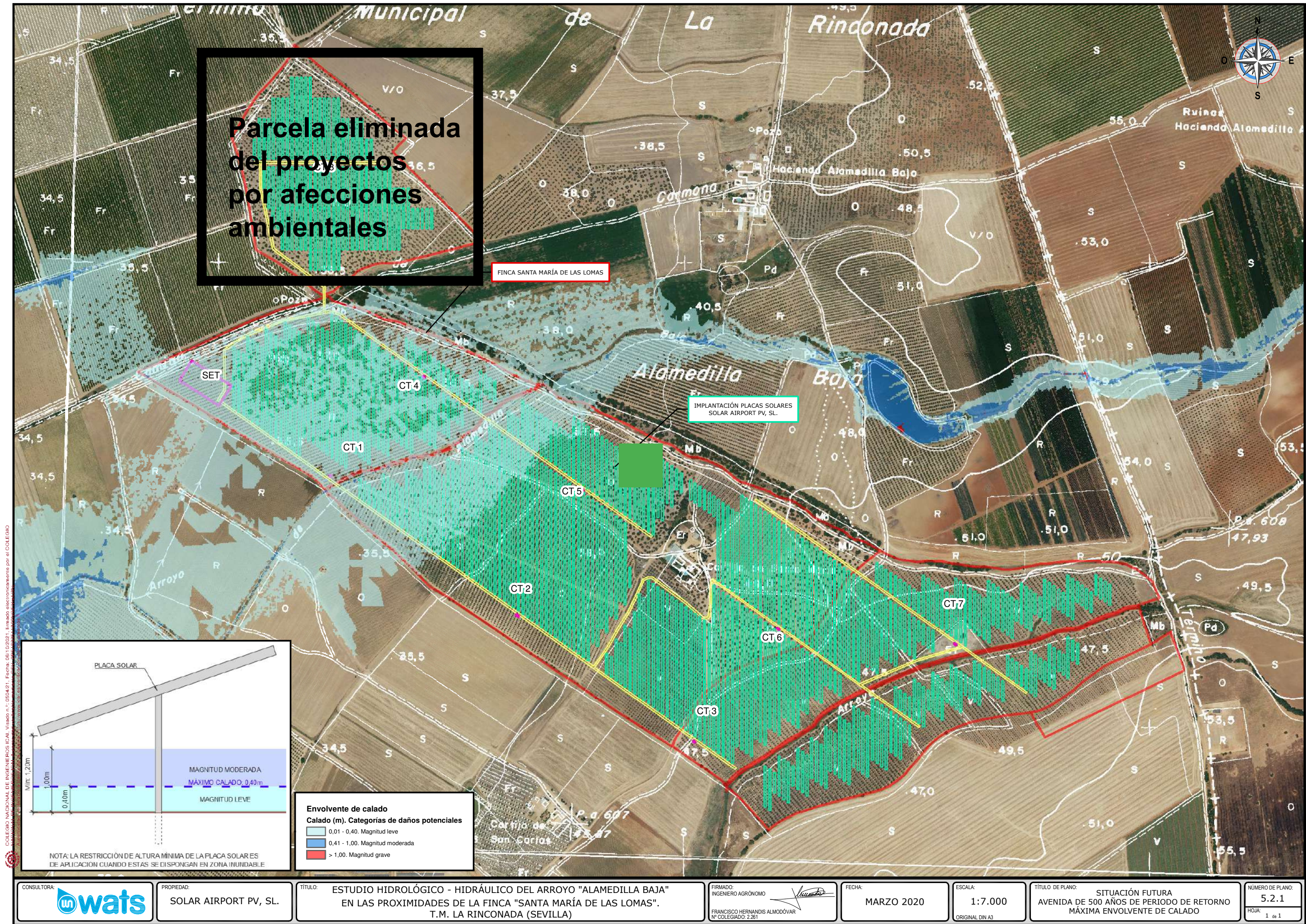


*Plano Arqueológico: Zona de afección arqueológica. Extremo norte de Parcela 25 Polígono 8.*





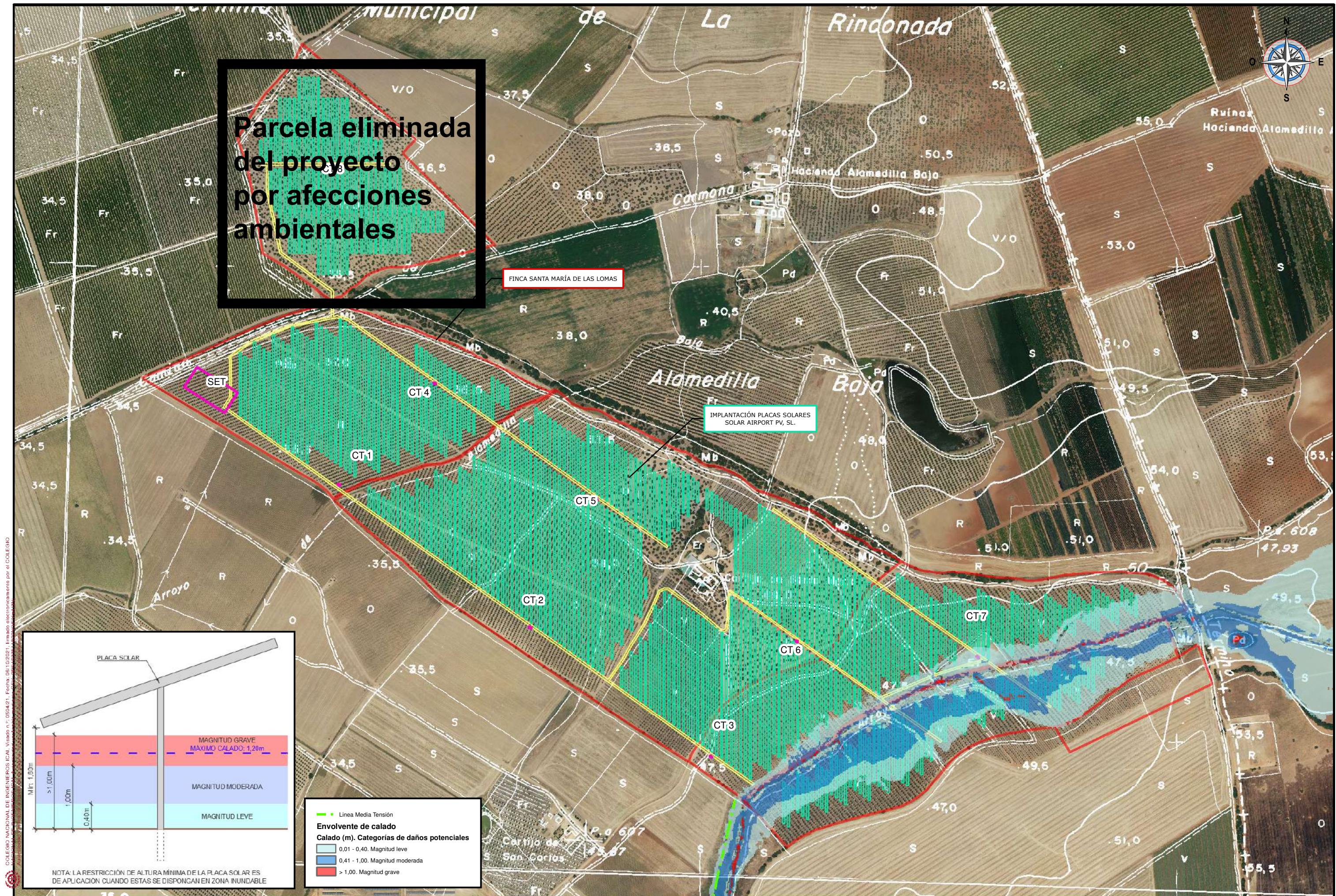








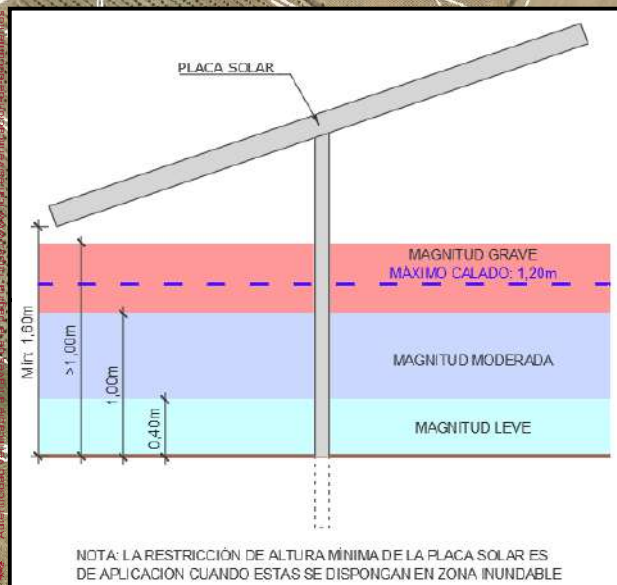




Parcela eliminada  
del proyecto  
por afecciones  
ambientales

FINCA SANTA MARÍA DE LAS LOMAS

IMPLANTACIÓN PLACAS SOLARES  
SOLAR AIRPORT PV, SL.



Envolvente de calado  
Calado (m). Categorías de daños potenciales

Calado (m)	Categorías de daños potenciales
0,01 - 0,40	Magnitud leve
0,41 - 1,00	Magnitud moderada
> 1,00	Magnitud grave

NOTA: LA RESTRICCIÓN DE ALTURA MÍNIMA DE LA PLACA SOLAR ES DE APLICACIÓN CUANDO ESTAS SE DISPONGAN EN ZONA INUNDABLE

CONSULTORA:  
**wats**

PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "EL CIERVO"  
EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS".  
T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMADO:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODOVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

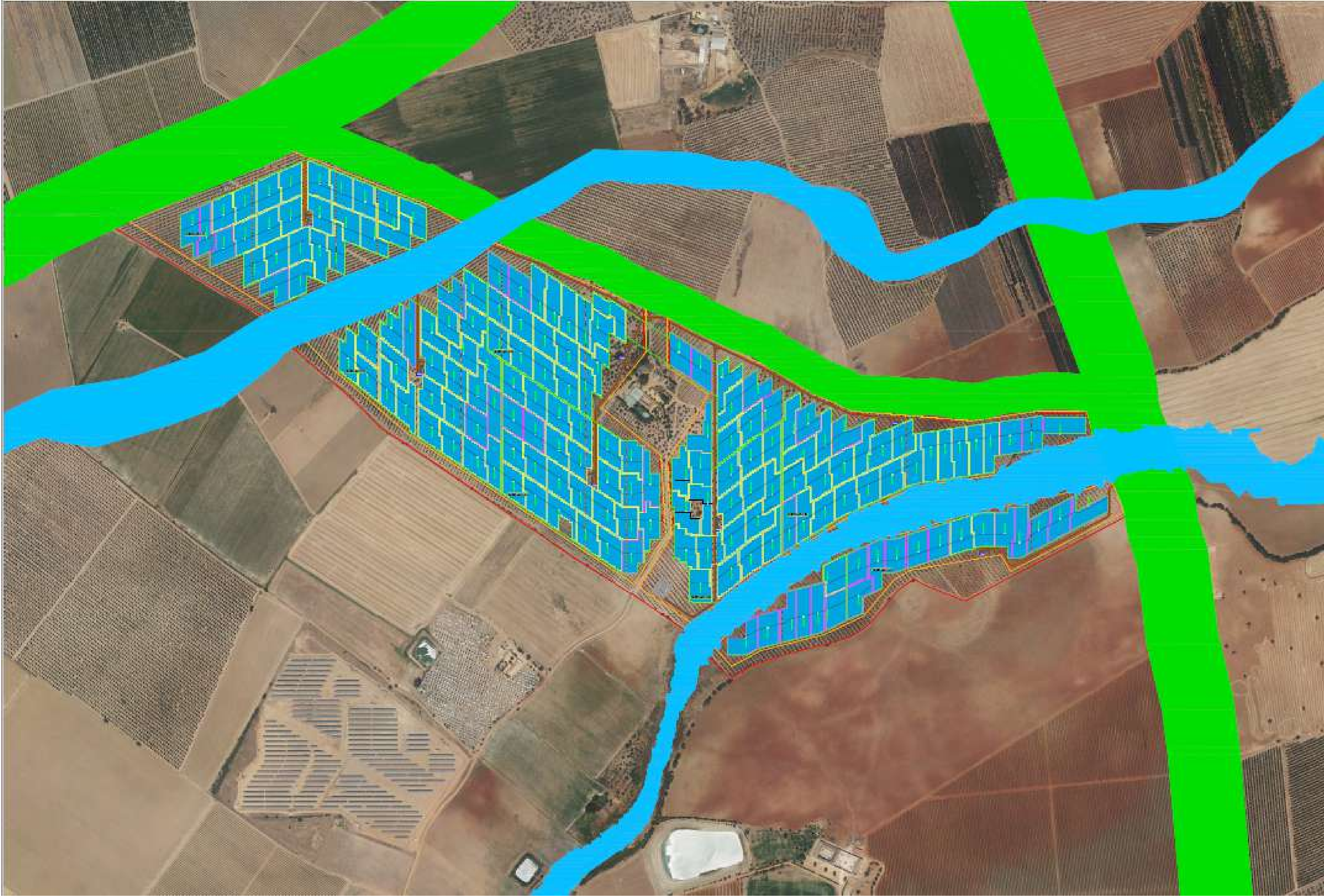
FECHA:  
MARZO 2020

ESCALA:  
1:7.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:  
SITUACIÓN FUTURA  
AVENIDA DE 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
MÁXIMA ENVOLVENTE DE CALADO

NÚMERO DE PLANO:  
5.2.1  
HOJA:  
1 de 1





CONFIGURACIÓN DE LAS PLANTAS:

POTENCIA PICO (MWp)	56.99
POTENCIA INSTALADA NOMINAL a 40°C (MWn)	49.89
POTENCIA LIMITADA (kWn)	-
RATIO CC/AC (SIN LIMITACIÓN)	1,14
RATIO CC/AC (CON LIMITACIÓN)	1,14
Nº DE MÓDULOS	99.120
Nº DE INVERSORES	30
Nº DE SEGUIDORES 2Vx28	1.770
Nº DE MÓDULOS/STRING	28
PITCH (m)	9

EQUIPOS PRINCIPALES:

POTENCIA MÓDULO (W)	575
POTENCIA INVERSOR 35°C (kW)	1.637
SEGUIDOR SOLAR	1 EJE N-S (2V)

LEYENDA:

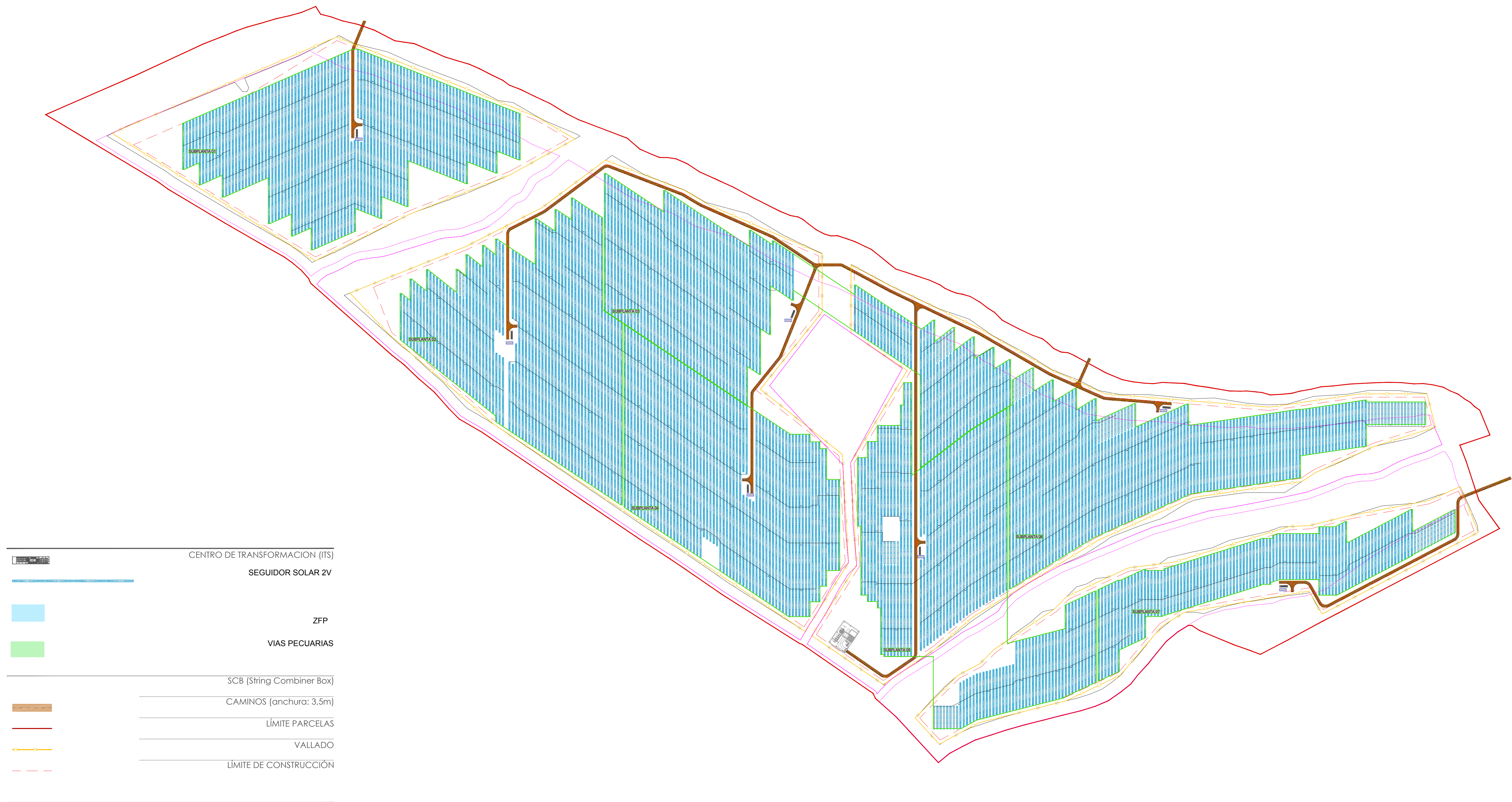
	LÍMITE PARCELA
	VALLADO PERIMETRAL
	ACCESO PRINCIPAL
	CAMINO ACCESO CORTIJO
	CAMINO PERIMETRAL
	CAMINO INTERNO
	SEGUIDOR SOLAR 2Vx28
	SKID MT
	SUBESTACIÓN
	LÍNEAS ELÉCTRICAS
	HIDROGRAFÍA NATURAL
	VEGETACION

LOCALIZACIÓN:



00	08/09/2021	Primera emisión	ATA	AM	MT	AMH
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente: SolarAirport			Ingeniería:			
Proyecto: SOLAR AIRPORT PV			Título & Subtítulo: Implantación Escenario 1			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Propietario.			Escala:	Plano nº: 1		
			1:5.000	Hojas:	1	Hoja nº: 1
			Tamaño: A1	Número de proyecto: 12985		





SOLAR AIRPORT

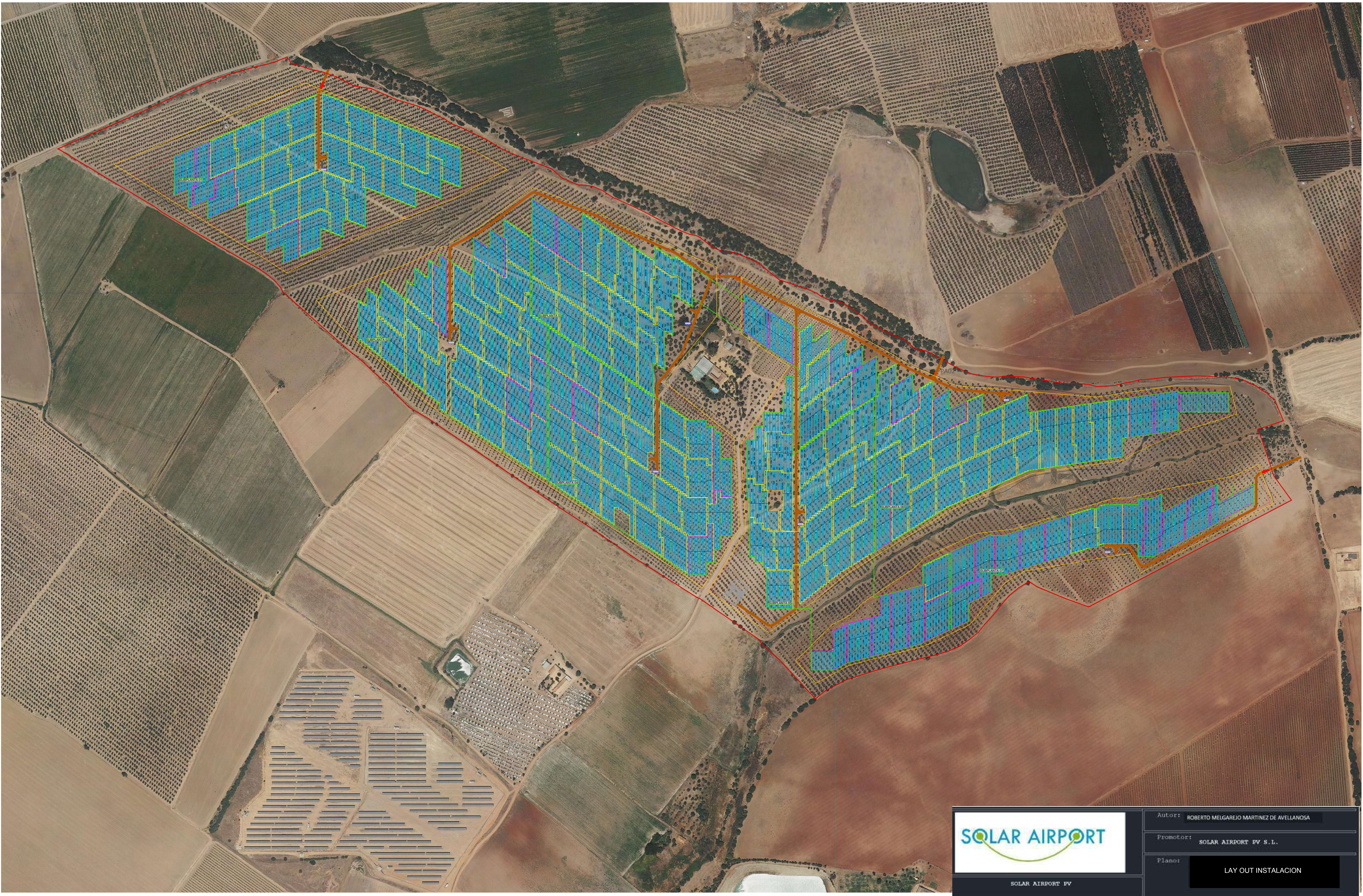
SOLAR AIRPORT PV

Autor: ROBERTO MELGAREJO MARTINEZ DE AVELLANOSA

Promotor: SOLAR AIRPORT PV S.L.

Plano: LAY OUT





SOLAR AIRPORT PV

Autores: ROBERTO MELGAREJO MARTINEZ DE AVELLANOSA

Promotor: SOLAR AIRPORT PV S.L.

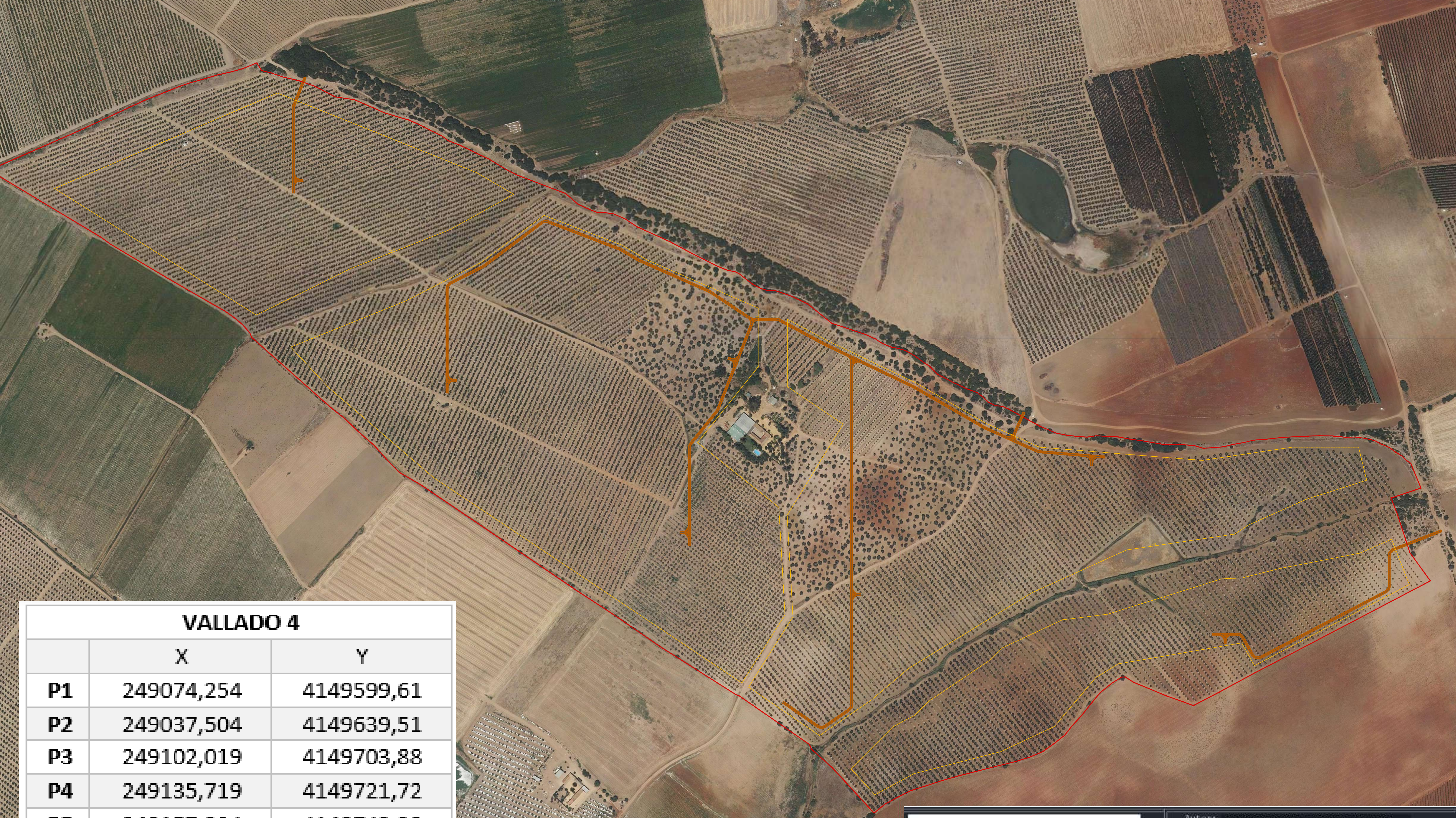
Planos: LAY OUT INSTALACION



VALLADO 1		
	X	Y
P1	247818,4642	4150527,552
P2	248159,4646	4150673,664
P3	248464,6159	4150551,755
P4	248521,2012	4150518,732
P5	248423,5845	4150464,583
P6	248272,064	4150405,201
P7	248127,2826	4150333,799

VALLADO 2		
	X	Y
P1	248896,406	4150344,22
P2	248896,406	4150255,84
P3	248802,612	4150138,69
P4	248927,063	4150039,75
P5	248936,47	4149875,07
P6	248870,5	4149770,74
P7	248397,807	4150085,62
P8	248238,617	4150222,28
P9	248179,833	4150284,83
P10	248355,24	4150355,18
P11	248470,924	4150414,23
P12	248567,657	4150486,46
P13	248687,355	4150440,78
P14	248726,474	4150417,74

VALLADO 3		
	X	Y
P1	248940,221	4150327,57
P2	249002,763	4150294,15
P3	249136,73	4150230,22
P4	249245,101	4150167,7
P5	249326,18	4150131,63
P6	249575,222	4150111,43
P7	249712,978	4150131,61
P8	249814,611	4150131,61
P9	249827,022	4150081,05
P10	249734,936	4150052,05



VALLADO 4		
	X	Y
P1	249074,254	4149599,61
P2	249037,504	4149639,51
P3	249102,019	4149703,88
P4	249135,719	4149721,72
P5	249157,294	4149743,29
P6	249248,715	4149804,72
P7	249267,902	4149823,9
P8	249360,925	4149867,31
P9	249430,308	4149875,99
P10	249605,082	4149930,11
P11	249636,273	4149931,53
P12	249693,76	4149945,9
P13	249816,405	4149969,42
P14	249865,085	4149990,76
P15	249892,29	4149921,39
P16	249655,192	4149797,2
P17	249635,69	4149832,06
P18	249446,292	4149799,89
P19	249411,929	4149778,6
P20	249349,013	4149704,25
P21	249266,684	4149665,62
P22	249133,323	4149631,74



SOLAR AIRPORT PV

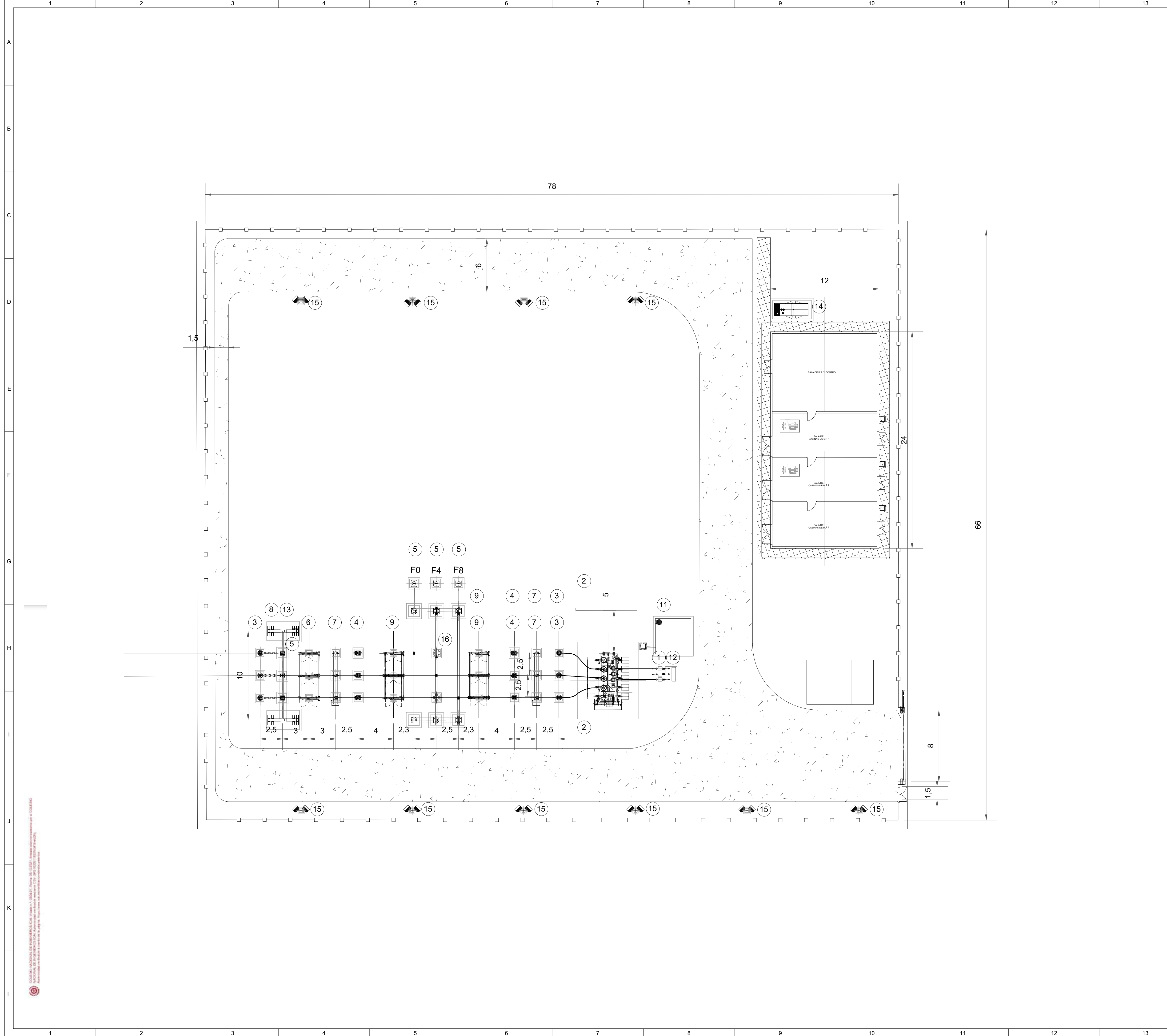
Autor: ROBERTO MELGAREJO MARTINEZ DE AVELLANOSA

Promotor: SOLAR AIRPORT PV S.L.

Planor: VALLADOS Y VIALES INTERNOS



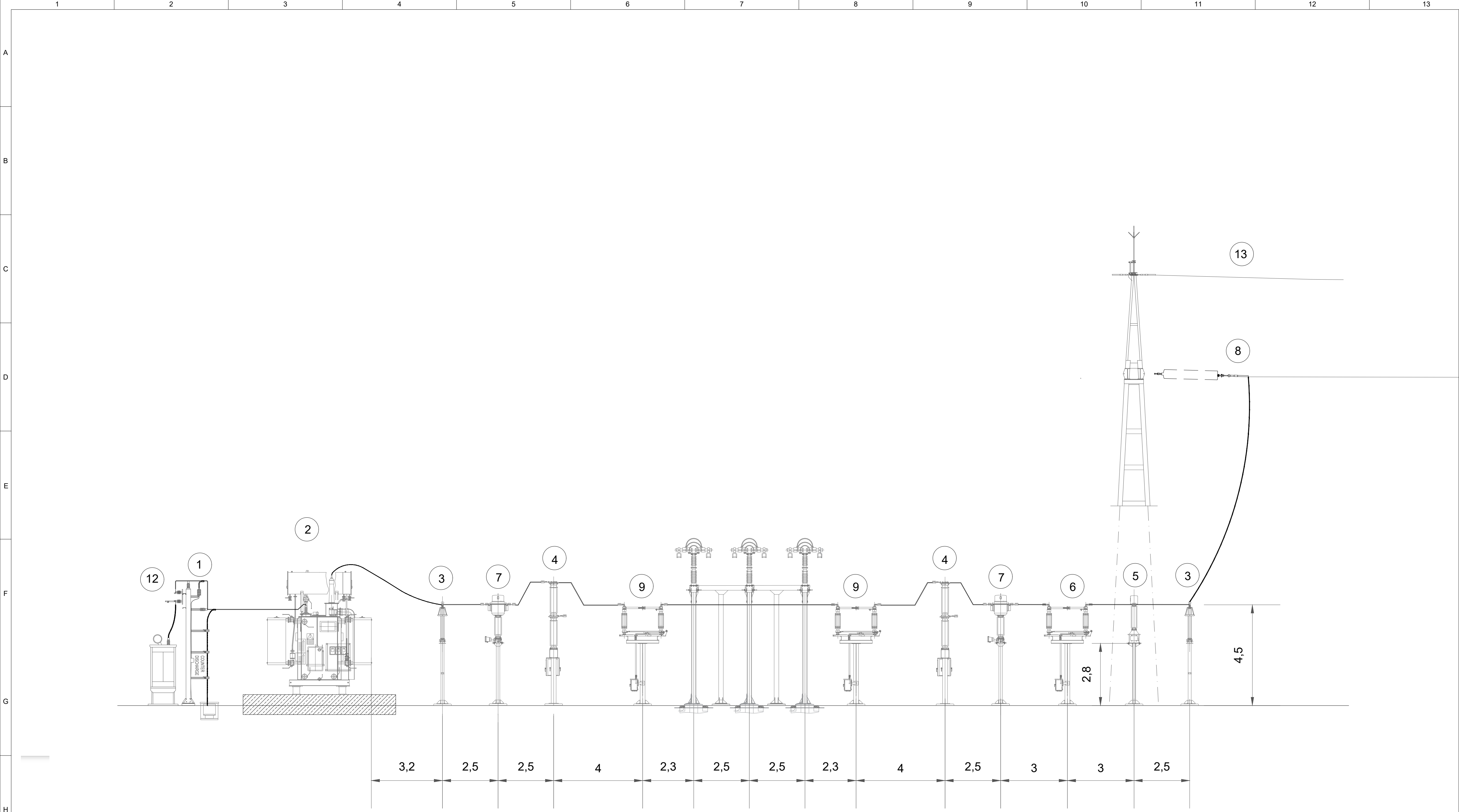




- Leyenda
- 1 Autoválvulas 30 KV
  - 2 Transformador de potencia 132 / 30 KV
  - 3 Autoválvulas 132 KV
  - 4 Interruptor protección 132 KV
  - 5 Transformador tensión 132 KV
  - 6 Seccionador PAT 132 KV
  - 7 Transformador intensidad 132 KV
  - 8 Pórtico entrada/salida amarre línea 132 kV
  - 9 Seccionador sin PAT 132 KV
  - 10 Bancos de condensadores (No aplica)
  - 11 Depósito de recogida de aceite
  - 12 Reactancia PAT 30 KV
  - 13 Pararrayo punta Franklin
  - 14 Generador diesel
  - 15 Proyectoros
  - 16 Aisladores de Apoyos



	08/09/2021	Primera emisión	ATA	AM	MT	AMH	
ión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado	
iente:			Ingeniería:				
Solar Airport PV, S.L.							
yecto:							
Proyecto FV Solar Airport 50 MW			Título & Subtítulo:	Unifila MT			
Planos Eléctricos							
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Autor.			Escala:		Plano nº.:		
			Tamaño:	Hojas:		Hoja nº.:	
				1		1	
			A3		Número de Proyecto:		
						12985	



SECCIÓN A A'

- Leyenda
- 1 Autoválvulas 30 KV
  - 2 Transformador de potencia 132 / 30 KV
  - 3 Autoválvulas 132 KV
  - 4 Interruptor protección 132 KV
  - 5 Transformador tensión 132 KV
  - 6 Seccionador PAT 132 KV
  - 7 Transformador intensidad 132 KV
  - 8 Pórtico entrada/salida amarre línea 132 kV
  - 9 Seccionador sin PAT 132 KV
  - 10 Bancos de condensadores (No aplica)
  - 11 Depósito de recogida de aceite
  - 12 Reactancia PAT 30 KV
  - 13 Pararrayo punta Franklin
  - 14 Generador diesel
  - 15 Proyectores
  - 16 Aisladores de Apoyos

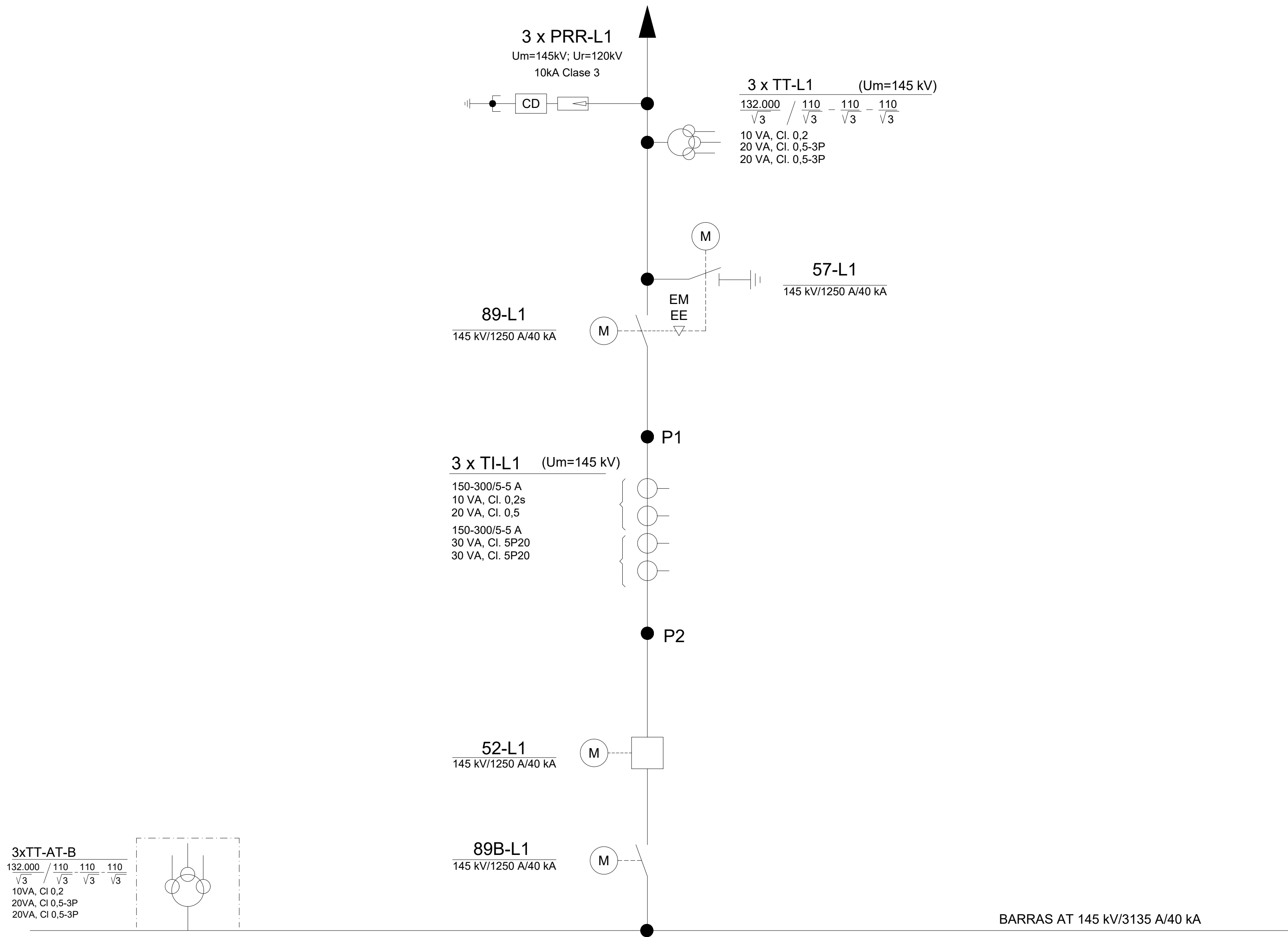
LOCALIZACIÓN:



00	08/09/2021	Primera emisión	ATA	AM	MT	AMH
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente:			Ingeniería:			
Solar Airport PV, S.L.			ata			
Proyecto:			Unifila MT			
Proyecto FV Solar Airport 50 MW			Planos Eléctricos			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Autor.			Escala:		Plano nº.:	
			Tamaño:		Hojas:	Hoja nº.:
			A3		1	1
			Número de Proyecto:			
			12985			



LINEA 132 kV  
SET AEROPUERTO 132 kV

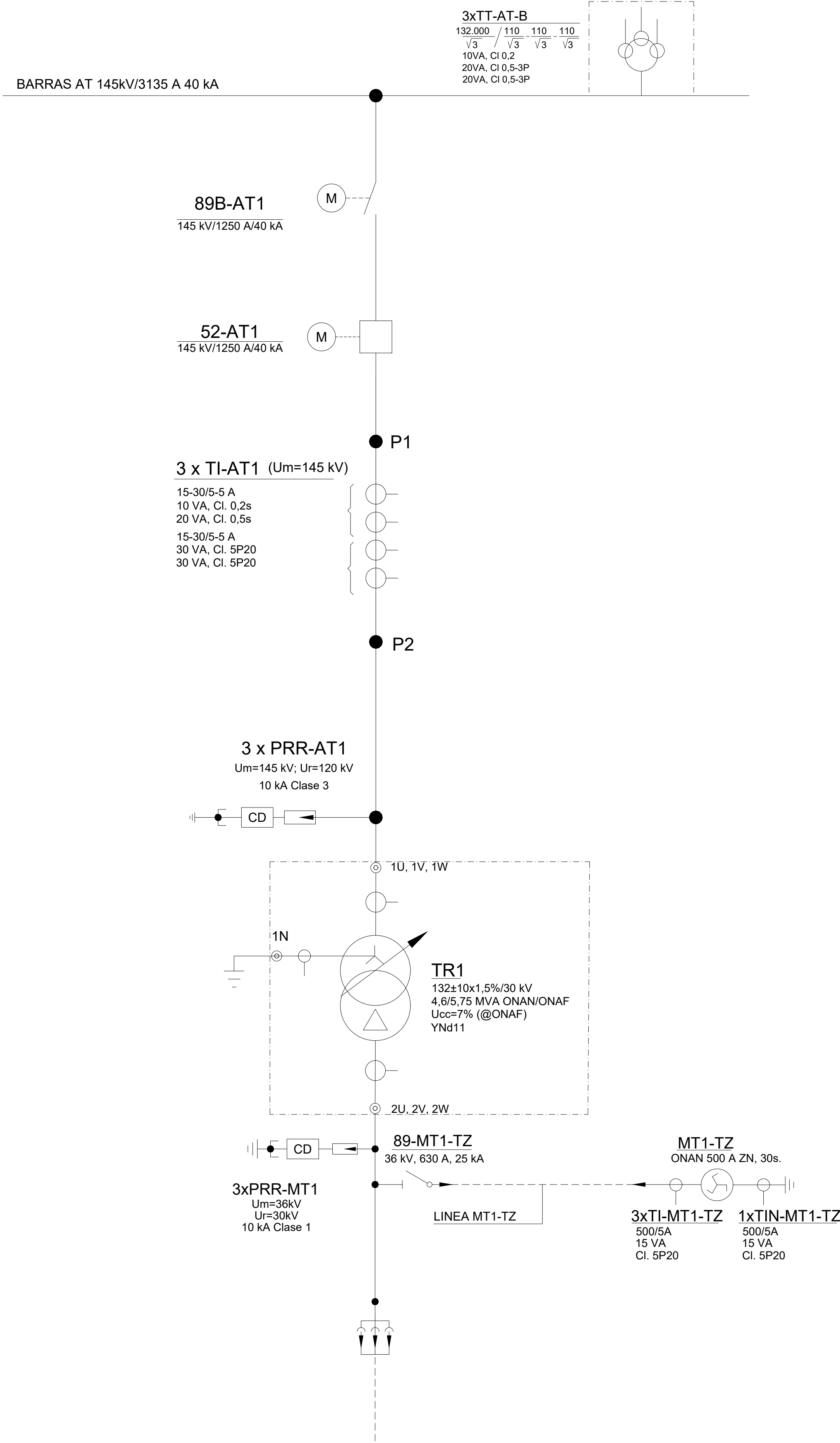


LOCALIZACIÓN:



00	08/09/2021	Primera emisión	ATA	AM	MT	AMH	
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado	
Cliente:			Ingeniería:				
Solar Airport PV, S.L.							
Proyecto:			Unifila MT				
Proyecto FV Solar Airport 50 MW			Planos Eléctricos				
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Autor.			Título & Subtítulo:	Escala:		Plano nº.:	
				Tamaño:		Hojas: 1	Hoja nº.: 1
				A3		Número de Proyecto: 12985	

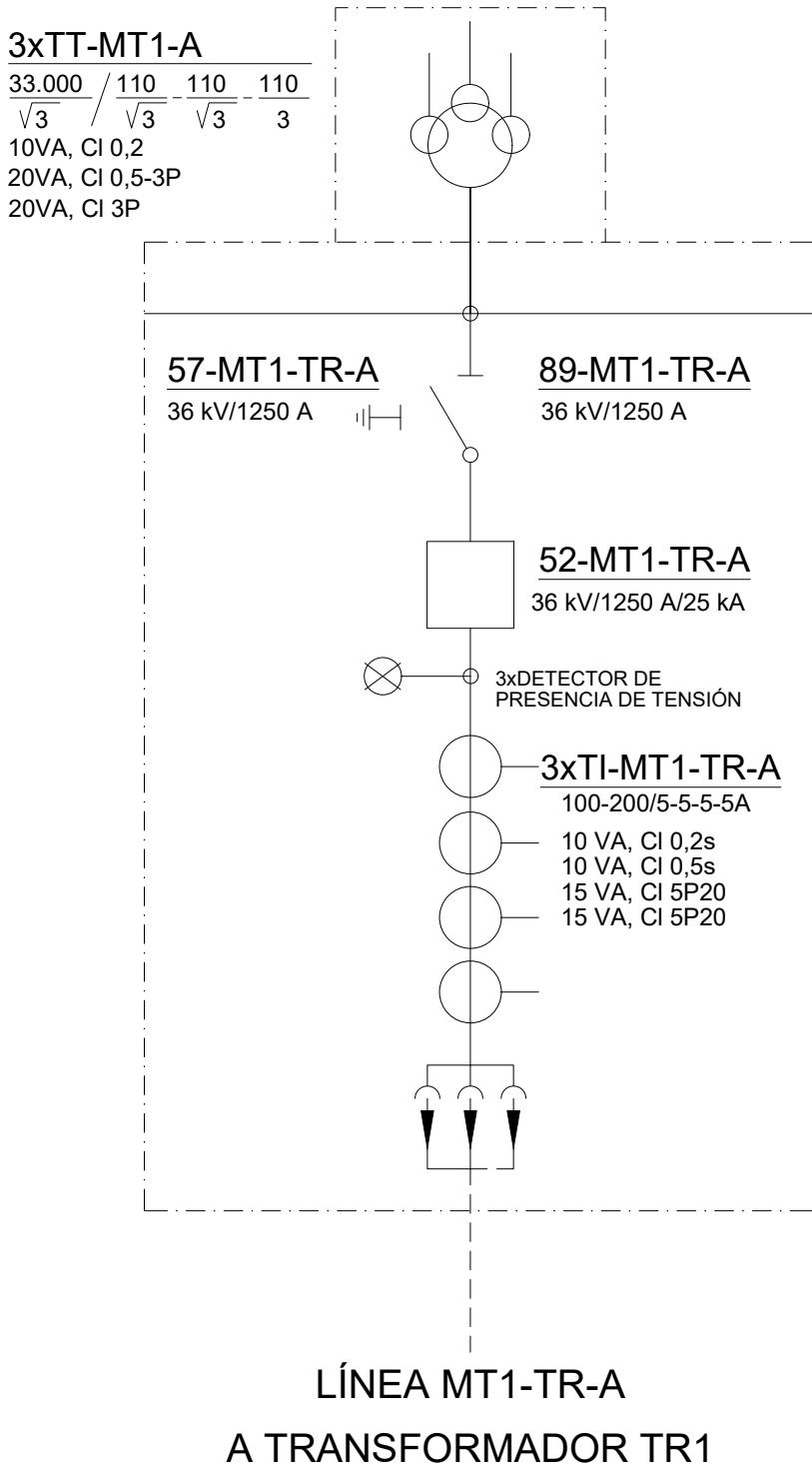
Este documento es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Autor.




LOCALIZACIÓN:



00	08/09/2021	Primera emisión	ATA	AM	MT	AMH
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
Cliente:			Ingeniería:			
Proyecto:			Unifila MT			
Proyecto FV Solar Airport 50 MW			Planos Eléctricos			
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Autor.			Escala:		Plano nº.:	
			Tamaño:		Hojas:	Hoja nº.:
			A3		1	1
					Número de Proyecto:	
					12985	




**LOCALIZACIÓN:**



Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado
00	08/09/2021	Primera emisión	ATA	AM	MT	AMH

Ciente: Solar Airport PV, S.L.

Proyecto: Proyecto FV Solar Airport 50 MW

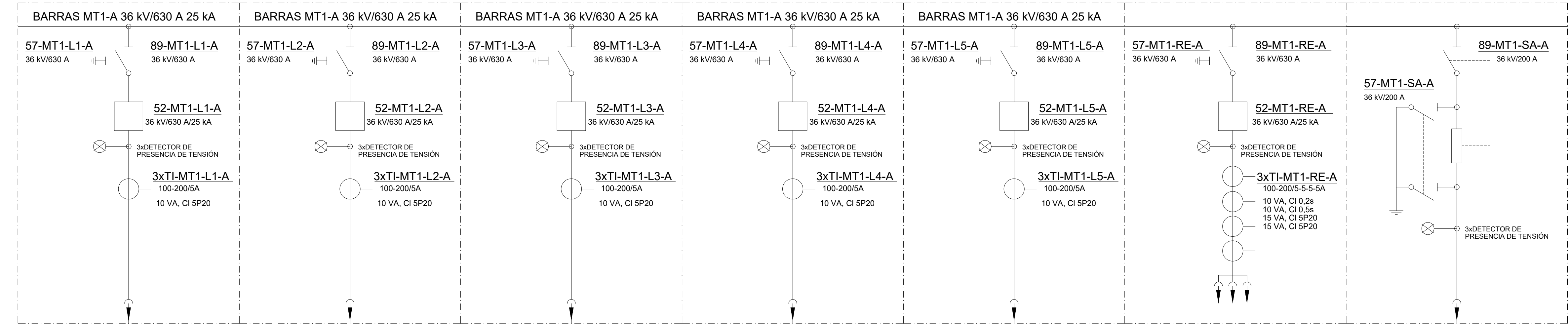
Ingeniería: 

Título & Subtítulo: Unifila MT Planos Eléctricos

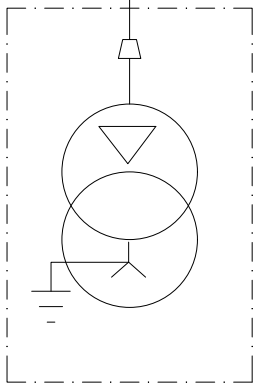
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Autor.

Escala: Plano nº.:  
Hojas: 1 Hoja nº.: 1  
Tamaño: A3 Número de Proyecto: 12985





RESERVA



TRAFO MT1-SA-A  
30/0.410kV +/-2.5% +/- 5%  
100 kVA AN  
Ucc=4 %  
Dyn11

LOCALIZACIÓN:



00	08/09/2021	Primera emisión	ATA	AM	MT	AMH		
Versión	Fecha	Descripción	Emitido	Dibujado	Revisado	Aprobado		
Cliente:			Ingeniería:					
Solar Airport PV, S.L.								
Proyecto:			Unifila MT					
Proyecto FV Solar Airport 50 MW			Planos Eléctricos					
Este plano es propiedad de Astrom Technical Advisors, S.L. No se puede reproducir, copiar, prestar, ceder o usar bajo ninguna circunstancia sin el previo consentimiento escrito del Autor.			Escala:		Plano nº.:			
			Tamaño:  A3		Hojas: 1		Hoja nº.: 1	
					Número de Proyecto: 12985			













SOLAR AIRPORT

SOLAR AIRPORT PV

Autor: ROBERTO MELGAREJO MARTINEZ DE AVELLANOSA

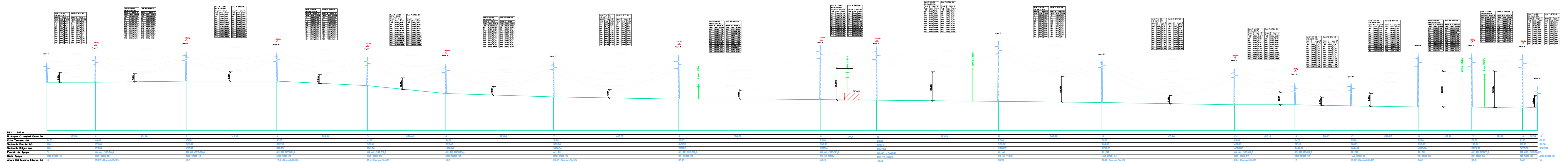
Promotor: SOLAR AIRPORT PV S.L.

Plano: L.A.A.T. SOLAR AIRPORT PV









## 5. PRESUPUESTO

## ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Plan de Configuración FV			Solar Airport
Elementos	Parámetros	Unidades	
Módulos	Modelo y fabricante	-	JKMS75-7RL4-V
	Tecnología	-	Monofacial
	Peak Power	Wp	575
	Longitud del módulo	m	2,411
	Ancho del módulo	m	1,134
	Área del módulo	m²	2,73
	Vmpp	V	44,00
	Imp	A	13,07
Seguidores	Type	-	Seguidor 1-eje N-S
	Modelo y empresa fabricante	-	Soltec SF7
	Configuración	-	2V x 28
	Strings/estructura	Qty.	2,00
	Modules/estructura	Qty.	56,00
	Altura (m)	m	2,50
	Tracker Central Gap 2P	m	0,01
	#Modules/strings	Qty.	28
	Longitud del seguidor	m	32,77
	Anchura del seguidor	m	4,83
	Tipo	-	Inversor Central
Inversores	Modelo y fabricante	-	Ingeteam 1665TL B640
	Inversor AC power 50°C	kVA	1,496,00
	<b>Inversor AC power 30°C</b>	<b>kVA</b>	<b>1,663,00</b>
	Estación MV@30°C	kVA	4,989,00
Parámetros de diseño	Potencia pico	MWp	57,00
	Límite de potencia AC	MVA	50,00
	Área emparcelada	m²	894.050,0
	Área disponible (solo módulos)	m²	671.255,0
Plan de configuración FV	#Módulos	Qty.	99.120
	#Estructuras	Qty.	1.770
	Capacidad máxima @ inversores	MWn	50,00
	<b>#Inversores</b>	<b>Qty.</b>	<b>30</b>
	#Strings	Qty.	3.540
	#Modules/strings	Qty.	28
	<b>GCR</b>	<b>%</b>	<b>57,18</b>
	Pitch	m	8,45
	Ratio DC/AC (@ Inverter)	-	<b>1,14</b>
	Potencia AC @30°C	MWn	49,89
	Potencia pico	MWp	56,99
	Power Blocks	Qty.	<b>10,0</b>
	#Modules	Qty.	9.912
	#Estructuras	Qty.	177
	#Inversores	Qty.	3
Reference Power Block	#Strings	Qty.	354
	Potencia AC @40°C	MVA	4,99
	Potencia Pico	MWp	5,70
	Block Area	ha	NA
	BT (CC) cables	-	Enterrada desde los seguidores al inversor
	conexión de Strings	-	Adheridas a las estructuras solares
Other parameters	Área fotovoltaica (solo módulos FV)	%	75,1%

## PRESUPUESTO NECESARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA Y SUBESTACIÓN

Coste de servicios			Prices				Solar Airport		
Actividad	Tarea	Sub-tarea	Suministro	Mano de obra	Precio de sub-tarea total	Unidades	BoQ	Total BoQ	Precio total (€)
Equipamiento principal	Estructura	Suministro de estructura (fijo)			0,0700	€/Wp			
		Instalación de la estructura (fijo)			0,0200	€/Wp			
		Suministro de estructura (1-eje, 3H)			0,0834	€/Wp			
		Instalación de estructura (1-eje, 3H)			0,0286	€/Wp			
		Suministro de estructura (1-eje, 2V)			0,0966	€/Wp		56.994.000,00	5.163.656,40
		Instalación de estructura (1-eje, 2V)			0,0249	€/Wp			
		Suministro de estructura (1-eje, 1V)			0,0815	€/Wp		56.994.000,00	1.419.150,60
	Módulo	Instalación de estructuras (1-eje, 1V)			0,0286	€/Wp			
		Suministro de estructura (2-ejes)			0,1800	€/Wp			
		Instalación de estructura (2-ejes)			0,0500	€/Wp			
		Suministro módulo monofacial			0,2300	€/Wp		56.994.000,00	13.108.620,00
	Inversor	Suministro módulo bifacial			0,2040	€/Wp			
		Instalación del módulo			0,0073	€/Wp			
		Suministro de inversores (Central)			0,0463	€/Wac		49.890.000,00	2.310.528,10
		Instalación inversores (Central)			0,0004	€/Wac		49.890.000,00	19.956,00
		Suministro inversores (String)			0,0460	€/Wac		-	-
		Instalación de inversores (String)			0,0005	€/Wac		-	-
Obra civil	Movimientos de tierra	Excavaciones	Empresa generadora de electricidad a partir de biomasa se encarga sin coste adicional (aprovecha el cultivo actual de la finca a modo de pago)						-
		Nivelado							-
	Drenajes		35,00		35,00	€/m		2.030,00	71.050,00
	Viales internos		120,00		120,00	€/m		2.030,00	243.600,00
	Camino perimetral		60,00		60,00	€/m		8.542,00	512.520,00
	Pasos, puertas de acceso	Zanjas BT	20,00		20,00	€/m	850,00	8.500,00	170.000,00
		Zanjas MT	25,00		25,00	€/m		3.559,00	88.975,00
		Otras zanjas (tierra,...)	15,00		15,00	€/m		9.175,00	137.625,00
	Cimentación para la estación inversora transformadora		10.000,00		10.000,00	€/unit	1,00	10,00	100.000,00
	Trackers. Pilares.								-
Materiales		Hincado			30,00	Unit		12.390,00	371.700,00
		Pre-taladrado e hincado			50,00	Unit		-	-
		Micropilares			75,00	Unit		-	-
	Vallado		25,00	15,00	40,00	€/m		9.175,00	367.000,00
		Alumbrado y cámaras de seguridad	30,00	10,00	40,00	€/m		26,00	1.040,00
	Puertas		2.500,00	500,00	3.000,00	€/unit		5,00	15.000,00
Instalación eléctrica	Cables	Cable solar (1,5kV)	0,60	0,70	1,30	€/m	19.450,00	194.500,00	252.850,00
		CC cables. 70 mm2. 1,5kV	3,00	1,50	4,50	€/m		-	-
		CC cables. 95 mm2. 1,5kV	4,00	1,50	5,50	€/m		-	-
		CC cables. 150 mm2. 1,5kV	5,00	1,50	6,50	€/m		-	-
		CC cables. 240 mm2. 1,5kV	6,00	1,80	7,80	€/m		-	-
		CC cables. 300 mm2. 1,5kV	7,00	2,00	9,00	€/m	3.980,00	39.800,00	358.200,00
		CC cables. 400 mm2. 1,5kV	8,00	2,25	10,25	€/m		-	-
		BT CC cable. 1x240 mm2 0,6/1kV	9,00	1,80	10,80	€/m		-	-
		MT Cable 30kV 240 mm2	8,83	2,70	11,53	€/m		3.420,00	39.429,21
		MT Cable 30kV 400 mm2	10,46	3,86	14,32	€/m		11.637,00	166.592,10
		FO cable. 50/125 MM	25,00	1,50	26,50	€/m		3.559,00	94.313,50
		Tierras cables (35 and/or 50mm2)	6,00	1,50	7,50	€/m		12.059,00	90.442,50
		unidad de conversión de cables de tierra (35 and/or 50mm2)	6,00	1,50	7,50	€/m	150,00	1.500,00	11.250,00
		Cable de tierra aislado (16mm2)	2,75	1,70	4,45	€/m		885,00	3.938,25
		Solar cables (1,5kV)	3,00	0,50	3,50	€/unit		-	-
	Conexiones de cables	CC cables (1,5kV)	2,00	0,50	2,50	€/unit		-	-
		MT cables. Terminales kits (33kV)	150,00	170,00	320,00	€/unit		-	-
		FO cable. 50/125 MM	2,00	100,00	102,00	€/unit		-	-
		Tierra cables	1,50	0,50	2,00	€/unit		-	-
	Cajas de conexión		1.000,00	150,00	1.150,00	€/unit	30,00	300,00	345.000,00
	Cableado no enterrado (200mm de sección)		20,00	5,00	25,00	€/m		-	-
	Conectores de CC (hasta 400 mm2) / 4 salidas		45,00	0,50	45,50	€/unit		-	-

UDS.	DESCRIPCIÓN	Precio unitario	Importe
ESTACIÓN TRANSFORMADORA 132 KV / 30 KV			
1.- EQUIPOS ELÉCTRICOS			
1.1.- TRANSFORMADORES DE POTENCIA			
1	Transformador 132/30 kV 50MVA con regulación de carga	350.000,00 €	350.000,00 €
1	Reactancias puestas a tierra	8.500,00 €	8.500,00 €
1.2.- EQUIPOS ELÉCTRICOS 132 KV			
1	Uds. Suministro y montaje de Interruptor de potencia trifásico 132 kV	3.000,00 €	3.000,00 €
1	Uds. Suministro y montaje de Seccionador tripolar con PAT 132 kV	6.500,00 €	6.500,00 €
3	Uds. Suministro y montaje de Transformadores de tensión	4.000,00 €	12.000,00 €
3	Uds. Suministro y montaje de Transformadores de Intensidad	4.500,00 €	13.500,00 €
6	Uds. Suministro y montaje de Pararrayos- autoválvulas 132 kV	2.000,00 €	12.000,00 €
1.3.- EQUIPOS ELÉCTRICOS 30 Kv			
4	Cabinas de líneas	21.700,00 €	86.800,00 €
1	Cabina de medida	23.200,00 €	23.200,00 €
1	Cabinas de transformador de potencia	25.500,00 €	25.500,00 €
1	Cabina de trafa servicios auxiliares	19.000,00 €	19.000,00 €
1.4.- EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES			
1	Transformador de servicios auxiliares 30/0,4 kV - 100 kVA	6.000,00 €	6.000,00 €
1	Cuadro general de Corriente Alterna	6.000,00 €	6.000,00 €
1	Rectificador - Baterías 125 Vcc - 100 Ah	9.000,00 €	9.000,00 €
1	Cuadro general de Corriente Continua	5.300,00 €	5.300,00 €
1	Equipos Facturación Energía (Contador)	4.600,00 €	4.600,00 €
1.5.- EQUIPOS DE CONTROL Y PROTECCIONES			
1	Sistema integrado de control y protecciones	34.000,00 €	34.000,00 €
1	Bastidor protecciones 132 MT	17.500,00 €	17.500,00 €
1	Telecomunicaciones	6.500,00 €	6.500,00 €
2.- OBRA CIVIL Y ESTRUCTURA METÁLICA			
1	Movientos de tierra	130.000,00 €	130.000,00 €
1	Zanjas	4.500,00 €	4.500,00 €
1	Cimentaciones	54.700,00 €	54.700,00 €
1	Urbanización y Edificios	120.000,00 €	120.000,00 €
1	Estructura Metálica	20.000,00 €	20.000,00 €
1	Red de tierras	10.000,00 €	10.000,00 €
3.- MONTAJE ELECTROMECAÁNICO			
1	Embarrados y cables	35.000,00 €	35.000,00 €
1	Aparellaje	23.000,00 €	23.000,00 €
1	Control y Protecciones	8.000,00 €	8.000,00 €
1	Alumbrado	8.300,00 €	8.300,00 €
1	Pruebas	8.400,00 €	8.400,00 €
4.- SEGURIDAD Y SALUD			
1	Protecciones, señalizaciones	3.800,00 €	3.800,00 €
5.- INGENIERÍA Y LEGALIZACIÓN			
1	Proyecto de detalle y dirección facultativa	10.000,00 €	10.000,00 €
TOTAL PRESUPUESTO			1.411.330€

## Valores Totales para Planta FV + SET

		Solar Airport
Producción de Energía (MWh)		113.216,00
COSTE TOTAL (€)		27.289.830,85
CAPEX (€/Wp)		0,479



## PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
<b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>				
- Casco de seguridad				
- Pantalla de seguridad para soldadura				
- Mandil de cuero para soldador				
- Par manguitos soldador				
- Guantes para soldador				
- Polainas para soldador				
- Gafas antipolvo y antipolvo				
- Mono de trabajo				
- Impermeable				
- Cinturón anticaídas				
- Cinturón antivibratorio				
- Muñequera antibriviatoria				
- Par guantes goma finos				
- Guantes dieléctricos				
- Guantes de uso general				
- Chaleco reflectante				
- Cinturón seguridad				
- Botas de agua caña alta				
- Par botas impermeables				
- Par botas seguridad lona				
- Par botas dieléctricas				
- Bolsa portaherramientas				
<b>TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>				<b>8.493,35 €</b>
<b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				
- Topes para camiones				
- Cinta de balizamiento colocada				
- Valla normalizada				
- Señales normalizadas				
- Cable de seguridad de cinturón de seguridad				
- Extintor polvo polivalente 6 kg				
- Revisión anual extintor				
<b>TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>6.265,84 €</b>

INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				
- Alquiler caseta comedor				
- Alquiler caseta prefabricada vestuarios				
- Alquiler caseta aseos				
- Banco madera 5 personas				
- Taquillas <del>metálicas</del> individual				
- Recipiente recogida basura				
- Mesa comedor para 10 personas				
- Jabonera con dosificador				
- Mano de obra empleada limpieza				
- Material de limpieza				
- <del>Calientacomidas</del>				
- Inodoro instalado				
- Lavabo instalado				
- Espejo instalado en aseos				
- Toallero				
- Calentador de agua de 50 litros instalado				
- Linterna de mano				
- Lámpara portátil				
- Servicio de abastecimiento periódico de agua potable				
- Servicio de recogida periódica de aguas fecales				
- Suministro eléctrico casetas de servicios				
<b>TOTAL PROTECCIONES INSTALACIONES</b>				<b>55.572,20 €</b>
SERVICIOS DE PREVENCIÓN				
- Botiquín				
- Reposición material botiquín				
- Reconocimiento médico anual obligatorio para el personal				
- Reunión mensual de seguridad				
- Hora de Técnico de Seguridad e Higiene				
- Formación de Seguridad y Salud				
<b>TOTAL SERVICIOS DE PREVENCIÓN</b>				<b>23.364,01 €</b>
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>				<b>94.580€</b>

## PRESUPUESTO L.A.A.T.

Presupuesto L.A.A.T.			
Coste apoyos			
<u>Nº Apoyo</u>	<u>Denominación</u>	<u>Peso (Kg)</u>	<u>Importe (€)</u>
1	AGR-21000-10	3169	6.338 €
2	HAR-9000-18	2822	5.644 €
3	AGR-12000-18	3498	6.996 €
4	HAR-9000-20	3116	6.232 €
5	HAR-9000-20	3116	6.232 €
6	AGR-18000-18	4603	9.206 €
7	HAR-2500-27	2428	4.856 €
8	CO-27000-27	9831	19.662 €
9	CO-27000-12	5470	10.940 €
10	CO-9000-36	8274	16.548 €
11	CO-9000-ESP.	0	
12	HAR-2500-34	3099	6.198 €
13	HAR-9000-27	4340	8.680 €
14	AGR-12000-12	2563	5.126 €
15	HAR-2500-15	1616	3.232 €
16	HAR-2500-24	2306	4.612 €
17	CO-9000-36	8205	16.410 €
18	CO-9000-36	8274	16.548 €
19	AGR-21000-10	3169	6.338 €
Total apoyos:			159.798 €
Coste cimentaciones			
<u>Nº Apoyo</u>	<u>Tipo de cimentación</u>	<u>Volumen hormigón (m<sup>3</sup>)</u>	<u>Importe (€)</u>
1	Cuatro patas	23,59	1.486 €
2	Monobloque	13,13	827 €
3	Cuatro patas	13,44	847 €
4	Monobloque	14,24	897 €
5	Monobloque	14,24	897 €
6	Cuatro patas	21,42	1.349 €
7	Monobloque	10,44	658 €
8	Cuatro patas	27,94	1.760 €
9	Cuatro patas	23,09	1.455 €
10	Cuatro patas	10,11	637 €
11	Cuatro patas		
12	Monobloque	13,64	859 €
13	Monobloque	19,29	1.215 €
14	Cuatro patas	13,24	834 €
15	Monobloque	6,19	390 €
16	Monobloque	9,78	616 €
17	Cuatro patas	10,11	637 €
18	Cuatro patas	10,11	637 €
19	Cuatro patas	23,59	1.486 €
Total cimentaciones:			17.487 €
Coste conductores			
<u>Conductor</u>	<u>Tipo</u>	<u>Longitud (Km)</u>	<u>Importe (€)</u>
Conductor de fase	LA-280	15,92	73.414 €
Conductor de protección	OPGW-130	5,31	18.386 €
Total conductor:			91.800 €
Coste aisladores			
<u>Elemento</u>	<u>Tipo</u>	<u>Unidades (Ud.)</u>	<u>Importe (€)</u>
Aislador cadena amarre	U100BS	840	12.096 €
Aislador cadena suspensión	U100BS	120	1.728 €
Total aisladores:			13.824 €
Coste mano de obra			
<u>Finalidad</u>	<u>Unidades (Ud.)</u>		<u>Importe (€)</u>
Montaje, armado e izado de apoyos	79.899 Kg.		71.909 €
Excavación y hormigonado	277 m3		49.802 €
Tendido, tensado y engrapado del conductor de fase	15,92 Km.		95.520 €
Tendido, tensado y engrapado del conductor de protección	5,31 Km.		21.771 €
Total mano de obra:			239.002 €
TOTAL PRESUPUESTO:			521.911 €





## 5. ANEXOS

- ANEXO N°1: SUBESTACIÓN ELEVADORA SET SOLAR AIRPORT 132/30KV.
- ANEXO N°2: ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA CON PV SIST.
- ANEXO N°3: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 KV SOLAR AIRPORT PV.
- ANEXO N°4: FICHAS TÉCNICAS.
- ANEXO N°5: MEMORIA DE CÁLCULOS.
- ANEXO N°6: ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEXO N°7: ESTUDIO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN APLICABLES AL PROYECTO.
- ANEXO N°8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACIÓN ÍNTEGRA DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
- ANEXO N°9: PLAN BÁSICO DE CONTROL DE CALIDAD.
- ANEXO N°10: ESTUDIO HIDROLÓGICO ARROYO EL CIERVO
- ANEXO N°11: ESTUDIO HIDROLÓGICO ARROYO ALAMEDILLA BAJA
- ANEXO N° 12: PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV.
- ANEXO N°13: PROYECTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEXO N°14: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

# ANEXO N°1: SUBESTACIÓN ELEVADORA SET SOLAR AIRPORT 132/30KV





## PROYECTO CONSTRUCTIVO DE “PLANTA FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV”

## ÍNDICE

<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETO .....	1
1.2 ALCANCE DE LAS INSTALACIONES.....	1
1.3 EMPLAZAMIENTO .....	1
1.4 NORMATIVA LEGAL.....	2
<b>2. SUBESTACIÓN 132/30 KV.....</b>	<b>5</b>
2.1 CONFIGURACIÓN.....	5
2.1.1 Parque 132 Kv.....	5
2.1.2 Parque de 30Kv .....	6
2.1.3 Transformación.....	7
2.1.4 Sistema de control y protecciones.....	7
2.1.5 Sistema de medida .....	7
2.1.6 Sistema de servicios auxiliares.....	7
2.1.7 Sistema de comunicaciones.....	8
2.1.8 Sistema de puesta a tierra .....	8
2.2 OBRAS CIVILES, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	9
2.2.1 Obras civiles parque intemperie.....	9
2.2.2 Edificio .....	14
2.2.3 Estructura Metálica.....	21
2.3 PARQUE DE 132 KV .....	22
2.3.1 Descripción.....	22
2.3.2 Parámetros básicos de diseño .....	22
2.3.3 Características de diseño de los componentes del sistema de 132 kV y transformación. Disposición física. 23	
2.4 PARQUE DE 30 KV.....	27
2.4.1 Descripción.....	27
2.4.2 Características de los componentes posiciones 30 KV .....	30
2.4.3 Conductores.....	31
2.5 TRANSFORMACIÓN.....	32
2.5.1 Descripción.....	32
2.5.2 Características de los componentes .....	33
2.5.3 Sistema de control.....	34
2.5.4 Tecnología.....	34
2.5.5 Funciones.....	35
2.5.6 Funciones principales de las UCS .....	35
2.5.7 Funciones principales de las UCP.....	35
2.5.8 Disposición constructiva.....	35
2.6 SISTEMA DE PROTECCIONES.....	36
2.6.1 Línea + Trafo 132 kV.....	36
2.6.2 Líneas de MT.....	37
2.7 SISTEMA DE MEDIDA PARA FACTURACIÓN.....	37
2.8 SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES .....	38
2.8.1 Servicios auxiliares de C.A.....	38
2.8.2 Servicios auxiliares de C.C. ....	39
2.9 TELECOMUNICACIONES.....	40
2.9.1 Telecomunicaciones para telecontrol.....	40
2.9.2 Telecomunicaciones para proyecciones.....	41

## SUBESTACIÓN ELEVADORA

## SET SOLAR AIRPORT 132/30KV

2.10 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	41
2.10.1 Red interior inferior.....	41
2.10.2 Red de tierra aérea .....	43
2.10 SISTEMA DE ALUMBRADO .....	43
2.11.1 Alumbrado exterior .....	43
2.11.2 Alumbrado interior.....	43
2.11.3 Alumbrado de emergencia.....	43
2.12 SISTEMA DE SEGURIDAD.....	44
2.12.1 Protección contra incendios.....	44
2.12.2 Protección contra intrusismo.....	44
2.13 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS.....	44
2.13.1 Justificación del apartado 4.7 de la ITC-RAT-14 .....	44
2.13.2 Condiciones de diseño .....	46
<b>3. CÁLCULOS DE LA SUBESTACIÓN 132/30 KV .....</b>	<b>51</b>
3.1. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES .....	51
3.1.1. Cálculos eléctricos de conductores.....	51
3.2. CÁLCULO DE LA DER DE PUESTA A TIERRA.....	54
3.2.1. Cálculos de Red de Tierras. Datos de partida del diseño .....	54
3.2.2. Cálculo de la resistencia de la malla.....	55
3.2.3. Impedancia equivalente de los cables de tierra (línea 66 kV).....	55
3.2.4. Cálculo de la resistencia total de la P.A.T .....	55
3.2.5. Cálculo de la corriente de puesta a tierra.....	55
3.2.6. Cálculo de la tensión de malla.....	56
3.2.7. Cálculo del conductor .....	56
3.2.8. Tensiones de contacto y paso .....	57
3.2.9. Tensiones de contacto de referencia.....	57
<b>4. CRONOGRAMA .....</b>	<b>59</b>
<b>5. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>60</b>



## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1 OBJETO

El objeto del presente proyecto básico es realizar el estudio técnico necesario para la tramitación de los permisos necesarios, como la Autorización Administrativa Previa, de una Estación Transformadora 132/30 KV de 50 MVA para la evacuación de energía de la Planta Solar Fotovoltaica “Solar Airport”, situada en el Término Municipal de La Rinconada, provincia de Sevilla.

La instalación proyectada será propiedad del peticionario; no será cedida a Endesa Distribución Eléctrica.

La nueva Subestación eléctrica proyectada conectará a través de una nueva línea aérea de 132 kV, propiedad del peticionario, con la Subestación eléctrica existente denominada “SET Aeropuerto”, en parque de 132 KV.

Así mismo, se desea exponer ante los Organismos Competentes que la misma reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

### 1.2 ALCANCE DE LAS INSTALACIONES

El alcance del presente proyecto básico contempla las siguientes instalaciones:

- Nueva Estación Transformadora 132/30 KV 50 MVA denominada “Solar Airport”.

### 1.3 EMPLAZAMIENTO

La nueva subestación de la planta solar estará situada en el polígono 6, parcela 1 del Término municipal de La Rinconada (Referencia catastral 41081A006000010000DU).

#### 1.4 NORMATIVA LEGAL

En la realización de este proyecto básico se ha tenido presente toda la reglamentación vigente, en especial cada una de las especificaciones contenidas en:

- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión (R.L.A.T.) y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico de Baja tensión según RD 842/2002 de 2 de Agosto de 2002
- Resolución de 5 de mayo de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por las que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía. BOJA núm. 109 de 7 de junio de 2005.
- Recomendaciones UNESA.

- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Legislación vigente en materia de Prevención de Riesgos Laborales: Ley 31/1995 8.11.95/BOE269 y Reales Decretos sucesivos que desarrollan la ley.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad frente al riesgo eléctrico.



- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- Ley 2/89, de 18 de Julio, Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.
- Ley 2/95, de 1 de Junio (BOJA 28/12/95) modificación de la 2/89.
- Decreto 178/2006, de 10 de Octubre (BOJA 209, 27/10/2006), de la Junta de Andalucía, de PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- DECRETO 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- DECRETO 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas Normas Regulatoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.

## 2. SUBESTACIÓN 132/30 KV

### 2.1 CONFIGURACIÓN


La Subestación estará constituida por:

- Parque de 132 kV .
- Parque de 30 kV .
- Transformación
- Sistema de Control y Protecciones
- Sistema de Medida para la facturación
- Sistema de Servicios Auxiliares
- Sistema de Telecomunicaciones
- Sistema de Puesta a tierra
- Sistema de Seguridad

#### 2.1.1 PARQUE 132 KV

Tipo:	Exterior Convencional
Esquema:	Simple barra
Alcance:	1 posición de línea + trafo (compartiendo aparamenta)

### 2.1.2 PARQUE DE 30KV

Tipo:	Cabinas interior blindadas aisladas en gas SF6
Esquema:	Simple barra
Alcance:	1 posición de transformador de potencia
	3 posiciones de línea + 1 posición de reserva
	1 posición de transformador de servicios auxiliares
	1 posición de medida



### 2.1.3 TRANSFORMACIÓN

Estará constituida por:

- 1 Transformador 132/30 kV 50 MVA, con regulación en carga.
- 1 Reactancia de puesta a tierra

### 2.1.4 SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES

Se instalará un sistema integrado de control y protecciones (SICP) que integrará las funciones de control local, protecciones y telecontrol.

### 2.1.5 SISTEMA DE MEDIDA

La medida para facturación se realizará en la red de 132 kV. Compuesto por un punto de medida principal y otro redundante. Instalados ambos en el extremo de la nueva subestación. Conforme al reglamento de puntos de medida (RPM).

### 2.1.6 SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

Estará constituido por:

- 1 Transformador 30/0,4kV de 400 KVA.
- 1 Cuadro General de Corriente Alterna (CGCA)
- 1 Rectificador batería 125 V. c.c., con capacidad para 8 horas de funcionamiento de los suministros esenciales.

- 1 Cuadro General de Corriente Continua (CGCC)

#### 2.1.7 SISTEMA DE COMUNICACIONES

La telecomunicación se realizará mediante fibra óptica de tecnología monomodo.

#### 2.1.8 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se dimensionará de acuerdo con los siguientes datos:

- |                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| • Intensidad de defecto a tierra | 7,2 kA   |
| • Duración del defecto           | 0.5 seg. |
| • Tipo de electrodo              | Malla    |
| • Material del conductor         | Cobre    |

Las tensiones de paso estarán por debajo de valores admitidos en la ITC-RAT 13.

##### *2.1.8.1 Puesta a tierra superior*

Formada por 1 pararrayos unipolar instalado sobre las columnas de 132 kV.

##### *2.1.8.2 Sistema de seguridad*

Formado por protección contra-incendios y anti-intrusismo.

##### *2.1.8.3 Cantidad de SF6 presente en la subestación*

Parque de 132 KV = 10 Kg.

Parque de 30 KV = 1,5 Kg

Total cantidad de SF6 presente en la subestación = 11,5 Kg.

## 2.2 OBRAS CIVILES, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS METÁLICAS

### 2.2.1 OBRAS CIVILES PARQUE INTEMPERIE

#### 2.2.1.1 *Acondicionamiento del terreno*

Se explanará el terreno, llevándose a cabo el desbroce y retirada de la tierra vegetal, que se acopiará en obra para su extendido final en las zonas libres exteriores, procediéndose posteriormente a la realización de trabajos de excavación y relleno compactado en las correspondientes zonas hasta la referida cota de explanación. Las zonas libres interiores de la explanada se terminarán con una capa de grava de 10 cm de espesor. La transición de la explanada con el terreno natural se resolverá mediante taludes.

#### 2.2.1.2 *Cimentaciones para soportes metálicos y pórticos*

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparamenta de intemperie y pórticos serán de tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones del hormigón) y llevarán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2a fase de hormigonado).

Las fundaciones se proyectarán de acuerdo con la naturaleza del terreno. El método de cálculo empleado será el de Sulzberger que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno.



No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación, cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco.

El coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5.

#### *2.2.1.3 Saneamientos y drenajes*

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado.

En la explanación del terreno se preverán unas ligeras pendientes, no inferior el 0,5%, conformando distintas cuencas hacia las zanjas de cables.

La conexión de los bajantes de los edificios se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada.

Se incorporará una cuneta entre el borde del camino de acceso a la Subestación para canalizar el agua hacia la recogida general de la zona.

El desagüe de las aguas pluviales se realizará mediante esta red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas al terreno.

#### *2.2.1.4 Vallado perimetral*

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar las instalaciones de la subestación estará formado por una malla metálica rematada en su parte superior con alambre de espino, fijado todo sobre postes metálicos de 48,3 mm, colocados

cada 2,50 m. La sujeción de los postes al suelo se realizará mediante dados de hormigón, rematándose el espacio entre dados con un bordillo prefabricado.

El cerramiento así constituido tendrá una altura de 2,30 m sobre el terreno, cumpliendo la mínima reglamentaria establecida en 2,20 m. Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas, una peatonal de una hoja y 1 m de anchura y otra para el acceso de vehículos de dos hojas y 6 m de anchura.

El edificio de la subestación se ubicará de tal forma que un costado sustituya a este vallado, siendo el propio muro cerramiento externo. En esta parte se habilitará una puerta de entrada al almacén interior.

Alrededor de todo este vallado se extenderá una capa de grava de 10 cm de espesor y 1 m de anchura, con objeto de limitar la resistencia del terreno y asegurar las tensiones de paso y contacto a toda persona aun cuando esté ubicada en el exterior.

#### *2.2.1.5 Conducciones de cables de control y potencia*

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia se construirá una red de canales para cables prefabricados y zanjas enterradas, respectivamente.

En los cruces con los viales se utilizarán unos pasatubos reforzados.

El conjunto de los canales de cables de control será de hormigón armado o prefabricados tipo BREINCO o AVE.

### 2.2.1.5 *Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite*

Para la cimentación y movimiento del transformador se realizará una bancada de raíles para facilitar su desplazamiento.

Esta bancada realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador y, por lo tanto, estará unida al depósito general de recogida de aceite mediante tubos de fibrocemento.

La bancada del transformador se diseñará como una viga elástica apoyada en el terreno y con una carga uniformemente repartida igual a la presión que ejerce sobre el terreno toda la fundación con una acción 1,25 veces el peso del transformador más el peso propio.

El depósito de recogida de aceite, conectado con la bancada del transformador, estará constituido por muretes de hormigón armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado y bovedilla cerámica.

La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de dieléctrico del transformador, mayorada en previsión de entrada de agua.

En nuestro caso, tenemos un transformador con un volumen de aceite de 13,425 m<sup>3</sup>.

El depósito de aceite tendrá una capacidad de 16,147 m<sup>3</sup>, por lo que dispondrá de una capacidad de reserva del 20%.



### 2.2.1.6 *Urbanizados de la zona y viales*

Se ha proyectado el acceso a la subestación a través de un tramo de firme rígido a construir desde el camino limítrofe con la parcela hasta la explanada que ocupará la subestación.

Los viales interiores serán de firme rígido de 15 cm de hormigón HA-200 sobre una base de zahorra compactada. El ancho de los mismos será de 5 metros. Los materiales a utilizar cumplirán las Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Si bien no existe una normativa específica de obligado cumplimiento para este tipo de viales, para su diseño se seguirán las Recomendaciones para el Proyecto y Diseño del Viario Urbano del Ministerio de Fomento.

Se recubrirá una capa de grava de 10 cm de espesor en la superficie de la subestación, con el fin de alcanzar la resistencia eléctrica necesaria del terreno para limitar las tensiones de paso y de contacto, así como mejorará el drenaje y el desplazamiento por el parque.

### 2.2.1.7 *Abastecimiento de agua y evacuación de aguas residuales*

El abastecimiento de agua, que se utilizará exclusivamente para aseo del personal, se realizará a través de un depósito enterrado que será periódicamente rellenado

Las aguas residuales procedente de los aseos se desaguarán a un depósito estanco, teniendo en cuenta la escasa cantidad de este tipo de residuos. Este depósito estaría dotado de señalización de llenado y sería vaciado periódicamente.

### 2.2.2 EDIFICIO

El edificio será del tipo prefabricado de hormigón compuesto por un cerramiento exterior formado por paneles de hormigón armado con malla doble de acero electrosoldada.

La cubierta estará formada de placas de hormigón armado armadas con mallas electrosoldadas, rematadas en su parte superior mediante impermeabilización y en su interior el aislante a base de poliuretano.

Los espesores y armados están considerados para soportar una sobrecarga de 120 kg/m<sup>2</sup> y la acción debida al empuje del viento de 120 km/h (192,2 kg/m<sup>2</sup>).

Se dispondrán las siguientes dependencias:

- Sala de Media Tensión. Donde se dispondrán todas las celdas de 30 kV según planta.
- Sala del Transformador de Servicios auxiliares. Esta sala dispondrá de ventilación natural.
- Sala Servicios Auxiliares y protecciones de la Subestación. Donde se ubicarán los cuadros generales de corriente alterna y continua, el rectificador-batería y distintos armarios de fuerza, alumbrado y climatización de la instalación. También se ubicarán todos los equipos y bastidores que realizan las funciones de control y protecciones de la subestación, además del armario del equipo de facturación. Esta sala dispondrá de equipos de climatización para salvaguardar el correcto funcionamiento del equipamiento electrónico.

- Sala de Baterías, Sala de Gabinetes y Sala de control de la Planta Fotovoltaica. Estas salas dispondrán de equipos de climatización para salvaguardar el correcto funcionamiento del equipamiento electrónico.
- V estuario
- Sala de reuniones y Oficina.
- Cocina.
- Almacén. Servirá para tareas de mantenimiento propias de la planta.

También estará dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termo-velocimétricos y ópticos, y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección. El edificio también estará dotado de sistema de anti-intrusismo con alarma.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Esta central de alarmas será común a ambos sistemas (antiincendios y anti-intrusismo), tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos, y de ella partirá una señal para la señalización local y otra hacia el sistema de comunicaciones.

El sistema de extinción consistirá en un sistema de extintores móviles de 5 Kg. de capacidad de CO2 en el interior del edificio.

Se ha previsto dotar al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios.



El alumbrado normal se llevará cabo mediante armaduras semiestancas equipadas con equipos de fluorescencia en alto factor. Su distribución será empotrada en falso techo en la zona de control, y de forma uniforme evitándose sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación.

En los puntos que así se requiera se dispondrá de un alumbrado localizado que refuerce al general de la instalación.

Los circuitos de alumbrado se alimentarán desde el cuadro de Servicios Auxiliares donde se dispondrán los interruptores magnetotérmicos de protección de los diferentes circuitos, así como los dispositivos de protección diferencial de los mismos.

El edificio estará dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos serán autónomos, de la potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplirán también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

#### 2.2.2.1 Generalidades

Las casetas moduladas mediante paneles prefabricados., y que en adelante denominaremos panelables, son de hormigón armado, vibrado y con aislamiento interior. Estas casetas se fabrican mediante paneles que posteriormente al unirse, forman el conjunto de la caseta.

Estos paneles tienen un espesor de 20 Cms de los cuales 10 Cms corresponden a porexpan embebido entre dos láminas de hormigón armado de 5 cms de espesor. Estos paneles tienen una zona de unos 30 cms de macizado en todo el contorno, para una correcta transmisión de esfuerzos entre las uniones, para obtener un

apoyo sólido del panel y una base adecuada para la sustentación de la pieza que formará la cubierta. Además, tienen nervios intermedios que conectan las láminas de hormigón que cubren el porexpan, permitiendo con ello que el muro actúe como una sección compuesta, aprovechando con ello los beneficios del canto de 20 cms, cosa que, sería imposible sin estos nervios rigidizadores. Más adelante se hablará en profundidad de este asunto.

El aislamiento térmico que llevan los paneles, se realiza colocando en el centro de los paneles, un alma formada por una plancha de material aislante plástico espumado tipo poliestireno o poliuretano que cumpla con la norma UNE 53127 Inflamabilidad de Espumas y Láminas de Plástico, de 10 cms de espesor, de manera que se reduce notablemente el coeficiente de transmisión de calor global.

Las casetas cumplen con la Instrucción EHE, actualmente en vigor y la norma sismorresistente NCSE - 02.

El acabado de los paneles es liso por la cara interior. Este acabado se consigue con una correcta limpieza de las mesas de hormigonado, un adecuado vibrado del hormigón y un emplastecido. El acabado exterior se mejora con un pulido y un emplastecido, y posteriormente se aplica una pintura para exteriores rugosa tipo gotelet, salvo que el cliente indique algo en contra.

### 2.2.2.2 Materiales

#### 2.2.2.2.1 Hormigón

Los paneles se construyen de hormigón armado vibrado, de las siguientes características:

- Resistencia característica:  $f_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$

- Consistencia seca sin aditivos, pudiéndose pasar a blanda con la utilización de fluidificantes.
- Tamaño máximo del árido 12 mm.

#### 2.2.2.2.2 Cemento

El cemento empleado es de tipo PORTLAND, del denominado en la Norma UNE 80-301-95 como CEM I 52,5 R, de Alta Resistencia inicial, con una resistencia mínima a los dos días de 30 N/mm<sup>2</sup> y a los 28 días de 52,5 N/mm<sup>2</sup>.

#### 2.2.2.2.3 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación son tales que permiten garantizar la adecuada resistencia y durabilidad al hormigón.

Como áridos para la fabricación del hormigón, empleamos arenas y gravas lavadas, de machaqueo y de tipo silíceo.

Al menos el 90 % del árido es de tamaño inferior a 12 mm.

#### 2.2.2.2.4 Agua

El agua utilizada cumple con las Instrucción EHE y para su comprobación se realiza un ensayo anual de la misma.

#### 2.2.2.2.5 Armaduras

Los aceros empleados en la construcción de armaduras es acero soldable B-500 SD, de acuerdo con UNE 36092. O mallas electrosoldadas corrugadas de acero B 500T de acuerdo con la Norma UNE 36092 <sup>[1]</sup><sub>SEP</sub>



Las características mecánicas, que deben ser objeto de garantía, son las siguientes:

- Resistencia a tracción  $R_m$  550 N/mm<sup>2</sup>
- Límite elástico,  $R_e$  500 N/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento de rotura  $A_5(\min)$  12%

#### 2.2.2.2.6 Pantalla de Faraday

Las armaduras de los paneles están interconectadas entre ellas en todo el contorno del panel mediante los macizados perimetrales. También se comunican ambas armaduras con los nervios de conexión entre las láminas de la cara interior y la cara exterior. Además de estar los paneles correctamente interconexionados, también lo estará el conjunto de los paneles ya que, tanto las chapas y anclajes a la cimentación, como los angulares que hacen la unión entre paneles, están unidos a las armaduras con lo que se consigue una jaula con las armaduras de los paneles conectadas entre sí, conexas con la cubierta y con la cimentación.

#### 2.2.2.3 Fabricación

##### 2.2.2.3.1 Moldes

Están contruidos apropiadamente y poseen una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, los esfuerzos de fabricación previstos y mantener las dimensiones de la estructura dentro de las tolerancias máximas del 1%.

Los moldes son suficientemente estancos como para poder impedir pérdidas apreciables en la lechada, dado el modo de compactación adoptado.

Todas las superficies están lisas y sin porosidad apreciable. Las superficies interiores de los moldes aparecen siempre limpias en el momento del hormigonado sin restos de pinturas ni ningún otro producto de protección en sus superficies salvo el desencofrante.

Todos los huecos que se hacen en los paneles, se hacen mediante piezas metálicas, asegurando un acabado adecuado para el posterior montaje de la carpintería en ellos.

#### 2.2.2.3.2 Vertido de hormigón

El hormigón se deposita en el molde a una velocidad tal que fluye en todas las direcciones (todas las partes del molde, y que recubre todas las barras) sin segregación de materiales. El porexpan se coloca durante el hormigonado y se ancla a las armaduras para evitar su levantamiento por el empuje ascendente del hormigón.

Para la correcta compactación se utilizan vibradores externos y se colocan los separadores necesarios para asegurar un correcto recubrimiento de las armaduras.

#### 2.2.2.3.3 Curado

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, se asegura el mantenimiento de la humedad, adoptando para ello las medidas necesarias. Tales medidas se prolongan durante el plazo apropiado al tipo, clase y categoría del cemento, la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc.

#### 2.2.2.3.4 Desmoldeo

Los distintos elementos que constituyen los moldes se retiran sin producir sacudidas ni choques en la estructura. Esta operación no se realiza hasta que el

hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desmoldeo.

### 2.2.3 ESTRUCTURA METÁLICA

#### 2.2.3.1 Descripción general

Tanto para el amarre de las líneas como para soportes de aparatos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles angulares de la serie de fabricación normal en este país, con acero A-42b (s/Norma NBE-MV102 vigente) exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma EN/ISO 1461, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm<sup>2</sup>. de superficie galvanizada.

#### 2.2.3.2 Criterios de diseño

Las torres y vigas que sirven de fijación de los conductores de amarre se han dimensionado considerando la acción conjunta de las siguientes cargas:

	AMARRES DE FASES	AMARRE CABLES TIERRA
<i>Longitudinal (kg)</i>	1200	500
<i>Transversal (kg)</i>	600	250
<i>Vertical (kg)</i>	300 + (150)	0

Los soportes de aparatos están diseñados para admitir:

- Peso propio



- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos
- Cargas dinámicas transmitidas por el aparellaje de maniobra
- Acción de un viento de 120 Km/h. de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 Kg/cm<sup>2</sup>.

## 2.3 PARQUE DE 132 KV

### 2.3.1 DESCRIPCIÓN

El parque de 132 kV será intemperie con configuración de estación transformadora de generación y estará formado por:

- 1 Interruptor tripolar 40 kA., 1.250 A.
- 1 Seccionador tripolar con p.a.t. 1.250 A
- 3 Transformador de tensión inductivo 132000:√3 / 110: √3 / 110: √3 / 110:3
- 3 Transformadores de intensidad 200-400/5-5-5-5 A
- 6 Pararrayos unipolares 132 kV 10 kA con contador de descargas

#### 2.3.1.1 Sistema de transformación

Se instalará en intemperie la siguiente unidad de transformación:

- 1 transformador trifásico de 132/30 kV de 50 MVA ONAN con regulación automática en carga
- 1 Resistencia p.a.t. 7,2 ohmios
- 1 Transformador de intensidad del neutro

### 2.3.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO

CARACTERISTICA	UND.	POS. 132 kV.
Tensión nominal	kV.	132
Tens. más elevada para el material	kV.	145
Frecuencia nominal	Hz.	50
Tensión soportada f.i.	kV.	275

Tensión soportada rayo	kV.	650
Conexión del neutro		Resistencia de puesta a tierra del secundario
Línea mínima fuga aisladores	mm.	3625
Intensidad nominal pos. línea	A.	1250
Intensidad nominal pos. transf.	A.	1250
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA.	40
Duración del defecto trifásico	seg.	1
Tensión S.A. c.a..	V	400/230
Tensión S.A. c.c. control y protecciones	V	125
Volumen de aceite	m3	13,42

Nota: La intensidad máxima de defecto trifásico para el sistema de 132 KV, según Normativa de Endesa es de 31,5 KA. No obstante, tras consultas realizadas a la Compañía, teniendo en cuenta el punto de conexión dado, en la Subestación “Fundiciones”, se recomienda emplear aparamenta de 40 KA de intensidad de cortocircuito.

### 2.3.3 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE 132 KV Y TRANSFORMACIÓN. DISPOSICIÓN FÍSICA.

#### 2.3.3.1 Interruptor

Tipo	Interruptor tripolar de potencia de SF6 para instalación en exterior con accionamiento por resortes
Agente aislante y exterior	SF6
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 Hz
Poder de cierre asignado	80 kA
Intensidad de corriente nominal	1250 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Accionamiento	Tripolar
Duración del cortocircuito	3 s
Secuencia de operación	O-0.3 s-CO-3 min-CO
Mando	Motorizado con una bobina de cierre, otra de disparo, relé antibombeo y contactos auxiliares de señalización 7NA + 7NC

### 2.3.3.2 Seccionador

Tipo	Seccionador Tripolar de Exterior con cuchilla de puesta a tierra
Apertura	Central
Montaje	Horizontal
Número de columnas por polo	3 columnas
Tensión asignada	145 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo, a tierra y entre polos	650 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial, a tierra y entre polos	275 kV
Intensidad nominal	1.250 A
Intensidad admisible de corta duración 1 seg.	40 kA
Accionamiento cuchillas principales	Manual
Accionamiento cuchillas de p.a.t.	Manual
Contactos auxiliares	4NA + 10 NC Pos. Abierto-Cerrado 4NA + 10NC Pos. P. a Tierra
Enclavamiento entre mandos del seccionador y PAT	Cerradura tipo HERPE
Aisladores de apoyo	Tipo poste, de porcelana tipo C4-325 de 1813 mm de línea de fuga



### 2.3.3.3 Transformador de intensidad

Tipo	3 Uds. Transformadores de intensidad de servicio exterior para medida y protección de cuatro secundarios
Relación de transformación	200-400/5-5-5-5 A
Primer núcleo	10VA Clase 0,2S
Segundo núcleo	20VA Clase 0,5
Tercer núcleo	30VA Clase 5P30
Cuarto núcleo	30VA Clase 5P30
Frecuencia de la red	50 Hz
Tensión más elevada para el material	145 kV
Intensidad térmica del cortocircuito	40 kA

### 2.3.3.4 Transformador de tensión

Tipo	3 Transformadores de tensión inductivos para servicio exterior, medida y protección
Relación de transformación	132000: $\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$ / 110: $\sqrt{3}$ / 110:3
Primer núcleo	25VA Cl 0.2
Segundo núcleo	25VA Cl 0.5-3P
Tercer núcleo	10VA Cl 6P
Factor de tensión	1.5 Un 30seg
Frecuencia de la red	50 Hz
Tensión más elevada para el material	145kV
Intensidad térmica del cortocircuito	40 kA

### 2.3.3.5 Transformador de potencia

Tipo	Transformador trifásico de servicio exterior, refrigeración ONAN/ONAF
Tensión en vacío lado A.T.:	132 kV
Tensión en vacío lado B.T.:	30 kV
Grupo de conexión	Ynd11
Potencia nominal: (ONAN/ONAF)	50 MVA
Regulación en A.T.	Automática en carga + - 10%
Tensión de cortocircuito (impedancia)	13,50%

### 2.3.3.6 Pararrayos

Tipo	Tres (3) pararrayos de óxido de zinc para servicio exterior
Corriente nominal de descarga	10 kA
Tensión nominal	132 kV
Conexión	Fase-tierra
Accesorios	Contador de descargas y zócalo aislante

### 2.3.3.7 Resistencia de puesta a tierra

Tipo	Monofásica para servicio exterior
Valor de la resistencia	7.2 $\Omega$
Corriente a tierra en permanencia	500 A
Duración del efecto	10 seg
Aislamiento	V

\*Cumple las condiciones del defecto monofásico, 1kA durante 1 seg.

## 2.4 PARQUE DE 30 KV

### 2.4.1 DESCRIPCIÓN

El parque de 30 kV será interior de simple barra con acoplamiento longitudinal. Se ubicarán 7 cabinas dispuestas de forma contigua una al lado de la otra formando una fila. En cualquier caso, deberán permitir una ampliación futura.

El alcance de las cabinas a instalar será el siguiente:

- 1 cabina de transformador
- 3 cabinas de línea + 1 cabina de reserva
- 1 cabina de medida
- 1 cabina de servicio auxiliares. Las cabinas estarán equipadas con medidores y relés de protección, quedando <sup>[11]</sup>integradas en el sistema de control de la subestación.



La composición de los diferentes tipos de cabinas que constituyen el conjunto de la instalación blindada de simple barra con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF6) es la siguiente:

#### *2.4.1.1 Cabina de transformador*

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 12 Conectores apantallados de conexión reforzada (atornilladas) para la conexión de cable subterráneo, 4 por fase.
- 3 Transformadores de intensidad, 2000/5 A 15VA Cl.10P20 para medida y protección.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.
- Medidor-registrador y relés de protección.

#### 2.4.1.2 *Cabinas de línea*

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Conectores apantallados de conexión reforzada (atornilladas) para la conexión de cable subterráneo.
- 3 Transformadores de intensidad, relación apropiada, para protección y medida.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.
- Medidor-registrador y relés de protección.

#### 2.4.1.3 *Cabina de media*

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 3 Fusibles.
- 3 Transformadores de tensión.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

#### 2.4.1.4 *Cabina de servicios auxiliares*

- 1 Tramo tripolar de barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 3 Fusibles.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- Medidor-registrador y relés de protección.

#### 2.4.1.5 *Barras electrosoldadas*

La función de los embarrados principales es la conexión eléctrica entre celdas.

SUBESTACIÓN ELEVADORA  
SET SOLAR AIRPORT 132/30KV

Tienen una disposición monofásica y se sitúan en la cuba de gas estanca exterior. Permite modularidad y una futura extensibilidad sin manipulación de gas in situ.

Este conjunto de embarrado superior se compone de tres conductores independientes, cilíndricos, de cobre, con aislamiento sólido y apantallados. La conexión entre celdas se realiza mediante un tramo de barra y conectores en “T” o en “L”.

Todo el conjunto es insensible a la suciedad y condensaciones, estando protegido contra impactos mediante una cubierta metálica.

Los embarrados están preparados para soportar esfuerzos térmicos y dinámicos de corrientes de corta duración asignada (16 kA / 1 o 3 s) y corriente asignada en permanencia es de 2000 A.

## 2.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES POSICIONES 30 KV

### 2.4.2.1 Características asignadas comunes

#### *Características asignadas*

<i>Tensión nominal de la red</i>	<i>KV 30</i>
<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>KV 34</i>
<i>Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)</i>	<i>KV 50</i>
<i>Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)</i>	<i>KV 125</i>
<i>Frecuencia</i>	<i>Hz 50</i>
<i>Corriente en servicio continuo salida de línea</i>	<i>A 630</i>
<i>Corriente en servicio continuo transformador</i>	<i>A 2000</i>
<i>Corriente en servicio continuo barras</i>	<i>A 2000</i>
<i>Corriente en servicio continuo servicios auxiliares</i>	<i>A 200</i>
<i>Corriente admisible de corta duración (1 seg)</i>	<i>KA 16</i>
<i>Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración</i>	<i>KA 40</i>

### 2.4.2.2 Características asignadas de los componentes

#### *Características asignadas de los interruptores automáticos*

<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>kV</i>	<i>34</i>
<i>Tipo de fluido para aislamiento y corte</i>		<i>SF6</i>



<i>Corriente asignada en servicio continuo transformadores y acople</i>	<i>A</i>	<i>2000</i>
<i>Corriente asignada en servicio continuo líneas</i>	<i>A</i>	<i>630</i>
<i>Corriente admisible de corta duración (1 seg)</i>	<i>KA</i>	<i>16</i>
<i>Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (límite dinámico)</i>	<i>KA</i>	<i>63</i>
<i>Secuencia de maniobra</i>	<i>msec</i>	<i>O-0,3s-CO-15 seg-CO</i>
<i>Tiempo de apertura</i>	<i>msec</i>	<i>&lt; 45</i>
<i>Tiempo de cierre</i>	<i>msec</i>	<i>&lt; 150</i>
<i>Tiempo de cierre-apertura</i>	<i>msec</i>	<i>&lt; 65</i>

#### ***Características asignadas de los transformadores de intensidad***

<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>KV</i>	<i>34</i>
<i>Relación de transformación cabina transformador</i>	<i>A</i>	<i>2000/5</i>
<i>Relación de transformación cabina línea</i>	<i>A</i>	<i>600/5</i>
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
<i>1° Arrollamiento</i>		<i>15 VA CL. 10P-20</i>

#### ***Características asignadas de los transformadores de tensión***

<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>KV</i>	<i>34</i>
<i>Relación de transformación</i>	<i>V</i>	<i>30 KV / 110 V</i>
<i>Potencias y clases de precisión</i>		
<i>1° Arrollamiento</i>		<i>20 VA cl. 0,5-3P</i>

#### ***2.4.2.3 Características funcionales de los seccionadores de puesta a tierra***

La maniobra de puesta a tierra de los cables se realizará siempre a través del interruptor automático.

Los seccionadores de puesta a tierra tendrán un poder de cierre combinado con el interruptor automático de 40 kA (valor de cresta).

#### **2.4.3 CONDUCTORES**

La conexión de los transformadores de potencia en MT con sus correspondientes cabinas se realizará con los siguientes conductores:

#### 2.4.3.1 Conductores desnudos

##### Características asignadas

Conductor		Tubo Cu
Diámetro exterior / interior	mm	60/70 y 16/20
Dimensionamiento		s/ CEI 865/1993
1° Arrollamiento		C6-650

#### 2.4.3.2 Conductores aislados para cabina transformador

##### Características asignadas

Tensión nominal de la red	kV	30
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	22/30
Sección	mm <sup>2</sup>	500
Naturaleza del conductor		Aluminio
Intensidad admisible (enterrado 1m, terna de cables en contacto mutuo)	A	444
N° de conductores por fase		4
Secci mínima de la pantalla	mm <sup>2</sup>	16

#### 2.4.3.3 Conductores aislados par cabina servicios auxiliares

##### Características asignadas

Tensión nominal de la red	kV	30
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	22320
Sección	mm <sup>2</sup>	95
Naturaleza del conductor		Aluminio
Intensidad admisible (enterrado 1m, terna de cables en contacto mutuo)	A	165
N° de conductores por fase		1
Secci mínima de la pantalla	mm <sup>2</sup>	16

## 2.5 TRANSFORMACIÓN

### 2.5.1 DESCRIPCIÓN

SET SOLAR AIRPORT 132/30KV





de reactancias de puesta a tierra que limitarán la corriente de defecto a tierra a 500 A.

Se instalará un seccionador unipolar en la puesta a tierra de la reactancia para limitar la corriente de defecto a tierra al valor especificado.

Para la protección contra el rayo se instalarán pararrayos en la parte de AT y BT del transformador.

## 2.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

### *Características asignadas Transformador de potencia 132/30 kV 50 MVA*

#### *Tensiones en vacío*

AT	V	132.000±10%×1% (vacío)
BT (Triángulo)	V	20.000

#### *Potencia por arrollamiento en toma de menor tensión*

AT	MVA	50
BT	MVA	50

#### *Grupo de conexión AT/BT*

*Ynd11*

#### *Dispositivo cambio de tensiones*

AT	<i>Regulador en carga</i>
BT	<i>Fija</i>

#### *Clase de refrigeración*

*ONAN-ONAF*

#### *Tensión cortocircuito 75° base 50 MVA*

*13,50%*

### *Características asignadas de los pararrayos lado AT del transformador*

SUBESTACIÓN ELEVADORA

SET SOLAR AIRPORT 132/30KV

---

<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>kV</i>	<i>145</i>
<i>Tensión asignada servicio continuo</i>	<i>kV</i>	<i>132</i>
<i>Tensión asignada</i>	<i>kV</i>	<i>132</i>
<i>Corriente nominal de descarga onda 8/Mtuseg</i>	<i>kA</i>	<i>10</i>
<i>Clases de descarga</i>		<i>3</i>
<i>Aislamiento externo</i>		<i>goma-silicona</i>
<i>Contador de descarga</i>		<i>Incluido</i>

***Características asignadas de los pararrayos lado 30 kV del transformador***

<i>Tensión más elevada para el material</i>	<i>kV</i>	<i>34</i>
<i>Tensión asignada servicio continuo</i>	<i>kV</i>	<i>30</i>
<i>Tensión asignada</i>	<i>kV</i>	<i>30</i>
<i>Corriente nominal de descarga onda 8/Mtuseg</i>	<i>kA</i>	<i>10</i>
<i>Clases de descarga</i>		<i>3</i>
<i>Aislamiento externo</i>		<i>goma-silicona</i>

### 2.5.3 SISTEMA DE CONTROL

Se instalará un Sistema Integrado de Control y Protección (en adelante SICOP) con las siguientes características:

### 2.5.4 TECNOLOGÍA

El SICOP será de tecnología numérica y configuración distribuida, formado por una unidad de control de la subestación (en adelante UCS) y varias unidades de control de posición (en adelante UCP).

### 2.5.5 FUNCIONES

El SICOP incorporará las funciones de control local, telecontrol, protección y medida de todas las posiciones de la subestación incluido los Servicios Auxiliares tanto de corriente continua como de corriente alterna.

### 2.5.6 FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS UCS

- Mando y Señalización de todas las posiciones de la subestación
- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- Gestión de las comunicaciones con el sistema de Telecontrol.
- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP
- Gestión de periféricos: terminal local, impresora y módem.
- Generación de informes.
- Sincronización horaria.
- Opcionalmente, Gestión de comunicaciones y tratamiento de la información con las Unidades de Mantenimiento a través de la Red Telefónica Conmutada o Red de Tiempo Real.

### 2.5.7 FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS UCP

- Medida de valores analógicos (intensidad, tensión, potencia, etc.) directamente desde los secundarios de los TT/I y TT/T
- Protección de la posición.
- Mando y señalización remota de los dispositivos asociados a la posición. (interruptores, seccionadores, etc.)
- Adquisición de las entradas digitales procedentes de campo asociadas a la posición.
- Gestión de alarmas internas de la propia UCP.

### 2.5.8 DISPOSICIÓN CONSTRUCTIVA

- Los distintos elementos integrantes del SICOP se dispondrán de la siguiente forma:
- Un armario central en el que se instalará el equipamiento general de la subestación y que se ubicará en el edificio o sala de control. Este armario contendrá la UCS y todos los módems incluidos los que comunican con el Telemando (Despacho de Maniobras).
- Las diferentes UCP se instalarán en los armarios de protección de la subestación.



- La red de comunicaciones se instalará en las conducciones de cables de la subestación y será de fibra óptica mononodo protegida contra la acción de los roedores.

## 2.6 SISTEMA DE PROTECCIONES

### 2.6.1 LÍNEA + TRAF0 132 KV

Se instalará un único bastidor integrado de protecciones y control, que agrupará la posición de línea y de transformador, ya que comparten toda la aparamenta. Este bastidor incluirá relés de protección de tecnología numérica y todos los elementos auxiliares para efectuar las funciones exigidas en la red de distribución. Coordinadamente con el extremo opuesto, propiedad de Endesa Distribución Eléctrica, se equipará con los siguientes equipos:

#### **Protecciones de Línea de Alta Tensión y Transformador**

Se instalará una protección diferencial como protección principal y se empleará la UCP como protección secundaria. Los equipos serán de tecnología digital e incluirán las funciones que se detallan a continuación:

Protección	Función (ANSI/IEEE)	Descripción
<b>Primaria</b>	87	Protección diferencial de línea
	21F/21N	Protección de distancia de fases y de neutro
	79	Reenganchador disponible
	67N	Sobreintensidad direccional de neutro
	SOTF	Cierre sobre falta
	25	Comprobación de sincronismo
	50/50N	Sobreintensidad a tiempo definido de fases y de neutro
	51/51N	Sobreintensidad a tiempo inverso de fases y de neutro
	LOC	Localizador de faltas
	OSC	Oscilografía de tecnología digital
<b>Secundaria</b>	3	Lógica configurable para vigilancia de circuitos de disparo
	67	Sobreintensidad direccional de fases
	67N	Sobreintensidad direccional de neutro
	OSC	Oscilografía de tecnología digital
	3	Lógica configurable para vigilancia de circuitos de disparo

La comunicación de los dos extremos de la protección diferencial será vía fibra óptica multiplexada.

Adicionalmente el transformador se equipará con las siguientes protecciones propias:

Protección	Función (ANSI/IEEE)	Descripción
Propias Trafo	49-1	Imagen térmica devanado primario
	49-2	Imagen térmica devanado secundario
	63B	Buchholz transformador
	63BJ	Buchholz cambiador de tomas
	63L	Sobrepresión cuba
	26	Temperatura

## 2.6.2 LÍNEAS DE MT

- Protección de sobreintensidad para falta entre fases, y entre fase y tierra formada por relés de intensidad de tiempo muy inverso con elemento instantáneo.
- Protección ultrasensible para faltas de tierra-resistente formada por relés de sobreintensidad de tiempo muy inverso.

## 2.7 SISTEMA DE MEDIDA PARA FACTURACIÓN

La medida para facturación de energía se hará a nivel de 132 kV, en la propia subestación del promotor. Todo conforme al Reglamento de Puntos de Medida (RPM) Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.

Según este reglamento, la planta fotovoltaica se considera Tipo 1 (>12MVA) y deberá ser verificada cada 2 años.

Al no superar los 80MVA, no se exige la instalación de doble equipamiento de transformadores de medida.

La medida se facturará en el punto de entrega a la red de distribución. Por lo que, al tener los equipos en el extremo del promotor, el operador de mercado aplicará el coeficiente correspondiente a las pérdidas de la línea.

Por lo que, se instalará un bastidor con dos equipos semejantes, ambos compartiendo secundarios de tensión e intensidad, en el edificio del promotor. Cada equipo de medida estará compuesto por los siguientes:

- Contador (principal/redundante) electrónicos combinados de Activa y Reactiva.  
La medida se realiza en los cuatro cuadrantes.
- Clase de precisión del contador de activa: 0,2s.
- Clase de precisión del contador de reactiva: 0,5.
- No de hilos: 4
- Máxímetro configurable para cada una de las tarifas.
- Montaje saliente.
- 1 Registradores de medida integrado.
- 1 Cajas de bornas de ensayo.
- 1 Convertidor.
- 1 MODEM de comunicaciones.

Para cumplir con el reglamento, se instalarán cajas de formación independientes para tensiones e intensidades. Todos los borneros de conexión serán precintables. Los circuitos de tensión estarán protegidos por fusibles, también precintables. Y se instalan resistencias de carga para asegurar al menos el 50% de la suma de potencias de todos los secundarios de los transformadores de tensión.

## 2.8 SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

### 2.8.1 SERVICIOS AUXILIARES DE C.A.

#### 2.8.1.1 *Función*

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente alterna será la alimentación de las siguientes cargas:

- Cargador de las baterías de corriente continua.





### 2.8.2.2 Esquema unifilar

Se instalará 1 equipo cargador-batería, con 8 horas de autonomía. 125 V. c.c., así como 1 convertidor 125/48 Vcc.

La distribución se realizará mediante el Cuadro de Servicios Auxiliares.

### 2.8.2.3 Características

#### **Características del Equipo Cargador-Batería de 125 V**

##### Características generales

Tensión nominal	V	125 + 10%.15%
Consumo en permanencia	A	10

##### Características de la batería

	kVA	250
Tipo		Estacionaria Ni-Cd
Nº de elementos		92
Tensión de flotación	V	1,4 por elemento
Capacidad nominal	Ah	100
Régimen de descarga		Medio (5h)

##### Características del cargador

Tensión de salida estabilizada		1%
Factor de rizado		2%
Intensidad de salida	A	15

## 2.9 TELECOMUNICACIONES

### 2.9.1 TELECOMUNICACIONES PARA TELECONTROL

Su función es comunicar el sistema de control (SICOP) con despacho de maniobra.

En el armario UCS se equiparán dos vías de comunicación que utilizarán la fibra óptica para llegar hasta el despacho, precisando la infraestructura de Red Eléctrica de España.

## 2.9.2 TELECOMUNICACIONES PARA PROYECCIONES

Ya hemos descrito que las protecciones de la línea serán de tecnología diferencial, por lo que necesitan de una comunicación constante entre extremos. A tal fin, se utilizará la fibra óptica instalada en el cable de tierra para comunicar estos equipos.

Adicionalmente, será necesario otro equipo para las funciones de teledisparo. Que también comunicarán directamente entre extremos mediante la misma fibra óptica.

## 2.10 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### 2.10.1 RED INTERIOR INFERIOR

La instalación general de puesta a tierra inferior cumplirá las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de falta a tierra.

#### 2.10.1.1 Criterios de diseño del sistema

- Resistividad del terreno 100 Ohm/m.
- Intensidad de defecto 7.2 kA.
- Tiempo de despeje de falta 0.5 seg.
- Tomamos como resistencia del cuerpo humano

#### 2.10.1.2 Características del sistema

El sistema de puesta a tierra estará formado por:

1.00 Ohm.

- Electrodo de puesta a tierra que será una malla enterrada de cable de cobre de 95 mm<sup>2</sup> Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que



al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento (Instrucción ITC-RAT-13).

- Líneas de tierra que serán conductores de cobre desnudo de 95 mm<sup>2</sup> o pletina de cobre de 25x3 que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

#### *2.10.1.3 Puesta a tierra de protección*

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectarán a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, entre otros, los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envoltentes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y las cercas metálicas.
- Los soportes, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contendrá la instalación de alta tensión.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.

#### *2.10.1.4 Puesta a tierra de servicio*

Se conectarán a las tierras de servicio los elementos de la instalación, y entre ellos:

- Los neutros del transformador de potencia y del transformador de S.A.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.

- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

#### *2.10.1.5 Interconexión de las instalaciones de tierra*

Las puestas a tierra de protección y de servicio de la subestación deberán conectarse entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

#### 2.10.2 RED DE TIERRA AÉREA

Para la protección de la subestación frente a descargas atmosféricas (frente de onda escarpado tipo rayo), se instalará una red de protección aérea basada en la colocación sobre los pórticos de amarre de las líneas pararrayos con dispositivo de cebado normalizado según Norma UNE 21.186.

### 2.10 SISTEMA DE ALUMBRADO

Para el alumbrado de la subestación se emplearán luminarias de tecnología LED, siendo la potencia instalada para el alumbrado de la Subestación inferior a 1 KW.

El alumbrado de la subestación no será de tipo permanente, se pondrá en funcionamiento en caso de necesidad.

#### 2.11.1 ALUMBRADO EXTERIOR

Estará constituido por:

- Proyector de tecnología LED.

#### 2.11.2 ALUMBRADO INTERIOR

Estará constituido por:

- En la sala de cabinas MT y almacén se utilizarán proyectores de tecnología LED.
- En salas auxiliares se utilizan equipos de tecnología LED.

#### 2.11.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Para el alumbrado de emergencia se instalan lámparas con fuentes propias de energía con una iluminación  
SUBESTACIÓN ELEVADORA  
SET SOLAR AIRPORT 132/30KV

mínima de 10 lux, en régimen de emergencia y de 1 lux en régimen de señalización. Estas lámparas estarán previstas para entrar en funcionamiento al producirse el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70 % de su valor nominal.

## 2.12 SISTEMA DE SEGURIDAD

### 2.12.1 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El alcance de los sistemas de protección contra incendios será el siguiente:

#### *2.12.1.1 Sistema automático de detección de incendios*

Consistirá en un sistema de detección mediante detectores de humo del tipo iónico, en sala de control, baterías y telecomunicaciones, y del tipo térmico- termovelocimétrico en transf. de S.A., de doble cámara de ionización y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección.

#### *2.12.1.2 Extintores móviles*

Se instalarán en el interior del edificio extintores móviles de 3,5 Kg. en sala de control y de 5 Kg. en pos. de MT, de capacidad de CO<sub>2</sub>.

Ubicado en las cercanías del transformador de potencia se instalará un extintor móvil de 25 Kg. de polvo polivalente.

### 2.12.2 PROTECCIÓN CONTRA INTRUSISMO

Se ha previsto dotar al parque de un sistema de detección de intrusismo con emisores-células receptoras, cuyas señales irán a parar al sistema general de alarmas situado en el interior del edificio.

## 2.13 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

### 2.13.1 JUSTIFICACIÓN DEL APARTADO 4.7 DE LA ITC-RAT-14

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 “INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR” del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta

SUBESTACIÓN ELEVADORA  
SET SOLAR AIRPORT 132/30KV



tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando estas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

Particularmente, cuando las instalaciones de alta tensión se encuentren en edificios habitables o anexos a los mismos se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñaran evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurara que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptaran medidas adicionales para minimizar dichos valores, como, por ejemplo, el apantallamiento.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

El Consejo Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) recomienda como restricción básica para el público, en sitios donde pueda permanecer

bastante tiempo, unos niveles para el campo electromagnético de 50 Hz: 5 kV/m para el campo eléctrico y 100  $\mu$ T para el campo magnético.

A frecuencia de 50 Hz la intensidad del campo magnético decrece rápidamente con la distancia a la fuente, por ello, la medida más inmediata y eficaz adoptada es el alejamiento respecto a la fuente.

Según el Real Decreto 1066/2001, el campo magnético deberá ser:

- Inferior a 100  $\mu$ T para el público en general
- Inferior a 500  $\mu$ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

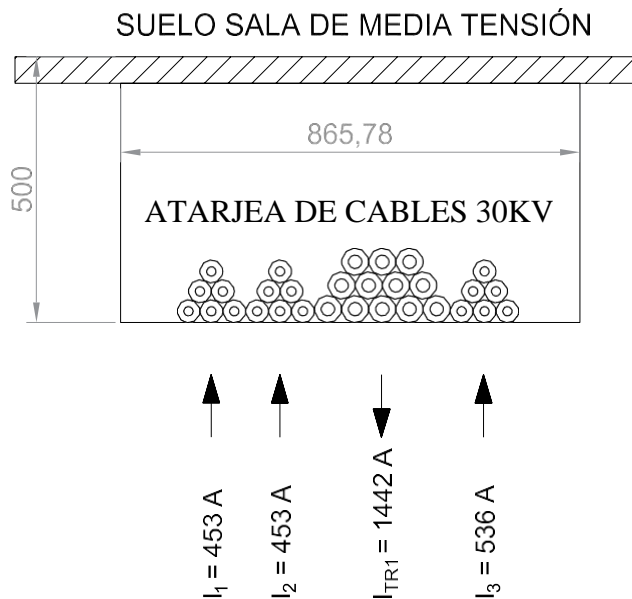
### 2.13.2 CONDICIONES DE DISEÑO

En la subestación proyectada, los valores más desfavorables para el campo magnético se producirán en el lado de media tensión (30 KV), por producirse en estos circuitos los mayores valores de intensidad de línea.

El trazado de los conductores de media tensión (30 KV) será en su totalidad subterráneo. Las entradas y salidas estarán efectuadas por el suelo, accediendo a las celdas por la parte inferior. Los conductores estarán dispuestos en triángulo, formando una terna.

En la sala de celdas, se dispone de atarjea practicada en la solera de hormigón, sobre la que discurren dichos conductores. Las celdas, se instalarán, sobre las atarjeas.

En la sala de media tensión encontramos 3 celdas de entrada de las líneas que provienen del parque solar fotovoltaico y 1 celda para la salida de línea hasta el transformador de 132/30 KV, dispuestas según el esquema que se representa a continuación:



En el esquema anterior se representa la intensidad total que discurre por cada circuito trifásico. El sentido de circulación de la intensidad en cada una de las líneas trifásicas hará que los campos magnéticos producidos por las líneas de entrada se contrarresten con el de las líneas de salida.

El campo magnético producido por cada circuito en un punto determinado, vendrá dado por la expresión:

$$B = \mu_0 \cdot I / (2 \cdot \pi \cdot r)$$

Siendo,

B Campo magnético producido en Teslas (T)



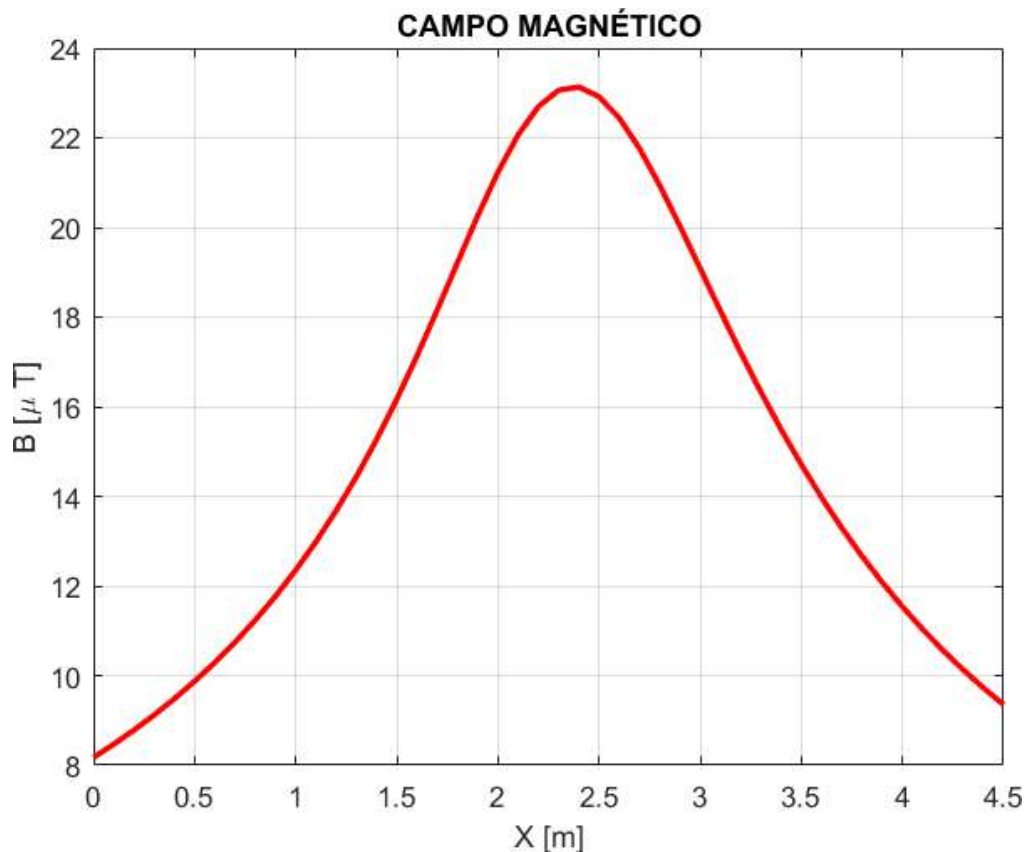
$\mu_0$  Permeabilidad del medio, su valor en el espacio libre es de  $4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$

$I$  Corriente eléctrica de la línea de transmisión, en Amperios (A)

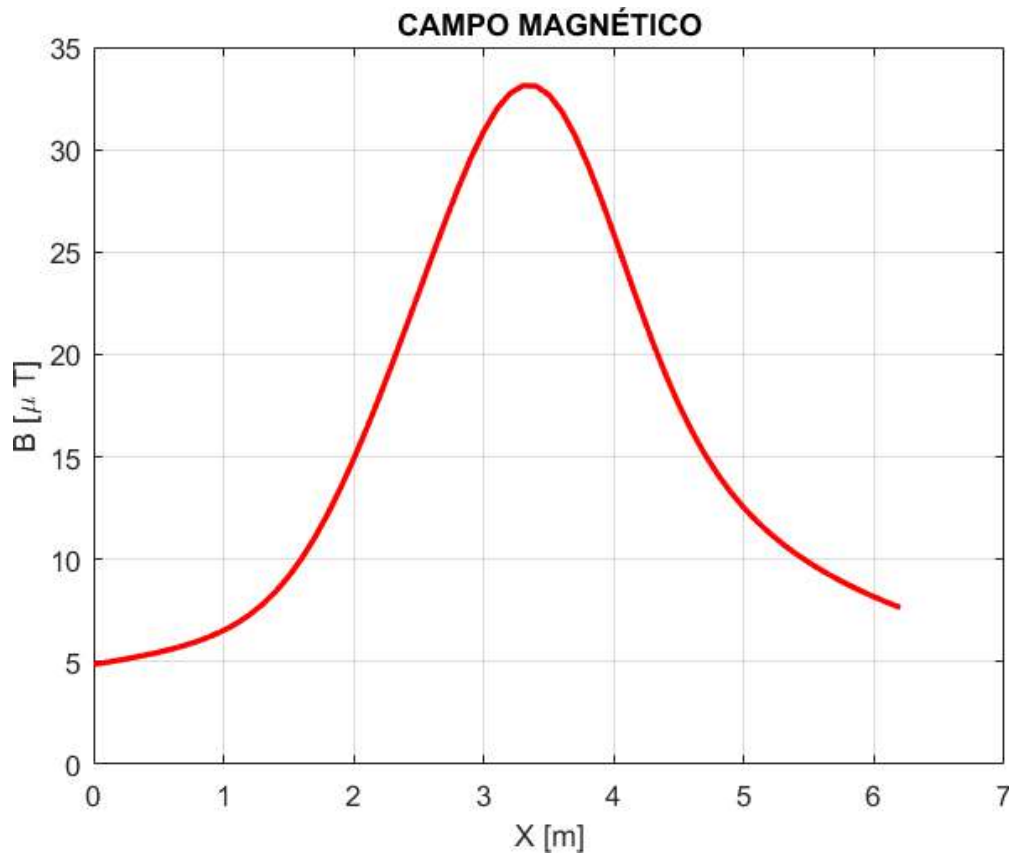
$r$  Distancia del conductor al punto de interés a considerar, en metros (m)

Para obtener el campo resultante del conjunto de todas las líneas trifásicas en un punto determinado, las componentes verticales y horizontales de  $B$ , deben de combinarse individualmente como fasores, considerando los ángulos de las diferentes corrientes.

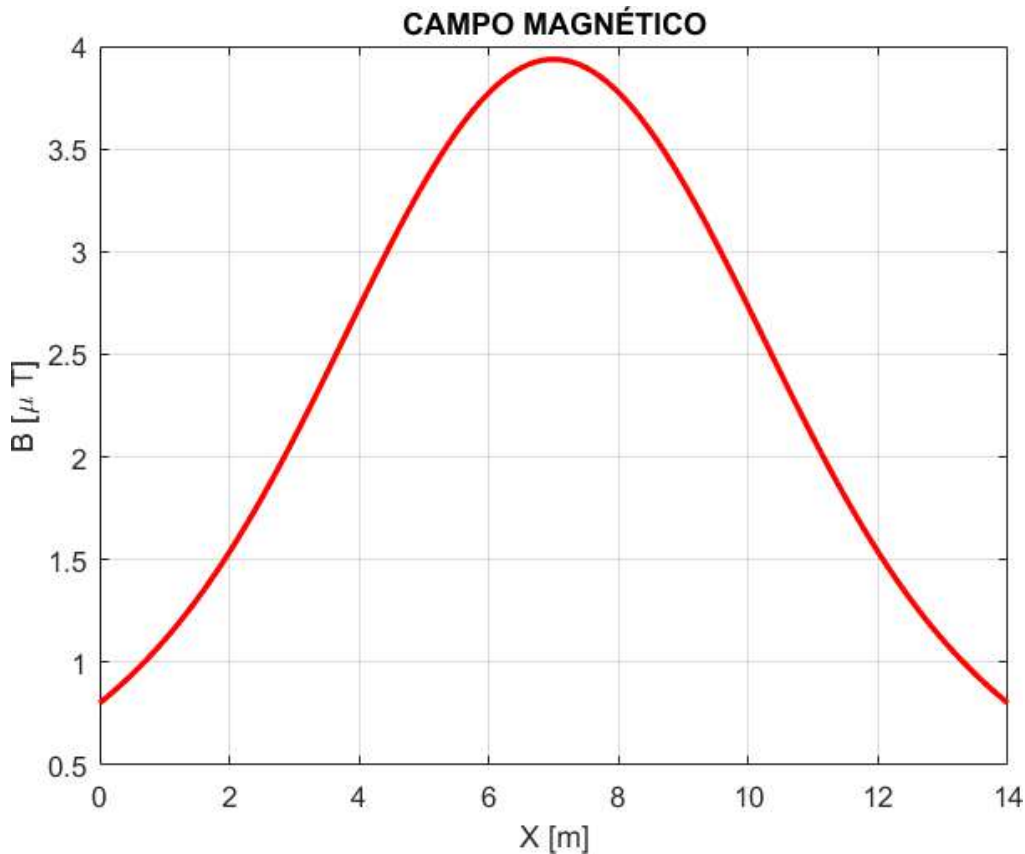
Mediante el empleo de un programa de cálculo de elementos finitos se han obtenido los valores del campo magnético  $B$  en la faja de puntos paralelos sobre la atarjea de entrada de cables de media tensión a una distancia de 1 metro. Se han obtenido los siguientes valores:



En la zona de conexión a las celdas, las líneas se encuentran más separadas. En este caso la distancia de separación entre las ternas se corresponderá con el ancho de las celdas. Calculando para este caso, obtenemos los siguientes valores en la faja de puntos paralelos a las celdas en su parte frontal (a 1 metro de distancia de los cables que acometen por la parte posterior).



Por último, se ha estudiado también la zona de puntos bajo el pórtico de la Subestación (línea aérea de 132 KV), a una distancia de 2 metros sobre el terreno. En este caso, los conductores de alta tensión se encuentran separados una distancia de 3 metros entre sí. Para este caso se comprueba que los valores son muy inferiores, por ser inferior la intensidad que circula por los conductores:





### 3. CÁLCULOS DE LA SUBESTACIÓN 30/132 KV

Se adjuntan las tablas con todos los cálculos mecánicos y eléctricos, justificativos de los elementos diseñados.

#### 3.1. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

##### 3.1.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE CONDUCTORES

<b>Trifásica</b>	<b>1,73</b>
<b>Potencia total de evacuación</b>	50
<b>Potencia Trafo (MVA)</b>	50
<b>Tensión Alta (kV)</b>	132
<b>Tensión baja (kV)</b>	30

Intensidad MAX Línea (A)	218,69
Intensidad Alta Trafo (A)	218,69
Intensidad Baja Trafo (A)	1.443,38

#### **132 Kv**

<b>Seccionador-Interruptor TI</b>	<b>C4</b>	<b>Desnudo CU 50</b>	<b><math>I_{MAX} = 250</math></b>	<b>F. Seguridad = 1,14</b>
<b>TI – Trafo Potencia</b>	<b>C3</b>	<b>CU 16/20</b>	<b><math>I_{MAX} = 280</math></b>	<b>F. Seguridad = 1,28</b>

#### **30 Kv**

<b>Trafo Potencia – Salida M.T.</b>	<b>C1</b>	<b>CU 60/70</b>	<b><math>I_{MAX} = 1,575</math></b>	<b>F. Seguridad = 1,09</b>
<b>Salida M.T. –Celda Trafo 30 kV</b>	<b>C2</b>	<b>AL RHZ1 H-16 12/30 KV 3x(4x500 mm2</b>	<b><math>I_{MAX} = 1,776</math></b>	<b>F. Seguridad = 1,23</b>

##### 3.1.1.1. Cálculo de conductor de cobre desnudo. Cobre

**Conductores para embarrados cable desnudo de cobre/aluminio**

Sección nominal (mm2)	Denominación	Sección real	Peso	Densidad de corriente	I max
-----------------------	--------------	--------------	------	-----------------------	-------

SUBESTACIÓN ELEVADORA  
SET SOLAR AIRPORT 132/30KV

				CU	AL	CU	AL
<b>50</b>				5,1	4	255	200
<b>70</b>	C70	70,3	637	4,5	3,55	315	249
<b>95</b>				4,05	3,2	385	304
<b>125</b>				3,7	2,9	463	363
<b>150</b>	C150	147,1	1,335	3,49	2,8	523	420
<b>160</b>				3,4	2,7	544	432
<b>200</b>				3,2	2,5	640	500
<b>240</b>	C240	236	2,143	2,96	2,4	710	576
<b>250</b>				2,9	2,3	725	575
<b>300</b>				2,75	2,15	825	645
<b>400</b>				2,5	1,95	1000	780
<b>500</b>				3,3	1,8	1150	900
<b>600</b>				2,1	1,65	1260	990

### Conductores embarrados cable desnudo de cobre –Arruti

Sección nominal (mm2)		Diámetro exterior	Intensidad admisible A 40°C
	19 x 1,80	9	250
<b>50</b>	19 x 2,10	10,5	310
<b>70</b>	19 x 2,50	12,5	380
<b>95</b>	19 x 2,80	14	440
<b>150</b>	37 x 2,25	15,7	505
<b>185</b>	61 x 2,50	17,5	585
<b>240</b>	61 x 2,25	20,2	695
<b>300</b>	61 x 2,50	22,5	810
<b>400</b>	61 x 2,89	26	965
<b>500</b>	61 x 3,23	29,1	1115

**Intensidad max 50 MVA/132 kV =**

**219,0 A**

**Conductor seleccionado**

**Cu 50 mm2**

#### 3.1.1.2. Cálculos de embarrados rígidos. Tubos de cobre

#### Tubos de cobre para embarrados

SUBESTACIÓN ELEVADORA  
SET SOLAR AIRPORT 132/30KV

Denom.	Diametro Exterior (mm)	Espesor (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Módulo Resistente (cm <sup>2</sup> )	Densidad máxima de corriente	Peso (kg/m)
C 20/16	20	2	113,1	0,463	2,56	1,00
C 30/25	30	2,5	216,0	1,372	2,22	1,92
C 50/46	50	3	443,0	4,912	1,93	3,94
C 80/72	80	4	955,0	17,280	1,61	8,49

### **Tubos de cobre embarrados –Arruti**

Diametro (mm)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad admisible		Admisible SPAN (M)
		A T: 40°C	A T: 30°C	
16/20	113	324	280	3,38
20/25	177	454	390	4,12
25/28	125	335	295	4,7
25/30	216	550	475	4,7
30/35	255	645	560	5,3
40/45	334	840	730	6,3
45/50	373	926	800	6,2
50/60	865	1550	1340	8,2
55/60	451	1120	1000	7,75
60/70	1025	1820	1575	9,2
65/70	530	1330	1155	8,65
76/80	490	1350	1175	9,15

**Intensidad max 50 MVA/132 Kv =**  
**Tubo seleccionado nivel 132 kV**

**219,0 A**  
**Cu 16/20**

**Intensidad max 50 MVA/120 Kv =**  
**Tubo seleccionado nivel 132 kV**

**1445,1 A**  
**Cu 60/70**

### *3.1.1.3. Cálculo de conductor aislado. Trafo de conductor aislado*

### **Conductor aislado de Potencia**

Denom.	Sección (mm <sup>2</sup> )	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	I. Admisible al aire	Coef. Cable Canal	Agrup. Cables
<b>AL RHZ 1 H-16 22/30 Kv</b>	95	0,403	0,125	245	0,84	0,8
	150	0,262	0,118	285	0,84	0,8
	240	0,161	0,108	435	0,84	0,8
	400	0,102	0,1	580	0,84	0,8

SUBESTACIÓN ELEVADORA  
SET SOLAR AIRPORT 132/30KV



	500	0,084	0,097	660	0,84	0,8
	530	0,06	0,092	760	0,84	0,8
<b>Cu RHZ1 H-16 22/30 kV</b>	95	0,245	0,125	315	0,84	0,8
	150	0,159	0,117	415	0,84	0,8
	240	0,098	0,107	555	0,84	0,8
	400	0,062	0,1	745	0,84	0,8
	500	0,051	0,097	845	0,84	0,8
	530	0,04	0,093	975	0,84	0,8

$$I_{adm} = N \times I \times C_1 \times C_2$$

**N = Número de cables por fase**

**I = Intensidad admisible del cable (en tabla)**

**C<sub>1</sub> = Coeficiente para cables en canal**

**C<sub>2</sub> = Coeficiente para grupo de cables**

**Intensidad max 50 MVA/30 KV=**

**1445,1 A**

La celda de 30 kV admite hasta 6 conductores por fase

Preferimos AL por motivos de costes

**Configuración seleccionada**

**Al 4x500**

### 3.2. CÁLCULO DE LA DER DE PUESTA A TIERRA

#### 3.2.1. CÁLCULOS DE RED DE TIERRAS. DATOS DE PARTIDA DEL DISEÑO

Tensión nominal de la instalación	132 Kv
Resistividad media del terreno	100 Ω.m
Resistividad de la grava superficial	3000 Ω.m
Espesor de la grava superficial	0,1 m
Tiempo de duración del defecto	0,5 s
Corriente de defecto aportada por las líneas	
Línea 1	7,20 kA
Línea 2	0,00 kA
Coeficiente de mayoración de la corriente de defecto	1,2
Profundidad de la malla	0,8 m
Separación entre conductores	4 m
Longitud de conductores	
En sentido longitudinal	42 m

SUBESTACIÓN ELEVADORA  
SET SOLAR AIRPORT 132/30KV

En sentido transversal

38 m

### 3.2.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MALLA

Número de conductores

En sentido longitudinal

12

En sentido transversal

12

Longitud conductores de malla

960 m

Área cubierta por la malla

1596 m<sup>2</sup>

Resistencia de la malla s/MIE RAT – 13

$$R = \rho \left( \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20} A} \left( 1 + \frac{1}{h \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right)$$

**1,18 Ω**

### 3.2.3. IMPEDANCIA EQUIVALENTE DE LOS CABLES DE TIERRA (LÍNEA 66 KV)

Vano medio de la línea

0,32 km

Resistencia de puesta a tierra en cada apoyo

15 Ω

Resistencia homopolar del conductor de tierra

1,46 Ω/km

Impedancia homopolar de un vano del cable de tierra

0,47 Ω

Impedancia en cadena del cable de tierra

$$Z_s = \frac{1}{2} Z_h + \sqrt{\frac{1}{4}} Z_h^4 + Z_h R_a$$

**Z<sub>s</sub> = 2,88 Ω**

### 3.2.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA TOTAL DE LA P.A.T.

$$R_e = \frac{n}{Z_s} + \frac{1}{R_g}$$

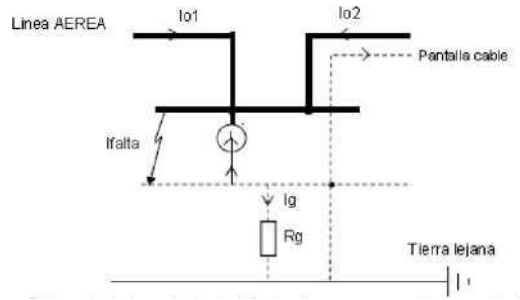
Número de cables de tierra

1

Resistencia Total de la P.A.T.

**R<sub>e</sub> = 0,84 Ω**

### 3.2.5. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA



Es la parte de la corriente de defecto a tierra que pasa al terreno a través de la red de tierras y provoca la elevación de potencial en la misma.

Para determinar la corriente de p.a.t en caso de falla interna, se considera la Subestación dentro de una superficie cerrada realizándose la suma de corrientes entrantes y salientes.

Como corrientes entrantes se consideran las corrientes homopolares aportadas por todas las líneas mayoradas para prever la expansión futura.

Como corrientes salientes se considera la corriente de puesta a tierra y las que circulan por las pantallas del cable aislado de 66 kV que se considera un 60% de la corriente de defecto.

<b><u>Corrientes homopolares aportadas por las líneas</u></b>	<b>8,64 kA</b>
<b>Corrientes a través de la resistencia de p.a.t</b>	<b>3,46 kA</b>
<b>Corriente cada pantalla de los cables (0,5 seg)</b>	<b>2,59 kA</b>

### 3.2.6. CÁLCULO DE LA TENSIÓN DE MALLA

<b>En caso de defecto a tierra existirá una elevación de potencial</b>	<b>2890 V</b>
--	---------------

### 3.2.7. CÁLCULO DEL CONDUCTOR

$$A = \frac{I \times \sqrt{TC \times \alpha \times \rho \times 10.000}}{\sqrt{TCAP \times \ln\left(\frac{K_0 + T_M}{K_0 + T_A}\right)}}$$

Intensidad máxima hacia la red de tierras en valor eficaz  
 Tiempo de duración de la falta  
 Coeficiente térmico de resistividad a temperatura de ref.  
 Coeficiente térmico de resistividad a 0°C  
 Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de ref.  
 Factor de capacidad térmica para el Cu  
 Temperatura máxima permisible  
 Temperatura ambiente

**A = 22,22 mm<sup>2</sup>**  
**I = 3,46 Ka**  
**TC = 1 seg**  
 **$\alpha_r = 0,00393 \text{ } ^\circ\text{C}$**   
 **$\alpha_0 = 0,00427 \text{ } ^\circ\text{C}$**   
 **$\rho_r = 17200 \text{ moh} \times \text{cm}$**   
**TCAP = 3,42 J/cm<sup>3</sup>/°C**  
**Tm = 200°C**  
**Ta = 35 °C**





Sección mínima del conductor s/Reglamento	Isth = 160 A/mm <sup>2</sup>
Máxima densidad de corriente de acuerdo con MIE-RAT 13	S = 22 mm <sup>2</sup>
Sección mínima del conductor	Se utilizará cable de 95 mm <sup>2</sup>

### 3.2.8. TENSIONES DE CONTACTO Y PASO

#### Tensión máxima de paso calculadas Tensión máxima de contacto calculada

$$E_s = 300,51 \text{ V}$$

$$E_m = 496,55 \text{ V}$$

$\rho$ = Resistencia media del terreno	100 $\Omega$
$I_g$ = Intensidad que circula por la red de tierras	3,46 Ka
$K_m$ = Factor de espaciado de conductores	0,570
$K_i$ = Factor mayorador por efecto de mayor densidad de corriente en los extremos	2,42
$K_s$ = Factor de espaciamiento de los conductores	0,34

### 3.2.9. TENSIONES DE CONTACTO DE REFERENCIA

Tensión máxima aplicable al cuerpo humano

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

$$t = 0,5 \text{ seg}$$

$$K = 72$$

$$n = 1 \quad V_{ca} = 144 \text{ V}$$

Resistividad superficial en el interior

$$C_s = 1 - 0,106 \times \left[ \frac{\left( \frac{p}{ps} \right)}{(2 \times hs + 0,106)} \right] \quad C_s = 0,665$$

Resistividad superficial en el exterior

$$ps = 100 \Omega \cdot m$$

Tensiones de paso admisible

$$U_{pa} = \frac{10 K}{t^n} \left( 1 + \frac{6 ps}{1000} \right) \quad U_{pa} = 18677 \text{ V}$$

Tensión de contacto admisible

$$U_{pa} = \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{15 ps}{1000} \right) \quad U_{pa} = 575 \text{ V}$$

	Interior (V)	Exterior (V)
$E_p$	301	301
$U_{pa}$	18677	2304
$E_m$	497	497
$U_{ca}$	575	166

$E_p < U_{pa}$

**CUMPLE**

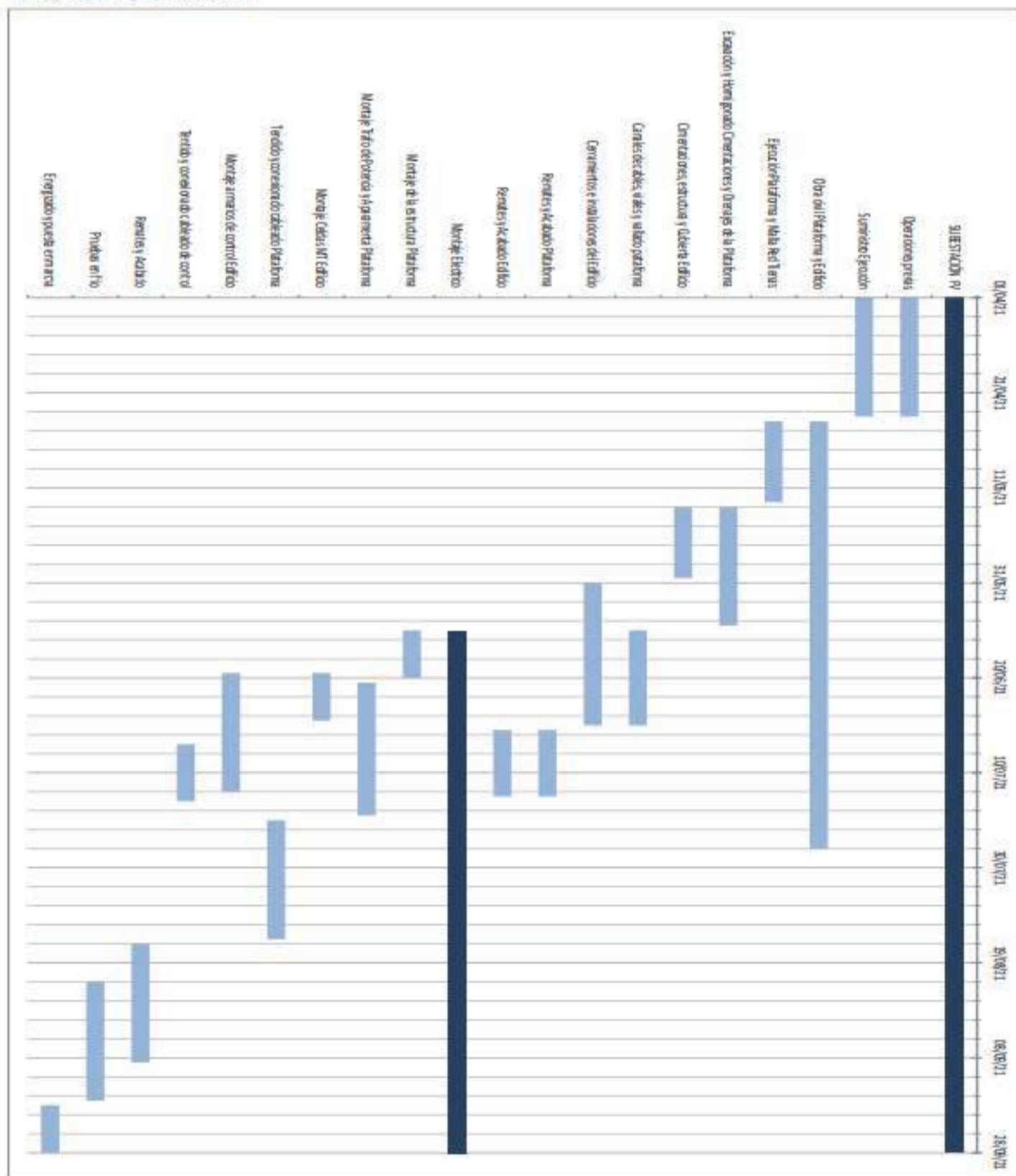
$E_m < U_{ca}$

**CUMPLE**

### Criterio de aceptación

Para que la tensión de contacto cumpla en el exterior del recinto se instalará la valía de la Subestación a 1m del perímetro de la malla hacia el interior y conectada a esta.

## 4. CRONOGRAMA





## 5. CONCLUSIÓN

La presente memoria y los documentos, que se acompañan, creemos, serán elementos suficientes para poder formar juicio exacto de la instalación proyectada, y pueda servir para la tramitación del expediente de autorización, que se desea obtener.

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: Santa Maria de las Lomas

Variant: Nuevo Escenario 6b\_Ingecon 1665TL B640

Trackers single array, with backtracking

System power: 56.99 MWp

Santa Maria de las Lomas - Spain



# Project: Santa Maria de las Lomas

Variant: Nuevo Escenario 5b\_Ingecon 1665TL B640

## PVsyst V7.2.5

VCH, Simulation date:  
17/09/21 18:41  
with v7.1.1

Astrom Technical Advisors SL (Spain)

### Project summary

#### Geographical Site

Santa Maria de las Lomas  
Spain

#### Situation

Latitude 37.46 °N  
Longitude -5.84 °W  
Altitude 39 m  
Time zone UTC+1

#### Project settings

Albedo 0.20

#### Meteo data

Santa Maria de las Lomas  
Solargis Prospect - Synthetic

### System summary

#### Grid-Connected System

#### PV Field Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis  
Axis azimuth 0 °

#### Trackers single array, with backtracking

#### Near Shadings

According to strings  
Electrical effect 100 %

#### User's needs

Unlimited load (grid)

#### System information

#### PV Array

Nb. of modules 99120 units  
Pnom total 56.99 MWp

#### Inverters

Nb. of units 30 units  
Pnom total 44.88 MWac  
Pnom ratio 1.270

### Results summary

Produced Energy 115480 MWh/year Specific production 2025 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 87.72 %

### Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Special graphs	9







# Project: Santa Maria de las Lomas

Variant: Nuevo Escenario 5b\_Ingecon 1665TL B640

## PVsyst V7.2.5

VCH, Simulation date:  
17/09/21 18:41  
with v7.1.1

Astrom Technical Advisors SL (Spain)

### General parameters

#### Grid-Connected System

#### PV Field Orientation

##### Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis  
Axis azimuth 0 °

#### Horizon

Free Horizon

#### Trackers single array, with backtracking

##### Backtracking strategy

Nb. of trackers 89 units

Single array

##### Sizes

Tracker Spacing 9 m

Collector width 4.83 m

Ground Cov. Ratio (GCR) 57.2 %

Phi min / max. +/- 60.0 °

##### Backtracking limit angle

Phi limits +/- 55.0 °

##### Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonom

Circumsolar separate

#### Near Shadings

According to strings

Electrical effect 100 %

#### User's needs

Unlimited load (grid)

### PV Array Characteristics

#### PV module

Manufacturer Jinkosolar

Model JKM575M-7RL4-V

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 575 Wp

Number of PV modules 99120 units

Nominal (STC) 56.99 MWp

Modules 3540 Strings x 28 In series

##### At operating cond. (50°C)

Pmpp 51.99 MWp

U mpp 1122 V

I mpp 46351 A

#### Total PV power

Nominal (STC) 56994 kWp

Total 99120 modules

Module area 271001 m²

Cell area 255290 m²

#### Inverter

Manufacturer Ingeteam

Model INGECON SUN 1665TL B640 OUTDOOR

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 1496 kWac

Number of inverters 30 units

Total power 44880 kWac

Operating voltage 925-1300 V

Max. power (=>30°C) 1663 kWac

Pnom ratio (DC:AC) 1.27

#### Total inverter power

Total power 44880 kWac

Nb. of inverters 30 units

Pnom ratio 1.27

### Array losses

#### Array Soiling Losses

Loss Fraction 1.5 %

#### LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.0 %

#### Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

#### Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

#### Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

#### DC wiring losses

Global array res. 0.37 mΩ

Loss Fraction 1.4 % at STC

#### Module mismatch losses

Loss Fraction 0.4 % at MPP





**PVsyst V7.2.5**

VCH, Simulation date:  
17/09/21 18:41  
with v7.1.1

Astrom Technical Advisors SL (Spain)

**Array losses**

**IAM loss factor**

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.989	0.965	0.924	0.731	0.000





## PVsyst V7.2.5

VCH, Simulation date:  
17/09/21 18:41  
with v7.1.1

Astrom Technical Advisors SL (Spain)

## System losses

## Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 4.0 W/kW  
0.0 kW from Power thresh.

## AC wiring losses

## Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 640 Vac tri  
Loss Fraction 0.12 % at STC

## Inverter: INGECON SUN 1665TL B640 OUTDOOR

Wire section (30 Inv.) Alu 30 x 3 x 2500 mm<sup>2</sup>  
Average wires length 21 m

## MV line up to HV Transfo

MV Voltage 30 kV  
Average each inverter  
Wires Alu 3 x 150 mm<sup>2</sup>  
Length 3850 m  
Loss Fraction 0.46 % at STC

## HV line up to Injection

HV line voltage 132 kV  
Wires Alu 3 x 185 mm<sup>2</sup>  
Length 2100 m  
Loss Fraction 0.12 % at STC

## AC losses in transformers

## MV transfo

Medium voltage 30 kV

## Operating losses at STC

Nominal power at STC 56052 kVA  
Iron loss (24/24 Connexion) 5.10 kW/Inv.  
Loss Fraction 0.10 % at STC  
Coils equivalent resistance 3 x 0.72 mΩ/inv.  
Loss Fraction 0.90 % at STC

## HV transfo

Grid voltage 132 kV

## Transformer from Datasheets

Nominal power 50000 kVA  
Iron loss 25.00 kVA  
Loss Fraction 0.05 % of PNom  
Copper loss 175.00 kVA  
Loss Fraction 0.35 % of PNom

## Operating losses at STC

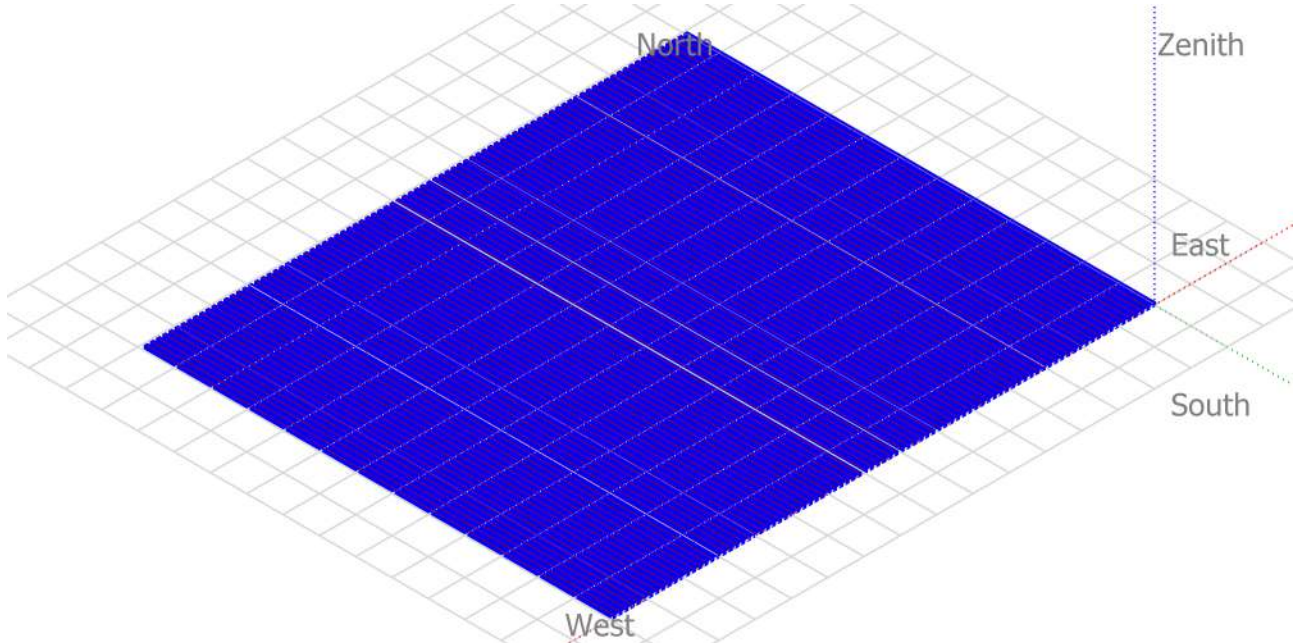
Nominal power at STC 56052 kVA  
Iron loss (24/24 Connexion) 25.00 kW  
Loss Fraction 0.04 % at STC  
Coils equivalent resistance 3 x 63.00 mΩ  
Loss Fraction 0.39 % at STC



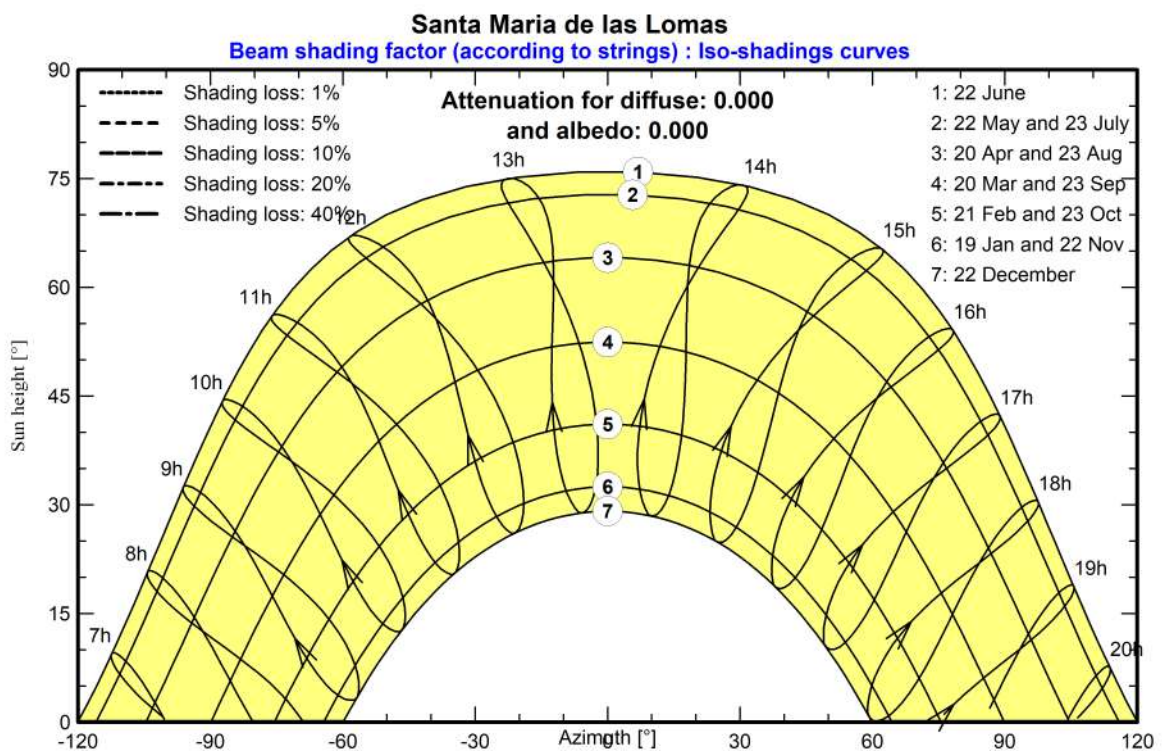


### Near shadings parameter

#### Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



### Iso-shadings diagram







# Project: Santa Maria de las Lomas

Variant: Nuevo Escenario 5b\_Ingecon 1665TL B640

PVsyst V7.2.5

VCH, Simulation date:  
17/09/21 18:41  
with v7.1.1

Astrom Technical Advisors SL (Spain)

## Main results

### System Production

Produced Energy 113216 MWh/year

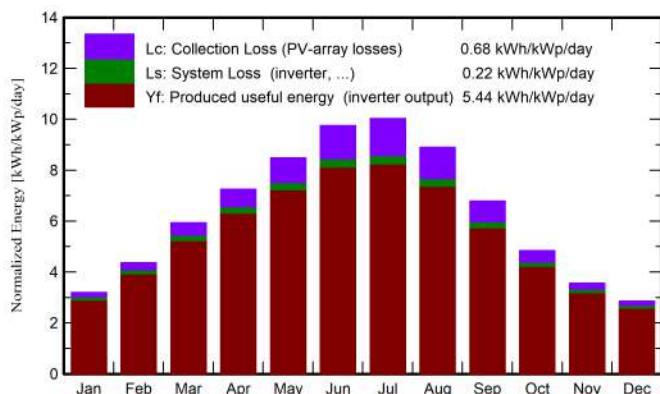
Specific production

1986 kWh/kWp/year

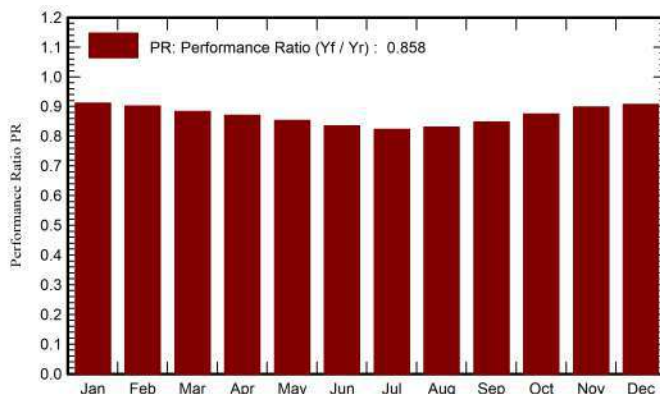
Performance Ratio PR

85.82 %

### Normalized productions (per installed kWp)



### Performance Ratio PR



### Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	ratio
January	78,50	29.20	10.90	99.0	95.1	5359	5142	0.912
February	97,4	34.60	12.30	122.4	118.0	6545	6290	0.902
March	146,4	50.50	15.10	184.0	177.4	9634	9265	0.883
April	174,8	61.30	17.40	217.7	210.3	11240	10806	0.871
May	210,5	71.40	21.00	263.2	254.2	13308	12800	0.853
June	233,2	67.80	25.80	292.5	283.2	14462	13911	0.834
July	245	60.70	28.20	310.9	301.3	15164	14586	0.823
August	217,1	60.10	28.20	275.7	267.3	13559	13047	0.830
September	162,2	52.80	24.60	203.5	196.6	10223	9834	0.848
October	119,4	44.50	20.40	150.3	144.7	7786	7488	0.874
November	83,8	30.50	14.70	106.8	102.7	5696	5469	0.898
December	69,9	25.80	11.69	88.6	85.0	4778	4578	0.907
Year	1874,964	589.20	19.23	2314.6	2280,414	117754	113216	0,87516

### Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T\_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E\_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio





# Project: Santa Maria de las Lomas

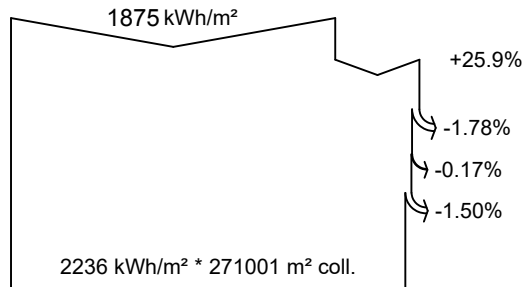
Variant: Nuevo Escenario 5b\_Ingecon 1665TL B640

## PVsyst V7.2.5

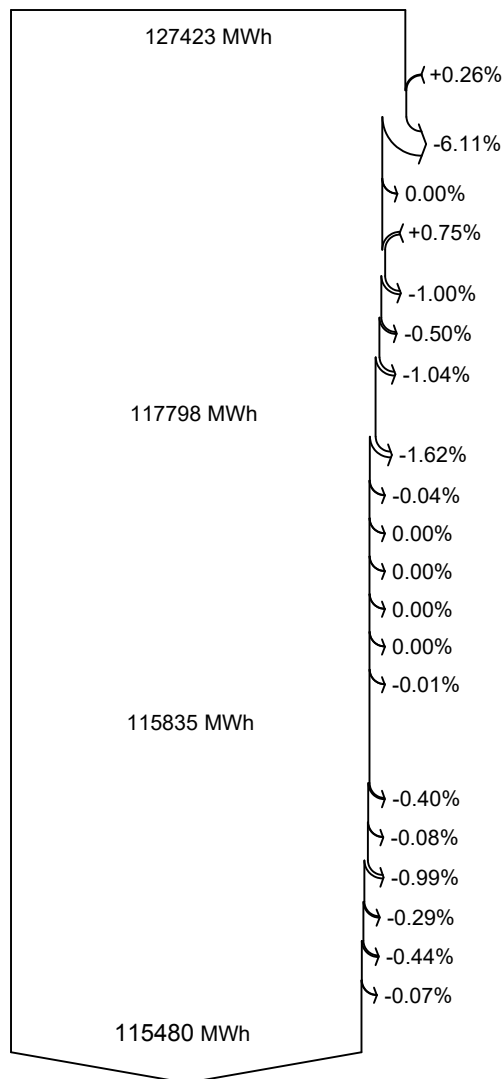
VCH, Simulation date:  
17/09/21 18:41  
with v7.1.1

Astrom Technical Advisors SL (Spain)

### Loss diagram



efficiency at STC = 21.03%



#### Global horizontal irradiation

#### Global incident in coll. plane

Near Shadings: irradiance loss

IAM factor on global

Soiling loss factor

#### Effective irradiation on collectors

PV conversion

#### Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Shadings: Electrical Loss acc. to strings

Module quality loss

LID - Light induced degradation

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

#### Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Night consumption

#### Available Energy at Inverter Output

Auxiliaries (fans, other)

AC ohmic loss

Medium voltage transfo loss

MV line ohmic loss

High voltage transfo loss

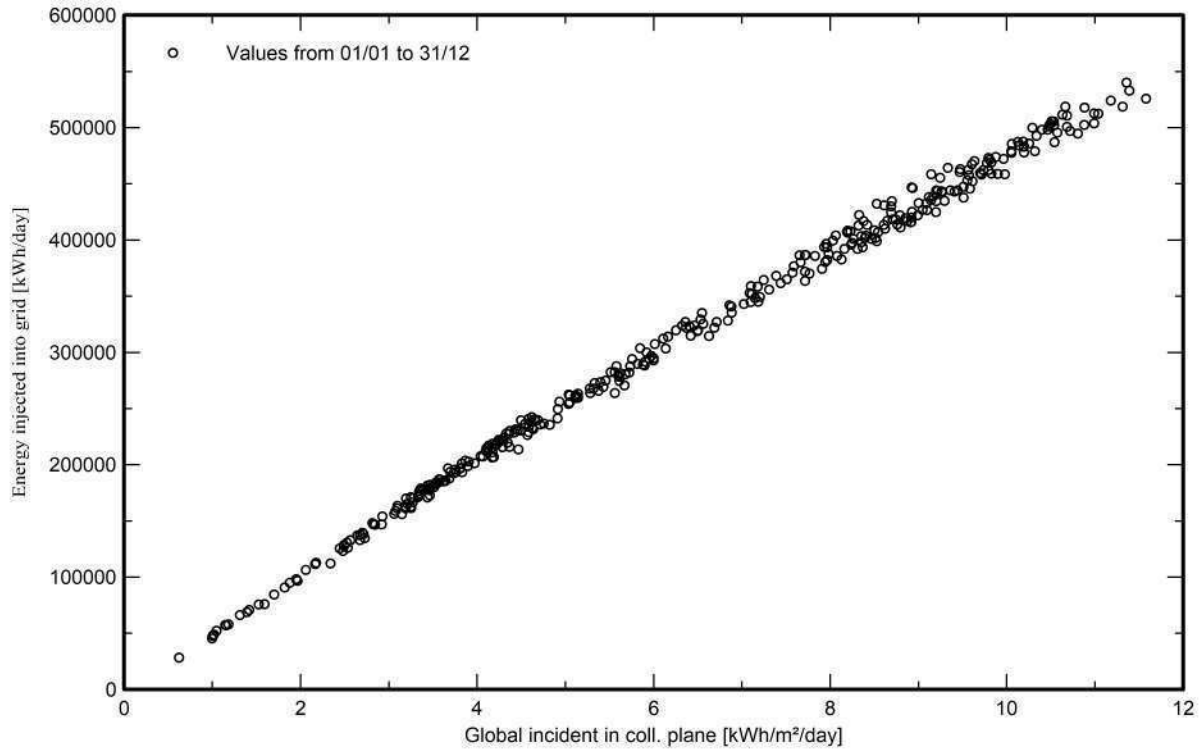
HV line ohmic loss

#### Energy injected into grid

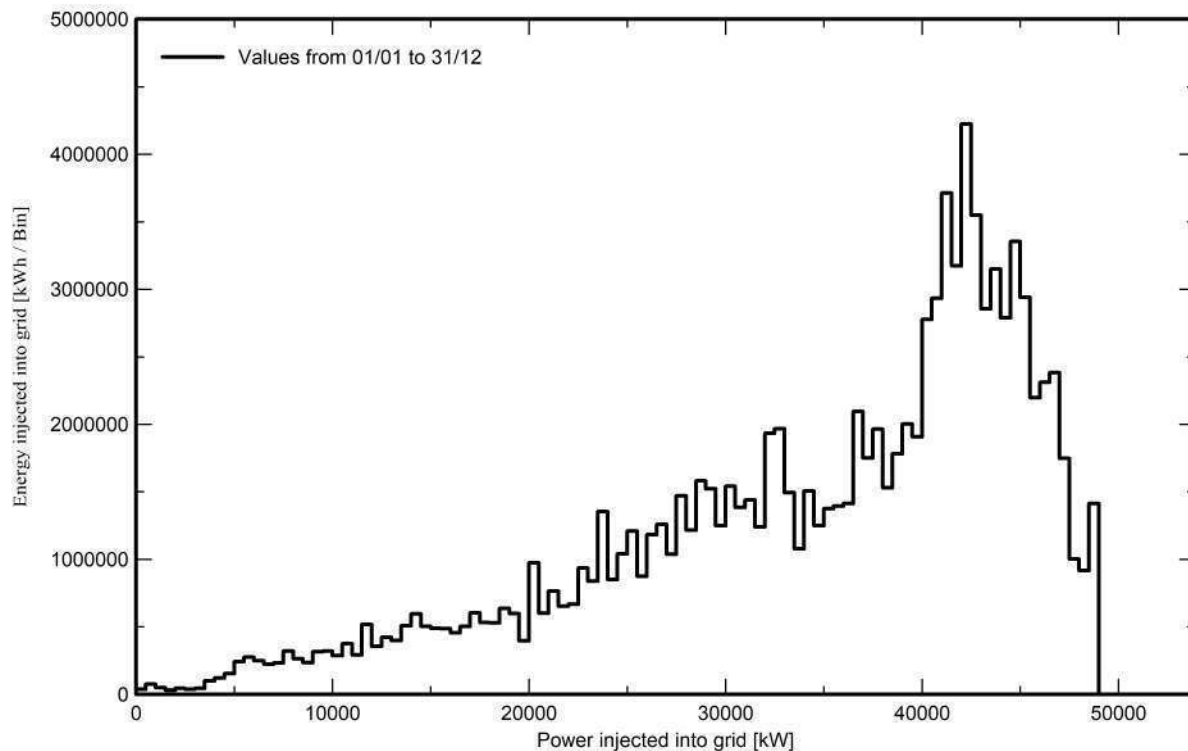


### Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



# ANEXO N°3: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132KV SOLAR AIRPORT PV





## PROYECTO CONSTRUCTIVO DE “PLANTA FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV”

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Visado n.º: 0504/21. Fecha: 06/10/2021. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: 2PS1633511822NGFYmU3Nj  
Autenticidad verificable a través de la página: <https://www.ica.es/verificacion-de-documentos>

## ÍNDICE

<b>LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132KV SOLAR AIRPORT PV .....</b>	<b>1</b>
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>1</b>
1. OBJETIVO .....	1
2. EMPLAZAMIENTO .....	1
3. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA .....	4
4. LEGISLACIÓN APLICADA .....	5
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>7</b>
1. OBJETO .....	8
2. DATOS DEL CONDUCTOR .....	8
3. DATOS TOPOGRÁFICOS .....	9
4. APOYOS .....	11
5. CIMENTACIONES .....	13
6. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS .....	16
6.1. Cadena de suspensión (“simples.”) .....	16
6.1.1. Longitud de la cadena de suspensión: .....	17
6.1.2. Herrajes .....	17
6.2. Cadena de amarre (“simples.”) .....	17
6.2.1. Longitud de la cadena de amarre y altura del puente .....	18
6.2.2. Herrajes .....	18
6.3. Descripción de cadenas según tipo de apoyos .....	19
6.3.1. Apoyos de fin de línea. ....	19
6.3.2. Apoyos de alineación-suspensión. ....	19
6.3.3. Apoyos de amarre y/o de anclaje. ....	19
7. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS .....	20
8. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO .....	20
<b>MEMORIA DE CÁLCULOS .....</b>	<b>1</b>
1. CÁLCULOS MECÁNICOS: .....	22
1.1. TENSIÓN MÁXIMA DEL TENDIDO (To): .....	1
1.2. VANO DE REGULACIÓN .....	1
1.3. ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES .....	1
1.4. FLECHA MÁXIMA .....	2
1.5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	2
1.5.1. Distancia de los conductores al terreno .....	2
1.5.2. Distancia entre conductores .....	3
1.5.3. Distancia a masa .....	3
1.5.4. Desviación de la cadena de aisladores .....	4
1.5.5. Cúpula del cable de tierra .....	4
1.5.6. Resumen y comprobación de distancias .....	5
1.6. APOYOS .....	6
1.6.1. Criterios de cálculo .....	6
1.6.2. Acciones consideradas .....	6
1.6.2.1. Cargas verticales: .....	6
1.6.2.2. Cargas horizontales: .....	7
1.6.3. Resumen de hipótesis .....	10
1.6.4. Resumen de esfuerzos aplicados .....	13
1.6.5. Coeficientes de seguridad .....	13

1.7.	CIMENTACIONES.....	13
1.7.1.	<i>Cimentaciones monobloque.....</i>	13
1.7.2.	<i>Cimentaciones de cuatro patas.....</i>	14
1.8.	AISLAMIENTO Y HERRAJES .....	15
1.8.1.	<i>Aisladores.....</i>	15
1.8.2.	<i>Herrajes.....</i>	15
2.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO: .....	17
2.1.	RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA LÍNEA: .....	18
2.2.	REACTANCIA DEL CONDUCTOR: .....	18
2.3.	DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE .....	19
2.4.	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:.....	19
2.5.	POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR:.....	19
2.6.	CAÍDA DE TENSIÓN: .....	20
2.7.	PÉRDIDA DE POTENCIA: .....	20
2.8.	RENDIMIENTO DE LA LÍNEA: .....	20
2.9.	CAPACIDAD MEDIA DE LA LÍNEA: .....	20
2.10.	EFFECTO CORONA:.....	21
	CONCLUSIÓN.....	21

# PRÓLOGO



## 1. OBJETIVO

El presente proyecto es redactado y firmado por el técnico competente **D.Javier Villachica Estero**, de la empresa Solar Airport PV, con domicilio para todos los efectos en Calle Charles Darwin sn Sevilla.

El objetivo de este proyecto es la construcción de una línea eléctrica de 132 kV de simple circuito, cuya finalidad es la evacuación de la energía producida por la planta fotovoltaica “Solar Airport PV” en la finca Santa María de las Lomas, a 5Km de la subestación perteneciente a la distribuidora Enel, SET AEROPUERTO 132, subestación destino de la línea de evacuación.

## 2. EMPLAZAMIENTO

La línea está compuesta por 18 apoyos y otro apoyo que se corresponde con el que es necesario implementar en la subestación de Enel para conseguir acoplarnos a la subestación de dicha distribuidora. Pese a que se presenta en este proyecto las características constructivas de este apoyo, indicado en todos los documentos aportados como apoyo 19, será la distribuidora Enel la que decida las características del mismo.

Todos los apoyos de la línea se encuentran en el término municipal de la Rinconada. En concreto, a lo largo de su trazado, la línea atraviesa las siguientes parcelas recogidas en el catastro:

Parcela	Polígono	Nº registro	Área (has)
2	6	41081A006000020000DH	18,5
10	6	41081A006000100000DG	7,48
34	6	41081A006000340000DH	2,99
8	6	41081A006000080000DQ	11,09
17	6	41081A006000170000DO	10,74
20	12	41081A012000200000DI	3,13
21	12	41081A012000210000DJ	8,64

25	12	41081A012000250000DU	173,25
----	----	----------------------	--------

A partir de este punto, ya línea de evacuación ya se encuentra a la altura del apoyo 13, desde este apoyo hasta el final de la línea (apoyo 19) la línea de evacuación discurre por una serie de parcelas incluidas en un plan parcial del Ayuntamiento de la Rinconada. Dicho organismo ha determinado el ICU favorable de la línea indicando las posiciones exactas según el sistema de coordenadas UTM RS89 en las que debemos construir los apoyos. Las coordenadas UTM indicadas en dicho proyecto coinciden con las establecidas por el Ayuntamiento.

Según el sistema de coordenadas UTM RS89 los apoyos de la línea de evacuación tienen las siguientes coordenadas:

<i>Apoyo</i>	<b>Coordenadas UTM RST89</b>
<i>1</i>	X: 248911.5254 Y:4144739.73
<i>2</i>	X: 248790.7601 Y:4149605.9865
<i>3</i>	X: 2488542.8440 Y:4149398.0390
<i>4</i>	X: 248393.6850 Y:4149112.2563
<i>5</i>	X: 248292.8875 Y:4148803.9389
<i>6</i>	X: 248156.8390 Y:4148560.8208

7	X: 247786.6498 Y:4148459.2914
8	X: 248790.7601 Y:4149605.9865
9	X: 247155.69 Y: 4148125.66
10	X: 246964.8810 Y: 4147875.7575
11	X: 246553.1443 Y: 4147873.5986
12	X:246184.7760 Y:414787.4564
13	X: 245706,82 Y: 4147913,01
14	X: 245508,11 Y: 4147971,36
15	X: 245312,73 Y: 4147929,70
16	X: 245076,42 Y: 4147885,60
17	X: 244884,00 Y: 4147844,13
18	X: 244781,47 Y: 4147718,01

X: 244714,75

Y: 4147683,13

Además, la línea presenta 5 cruzamientos con las distintas líneas aéreas preexistentes a lo largo de su trazado. Dichos cruzamientos se indican en la siguiente tabla:

**Cruzamiento 1 (línea de 66Kv)**

**X: 247371.8841**

**Y: 4148382.2698**

**Cruzamiento 2 (línea de 45Kv)**

**X: 247298.05**

**Y: 4148313.58**

**Cruzamiento 3 (línea de 110 Kv)**

**X: 24693.36**

**Y: 4147898.15**

**Cruzamiento 4 (línea de 132 Kv)**

**X: 246638.2330**

**Y: 4147873.6315**

**Cruzamiento 5 (línea de 132 Kv)**

**X: 244850.5640**

**Y: 4147792.7355**

### 3. DATOS GENERALES DE LA LÍNEA

La línea tiene las siguientes características generales:

- Titular: ----- Gonzalo Melgarejo Martinez de Avellanosa
- Tensión (kV): ----- 132
- Longitud (km): ----- 5,31
- Categoría de la línea: ----- 1º
- Zona/s por la/s que discurre: ----- Zona A
- Velocidad del viento considerada (km/h): ----- 120



- Tipo de montaje: ----- Simple Circuito (SC)
- Número de conductores por fase: ----- 1
- Frecuencia: ----- 50Hz
- Factor de potencia: ----- 0,8
- N° de apoyos proyectados: ----- 19
- N° de vanos: ----- 18
- Cota más baja (m): ----- 21
- Cota más alta (m): ----- 45

#### 4. LEGISLACIÓN APLICADA

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos en vigor:

- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio y de 18 de octubre de 1984, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.

- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

# MEMORIA DESCRIPTIVA

## 1. OBJETO

El objetivo de esta memoria es la descripción y valoración de la línea aérea de Alta Tensión que se proyecta, de manera que queden suficientemente explicadas todas las partes de la obra que se va a realizar, y los elementos y materiales empleados en la misma. Si existiesen partes del proyecto que en esta memoria no quedaran suficientemente claras se aportarían en anexos complementarios.

Este proyecto ha sido redactado de acuerdo a la vigente reglamentación.

## 2. DATOS DEL CONDUCTOR

El conductor elegido es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

- Denominación: ----- LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
- Sección total (mm<sup>2</sup>): ----- 281,1
- Diámetro total (mm): ----- 21,8
- Número de hilos de aluminio: ----- 26
- Número de hilos de acero: ----- 7
- Carga de rotura (kg): ----- 8620
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km): ----- 0,1194
- Peso (kg/m): ----- 0,977
- Coeficiente de dilatación (°C): ----- 1,89E-5
- Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>): ----- 7700
- Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>): ----- 3,58
- Tense máximo (Zona A): 2610 Kg - EDS (En zona A): 20%

El conductor de protección elegido es el siguiente:

- Denominación: ----- OPGW-130
- Diámetro (mm): ----- 14,6
- Peso (kg/m): ----- 0,597



- Sección ( $\text{mm}^2$ ): ----- 127,24
- Coeficiente de dilatación ( $^{\circ}\text{C}$ ): -----  $1,53\text{E}-5$
- Módulo de elasticidad ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ ): ----- 10652
- Carga de rotura ( $\text{Kg}$ ): ----- 6775
- Tense máximo (ZonaA): 2120 Kg - EDS (En zona A): 20%

En el [ANEXO 1 “Datos generales de la línea y los conductores”](#) se amplía la información de los conductores.

El tendido se efectuará de acuerdo con las tablas de tensiones y flechas que se acompañan en el [ANEXO 7 “Tensiones y flechas del conductor de fase”](#) , el [ANEXO 8 “Tensiones y flechas del conductor de protección”](#) , la cual ha sido obtenido con el programa de cálculo de líneas “IMEDEXSA 11”.

### 3. DATOS TOPOGRÁFICOS

En la siguiente tabla se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de esta línea.

Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Función	Tipo Terreno	Ángulo Interior (g)
1	44.00	0	173	NO	FL	Normal	0
2	44.00	173	323	NO	AN-AM	Normal	189,06
3	45.00	323	323	NO	AN-AM	Normal	175,38
4	45.00	323	322	NO	AN-AM	Normal	189,81
5	41.00	322	279	NO	AN-AM	Normal	187,59
6	34.00	279	384	NO	AN-AM	Normal	149,85
7	31.00	384	446	SI	AL-SU	Normal	0
8	29.00	446	316	SI	AN-AM	Normal	153,18
9	29.00	316	316	SI	AL-SU	Normal	0
10	28.00	316	411	SI	AN-AM	Normal	141
11	27.00	411	369	SI	AL-AM	Normal	0
12	26.00	369	472	NO	AL-SU	Normal	0
13	24.00	472	215	NO	AN-AM	Normal	186,48
14	24.00	215	200	NO	AN-AM	Normal	166,5
15	23.00	200	239	NO	AL-SU	Normal	0
16	22.00	239	191	NO	AL-SU	Normal	0
17	22.00	191	181	SI	AN-AM	Normal	188,7
18	21.00	181	53	SI	AN-ANC	Normal	166,5
19	22.00	53	53	NO	AN-ANC	Normal	0

La información topográfica se completa en el [ANEXO 1 “Datos generales de la línea y los conductores”](#)

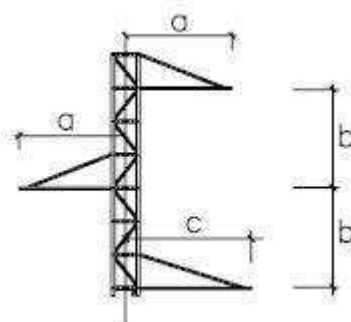
#### 4. APOYOS

Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente, fabricados por IMEDEXSA.

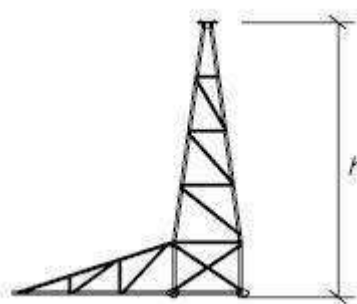
En el [ANEXO 4 “Detalles de apoyos”](#), adjunto a la presente memoria, pueden consultarse tanto la geometría como los esfuerzos admisibles por tales apoyos.

N° de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso total (Kg)	Tipo Armado	Dimensiones (m)				
					“a-d”	“b”	“c”	“h”	Altura útil
1	FL	AGR-21000-10	3169	S	2.9	2	2.9	4.3	10
2	AN-AM	HAR-9000-18	2822	S	2.9	2	2.9	4.3	15.25
3	AN-AM	AGR-12000-18	3498	S	3.6	2	3.6	4.3	18.5
4	AN-AM	HAR-9000-20	3116	S	2.9	2	2.9	4.3	17.4
5	AN-AM	HAR-9000-20	3116	S	2.9	2	2.9	4.3	17.4
6	AN-AM	AGR-18000-18	4603	S	3.6	2	3.6	4.3	18.5
7	AL-SU	HAR-2500-27	2428	S	3.1	2	3.1	3	24.15
8	AN-AM	CO-27000-27	9831	S	4.1	3.3	4.1	5.9	27
9	AL-SU	CO-27000-12	5470	S	4.1	3.3	4.1	5.9	12.2
10	AN-AM	CO-9000-36	8274	S	3.6	3.3	3.6	5.2	36.2
11	AL-AM	CO-9000-ESP.	---	S	3.2	3.3	3.2	5.2	
12	AL-SU	HAR-2500-34	3099	S	3.1	2	3.1	3	31.07
13	AN-AM	HAR-9000-27	4340	S	2.9	2	2.9	4.3	24.1
14	AN-AM	AGR-12000-12	2563	S	3.6	2	3.6	4.3	12
15	AL-SU	HAR-2500-15	1616	S	3.6	2	3.6	3.7	13.22
16	AL-SU	HAR-2500-24	2306	S	3.6	2	3.6	3.7	21.91
17	AN-AM	CO-9000-36	8205	S	3.2	3.3	3.2	5.2	36.2
18	AN-ANC	CO-9000-36	8274	S	3.6	3.3	3.6	5.2	36.2
19	FL	AGR-21000-10	3169	S	2.9	2	2.9	4.3	10

El **total de kg de acero** necesario para la construcción de esta línea son 79.899.



**Tipo S**



**Cúpula**



## 5. CIMENTACIONES

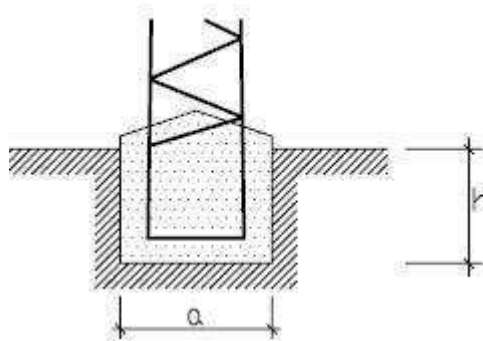
Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las características de las cimentaciones de cada uno de los apoyos será la siguiente:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE  
“PLANTA FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV”

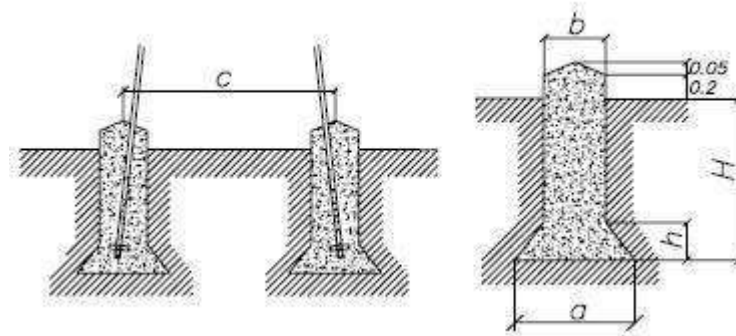
Nº de Apoyo	Apoyo	Tipo de Terreno	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
				a	h	b	H	c		
1	AGR-21000-10	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	2	0,65	1,2	3,35	2,69	22,35	23,59
2	HAR-9000-18	Normal	Monobloque	2,15	2,64	-	-	-	12,2	13,13
3	AGR-12000-18	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,55	0,45	1	2,85	3,84	12,57	13,44
4	HAR-9000-20	Normal	Monobloque	2,22	2,69	-	-	-	13,26	14,24
5	HAR-9000-20	Normal	Monobloque	2,22	2,69	-	-	-	13,26	14,24
6	AGR-18000-18	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,85	0,55	1,2	3,15	3,84	20,17	21,42
7	HAR-2500-27	Normal	Monobloque	2,09	2,19	-	-	-	9,57	10,44
8	CO-27000-27	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,9	0,5	1,3	3,65	6,4	26,47	27,94
9	CO-27000-12	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,8	0,5	1,2	3,5	3,8	21,84	23,09
10	CO-9000-36	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,25	0,35	0,9	2,75	7,97	9,41	10,11
11	CO-9000-ESP.	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	-	-	-	-	-	-	-
12	HAR-2500-34	Normal	Monobloque	2,35	2,27	-	-	-	12,54	13,64

13	HAR-9000-27	Normal	Monobloque	2,54	2,79	-	-	-	18	19,29
14	AGR-12000-12	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,55	0,45	1	2,8	2,96	12,37	13,24
15	HAR-2500-15	Normal	Monobloque	1,67	2,02	-	-	-	5,63	6,19
16	HAR-2500-24	Normal	Monobloque	2,04	2,15	-	-	-	8,95	9,78
17	CO-9000-36	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,25	0,35	0,9	2,75	7,97	9,41	10,11
18	CO-9000-36	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,25	0,35	0,9	2,75	7,97	9,41	10,11
19	AGR-21000-10	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	2	0,65	1,2	3,35	2,69	22,35	23,59

El volumen total de hormigón necesario para la cimentación de los apoyos es de --- m<sup>3</sup>.



**Cimentación monobloque**



**Cimentación tetrabloque cuadrada o circular con cueva**

## 6. DESCRIPCIÓN DE LAS CADENAS

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

### 6.1. Cadena de suspensión (“simples.”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo: -----U100BS
- Material: -----Vidrio
- Paso (mm):----- 127
- Diámetro (mm): ----- 255
- Línea de fuga (mm): ----- 315
- Peso (Kg):----- 3,75
- Carga de rotura (Kg):----- 10000
- N° de elementos por cadena: -----10



- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ----- 320
- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): ----- 675

#### 6.1.1. Longitud de la cadena de suspensión:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ----- 2

#### 6.1.2. Herrajes

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Suspensión	GS_3	1,1	8000
Grilletes Recto	GN	0,45	13500
Anilla bola	AB16-A	0,45	18000
Rótula corta	R-16A	0,51	14000

#### 6.2. Cadena de amarre (“simples.”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

- Tipo: -----U100BS

- *Material*: ----- *Vidrio*
- *Paso (mm)*:----- *127*
- *Diámetro (mm)*: ----- *255*
- *Línea de fuga (mm)*: ----- *315*
- *Peso (Kg)*:----- *3,75*
- *Carga de rotura (Kg)*:----- *10000*
- *Nº de elementos por cadena*: ----- *10*
- *Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)*: ----- *320*
- *Tensión soportada al impulso de un rayo (kV)*: ----- *675*

#### 6.2.1. Longitud de la cadena de amarre y altura del puente

- *Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m)*: ----- *2*
- *Altura del puente en apoyos de amarre (m)*:----- *2*
- *Ángulo de oscilación del puente (º)*: ----- *20*

#### 6.2.2. Herrajes

Veamos las características de los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea:

Herraje	Tipo	Peso aproximado (Kg)	Carga de rotura (Kg)
Grapa de Amarre	GA_3	1,85	8500
Grilletes Recto	GN	0,45	13500
Anilla bola	AB16-A	0,45	18000
Rótula corta	R-16A	0,51	14000

### 6.3. Descripción de cadenas según tipo de apoyos

#### 6.3.1. Apoyos de fin de línea.

En los apoyos de fin de línea se montarán los siguientes elementos:

*3 cadenas simples de aisladores, con 10 unidades cada una.* – Aisladores tipo U100BS

3 Ud. – Grapa de amarre GA\_3

3 Ud. - Grilletes Recto , tipo GN.

3 Ud. - Anilla bola , tipo AB16-A.

3 Ud. - Rótula corta , tipo R-16A.

#### 6.3.2. Apoyos de alineación-suspensión.

Los apoyos con cadena en suspensión serán **4** , y llevarán los siguientes componentes:

*3 cadenas simples de aisladores, con 10 unidades cada una.* – Aisladores tipo U100BS

3 Ud. – Grapa de alineación GS\_3.

3 Ud. - Grilletes Recto , tipo GN.

3 Ud. - Anilla bola , tipo AB16-A.

3 Ud. - Rótula corta , tipo R-16A.

#### 6.3.3. Apoyos de amarre y/o de anclaje.

Nuestra línea proyectada cuenta con **13** apoyos de amarre y/o anclaje que llevarán las siguientes cadenas:

*6 cadenas simples de aisladores, con 10 unidades cada una.* – Aisladores U100BS

6 Ud. – Grapa de amarre, GA\_3

6 Ud. - Grilletes Recto , tipo GN.

6 Ud. - Anilla bola , tipo AB16-A.

6 Ud. - Rótula corta , tipo R-16A.

## 7. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm<sup>2</sup> de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

## 8. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.



# MEMORIA DE CÁLCULOS

## 1.CÁLCULOS MECÁNICOS:

### 1.1. Tensión Máxima del Tendido ( $T_0$ ):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales ( $T_0$ ), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.
- Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

### 1.2. VANO DE REGULACIÓN

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

- $a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- $b_i$ : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)
- $a_i$ : Proyección horizontal de  $b_i$  (m)

### 1.3. ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 * (T + A) = B$$

$$A = \alpha * (\theta - \theta_0) * S * E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} * \frac{P_0^2}{T_0^2} * S * E \quad ; \quad B = \frac{a_r^2 * P^2}{24} * S * E$$

- $a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).
- $T_0$ : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).
- $\theta_0$ : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).
- $P_0$ : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).

- $T$ : Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).
- $\theta$ : Temperatura en las condiciones finales ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- $P$ : Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).
- $S$ : Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ ).
- $E$ : Módulo de elasticidad del conductor ( $\text{kg/mm}^2$ ).
- $\alpha$ : Coeficiente de dilatación lineal del conductor ( $\text{m}/^{\circ}\text{C}$ ).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga hielo o viento}$$

#### 1.4. FLECHA MÁXIMA

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p * a * b}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2}\right)$$

- $a$ : Longitud proyectada del vano (m).
- $h$ : Desnivel (m).
- $b$ : Longitud real del vano (m)  $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$
- $T$ : Componente horizontal de la tensión (kg).
- $p$ : Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **7 metros**.

#### 1.5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

##### 1.5.1. Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:

$$D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3 + D_{\text{el}} \text{ (con un}$$

mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 132 kV le corresponde una  $D_{\text{el}}$  de 1,2 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:  **$D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 6,5 \text{ metros}$** .

- $D_{\text{add}} + D_{\text{el}}$ : Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.



### 1.5.2. Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

- *D*: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- *K*: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T..
- *F*: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).
- *L*: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos  $L=0$ .
- $D_{pp}$ : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de  $D_{pp}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

En el apartado 1.5.6 de la presente memoria puede consultarse el chequeo de tales distancias para cada uno de los apoyos,

### 1.5.3. Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a  $D_{el}$ .

- *D<sub>el</sub>*: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso:  **$D_{el} = 1,2$  metros.**

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

#### 1.5.4. Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{K_v * d * \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + \frac{E_c}{2}}{P \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + T_{-t+\frac{v}{2}} * \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) + \frac{P_c}{2}}$$

- $\gamma$ : Ángulo de desviación.
- $E_c$ : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).
- $P_c$ : Peso de cada cadena (kg).
- $a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).
- $h_1$  y  $h_2$ : Desnivel de vano anterior y posterior (m).
- $T_{t+v/2}$ : Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.
- $d$ : Diámetro del conductor (m).
- $P$ : Peso unitario del conductor (kg/m).
- $K_v$ : Presión mitad del viento (kg/m<sup>2</sup>).

Se calculará en el apartado 1.5.6 “Resumen y comprobación de distancias”

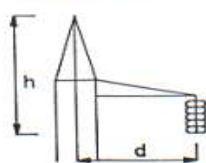
#### 1.5.5. Cúpula del cable de tierra

En el cálculo de la cúpula para el cable de tierra se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinado por este punto y el conductor de fase no exceda de 35°.

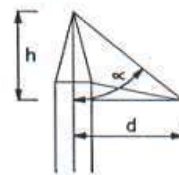
Así la altura mínima de la cúpula  $\operatorname{tg} 35 = \frac{d}{h_{\min}}; \quad h_{\min} = \frac{d}{\operatorname{tg} 35};$

Estas distancias, para apoyos de amarre y suspensión, son las siguientes:

Apoyos de suspensión:



Apoyos de amarre:



Se muestran los resultados en el apartado 1.5.6

*1.5.6. Resumen y comprobación de distancias*

[Ver ANEXO 2.1 "Distancias FINES DE LÍNEA S"](#)

[Ver ANEXO 2.2 "Distancias ALINEACIONES S"](#)

[Ver ANEXO 2.3 "Distancias AMARRES S"](#)

[Ver ANEXO 2.4 "Distancias ÁNGULOS S"](#)

## 1.6. APOYOS

### 1.6.1. Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A, B o C)

### 1.6.2. Acciones consideradas

#### 1.6.2.1. Cargas verticales:

- **Carga vertical permanente ( $P_{vp}$ ):**

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \quad (\text{kg})$$

Siendo:

- $a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior.
- $P_{cond}$ : Peso propio del conductor.
- $P_{cad}$ : Peso de la cadena, aisladores más herrajes.
- $n$ : Número de conductores.
- $h_1$  y  $h_2$ : Desnivel del vano anterior y posterior (m).
- $T$ : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

- **Sobrecarga por hielo ( $S_h$ ):**

$$S_h = P_h \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

- $P_h$ : Sobrecarga de hielo. En zona B =  $0,18 \cdot \sqrt{d}$  (Kg/m); en zona C =  $0,36 \cdot \sqrt{d}$  (kg/m).

Siendo  $d$  el diámetro del conductor (mm).



### 1.6.2.2. Cargas horizontales:

- **Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):**

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$

- $q$ : Presión del viento sobre el conductor ( $\text{Kg/m}^2$ ). Siendo  $q = 60 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ Kg/m}^2$  cuando

$$d \leq 16 \text{ mm y } q = 50 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ kg/m}^2 \text{ cuando } d \geq 16 \text{ mm.}$$

- $d$ : diámetro del conductor en mm.

- **Resultante de ángulo ( $R_a$ ):**

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes,  $\alpha$  el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- **Desequilibrio de tracciones ( $D_t$ ):**

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{\text{máxima}}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
  - Un  $>66\text{kV}$ , 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
  - Un  $\leq 66\text{kV}$ , 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
  - Un  $>66\text{kV}$ , 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
  - Un  $\leq 66\text{kV}$ , 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de anclaje:

Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

- Desequilibrio en apoyos especiales:

Desequilibrio más desfavorable que puedan ejercer los conductores. Se aplicarán los esfuerzos en el punto de fijación de los conductores.

- **Rotura de conductores ( $R_c$ ):**

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

El 50% en líneas de 1 ó 2 conductores por fase.

El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

- Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

### 1.6.3. Resumen de hipótesis

#### Zona A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO  SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO  SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO  SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea.	V	CARGAS PERMANENTES	No aplica	CARGAS PERMANENTES
	T	VIENTO		No aplica
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES		ROTURA DE CONDUCTORES
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.				
V = Esfuerzo vertical		L = Esfuerzo longitudinal	T = Esfuerzo transversal	

\*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS



**Zona B y C**

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo + viento)		
Suspensión de Alineación  o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h )	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación  o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h )	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORÍA ESPECIAL	
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Anclaje de Alineación  o	V	CARGAS PERMANENTES (SOMET VIENTO)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h )	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORÍA ESPECIAL	

## PROYECTO CONSTRUCTIVO DE “PLANTA FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV”

Anclaje de Ángulo	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	VIENTO A 60 km/h Y HIELO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No se aplica.  *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.			DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea	V	CARGAS PERMANENTES	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA)	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h )	No aplica.	CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA) CARGAS PERMANENTES (HIELO MÍNIMA Y VIENTO A 60 km/h ) – CATEGORÍA ESPECIAL
	T	VIENTO	No aplica.	VIENTO A 60 km/h Y HIELO		No aplica.
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES			ROTURA DE CONDUCTORES
V = Esfuerzo vertical			L = Esfuerzo longitudinal		T = Esfuerzo transversal	

\*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS

\*\*1ª Hipótesis: VIENTO A 120 ó 140 km/h Y TEMPERATURA DE -10°C en zona B y -15°C en zona C.

#### 1.6.4. Resumen de esfuerzos aplicados

Ver ANEXO 3.1 “Esfuerzos aplicados 1ª HIPOTESIS”

Ver ANEXO 3.2 “Esfuerzos aplicados 2ª HIPOTESIS”

Ver ANEXO 3.3 “Esfuerzos aplicados 3ª HIPOTESIS”

Ver ANEXO 3.4 “Esfuerzos aplicados 4ª HIPOTESIS ROT. FASE”

Ver ANEXO 3.5 “Esfuerzos aplicados 4ª HIPOTESIS ROT. PROTECCIÓN”

#### 1.6.5. Coeficientes de seguridad

Ver ANEXO 9 “Coeficientes de seguridad”

### 1.7. CIMENTACIONES

#### 1.7.1. Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot \left(h_t / 2 + 2/3 \cdot t\right)$$

- $F$  = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg
- $h$  = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- $t$  = Profundidad de la cimentación en m.
- $F_v$  = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.
- $h_t$  = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

$$\text{Donde: } M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4; \quad M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a ;$$

Siendo:

- $M_1$  = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.
- $M_2$  = Momento debido a las cargas verticales.
- $K$  = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad ( $\text{Kg/cm}^2 \times \text{cm}$ )
- $a$  = Anchura de la cimentación en metros.
- $p$  = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

#### 1.7.2. Cimentaciones de cuatro patas

Las cimentaciones de las torres de patas separadas están constituidas por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada o circular. Cada uno de estos bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción ( $F_t$ ), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón ( $P_h$ ) más el del cono de tierras arrancadas ( $P_c$ ) con un coeficiente de seguridad de 1,5:

$$(P_c + P_h) / F_t \geq 1,5$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión ( $F_c$ ), la presión ejercida por éste más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de área  $A$ ) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno ( $\sigma$ ):

$$(F_c + P_h) / A \leq \sigma$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en el apartado 5 de la memoria descriptiva.



## 1.8. AISLAMIENTO Y HERRAJES

### 1.8.1. Aisladores

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

En el caso que nos ocupa tenemos una cadena de aisladores con un coeficiente de seguridad de:

$$U100BS ; C.S. = 10000 / 2610 = 3,83 .$$

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

### 1.8.2. Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

$$GA\_3; \quad C.S. = 8500 / 2610 = 3,26$$

$$GS\_3; \quad C.S. = 8000 / 2610 = 3,07$$

$$GN; \quad C.S. = 13500 / 2610 = 5,17$$

$$AB16-A; \quad C.S. = 18000 / 2610 = 6,9$$

$$R-16A; \quad C.S. = 14000 / 2610 = 5,36$$

## 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO:

### 2.1. Resistencia eléctrica de la línea:

La resistencia de la línea será:  $R_L = [L(Km) \cdot R(\Omega / Km)] / n^\circ$

Donde:

- $L (Km) =$  Longitud de la línea.
- $R (\Omega / Km) =$  Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura.
- $R_L(\Omega) =$  Resistencia total de la línea.
- $n^\circ =$  Número de conductores por fase.

Por lo tanto:  $R_L = [5,30758 (Km) \cdot 0,1194 (\Omega / Km)] / 1 = 0,6337 (\Omega)$

### 2.2. Reactancia del conductor:

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left( \frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,605 \cdot \log(D/r) \right) \cdot 10^{-4} \Omega / Km.$$

- $X =$  Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.
- $f =$  Frecuencia de la red en hercios = 50.
- $r =$  Radio equivalente del conductor en milímetros.
- $D =$  Separación media geométrica entre conductores en milímetros.
- $\mu =$  Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.
- $n^\circ =$  Número de conductores por fase.

La separación media geométrica (D) la calculamos como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}}$$

Por lo tanto  $X = 0,4145 \Omega / Km.$



### 2.3. Densidad máxima admisible

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-280 (242-AL1/39-ST1A), de 281,1 mm<sup>2</sup> de sección y configuración 26+7 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\text{máx.admi.}} = 2,0585 \text{ A/mm}^2.$$

### 2.4. Intensidad máxima admisible:

La corriente máxima que puede circular por nuestro cable LA-280 (242-AL1/39-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 281,1 mm<sup>2</sup>, es de:

$$I_{\text{máx}} = D_{\text{máx.adm.}} * S * n^{\circ}_{\text{conductores/fase}}$$

Siendo:

- $I$  = Intensidad de corriente máxima en A.
- $S$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $D_{\text{máx.adm.}}$  = Densidad de corriente máxima soportada por el cable (A/mm<sup>2</sup>).

Entonces:

$$I_{\text{máx}} = 2,0585 \text{ A/mm}^2 * 281,1 \text{ mm}^2 * 1 = 578,6510 \text{ A}$$

### 2.5. Potencia máxima a transportar:

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado es de:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * V * \cos \varphi * I_{\text{máx}}$$

Siendo:

- $P$  = Potencia en kW.
- $V$  = tensión en kV.
- $\cos \varphi$  = Factor de potencia .

Entonces:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * 0,8 * 132 \text{ kV} * 578,6510 \text{ A} = 105838 \text{ kW}$$

## 2.6. Caída de tensión:

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} * I * L * (R.\cos\theta + X.\sen\theta)$$

Siendo:

$e$  = Caída de tensión (V.).

$L$  = Longitud de la línea (Km.).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión:

$$e = \sqrt{3} * 578,6510 \text{ (A)} * 5,31 \text{ (Km)} * [ 0,12 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,8 + 0,4145 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 0,6 ] =$$

$$1.831,1445 \text{ V}$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de **1,3872 %** , que es menor que el 5% recomendable.

## 2.7. Pérdida de potencia:

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la expresión:

$$P_p = 3 * R * I^2 * L$$

Por lo tanto la potencia perdida es de:

$$P_p = 3 * 0,12 \text{ (}\Omega/\text{Km)} * 578,6510^2 \text{ (A)} * 5,31 \text{ (Km)} = 636,5837 \text{ kW}$$

Lo que supone un **0,6015 %** de la máxima potencia transportada.

## 2.8. Rendimiento de la línea:

Viene dado por la expresión:

$$\mu = (Pot. \text{ total} - Pot. \text{ perdida}) * 100 / Pot. \text{ total}$$

$$\mu = (105838 \text{ (kW)} - 636,5837 \text{ (kW)}) * 100 / 105838 \text{ (kW)} = 99,3985 \text{ \%}$$

## 2.9. Capacidad media de la línea:

Viene dado por la expresión:

$$\beta = 0,0242 / \log(D/r)$$

-  $r$  = Radio equivalente del conductor en milímetros.

-  $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$\beta = 0,0088 \text{ (}\mu\text{F/Km)}$$

#### 2.10. Efecto corona:

La tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 29,8/\sqrt{2} * m_c * m_t * 298/(273+\theta) * \text{Exp}(-h/8150) * r * n^{\circ}_{\text{conductores/fase}} * \ln(D/r_{eq})$$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

- $m_c$  = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)
- $\theta$  = Temperatura ambiente (EDS)
- $h$  = Cota máxima del terreno en metros.
- $r$  = Radio del conductor en centímetros.
- $r_{eq}$  = Radio equivalente del conductor en milímetros.
- $m_t$  = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)
- $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

$$U_c = 102 \text{ (kV)}$$

Existirán pérdidas corona siempre que la tensión crítica de aparición de descargas corona en valor eficaz  $U_c$ , sea inferior a la tensión máxima fase neutro de la línea  $U_s / \sqrt{3}$ , dónde  $U_s$  es la tensión más elevada de la línea.

En el [ANEXO 11 "Cálculos eléctricos"](#) se puede ver un resumen de los cálculos eléctricos de la línea.

## CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se entiende que el presente proyecto se encuentra suficientemente detallado. De esta manera se remite la documentación a los organismos oficiales

competentes para que pueda ser evaluado, con el fin de obtener las aprobaciones y permisos para la ejecución de la obra.



# ANEXO N°4: FICHAS TÉCNICAS

# TR 78M 560-580 Watt Mono-facial

Tiling Ribbon (TR) Technology

Positive power tolerance of 0~+3%

(Draft)

## TIGER Pro



### KEY FEATURES



#### TR technology + Half Cell

TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (mono-facial up to 21.21%)



#### MBB instead of 5BB

MBB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.



#### Higher lifetime Power Yield

2% first year degradation,  
0.55% linear degradation



#### Best Warranty

12 year product warranty,  
25 year linear power warranty



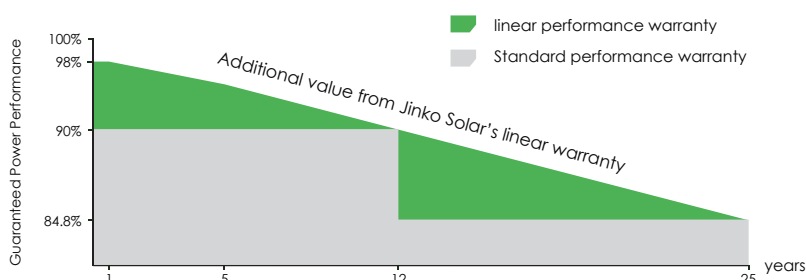
#### Strengthened Mechanical Support

5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load

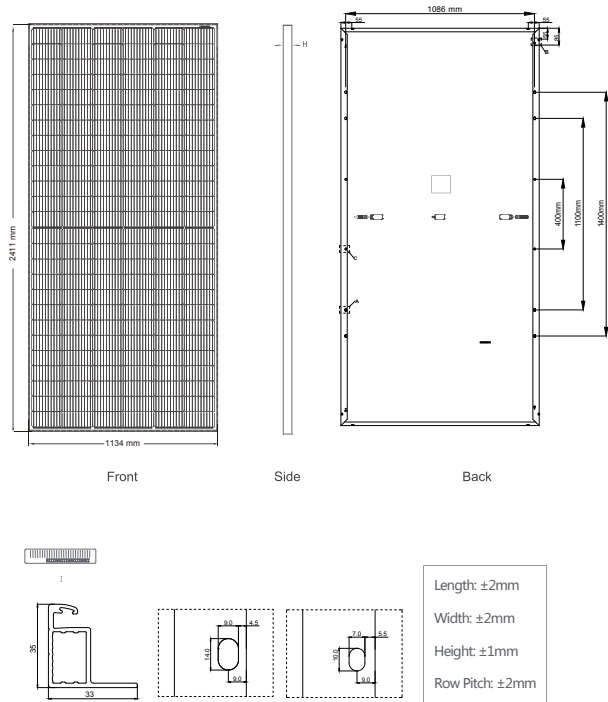


### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty  
0.55% Annual Degradation Over 25 years



## Engineering Drawings

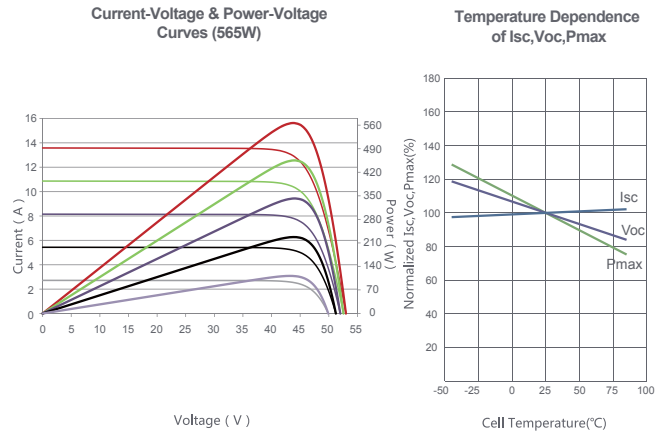


## Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 496pcs/ 40'HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2411×1134×35mm (94.92×44.65×1.38 inch)
Weight	30.93 kg (68.2 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 290mm, (-): 145 mm or Customized Length

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM560M-7RL4-V		JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V		JKM580M-7RL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	560Wp	417Wp	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.31V	40.63V	44.43V	40.72V	44.55V	40.80V	44.67V	40.89V	44.78V	40.97V
Maximum Power Current (Imp)	12.64A	10.25A	12.72A	10.32A	12.80A	10.39A	12.88A	10.46A	12.96A	10.53A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.90V	49.93V	53.00V	50.03V	53.10V	50.12V	53.20V	50.21V	53.30V	50.31V
Short-circuit Current (Isc)	13.50A	10.90A	13.58A	10.97A	13.66A	11.03A	13.74A	11.10A	13.82A	11.16A
Module Efficiency STC (%)	20.48%		20.67%		20.85%		21.03%		21.21%	
Operating Temperature(°C)					-40°C~+85°C					
Maximum system voltage					1500VDC (IEC)					
Maximum series fuse rating					25A					
Power tolerance					0~+3%					
Temperature coefficients of Pmax					-0.35%/°C					
Temperature coefficients of Voc					-0.28%/°C					
Temperature coefficients of Isc					0.048%/°C					
Nominal operating cell temperature (NOCT)					45±2°C					

\* **STC:** ☀ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> 📏 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5  
**NOCT:** ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup> 📏 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s  
 \* Power measurement tolerance:  $\pm 3\%$







The next-generation-now horizontal single-axis solar tracker



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Virado n.º: 0504/21. Fecha: 06/10/2021. El presente documento es emitido por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: 2PS1633517. <https://www.ica.es/verificacion-de-documentos>





# TECHNICAL DATASHEET



Single-Axis Tracker

## MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows
Tracking Range	up to $\pm 60^\circ$
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor
Power Supply	PV Series Self-powered Supply 2.0 Optional: 120/240 Vac or 24 Vdc power-cable
Tracking Algorithm	Astronomical with TeamTrack® Backtracking
Communication	Open Thread Full Wireless Optional: RS-485 Full Wired RS-485 cable not included in Soltec scope
Wind Resistance	Per Local Codes
Land Use Features	
Independent Rows	YES
Slope North-South	up to 17%
Slope East-West	Unlimited
Ground Coverage Ratio	Configurable. Typical range: 30-50%
Foundation	Driven Pile   Ground Screw   Concrete
Temperature Range	
Standard	- 4°F to +131°F   -20°C to +55°C
Extended	-40°F to +131°F   -40°C to +55°C
Availability	>99%
Modules	Standard: 72 / 78 cells   Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others)

## MODULE CONFIGURATIONS Approximate Dimensions

	Length	Height	Width		Length	Height	Width
2x28	29.2 m (95' 10")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")	2x42	43.6 m (143')	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")
2x29	30.2 m (99' 1")			2x43.5	45.6 m (149' 7")		
2x30	31.4 m (103')			2x45	46.7 m (153' 3")		

## SERVICES

Pull Test Plan	Commissioning Plan
Factory Support Plan	Operation & Maintenance Plan
Onsite Advisory Plan	Tracker Monitoring System Plan
Construction Plan	Solmate Customer Care

## MAINTENANCE ADVANTAGES

Self-lubricating Bearings  
Face to Face Cleaning Mode  
2x Wider Aisles

## WARRANTY

Structure 10 years (extendable)  
Motor 5 years (extendable)  
Electronics 5 years (extendable)

### SPAIN / Headquarters

Pol. Ind. La Serreta  
Gabriel Campillo, s/n, 30500  
Molina de Segura, Murcia, Spain  
info@soltec.com  
+34 968 603 153

### MADRID

Núñez de Balboa 33, 1ªA  
28001 Madrid  
emea@soltec.com  
+34 91 449 72 03

### UNITED STATES

usa@soltec.com  
+1 510 440 9200

### BRAZIL

brasil@soltec.com  
+55 071 3026 4900

### MEXICO

mexico@soltec.com  
+52 1 55 5557 3144

### CHILE

chile@soltec.com  
+56 2 25738559

### PERU

peru@soltec.com  
+51 1422 7279

### INDIA

india@soltec.com  
+91 124 4568202

### AUSTRALIA

australia@soltec.com  
+61 2 9275 8806

### CHINA

china@soltec.com  
+86 21 66285799

### ARGENTINA

argentina@soltec.com  
+54 9 114 889 1476

### EGYPT

egypt@soltec.com

**B&V Bankability report**  
**DNV GL Technology**  
**Review available**  
**RWDI WIND TUNNEL TESTED**



soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec Energías Renovables • SF7.210111.V7



## SOLUCIÓN DUAL SIN TRANSFORMADOR CON DOS INVERSORES SERIE B

## Hasta 3,6 MVA con tecnología de 1500 Vdc

### La máxima densidad de potencia

Estos inversores FV centrales presentan más potencia por metro cúbico. Gracias al uso de componentes de alta calidad, esta serie de inversores rinde al más alto nivel posible.

### Electrónica de última generación

Los inversores de la serie B integran una novedosa unidad de control que funciona más rápido y permite un control del inversor más eficiente y sofisticado, ya que utiliza un procesador de señales digitales de última generación. Además, el hardware de la tarjeta de control permite medidas más precisas y un mayor grado de protección.

Estos inversores soportan huecos de tensión y presentan también un menor consumo de potencia gracias a una tarjeta de suministro de potencia más eficiente.

### Conexiones AC integradas

Las acometidas de salida están integradas en el mismo armario, lo cual facilita las labores de mantenimiento y reparación.

### Máxima protección

Estos equipos trifásicos disponen de un seccionador DC de apertura en carga motorizado para desacoplar el generador fotovoltaico del inversor.

Además, incorporan un seccionador magneto-térmico motorizado. Opcionalmente pueden incorporar fusibles, kit de puesta a tierra y monitorización de corrientes de entrada.

### Máximos valores de eficiencia

El uso de novedosas topologías de conversión electrónica permite alcanzar valores de eficiencia de hasta el 98,9%.

### Prestaciones mejoradas

La nueva gama de inversores INGECON® SUN Power presenta una envolvente renovada y mejorada que, junto a un novedoso sistema de refrigeración por aire, permite aumentar la temperatura de trabajo.



### Diseño duradero

El diseño de estos equipos permite garantizar una larga vida útil. Garantía estándar de 5 años, ampliables hasta 25 años.

### Soporte de red

La familia INGECON® SUN Power Serie B está preparada para cumplir los requerimientos de conexión a red de los diferentes países, contribuyendo a la calidad y estabilidad del sistema eléctrico. Por lo tanto, estos inversores son capaces de soportar huecos de tensión y controlar la potencia activa inyectada a la red. Además, pueden operar en redes débiles con bajo ratio de cortocircuito (SCR).

### Fácil mantenimiento

Todos los elementos pueden ser reemplazados o retirados directamente desde la parte frontal del inversor, gracias a su novedoso diseño.

### Manejo sencillo

Los inversores INGECON® SUN Power disponen de una pantalla LCD que permite visualizar de forma sencilla y cómoda el estado del inversor, así como diferentes variables internas. Además, el display dispone de varios LEDs que indican el estado de funcionamiento del inversor y avisan de cualquier incidencia mediante una indicación luminosa, lo cual simplifica y facilita las tareas de mantenimiento del equipo.

### Monitorización y comunicación

Comunicación Ethernet integrada de serie. Incluye sin coste las aplicaciones INGECON® SUN Manager e INGECON® SUN Monitor y su versión para Smartphone para la monitorización y registro de datos del inversor a través del Internet. Permite monitorizar las variables internas de funcionamiento (alarmas, producción en tiempo real, etc.), así como el histórico de datos de producción.

Disponibles dos puertos de comunicación para cada inversor (uno para monitorización y otro para el control de planta), permitiendo un control de planta rápido y simultáneo.

#### PROTECCIONES

- Polarización inversa DC.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Vigilante de aislamiento DC.
- Hasta 15 pares de porta-fusibles.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC y AC, tipo II.
- Interruptor DC motorizado para desconectar el inversor del campo FV.
- Soporta huecos de tensión.
- Seccionador magneto-térmico AC motorizado.
- Protección del hardware vía firmware.
- Protección adicional para la electrónica de potencia, gracias a un circuito cerrado de ventilación.

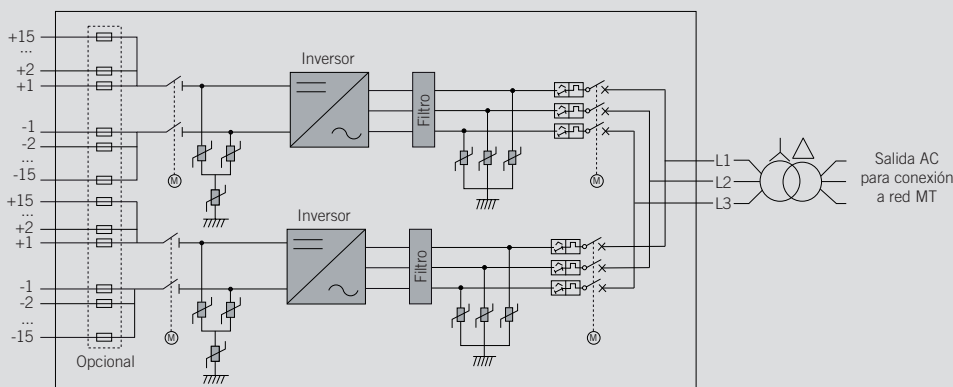
#### ACCESORIOS OPCIONALES

- Kit para alimentar servicios auxiliares.
- Kit de puesta a tierra.
- Kit para trabajar hasta -30 °C de temperatura ambiente.
- Descargadores de sobretensiones DC, tipo I+II.
- Fusibles DC.
- Monitorización de las corrientes de agrupación de la entrada DC.
- Kit despolarizador nocturno (previene el PID: Potential Induced Degradation).
- Inyección de potencia reactiva nocturna.
- Kit atrapa-arenas.
- Caja de agrupamiento DC integrada.

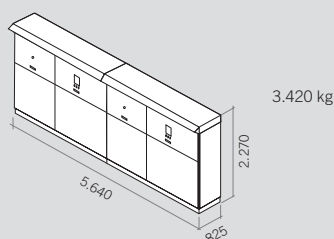
#### VENTAJAS DE LA SERIE B

- Mayor densidad de potencia.
- Electrónica de última generación.
- Alimentación nocturna para comunicar con el inversor por la noche.
- Mayor rendimiento.
- Mantenimiento sencillo gracias al diseño de su nueva envolvente.
- Piezas de recambio más ligeras.
- Permite aterrizar el campo fotovoltaico.
- Componentes fácilmente reemplazables.

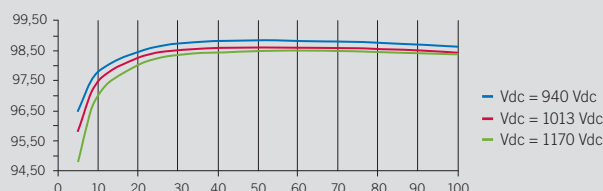
### Power Serie B



### Dimensiones y peso (mm y kg)



### Eficiencia DUAL INGECON® SUN 1690TL B650



	2340 kVA DUAL INGECON® SUN 1170TL B450	2800 kVA DUAL INGECON® SUN 1400TL B540	3000 kVA DUAL INGECON® SUN 1500TL B578	3120 kVA DUAL INGECON® SUN 1560TL B600	3200 kVA DUAL INGECON® SUN 1600TL B615
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado <sup>(1)</sup>	2.314 - 3.040 kWp	2.778 - 3.648 kWp	2.974 - 3.904 kWp	3.086 - 4.052 kWp	3.164 - 4.154 kWp
Rango de tensión MPP <sup>(2)</sup>	645 - 1.300 V	769 - 1.300 V	822 - 1.300 V	853 - 1.300 V	873 - 1.300 V
Tensión máxima <sup>(3)</sup>	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A por bloque de potencia				
Nº entradas con porta-fusibles	6 hasta 15 por bloque de potencia (hasta 12 con la caja de agrupamiento)				
Dimensiones de los fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V hasta 500 A / 1.500 V (opcionales)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	2				
MPPT	2				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Polaridad inversa / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	2.338 kVA / 2.104 kVA	2.806 kVA / 2.525 kVA	3.004 kVA / 2.703 kVA	3.118 kVA / 2.806 kVA	3.196 kVA / 2.876 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	3.000 A / 2.700 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	2.338 kVA / 2.070 kVA	2.806 kVA / 2.484 kVA	3.004 kVA / 2.660 kVA	3.118 kVA / 2.760 kVA	3.196 kVA / 2.830 kVA
Corriente IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	3.000 A / 2.656 A				
Tensión nominal <sup>(5)</sup>	450 V Sistema IT	540 V Sistema IT	578 V Sistema IT	600 V Sistema IT	615 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de potencia ajustable	0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total) <sup>(6)</sup>	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta				
Protección anti-aislamiento	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
CEC	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	9.400 W (50 A)				
Consumo nocturno o en stand-by <sup>(7)</sup>	< 180 W				
Consumo medio diario	4.000 W				
Información General					
Inversores FV incluidos	Dos unidades de INGECON® SUN 1170TL B450	Dos unidades de INGECON® SUN 1400 B450	Dos unidades de INGECON® SUN 1500TL B578	Dos unidades de INGECON® SUN 1560TL B600	Dos unidades de INGECON® SUN 1600TL B615
Temperatura ambiente	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0-100% (Salida)				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	Protegido contra la corrosión externa				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m³/h por bloque de potencia				
Caudal de aire promedio	2 x 4.200 m³/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10 m / < 54,5 dB(A) a 10 m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, UE 2016/631, Arrêté du 9 juin 2020, CEI 0-16, V1:2020-12, Terna A68, G99, VDE-AR-N 4110, P.O.12.2 (NTS), P.O. 12.3, South African Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid Code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid Code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia				

**Notas:** <sup>(1)</sup> Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC <sup>(2)</sup> V<sub>mpp</sub>.min es para condiciones nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes <sup>(3)</sup> Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas <sup>(4)</sup> Con el kit atrapa-arenas <sup>(5)</sup> Otras tensiones y potencias AC disponibles <sup>(6)</sup> Para Pac>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 <sup>(7)</sup> Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.





	3280 kVA DUAL INGECON® SUN 1640TL B630	3350 kVA DUAL INGECON® SUN 1675TL B640	3430 kVA DUAL INGECON® SUN 1715TL B660	3510 kVA DUAL INGECON® SUN 1755TL B675	3600 kVA DUAL INGECON® SUN 1800TL B690
Valores de Entrada (DC)					
Rango pot. campo FV recomendado <sup>(1)</sup>	3.240 - 4.256 kWp	3.318 - 4.358 kWp	3.396 - 4.458 kWp	3.472 - 4.550 kWp	3.550 - 4.662 kWp
Rango de tensión MPP <sup>(2)</sup>	894 - 1.300 V	915 - 1.300 V	935 - 1.300 V	967 - 1.300 V	978 - 1.300 V
Tensión máxima <sup>(3)</sup>	1.500 V				
Corriente máxima	1.870 A por bloque de potencia				
Nº entradas con porta-fusibles	6 hasta 15 por bloque de potencia (hasta 12 con la caja de agrupamiento)				
Dimensiones de los fusibles	Fusibles de 63 A / 1.500 V hasta 500 A / 1.500 V (opcionales)				
Tipo de conexión	Conexión a las barras de cobre				
Bloques de potencia	2				
MPPT	2				
Protecciones de Entrada					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas DC tipo II (opcional tipo I+II)				
Interruptor DC	Seccionador en carga DC motorizado				
Otras protecciones	Hasta 15 pares de fusibles DC (opcional) / Polaridad inversa / Monitorización de aislamiento / Protección anti-aislamiento / Seta de emergencia				
Valores de Salida (AC)					
Potencia IP54 @30 °C / @50 °C	3.274 kVA / 2.496 kVA	3.352 kVA / 3.016 kVA	3.430 kVA / 3.086 kVA	3.508 kVA / 3.156 kVA	3.586 kVA / 3.226 kVA
Corriente IP54 @30 °C / @50 °C	3.000 A / 2.700 A				
Potencia IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	3.274 kVA / 2.898 kVA	3.352 kVA / 2.967 kVA	3.430 kVA / 2.036 kVA	3.508 kVA / 3.105 kVA	3.586 kVA / 3.174 kVA
Corriente IP56 @27 °C / @50 °C <sup>(4)</sup>	3.000 A / 2.656 A				
Tensión nominal <sup>(5)</sup>	630 V Sistema IT	645 V Sistema IT	660 V Sistema IT	675 V Sistema IT	690 V Sistema IT
Frecuencia nominal	50 / 60 Hz				
Factor de potencia ajustable	0-1 (leading / lagging)				
THD (Distorsión Armónica Total) <sup>(6)</sup>	<3%				
Protecciones de Salida					
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo II				
Interruptor AC	Seccionador magneto-térmico AC con mando a puerta				
Protección anti-aislamiento	Sí, con desconexión automática				
Otras protecciones	Cortocircuitos y sobrecargas AC				
Prestaciones					
Eficiencia máxima	98,9%				
CEC	98,5%				
Máx. consumo servicios aux.	9.400 W (50 A)				
Consumo nocturno o en stand-by <sup>(7)</sup>	< 180 W				
Consumo medio diario	4.000 W				
Información General					
Inversores FV incluidos	Dos unidades de INGECON® SUN 1640TL B630	Dos unidades de INGECON® SUN 1665TL B640	Dos unidades de INGECON® SUN 1690TL B650	Dos unidades de INGECON® SUN 1740TL B670	Dos unidades de INGECON® SUN 1800TL B690
Temperatura ambiente	-20 °C a +57 °C				
Humedad relativa (sin condensación)	0-100% (Salida)				
Grado de protección	IP54 (IP56 con el kit atrapa-arenas)				
Protección contra la corrosión	Protegido contra la corrosión externa				
Altitud máxima	4.500 m (para instalaciones por encima de 1.000 m, contacten con el departamento comercial solar de Ingeteam)				
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada con control térmico (suministro de 230 V fase + neutro)				
Rango de caudal de aire	0 - 7.800 m³/h por bloque de potencia				
Caudal de aire promedio	2 x 4.200 m³/h				
Emisión acústica (100% / 50% carga)	<66 dB(A) a 10 m / < 54.5 dB(A) a 10 m				
Marcado	CE				
Normativa EMC y de seguridad	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100				
Normativa de conexión a red	IEC 62116, UE 2016/631, Arrêté du 9 juin 2020, CEI 0-16, V1:2020-12, Terna A68, G99, VDE-AR-N 4110, P.O.12.2 (NTS), P.O. 12.3, South African Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid Code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, GGC&CGC China, DEWA (Dubai) Grid Code, Jordan Grid Code, RETIE Colombia				

**Notas:** <sup>(1)</sup> Dependiendo del tipo de instalación y de la ubicación geográfica. Datos para condiciones STC <sup>(2)</sup> V<sub>mpp</sub>.min es para condiciones nominales (Vac=1 p.u. y Factor de Potencia=1) y sistemas flotantes <sup>(3)</sup> Considerar el aumento de tensión de los paneles 'Voc' a bajas temperaturas <sup>(4)</sup> Con el kit atrapa-arenas <sup>(5)</sup> Otras tensiones y potencias AC disponibles <sup>(6)</sup> Para Pac>25% de la potencia nominal y tensión según IEC 61000-3-4 <sup>(7)</sup> Consumo desde el campo fotovoltaico cuando hay potencia FV disponible.



# ANEXO N°5: MEMORIA DE CÁLCULOS



## PROYECTO CONSTRUCTIVO DE "PLANTA FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV"

## ÍNDICE

1.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	1
1.1.	Código de elementos de las instalaciones .....	1
1.2.	Cálculo del cableado CC .....	5
1.3.	Cálculo del cableado de CA .....	6
2.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	8
2.1.	Introducción .....	8
2.2.	Intensidad de media tensión .....	8
2.3.	Intensidad de baja tensión.....	8
2.4.	Cortocircuitos.....	9
2.4.1.	Observaciones.....	9
2.4.2.	Cálculo de las intensidades de cortocircuito .....	9
2.4.3.	Cortocircuito en el lado de media tensión.....	9
2.4.4.	Cortocircuito en el lado de baja tensión .....	9
2.5.	Dimensionado del embarrado .....	10
2.5.1.	Comprobación por densidad de corriente .....	10
2.5.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	10
2.5.3.	Comprobación por sollicitación térmica.....	10
2.6.	Selección de las protecciones de alta y baja tensión.....	11
2.7.	Dimensionado de los puentes de MT .....	13
2.8.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	13
2.8.1.	Investigación de las características del suelo .....	13
2.8.2.	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto. ....	13
2.8.3.	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	13
2.8.4.	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	14
2.8.5.	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación .....	16
2.8.6.	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.....	16
2.8.7.	Cálculo de las tensiones aplicadas .....	17
2.8.8.	Investigación de las tensiones transferibles al exterior.....	18
2.8.9.	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	19
3.	RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN DE LA IFV .....	20
3.1.	Cálculos eléctricos.....	20



3.2.	Capacidad de transporte.....	21
3.3.	Caída de tensión.....	21
3.4.	Pérdida de potencia .....	21
3.5.	Cortocircuito .....	22

## 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Como norma general los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 2% en la parte de CA, incluidas las posibles pérdidas por terminales intermedios, y los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 1.1. Código de elementos de las instalaciones

Para toda la instalación se ha diseñado un código para denominar cada una de las mesas que componen cada seguidor que constituido por 3 strings con su correspondiente caja paralelo de CC, el código de los cables que unen los paneles de las mesas de cada seguidor a la caja paralelo de CC se denominará CBLM X.X.X. Estos cables tienen todos la misma longitud al ser el mismo modelo de seguidor. Los cables que unen los 5 seguidores que van a cada una de las entradas se denominarán CBL X.X.X.X, el cual el último cable de cada serie conectará con su correspondiente entrada del inversor. Estos cables conectan a los seguidores en paralelo, lo cual indica que el cableado soportará cada vez más corriente para cada uno de los 5 cables que conectan los seguidores (6 seguidores para el caso de la última entrada del inversor). Todo ello para los 8 CTs y los 3 inversores por cada CT.

A modo de ejemplo se exponen a continuación la denominación de los cables de las mesas que componen los 5 seguidores que conectan en la Fuse box, en la entrada 1 de los inversores n°1, 2 y 3 del primer CT:

#### INVERSOR 1

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.A.1.1.1	STR 1.A.1.1	Caja 1.A.1.1	CBLM 1.A.1.1
1	1	1.A.1.1.2	STR 1.A.1.2	Caja 1.A.1.1	CBLM 1.A.1.2
1	1	1.A.1.1.3	STR 1.A.1.3	Caja 1.A.1.1	CBLM 1.A.1.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.A.1.2.1	STR 1.A.2.1	Caja 1.A.1.2	CBLM 1.A.2.1
1	1	1.A.1.2.2	STR 1.A.2.2	Caja 1.A.1.2	CBLM 1.A.2.2
1	1	1.A.1.3.3	STR 1.A.2.3	Caja 1.A.1.2	CBLM 1.A.2.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.A.1.3.1	STR 1.A.3.1	Caja 1.A.1.3	CBLM 1.A.3.1
1	1	1.A.1.3.3	STR 1.A.3.2	Caja 1.A.1.3	CBLM 1.A.3.2

1	1	1.A.1.3.3	STR 1.A.3.3	Caja 1.A.1.3	CBLM 1.A.3.3
---	---	-----------	-------------	--------------	-----------------

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.A.1.4.1	STR 1.A.4.1	Caja 1.A.1.4	CBLM 1.A.4.1
1	1	1.A.1.4.2	STR 1.A.4.2	Caja 1.A.1.4	CBLM 1.A.4.2
1	1	1.A.1.4.3	STR 1.A.4.3	Caja 1.A.1.4	CBLM 1.A.4.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.A.1.5.1	STR 1.A.5.1	Caja 1.A.1.5	CBLM 1.A.5.1
1	1	1.A.1.5.2	STR 1.A.5.2	Caja 1.A.1.5	CBLM 1.A.5.2
1	1	1.A.1.5.3	STR 1.A.5.3	Caja 1.A.1.5	CBLM 1.A.5.3

## INVERSOR 2

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.B.1.1.1	STR 1.B.1.1	Caja 1.B.1.1	CBLM 1.B.1.1
1	1	1.B.1.1.2	STR 1.B.1.2	Caja 1.B.1.1	CBLM 1.B.1.2
1	1	1.B.1.1.3	STR 1.B.1.3	Caja 1.B.1.1	CBLM 1.B.1.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.B.1.2.1	STR 1.B.2.1	Caja 1.B.1.2	CBLM 1.B.2.1
1	1	1.B.1.2.2	STR 1.B.2.2	Caja 1.B.1.2	CBLM 1.B.2.2
1	1	1.B.1.3.3	STR 1.B.2.3	Caja 1.B.1.2	CBLM 1.B.2.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.B.1.3.1	STR 1.B.3.1	Caja 1.B.1.3	CBLM 1.B.3.1
1	1	1.B.1.3.3	STR 1.B.3.2	Caja 1.B.1.3	CBLM 1.B.3.2
1	1	1.B.1.3.3	STR 1.B.3.3	Caja 1.B.1.3	CBLM 1.B.3.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.B.1.4.1	STR 1.B.4.1	Caja 1.B.1.4	CBLM 1.B.4.1
1	1	1.B.1.4.2	STR 1.B.4.2	Caja 1.B.1.4	CBLM 1.B.4.2
1	1	1.B.1.4.3	STR 1.B.4.3	Caja 1.B.1.4	CBLM 1.B.4.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.B.1.5.1	STR 1.B.5.1	Caja 1.B.1.5	CBLM 1.B.5.1
1	1	1.B.1.5.2	STR 1.B.5.2	Caja 1.B.1.5	CBLM 1.B.5.2
1	1	1.B.1.5.3	STR 1.B.5.3	Caja 1.B.1.5	CBLM 1.B.5.3

### INVERSOR 3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.C.1.1.1	STR 1.C.1.1	Caja 1.C.1.1	CBLM 1.C.1.1
1	1	1.C.1.1.2	STR 1.C.1.2	Caja 1.C.1.1	CBLM 1.C.1.2
1	1	1.C.1.1.3	STR 1.C.1.3	Caja 1.C.1.1	CBLM 1.C.1.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.C.1.2.1	STR 1.C.2.1	Caja 1.C.1.2	CBLM 1.C.2.1
1	1	1.C.1.2.2	STR 1.C.2.2	Caja 1.C.1.2	CBLM 1.C.2.2
1	1	1.C.1.3.3	STR 1.C.2.3	Caja 1.C.1.2	CBLM 1.C.2.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.C.1.3.1	STR 1.C.3.1	Caja 1.C.1.3	CBLM 1.C.3.1
1	1	1.C.1.3.3	STR 1.C.3.2	Caja 1.C.1.3	CBLM 1.C.3.2
1	1	1.C.1.3.3	STR 1.C.3.3	Caja 1.C.1.3	CBLM 1.C.3.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
----	----------	------	---------	---------	-------



1	1	1.C.1.4.1	STR 1.C.4.1	Caja 1.C.1.4	CBLM 1.C.4.1
1	1	1.C.1.4.2	STR 1.C.4.2	Caja 1.C.1.4	CBLM 1.C.4.2
1	1	1.C.1.4.3	STR 1.C.4.3	Caja 1.C.1.4	CBLM 1.C.4.3

CT	INVERSOR	MESA	STRINGS	CAJA CC	CABLE
1	1	1.C.1.5.1	STR 1.C.5.1	Caja 1.C.1.5	CBLM 1.C.5.1
1	1	1.C.1.5.2	STR 1.C.5.2	Caja 1.C.1.5	CBLM 1.C.5.2
1	1	1.C.1.5.3	STR 1.C.5.3	Caja 1.C.1.5	CBLM 1.C.5.3

La sección y longitud de estos cables es idéntica en todos los seguidores solares hasta su correspondiente caja de CC.

De la misma forma a continuación la denominación de los cables que recorren los 5 seguidores interiormente, conectándolos en paralelo, hasta la DC Switch Box al final de cada serie de seguidores, y de ahí conecta con las 10 entradas de cada uno de los 3 inversores del T nº1:

**No se encuentran entradas de índice.**

### **INVERSOR 1**

CT	INVERSOR	ENTRADA	CAJA CC	CABLE
1	1	ENT 1.A.1	Caja 1.A.1	CBL 1.A.1
1	1	ENT 1.A.2	Caja 1.A.2	CBL 1.A.2
1	1	ENT 1.A.3	Caja 1.A.3	CBL 1.A.3
1	1	ENT 1.A.4	Caja 1.A.4	CBL 1.A.4
1	1	ENT 1.A.5	Caja 1.A.5	CBL 1.A.5
1	1	ENT 1.A.6	Caja 1.A.6	CBL 1.A.6
1	1	ENT 1.A.7	Caja 1.A.7	CBL 1.A.7
1	1	ENT 1.A.8	Caja 1.A.8	CBL 1.A.8
1	1	ENT 1.A.9	Caja 1.A.9	CBL 1.A.9
1	1	ENT 1.A.10	Caja 1.A.10	CBL 1.A.10

### **INVERSOR 2**

CT	INVERSOR	ENTRADA	CAJA CC	CABLE
1	2	ENT 1.B.1	Caja 1.B.1	CBL 1.B.1
1	2	ENT 1.B.2	Caja 1.B.2	CBL 1.B.2
1	2	ENT 1.B.3	Caja 1.B.3	CBL 1.B.3
1	2	ENT 1.B.4	Caja 1.B.4	CBL 1.B.4
1	2	ENT 1.B.5	Caja 1.B.5	CBL 1.B.5
1	2	ENT 1.B.6	Caja 1.B.6	CBL 1.B.6

1	2	ENT 1.B.7	Caja 1.B.7	CBL 1.B.7
1	2	ENT 1.B.8	Caja 1.B.8	CBL 1.B.8
1	2	ENT 1.B.9	Caja 1.B.9	CBL 1.B.9
1	2	ENT 1.B.10	Caja 1.B.10	CBL 1.B.10

### INVERSOR 3

CT	INVERSOR	ENTRADA	CAJA CC	CABLE
1	3	ENT 1.C.1	Caja 1.C.1	CBL 1.C.1
1	3	ENT 1.C.2	Caja 1.C.2	CBL 1.C.2
1	3	ENT 1.C.3	Caja 1.C.3	CBL 1.C.3
1	3	ENT 1.C.4	Caja 1.C.4	CBL 1.C.4
1	3	ENT 1.C.5	Caja 1.C.5	CBL 1.C.5
1	3	ENT 1.C.6	Caja 1.C.6	CBL 1.C.6
1	3	ENT 1.C.7	Caja 1.C.7	CBL 1.C.7
1	3	ENT 1.C.8	Caja 1.C.8	CBL 1.C.8
1	3	ENT 1.C.9	Caja 1.C.9	CBL 1.C.9
1	3	ENT 1.C.10	Caja 1.C.10	CBL 1.C.10

La sección y longitud de estos cables es idéntica desde cada una de las cajas CC de cada uno de los strings a su entrada a cada uno de los 3 inversores de cada CT.

#### 1.2. Cálculo del cableado CC

El tipo de cable a usar para toda la instalación es del tipo ZZ-F 0,6/1kV para el cableado entre paneles en el seguidor y RV-K 0,6/1kV para las líneas desde las cajas de continua hasta los inversores designación UNE 21.123, en correspondencia con IEC-502 en configuración flexible.

A continuación, se detalla el método de cálculo de líneas de cable en base a:

- Líneas desde los paneles hasta la caja de corriente continua, la gran mayoría ZZ-F 0,6/1kV de 10, 6 y 4 mm<sup>2</sup>.
- Líneas desde las cajas de continua hasta el inversor del tipo RV-K 0,6/1 kV de 10, 16 y 25 mm<sup>2</sup>.

El cálculo contempla las longitudes máximas que pueden tener cada sección de cable en base a las caídas de tensión máximas.

Cálculo de la caída de tensión:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta V \cdot \sigma}$$

S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)  
L = Longitud del tramo considerado (m)  
I = Intensidad (Amperios)  
 $\Delta V$  = Caída de tensión (Voltios)  
 $\sigma$  = Conductividad del conductor (m/ $\Omega$ .mm<sup>2</sup>)

Para las secciones de cableado seleccionadas la caída de tensión total máxima en los tramos de CC es inferior al 2% por lo que dicho cable **ES VÁLIDO**.

### *Cálculo de la intensidad*

La intensidad máxima admisible del cableado seleccionado supera en más de un 25% la intensidad máxima que va a circular por el conductor. Por lo que dicho cable **ES VÁLIDO**.

A continuación, se cuantifica la cantidad de cable (expresado como manguera de dos conductores) a emplear para cada sección calculada a emplear en la instalación:

Cable ZZ-F 0,6/1 KV (m)	
4 mm <sup>2</sup>	50.000 m
6 mm <sup>2</sup>	56.000 m
Cable ZZ-F 0,6/1 KV (m)	
95 mm <sup>2</sup>	80.000 m

### 1.3. Cálculo del cableado de CA

Tipo de cable a usar:

El tipo de cable a usar para toda la instalación es del tipo RV-K 0,6/1 kV designación UNE 21.123 en correspondencia con IEC-502 en configuración flexible.

Cálculo de la caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\Delta V}$$

S = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)  
L = Longitud del tramo considerado (m)  
I = Intensidad (Amperios)  
 $\Delta V$  = Caída de tensión (Voltios)  
 $\sigma$  = Conductividad del conductor (m/ $\Omega$ .mm<sup>2</sup>)

Para las secciones de cableado seleccionadas la caída de tensión total máxima en los tramos de CA es inferior al 1,5% por lo que dicho cable **ES VÁLIDO**.

### *Cálculo de la intensidad*

La intensidad máxima admisible del cableado seleccionado supera en más de un 25% la intensidad máxima que va a circular por el conductor. Por lo que dicho cable **ES VÁLIDO**.



## 2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 2.1. Introducción

La instalación consta de 8 centros de transformación iguales, compuestos cada uno por dos celdas de línea entrada/salida y una de protección de transformador, para cada transformador de 5 MVA.

Se detallan los cálculos para un centro de transformación, siendo los demás iguales.

### 2.2. Intensidad de media tensión

La intensidad de media tensión primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1. a)$$

Donde:

P es la potencia del transformador (Kva)

$U_p$  es la tensión primaria (kV)

$I_p$  es la intensidad primaria (A)

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 Kv.

Para cada transformador de potencia de 5 MVA:

$$I_p = 144,33 \text{ A}$$

### 2.3. Intensidad de baja tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2. a)$$

Donde:

P es la potencia del transformador (Kva)

$U_s$  es la tensión secundaria (kV)

$I_s$  es la intensidad secundaria (A)

Para cada transformador con tensión secundaria de 420 V de vacío.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor.

$$I_s = 6,87 \text{ kA}$$

## 2.4. Cortocircuitos

### 2.4.1. Observaciones

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de la red de MT de 500 MVA.

### 2.4.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

Donde:

$S_{cc}$  es la potencia del transformador (MVA)

$U_p$  es la tensión de servicio (kV)

$I_{ccp}$  es la intensidad de cortocircuito (kA)

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuitos disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

Donde:

$P$  es la potencia del transformador (kVA)

$E_{cc}$  es la tensión de cortocircuito del transformador (%)

$U_s$  es la tensión del secundario (kV)

$I_{ccs}$  es la intensidad de cortocircuito (kA)

### 2.4.3. Cortocircuito en el lado de media tensión

Utilizando la expresión (2.3.2. a), en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio de 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{ccp} = 14,45 \text{ kA}$$

### 2.4.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión

Para cada CT con potencia de 5 MVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula (2.3.2. b).

$$I_{ccs} = 171,83 \text{ kA}$$

## 2.5. Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por INGETEAM o similar, han sido cometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### 2.5.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objetivo verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### 2.5.2. Comprobación por solicitud electrodinámica

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{max} > (I_{ccp} \cdot L_2) / (60 \cdot d \cdot W)$$

Siendo:

$\sigma_{max}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg/cm<sup>2</sup>.

$I_{ccp}$  = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2.5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada, por lo que:

$$I_{cc} \text{ (din)} = 48,1 \text{ kA}$$

Las celdas fabricadas por INGETEAM cumplen con la normativa vigente, con lo que se cumple con lo anterior.

### 2.5.3. Comprobación por solicitud térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la armadura por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc} \text{ (ter)} = 19,2 \text{ kA}$$

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot (\Delta T / t)^{1/2}$$

Siendo:

$I_{th}$  = Intensidad eficaz, en A.

A = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.

$\Delta T$  = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

T = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Las celdas fabricadas por INGETEAM cumplen con la normativa vigente, con lo que se cumple con lo anterior.

$$I_{th} > 16 \text{ kA durante } 1 \text{ s}$$

## 2.6. Selección de las protecciones de alta y baja tensión

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

### Transformador 1

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor son fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.



La intensidad nominal de estos fusibles es de 63 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

- **Protecciones en BT**

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

## Transformador 2

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos para toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

- **Protecciones en BT**

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente.

En el circuito de baja tensión del transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura

ambiente es de 420 A. Para cada trazo, cuya potencia es de 5MVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado, se emplearán 3 conductores por fase y 1 para el neutro.

## 2.7. Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 15,4 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor de 235 A para un cable de sección de 95 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

## 2.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

### 2.8.1. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para las instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores. Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

### 2.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo, o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

### 2.8.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo por este organismo.

#### 2.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20\text{kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra:  $I_{dm} = 300\text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 8000\text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150\text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 300\text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t < V_{bt} \quad (2.8.4. a)$$

Donde:

$I_d$  es la intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$  es la resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$V_{bt}$  es la tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.8.4. b)$$

Donde:

$I_{dm}$  es la limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

$I_d$  es la intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 300\text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 26,67\text{ Ohm}$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.8.4. c)$$

Donde:

$K_r$  es el coeficiente del electrodo

$R_t$  es la resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$R_o$  es la resistividad del terreno [Ohm·m]

#### - Centro de Transformación

Para este caso en particular, y según los valores antes indicados:

- $K_r \leq 0,1778$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| • Configuración seleccionada:           | 70/25/5/42         |
| • Geometría del sistema                 | Anillo rectangular |
| • Distancia de la red                   | 7.0 x 2.5 m        |
| • Profundidad del electrodo horizontal: | 0,5 m              |
| • Número de picas:                      | cuatro             |
| • Longitud de las picas:                | 2 metros           |

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,0084$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0409$

#### Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallado cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.8.4. d)$$

Donde:

$K_r$  es el coeficiente del electrodo

$R_o$  es la resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R'_t$  es la resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:



$$R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.8.4. b) :

$$I'_d = 300 \text{ A}$$

#### 2.8.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.8.5. a)$$

Donde:

$R'_t$  es la resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'_d$  es la intensidad de defecto [A]

$V'_d$  es la tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V_d = 3780 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.8.5. b)$$

Donde:

$K_c$  es el coeficiente

$R_o$  es la resistividad del terreno [Ohm·m]

$I'_d$  es la intensidad de defecto [A]

$V_c$  es la tensión de paso en el acceso [V]

Por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 1840,5 \text{ V}$$

#### 2.8.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.8.6. a)$$

Donde:

$K_p$  es el coeficiente

$R_o$  es la resistividad del terreno [Ohm·m]

$I'_d$  es la intensidad de defecto [A]

$V_p$  es la tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$V'_p = 837$  V en el Centro de Transformación

### 2.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son una duración total de la falta igual a:

$t = 1$  seg

$K = 78,5$

$n = 0,78$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000}\right) \quad (2.8.7.a)$$

Donde:

$K$  es el coeficiente

$t$  es el tiempo total de duración de la falta [s]

$n$  es el coeficiente

$R_o$  es la resistividad del terreno [Ohm·m]

$V_p$  es la tensión admisible de paso en el exterior [V]

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000}\right) \quad (2.8.7.b)$$

Donde:

$K$  es el coeficiente

$t$  es el tiempo total de duración de la falta [s]

$n$  es el coeficiente

$R_o$  es la resistividad del terreno [Ohm·m]

$R'_o$  es la resistividad del hormigón [Ohm·m]

$V_{p(acc)}$  es la tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$V_{p(acc)} = 8203,25 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles.

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 837 \text{ V} < V_p = 1491,5 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 1840,5 \text{ V} < V_{p(acc)} = 8203,25 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$I_a = 50 \text{ A} < I_d = 300 \text{ A} < I_{dm} = 300 \text{ A}$$

#### 2.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000 V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000\Omega} \quad (2.8.8. a)$$

Donde:

$R_o$  es la resistividad del terreno [Ohm·m]

$I'_d$  es la intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_0 = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

#### 2.8.9. Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de “ $K_r$ ” inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.



### 3. RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN DE LA IFV

#### 3.1. Cálculos eléctricos

La tensión más elevada para la que ha sido diseñado este cable y sus accesorios, es de 24 kV eficaces, que supera a la más elevada de la red trifásica en la que va a ser utilizado. La tensión soportada a los impulsos tipo rayo es de 125 kV cresta y la tensión soportada a frecuencia industrial es de 50 kV eficaces.

Según “Normas Particulares de la Cía. Suministradora”, a la salida de subestaciones, o en tramos con varios cables próximos, como sucede en este caso, se diseña el conductor considerando su capacidad de carga de la sección inferior, a fin de compensar su disminución por proximidad, con la mayor sección elegida.

Los materiales a emplear en la instalación serían:

RHZ1 Al 12/20 kV XLPE Uni Al Enterr.

Descripción	Secc mm <sup>2</sup>	Resist Ohm/km	React Ohm/km	I <sub>adm</sub> A
3x35	35.0	0,868	0,140	150,0
3x50	50.0	0,641	0,133	180,0
3x70	70.0	0,443	0,125	220,0
3x95	95.0	0,320	0,120	260,0
3x120	120.0	0,253	0,115	295,0
3x150	150.0	0,206	0,112	330,0
3x165	185.0	0,164	0,108	375,0
3x240	240.0	0,125	0,105	430,0
3x300	300.0	0,100	0,102	485,0
3x400	400.0	0,078	0,098	550,0
3x500	500.0	0,060	0,095	615,0

Para el tramo enterrado desde el último CT a la subestación de conexión se ha seleccionado el cable de 630 mm<sup>2</sup>, es decir para las 3 líneas subterráneas de conexión.

La intensidad admisible, calculada para una temperatura máxima en el conductor de 90°C, en régimen permanente, estando enterrado en un terreno de resistividad térmica normal de 100°C cm/W, a una profundidad máxima de 120 cm y una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25°C.

En todos los tramos los cables cumplen el criterio de intensidad máxima:

$$I_{max_{adm}} = c * I'_{max} > I_{max_{cable}}$$

$I_{max_{adm}}$ : Intensidad máxima admisible

$I_{max_{cable}}$ : Intensidad máxima que soporta el cable

c: factor de corrección para la intensidad máxima admisible debido a tener dos ternas de cables en la zanja en recorrido.

### 3.2. Capacidad de transporte

La capacidad de transporte vendrá dada por la fórmula:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\alpha$$

Donde:

I = Intensidad máxima

V = Tensión de la línea

$\cos\alpha$  = Factor de potencia

### 3.3. Caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión de la línea, en el caso más desfavorable, utilizaremos la siguiente expresión:

$$\Delta V_{pu} = \sqrt{3} * L * I (R * \cos\alpha + X * \sen\alpha) / V$$

Donde:

$\Delta V_{pu}$  = Caída de tensión expresada en por unidad

L = Longitud de la línea en km

I = Intensidad de la línea en amperios

R = Resistencia de la línea en  $\Omega/Km$

$\cos\alpha$  = Factor de potencia

X = Reactancia de la línea en  $\Omega/Km$

V = Tensión de la línea en voltios

### 3.4. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia en una línea vendrá dada por la expresión:

$$\Delta P_{pu} = P_{perd} / (P + P_{perd})$$

$$P_{perd} = 3 * R * L * I^2$$

Donde:

$\Delta P_{perd}$  = Pérdidas de potencia expresada en por unidad

P = Potencia que transporta la línea

$P_{perd}$  = Pérdida de potencia en kW

R = Resistencia de la línea en km

L = Longitud de la línea en km

I = Intensidad de la línea en amperios

Y por tanto para cada uno de los tramos de la red de M.T:

Inicio	Final	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Adm. (A)	Int. (A)	Cada (%)	Perd. (kW)
CT1	CT2	340,53	3x50	180,00	160,38	0,003	16,84
CT2	CT3	412,45	3x150	330,00	320,75	0,003	26,22
CT3	SET	378,53	3x300	485,00	481,13	0,002	26,29
CT4	CT5	294,75	3x50	180,00	160,38	0,003	14,58
CT5	CT6	214,32	3x150	330,00	320,75	0,001	13,63
CT6	SET	231,32	3x300	485,00	481,13	0,001	16,06
CT7	CT8	452,69	3x50	180,00	160,38	0,004	22,39
CT8	SET	356,38	3x150	330,00	320,75	0,002	22,66

### 3.5. Cortocircuito

Para el cálculo de corrientes de cortocircuito de la red utilizaremos las siguientes expresiones:

$$I_{cc}M = S_{cc}/(\sqrt{3} U_p)$$

Donde:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA

$U_p$  = Tensión primaria en kV

$I_{ccp}M$  = Intensidad de cortocircuito máxima de la red

NOTA: Partiendo del valor de la potencia de cortocircuito en 500 MVA para la red de M.T.

Por tanto:

$$I_{cc}M = \frac{500}{\sqrt{3} * 20} = 14,45 \text{ kA}$$

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito soportada por el conductor utilizado utilizaremos las siguientes expresiones:

$$I_{cc}S = K_c S / \sqrt{t_{cc}}$$

$I_{cc}S$  = Intensidad de cortocircuito en Amperios soportada por un conductor de sección "S" en un tiempo determinado "tcc"

S = Sección de un conductor en mm<sup>2</sup>, tomando sección intermedia de 240 mm<sup>2</sup>

tcc = Tiempo máximo de duración del cortocircuito en segundos. La Compañía Suministradora establece que este tiempo se considere con valor de 1 s

$K_c$  = Constante del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento (Para el caso del polietileno reticulado valdrá:  $K_c A I = 93$ )

Sustituyendo valores:

$$I_{cc}S = 93 * 240 = 22 \text{ kA}$$

Por lo tanto,  $I_{cc}S > I_{cc}M$ , lo que quiere decir que el conductor utilizado es **Correcto**.

# ANEXO N°6: ESTUDIO GEOTÉCNICO



# ESTUDIO GEOTÉCNICO

WWW.GEOTECNIACONSULTORES.COM



PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA	AG200120
REG.SALIDA	S142920ARR
FECHA	20 DE NOVIEMBRE DE 2020



## ÍNDICE

<b>MEMORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>1 EXPLORACIÓN DE CAMPO .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Descripción del proyecto .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Reconocimiento el sitio .....</b>	<b>5</b>
1.2.1 <i>Geología y geotecnia de la zona .....</i>	<i>5</i>
<b>Geología de la zona .....</b>	<b>5</b>
<b>Reseña geotécnica bibliográfica .....</b>	<b>8</b>
1.2.2 <i>Pozos de prueba y perforaciones exploratorias .....</i>	<i>9</i>
1.2.3 <i>Clasificación del suelo .....</i>	<i>10</i>
1.2.4 <i>Test de penetracion estandard .....</i>	<i>12</i>
1.2.5 <i>Prueba de resistividad electrica .....</i>	<i>13</i>
1.2.6 <i>Ensayos de resistividad térmica .....</i>	<i>14</i>
1.2.7 <i>Condiciones de las aguas subterranea .....</i>	<i>14</i>
1.2.8 <i>Parametros sismicos y de licuefacción .....</i>	<i>14</i>
<b>1.3 Ensayos de laboratorio .....</b>	<b>16</b>
1.3.1 <i>Pruebas de carcteristicas del suelo .....</i>	<i>16</i>
1.3.2 <i>Pruebas quimicas .....</i>	<i>17</i>
<b>1.4 Condiciones de cimentación y obra civil .....</b>	<b>18</b>
1.4.1 <i>Cimentación semiprofunda. Zapatas sobre pozos .....</i>	<i>18</i>
1.4.2 <i>Cimentación profunda. Pilotes.....</i>	<i>20</i>
1.4.3 <i>Pilotes .....</i>	<i>21</i>
1.4.4 <i>Pavimentos y soleras exteriores .....</i>	<i>24</i>
<b>2 INSPECCION FINAL.....</b>	<b>26</b>

## MEMORIA

## DATOS GENERALES

PETICIONARIO: **SOLAR AIRPORT PV. S.L**

PERSONA CONTACTO: **D. ANTONIO PRAVIA BRUGAROLAS**

ACTUACIÓN PREVISTA: **PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

OBJETIVO PRINCIPAL PRESENTE DOCUMENTO: **Caracterización geotécnica de la parcela y determinación de parámetros de diseño para la cimentación.**

DIRECCIÓN PROYECTO: **Pol. 6. Parc 1,2,3,4,37, Pol. 5. Parc. 28. Rinconada. Sevilla**

REFERENCIA CATASTRAL: **41081A005000280000DB / 41081A006000010000DU / 41081A006000020000DH / 41081A006000030000DW / 41081A006000040000DA / 41081A0060000370000DB**

COORDENADAS GPS: **N 37.4674120960 - W -5.8455057566**

PROYECTISTA: **Dato no facilitado**

EMPRESA RESPONSABLE INFORME GEOTÉCNICO Y ENSAYOS DE CAMPO: **GEOTECNIA CONSULTORES SL. B-93457505. Reg. LCCE. And-L-220**

EMPRESA RESPONSABLE ENSAYOS DE LABORATORIO: **LABORATORIO DE OBRA CIVIL, EDIFICACIÓN Y MATERIALES SL. B-93554640. Reg. LECCE. And-L-221**  
**\* Plan de Ensayos realizado por GEOTECNIA CONSULTORES SL**

MEMORIA GEOTÉCNICO: **ANTONIO RUIZ RODRÍGUEZ (Ingeniero)**  
**ALBA PÉREZ MUÑOZ (Ingeniera)**

RESPONSABLE ENSAYOS CAMPO: **ANTONIO RUIZ RODRÍGUEZ**  
**Director Laboratorio y Responsable Ensayos. (Ingeniero)**

SUPERFICIE PARCELA: **1.135.232.92 m<sup>2</sup>**

CIMENTACIÓN PREVISTA: **Cimentación semiprofunda / Cimentación Profunda**

ENTORNO: **Parcela en entorno agrícola, área de cultivo arboleo.**

Las conclusiones arrojadas en el presente anejo son válidas para la parcela y para la actuación aquí descrita. **Para determinar las condiciones geotécnicas de futuras construcciones en parcelas anejas o construcciones de mayor envergadura, serían necesarios estudios complementarios.**



## 1 EXPLORACIÓN DE CAMPO

## 1.1 Descripción del proyecto

Caracterización geotécnica de la parcela y determinación de parámetros de diseño para la cimentación.

## 1.2 Reconocimiento el sitio

### 1.2.1 Geología y geotecnia de la zona

GEOMETRIA PARCELA. La parcela de estudio es la parcela formada por 6 parcelas catastrales de menor entidad. Si la parcela resultante la semejamos a una forma regular de rectángulo alargado presentaría unas medidas aproximadas de 2.00 km de largo (noroeste – sudeste) y 0.50 km de ancho.

TOPONIMIA. Sin relevancia geotécnica. No consta.

**GEOMORFOLOGÍA/PENDIENTE TERRENO/DESNIVELES.** La orografía natural del entorno es plana. La parcela presenta una pendiente suave en su mayor parte descendiente de sudeste a noroeste, hasta llegar a la parte más al sudeste, donde la parcela es cruzada por un arroyo perpendicular y altera la topografía, en cualquier caso la pendiente que presenta es suave.

**PRESENCIA DE TALUDES.** No se observan taludes en la zona de influencia de la parcela.

VAGUADAS O ARROYOS. El municipio en general y, por tanto, la parcela, se sitúa en los materiales aluviales del Rio Guadalquivir. , el cual queda a unos 11.60 Km al Oeste de la misma. No obstante lo que modela y puede dar problemas de arrastre o encharcamientos es un arroyo existente en la parte baja, sur de la parcela.

UTILIZACIÓN PREVIA DE LA PARCELA. Actualmente el grueso de la parcela se encuentra en explotación agraria en regimen de olivos de regadío. Adicionalmente hacia la zona central existe un cortijo que data de 1960. Desde que se tiene conocimiento (Según ortofoto de 1.956) siempre a presentado uso de explotación agraria.

## Geología de la zona

La zona de estudio se encuentra enmarcada en la hoja de Carmona, 985 del mapa geológico de España. ([www.igme.es](http://www.igme.es)). Según la información contenida en la memoria del mapa, los materiales presentes en la zona pertenecen al Cuaternario.

## CUATERNARIO

Dentro de este apartado se han distinguido depósitos pertenecientes a terrazas de los ríos Guadalquivir y Corbones, así como algunos suelos.

*Conglomerados, arenas y limos amarillos*

Están localizados entre Carmona y Alcalá de Guadaira; se asocian al contacto más septentrional de las calcarenitas y son el producto de erosión de las mismas.

La litología esta formada por cantos subangulosos de calcarenitas, emba-lados en una matriz arenosa y limosa de color amarillo-rojiza.

Se consideran pertenecientes al Cuaternario por la similitud de facies con la terraza alta del Guadalquivir, sedimentos atribuibles a esta edad, aunque no se descarta que fueran algo mas antiguos.

Existen dos grandes afloramientos uno al norte de Alcala de Guadaira y otro al norte de El Viso del Alcor, sobre ellos se implantan preferentemente cultivos de olivos y naranjos.

#### *Arcillas grises*

Estan muy extendidas en la parte oriental de la Hoja. Constituyen suelos grises, a veces con unas tonalizadas mas o menos oscuras. Se desarrollan preferentemente sobre los materiales margosos de Jos olistostromas y sedimentos autóctonos.

La potencia observada puntualmente, en algunas zanjas abiertas para drenar zonas encharcadas, es de varios metros.

Ocupan grandes zonas de cultivo donde predominan los cereales.

#### *Arcillas y limos*

Estos sedimentos se distribuyen a uno y otro margen del río Corbones, parte nor-oriental de la Hoja. Presentan unas tonalidades que oscilan de grises a rojizas, observables unicamente en tiempo de sementera cuando no hay cultivos.

Se interpretan como una terraza del río Corbones en la que dada la litología fina de la misma debio corresponder a epocas de inundación del río.

#### *Conglomerados y arenas*

Este termino se localiza en las inmediaciones del río Corbones, próximo a la carretera N-IV, Madrid-Cadiz.

Estan constituidos por cantos muy redondeados de materiales paleozoicos, inmersos en una matriz arenosa. Se han considerado como pertenecientes a una terraza del río Corbones.

#### *Conglomerados y arenas*

Estan muy extendidos en la parte nor-occidental de la Hoja de Carmona, y en ellos esta desarrollada ampliamente tambien la agricultura.

Estan elaborados a base de cantos extremadamente redondeados de naturaleza cuarcítica e ígnea, dentro de una matriz de arenas de similar litología. Presentan unas tonalidades muy rojizas.

Hay que hacer notar que estos sedimentos cartográficamente estan bien representados y la morfología desarrollada es de un terreno suavemente ondulado. En un reconocimiento general por la zona de estudio con especialistas en Cuaternario, se inclinaron por pensar que deberfa tratarse de la terraza alta del río Guadalquivir, mas que de varias superpuestas. VIGUIER (1974), cita, en estos materiales, utensilios tallados de culturas antiguas.

Nosotros no descartamos la posibilidad de que parte de estos materiales y especialmente los que se circunscriben a las calcarenitas, posean fauna marina; la falta de buenos afloramientos ha impedido una investigación en este sentido. En sectores no lejanos a la Hoja de Carmona se han localizado materiales similares (conglomerados y arenas amarillas y rojizas) de características litorales.

### *Arcillas y limos*

Aparecen afloramientos aislados y en relación con los conglomerados y arenas de la terraza alta del Guadalquivir. Por tanto se interpretan como las facies de esta terraza, presumiblemente pertenecientes a las zonas de inundación en épocas de crecida del río. Son también de tonos muy rojizos y con gran desarrollo de cultivos.

### *Conglomerados y arenas cementadas*

Únicamente se ha localizado un pequeño afloramiento en las inmediaciones del Cerro del Portazgo, cerca del río Corbones.

Están constituidos por escasos cantos de materiales paleozoicos de la Meseta y fundamentalmente por cantos mesozoicos subbéticos y cantos de calcarenitas, provenientes de relieves situados al SSE de la zona de estudio. Se han considerado como depósitos pertenecientes a una terraza antigua del río Corbones, probablemente relacionada con las arcillas y limos.

### *Conglomerados y arenas*

Aparecen dos afloramientos en la parte occidental de la Hoja, al norte y al sur de la carretera N-IV, Madrid-Cádiz. Litológicamente son idénticos a los materiales, sólo que las tonalidades no son tan rojizas, sino más bien grisáceas. Topográficamente están más bajos que aquellos, por lo que se piensa deben corresponder a una terraza más moderna del río Guadalquivir.

### *Aluvial reciente*

Su litología es muy variable y va en función de los sedimentos en los que el sistema fluvial se encaja. Normalmente dominan las conglomerados y arenas, en la parte occidental de la Hoja, mientras que en la oriental el dominio corresponde a arcillas, limos y arenas con cantos sueltos.

## Reseña geotécnica bibliográfica

La zona de estudio se encuentra enmarcada en la hoja de Sevilla, nº 75 del mapa geotécnico de España (1:2000.00). ([www.igme.es](http://www.igme.es)).

Según la información contenida en el mapa, los materiales presentes en la zona de la parcela pertenecen a RECINTOS HUNDIDOS – DEPRESIÓN DEL GUADALQUIVIR, con las siguientes características:

- Formada por elementos detríticos: conglomerados, gravas, areniscas y paquetes arcillosos
- Estabilidad natural buena
- Drenaje superficial deficiente
- Acuíferos por porosidad intergranular con caudales importantes a 5-10 m de profundidad
- La capacidad de carga y magnitud de asentos media
- Puntualmente puede haber asentos diferenciales
- La competencia mecánica es buena, salvo donde concurren circunstancias como la fuerte tectonización o aparición de yesos.



## 1.2.2 Pozos de prueba y perforaciones exploratorias

### SONDEOS-CATAS MECÁNICOS

Son perforaciones de pequeño diámetro (66-101 mm.) cuya finalidad es obtener información sobre los materiales o rocas que subyacen en ese punto. Dichas perforaciones pueden realizarse a percusión, rotación, o con barrena helicoidal, en función de la naturaleza del terreno.



Durante la ejecución de la perforación, la extracción del testigo se puede alternar con la ejecución de ensayos geotécnicos como la toma de muestras inalteradas y ensayos de penetración tipo S.P.T.

Para evitar desprendimientos del terreno en el interior del sondeo durante la ejecución de las distintas maniobras, suele procederse al revestimiento del mismo con tubería apropiada.

En la campaña de reconocimiento de la parcela se han realizado los siguientes sondeos:

REFERENCIA	COTA DE BOCA (m)	PROFUNDIDAD (m)
SC1	47.15	4.00
SC2	35.70	4.00
SC3	36.55	4.00
SC4	35.05	4.00

*Ver anejos de actas de sondeos y situación de ensayos*

### 1.2.3 Clasificación del suelo

Las características del suelo son fundamentales a la hora de determinar los parámetros geotécnicos del mismo. Basándose en las inspecciones geotécnicas de la parcela y entorno y en los trabajos de campo se ha confeccionado el siguiente perfil geotécnico:

#### Nivel I. Suelo de Labor

**Acotación.** Detectado en superficie y con una profundidad variable entre 0.60 – 1.20 m respecto terreno actual – cota de ensayos, según los distintos puntos estudiados en la parcela.

**Encuadre Geológico.** Materiales de alteración edáfica. Sin relevancia geológica.

**Litología.** Terreno desestructurado. Sin indicios de materiales anómalos, alto contenido de raíces. Realizada identificación cualitativa, sin ensayos de identificación de laboratorio al carecer el terreno de relevancia.

**Geotecnia.** Propiedades geotécnicas marginales-residuales, debe superarse en profundidad para el encaje de cimentación.

**Drenaje-Permeabilidad.** Drenaje natural de la parcela pobre por escorrentía. Permeabilidad media.

#### Nivel II. Arcilla arenosa con grava

**Acotación.** Desde muro de nivel inferior hasta fin de exploraciones (identificación directa mediante sondeos-catas hasta 4.00 m, e indirecta mediante ensayo de penetración hasta 12.60 m). No se alcanza el muro del estrato. No se ha podido determinar su potencia. Según experiencia geotécnica en la zona y documentación bibliográfica disponible, el estrato podría alcanzar, al menos, varios metros más. En todo caso, el bulbo de presiones principales de la construcción se desarrollará en el seno del tramo investigado.

**Encuadre Geológico.** Cuaternario. Conglomerados y arenas.

**Litología.** Material de transición cohesivo - granular. Matriz arcillosa con bastante arena, e indicios de material grosero, gravilla y grava. En profundidad se torna a un material más arenoso. Presencia de nódulos pulvulentos carbonatados. Tonalidad marrón rojizo. Sin indicios de materia orgánica en general.

**Clasificación.** USCS. CL. Arcilla arenosa de media plasticidad // AASHTO. A-7-6. Arcillas. Pobre a malo como subgrado // PG-3. Tolerable (criterios de granulometría y plasticidad). // Norma sismoresistente. Tipo III - II. USCS. SC. Arena arcillosa con grava // AASHTO. A-6. Suelo Arcilloso. Pobre a malo como subgrado // PG-3. Tolerable(criterios de granulometría y plasticidad). // Norma sismoresistente. Tipo III - II.

**Geotecnia.** Propiedades geotécnicas medias. Compacidad / Consistencia Media / Firme. Capacidad portante media. Deformabilidad media de largo desarrollo. Material no colapsable (según contenido de material cohesivo). Material no expansivo (según contenido de material granular). Apto para el apoyo de la cimentación.

**Permeabilidad.** Permeabilidad media. Nivel freático no detectado.

Parámetros geotécnicos principales:

	<b>II</b> <b>Arcilla arenosa con grava</b>
<b>Casagrande (U.S.C.S.)</b>	<b>SC - CL</b>
<b>N<sub>C-SPT</sub> (medio)</b>	<b>12 - 16</b>
<b>Densidad aparente (T/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.95*</b>
<b>Compacidad / Consistencia</b>	<b>Media / Firme</b>
<b>Angulo rozamiento interno (°)</b>	<b>25*</b>
<b>Cohesión sin drenaje (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>0.70*</b>
<b>Resistencia compresión simple (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>1.40*</b>

\* Valores estimados – Criterio C.T.E.

Suelo	Análisis simplificado	Cohesión no drenada Cu (kPa)
Muy blando	Se escapa entre los dedos cuando se ejerce presión sobre él.	<20
Blando	Se puede moldear con una ligera presión de los dedos	20 a 40
Firme	Se puede moldear con una fuerte presión de los dedos	40 a 75
Rígido	No se puede moldear con los dedos, el pulgar deja una marca	75 a 150
Muy rígido	Se ralla con la uña	150 a 300
Duro		> 300

**Tabla 1ª – Norma Francesa XP-P 94-202. Clasificación de suelos cohesivos según resistencia mecánica a corto plazo**

#### 1.2.4 Test de penetracion estandard

Si bien no se han realizado SPT en los sondeos (no se tenía constancia de la necesidad), si se han realizado ensayos DPSH, ensayos muy utilizado y cuya correlatividad con los SPT es largamente utilizada y aceptada en bibliografía de referencia.

$$N_{SPT} = 1.5 \cdot N_{DPSH}$$

## ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA TIPO DPSH-B (UNE 103-801-94)

Los ensayos de penetración dinámica continua se han realizado con un penetrómetro de accionamiento automático.



El ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (20 cm<sup>2</sup>) por aplicación de una energía de impacto fija, mediante el golpeo de una maza de 63.5 +/- 0.5 Kg., que se deja caer desde una altura de 75 +/- 2 cm. En este ensayo se contabiliza el número de golpes cada 20 cm. de penetración (N<sub>20</sub>).

El ensayo se da por finalizado cuando se den algunas de las siguientes condiciones:

- Se alcanza la profundidad que previamente se ha establecido,
- Se superen los 100 golpes para una penetración de 20 cm, es decir  $N_{20} > 100$ .
- Cuando tres valores consecutivos de  $N_{20}$  sean iguales o superiores a 75 golpes
- El valor del par de rozamiento supere los 200 N·m.

Este ensayo proporciona una medida indirecta, casi continua con la profundidad, de la resistencia y deformabilidad del terreno, a través de correlaciones con otras técnicas de reconocimiento (sondeo, calicatas, ensayos de laboratorio, etc.), o de expresiones empíricas.



En la campaña de reconocimiento se han realizado los siguientes ensayos de penetración:

REFERENCIA	COTA DE BOCA (m)	PROFUNDIDAD (m)	Valor medio 5 primeros mentos	N <sub>SPT</sub> equivalente
P1	47.75	13.20 (Rechazo)	8	12
P2	47.70	12.60 (Rechazo)	11	16
P3	37.85	11.00 (Rechazo)	11	16
P4	35.55	6.60 (Rechazo)	8	12

**Ver anejos de actas de ensayos de penetración y situación de ensayos**

### 1.2.5 Prueba de resistividad electrica

No se han realizado ensayo de resistividad eléctrica in-situ. De modo orientativo se considera un valor de 50 a 150  $\Omega\cdot m$ .

<b>NATURALEZA DEL TERRENO</b>	<b>Resistividad en <math>\Omega \cdot m</math></b>
Terrenos Pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba Húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50 a 100
Marga y Arcillas Compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena Arcillosa	50 a 500
Arena Silíceas	200 a 3000
Suelo Pedregoso Cubierto de Césped	300 a 500
Suelo Pedregoso Desnudo	1,500 a 3,000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas Compactas	1,000 a 5,000
Calizas Agrietadas	500 a 1,000
Pizarras	50 a 300
Granito y Gres procedentes de	1,500 a 10,000
Alteraciones	5,000 a 15,000
Roca Ígnea	

*Moreno. G.,Valencia J.A.,Cardenas C.A., Villa W.M."Fundamentos e ingeniería de las puestas a tierra respuesta ante fallas eléctricas y rayos"  
2007 editorial Universidad de Antioquia. Pag.29-30.*

### 1.2.6 Ensayos de resistividad térmica.

No realizados.

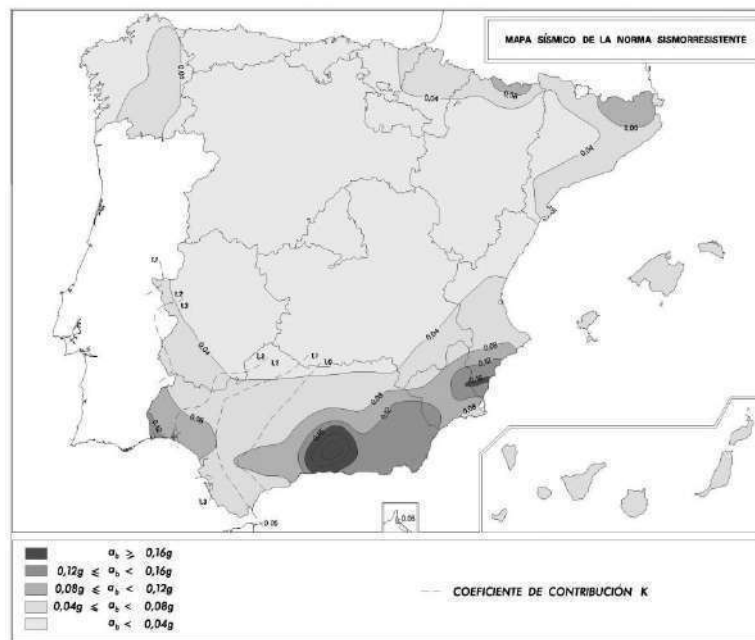
### 1.2.7 Condiciones de las aguas subterránea

Se tiene constancia de agua subterránea, debido al número de pozos existentes en la zona al menos 5 en la parcela (no se pueden medir – cerrados).

Nivel freático no detectado en las pruebas de reconocimiento.

### 1.2.8 Parametros sísmicos y de licuefacción

Para la consideración de la acción sísmica se aplicará la Norma de Construcción Sismorresistente. NCSE-02.



Para el cálculo de dicha acción, la aceleración de cálculo ( $A_c$ ), se consideran los siguientes parámetros, según la citada norma:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

**$A_b$  (Aceleración básica).** Parámetro que depende de la localización geográfica de la parcela dentro del territorio nacional. La aceleración sísmica básica se expresa en función de la aceleración de la gravedad ( $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ).

**P (Coeficiente adimensional de riesgo).** Es función de la probabilidad aceptable de que exceda  $A_c$  en el período de vida para el que se proyecta la construcción.

Toma los siguientes valores:

- Construcciones de importancia normal,  $\rho = 1,0$

- Construcciones de importancia especial,  $\rho = 1,3$
- Construcciones de importancia normal. Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- Construcciones de importancia especial. Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas.

Para este caso,  $\rho = 1,0$ .

### S (Coeficiente de amplificación del terreno).

Este coeficiente toma el valor de:

$$\begin{aligned} \text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g} \quad S &= \frac{C}{1,25} \\ \text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g} \quad S &= \frac{C}{1,25} + 3,33 \left( \rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left( 1 - \frac{C}{1,25} \right) \\ \text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b \quad S &= 1,0 \end{aligned}$$

Siendo:

**K (Coeficiente de contribución).** Coeficiente que tiene en cuenta la distinta contribución a la sismicidad de cada punto de la sismicidad de la península y la sismicidad de la falla Azores-Gibraltar.

**C (Coeficiente del terreno).** Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes  $C_i$  de cada estrato con su espesor  $e_i$ , en metros, mediante la expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores  $e_1, e_2, e_3, e_4$  de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $V_s > 750$  m/s.

- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $750 \text{ m/s} > V_s > 400$  m/s.

- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $400 \text{ m/s} > V_s > 200$  m/s.

- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $V_s < 200$  m/s.

Para este caso, tenemos los siguientes parámetros:

Nivel	Potencia	Tipo de terreno	Coefficiente
Nivel II	15.00 m	III	1.60
Nivel II	15.00 m	II	1.30

Parámetros diseño sismo	
A <sub>b</sub>	0.07 g
A <sub>c</sub>	0.08 g
K	1.10
C	1.45
S	1.16

La licuefacción no parece un riesgo razonable, debido al alto contenido de material fino existente en el terreno.

### 1.3 Ensayos de laboratorio

#### 1.3.1 Pruebas de características del suelo

##### 1.3.1.1 Prueba de densidad, Proctor y Proctor modificado

No realizada

##### 1.3.1.2 Humedad natural del terreno

Este ensayo especifica el método para la determinación de la humedad de una muestra de suelo mediante secado en estufa definida como el cociente, expresado en tanto por ciento, entre la masa de agua que pierde el suelo al secarlo y la masa de suelo seco. Ensayos realizados en muestra alterada, tipo C.

Muestra	Profundidad	Humedad
MA1 – SC1	1.60 – 2.20	19.9 %
MA1 – SC3	1.60 – 2.20	14.3%



### 1.3.1.3 Análisis granulométrico

El objeto del análisis granulométrico consiste en confeccionar la curva granulométrica del suelo, que es indicativa de la distribución de los tamaños de las partículas. La granulometría de suelo por tamizado permite determinar los tantos por ciento de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el nº 200 de la ASTM.

Muestra	Profundidad	Clasificación
MA1 – SC1	1.60 – 2.20	SC
MA1 – SC3	1.60 – 2.20	CL
MA1 – SC4	3.20 – 4.00	SC

### 1.3.1.4 Expansividad

Según el contenido de material granular en el seno del terreno, no se considera el material como potencialmente expansivo.

### 1.3.1.5 Heladicidad

No parece procedente según emplazamiento, con temperatura mínima histórica de 1º. (dato aemet.es)

## 1.3.2 Pruebas químicas

### 1.3.2.1 Análisis cuantitativo de sulfatos

El contenido en sulfatos determina la potencial agresividad del suelo. Su determinación consiste en obtener la proporción de sulfatos solubles en el suelo, pasándolos a disolución mediante agitación con agua y precipitando luego los sulfatos solubles con una disolución de cloruro bórico.

Suelo no agresivo.

Muestra	Profundidad	Contenido ion sulfato
MA1 – SC1	1.60 – 2.20	265
MA1 – SC3	1.60 – 2.20	151
MA1 – SC4	3.20 – 4.00	162

#### 1.4 Condiciones de cimentación y obra civil

#### 1.4.1 Cimentación semiprofunda. Zapatas sobre pozos

Según los condicionantes geotécnicos anteriores, se considera aceptable una cimentación semiprofunda mediante zapatas sobre pozos apoyados en el Nivel II. Arcilla arenosa con grava, a una profundidad mínima de 1.20 m., respecto cota de terreno actual – cota de ensayos, necesaria para superar el Nivel I. Suelo de Labor.

#### 1.4.1.1 Estados límite últimos (Tensión admisible de hundimiento)

Para la determinación de la tensión admisible frente al hundimiento, se ha considerado la siguiente formula de Brinch – Hansen.

$$q_h = c_K N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0K} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_K N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Así mismo esta formulación es la recogida en el Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) en su apartado **4.3.2. Determinación de la tensión de hundimiento mediante métodos analíticos.**

Siendo:

- $q_h$  Presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno.
- $q_{ok}$  Presión vertical característica alrededor del cimiento al nivel de su base.
- $c_k$  Valor característico de la cohesión del terreno.
- $B$  Ancho equivalente del cimiento.
- $\gamma_k$  peso específico característico del terreno por debajo de la base del cimiento.
- $N_c, N_q, N_\gamma$  Factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno característico del terreno ( $\phi_k$ ). Se denominan respectivamente factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico.
- $d_c, d_q, d_\gamma$  Coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de Profundidad  $s_c, s_q, s_\gamma$  los coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento.
- $i_c, i_q, i_\gamma$  los coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical.
- $t_c, t_q, t_\gamma$  los coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud.

Teniendo en cuenta los parámetros del terreno, la cimentación y edificio considerado, se obtiene una tensión máxima admisible de hundimiento,  $q = 1.80 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 1.4.1.2 Estados límite de servicio (Tensión admisible de servicio – Asientos)

A falta de una formulación definitiva en la normativa actual para el cálculo de asientos se ha utilizado la siguiente formulación:

$$s_z = \frac{p \cdot b}{E} \cdot K \cdot (A \cdot \phi_1(L, b, z) - B \cdot \phi_2(L, b, z))$$

La formulación anterior queda recogida en el libro **Geotecnia y Cimientos II. J.A. Jiménez Salas**. Apartado 3.6.6.2. Método aproximado de **Steinbrenner**.

Siendo:

- p Carga que transmite el edificio incluida la cimentación, en Kg/cm<sup>2</sup>, es constante e independiente de la profundidad, siendo las variables  $\phi_1$  y  $\phi_2$  los factores que modifican la influencia de la profundidad sobre el asiento (disipación de carga).
- b Ancho menor de la cimentación, en cm.
- E Módulo de elasticidad, en Kg/cm<sup>2</sup>.
- K Coeficiente de minoración por rigidez de la zapata. Se puede adoptar un valor aproximado de 0,85 (cimentaciones rígidas).
- A y B Variables que dependen del coeficiente de Poisson ( $\nu$ ).

$$A = 1 - \nu^2$$

$$B = 1 - \nu - 2 \cdot \nu^2$$

- $\phi_1$  y  $\phi_2$ , variables experimentales que dependen de la forma de la cimentación y la profundidad donde se evalúen.

Teniendo en cuenta los parámetros del terreno y una cimentación de ancho máximo 2.50 m / largo considerado 10.00 m., se obtiene un asiento total, **S = 6.90 cm**, para una tensión de hundimiento, **q = 1.80 kg/cm<sup>2</sup>**, por lo que se considera recomendable utilizar finalmente una tensión máxima admisible, **q = 1.30 kg/cm<sup>2</sup>**, con un asiento total, **S = 4.95 cm**.

### 1.4.2 Cimentación profunda. Pilotes

Si se opta por una cimentación profunda se recomienda empotrar en el tramo granular del Nivel II. Arcilla arenosa con grava. Independientemente de las cargas solicitadas para cada elemento de cimentación, se recomienda que todos ellos empotren convenientemente en el Nivel II.

#### ESQUEMA GEOTÉCNICO SIMPLIFICADO

A objeto de simplificar la parametrización de estos elementos de cimentación, se considera la siguiente distribución:

- Nivel I. Suelo de Labor. Desde plano base de cimentación hasta 1.20 m. de profundidad → No se considera aporte de resistencia alguno.
- Nivel II. Arcilla arenosa con grava. A partir de 1.20 m. → Aporta resistencia por fuste, se desprecia la contribución de la resistencia por punta.

m	
0.00	Nivel I. Suelo de Labor
	No se considera aporte de resistencia en este tramo
1.20	
1.20	Nivel II. Arcilla arenosa con grava
	Terreno cohesivo que aporta resistencia por fuste $q_u = 0.14 \text{ MPa}$
4.00	
4.00	Nivel II. Arcilla arenosa con grava
	Terreno granular que aporta resistencia por fuste Según golpeo de los DPSH (no corroborado visualmente) $N_{SPT} = 25$
	Se desprecia la resistencia por punta.



### 1.4.3 Pilotes

#### RESISTENCIA DE CÁLCULO POR FUSTE

La resistencia de cálculo por fuste se puede obtener mediante ensayos de carga o a partir del valor del rozamiento unitario pro fuste de cálculo, deducido por métodos teóricos o correlaciones empíricas. En el caso que nos ocupa al tratarse de un predimensionado somero a modo de propuesta de cimentación (será decisión final del proyectista la elección y diseño de los elementos de la cimentación a utilizar) realizaremos el cálculo de la resistencia por fuste basado en correlaciones empíricas.

#### Correlaciones empíricas

El rozamiento unitario de cálculo por fuste se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$r_f = \frac{r_{f,lim}}{F_r}$$

Donde:

- $r_{f,lim}$ : es el rozamiento unitario límite por fuste. El cual se obtiene de la siguiente gráfica.

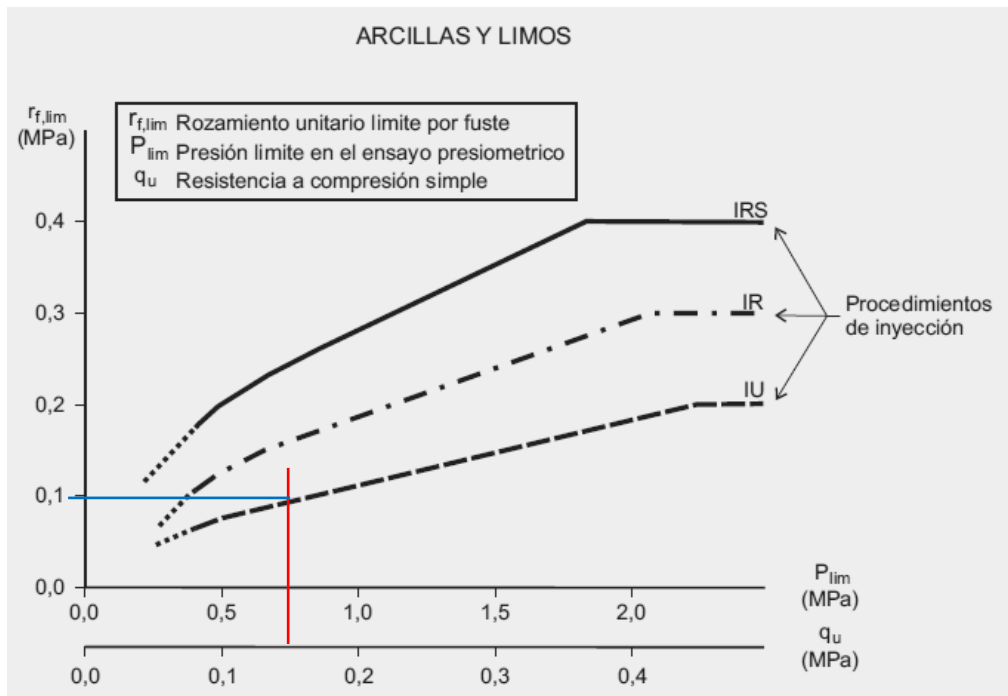


Figura 3.3. de la GPEMOC.- Rozamiento unitario límite por fuste

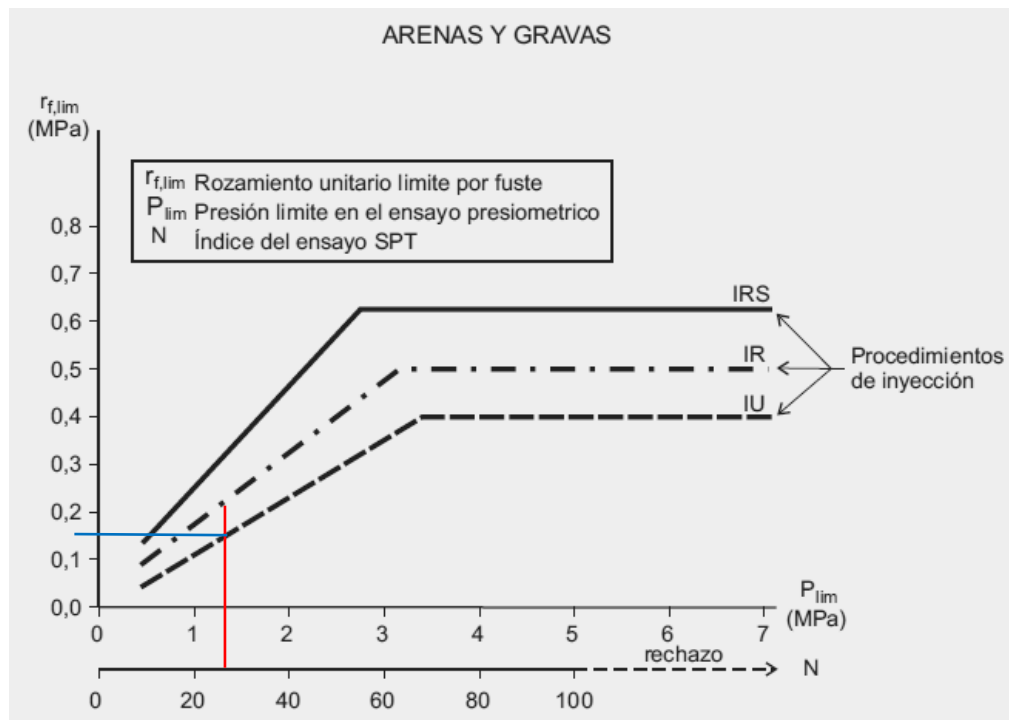


Figura 3.3. de la GPEMOC.- Rozamiento unitario límite por fuste

- $F_r$ : es el coef. de minoración según la función estructural de los micropilotes. El cual se obtiene de la siguiente gráfica.

DURACIÓN	F <sub>r</sub>
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración inferior o igual a seis (6) meses	1,45
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración superior a seis (6) meses	1,65

Tabla 3.2. de la GPEMOC.- Coeficiente  $F_r$

Así pues, el rozamiento unitario de cálculo por fuste, será:

$$r_f = \frac{r_{f,lim}}{F_r}$$

Tramos	$r_{f,lim}$ (Mpa)	$F_r$	$r_f$ (Mpa)
Tramo cohesivo	0.095	1.65	<b>0.058</b>
Tramo granular	0.16	1.65	<b>0.097</b>

## Propuesta de cimentación

A continuación, se recoge un predimensionado somero a modo de propuesta de cimentación. Será decisión final del proyectista la elección y diseño de los elementos de la cimentación a utilizar. La modelización final deberá ajustarse en función del tipo de micropilotes finalmente elegido y considerando también el resto de acciones y limitaciones estructurales de la cimentación.

Para la propuesta planteada, se han considerado pilotes de 45 cm de diametro y Tope estructural 43 Ton.

Capacidad geotécnica			
Nivel I Fuste (Ton/m.l)	Nivel II. Cohesivo Fuste (Ton/m.l)	Nivel II. Granular Fuste (Ton/m.l)	Nivel II Punta (Ton)
0.00	9.95	16.75	0.00

**Independientemente de la carga** a la que se encuentre sometido el micropilote, se recomienda un **empotramiento mínimo** en el **Nivel II. Arcilla arenosa con grava** de **3.00 m.** por criterios constructivos y de seguridad.

#### 1.4.4 Pavimentos y soleras exteriores

Se considera recomendable un saneo general de la parcela de 1.20 m. apoyándonos en el caso más desfavorable de la tabla A7.1 recogida en la Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras de Andalucía, realizando una identificación cualitativa del Índice de plasticidad material con  $30 < IP < 20$ .

**Tabla A7.1. Profundidad de saneo recomendada en función del IP de los suelos del TNS**

Índice de plasticidad	Profundidad del saneo (cm.)
<20	60
20 a 30	90
30 a 40	120
40 a 50	150
>50	180

*\*Teniendo en cuenta que el Nivel I presenta una litología similar a la del terreno natural subyacente, se considera el mismo índice de plasticidad ( $IP = 14.1 - 35.6$ ) de la muestra analizada en terreno natural – Nivel II.*

Como paquete de firme/solera exterior se recomienda ejecutar:

- 15 cm de pavimento acabado (hormigón de firme, impreso; Terrazo; etc).
- 25 cm de enchado de grava
- 4 capas de 20 cm de ZN/ZA o suelo seleccionado

Teniendo en cuenta la cota de rasante final, saneo y el espesor mínimo del paquete de firme recomendado, se estima necesario una explanada de espesor variable que podrá ser de suelo seleccionado o de zahorra.

##### 1.4.4.1 Recomendaciones generales para las estructuras de tierra

- Mantener la excavación abierta el menor tiempo posible con el fin de evitar alteraciones del terreno y cambio de humedad natural del terreno.
- Mejora del fondo de la excavación mediante la adición de capa de bolos – grava gruesa y posterior compactación.
- Puesta en obra del relleno mediante tongadas de 20-30 cm.
- Compactación por tongadas hasta alcanzar 98 – 100 % de la densidad Proctor Modificado.
- Protección del relleno mediante colocación de geotextil para evitar lavado de finos y colocación de lámina impermeabilizante.
- La estructura de tierra debe quedar contenida en todo su perímetro, preferiblemente por terreno natural, para evitar su descompresión y pérdida de propiedades.



Para la correcta funcionalidad de los pavimentos de hormigón se recomienda la ejecución y sellado de juntas de contracción según Guía Técnica IECA, en particular se recomienda el seguimiento de la tabla siguiente:

Espesor	Distancia recomendable	Distancia máxima
14	3.50 m	4.00
16	3.75 m	4.50
18	4.00 m	5.00
20	4.25 m	5.50
22	4.50 m	6.00
24	4.75 m	6.50

Tabla 1 – Guía Técnica IECA. Separación máxima juntas contracción en pavimentos

## 2 INSPECCION FINAL

Por último, se considera oportuna la siguiente recomendación.

Será responsabilidad del director de obra comprobar la profundidad real de apoyo de la cimentación ejecutada, así como la comprobación de la correspondencia del terreno de apoyo de la cimentación con el aquí recogido, tomando las medidas oportunas en caso de discrepancias.

Este informe consta de **26** páginas y **9** anejos

ANEJO I.	MAPA GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL AREA
ANEJO II.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
ANEJO III.	CARTOGRAFÍA HISTÓRICA
ANEJO IV.	FICHA CATASTRAL
ANEJO V.	SITUACIÓN DE ENSAYOS
ANEJO VI.	ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN
ANEJO VII.	ACTAS DE SONDEOS-CATAS
ANEJO VIII.	ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
ANEJO IX.	REPORTAJE FOTOGRÁFICO

En Sevilla, a día 19 de Noviembre de 2020

### Autores Memoria Geotécnico:



**ANTONIO RUIZ RODRÍGUEZ**  
Ingeniero Técnico de Minas / ITOP  
Máster en Geología Aplicada a la Obra Civil  
y Recursos Hídricos

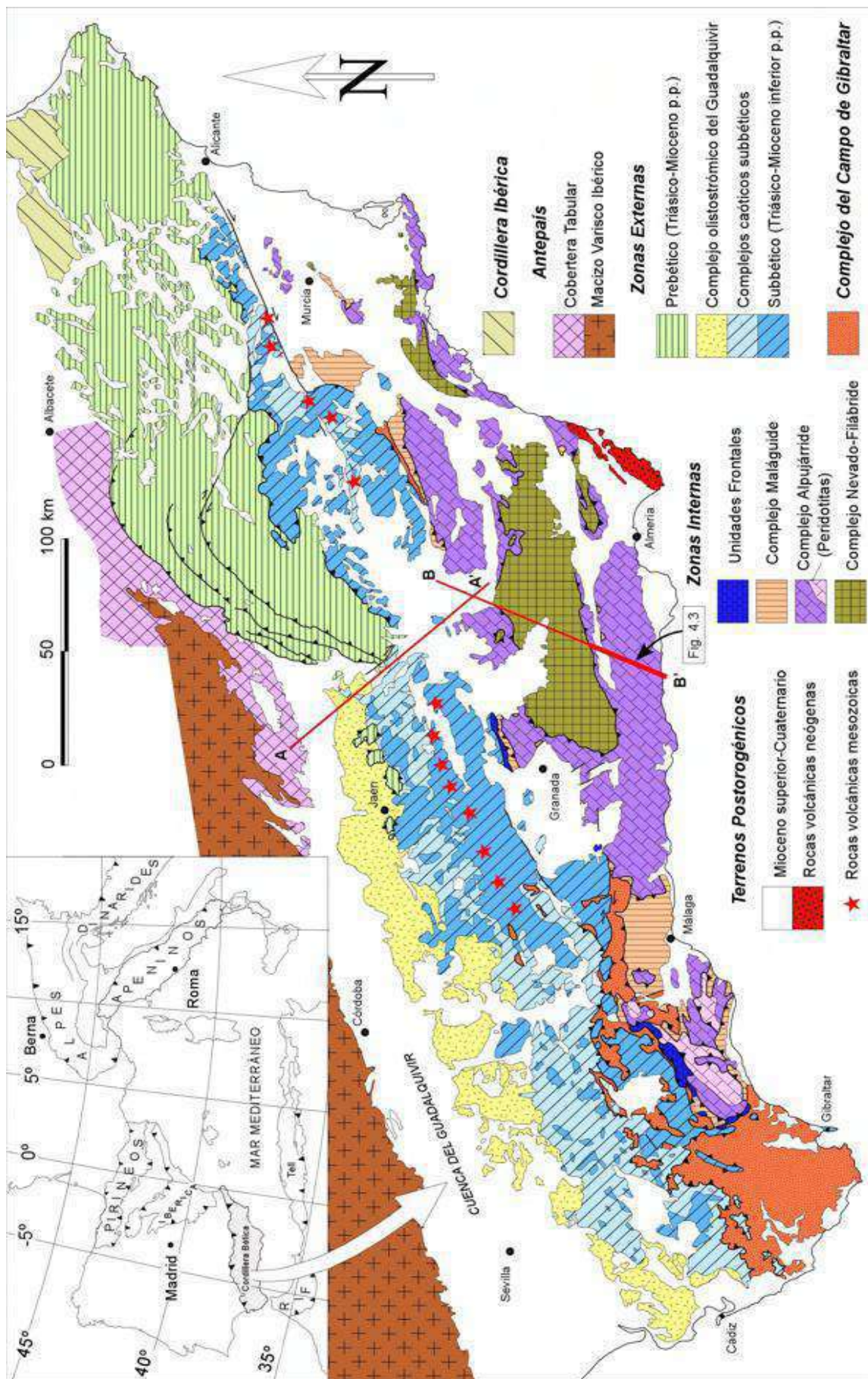


**ALBA PÉREZ MUÑOZ**  
Ingeniera Técnica de Obras Públicas  
Ingeniera Técnica de Minas

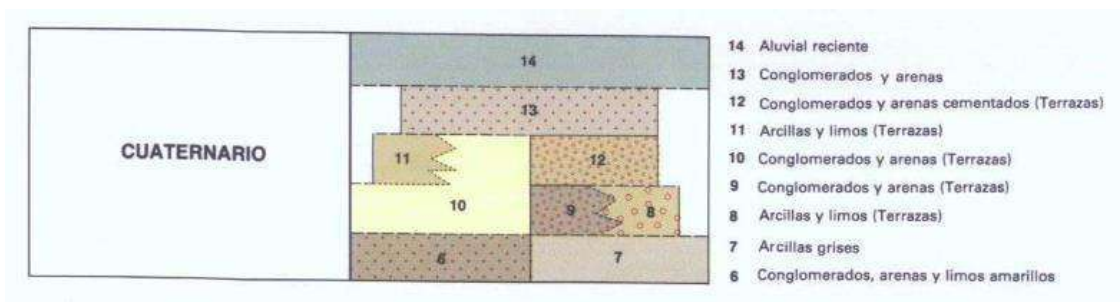
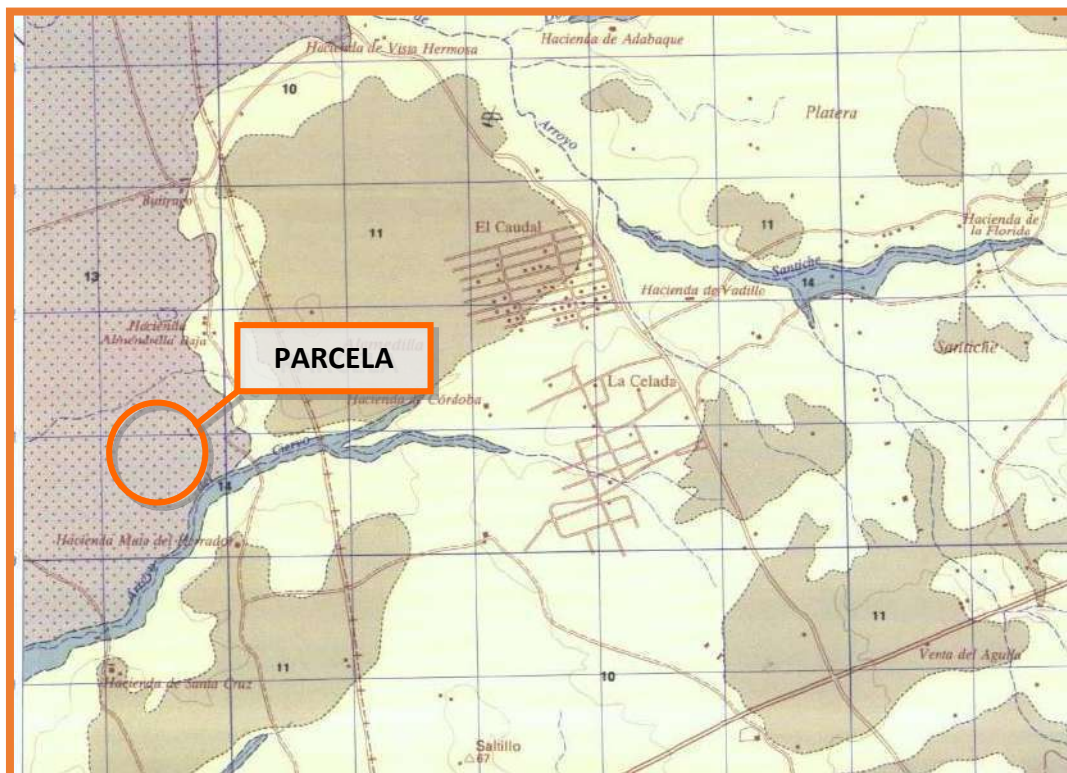
\*El autor se reserva todos los derechos. Este informe y todos sus documentos anejos no podrán ser reproducidos, ni total ni parcialmente, sin el permiso previo del autor.

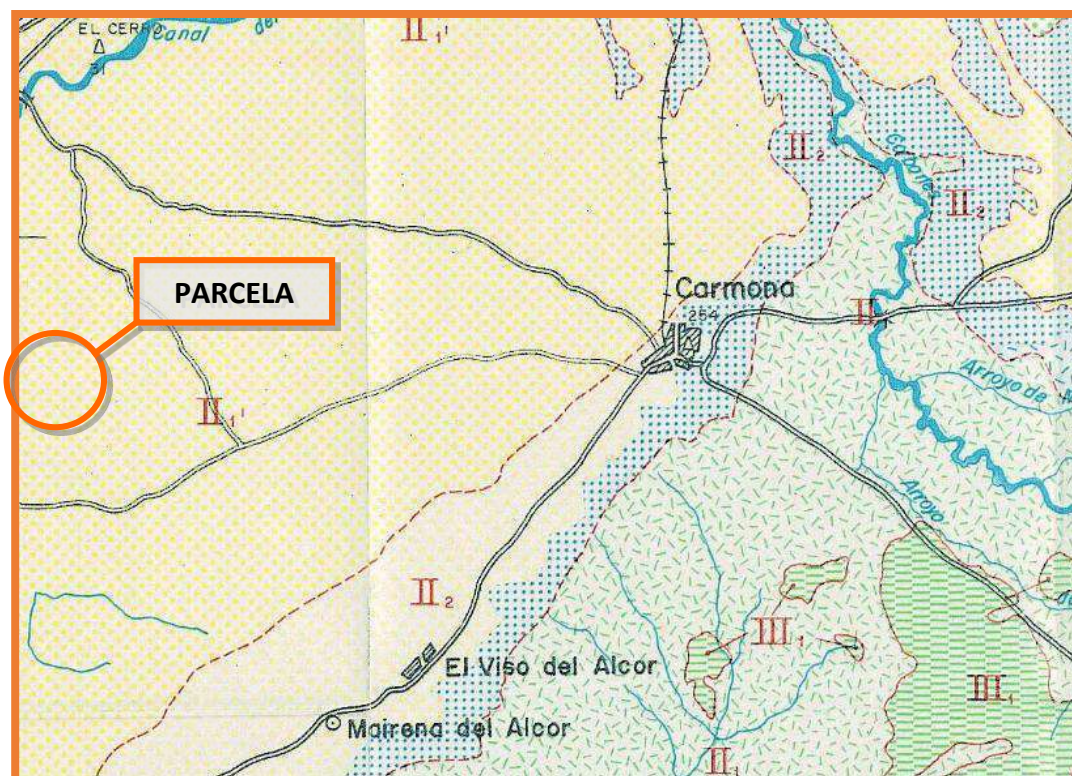
\*Se permite la reproducción al peticionario y proyectista mencionados en el apartado 1 dentro de la actuación recogida en este mismo apartado.

## ANEJO I – MAPA GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL AREA









LEYENDA			
C. CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	C. CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES		C. CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES
	Problemas de tipo Litológico	Problemas de tipo Litológico y geomorfológico (p.d.)	Problemas de tipo Litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d.)
	Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	Problemas de tipo Litológico, hidrográfico y geotécnico (p.d.)
	Problemas de tipo Litológico y Geomorfológico	Problemas de tipo Geotécnico y Geomorfológico (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológico
	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico	Problemas de tipo Geomorfológico	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico
			Problemas de tipo Litológico, hidrográfico y geotécnico (p.d.)

## ANEJO II – SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO







## ANEJO III – CARTOGRAFÍA HISTÓRICA



ORTOFOTO AÑO 1973-86



ORTOFOTO AÑO 1956-57

## ANEJO IV – FICHA CATASTRAL

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA  
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**Referencia catastral:** 41081A005000280000DB

## DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**

Polígono 5 Parcela 28

ALAMEDILLA BAJA. LA RINCONADA [SEVILLA]

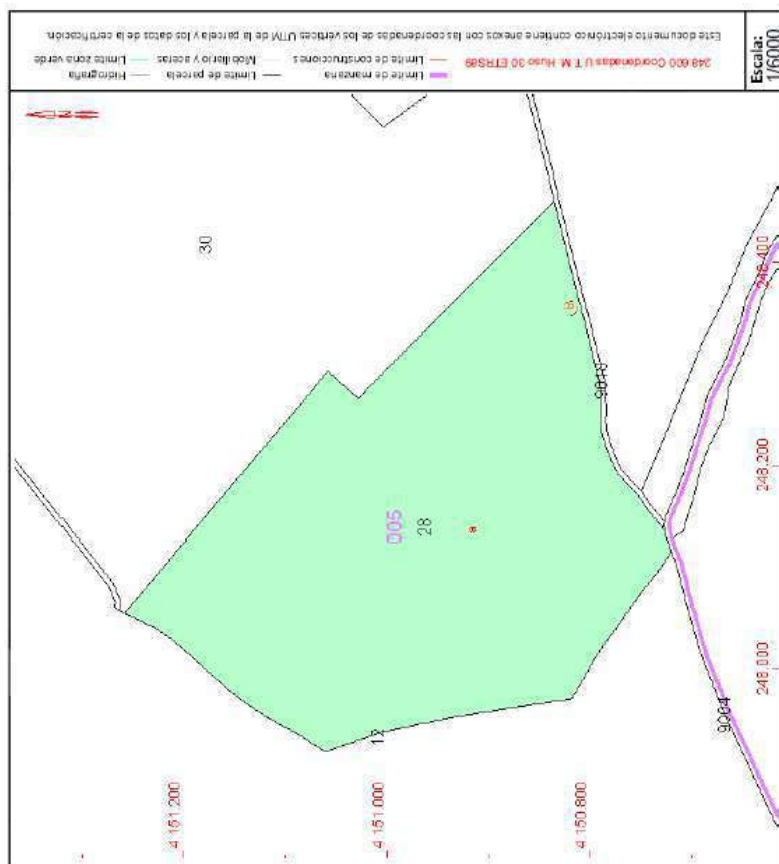
**Clase: RÚSTICO**

**Uso principal:** Agrario

**Superfície construída:**

**Año construcción:**

Cultivo		
Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Superficie m <sup>2</sup>
a	OR Olivos regadio	151.898
b	I- Improductivo	139



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Domingo, 15 de Noviembre de 2020



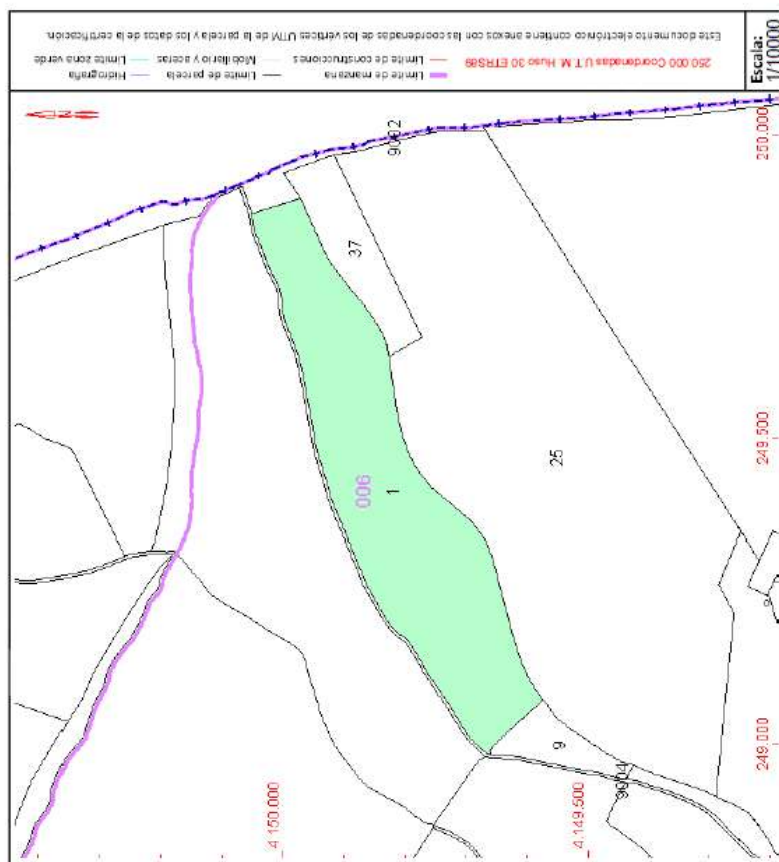
CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA  
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**Referencia catastral:** 41081A006000010000DU

## PARCELA

Superficie gráfica: 136.482 m2  
Participación del inmueble: 100,00 %  
Tipo:

**Tipo:**



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Jueves, 19 de Noviembre de 2020

### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**

Polígono 6 Parcela 1  
SANTA MARIA. LA RINCONADA [SEVILLA]

**Clase: RÚSTICO**

**Uso principal:** Agrario

**Superficie construida:**

**Año construcción:**

## Cultivo

[illegible]

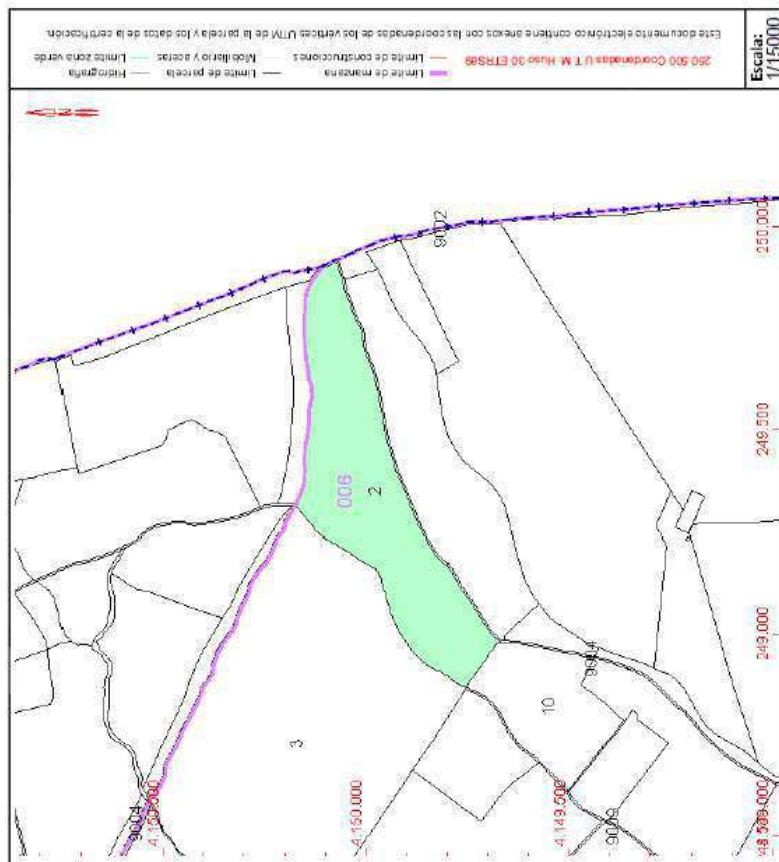
CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA  
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**Referencia catastral:** 41081A006000020000DH

## PARCELA

Superficie gráfica: 185.094 m2  
Participación del inmueble: 100.00 %  
Tipo:

**Tipo:**



### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**  
Polígono 6 Parcela 2  
SANTA MARIA. LA RINCONADA [SEVILLA]

**Clase:** RÚSTICO  
**Uso principal:** Agrario  
**Superficie construida:**  
**Año construcción:**

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m <sup>2</sup>
0	OR Olivos regadio	01	185,094

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Jueves, 19 de Noviembre de 2020

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA  
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

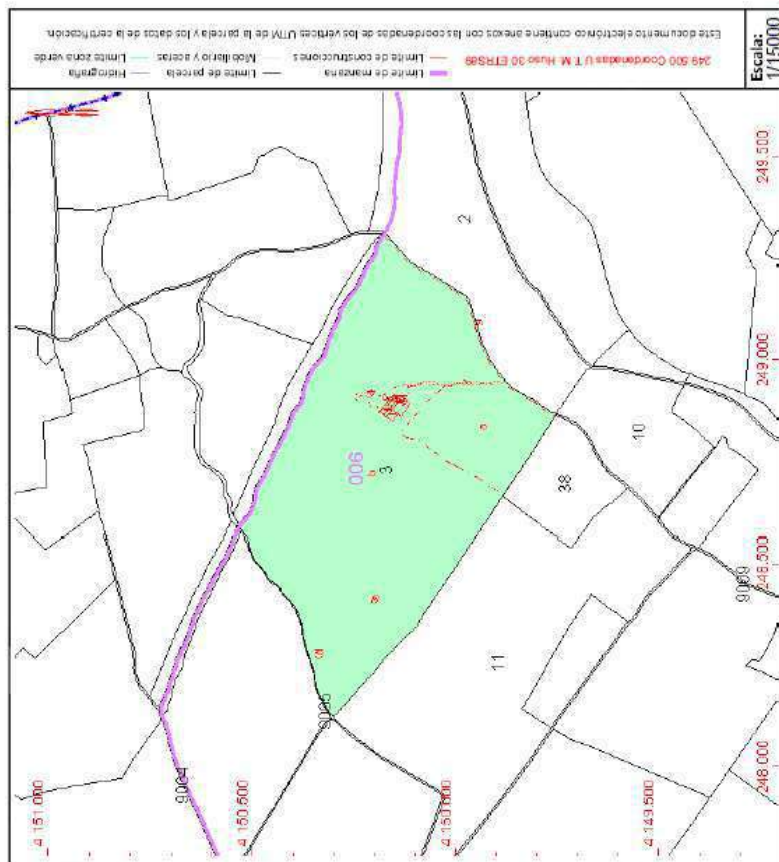
**Referencia catastral:** 41081A006000030000DW

## PARCELA

**Superficie gráfica:** 454.719 m2

Participación del inmueble: 100,00 %

**Tipo:** Parcela, a efectos catastrales, con inmuebles de distinta clase [urbano y rústico]



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Jueves, 19 de Noviembre de 2020

### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**

Suelo Polígono 6 Parcela 3

SANTA MARIA. LA RINCONADA [SEVILLA]

**Clase: RÚSTICO**

**Uso principal:** Agrario

**Superfície construída:**

**Año construcción:**

[illegible]

**Referencia catastral:** 41081A006000040000DA

## PARCELA

Polígono 6 Parcela 4

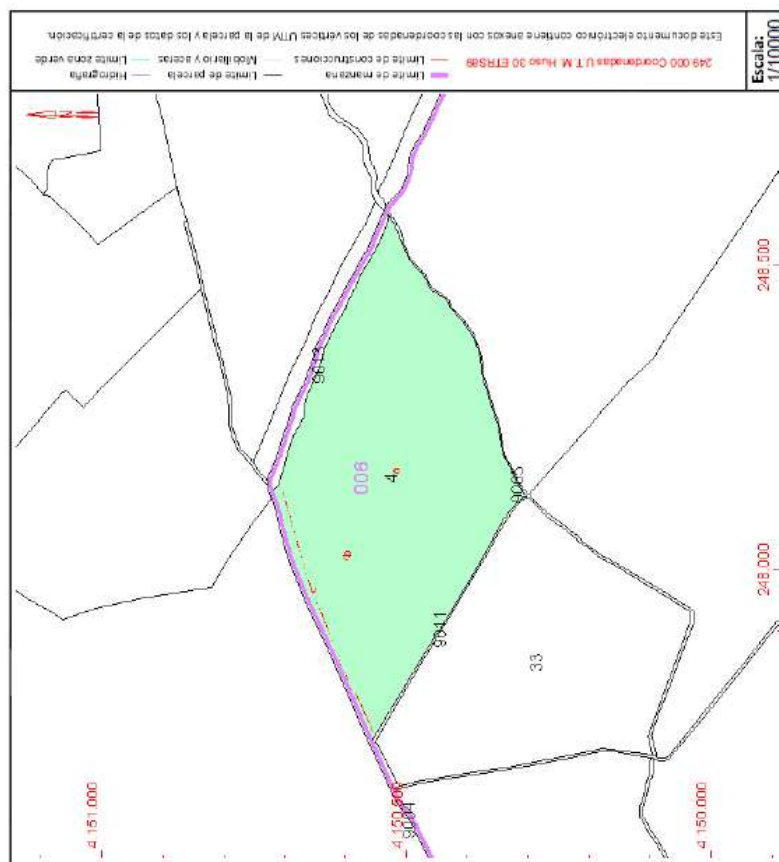
SANTA MARIA. LA RINCONADA [SEVILLA]

Clase: RÚSTICO

**Uso principal:** Agrario

**Superfície construída:**

**Año construcción:**

[illegible]

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Jueves, 19 de Noviembre de 2020



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA  
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**Referencia catastral:** 41081A006000370000DB

## DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**

Polígono 6 Parcela 37

MATA DEL HERRADOR. LA RINCONADA [SEVILLA]

Clase: RÚSTICO

**Uso principal:** Agrario

**Superfície construída:**

**Año construcción:**

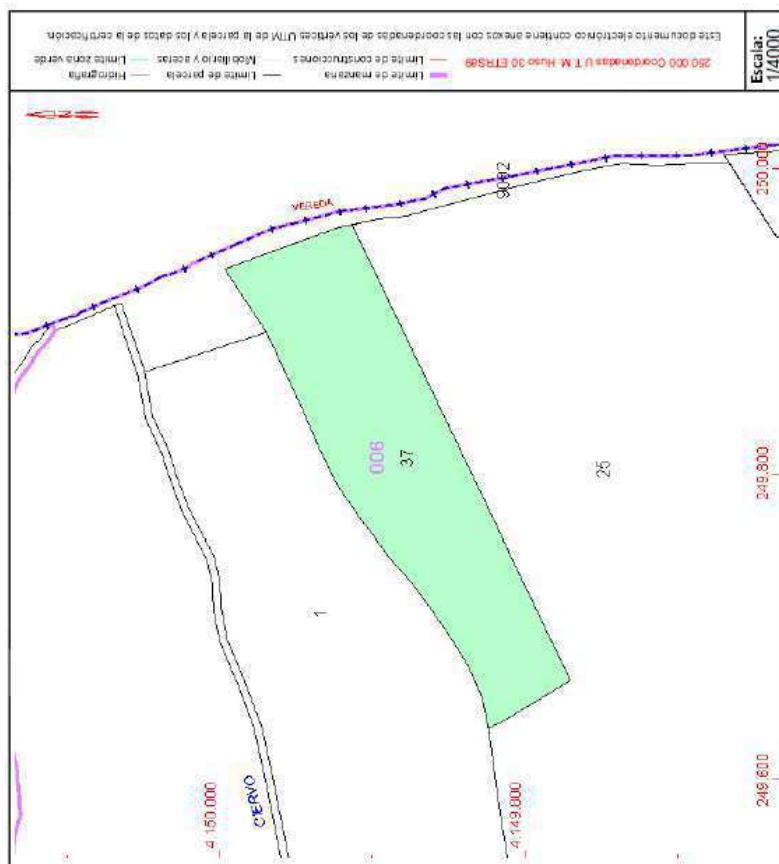
[illegible]

## PARCELA

Superficie gráfica: 24.999 m<sup>2</sup>

Participación del inmueble: 100,00 %

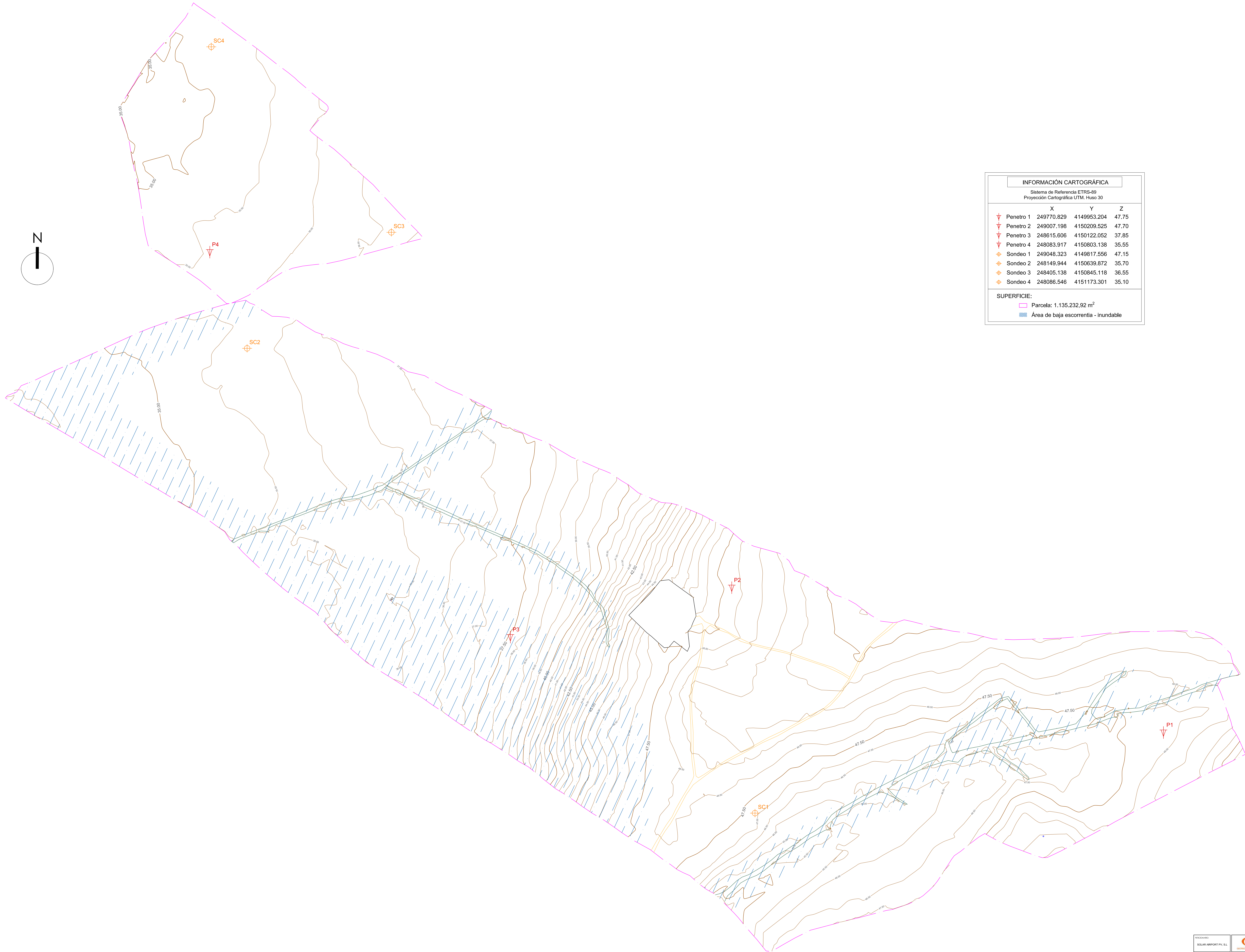
**Tipo:**



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Jueves, 19 de Noviembre de 2020

## ANEJO V – SITUACIÓN DE ENSAYOS



INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA			
Sistema de Referencia ETRS-89			
Proyección Cartográfica UTM. Huso 30			
	X	Y	Z
▼ Penetro 1	249770.829	4149953.204	47.75
▼ Penetro 2	249007.198	4150209.525	47.70
▼ Penetro 3	248615.606	4150122.052	37.85
▼ Penetro 4	248083.917	4150803.138	35.55
⊕ Sondeo 1	249048.323	4149817.556	47.15
⊕ Sondeo 2	248149.944	4150639.872	35.70
⊕ Sondeo 3	248405.138	4150845.118	36.55
⊕ Sondeo 4	248086.546	4151173.301	35.10
SUPERFICIE:			
□ Parcela:	1.135.232,92 m <sup>2</sup>		
▨ Área de baja escorrentía - Inundable			

PROYECTO: SOLAR AIRPORT PV, S.L.				GRABO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	
REFERENCIA: AG000700		AUTOR: ANTONIO NÚÑEZ RODRÍGUEZ Ing. Tit. Minas / IETOP Instituto Geológico y Minero de España Código 34003		SITUACIÓN: POL. 5, PARC. 28, POL. 8, PARC. 1, 2, 3, 4 Y 37, LA RINCÓNADA, SEVILLA	
FECHA: NOVIEMBRE 2020		PLANTA DE:		EPI/C0007 1 Escala: A0=1:2250	
SITUACIÓN DE ENSAYOS					

## ANEJO VI - ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN



# ACTA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (según norma UNE 103-801-94) ENSAYO Nº 1

Nº Registro Laboratorio: AND-L-219

R20.Ver.III.05.17.AEP

OBRA **PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

SITUACIÓN **POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA**

PETICIONARIO **SOLAR AIRPORT PV. S.L**

REFERENCIA **AG200120**

REGISTRO SALIDA **S142120ARR**

FECHA **25/11/2020**

## Datos del ensayo

Modelo. <b>ROLATEC ML-76-A</b> Serie. <b>1218-613/ Verificación. 16/12/2019</b>	Altura caída. <b>750 +/- 20 mm</b> Peso maza: <b>63.5 +/- 0.5 Kg</b>	Longitud varillaje. <b>100 cm</b> Intervalo de golpeo. <b>20 cm</b>	Puntaza. Área. <b>20 cm²</b> Diámetro. <b>50.0 +/- 0.5 mm²</b>
Ensayo tipo. <b>DPSH-B</b> Frecuencia de golpeo. <b>0.25 - 0.50 Hz</b>	Diámetro varillaje. <b>&lt; 35 mm</b> Masa Varillaje. <b>&lt; 8 Kg/m²</b>	Llave dinamométrica. <b>IRIMO 3/4"</b> Serie. <b>340796 / Calibración. 31/05/2019</b>	Cabeza Impacto. <b>Fija con holgura</b> Amortiguadores. <b>No</b>

Tipo Puntaza. **Desechable**

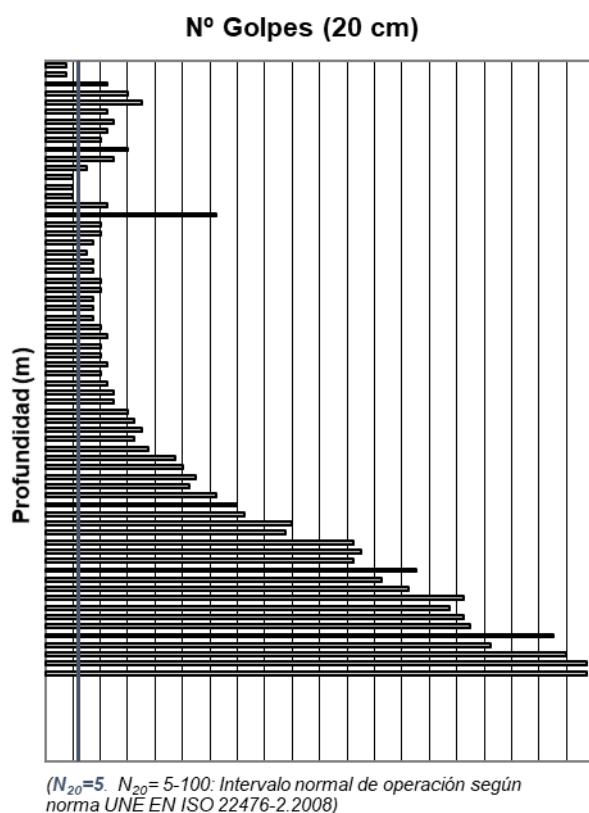
Temperatura. **6.7 °C**

Humedad: **69 %**

Climatología. **Sol**

N.F. --

PROF.	GOLPES	PROF.	GOLPES	PROF.	GOLPES
0.2	3	5.2	7	10.2	35
0.4	3	5.4	7	10.4	45
0.6	9	5.6	7	10.6	46
0.8	12	5.8	8	10.8	45
1.0	14	6.0	9	11.0	54
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	> 200
1.2	9	6.2	8	11.2	49
1.4	10	6.4	8	11.4	53
1.6	9	6.6	9	11.6	61
1.8	8	6.8	8	11.8	59
2.0	12	7.0	9	12.0	61
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	> 200
2.2	10	7.2	10	12.2	62
2.4	6	7.4	10	12.4	74
2.6	4	7.6	12	12.6	65
2.8	4	7.8	13	12.8	76
3.0	4	8.0	14	13.0	79
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 110	Par (N/m).	> 200
3.2	9	8.2	13	13.2	79
3.4	25*	8.4	15	13.4	
3.6	8	8.6	19	13.6	
3.8	8	8.8	20	13.8	
4.0	7	9.0	22	14.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	> 200	Par (N/m).	
4.2	6	9.2	21	14.2	
4.4	7	9.4	25	14.4	
4.6	7	9.6	28	14.6	
4.8	8	9.8	29	14.8	
5.0	8	10.0	36	15.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	> 200	Par (N/m).	



COTA DE BOCA: 47.75 m

COTA X,Y: Ver plano situación ensayos – anejo V

Finalización Prematura / Paralización > 5 min. / Observaciones sobre puntaza y/o barra recuperada: **NO**

Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución:

- Valores de Par Torsor, >200 N/m, por encima de resultados recomendados para este tipo de ensayo.
- Rechazo debido a que  $N_{20}$  sean iguales o superiores a 75 golpes, durante al menos 3 veces.
- (\*) Rebote de la maza en el golpeo.

Responsable de Ensayo

Director de Laboratorio




**Antonio Ruiz Rodríguez**  
Ingeniero Técnico de Minas / ITOP  
Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos

**Antonio Ruiz Rodríguez**  
Ingeniero Técnico de Minas / ITOP  
Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos

# ACTA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (según norma UNE 103-801-94) ENSAYO Nº 2

Nº Registro Laboratorio: AND-L-219

R20.Ver.III.05.17.AEP

OBRA **PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

SITUACIÓN **POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA**

PETICIONARIO **SOLAR AIRPORT PV. S.L**

REFERENCIA **AG200120**

REGISTRO SALIDA **S142220ARR**

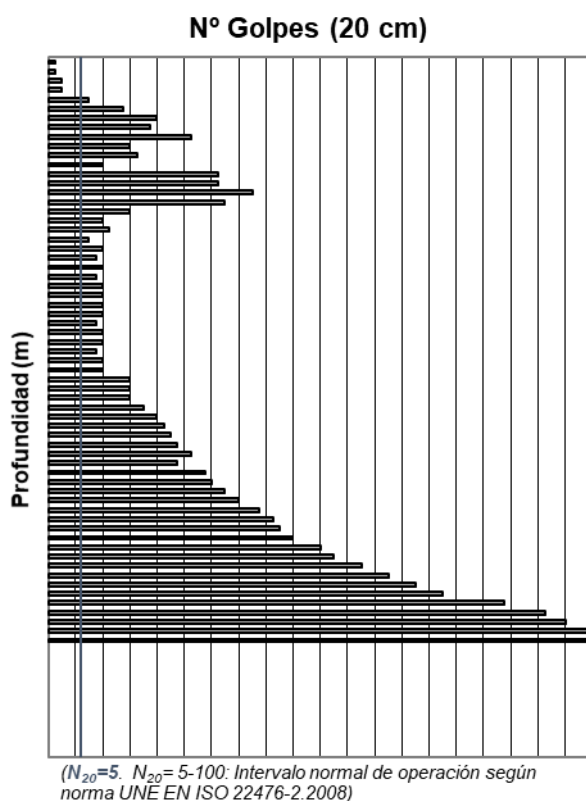
FECHA **12/11/2020**

## Datos del ensayo

Modelo. <b>ROLATEC ML-76-A</b> Serie. <b>1218-613/ Verificación. 16/12/2019</b>	Altura caída. <b>750 +/- 20 mm</b> Peso maza: <b>63.5 +/- 0.5 Kg</b>	Longitud varillaje. <b>100 cm</b> Intervalo de golpeo. <b>20 cm</b>	Puntaza. Área. <b>20 cm²</b> Diámetro. <b>50.0 +/- 0.5 mm²</b>
Ensayo tipo. <b>DPSH-B</b> Frecuencia de golpeo. <b>0.25 - 0.50 Hz</b>	Diámetro varillaje. <b>&lt; 35 mm</b> Masa Varillaje. <b>&lt; 8 Kg/m²</b>	Llave dinamométrica. <b>IRIMO 3/4"</b> Serie. <b>340796 / Calibración. 31/05/2019</b>	Cabeza Impacto. <b>Fija con holgura</b> Amortiguadores. <b>No</b>

Tipo Puntaza. **Desechable**  
Temperatura. **13.8 - 17.5 °C**  
Humedad: **85 - 76 %**  
Climatología. **Sol**  
N.F. --

PROF.	GOLPES	PROF.	GOLPES	PROF.	GOLPES
0.2	1	5.2	8	10.2	34
0.4	1	5.4	8	10.4	36
0.6	2	5.6	8	10.6	40
0.8	2	5.8	7	10.8	42
1.0	6	6.0	8	11.0	46
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	> 200
1.2	11	6.2	8	11.2	50
1.4	16	6.4	7	11.4	54
1.6	15	6.6	8	11.6	58
1.8	21	6.8	8	11.8	67
2.0	12	7.0	12	12.0	73
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 80	Par (N/m).	> 200
2.2	13	7.2	12	12.2	76
2.4	8	7.4	12	12.4	81
2.6	25*	7.6	14	12.6	83
2.8	25	7.8	16	12.8	
3.0	30	8.0	17	13.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 170	Par (N/m).	
3.2	26	8.2	19	13.2	
3.4	12	8.4	21	13.4	
3.6	8	8.6	21	13.6	
3.8	9	8.8	19	13.8	
4.0	6	9.0	23	14.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	> 200	Par (N/m).	
4.2	8	9.2	24	14.2	
4.4	7	9.4	26	14.4	
4.6	8	9.6	28	14.6	
4.8	7	9.8	31	14.8	
5.0	8	10.0	33	15.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	> 200	Par (N/m).	



COTA DE BOCA: 47.70 m

COTA X,Y: Ver plano situación ensayos – anejo V

Finalización Prematura / Paralización > 5 min. / Observaciones sobre puntaza y/o barra recuperada: **NO**

Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución:

- Valores de Par Torsor, >200 N/m, por encima de resultados recomendados para este tipo de ensayo.
- Rechazo debido a que  $N_{20}$  sean iguales o superiores a 75 golpes, durante al menos 3 veces.
- (\*) Rebote de la maza en el golpeo.

Responsable de Ensayo

Director de Laboratorio




**Antonio Ruiz Rodríguez**  
Ingeniero Técnico de Minas / ITOP  
Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos

**Antonio Ruiz Rodríguez**  
Ingeniero Técnico de Minas / ITOP  
Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos

# ACTA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (según norma UNE 103-801-94) ENSAYO Nº 3

Nº Registro Laboratorio: AND-L-219

R20.Ver.III.05.17.AEP

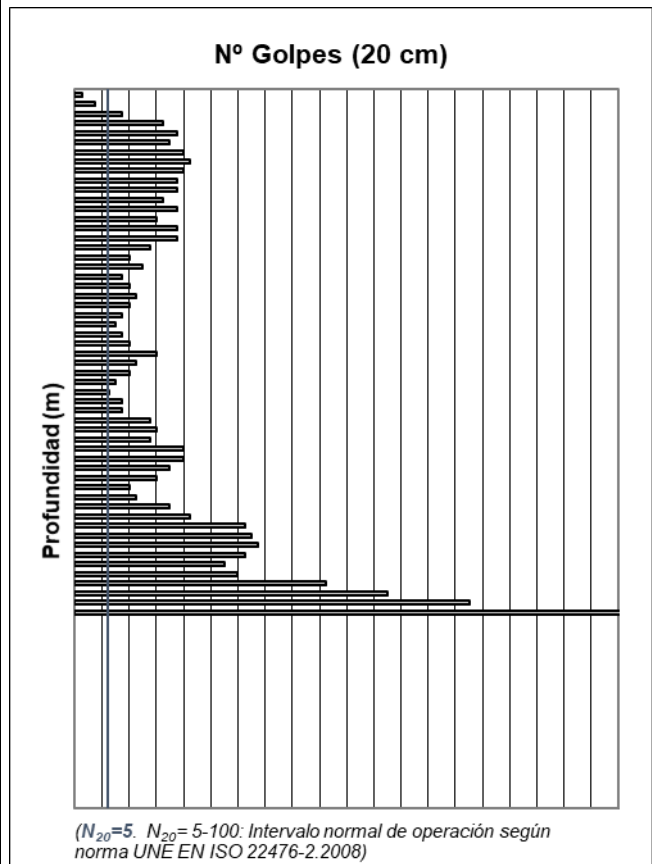
OBRA	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA	AG200120
REGISTRO SALIDA	S142320ARR
FECHA	12/11/2020

## Datos del ensayo

Modelo. <b>ROLATEC ML-76-A</b> Serie. <b>1218-613/ Verificación. 16/12/2019</b>	Altura caída. <b>750 +/- 20 mm</b> Peso maza: <b>63.5 +/- 0.5 Kg</b>	Longitud varillaje. <b>100 cm</b> Intervalo de golpeo. <b>20 cm</b>	Puntaza. Área. <b>20 cm²</b> Diámetro. <b>50.0 +/- 0.5 mm²</b>
Ensayo tipo. <b>DPSH-B</b> Frecuencia de golpeo. <b>0.25 - 0.50 Hz</b>	Diámetro varillaje. <b>&lt; 35 mm</b> Masa Varillaje. <b>&lt; 8 Kg/m²</b>	Llave dinamométrica. <b>IRIMO 3/4"</b> Serie. <b>340796 / Calibración. 31/05/2019</b>	Cabeza Impacto. <b>Fija con holgura</b> Amortiguadores. <b>No</b>

Tipo Puntaza. **Desechable**  
Temperatura. **17.5 - 19.2 °C**  
Humedad: **76 - 71 %**  
Climatología. **Sol**  
N.F. --

PROF.	GOLPES	PROF.	GOLPES	PROF.	GOLPES
0.2	1	5.2	7	10.2	24
0.4	3	5.4	8	10.4	37
0.6	7	5.6	12	10.6	46
0.8	13	5.8	9	10.8	58
1.0	15	6.0	8	11.0	100/19
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 140
1.2	14	6.2	6	11.2	
1.4	16	6.4	5	11.4	
1.6	17	6.6	7	11.6	
1.8	16	6.8	7	11.8	
2.0	15	7.0	11	12.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	
2.2	15	7.2	12	12.2	
2.4	13	7.4	11	12.4	
2.6	15	7.6	16	12.6	
2.8	12	7.8	16	12.8	
3.0	15	8.0	14	13.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	
3.2	15	8.2	12	13.2	
3.4	11	8.4	8	13.4	
3.6	8	8.6	9	13.6	
3.8	10	8.8	14	13.8	
4.0	7	9.0	17	14.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	
4.2	8	9.2	25	14.2	
4.4	9	9.4	26	14.4	
4.6	8	9.6	27	14.6	
4.8	7	9.8	25	14.8	
5.0	6	10.0	22	15.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	



COTA DE BOCA: 37.85 m  
COTA X,Y: Ver plano situación ensayos – anejo V

Finalización Prematura / Paralización > 5 min. / Observaciones sobre puntaza y/o barra recuperada: **NO**

Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución:

- Valores de Par Torsor, >200 N/m, por encima de resultados recomendados para este tipo de ensayo.
- (\*) Rebote de la maza en el golpeo.

Responsable de Ensayo

Director de Laboratorio




**Antonio Ruiz Rodríguez**  
Ingeniero Técnico de Minas / ITOP  
Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos

**Antonio Ruiz Rodríguez**  
Ingeniero Técnico de Minas / ITOP  
Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos

# ACTA ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA

(según norma UNE 103-801-94)

## ENSAYO Nº 4

Nº Registro Laboratorio: AND-L-219

R20.Ver.III.05.17.AEP

OBRA	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA	AG200120
REGISTRO SALIDA	S142420ARR
FECHA	12/11/2020

### Datos del ensayo

Modelo. <b>ROLATEC ML-76-A</b> Serie. <b>1218-613/</b> Verificación. <b>16/12/2019</b>	Altura caída. <b>750 +/- 20 mm</b> Peso maza: <b>63.5 +/- 0.5 Kg</b>	Longitud varillaje. <b>100 cm</b> Intervalo de golpeo. <b>20 cm</b>	Puntaza. Área. <b>20 cm²</b> Diámetro. <b>50.0 +/- 0.5 mm²</b>
Ensayo tipo. <b>DPSH-B</b> Frecuencia de golpeo. <b>0.25 - 0.50 Hz</b>	Diámetro varillaje. <b>&lt; 35 mm</b> Masa Varillaje. <b>&lt; 8 Kg/m²</b>	Llave dinamométrica. <b>IRIMO 3/4"</b> Serie. <b>340796 /</b> Calibración. <b>31/05/2019</b>	Cabeza Impacto. <b>Fija con holgura</b> Amortiguadores. <b>No</b>

Tipo Puntaza. **Desechable**

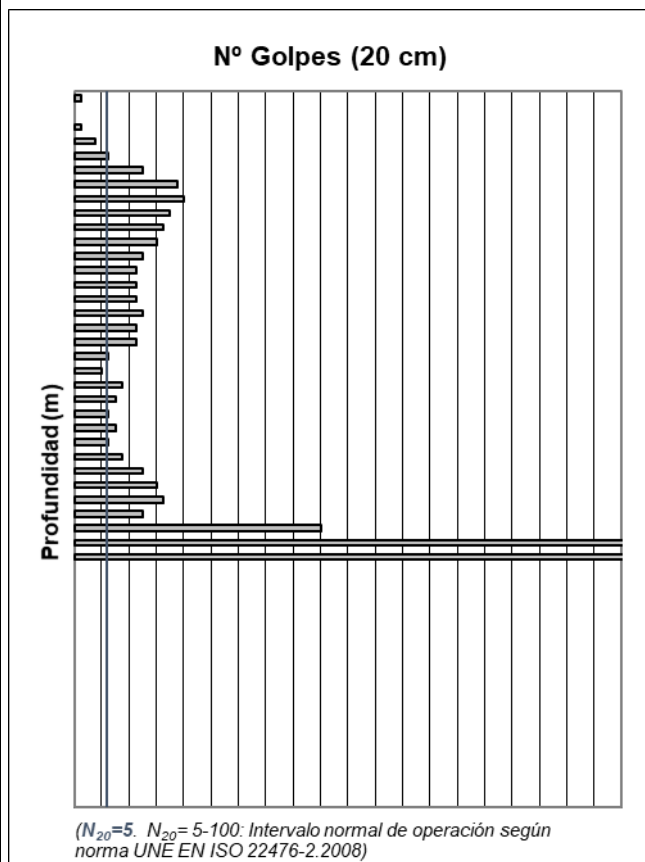
Temperatura. **°C**

Humedad: **%**

Climatología.

N.F. --

PROF.	GOLPES	PROF.	GOLPES
0.2	1	5.2	7
0.4	0	5.4	10
0.6	1	5.6	12
0.8	3	5.8	13
1.0	5	6.0	10
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	< 65
1.2	10	6.2	36*
1.4	15	6.4	83
1.6	16	6.6	100/18
1.8	14	6.8	
2.0	13	7.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	
2.2	12	7.2	
2.4	10	7.4	
2.6	9	7.6	
2.8	9	7.8	
3.0	9	8.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	
3.2	10	8.2	
3.4	9	8.4	
3.6	9	8.6	
3.8	5	8.8	
4.0	4	9.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	
4.2	7	9.2	
4.4	6	9.4	
4.6	5	9.6	
4.8	6	9.8	
5.0	5	10.0	
Par (N/m).	< 65	Par (N/m).	



COTA DE BOCA: 35.55 m

COTA X,Y: Ver plano situación ensayos – anejo V

Finalización Prematura / Paralización > 5 min. / Observaciones sobre puntaza y/o barra recuperada: **NO**

Otros / Anomalías u Observaciones durante la ejecución:

- Valores de Par Torsor, >200 N/m, por encima de resultados recomendados para este tipo de ensayo.
- (\*) Rebote de la maza en el golpeo.

Responsable de Ensayo



**Antonio Ruiz Rodríguez**

Ingeniero Técnico de Minas / ITOP

Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos

Director de Laboratorio




**Antonio Ruiz Rodríguez**

Ingeniero Técnico de Minas / ITOP



Master en Geología Aplicada a la Obra Civil y Recursos Hídricos



## ANEJO VII – ACTAS DE SONDEOS - CATAS


				<b>ACTA SONDEO - CATA 1</b> (según normas XP P94-202 - ASTM D1587-00 - UNE EN ISO 22476-3:2006/A1:2014 ASTM D2573-94 - UNE-ENV 1997-3:2002 - UNE EN ISO 22475-1:2010)			
OBRA <b>PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA</b>				N° Registro Laboratorio. AND-L-219 <span style="float: right;">R21.Ver.IV.10.17.AS</span>			
SITUACIÓN <b>POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA</b>							
PETICIONARIO <b>SOLAR AIRPORT PV. S.L</b>							
REFERENCIA <b>AG200120</b>				REG.SALIDA <b>S142520ARR</b>			
FECHA INICIO <b>12/11/2020</b>				FECHA FIN <b>12/11/2020</b>			
MODELO SONDA <b>ROLATEC ML 76 A</b>				REALIZADO <b>FRANCISCO RAUL CABALLERO CONDE</b>			
N.F.	Ø	IC (0 - 100)	MUESTRAS A - B - C	ENSAYOS SPT - VT - PB - DCC	PROF.	DESCRIPCIÓN	
NF	PERCUSIÓN (BATIDA f=2Hz)	(101 mm.)	C.MA1-S1 1.20 - 1.60		0.0	<b>Nivel I. Suelo de Labor (0.00 – 0.60)</b> <b>Litología.</b> Terreno desestructurado. Sin indicios de materiales anómalos, alto contenido de raíces. <b>Permeabilidad.</b> media.	
					0.2		
					0.4		
					0.6		
					0.8		
					1.0	<b>Nivel II. Arcilla arenosa con grava (0.60 – 4.00)</b> <b>Encuadre Geológico.</b> Cuaternario. Conglomerados y arenas. <b>Litología.</b> Material de transición cohesivo - granular. Matriz arcillosa con bastante arena, e indicios de material grosero, gravilla y grava. En profundidad se torna a un material más arenoso. Presencia de nodulos pulvulentos carbonatados. Tonalidad marrón rojizo. Sin indicios de materia orgánica en general. Compacidad / Consistencia Media / Firme. <b>Permeabilidad.</b> Permeabilidad media.	
					1.2		
					1.4		
					1.6		
					1.8		
					2.0		
					2.2		
					2.4		
					2.6		
					2.8		
					3.0		
					3.2		
3.4							
3.6							
3.8							
4.0							

Fin de sondeo: <b>4.00 m</b> / Prof. Revestimiento: -- Cota de boca de sondeo: <b>47.15 m</b> Cota x,y: <b>Ver plano situación ensayos – anejo V</b>		Fecha medición N. F.: <b>12/11/2020</b>	DxH(mm.). VTG. <b>25.4x50.8</b> / VTM. <b>20x40</b> / VTP: <b>16x32</b> Diametro varillaje. <b>10 mm</b> (Hexagonal)-Velocidad. <b>6-30°/min</b>
<b>ENSAYOS:</b> SP. Cuchara bipartida sin camisa SP. (C) - Puntaza Ciega Serie: <b>1218-613</b> Verificación: <b>16/12/2019</b> VTM. Vane Test Mediano (Nm)/T(s) VTG. Vane Test Grande (Nm)/T(s) VTP. Vane Test Pequeño (Nm)/T(s) Serie: <b>17S053501</b> Calibración: <b>13/07/2020</b> PB. Pémetro de Bolsillo (kg/cm²) DCC. Péter. Cualitativa Carbonatos	Altura caída. <b>760 +/- 10 mm</b> Peso maza. <b>63.5 +/- 0.5 Kg</b> Frecuencia de golpeo. <b>0.25-0.50Hz</b> A.MIS. Muestra Inalterada Shelby A.MISP. Muestra Inal. Shelby Percusión B.MP. Muestra Protegida B.MPS. Sin Estuche C.TPP. Testigo Protegido Percusión C.TPR. Testigo Protegido Rotación C.MA. Muestra Alterada	Longitud varillaje. <b>100 cm</b> Diámetro varillaje. <b>&lt; 35 mm</b> Masa Varillaje. <b>&lt; 8 Kg/m²</b> D exterior = 80 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.125 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 70 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.145 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 98/85/78 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.24/0.28/0.32 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Con estuche D exterior = 98/85/78 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.02/0.03/0.03 / C <sub>a</sub> = 0.24/0.28/0.32 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 101mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.079 / C <sub>a</sub> = 0.317 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 86 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.127 / C <sub>a</sub> = 0.467 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 76 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.111 / C <sub>a</sub> = 0.455 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 66 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.132 / C <sub>a</sub> = 0.550 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche	Cabeza Impacto. <b>Fija con holgura</b> Peso Cabeza. <b>6 Kg</b> Estabilizadores-Guias: <b>1 (superficial)</b>

Finalización Prematura / Observaciones sobre toma-muestras y/o barras: <b>NO</b> Otros Anomalías u Observaciones durante la ejecución: -- Paralización / Interrupción ensayo: -- Relieve posterior de sondeo: <b>NO</b> Temperatura. <b>12.9 - 13.8 °C</b> / Humedad: <b>87 – 85 %</b> / Climatología. <b>Sol</b>	
Responsable de Ensayo   <b>Antonio Ruiz Rodríguez</b> Ingeniero Técnico de Minas / ITOP	Director de Laboratorio   <b>Antonio Ruiz Rodríguez</b> Ingeniero Técnico de Minas / ITOP










				<b>ACTA SONDEO - CATA 3</b> (según normas XP P94-202 - ASTM D1587-00 - UNE EN ISO 22476-3:2006/A1:2014 ASTM D2573-94 - UNE-ENV 1997-3:2002 - UNE EN ISO 22475-1:2010)			
N° Registro Laboratorio. AND-L-219				R21.Ver.IV.10.17.AS			
OBRA				PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA			
SITUACIÓN				POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA			
PETICIONARIO				SOLAR AIRPORT PV. S.L			
REFERENCIA				AG200120		REG.SALIDA	S142720ARR
FECHA INICIO				12/11/2020		FECHA FIN	12/11/2020
MODELO SONDA				ROLATEC ML 76 A		REALIZADO	FRANCISCO RAUL CABALLERO CONDE
N.F.	Ø	IC (0 - 100)	MUESTRAS A - B - C	ENSAYOS SPT - VT - PB - DCC		PROF.	DESCRIPCIÓN
NF	PERCUSIÓN (BATIDA f=2Hz)	(101 mm.)	C.MA1-S1 1.60 - 2.20			0.0	<b>Nivel I. Suelo de Labor (0.00 – 1.20)</b>  <b>Litología.</b> Terreno desestructurado. Sin indicios de materiales anómalos, alto contenido de raíces.  <b>Permeabilidad.</b> media.
						0.2	
						0.4	
						0.6	
						0.8	
						1.0	<b>Nivel II. Arcilla arenosa con grava (1.20 – 4.00)</b>  <b>Encuadre Geológico.</b> Cuaternario. Conglomerados y arenas.  <b>Litología.</b> Material de transición cohesivo - granular. Matriz arcillosa con bastante arena, e indicios de material grosero, gravilla y grava. Presencia de nódulos pulvulentos carbonatados. Tonalidad marrón rojizo. Sin indicios de materia orgánica en general.  Compacidad / Consistencia Media / Firme.  <b>Permeabilidad.</b> Permeabilidad media.
						1.2	
						1.4	
						1.6	
						1.8	
						2.0	
						2.2	
						2.4	
						2.6	
						2.8	
						3.0	
						3.2	
						3.4	
						3.6	
3.8							
4.0							

Fin de sondeo: <b>4.00 m</b> / Prof. Revestimiento: -- Cota de boca de sondeo: <b>36.55 m</b> Com. y: <b>Ver plano situación ensayos – anejo V</b>	Fecha medición N. F.: <b>12/11/2020</b>	DxH(mm.). VTG. <b>25.4x50.8</b> / VTM. <b>20x40</b> / VTP: <b>16x32</b> Diámetro varillaje. <b>10 mm</b> (Hexagonal)-Velocidad. <b>6-30°/min</b>
<b>ENSAYOS:</b> SPT Cuchara bipartida sin camisa SPT (PC) Puntaza Ciega Serie <b>1218-613</b> Verificación. <b>16/12/2019</b> VTG Vane Test Mediano (Nm)/T(s) VTG Vane Test Grande (Nm)/T(s) VTP Vane Test Pequeño (Nm)/T(s) Serie <b>125053501</b> Calibración. <b>13/07/2020</b> PB Penetro de Bolsillo (kg/cm²) DCC Deter. Cualitativa Carbonatos	Altura caída. <b>760 +/- 10 mm</b> Peso maza. <b>63.5 +/- 0.5 Kg</b> Frecuencia de golpeo. <b>0.25-0.50Hz</b>  A.MIS. Muestra Inalterada Shelby A.MISP. Muestra Inal. Shelby Percusión  B.MP. Muestra Protegida B.MPS. Sin Estuche  C.TPP. Testigo Protegido Percusión C.TPR. Testigo Protegido Rotación C.MA. Muestra Alterada	Longitud varillaje. <b>100 cm</b> Diámetro varillaje. <b>&lt; 35 mm</b> Masa Varillaje. <b>&lt; 8 Kg/m²</b>  Cabeza Impacto. <b>Fija con holgura</b> Peso Cabeza. <b>6 Kg</b> Estabilizadores-Guías: <b>1 (superficial)</b>  D exterior = 80 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.125 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 70 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.145 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche  D exterior = 98/85/78 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.24/0.28/0.32 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Con estuche D exterior = 98/85/78 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.02/0.03/0.03 / C <sub>a</sub> = 0.24/0.28/0.32 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche  D exterior = 101mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.079 / C <sub>a</sub> = 0.317 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 86 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.127 / C <sub>a</sub> = 0.467 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 76 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.111 / C <sub>a</sub> = 0.455 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 66 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.132 / C <sub>a</sub> = 0.550 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche

Finalización Prematura / Observaciones sobre toma-muestras y/o barras: <b>NO</b> Otras Anomalías u Observaciones durante la ejecución: -- Paralización / Interrupción ensayo: -- Relleno posterior de sondeo: <b>NO</b> Temperatura. <b>19.8 – 20.6 °C</b> / Humedad: <b>71 - 67 %</b> / Climatología. <b>Sol</b>
---

Responsable de Ensayo   <b>Antonio Ruiz Rodríguez</b> Ingeniero Técnico de Minas / ITOP	Director de Laboratorio   <b>Antonio Ruiz Rodríguez</b> Ingeniero Técnico de Minas / ITOP
--	---



				<b>ACTA SONDEO - CATA 4</b> (según normas XP P94-202 - ASTM D1587-00 - UNE EN ISO 22476-3:2006/A1:2014 ASTM D2573-94 - UNE-ENV 1997-3:2002 - UNE EN ISO 22475-1:2010)			
N° Registro Laboratorio. AND-L-219				R21.Ver.IV.10.17.AS			
OBRA				PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA			
SITUACIÓN				POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA			
PETICIONARIO				SOLAR AIRPORT PV. S.L			
REFERENCIA				AG200120		REG.SALIDA	S142820ARR
FECHA INICIO				12/11/2020		FECHA FIN	13/11/2020
MODELO SONDA				ROLATEC ML 76 A		REALIZADO	FRANCISCO RAUL CABALLERO CONDE
N.F.	Ø	IC (0 - 100)	MUESTRAS A - B - C	ENSAYOS SPT - VT - PB - DCC	PROF.	DESCRIPCIÓN	
NF	PERCUSIÓN (BATIDA k-2Hz)	(101 mm.)	C.MA1-S1 3.20 - 4.00		0.0	Nivel I. Suelo de Labor (0.00 - 0.80)	
					0.2	Litología. Terreno desestructurado. Sin indicios de materiales anómalos, alto contenido de raíces.	
					0.4	Permeabilidad. media.	
					0.6	Nivel II. Arcilla arenosa con grava (0.80 - 4.00)	
					0.8	Encuadre Geológico. Cuaternario. Conglomerados y arenas.	
					1.0	Litología. Material de transición cohesivo - granular. Matriz arcillosa con bastante arena, e indicios de material grosero, gravilla y grava. En profundidad se torna a un material más arenoso. Presencia de nodulos pulvulentos carbonatados. Tonalidad marrón rojizo. Sin indicios de materia orgánica en general.	
					1.2	Compacidad / Consistencia Media / Firme.	
					1.4	Permeabilidad. Permeabilidad media.	
					1.6		
					1.8		
					2.0		
					2.2		
					2.4		
					2.6		
					2.8		
					3.0		
					3.2		
3.4							
3.6							
3.8							
4.0							
Final de sondeo: 4.00 m / Prof. Revestimiento: -- Cota de boca de sondeo: 35.10 m Cota de fondo: Ver plano situación ensayos - anejo V				Fecha medición N. F.: 12/11/2020		DxH(mm.). VTG. 25.4x50.8 / VTM. 20x40 / VTP: 16x32 Diámetro varillaje. 10 mm (Hexagonal)-Velocidad. 6-30°/min	
ENSAYOS: SP-2 Cuchara bipartida sin camisa SP-2(C) Puntaza Ciega Serie 1218-613 Verificación. 16/12/2019 VTM Vane Test Mediano (Nm)/T(s) VTP Vane Test Grande (Nm)/T(s) VTD Vane Test Pequeño (Nm)/T(s) Serie 12S053501 Calibración. 13/07/2020 PB-2 Petometro de Bolsillo (kg/cm²) DCC Deter. Cualitativa Carbonatos				Altura caída. 760 +/- 10 mm Peso maza. 63.5 +/- 0.5 Kg Frecuencia de golpeo. 0.25-0.50Hz A.MIS. Muestra Inalterada Shelby A.MISP. Muestra Inal. Shelby Percusión B.MP. Muestra Protegida B.MPS. Sin Estuche C.TPP. Testigo Protegido Percusión C.TPR. Testigo Protegido Rotación C.MA. Muestra Alterada		Longitud varillaje. 100 cm Diámetro varillaje. < 35 mm Masa Varillaje. < 8 Kg/m² Cabeza Impacto. Fija con holgura Peso Cabeza. 6 Kg Estabilizadores-Guías: 1 (superficial) D exterior = 80 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.125 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 70 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.145 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 98/85/78 mm / C <sub>0</sub> = C <sub>i</sub> = 0 / C <sub>a</sub> = 0.24/0.28/0.32 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Con estuche D exterior = 98/85/78 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.02/0.03/0.03 / C <sub>a</sub> = 0.24/0.28/0.32 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 101mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.079 / C <sub>a</sub> = 0.317 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 86 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.127 / C <sub>a</sub> = 0.467 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 76 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.111 / C <sub>a</sub> = 0.455 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche D exterior = 66 mm / C <sub>0</sub> = 0 / C <sub>i</sub> = 0.132 / C <sub>a</sub> = 0.550 / L <sub>i</sub> = 600 mm / Sin estuche	
Finalización Prematura / Observaciones sobre toma-muestras y/o barras: NO Otras Anomalías u Observaciones durante la ejecución: -- Paralización / Interrupción ensayo: -- Relleno posterior de sondeo: NO Temperatura. 19.8 - 20.3 °C / Humedad: 71 - 71 % / Climatología. Sol							
Responsable de Ensayo  <b>Antonio Ruiz Rodríguez</b> Ingeniero Técnico de Minas / ITOP				Director de Laboratorio  <b>Antonio Ruiz Rodríguez</b> Ingeniero Técnico de Minas / ITOP			

## ANEJO VIII – ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CLASIFICACION ASTM 2487/00											
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT990								
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL										
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	11-nov-20								
PROCEDENCIA:	SC1 MA1										
LOCALIZACIÓN:	Prof:1,60-2,20M										
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="padding: 2px;">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">I.G</td> <td style="padding: 2px;">0</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">H.R.B</td> <td style="padding: 2px;">A-2-7</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">USCS</td> <td style="padding: 2px;">SC</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	0	H.R.B	A-2-7	USCS	SC
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	0										
H.R.B	A-2-7										
USCS	SC										
<b>OBSERVACIONES:</b>											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



## GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)

### I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:

CÓDIGO DEL LABORATORIO:

001-001-GT990

PETICIONARIO: SOLAR ALEPORT PV SL

OBRA: Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada

TIPO DE MATERIAL:

Suelo

FECHA TOMA DE  
MUESTRA:

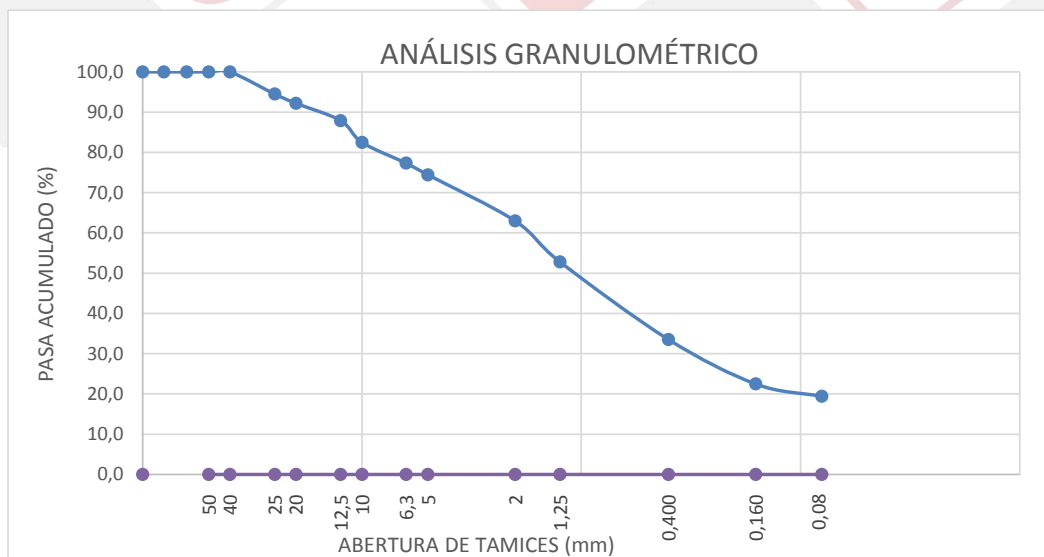
11-nov-20

PROCEDENCIA: SC1 MA1

LOCALIZACIÓN: Prof:1,60-2,20M

### II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,5	92,2	87,9	82,5	77,3	74,4	63,0	52,8	33,5	22,5	19,4



### OBSERVACIONES:

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



<b>ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG</b> <b>(UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)</b>									
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>									
		<b>CÓDIGO DEL LABORATORIO :</b> 001-001-GT990							
<b>PETICIONARIO:</b>	SOLAR ALEPORT PV SL								
<b>OBRA:</b>	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada								
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo	<b>FECHA TOMA DE MUESTRAS:</b>	11/11/2020						
<b>PROCEDENCIA:</b>	SC1 MA1								
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Prof:1,60-2,20M								
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>LIMITE LÍQUIDO:</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;"><b>56,9</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>LIMITE PLÁSTICO:</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;"><b>21,3</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;"><b>35,6</b></td> </tr> </table>				<b>LIMITE LÍQUIDO:</b>	<b>56,9</b>	<b>LIMITE PLÁSTICO:</b>	<b>21,3</b>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b>	<b>35,6</b>
<b>LIMITE LÍQUIDO:</b>	<b>56,9</b>								
<b>LIMITE PLÁSTICO:</b>	<b>21,3</b>								
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b>	<b>35,6</b>								
<b>OBSERVACIONES:</b>									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT990		
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL			
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	11/11/2020	
PROCEDENCIA:	SC1 MA1			
LOCALIZACIÓN:	Prof:1,60-2,20M			
<b>II.- EXPRESION DE RESULTADOS:</b>				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	265	2000-3000	3000-12000	> 12000
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE DE UN SUELO (UNE 103-301:94)									
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT990							
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL								
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS	11/11/2020						
PROCEDENCIA:	SC1 MA1								
LOCALIZACIÓN:	Prof:1,60-2,20M								
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>									
		<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD HUMEDA:</td> <td>2,17 gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA:</td> <td>1,81 gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD:</td> <td>19,9 %</td> </tr> </table>		DENSIDAD HUMEDA:	2,17 gr/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA:	1,81 gr/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD:	19,9 %
DENSIDAD HUMEDA:	2,17 gr/cm <sup>3</sup>								
DENSIDAD SECA:	1,81 gr/cm <sup>3</sup>								
HUMEDAD:	19,9 %								
<b>OBSERVACIONES:</b>									

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



CLASIFICACION ASTM 2487/00											
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT991								
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL										
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	11-nov-20								
PROCEDENCIA:	SC3										
LOCALIZACIÓN:	Prof:1,60-2,20M										
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">I.G</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H.R.B</td> <td style="text-align: center;">A-7-6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">USCS</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	12	H.R.B	A-7-6	USCS	
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	12										
H.R.B	A-7-6										
USCS											
<b>OBSERVACIONES:</b>											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020





## GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)

### I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:

CÓDIGO DEL LABORATORIO:

001-001-GT991

PETICIONARIO: SOLAR ALEPORT PV SL

OBRA: Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada

TIPO DE MATERIAL: Suelo

FECHA TOMA DE  
MUESTRA:

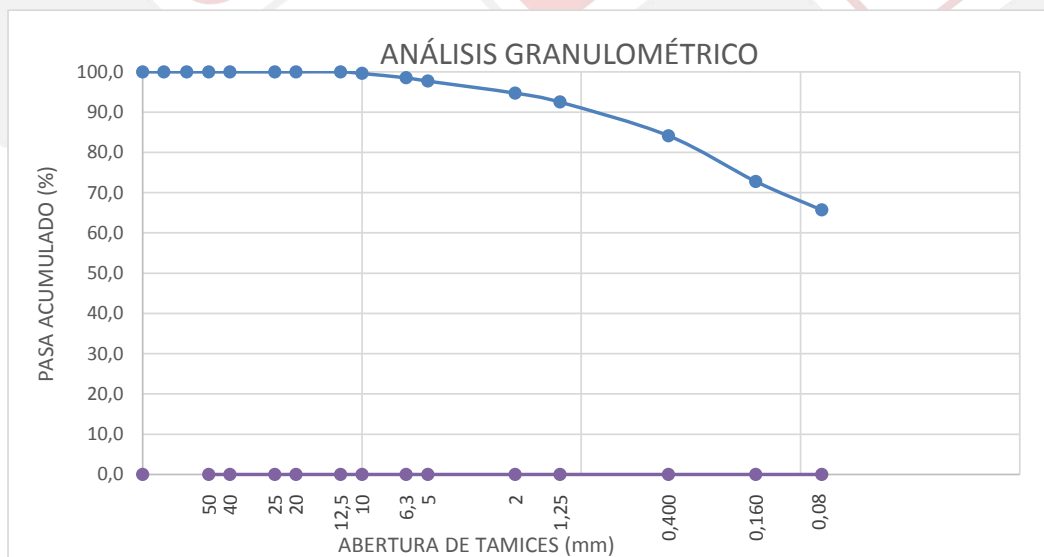
11-nov-20

PROCEDENCIA: SC3

LOCALIZACIÓN: Prof:1,60-2,20M

### II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	98,5	97,7	94,7	92,5	84,1	72,8	65,7



### OBSERVACIONES:

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020

<b>ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG</b> <b>(UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)</b>									
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :							
		001-001-GT991							
<b>PETICIONARIO:</b>	SOLAR ALEPORT PV SL								
<b>OBRA:</b>	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada								
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo	<b>FECHA TOMA DE MUESTRAS:</b>	11/11/2020						
<b>PROCEDENCIA:</b>	SC3								
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Prof:1,60-2,20M								
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>LIMITE LÍQUIDO:</b></td> <td style="padding: 2px;"><b>41,2</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>LIMITE PLÁSTICO:</b></td> <td style="padding: 2px;"><b>16,7</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b></td> <td style="padding: 2px;"><b>24,5</b></td> </tr> </table>				<b>LIMITE LÍQUIDO:</b>	<b>41,2</b>	<b>LIMITE PLÁSTICO:</b>	<b>16,7</b>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b>	<b>24,5</b>
<b>LIMITE LÍQUIDO:</b>	<b>41,2</b>								
<b>LIMITE PLÁSTICO:</b>	<b>16,7</b>								
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b>	<b>24,5</b>								
<b>OBSERVACIONES:</b>									

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT991		
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL			
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	11/11/2020	
PROCEDENCIA:	SC3			
LOCALIZACIÓN:	Prof:1,60-2,20M			
<b>II.- EXPRESION DE RESULTADOS:</b>				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	151	2000-3000	3000-12000	> 12000
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE DE UN SUELO (UNE 103-301:94)									
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT991							
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL								
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada								
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS	11/11/2020						
PROCEDENCIA:	SC3								
LOCALIZACIÓN:	Prof:1,60-2,20M								
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>									
		<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD HUMEDA:</td> <td>2,15 gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD SECA:</td> <td>1,88 gr/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD:</td> <td>14,3 %</td> </tr> </table>		DENSIDAD HUMEDA:	2,15 gr/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA:	1,88 gr/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD:	14,3 %
DENSIDAD HUMEDA:	2,15 gr/cm <sup>3</sup>								
DENSIDAD SECA:	1,88 gr/cm <sup>3</sup>								
HUMEDAD:	14,3 %								
<b>OBSERVACIONES:</b>									

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020





CLASIFICACION ASTM 2487/00											
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>											
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :	001-001-GT988								
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL										
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada										
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	11-nov-20								
PROCEDENCIA:	SC4 MA1										
LOCALIZACIÓN:	Prof:3,20-4,00M										
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>											
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACION ASTM 2487/00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">I.G</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">H.R.B</td> <td style="text-align: center;">A-6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">USCS</td> <td style="text-align: center;">SC</td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACION ASTM 2487/00		I.G	4	H.R.B	A-6	USCS	SC
CLASIFICACION ASTM 2487/00											
I.G	4										
H.R.B	A-6										
USCS	SC										
<b>OBSERVACIONES:</b>											

Fdo.: Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



## GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103 101:95)

### I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:

CÓDIGO DEL LABORATORIO:

001-001-GT988

PETICIONARIO: SOLAR ALEPORT PV SL

OBRA: Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada

TIPO DE MATERIAL:

Suelo

FECHA TOMA DE  
MUESTRA:

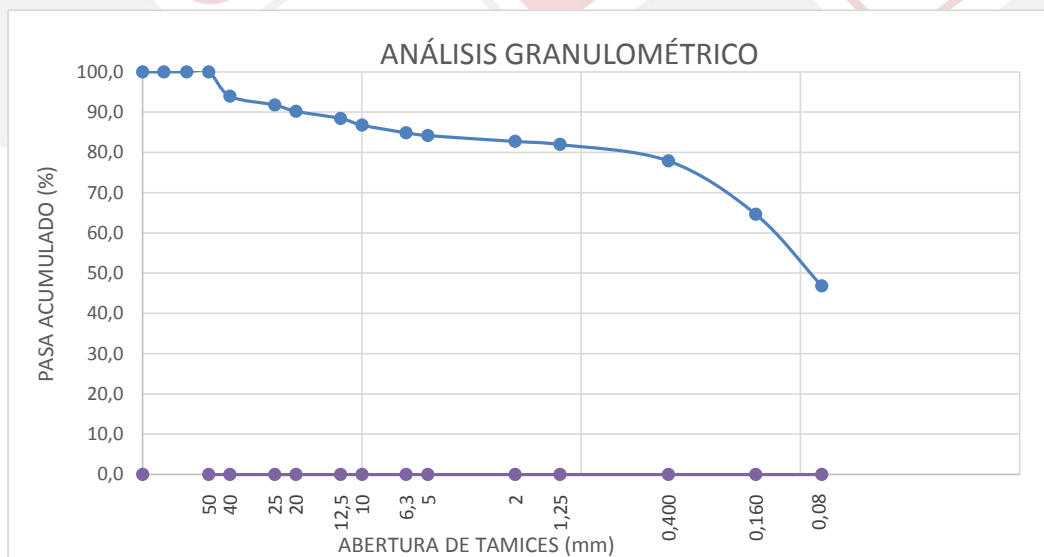
11-nov-20

PROCEDENCIA: SC4 MA1

LOCALIZACIÓN: Prof:3,20-4,00M

### II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:

TAMICES U.N.E. (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,400	0,160	0,080
A.S.T.M. Designación	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 16	Nº 40	Nº 80	Nº 200
Pasa acumulado en muestra total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	94,0	91,8	90,2	88,4	86,8	84,9	84,2	82,7	81,9	77,9	64,6	46,8



### OBSERVACIONES:

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020

<b>ENSAYO DE LOS LIMITES DE ATTERBERG</b> <b>(UNE 103-103/94 Y UNE 103-104/93)</b>									
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>									
		CÓDIGO DEL LABORATORIO :							
		001-001-GT988							
<b>PETICIONARIO:</b>	SOLAR ALEPORT PV SL								
<b>OBRA:</b>	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada								
<b>TIPO DE MATERIAL:</b>	Suelo	<b>FECHA TOMA DE MUESTRAS:</b>	11/11/2020						
<b>PROCEDENCIA:</b>	SC4 MA1								
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Prof:3,20-4,00M								
<b>II.- EXPRESIÓN DE RESULTADOS:</b>									
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>LIMITE LÍQUIDO:</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;"><b>31,3</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>LIMITE PLÁSTICO:</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;"><b>17,2</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: center;"><b>14,1</b></td> </tr> </table>				<b>LIMITE LÍQUIDO:</b>	<b>31,3</b>	<b>LIMITE PLÁSTICO:</b>	<b>17,2</b>	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b>	<b>14,1</b>
<b>LIMITE LÍQUIDO:</b>	<b>31,3</b>								
<b>LIMITE PLÁSTICO:</b>	<b>17,2</b>								
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD:</b>	<b>14,1</b>								
<b>OBSERVACIONES:</b>									

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE IÓN SULFATO EN UN SUELO (UNE 83963:08)				
<b>I.- DATOS IDENTIFICATIVOS:</b>				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO : 001-001-GT988		
PETICIONARIO:	SOLAR ALEPORT PV SL			
OBRA:	Planta Solar Fotovoltaica Pol6 Parc 1-2-3-4-37 Pol5 Parc.28, Rinconada			
TIPO DE MATERIAL:	Suelo	FECHA TOMA DE MUESTRAS:	11/11/2020	
PROCEDENCIA:	SC4 MA1			
LOCALIZACIÓN:	Prof:3,20-4,00M			
<b>II.- EXPRESION DE RESULTADOS:</b>				
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
PARÁMETROS	VALORES DEL ENSAYO	DÉBIL	MEDIO	FUERTE
ION SULFATO UNE 83963:2008	162	2000-3000	3000-12000	> 12000
<b>OBSERVACIONES:</b>				

Fdo.:Francisco Javier Soto Pérez  
Responsable del ensayo

Málaga, a 18 de noviembre de 2020





## ANEJO IX – REPORTAJE FOTOGRÁFICO

OBRA:	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN:	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO:	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA:	AG200120



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA Nº 1



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA Nº 2





OBRA:	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN:	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO:	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA:	AG200120



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA Nº 3



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA Nº 4





OBRA:	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN:	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO:	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA:	AG200120



SONDEO CATA Nº 1



CAJAS DE SONDEO Nº 1





OBRA:	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN:	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO:	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA:	AG200120



SONDEO CATA Nº 2



CAJAS DE SONDEO Nº 2



OBRA:	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN:	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO:	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA:	AG200120



SONDEO CATA Nº 3



CAJAS DE SONDEO Nº 3





OBRA:	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
SITUACIÓN:	POL. 6. PARC 1,2,3,4,37, POL. 5. PARC. 28. RINCONADA. SEVILLA
PETICIONARIO:	SOLAR AIRPORT PV. S.L
REFERENCIA:	AG200120



SONDEO Nº 4



CAJAS DE SONDEO Nº 4



**SEVILLA  
ANDALUCIA OCCIDENTAL**

CI Rioja. 13.1C  
41.001. SEVILLA  
Tlfno: 955 29 01 48  
[sevilla@geotecnico.org](mailto:sevilla@geotecnico.org)

**MÁLAGA**

Alameda CAPUCHINOS. 12. 2B  
29.014. MÁLAGA  
Tlfno: 951 21 35 89  
[malaga@geotecnico.org](mailto:malaga@geotecnico.org)



[WWW.GEOTECNIACONSULTORES.COM](http://WWW.GEOTECNIACONSULTORES.COM)

**GRANADA  
ANDALUCIA ORIENTAL**

CI CURRO CUCHARS. 56. B 26  
18.014. GRANADA  
Tlfno: 958 99 11 04  
[granada@geotecnico.org](mailto:granada@geotecnico.org)

**MARBELLA  
COSTA SOL**

CI HELIOS. 10. Bloque 21. Bajo C  
BENALMÁDENA. 29.630. MÁLAGA  
Tlfno: 951 94 32 08  
[marbella@geotecnico.org](mailto:marbella@geotecnico.org)



# ANEXO N°7:

## ESTUDIO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN APLICABLES AL PROYECTO

# **DOCUMENTO TÉCNICO RELATIVO A MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN QUE PUDIERA DERIVARSE DE LA IMPLANTACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT FV**

**PROPIEDAD:**

**SOLAR AIRPORT PV, S.L.**

**JUNIO 2021**

**w w w . g r u p o w a t s . c o m**

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN APLICABLES AL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
2.1. MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO.....	4
2.1.1. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	4
2.1.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CAMPO .....	6
2.1.3. MEDIDAS CORRECTORAS PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO .....	9
2.2. DISPONER DE COBERTURA VEGETAL DEL SUELO .....	12
<b>3. CONCLUSIONES .....</b>	<b>15</b>

### LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 2. Elementos de la estructura del suelo .....	5
Imagen 3. Triángulo de texturas (Fuente: U.S.D.A., 1977).....	5
Imagen 4. Sondeo y catas realizadas en la finca.....	7
Imagen 5. Labor de subsolado en finca agrícola .....	10
Imagen 6. Rebaño de ovejas pastando en campo fotovoltaico .....	10
Imagen 7. Ejemplo de viales en campo fotovoltaico .....	11
Imagen 8. Calles de olivar labradas y generación de costras en el terreno por escorrentía.....	12
Imagen 9. Campo fotovoltaico próximo a la zona de actuación con cobertura vegetal.....	13
Imagen 10. Especies herbáceas y arbustivas de porte bajo para cobertura vegetal .....	14
Imagen 11. Campo fotovoltaico próximo a la zona de actuación con cobertura vegetal.....	14

## 1. OBJETO DEL DOCUMENTO

Con fecha 08/junio/2021 se recibió notificación de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, relativa al expediente con referencia 41081/0858/2020/01, relativo a la solicitud Autorización de obras, con afección al Dominio Público Hidráulico y a la Zona de Policía de los arroyos El Ciervo y Alamedilla Baja, para la construcción de la Instalación Fotovoltaica SOLAR AIRPORT PV, subestación eléctrica y línea eléctrica de evacuación, en el T.M. de La Rinconada (Sevilla).

En la citada notificación se expone:

- Debido a la existencia de zonas urbanizadas aguas debajo de la zona de actuación, las cuales han sufrido en numerosas ocasiones problemas de inundabilidad, y con motivo de no agravar dicha problemática, será necesario aportar algunas medidas de mitigación del riesgo de inundación que pudiera derivarse de la implantación de la instalación fotovoltaica (la cual conlleva una modificación de los usos del suelo y de la escorrentía superficial de la zona).
- Dichas medidas deberán ir encaminadas a eliminar el aumento de calado y disminuir el volumen de agua de escorrentía que pudiera generarse como consecuencia de la implantación de la instalación fotovoltaica. Además, estas soluciones tendrán como objeto retener parte del volumen extra de escorrentía generado como consecuencia del camino de uso de suelo y mitigar la avenida.

En el presente documento se exponen y definen, diversas medidas que mitigan el riesgo de inundación.

Estas medidas van encaminadas a eliminar el posible aumento de calado y disminuir el volumen de agua de escorrentía que pudiera generarse como consecuencia de la implantación de la instalación fotovoltaica.

Una cuestión que debe tenerse en consideración, es el hecho de que la implantación de una planta fotovoltaica, no supone urbanizar la superficie de la finca. Gran parte de la superficie quedará con una cobertura vegetal que protegerá el suelo de la erosión y arrastre de materiales, permitirá la retención de agua y su filtración.



## 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN APLICABLES AL PROYECTO

A continuación, se citan las diferentes medidas de mitigación del riesgo de inundación aplicables al proyecto en cuestión y que posteriormente serán desarrolladas con mayor detalle:

- **Mejora de las propiedades del suelo** para potenciar la capacidad de campo del mismo y así retener mayor volumen de agua, mediante labores de subsolado del terreno.
- **Evitar la compactación del terreno** mediante la creación de viales para la circulación de vehículos, y evitando la entrada de ganado que pueda compactar el terreno, facilitando de esta manera la filtración del agua en el mismo.
- **Generar cobertura vegetal** en la superficie del terreno que queda en tierra calma, que incrementa la capacidad de retención de agua, protege el suelo de la erosión, y minimiza la escorrentía superficial.

### 2.1. MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las medidas que se propone para la mejora de las propiedades físicas del suelo son:

- **Labores de subsolado**, para la mejora de la estructura del suelo y, por tanto, facilitando la filtración del agua en el terreno.
- **Evitar la compactación del terreno**, facilitando la filtración del agua en el mismo.

#### 2.1.1. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

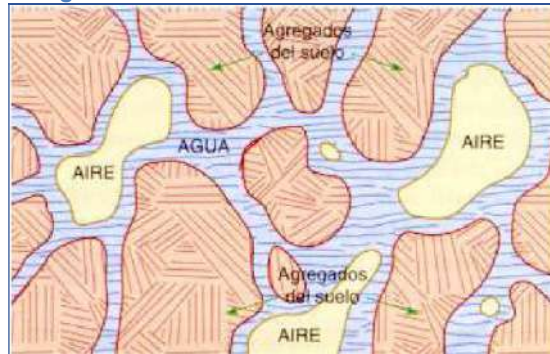
En primer lugar, se procede a definir las principales propiedades físicas del suelo:

##### ESTRUCTURA

La estructura es la disposición y estado de agregación de las partículas del suelo. Las partículas finas del suelo suelen estar unidas formando agregados o grumos, en la mayoría de los casos gracias a la acción de la materia orgánica (el complejo arcilloso húmico).

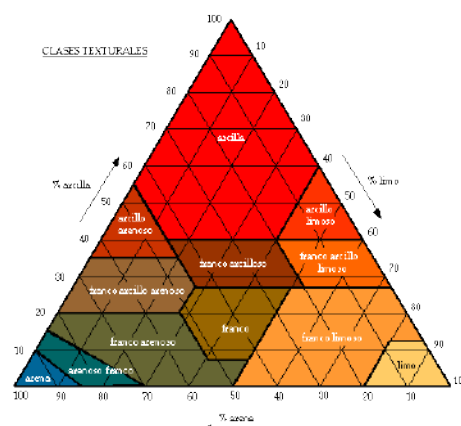
Los espacios entre estos agregados se llaman poros, por ellos circulan aire y agua. Determinan hasta el 50% del volumen del suelo. Como se ha dicho, normalmente el aire ocupa la mayor parte de los poros grandes y el agua los pequeños.

### Imagen 1. Elementos de la estructura del suelo



Una vez calculados los porcentajes de cada una de las tres fases de partículas, el método más extendido es de la clasificación del **triángulo textural**, del departamento de agricultura de los EEUU (USDA).

**Imagen 2. Triángulo de texturas (Fuente: U.S.D.A., 1977).**



## **CAPACIDAD DE CAMPO**

Después de una lluvia abundante el agua llega a ocupar todos los poros del suelo. Se dice entonces que el suelo está saturado. A continuación, el agua tiende a moverse por gravedad hacia el subsuelo, hasta llegar a un punto en que el drenaje es tan pequeño que el contenido de agua del suelo se estabiliza.

Cuando se alcanza este punto se dice que el suelo está a la Capacidad de Campo (C.C.). Buena parte del agua retenida a la C.C. puede ser utilizada por las plantas, pero a medida que el agua disminuye se llega a un punto en que la planta no puede absorberla. En este estado se dice que el suelo está en el punto de marchitez. La diferencia entre la C.C. y el punto de marchitez representa la fracción de agua útil (disponible) para el cultivo.

### **2.1.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CAMPO**

La propiedad de la finca y promotora del proyecto ha realizado un estudio geotécnico en las parcelas objeto de estudio. Basándose en las inspecciones geotécnicas de la parcela y entorno y en los trabajos de campo se ha confeccionado el siguiente perfil geotécnico:

#### **Nivel I. Suelo de Labor**

**Acotación.** Detectado en superficie y con una profundidad variable entre 0,60 – 1,20 m respecto terreno actual – cota de ensayos, según los distintos puntos estudiados en la parcela.

**Encuadre Geológico.** Materiales de alteración edáfica. Sin relevancia geológica.

**Litología.** Terreno desestructurado. Sin indicios de materiales anómalos, alto contenido de raíces. Realizada identificación cualitativa, sin ensayos de identificación de laboratorio al carecer el terreno de relevancia.

**Geotecnia.** Propiedades geotécnicas marginales-residuales, debe superarse en profundidad para el encaje de cimentación.

**Drenaje-Permeabilidad.** Drenaje natural de la parcela pobre por escorrentía. Permeabilidad media.

Imagen 3. Sondeo y catas realizadas en la finca



## Nivel II. Arcilla arenosa con grava

**Acotación.** Desde muro de nivel inferior hasta fin de exploraciones (identificación directa mediante sondeos - catas hasta 4,00 m, e indirecta mediante ensayo de penetración hasta 12,60 m). No se alcanza el muro del estrato. No se ha podido determinar su potencia. Según experiencia geotécnica en la zona y documentación bibliográfica disponible, el estrato podría alcanzar, al menos, varios metros más. En todo caso, el bulbo de presiones principales de la construcción se desarrollará en el seno del tramo investigado.

**Encuadre Geológico.** Cuaternario. Conglomerados y arenas.

**Litología.** Material de transición cohesivo - granular. Matriz arcillosa con bastante arena, e indicios de material grosero, gravilla y grava. En profundidad se torna a un material más arenoso. Presencia de nódulos pulvulentos carbonatados. Tonalidad marrón rojizo. Sin indicios de materia orgánica en general.

**Clasificación.** USCS. CL. Arcilla arenosa de media plasticidad // AASHTO. A-7-6. Arcillas. Pobre a malo como subgrado // PG-3. Tolerable (criterios de granulometría y plasticidad). // Norma sismoresistente. Tipo III - II.



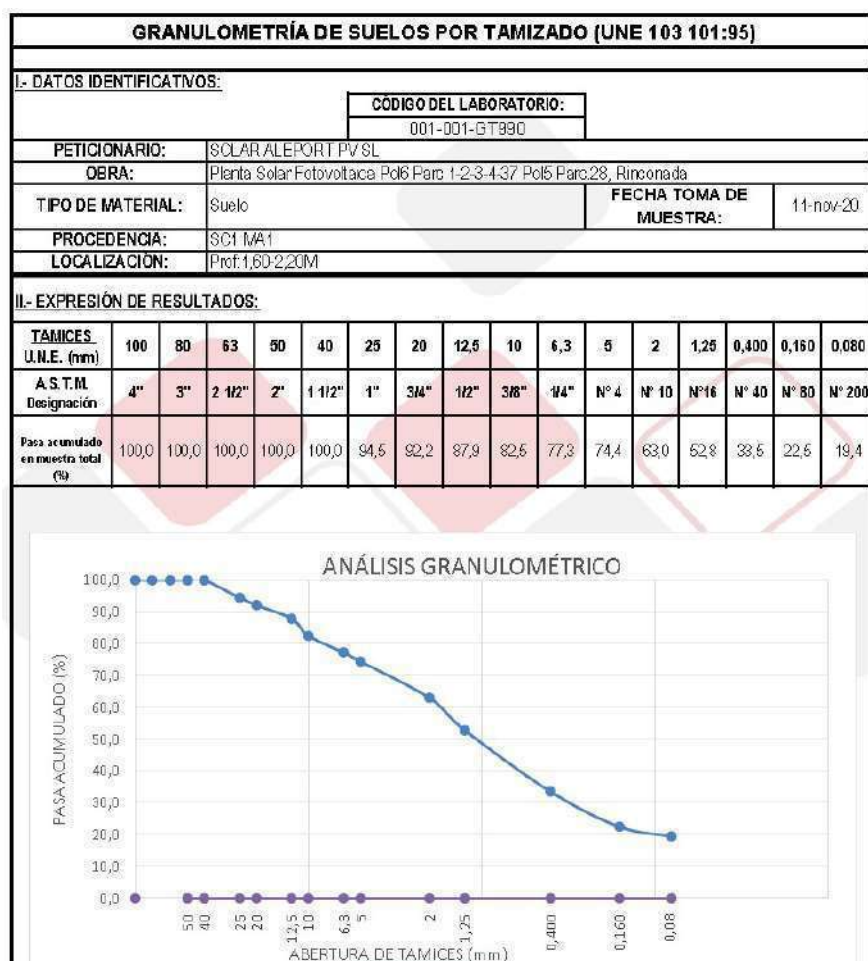
USCS. SC. Arena arcillosa con grava // AASHTO. A-6. Suelo Arcilloso. Pobre a malo como subgrado // PG-3. Tolerable (criterios de granulometría y plasticidad). // Norma sismoresistente. Tipo III - II.

**Geotecnia.** Propiedades geotécnicas medias. Compacidad / Consistencia Media / Firme. Capacidad portante media. Deformabilidad media de largo desarrollo. Material no colapsable (según contenido de material cohesivo).

Material no expansivo (según contenido de material granular). Apto para el apoyo de la cimentación.

**Permeabilidad.** Permeabilidad media. Nivel freático no detectado.

Los resultados de la granulometría y los parámetros geotécnicos principales se muestran a continuación:



	II Arcilla arenosa con grava
Casagrande (U.S.C.S.)	SC - CL
N <sub>C-SPT</sub> (medio)	12 - 16
Densidad aparente (T/m <sup>3</sup> )	1.95*
Compacidad / Consistencia	Media / Fina
Angulo rozamiento interno (°)	25*
Cohesión sin drenaje (kg/cm <sup>2</sup> )	0.70*
Resistencia compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )	1.40*

### 2.1.3. MEDIDAS CORRECTORAS PARA LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

El principal objetivo que se pretende alcanzar mediante las medidas que a continuación se exponen, es mejorar la estructura del suelo para **retener la mayor cantidad de agua posible, y que las precipitaciones generen la menor escorrentía posible**, minorando así riesgos de inundación aguas abajo.

Dicho objetivo se consigue **aumentando la fracción de poros del terreno**, los cuales serán ocupados en su mayoría por agua de lluvia, potenciando así la capacidad de campo de nuestro suelo; lo que se traduce en una mayor capacidad de retención del agua.

#### A. **MEJORA DE LA ESTRUCTURA DEL SUELO (LABOR DE SUBSOLADO)**

El subsolado es una labor profunda, que sirve para fragmentar los horizontes del suelo de manera vertical, la reja subsoladora abre una galería y rompe la tierra situada encima de ella. Con esto se consigue facilitar el drenaje del agua, evitando encharcamientos superficiales, y permite además la proliferación de raíces del cultivo en profundidad.

En base a la textura que presenta el suelo (arcilla arenosa con grava), se propone realizar una **labor con subsolador de cinco brazos a una profundidad de 75 cm** para garantizar la correcta apertura del terreno. Siendo un suelo arcilloso, presenta un alto grado de arenas y gravas, lo cual fomenta la aparición de macroporos que actuarán como almacén de agua.

El terreno ha de estar ligeramente húmedo, en un estado tal que haga que la labor sea efectiva, y evite que las grietas se cierren. Por ello el momento recomendado para esta labor es el principio del otoño.

Imagen 4. Labor de subsolado en finca agrícola



## B. EVITAR LA COMPACTACIÓN DEL SUELO

Una vez que se ha mejorado la estructura del suelo mediante la labor de subsolado, será necesario mantener dicha condición a lo largo del tiempo; para ello ha de evitarse la compactación de la zona de actuación. Un suelo compactado produce una elevada escorrentía, es por ello que ha de evitarse tal condición con una serie de medidas preventivas.

Es muy común en esta zona el pastoreo de cabras y ovejas por fincas en barbecho o con restos de cosecha, en este proceso el ganado lleva a cabo una compactación elevada del terreno. Es por ello que, como medida preventiva, toda la instalación fotovoltaica estará **cercada con una valla perimetral** que restrinja el paso de animales; evitando así la compactación del terreno.

Imagen 5. Rebaño de ovejas pastando en campo fotovoltaico



El tránsito de vehículos es otro factor que provoca gran compactación de los suelos. Es por ello, que se hayan proyectados **viales de zahorra** a lo largo del campo fotovoltaico para restringir el tráfico únicamente por esta zona y evitar así rodaduras por el resto de la finca. Dichos viales estarán a nivel del resto de la parcela para evitar canalizaciones de agua y favorecer la filtración de las aguas de la parcela, evitando generar escorrentía junto a estos.

Cabe destacar que la superficie que ocupan dichos viales respecto a la totalidad de la finca supone tan solo un 0,5% de la misma, por lo que no generará una modificación sustancial de las propiedades físicas globales de la finca.

Imagen 6. Ejemplo de viales en campo fotovoltaico





## 2.2. DISPONER DE COBERTURA VEGETAL DEL SUELO

Actualmente, la finca donde se proyecta la implantación del campo fotovoltaico, tiene una **plantación de olivar**, proyectándose talar estos árboles para poder instalar el campo fotovoltaico.

Dicho olivar resulta de gran utilidad a la hora de retener el agua, gracias a su sistema radicular, que penetra en el terreno, favoreciendo la filtración de agua. Además, se identifica la **presencia de cobertura vegetal** en las calles existentes entre las filas de árboles, la cual, también incrementa la capacidad de retención de agua, y reduce la escorrentía superficial.

Por lo que la nueva planta fotovoltaica se beneficiará de las condiciones de filtración del agua, que la plantación de olivar ha generado en el terreno.

**Imagen 7. Calles de olivar labradas y generación de costras en el terreno por escorrentía**



Se propone como medida para favorecer la filtración del agua y reducir la escorrentía superficial, mantener una **cobertura vegetal constante en toda la superficie**.

Imagen 8. Campo fotovoltaico próximo a la zona de actuación con cobertura vegetal



Un método totalmente natural para mejorar la estructura de un suelo y aumentar su porosidad, es generando una cobertura vegetal de plantas que cubran una gran superficie. Incluso la propia vegetación espontánea que surja sería válida para conseguir este objetivo de mejora de la filtración.

El sistema radicular de las plantas provoca el agrietamiento y rotura del suelo, lo cual hace que se produzcan mayor proporción de macroporos para albergar el agua de lluvia. El propio consumo de agua por parte de la vegetación permitirá ir evacuando la reserva hídrica del suelo a través de la evapotranspiración.

La situación ideal sería **intercalar especies herbáceas con especies arbustivas de porte bajo**; para evitar el sombreado de las placas fotovoltaicas, todas ellas especies rústicas adaptadas al entorno y con una alta resistencia al déficit hídrico. **Las líneas de cultivo se dispondrán perpendiculares a las líneas de máxima pendiente con ánimo de frenar la escorrentía superficial de agua por la finca.**

Diversas especies forrajeras pueden utilizarse en secano para la constitución de mezclas, como son el raigrás italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) y el trébol violeta (*Trifolium pratense* L.). Especies arbustivas de porte bajo adaptadas al clima mediterráneo y con una alta componente estética y aromática como es el romero (*Salvia rosmarinus*), el tomillo (*Thymus*) o lavanda (*Lavandula*) podrían ser intercaladas con las anteriores para generar una cobertura integral del suelo e integrar paisajísticamente el campo fotovoltaico.

**Imagen 9. Especies herbáceas y arbustivas de porte bajo para cobertura vegetal**



Así se puede experimentar cómo es posible crear espacios verdes eco-sostenibles y de bajo mantenimiento, dos características que ahora son esenciales en la creación de jardines y zonas verdes. Un ejemplo de ello es la siguiente imagen que se muestra de una instalación fotovoltaica próxima a la zona de actuación en la que se ha instalado una cubierta vegetal en toda la finca, integrándolo paisajísticamente.

**Imagen 10. Campo fotovoltaico próximo a la zona de actuación con cobertura vegetal**



### 3. CONCLUSIONES

Tal y como se ha expuesto en los anteriores apartados, el objetivo principal de este documento es proponer **medidas aplicables al proyecto para la mitigación del riesgo de inundación** que experimentan las urbanizaciones aguas abajo de la instalación que nos compete.

Para ello se plantean dos vías de actuación; la **mejora de las propiedades físicas del suelo y genera una cobertura vegetal en la superficie del terreno**. Con estas dos pautas se busca aumentar la **capacidad de retención de agua de la finca (capacidad de campo)**; **reduciendo así la escorrentía superficial** que a posteriori pueda provocar inundaciones aguas abajo.

A continuación, se resumen las medidas propuestas aplicables al proyecto, siempre buscando mejorar la situación actual de la finca en cuanto a la capacidad de retención de aguas de lluvia:

- **Labor de subsolado** en toda la finca con una profundidad de 75 cm para mejorar la estructura del suelo (aumento de la capacidad de campo y retención de agua).
- **Cerramiento perimetral** de la finca para evitar el pisoteo de ganado y por ende la compactación del suelo. Un suelo compactado genera una mayor escorrentía.
- **Implantación de viales** para acaparar el tráfico rodado de vehículos de mantenimiento, evitando así la compactación por rodaduras en el resto de la finca.
- **Generar una cobertura vegetal** en toda la finca mediante la siembra de especies autóctonas, resistentes al déficit hídrico y de porte bajo para evitar el sombreamiento de las placas fotovoltaicas. El sistema radicular de las plantas agrieta y rompe el terreno, a la vez que consume agua y la disipa mediante la evapotranspiración.
- **Líneas de cultivo perpendiculares** a las líneas de máxima pendiente para frenar y retener la escorrentía superficial generada tras episodios de lluvia.

Recaltar que con estas actuaciones se mejora la situación actual de la finca en cuanto a capacidad de retención de agua se refiere, y es por ello que se reducirá el **riesgo de inundación de los terrenos aguas abajo**.

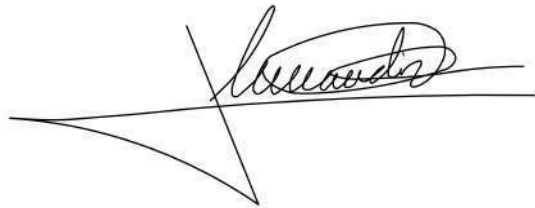
Además, dichas medidas mejoran otros aspectos importantes como la integración paisajística, disipación de calor en la instalación fotovoltaica debido a la capacidad evapotranspirativa de la cobertura vegetal, preservación de biofauna como abejas y abejorros (fundamentales para la polinización de plantaciones colindantes), etc.



Con el presente documento técnico se proponen y definen una serie de medidas **para mejorar la capacidad de campo del terreno (incrementar la capacidad de retención de agua) y reducir la escorrentía superficial**, encaminadas a eliminar el **aumento de calado y disminuir el volumen de agua de escorrentía** que pudiera generarse como consecuencia de la implantación de la instalación fotovoltaica.

Sevilla, junio de 2021.

**Firmado:** Francisco Hernandis Almodóvar



Ingeniero Agrónomo  
Colegiado número 2.261

## ANEXO N°8:

# ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO, CON APLICACIÓN ÍNTEGRA DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

## ÍNDICE

### Contenido

1	MEMORIA .....	5
1.1	OBJETO Y ALCANCE.....	5
1.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS.....	5
1.2.1	Datos del proyecto.....	5
1.2.2	Localización .....	5
1.2.3	Alcance de los trabajos .....	6
1.2.4	Oficios.....	6
1.2.5	Maquinaria y medios auxiliares .....	7
1.3	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA .....	8
1.3.1	Responsable de Seguridad y Salud y/o delegado de prevención.....	8
1.3.2	Jefe de Obra .....	9
1.3.3	Representante en materia de seguridad y salud para la obra .....	9
1.3.4	Responsable en obra .....	9
1.3.5	Mandos intermedios (cuando proceda) .....	10
1.3.6	Trabajadores .....	10
1.4	INSTALACIONES PARA EL PERSONAL .....	11
1.5	CONTROL DE ACCESOS .....	12
1.6	ANÁLISIS DE RIESGOS.....	12
1.6.2	Análisis de riesgos específicos.....	13
1.6.3	Máquinas y medios auxiliares.....	16
1.7	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	17
1.7.1	Protecciones colectivas .....	18
1.7.2	Protecciones personales .....	23
1.7.3	Revisiones técnicas de seguridad.....	23
1.8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES.....	23
1.8.1	Riesgos previsibles.....	24
1.8.2	Medidas preventivas .....	24
1.9	PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	25
1.10	ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES .....	26
1.10.2	Uso de botellas en los tajos .....	26
1.11	FORMACIÓN DE PERSONAL.....	26
1.11.1	Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra .....	27
1.11.2	Charlas sobre riesgos específicos.....	27
1.12	REUNIONES DE SEGURIDAD .....	27



1.13	MEDICINA ASISTENCIAL.....	27
1.13.1	Control médico	28
1.13.2	Medios de actuación y primeros auxilios .....	28
1.14	VESTUARIOS Y ASEOS .....	28
2	PLIEGO DE CONDICIONES .....	29
2.1	INTRODUCCIÓN .....	29
2.2	DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS.....	29
2.3	OBLIGACIONES DE LAS PARTES .....	30
2.3.1	Promotor.....	30
2.3.2	Dirección facultativa de la seguridad.....	30
2.3.3	Contratista y subcontratistas.....	31
2.3.4	Trabajadores autónomos.....	33
2.3.5	Trabajadores .....	34
2.3.6	Comité de seguridad y salud .....	34
2.3.7	Delegado de prevención.....	35
2.4	PROTECCIONES PERSONALES.....	36
2.5	PROTECCIONES COLECTIVAS .....	36
2.6	SISTEMA DE PREVENCIÓN .....	37
2.6.1	Servicios de prevención .....	37
2.6.2	Delegados de prevención.....	37
2.6.3	Coordinación de las actividades empresariales.....	37
2.7	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD.....	38
2.8	FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	38
2.9	CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	38
2.9.1	Delgado de prevención.....	38
2.9.2	Comité de seguridad y salud .....	38
2.10	CONTROL DE LOS TRABAJOS .....	39
2.10.1	Índices de Control	39
2.10.2	Partes de accidentes y deficiencias .....	39
2.11	PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA .....	40
2.12	BOTIQUÍN .....	41
2.13	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	41
2.14	LIBRO DE INCIDENCIAS.....	42
3	SEÑALES Y SÍMBOLOS.....	44
3.1	SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRAINCENDIOS.....	44
3.2	SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO .....	44
3.3	SEÑALES DE OBLIGACIÓN .....	45
3.4	SEÑALES DE ADVERTENCIA.....	46





3.5	SEÑALES DE PROHIBICIÓN .....	47
4	PLANOS .....	48
4.1	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN ZANJAS. ESQUEMAS.....	49
4.3	ESLINGAS. SUJECIÓN DE CARGAS .....	56
4.5	MEDIDAS SEGURIDAD EN ANDAMIOS .....	65
4.7	ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.....	72
4.9	PASARELAS .....	79



# 1 **MEMORIA**

## 1.1 **OBJETO Y ALCANCE**

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante la ejecución de los trabajos de la planta fotovoltaica "OLAR AIRPORT PV".

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud aplicables a las obras de construcción.

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el citado Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos, así como al personal de las empresas subcontratadas afectadas por el alcance de los trabajos establecidos en este plan (cuando proceda), a las cuales les será entregada una copia para su conocimiento y puesta en práctica. El Contratista establece el Plan de Seguridad y Salud que debe ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra y/o la Dirección Facultativa.

El Estudio de Seguridad y Salud, podrá ser después modificado (siguiendo el mismo proceso que en su elaboración inicial), en función del proceso de ejecución de obra y de las posibles incidencias o modificaciones del Proyecto que puedan surgir a lo largo de la misma, previa aprobación expresa por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra y/o la Dirección Facultativa, siguiendo la necesaria información y comunicación a los delegados de prevención del centro de trabajo y/o representantes en materia de Seguridad y Salud para la obra, quienes podrán presentar por escrito las sugerencias o alternativas de mejora que estimen oportunas.

## 1.2 **CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS**

El objeto de las obras a realizar ha sido detallado en la Memoria Técnica del proyecto, por lo que en este apartado se recogen de forma resumida sus características principales.

### 1.2.1 **Datos del proyecto**

Los principales datos del proyecto son

- Promotor..... SOLAR AIRPORT PV
- CIF Promotor..... CIF B90366725
- Localización..... Sevilla

### 1.2.2 **Localización**

El conjunto de las obras se localizará en el término municipal de La Rinconada, provincia de Valladolid. La localización detallada de las obras se muestra en los planos:



### 1.2.3 Alcance de los trabajos

Se pueden distinguir dos partes bien diferenciadas. Una de obra civil, correspondiente al acondicionamiento de terrenos, construcción del edificio y cerramientos; y otra de montaje electromecánico, donde se instala toda la aparamenta eléctrica necesaria para el normal funcionamiento de la central

El trabajo a realizar, por contratistas de distintas especialidades, en la ejecución de la Planta Solar Fotovoltaica, consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases principales de construcción:

- Montaje electromecánico
  - Montaje de Paneles solares fotovoltaicos.
  - Montaje de estructura metálica.
  - Instalación de baja tensión.
  - Instalación de Media Tensión (sólo hasta las celdas de Media Tensión localizadas en la planta baja del edificio).
  - Montaje de Cuadros, cableado y conexonado.
  - Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas.
- Obra civil
  - Excavaciones
  - Rellenos
  - Cimentaciones
  - Canalizaciones de conductores
  - Viales
  - Drenajes
  - Construcción de edificio de control

### 1.2.4 Oficios

La mano de obra prevista directa la compondrán trabajadores de los siguientes oficios

- Jefes de Equipo, Mando de Brigada.

- Albañiles.
- Montadores de estructuras metálicas.
- Montadores de equipos mecánicos.
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas.
- Soldadores.
- Cableadores y conexinistas.
- Pintores.
- Gruistas y maquinistas.
- Especialistas de acabados diversos.
- Ayudantes.

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra.
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad.
- Encargados.
- Administrativos.

### 1.2.5 Maquinaria y medios auxiliares

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cabrestante de izado.
- Cabrestante de tendido subterráneo.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadora de tubos.





- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Juego alzapobinas, rodillos, etc.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de medida:
  - Comprobador de secuencia de fases.
  - Medidor de aislamiento.
  - Medidor de tierras.
  - Pinzas amperimétricas.

### 1.3 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

Por considerar que la Seguridad está integrada en el trabajo, todos los participantes tienen en mayor o menor medida, misiones que cumplir en relación con la Seguridad y por tanto las relaciones jerárquicas derivadas de este son las mismas que las inherentes a la ejecución de los trabajos. Por lo tanto, puede decirse que la descripción de la Organización de Seguridad consiste en la asignación de las funciones, en relación con ella, de los distintos componentes de la Organización General de la Obra.

A continuación, se mencionan los diferentes roles que tendrán lugar en la obra.

#### 1.3.1 Responsable de Seguridad y Salud y/o delegado de prevención.

Funciones:

- Con su presencia continua en la obra garantizará los niveles de prevención plasmados en el Plan de Seguridad y Salud y promoverá el interés y cooperación de los trabajadores.
- Seguirá las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud, o en su caso de la dirección facultativa.

### 1.3.2 Jefe de Obra

Funciones:

- Supervisado por el coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra y/o dirección facultativa en lo referente a Seguridad y Salud.
- Supervisa a Jefes de sección.
- Es el máximo responsable del cumplimiento por parte de todo el personal a sus órdenes, incluyendo al de sus subcontratistas, de todas las normas de seguridad establecidas para este trabajo, y de asegurarse de la dotación y utilización de todos los elementos de protección, tanto colectivos como individuales.
- Exigir la implantación efectiva de las normas contenidas en el Plan/es de Seguridad de la Obra.
- El Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra y/o dirección facultativa, previamente a la ejecución de la Obra y en colaboración con los Jefes de Obra y Responsables de Seguridad y Salud de cada una de las subcontratas revisará las cantidades a suministrar para protecciones colectivas, individuales y servicios de los operarios en la Obra.
- Facilitará y estimulará la formación e información a los trabajadores en materia de Seguridad y Salud.

### 1.3.3 Representante en materia de seguridad y salud para la obra

Funciones:

- Supervisará todos los asuntos relacionados con la prevención de riesgos laborales.
- Informará en la Obra en materia de Prevención de riesgos laborales.
- Asesorará sobre la implantación efectiva de las normas contenidas en el Plan de Seguridad.
- Propondrá medidas correctoras para conseguir un estado de protección satisfactorio.
- Informará sobre los accidentes ocurridos.
- Controlará los inventarios de material de protección en Obra.
- Inspeccionará la obra y hará cumplir las condiciones de Seguridad y Salud.
- Efectuará todas las mediciones y controles de Seguridad y Salud para comprobar el cumplimiento de las normas establecidas.

### 1.3.4 Responsable en obra

Responsabilidades:

- Será responsable ante el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra y/o dirección facultativa de todas las cuestiones relativas a Seguridad y Salud de la Obra a su cargo. Deberá hacer cumplir un plan de inspecciones adecuado para las herramientas y equipos de trabajo a utilizar.

**Facultades:**

- Tomar cualquier tipo de decisión para prevenir riesgos y evitar accidentes.

**Obligaciones:**

- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones oficiales y de la empresa en cuanto a Seguridad y Salud en la Obra a su cargo.
- Proponer al Servicio de Prevención la confección de normas, recomendaciones, etc., tendentes a ampliar o mejorar en su caso las normas existentes.
- Informarse de los accidentes que se produzcan, recabando toda la información necesaria, con objeto de tomar las medidas necesarias para evitar su repetición.
- Controlar que se realicen con la periodicidad programada las revisiones de equipos y herramientas de utilización en Obra.

**1.3.5 Mandos intermedios (cuando proceda)****Responsabilidades:**

- Serán responsables ante el responsable de obra, de los accidentes que sufran los operarios a sus órdenes, como consecuencia de la no-observancia de las medidas de Seguridad, o por no hacer uso de los medios de protección adecuados para cada trabajo.

**Facultades:**

- Paralizar el trabajo de cualquier operario cuando lo esté realizando en condiciones que pongan en peligro su integridad física o la de terceros.
- Demorar el comienzo de los trabajos a ejecutar por los operarios a sus órdenes, cuando, habiendo solicitado equipos de seguridad o propuesto medidas preventivas, no hayan sido implementadas. En tal caso, deberá comunicarlos por escrito inmediatamente.

**Obligaciones:**

- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones oficiales e internas en materia de Seguridad.
- Instruir al personal antes de encomendarle un trabajo, sobre los riesgos inherentes al mismo, y las medidas de seguridad que deben tomar durante su ejecución.
- Encomendar a cada operario el trabajo más adecuado a sus condiciones físicas y profesionales.
- Mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo que le haya sido encomendada.

**1.3.6 Trabajadores****Responsabilidades:**

- Serán responsables, no sólo ante sus superiores inmediatos, sino también ante sus compañeros, de los accidentes que sufran o puedan provocar por incumplimiento de las normas de Seguridad, encaminadas a proteger tanto su integridad física como la de sus compañeros.



**Facultades:**

- Demorar la ejecución del trabajo encomendado, cuando, después de solicitar de su inmediato superior los medios de protección de carácter preceptivo para la realización de su labor, no le sean facilitados. En tal caso, deberá ponerlo previamente en conocimiento del Responsable de obra.

**Obligaciones:**

- Cumplir todas las disposiciones y normas en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, tanto de carácter oficial como interno de la Empresa.
- Informar inmediatamente al mando directo, en caso de sufrir un accidente.
- Acudir, en caso de lesión, cualquiera que sea su grado, a recibir asistencia sanitaria.
- Cumplir todas las indicaciones del personal sanitario.
- Atender todas las instrucciones que en materia de Seguridad le sean dadas por cualquiera de los mandos de la Empresa promotora, así como por los responsables de Seguridad.
- Mantener el orden y la limpieza en su lugar de trabajo.
- Abstenerse de realizar curas a cualquier accidentado, si no cuenta con autorización para ello.

**1.4 INSTALACIONES PARA EL PERSONAL**

El deber de protección de la seguridad y salud de los trabajadores, que el artículo 14 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 8 de noviembre de 1995 se encomienda al empresario, incluye todos los aspectos relacionados con el trabajo.

En este sentido amplio es contemplada la planificación de la prevención en el artículo 15 de la citada Ley, como uno de los principios generales de la acción preventiva, que debe buscar la integración de la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

Precisamente entre dichas condiciones de trabajo, el artículo 4º - 4.7 de la misma Ley enumera, en primer lugar, las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.

Las obras de construcción como centro específico de trabajo encuadrado en el marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales no podían ser ajenas a las prescripciones anteriores. Y así, en cumplimiento del principio de integración de la actividad preventiva desde el momento mismo del proyecto empresarial, que impregna el nuevo enfoque de la prevención, el artículo 5º del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece, como parte del contenido mínimo del plan de seguridad y salud, la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En cumplimiento de las prescripciones citadas anteriormente se procede a analizar las características de estas instalaciones:

Dado el volumen de trabajadores previsto, es necesario aplicar una visión global de los problemas que plantea el movimiento concentrado y simultáneo de personas dentro de ámbitos cerrados en



los que se deben desarrollar actividades cotidianas, que exigen cierta intimidad o relación con otras personas. Esas circunstancias condicionan su diseño.

Al diseñarlas, se ha intentado dar un tratamiento uniforme, contrario a las prácticas que permiten la dispersión de los trabajadores en pequeños grupos repartidos descontroladamente por toda la obra, con el desorden por todos conocido y que es causa del aumento de los riesgos de difícil control, falta de limpieza de la obra en general y aseo deficiente de las personas.

## 1.5 CONTROL DE ACCESOS

Dado que la situación de las instalaciones está alejada de núcleos urbanos o zonas de paso, la presencia de personal ajeno a la obra es improbable. A pesar de ello, el cerramiento perimetral se realizará tan pronto como sea posible.

La parcela se encuentra vallada, por lo que no procede ninguna actuación en este campo.

En los portones de acceso se dispondrán señales informativas de riesgo.

## 1.6 ANÁLISIS DE RIESGOS

### 1.6.1 Generales

Se analiza a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos, se analizarán primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y se seguirá después con el análisis de los específicos de cada actividad.

Se entienden como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.

- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.
- Inhalación de productos tóxicos.

### 1.6.2 Análisis de riesgos específicos

Se analizan a continuación los riesgos específicos de cada tipo de actividad.

#### 1.6.2.1 Manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

Transporte de materiales y equipos dentro de obra. En esta actividad, además de los riesgos enumerados en puntos anteriores, son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

#### 1.6.2.2 Manipulación y montaje de estructuras y equipos

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismo o fallo mecánico de los equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de materiales o equipos.
- Caída de objetos o herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

#### 1.6.2.3 Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

Como riesgos específicos de estas maniobras, podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.

- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).
- Caída o vuelco de los medios de elevación.

#### 1.6.2.4 Montaje de instalaciones, suelo y acabados

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

#### 1.6.2.5 Montaje de estructura

Como riesgos específicos de estas maniobras, podemos citar los siguientes:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas del personal que interviene en los trabajos, al no utilizar correctamente los medios auxiliares adecuados.
- Caída de objetos, materiales y/o herramientas, por desplome o derrumbamiento.
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Riesgos derivados de la subida y recepción de materiales.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Golpes/ cortes en cabeza y extremidades por objetos y/o herramientas.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

#### 1.6.2.6 Canalizaciones e instalaciones eléctricas

Como riesgos específicos de estas maniobras, podemos citar los siguientes:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atropellos o golpes con vehículos o la maquinaria.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Inhalación de polvo.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

#### 1.6.2.7 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de baja tensión comprende los trabajos de cableado de módulos, colocación de inversor de corriente, cableado del inversor hasta el armario de corriente alterna, colocación de éste y del armario de contadores y de las protecciones eléctricas pertinentes, así como la instalación de Media Tensión.

Todos los trabajos se realizarán sin tensión tanto en la parte de baja como de Media Tensión.

En la parte de baja tensión, en corriente continua las series de los módulos fotovoltaicos irán conectados a unos fusibles que se encontrarán abiertos. En el lado de corriente alterna no existirá tensión durante toda la fase de la obra hasta que no se conecte la instalación.

En la parte de Media Tensión, se incluye la ubicación de las celdas de protección y del transformador elevador de baja a Media Tensión.

Como riesgos específicos de estas maniobras, podemos citar los siguientes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.
- Choques contra objetos.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas manuales.
- Electrocuciones por falta de atención.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Los derivados de caída de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan los sistemas de protección del cuadro general).
- Contactos térmicos. Quemaduras.
- Electrocución por uso de herramientas sin aislamiento, por conexiones directos sin clavijas macho-hembra, o por puente de los mecanismos de protección.
- Sobreesfuerzos.



- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

### 1.6.3 Máquinas y medios auxiliares

Se analiza en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y los medios auxiliares.

Se diferencian estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

#### 1.6.3.1 Máquinas fijas y herramientas eléctricas

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

#### 1.6.3.2 Medios de elevación

Los riesgos más significativos son:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamiento por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.
- Derrame o desplome de la carga durante el transporte.
- Golpes por la carga a las personas o a las cosas durante su transporte aéreo.

#### 1.6.3.3 Plataformas o escaleras

Los riesgos más significativos son:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

#### 1.6.3.4 Grupo electrógeno

Los riesgos más significativos son:

- Heridas punzantes en manos.

- Caídas al mismo nivel.
- Electrocución: contactos eléctricos directos e indirectos derivados.
- Riesgo de incendio.
- Riesgo de explosión.

#### 1.6.3.5 Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica

Los riesgos más significativos son:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

### 1.7 MEDIDAS PREVENTIVAS

Será preceptivo en la presente obra, que los Técnicos Responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; así mismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de la culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, basada fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Proyecto, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, será analizada con mayor detenimiento en otros puntos de este Estudio.

Por lo que respecta a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos:

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

Basándose en los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, se analizan a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos:

### 1.7.1 Protecciones colectivas

Siempre que sea posible, se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

#### 1.7.1.1 Riesgos generales

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales cables y mangueras, para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores óptimos y acústicos que exija la legislación vigente.

#### 1.7.1.2 Trabajos en altura

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a los mismos serán tratadas conjuntamente con el resto de las que afectan a cada cual.

Sin embargo, dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básica y fundamental que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos de altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:



#### 1.7.1.2.1 Para evitar la caída de objetos:

Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos. Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).

Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.

Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que éstas se encuentren totalmente apoyadas.

Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

#### 1.7.1.2.2 Para evitar la caída de personas:

Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc., por los que pudieran producirse caídas de personas.

Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en parámetros verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.

Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc. se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar estas.

Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T., destacando entre otras:

- Superficie de apoyo horizontal y resistente.
- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
- Arriostrarlos a partir de cierta altura.
- A partir de 2 m de altura, se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm del piso, el cual tendrá como mínimo, una anchura de 60 cm.
- No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.

En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.

Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:

- No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes.
- La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
- Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.



- Colocarla con la inclinación adecuada.
- Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

#### 1.7.1.3 Manipulación de materiales

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos, haciendo especial hincapié sobre los siguientes aspectos:

- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

#### 1.7.1.4 Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra.

Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidos para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.

Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.

La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.

Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,5 m.

En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.

Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálilos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.

No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.

No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.

Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

#### 1.7.1.5 Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga. Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento de acoplamiento.

#### 1.7.1.6 Grupo electrógeno

Cada cuadro y grupo electrógeno deberá estar identificado con una inscripción indeleble donde conste el nombre de la empresa propietaria y n° de orden, así como las fechas de las revisiones oficiales. La periodicidad de dichas revisiones se establece en 6 meses y, en cualquier caso, si se ha cambiado su ubicación o alterado las condiciones de algún elemento.

Todas las puertas tendrán cerradura con llave a fin de que sólo puedan ser manipulados por personal autorizado.

Las entradas y salidas de corriente a los cuadros y grupos electrógenos deberán tener prensaestopas reglamentarios.

Las bases y clavijas serán las normalizadas y homologadas para las tensiones, intensidades y zona de utilización. Las conexiones por medio de bornes deben estar limitadas a las potencias mayores.

Las barras y bornes de conexión estarán protegidos contra contactos directos.

Los grupos electrógenos que generen corriente alterna tendrán protección magnetotérmica adecuada a los consumos previstos, protección diferencial y paro de emergencia con enclavamiento, siendo las protecciones conformes con las exigencias reglamentarias de despejar el defecto en menos de 5 segundos y con tensión de defecto como máximo de 24 V. en zonas húmedas y 50 V. en zonas secas. En caso de no disponer de protección magnetotérmica y diferencial deberán ir conectados a un cuadro de distribución con las protecciones adecuadas.

Los grupos autónomos que generen únicamente corriente de soldadura, tendrán instalada tierra a la carcasa del equipo, y en el caso de que generen corriente continua de 220 V., tendrían eliminada la salida de dicha corriente continua.

El neutro será accesible y con posibilidad de ser distribuido. Estará conectado a tierra antes del diferencial. La carcasa del grupo llevará una toma de tierra independiente de la del neutro.

El cuadro de distribución tendrá tierra independiente o conectada a la de la carcasa del grupo.

La longitud mínima de la pica debe ser tal que la protección diferencial despeje el defecto como máximo en 5 segundos y con tensión de contacto como máximo de 24 V. en zonas húmedas y 50 V. en zonas secas. Si son necesarias 2 picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas será como mínimo de 2 metros.

Todas las operaciones de instalación, uso y mantenimiento de cuadros, grupos electrógenos e instalaciones deben ser ejecutadas por personal cualificado y especializado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

#### 1.7.1.7 Maquinaria en general

Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.

Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el Atrapamiento de los operarios o de los objetos.

Las máquinas - herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.

Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, o cualquier elemento móvil, como engranajes estarán dotados de carcasas protectoras anti-atrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).

Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda:

**"MÁQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".**

Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.

Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.

Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.

Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transporte de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se instalan.

Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Vigilante de Seguridad, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenara la sustitución de aquellos que tengan mas del 10% de hilos rotos.

Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "Pestillo de seguridad".

Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.

Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.

Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.

Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).

### 1.7.2 Protecciones personales

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Para no extendernos demasiado, y dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivo.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.).
- Cinturón de seguridad.
- Absorbentes de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contra-impactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

### 1.7.3 Revisiones técnicas de seguridad

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad, cuyo asesoramiento puede ser de gran valor.

## 1.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.



### 1.8.1 Riesgos previsibles

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

### 1.8.2 Medidas preventivas

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

#### 1.8.2.1 Cuadros de distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima de 20 oh
- Diferencial de 30 mA para la toma monofásica que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

#### 1.8.2.2 Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

#### 1.8.2.3 Herramientas y útiles eléctricos portátiles

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica, se utilizarán transformadores para tensiones de 24V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble acristalamiento.

- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

#### 1.8.2.4 Máquinas y equipos eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

#### 1.8.2.5 Normas de Carácter General

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables, terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

#### 1.8.2.6 Estudio de revisiones de mantenimiento

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

### 1.9 PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS

Todas las obras de construcción están sujetas al riesgo de incendio, por lo que se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento como medidas preventivas:

Queda prohibido la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.

Se tendrán los extintores en lugares próximos a los puntos de trabajo, así como en las instalaciones fijas de la obra. Estando estos situados en todo momento en lugar visible y de fácil acceso a todo el personal de la obra.

Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar, de 6 kg de peso, de polvo ABC. Serán revisados y retimbrados según el mantenimiento exigido legalmente mediante concierto con una empresa autorizada.

Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:

Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro.

En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con el oportuno pictograma y la palabra "EXTINTOR".

## 1.10 ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES

### 1.10.1 Almacenamiento

Las botellas de gases se almacenarán en un recinto acotado y exclusivo para ellas que cumplirá las siguientes condiciones:

- Se separará cada tipo de gas en compartimentos diferentes y, en cada caso, estará señalizado el contenido de las mismas.
- Se separarán las botellas llenas de las vacías.
- El recinto estará perfectamente ventilado, cubierto de los rayos del sol y en el acceso habrá algún extintor.

### 1.10.2 Uso de botellas en los tajos

El personal que maneje las botellas de gases o equipos de oxicorte estará adiestrado para estos trabajos y como mínimo, cumplirá las siguientes normas básicas de Seguridad:

- La presión de trabajo del acetileno no será superior a dos atmósferas.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas, para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.
- Se pondrán válvulas antirretorno en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.
- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas, incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza puesta.
- Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
- No se colocarán, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables, tales como aceite, gasolina, etc.
- Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficiente para que no les lleguen las chispas o escorias o bien se protegerán, de estas o de otros trabajos, con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar personas.
- Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posición vertical y colocada en carros portabotellas o amarrada a puntos fijos para evitar su caída.

## 1.11 FORMACIÓN DE PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

#### **1.11.1 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra**

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana, los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

#### **1.11.2 Charlas sobre riesgos específicos**

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad, estos serán los técnicos de seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad, encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamio, plataformas, escaleras y líneas de vida.

### **1.12 REUNIONES DE SEGURIDAD**

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

### **1.13 MEDICINA ASISTENCIAL**

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente, puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- El Control médico de los empleados.





- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios y accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

### 1.13.1 Control médico

Tal como establece la Legislación vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### 1.13.2 Medios de actuación y primeros auxilios

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutual Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Asimismo, se dispondrá en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales y ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

## 1.14 VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas, estos montarán casetas prefabricadas para aseos y vestuarios de su personal, cumpliendo, en función del número de trabajadores que los utilicen en cada momento, las condiciones establecidas en el R.D. 1627/97, o bien usar, en su defecto y bajo las mismas condiciones, las instalaciones definitivas. En cualquier caso, estas instalaciones se deberán mantener en unas adecuadas condiciones de limpieza e higiene.

## 2 **PLIEGO DE CONDICIONES**

### 2.1 INTRODUCCIÓN

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en la memoria, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación vigente.

### 2.2 DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Real Decreto Legislativo 2/2015 de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Decreto 2065/1974, de 30 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 2001/1983, de 28 de julio, sobre regulación de la jornada de trabajo, jornadas especiales y descansos.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Resolución de 4 de mayo de 1992, por la que se aprueba el Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.
- Reglamento sobre Seguridad y Salud en las obras de construcción (R.D. 1627/97) de 24 de octubre.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M de 9 de marzo de 1971), en los Capítulos y Artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Ley General de la Seguridad Social (D. 2065/74 de 30 de mayo).
- Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Social Laboral (Ley 31/95).
- Orden de 17 de febrero de 1988 por la que se derogan la Reglamentación de Trabajo en las Empresas dedicadas a la producción de frío industrial, y las Ordenanzas Laborales para las actividades avícolas, las industrias de conservas y salazones de pescado, las industrias químicas y la industria siderometalúrgica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002 y Ordenes Complementarias).
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubre y Peligrosas (D.2416/61 de 21 de diciembre).
- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. de 16 de diciembre de 1987).
- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Medios de Protección Personal.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Convenios Colectivos Provinciales.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

## 2.3 OBLIGACIONES DE LAS PARTES

### 2.3.1 Promotor

Antes del comienzo de las obras, la propiedad velará por que se establezca un Plan de Seguridad y Salud, específico para la obra que pretende contratar y en los términos que se recogen en el R.D. 1627/97, así mismo deberá exigir la correspondiente puesta al día y adaptación del empresario adjudicatario en materia de prevención de riesgos y salud de acuerdo con la Ley 31/1995.

Designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, cuyas funciones y obligaciones se describen en el Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción.

En cumplimiento del Art. 30 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales:

- El Empresario Principal (empresa constructora), designará a uno o varios trabajadores para ocupar la actividad de Prevención de Riesgos profesionales, constituyendo un Servicio de Prevención, o concertará dicho Servicio con una entidad especializada ajena a la Empresa.
- Los trabajadores designados tendrán capacidad necesaria, disponer de tiempo y de los medios precisos para realizar esta actividad.

### 2.3.2 Dirección facultativa de la seguridad

De acuerdo con el R.D. 1627/97, será nombrado por el promotor un Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución, cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, antes del inicio de la obra o bien cuando se produzca dicha circunstancia.

El art. 9 del R.D. 1627/97 regula las obligaciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.



- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de La Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997 sobre Seguridad y Salud en obras de Construcción.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

### 2.3.3 Contratista y subcontratistas

De acuerdo a lo tipificado en los artículos 12 y 13 del Real Decreto 1627/1997, tanto los contratistas como las subcontratistas como los trabajadores autónomos estarán obligados a cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el mencionado real decreto, así como lo establecido en el plan de seguridad y salud, estando obligados por tanto a firmar un "Certificado de adhesión al plan de seguridad y salud", adjunto al final de presente documento.

El citado certificado habrá de ser firmado con 48 horas de antelación a la incorporación del nueva contratista o trabajador autónomo a las actividades de obra y remitir una copia del mismo al coordinador de Seguridad y Salud quien habrá de firmar el mencionado certificado, momento hasta el cual la incorporación del contratista o trabajador autónomo no será efectiva.

Tal como se expone en los artículos 11 y 12 del RD 1627/1997 será obligación de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos el cumplimiento del plan de Seguridad y Salud y en especial de la notificación de sus peculiaridades los trabajadores a su cargo.

Los Contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997 sobre Seguridad y Salud en Obras de Construcción.
- De conformidad con el párrafo anterior, se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades.
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.





- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósitos de los distintos materiales, en particular si se tratan de materia o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que hará de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el artículo 33 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

Los contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.



### 2.3.4 Trabajadores autónomos

De acuerdo a lo tipificado en los artículos 12 y 13 del REAL DECRETO 1627/1997, tanto los contratistas como las subcontratistas como los trabajadores autónomos estarán obligados a cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el mencionado Real Decreto, así como lo establecido en el plan de seguridad y salud, estando obligados por tanto a firmar un "Certificado de adhesión al plan de seguridad y salud", adjunto al final de presente documento.

El citado certificado habrá de ser firmado con 48 horas de antelación a la incorporación del nuevo contratista o trabajador autónomo a las actividades de obra y remitir una copia del mismo al coordinador de Seguridad y Salud quien habrá de firmar el mencionado certificado, momento hasta el cual la incorporación del contratista o trabajador autónomo no será efectiva.

Tal como se expone en los artículos 11 y 12 del RD 1627/1997 será obligación de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos el cumplimiento del plan de Seguridad y Salud y en especial de la notificación de sus peculiaridades los trabajadores a su cargo.

Los trabajadores están obligados a:

Aplicar lo principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular, desarrollar las tareas o actividades indicadas en el Art. 10 de R.D. 1627/97.

Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud durante la ejecución de la obra que establece el anexo IV del R.D. 1627/97.

Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el Art. 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidas en el Art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando, en particular, en cualquier medida de actuación coordinada que se haya establecido.

Utilizar los equipos de trabajo de acuerdo a lo que dispone el R.D. 1215/97, de 18 de julio, por el cual se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo por parte de los trabajadores.

Escoger y utilizar los equipos de protección individual según prevé el R.D. 773/97. De 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de equipos de protección individual por parte de los trabajadores.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y de la dirección facultativa.

Cumplir lo establecido en el Plan de seguridad y salud.

La maquinaria, los apartados y las herramientas que se utilicen en la obra, habrán de responder a las prescripciones de seguridad y salud propias de los equipamientos de trabajo que el empresario pondrá a disposición de sus trabajadores.

Los trabajadores autónomos y los empresarios que desarrollan una actividad en la obra han de utilizar equipamientos de protección individual conformes y apropiados al riesgo que se ha de prevenir y al entorno de trabajo.

### 2.3.5 Trabajadores

Las obligaciones y derechos generales de los trabajadores son:

- El deber de obedecer las instrucciones del empresario en lo que concierne a seguridad y salud.
- El deber de indicar los peligros potenciales.
- La responsabilidad de los actos personales.
- El derecho de ser informado de forma adecuada y comprensible, y a expresar propuestas en relación a la seguridad y a la salud, en especial sobre el Plan de Seguridad.
- El derecho a la consulta y participación, de acuerdo con el apartado 2 del Art. 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- El derecho a dirigirse a la autoridad competente.
- El derecho a interrumpir el trabajo en caso de peligro serio.

### 2.3.6 Comité de seguridad y salud

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. El artículo 38 de la Ley 31/1995 dice que se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo en todas las empresas y centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz, pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior. En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones que se debatan en este órgano y técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones en el Comité.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento.

Las empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de Comité de Seguridad y Salud podrán acordar con sus trabajadores la creación de un Comité intercentros, con las funciones que el acuerdo le atribuya.

El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

Participar en la elaboración, puesta en práctica, y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresa. A tal efecto, en su seno se debatirán, antes de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los Proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección, prevención, Proyecto y organización de la formación en materia preventiva.

Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las diferencias existentes.



En el ejercicio de sus competencias, el Comité de Seguridad y Salud estará facultado para:

- Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en el centro de trabajo, realizando a tal efecto las visitas que estime oportunas.
- Conocer cuántos documentos e informes relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones, así como los procedentes de la actividad del servicio de prevención, en su caso.
- Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.
- Conocer e informar la memoria y programación anual de servicios de prevención.

A fin de dar cumplimiento a lo dispuesto en esta Ley respecto a la colaboración entre empresas en los supuestos de desarrollo simultáneo de actividades en un mismo Centro de trabajo, se podrá acordar la realización de reuniones conjuntas de los Comités de Seguridad y Salud o, en su defecto, de los Delegados de Prevención y empresarios de las empresas que carezcan de dichos Comités, u otras medidas de actuación coordinada.

### 2.3.7 Delegado de prevención

Son competencias de los Delegados de Prevención:

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva
- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales
- Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la Ley 31/95.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de Riesgos Laborales.

En las empresas que, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 38 de la Ley 31/95, no cuenten con Comité de Seguridad y Salud por no alcanzar el número mínimo de trabajadores establecido al efecto, las competencias atribuidas a aquél en la Ley serán ejercidas por los Delegados de Prevención.

En el ejercicio de las competencias atribuidas a los Delegados de Prevención, éstos estarán facultados para:

- Acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo del medio ambiente de trabajo, así como, en los términos previstos en el artículo 40 de la Ley 31/95, a los inspectores de Trabajo en las visitas y verificaciones que realicen en los centros de trabajo para comprobar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de Riesgos Laborales, pudiendo formular ante ellos las observaciones que estimen oportunas.
- Tener acceso con las limitaciones previstas en el apartado 4 del artículo 22 de la Ley, a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo que sean necesarias para el ejercicio de sus funciones y, en particular, a la prevista en los artículos 18 y 23 de la Ley.
- Cuando la información esté sujeta a las limitaciones reseñadas, sólo podrá ser suministrada de manera que se garantice el respeto de la confidencialidad.





- Ser informados por el empresario sobre los daños producidos en la salud de los trabajadores una vez que aquél hubiese tenido conocimiento de ellos, pudiendo presentarse, aun fuera de su jornada laboral, en el lugar de los hechos para conocer las circunstancias de los mismos.
- Recibir del empresario las informaciones obtenidas por éste, procedentes de las personas u órganos encargados de las actividades de protección y prevención en la empresa, así como de los organismos competentes para la seguridad y la salud de los trabajadores sin perjuicio de lo establecido en el artículo 40 de la Ley en materia de colaboración con la Inspección de Trabajo.
- Realizar visitas a los lugares de trabajo para ejercer una labor de vigilancia y control del estado de las condiciones de trabajo, pudiendo, a tal fin, acceder a cualquier zona de los mismos y comunicarse durante la jornada con los trabajadores, de manera que no se altere el normal desarrollo del proceso productivo.
- Recabar del empresario la adopción de medidas de carácter preventivo y para la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, pudiendo a tal fin, efectuar propuestas al empresario, así como al Comité de Seguridad y Salud para su discusión en el mismo.
- Proponer al órgano de representación de los trabajadores la adopción del acuerdo de paralización de actividades a que se refiere el apartado 3 de artículo 21 de la Ley 31/95.

Los informes que deban emitir los Delegados de Prevención deberán elaborarse en un plazo de quince días, o en el tiempo imprescindible cuando se trate de adoptar medidas dirigidas a prevenir riesgos inminentes. Transcurrido el plazo sin haberse emitido el informe, el empresario podrá poner en práctica su decisión.

La decisión negativa del empresario a la adopción de las medidas propuestas por el Delegado de Prevención deberá ser motivada.

## 2.4 PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente. Será de aplicación la siguiente normativa:

- Criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Diversas normas UNE en cuanto a fabricación, ensayos, adecuación del uso y catalogación de los equipos de protección individual.

## 2.5 PROTECCIONES COLECTIVAS

Consideramos como Protecciones Colectivas las siguientes:

Estudio de seguridad y salud.

- Redes (según Norma UNE 81-650-80).
- Mamparas.
- Protecciones de la instalación eléctrica.
- Medios de protección contra incendios.
- Señalización.
- Barandillas.
- Plataformas.
- Líneas o cuerdas de vida.
- Etc.

Algunas de éstas han sido ya descritas en la memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras, por lo que omitiremos extendernos en sus características.

## 2.6 SISTEMA DE PREVENCIÓN

### 2.6.1 Servicios de prevención

Se entiende como Servicios de Prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores, y a sus representantes y a los órganos de representación especializados (art. 31. Ley 31/95).

### 2.6.2 Delegados de prevención

Son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes de los trabajadores, con arreglo a la escala establecida en el art. 35.2 de la Ley 31/95 y los criterios señalados en el art. 35.3 del citado texto legal.

### 2.6.3 Coordinación de las actividades empresariales

Cuando en un mismo Centro de trabajo (OBRA) desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales:

Todas las empresas tienen la obligación de cooperar y coordinar su actividad preventiva.

El Empresario titular del Centro de trabajo, tiene la obligación de informar e instruir a los otros Empresarios (Subcontratas) sobre los riesgos detectados y las medidas a adoptar.

La Empresa principal tiene la obligación de vigilar que los Contratistas y Subcontratistas cumplan la Normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Los trabajadores autónomos que desarrollen actividades en dichos centros de trabajo, tienen también un deber de cooperación, información e instrucción (art. 28 Ley 31/95).

## 2.7 REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Tal como se ha indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso. Mensualmente se realizará un inventario de los equipos de trabajo existentes adoptando las medidas necesarias para que aquellos equipos de trabajo sometidos a influencias susceptibles de ocasionar deterioros que puedan generar situaciones peligrosas estén sujetos a comprobaciones y, en su caso, pruebas de carácter periódico, con objeto de asegurar el cumplimiento de las disposiciones de Seguridad y Salud y de remediar a tiempo dichos deterioros.

## 2.8 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

Todo el personal que realice su cometido en las fases de Cimentación, Estructura, Montaje en general, Electricidad y Oficios diversos, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción y riesgos de su puesto, en el que se les indicaran las normas generales sobre Seguridad e Higiene que en la ejecución de esta obra se van a adoptar. (Ley 31/95).

Los artículos 18 y 19 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales, sobre formación e información de los trabajadores, exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva, en el momento de la contratación, y cuando concurren cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe. Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función, y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si fuese necesario.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con la Dirección Técnica de la obra, y del Coordinador de Seguridad, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina sean requeridas.

## 2.9 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

### 2.9.1 Delgado de prevención

En aplicación de la Ley 31/1995, la representación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos del trabajo corresponde a los Delegados de Prevención, que serán designados por y entre los representantes del personal, de acuerdo con lo expuesto en los puntos 2, 3 y 4 del Artículo 35 de la citada Ley. Las competencias y facultades de dichos delegados de prevención, así como las garantías y sigilo profesional se encuentran recogidas en los Artículos 36 y 37 de la citada Ley.

### 2.9.2 Comité de seguridad y salud

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos, debiéndose constituir en queda regulada en el Artículo 38 de la Ley 31/1995 y sus competencias se recogen en los apartados 1 y 2 del Artículo 39 de la misma.

## 2.10 CONTROL DE LOS TRABAJOS

### 2.10.1 Índices de Control

Con el fin de efectuar un seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas adoptadas, el empresario elaborará mensualmente un gráfico en el que figuren tanto los meses como por acumulados a origen de los trabajos los valores de los índices siguientes:

- Índice de frecuencia:

$$I_f = \frac{N^{\circ} \text{ Accidentes con baja}}{N^{\circ} \text{ Horas trabajadas}} \times 10^6$$

Para su cálculo hay que contabilizar solamente los accidentes ocurridos mientras existe exposición al riesgo estrictamente laboral, por lo que se excluirán los accidentes "in itinere". Así mismo, las horas trabajadas serán las de exposición al riesgo, por lo que deben excluirse las de vacaciones, enfermedades, etc.

- Índice de gravedad:

$$I_g = \frac{N^{\circ} \text{ Jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ Horas trabajadas}} \times 10^6$$

Para su cálculo se consideran las jornadas laborales perdidas, no los días naturales. Estas se obtienen como suma de las correspondientes a incapacidades temporales permanentes, obteniéndose estas segundas mediante baremo. Los accidentes sin bajas, se consideran como dos horas perdidas, por lo que cuatro implican una jornada perdida.

- Índice de incidencia:

$$I_i = \frac{N^{\circ} \text{ Accidentes con baja}}{N^{\circ} \text{ Trabajadores}} \times 100$$

- Índice de duración media:

$$I_d = \frac{N^{\circ} \text{ total de jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ accidentes con baja}}$$

### 2.10.2 Partes de accidentes y deficiencias

En aplicación de la O.M. de 16 de diciembre de 1987 (BOE de 29 de diciembre de 1987), es obligación del empresario la realización de los siguientes partes de accidentes de trabajo:

- Parte de accidente de trabajo.
- Relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica.
- Relación de altas o fallecimientos de accidentados.

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada:

- PARTE DE ACCIDENTE

- Identificación de la obra.





- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción del accidente.
- Nombre del accidentado.
- Categoría profesional y oficio del accidentado.
- Domicilio del accidentado.
- Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente.
- Causas del accidente.
- Importancia aparente del accidente.
- Posible especificación sobre fallos humanos.
- Lugar, persona y forma de producirse la primera cura. (Médico, ATS., Socorrista, Personal de la obra).
- Lugar de traslado para hospitalización.
- Testigos del accidente (versiones de los mismos)
- Como complemento de esta parte se emitirá un informe que contenga:
  - ¿Cómo se hubiera podido evitar?
  - Ordenes inmediatas para ejecutar.
- PARTE DE DEFICIENCIAS:
  - Identificación de la obra.
  - Fecha en que se ha producido la observación.
  - Lugar (tajo) en que se ha hecho la observación.
  - Informe sobre la deficiencia observada.
  - Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

En caso de que se produzca un accidente que provoque el fallecimiento de un trabajador, que sea considerado como grave o muy grave o, que afecte a más de cuatro trabajadores, el empresario, además de cumplimentar el correspondiente parte de accidente, comunicará en el plazo de 24 horas este hecho a la autoridad laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente.

Con independencia de los partes de accidente exigidos por la O.M. ya citada, el empresario estará obligado a la realización de un parte de todos los accidentes o incidentes (accidentes sin daños) que se produzcan, para posteriormente realizar una investigación del mismo y subsanar aquellas deficiencias que pudieran haberse producido en la aplicación de medidas preventivas.

## 2.11 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

## 2.12 BOTIQUÍN

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local, etc.

## 2.13 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Artículo 7 de RD 1627/1997 corresponde al contratista de las obras la elaboración de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico de Seguridad, en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico de Seguridad.

El Plan de Seguridad deberá ser firmado, antes del comienzo de las obras, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución y, estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

Ante la posibilidad de que se den imprevistos a lo largo de la realización de los trabajos de construcción que impliquen la realización de nuevas actividades no contempladas en el plan se tendrá un protocolo de actuación por el cual el coordinador en materia de Seguridad y Salud habrá de dar el visto bueno de los nuevos trabajos para lo cual deberá emitir un informe en el que se valoren los riesgos derivados de las nuevas actividades así como las medidas a tomar para paliarlos en la medida de lo posible. Este informe se adjuntará como anexo al plan de seguridad y salud.

Asimismo todos los participantes en las labores de construcción, contratistas, subcontratistas, trabajadores autónomos, dirección técnica, dirección facultativa o coordinador de seguridad y salud podrán hacer propuestas de mejora al plan que habrán de ser ratificadas mediante informe positivo por parte de la coordinación de Seguridad y Salud en el que al igual que en los informes de



modificación del plan se habrán de estudiar los nuevos y posibles riesgos o nuevas formas de disminuir los ya existentes.

## 2.14 LIBRO DE INCIDENCIAS

De acuerdo con lo establecido en el artículo 13 del RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado. Este libro estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, mediante la cumplimentación de tantas copias como afectados halla del "Parte de comunicación de anotaciones en el libro de incidencias" adjunto en el anexo al final del presente pliego de condiciones.

En caso de que la anotación en el libro de incidencias fuera referente a un accidente, además del "Parte de comunicación de anotaciones en el libro de incidencias", se hará entrega a todas las partes afectadas de un "Parte de comunicación de accidentes e incidentes laborales", también adjunto al final del presente pliego. Esta situación dará lugar a la apertura de una investigación por parte del coordinador de seguridad y salud, al final de la cual se hará entrega a las partes afectadas de un "Parte de investigación de accidentes e incidentes", adjunto en el anexo.

### 3 SEÑALES Y SÍMBOLOS

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible a los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona del riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

#### 3.1 SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo.



#### 3.2 SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde





### 3.3 SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul



### 3.4 SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo, bordes negros.

Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para regular el tráfico en carretera.



### 3.5 SEÑALES DE PROHIBICIÓN

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda rojos.



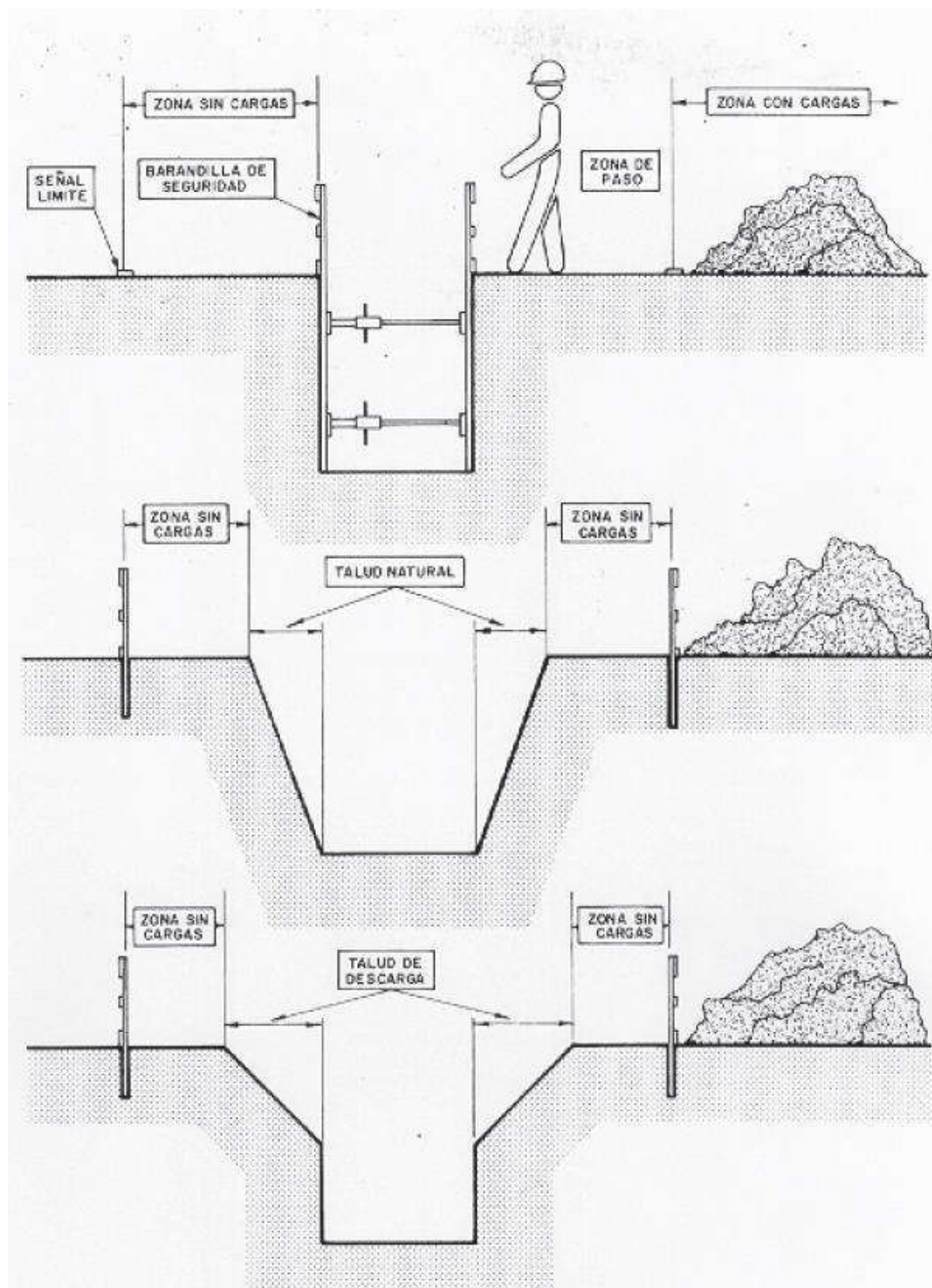
## 4 PLANOS

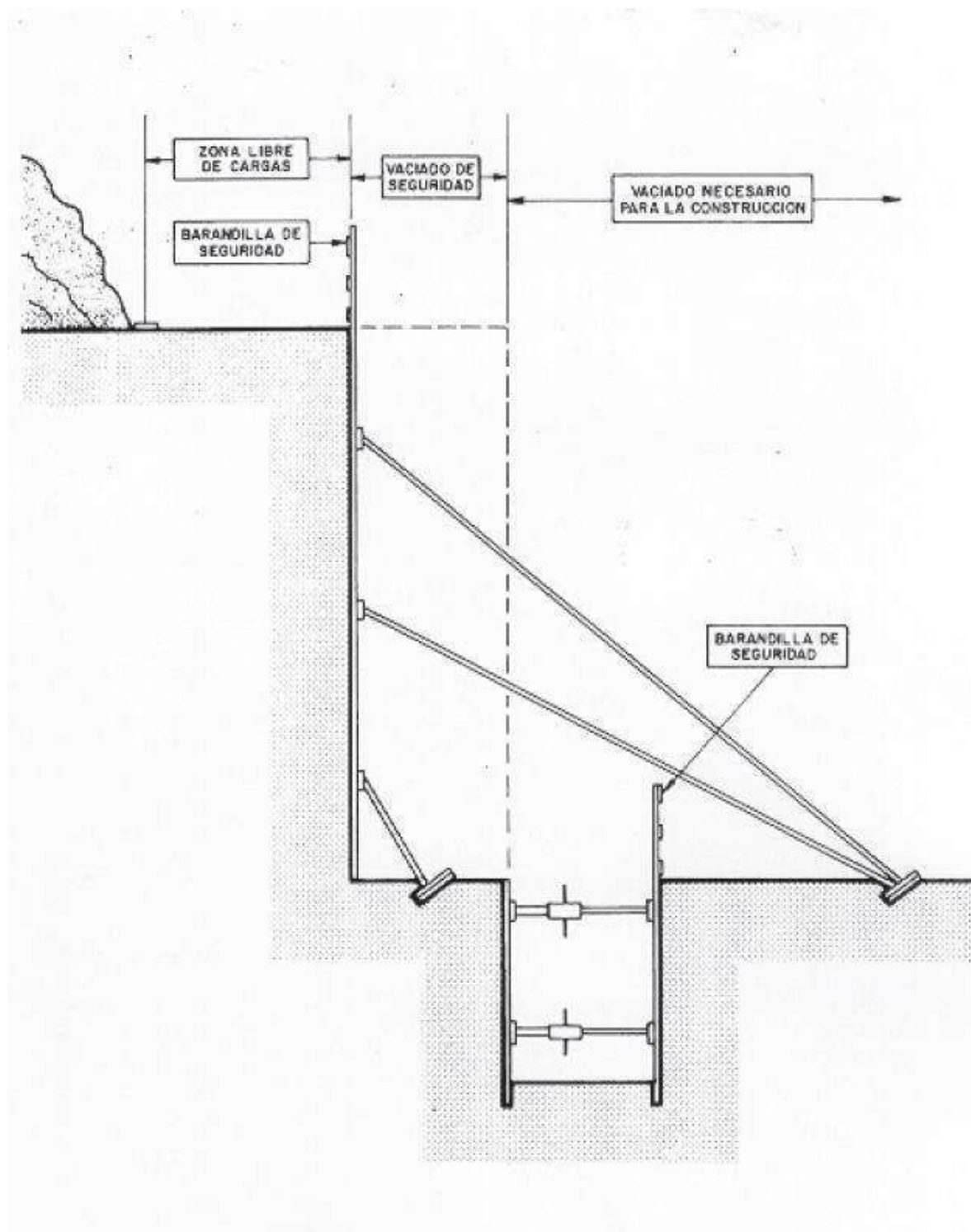
A continuación, se adjuntan una serie de esquemas indicativos/explicativos de distintas medidas a adoptar.

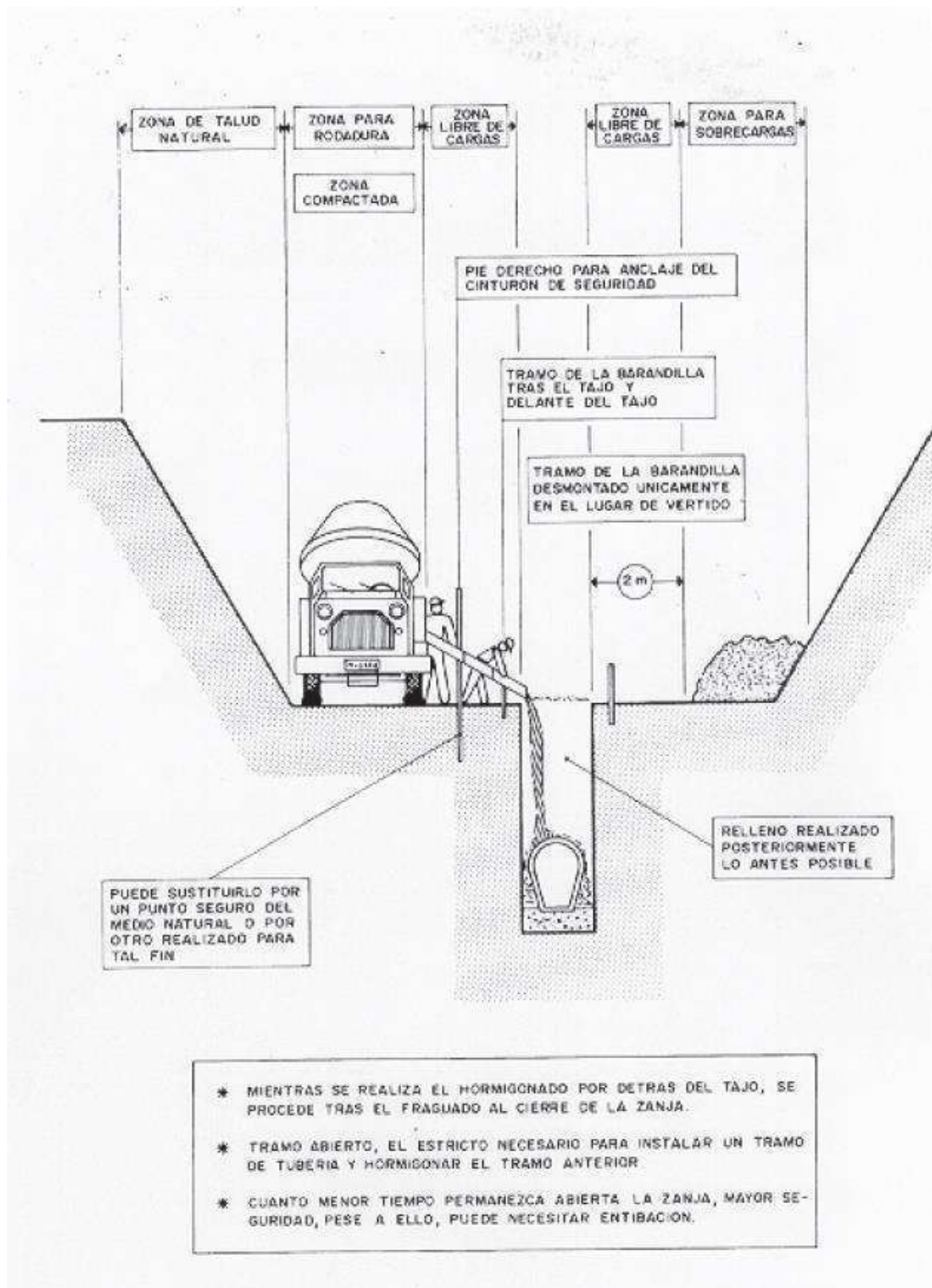


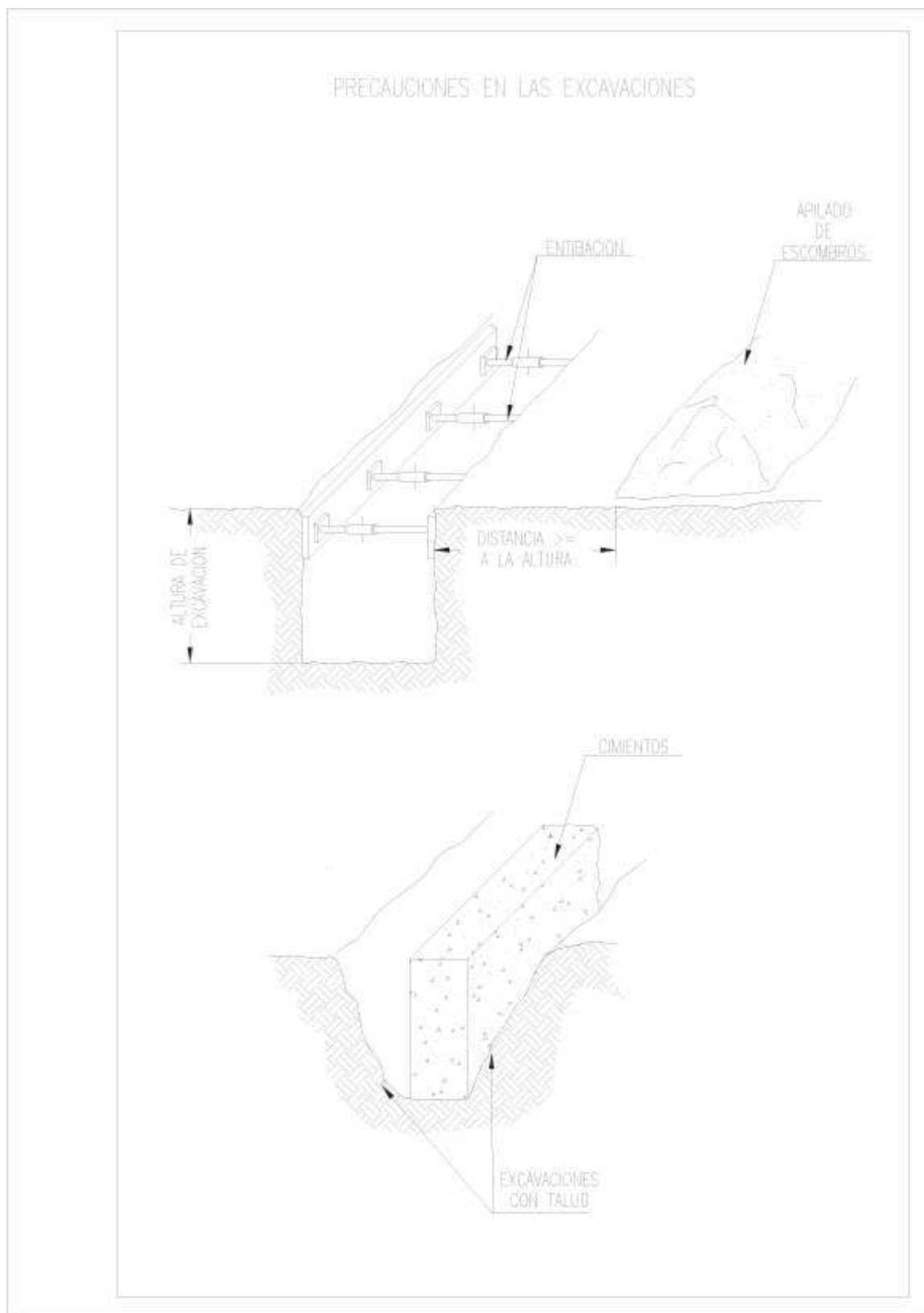


#### 4.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN ZANJAS. ESQUEMAS

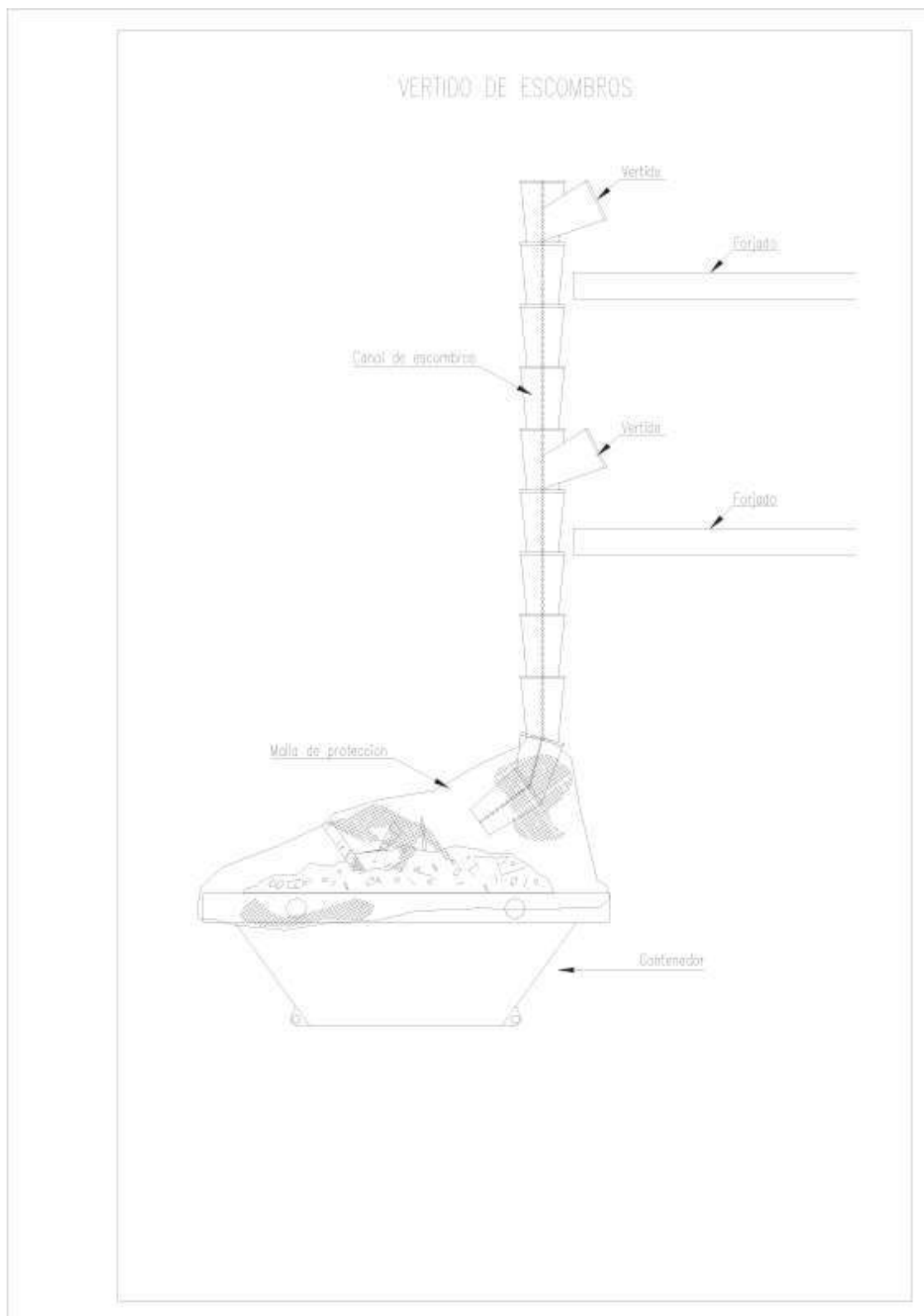




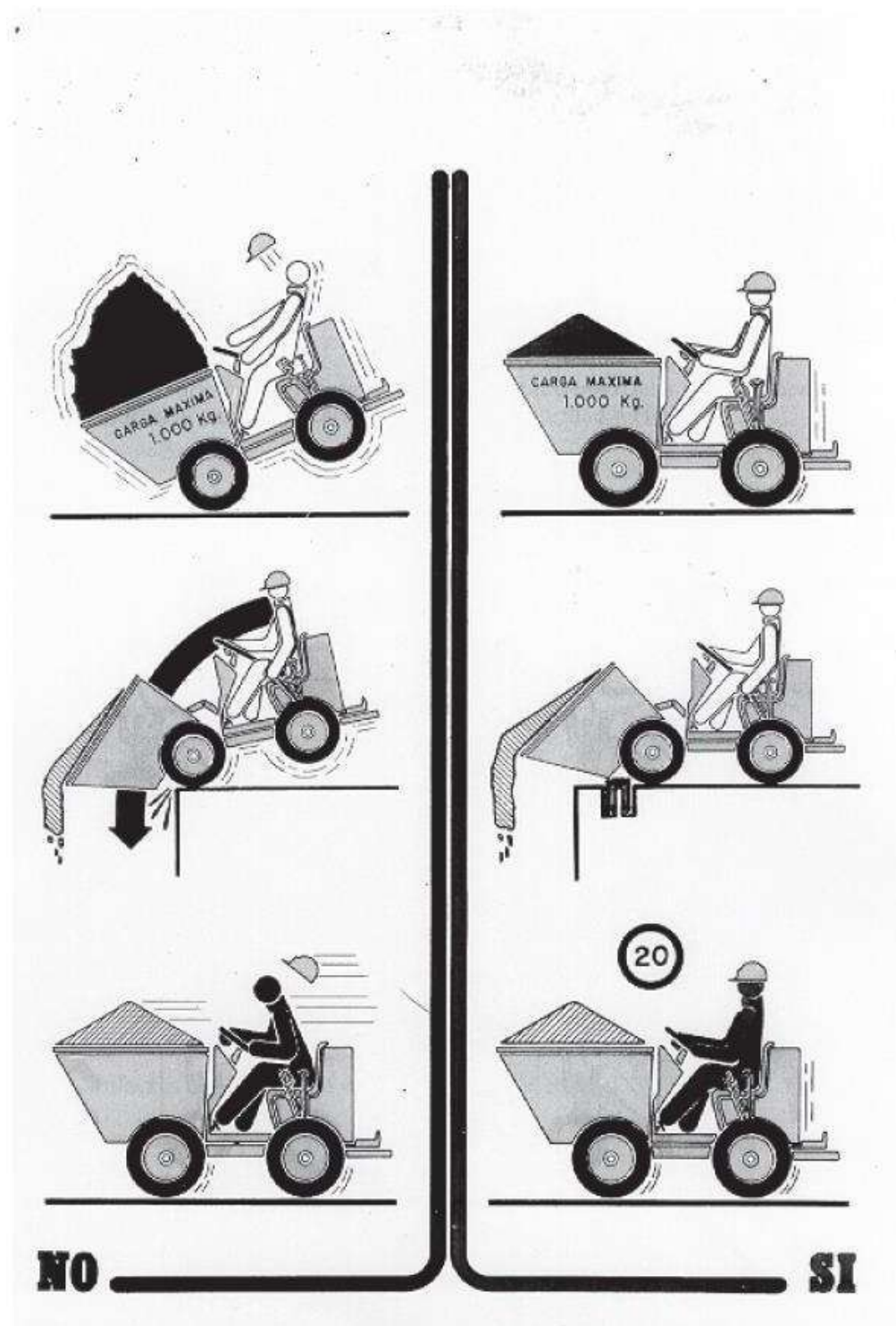


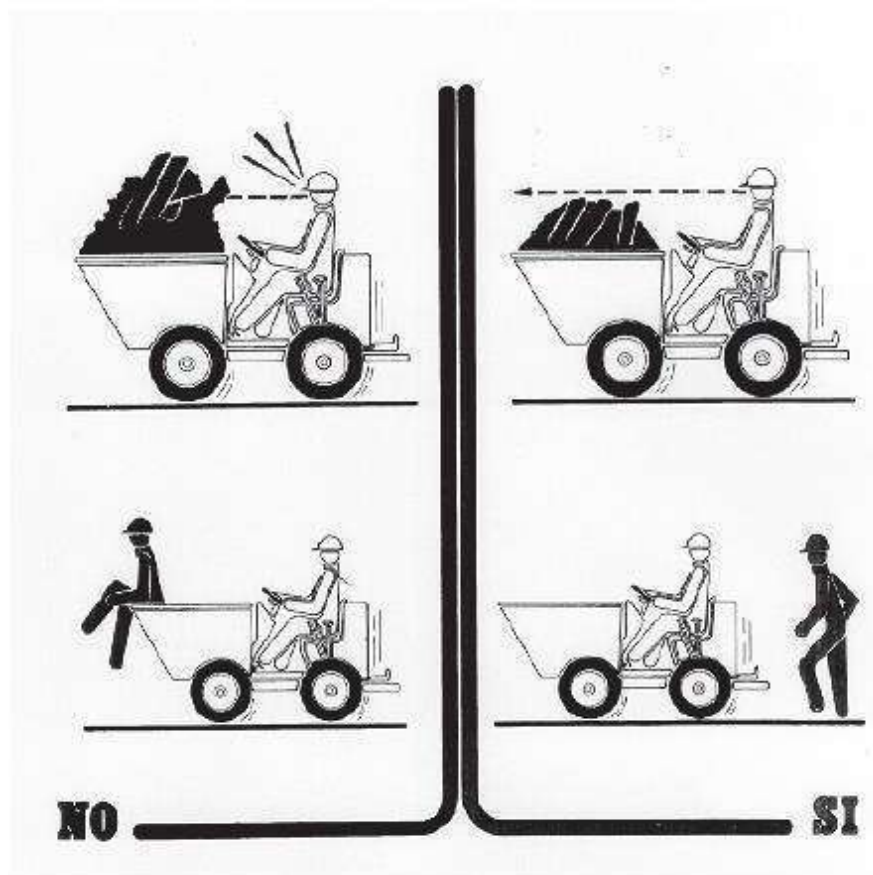




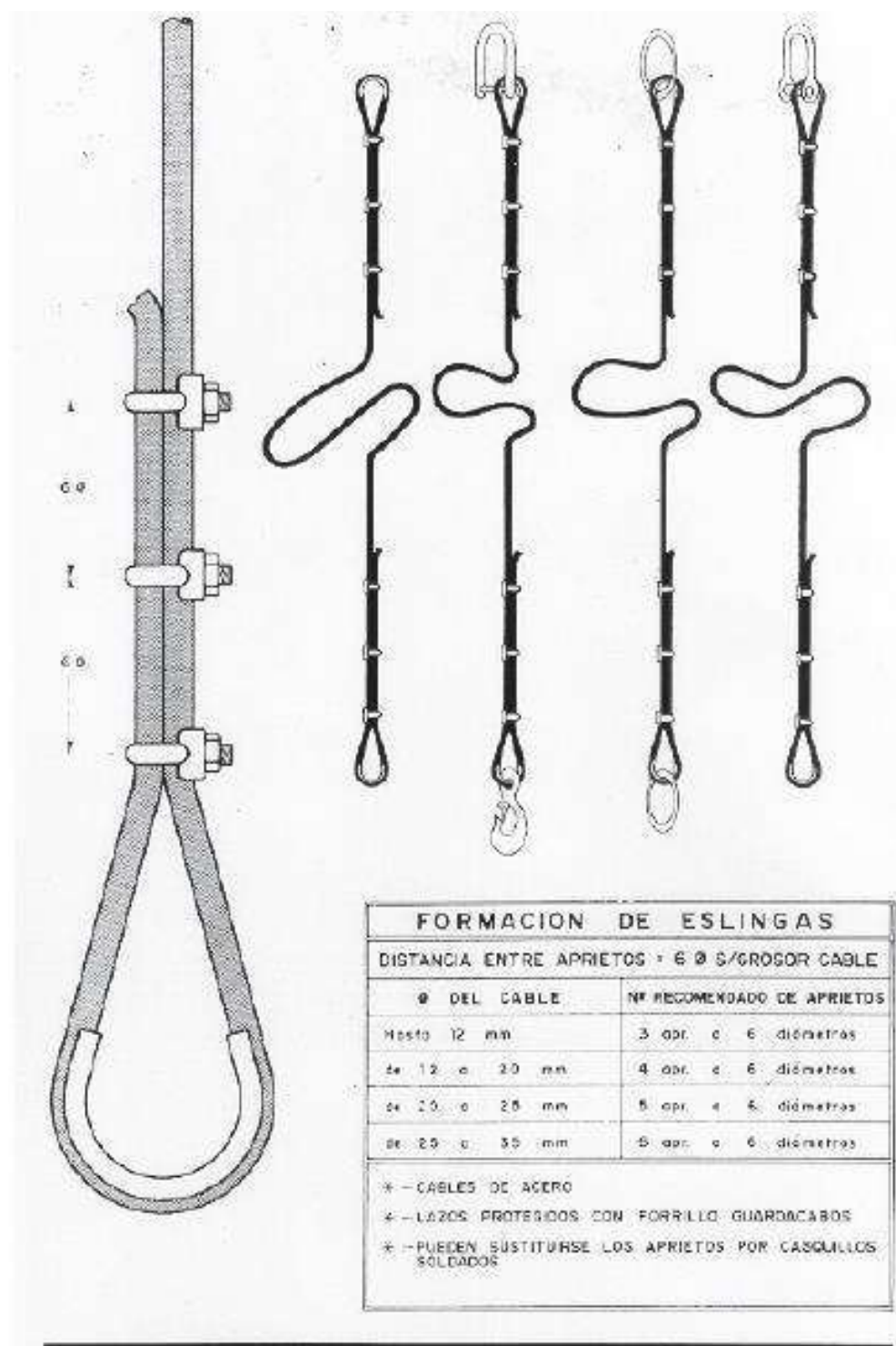


## 4.2 DUMPER

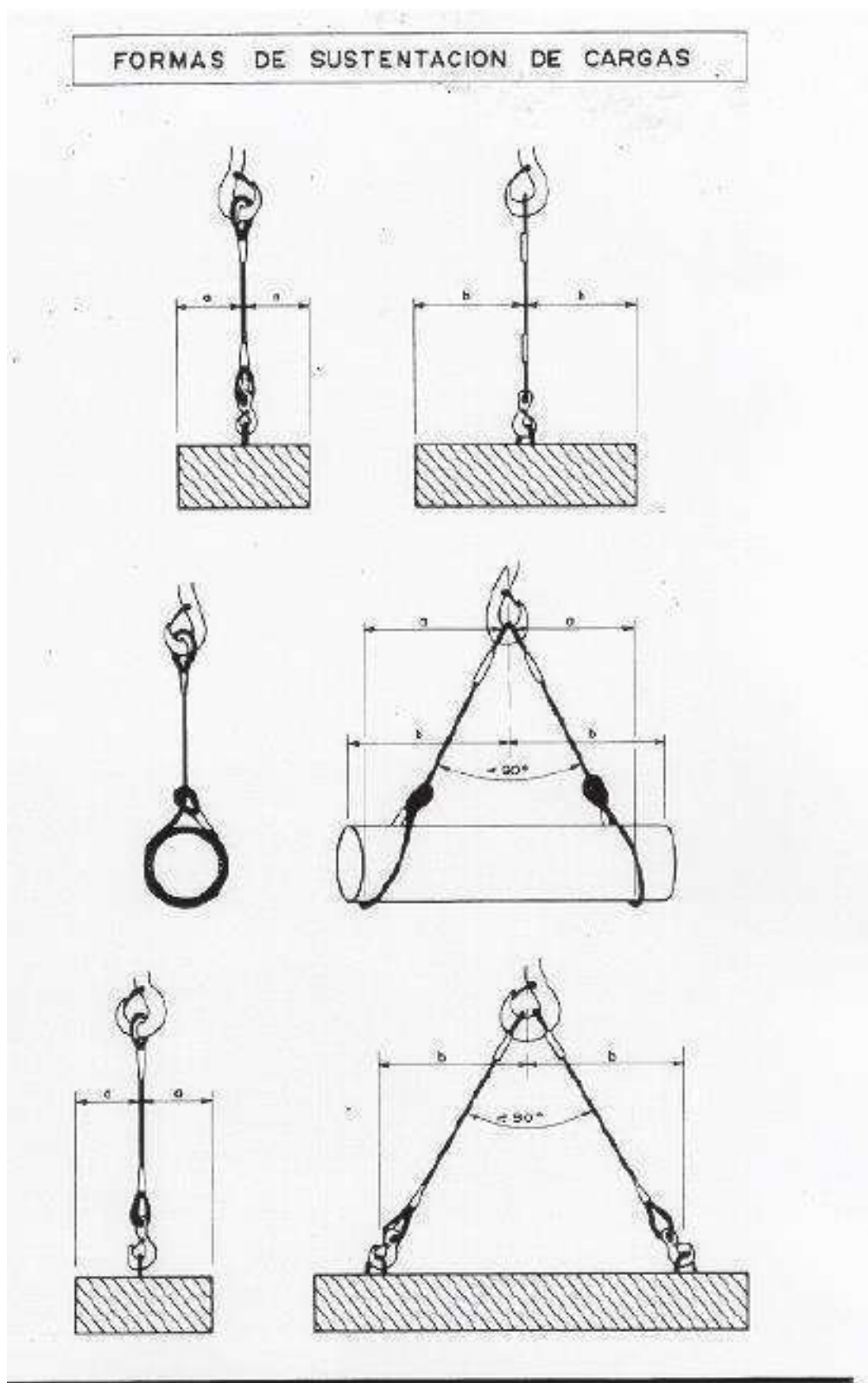


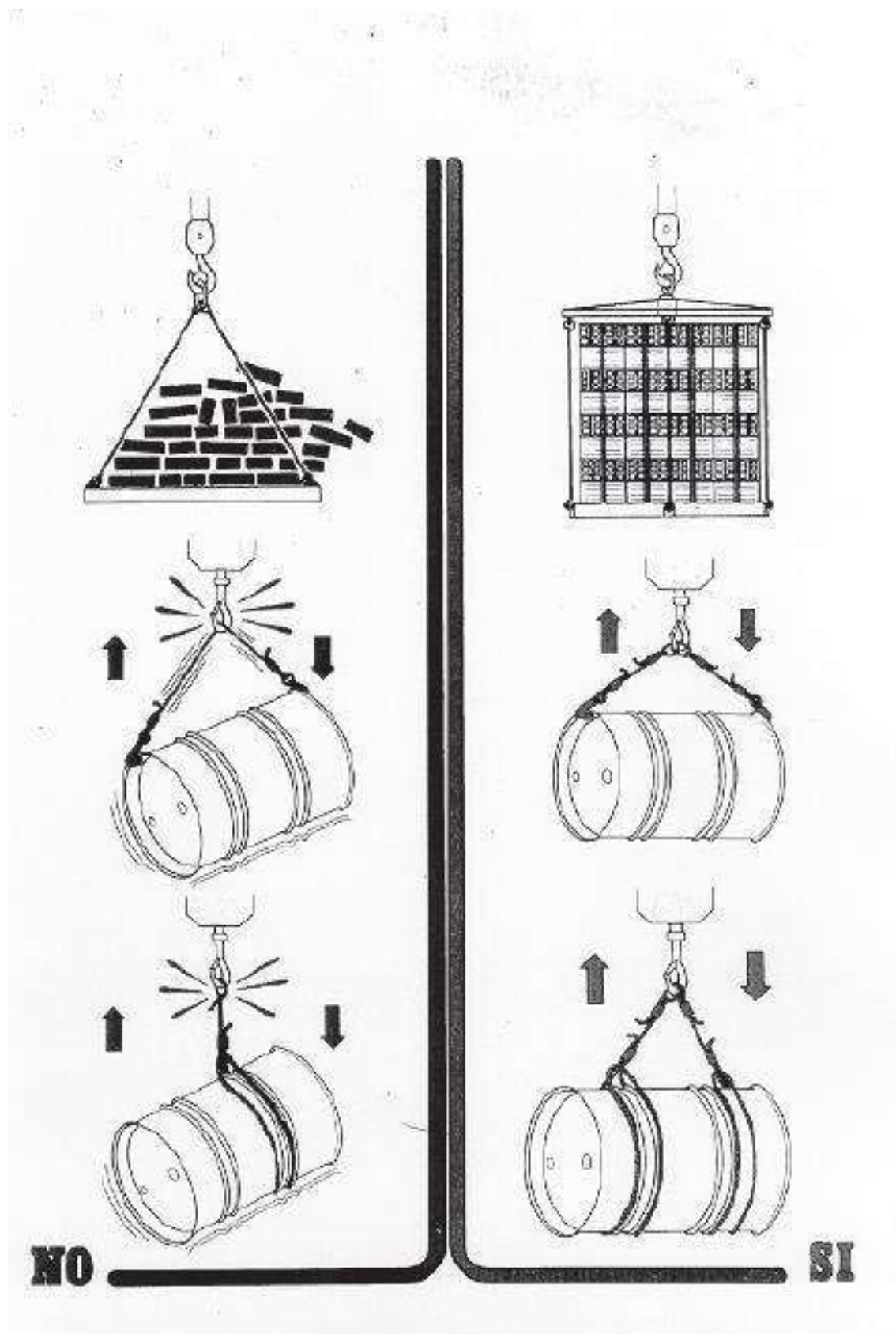


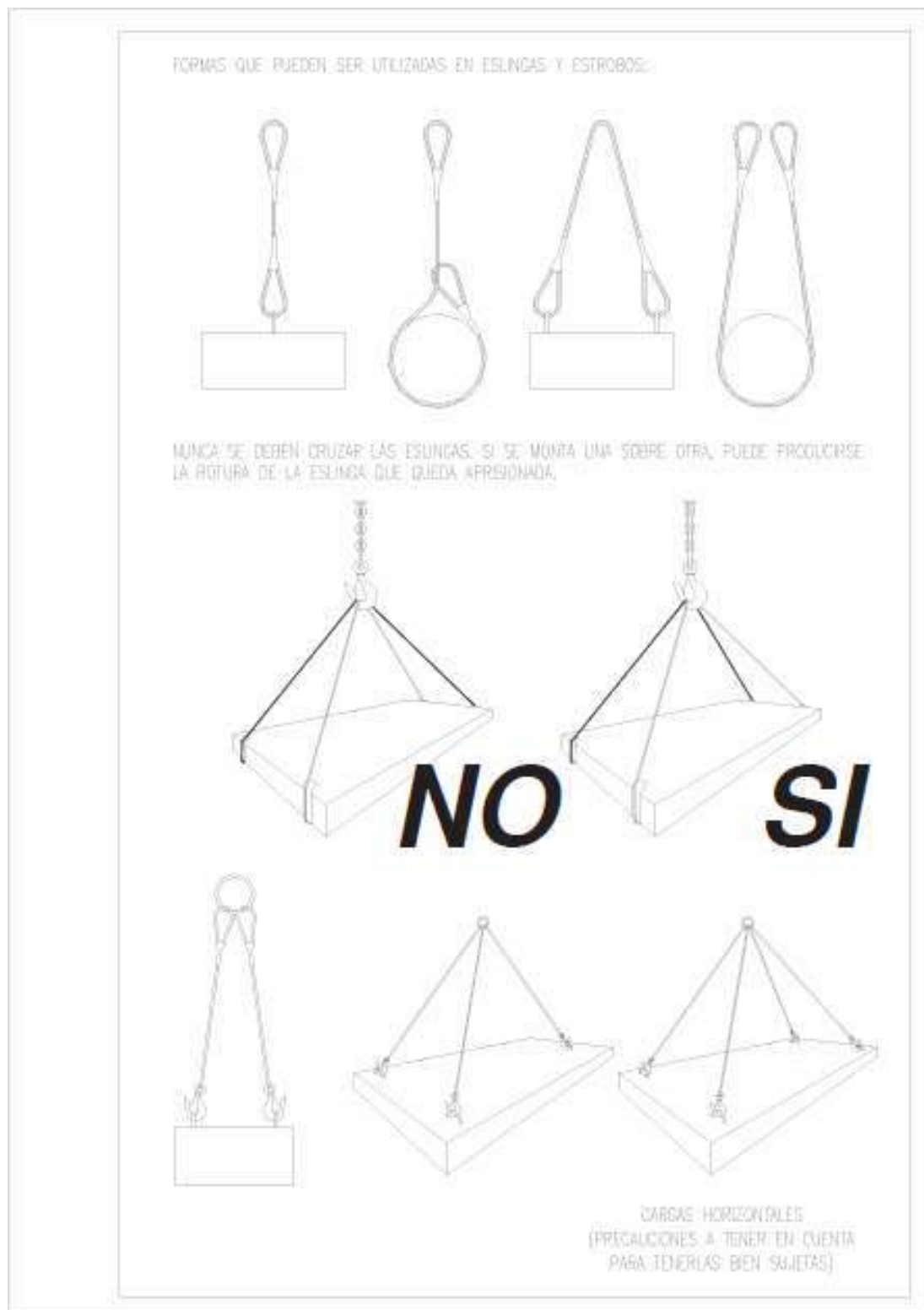
### 4.3 ESLINGAS. SUJECCIÓN DE CARGAS

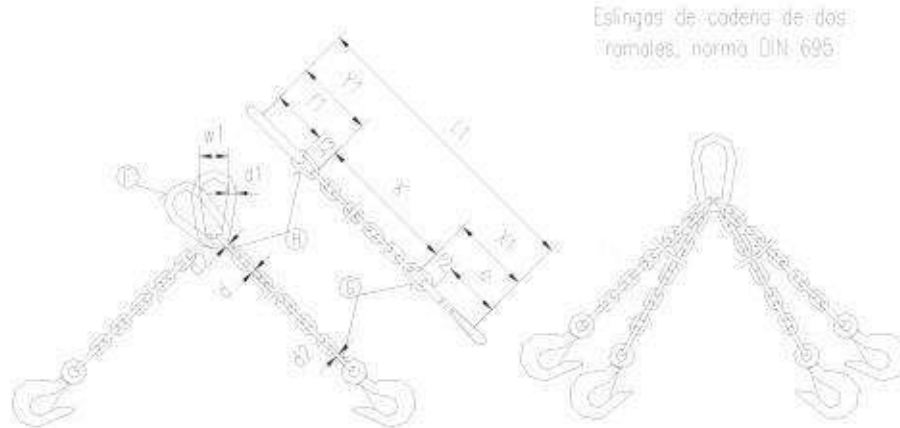












CARGA DE CADENA Espesor nominal d, mm.	CARGA DE ARRASTRE DIN 689 a, mm.	CARGA ÚTIL			X <sub>1</sub> , mm.	Y <sub>1</sub> , mm.	Longitud de la cadena limitada para K=100 mm	ESLABON F			ESLABONES G-H		
		α = 45° Kgs.	α = 90° Kgs.	α = 120° Kgs.				f <sub>1</sub> , mm.	d <sub>1</sub> , mm.	w <sub>1</sub> , mm.	f <sub>2</sub> , mm.	f <sub>3</sub> , mm.	d <sub>2</sub> , mm.
5	62	150	110	60	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	73	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	490	536	2035	380	78	215	128	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
43	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	83	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularon como mltiplos del paso f<sub>1</sub> segun DIN 766.

Estas eslingas se construyen tambien con anillo en lugar de gancho.

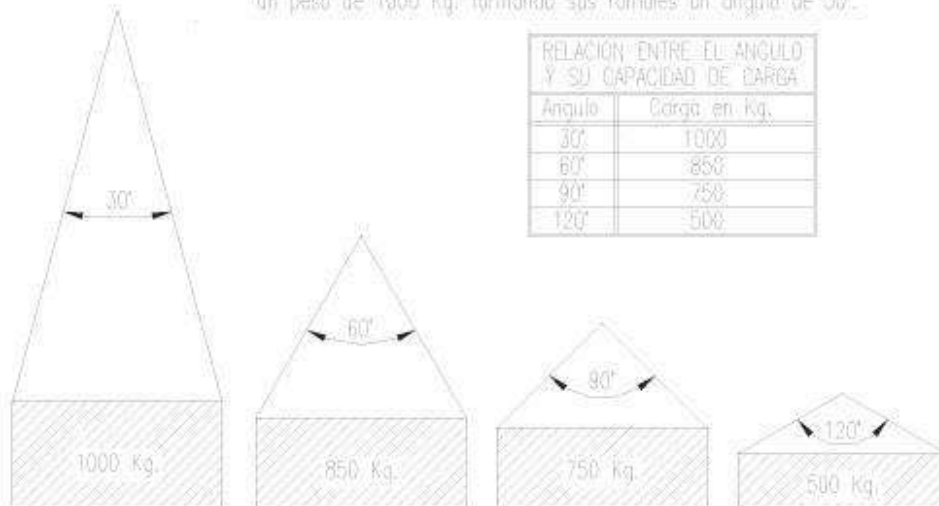
Al ramificar mas de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellos.





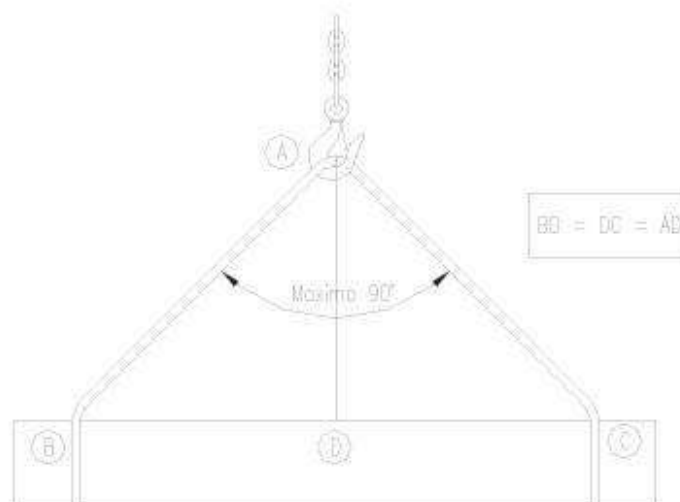
ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA

Cuadro de ejemplo, suponiendo que una eslinga sea capaz de soportar un peso de 1000 Kg. formando sus ramales un ángulo de 30°.

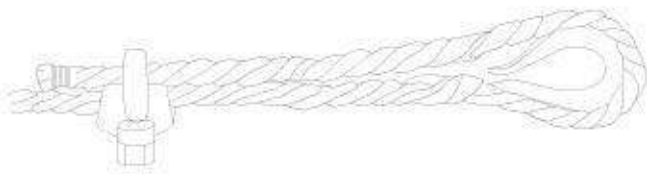
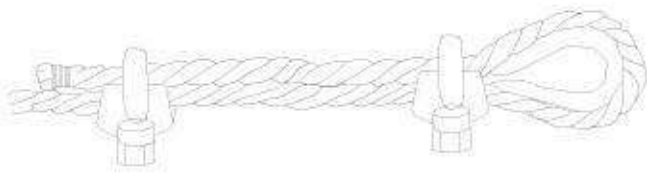
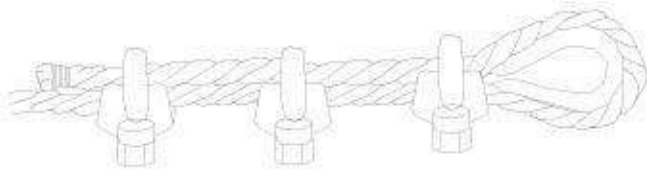


La carga máxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del ángulo formado por los ramales de la misma. A mayor ángulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.  
Y LA CARGA SIEMPRE IRÁ CENTRADA.



### COLOCACION DE GRAPAS EN LAS GAZAS (Metodo de instalacion de las grapas)

PRIMERA OPERACION	 <p><b>APLICACION DE LA PRIMERA GRAPA:</b> Se dejara una longitud de cable adecuada para poder aplicar las grapas en numero y espaciamiento dados por la tabla. Se coloca la primera a una distancia del extremo del cable igual a la anchura de la base de la grapa. La concavidad del perno en forma de U aprieta el extremo libre del cable. <b>APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.</b></p>
SEGUNDA OPERACION	 <p><b>APLICACION DE LA SEGUNDA GRAPA:</b> Se colocara tan proxima a la gaza como sea posible. La concavidad del perno en forma de U, aprieta el extremo libre del cable. <b>NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO.</b></p>
TERCERA OPERACION	 <p><b>APLICACION DE LAS DEMAS GRAPAS:</b> Se colocaran distanciandolos a partes iguales entre las dos primeras. (A distancia no mayor que la anchura de la base de la grapa). Se giran las tuercas y se tapan el cable. <b>APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS hasta el par recomendado.</b></p>

### GAZAS REALIZADAS A PIE DE OBRA

El número de perrillos y la separación entre los mismos depende del diámetro del cable a utilizar. Una orientación la da la tabla siguiente:

DIAMETRO DEL CABLE (mm)	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
Hasta 12	3	6 diámetros
de 12 a 20	4	6 diámetros
de 20 a 25	5	6 diámetros
de 25 a 35	6	6 diámetros

### Normas a tener en cuenta:

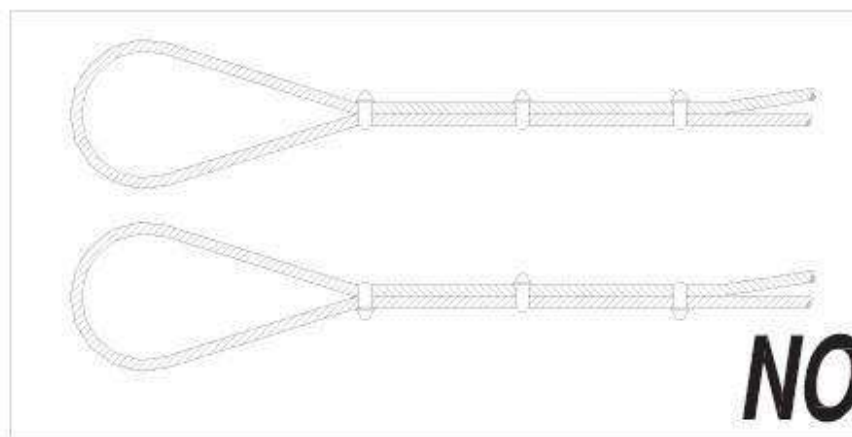
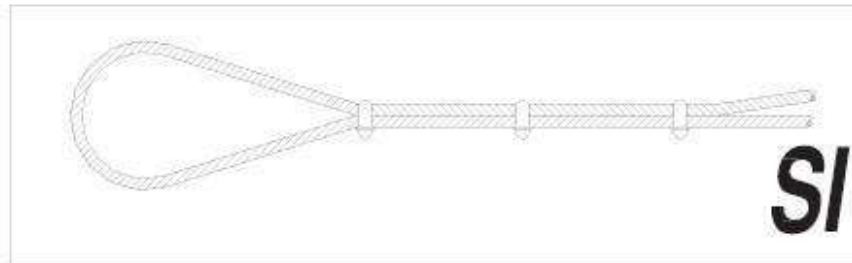
Por lo sencillo de su construcción, las Gazas confeccionados con perrillos son las más empleadas para los trabajos normales en obra.

Es importante tener en cuenta su forma de construcción, para poder evitar al máximo accidentes de cualquier tipo.

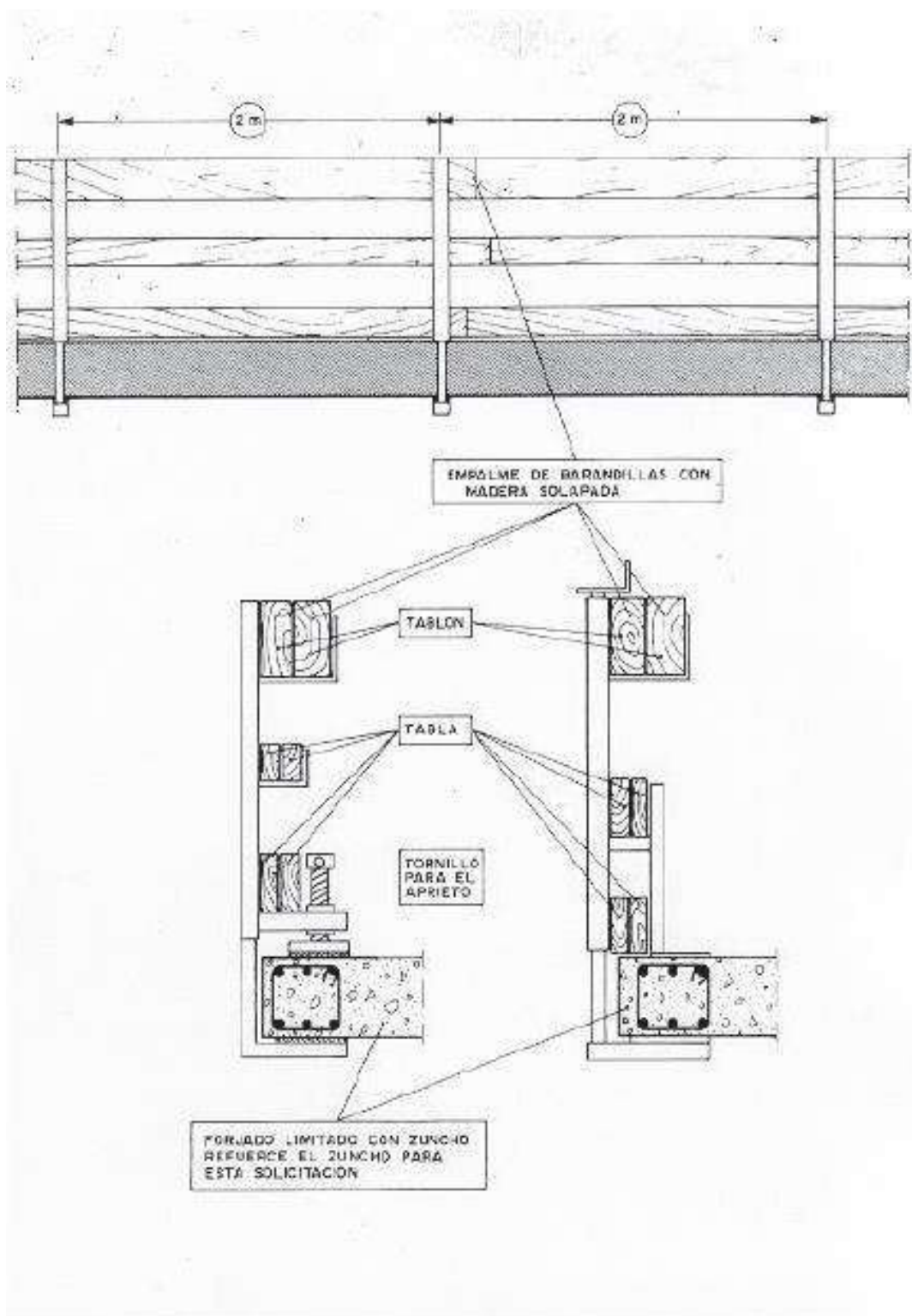
Una mala colocación de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.

Una mala ejecución de la Gaza puede tener como consecuencia, la caída de la carga.

### Forma correcta de construcción de una Gaza:

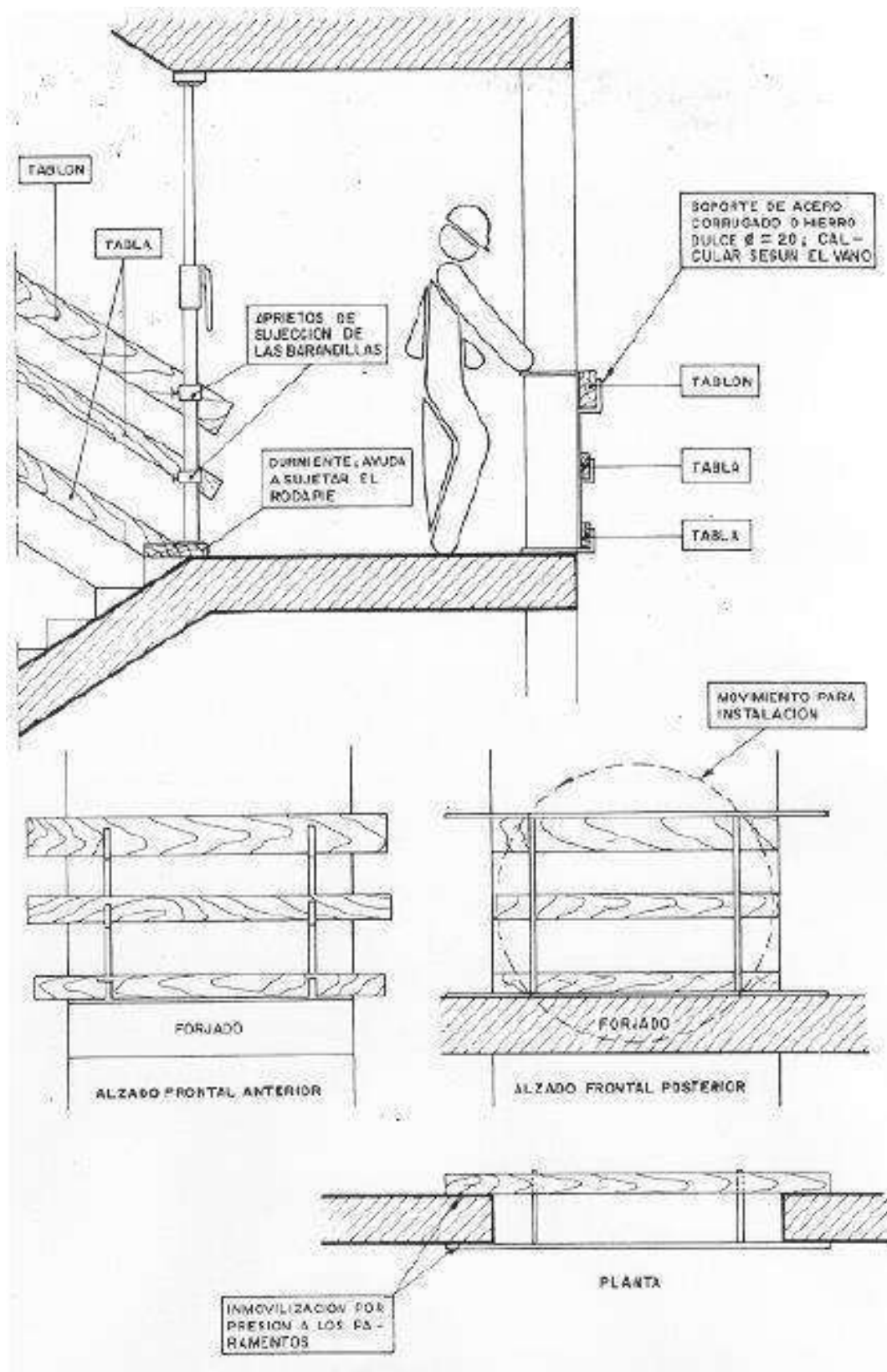


#### 4.4 BARANDILLAS

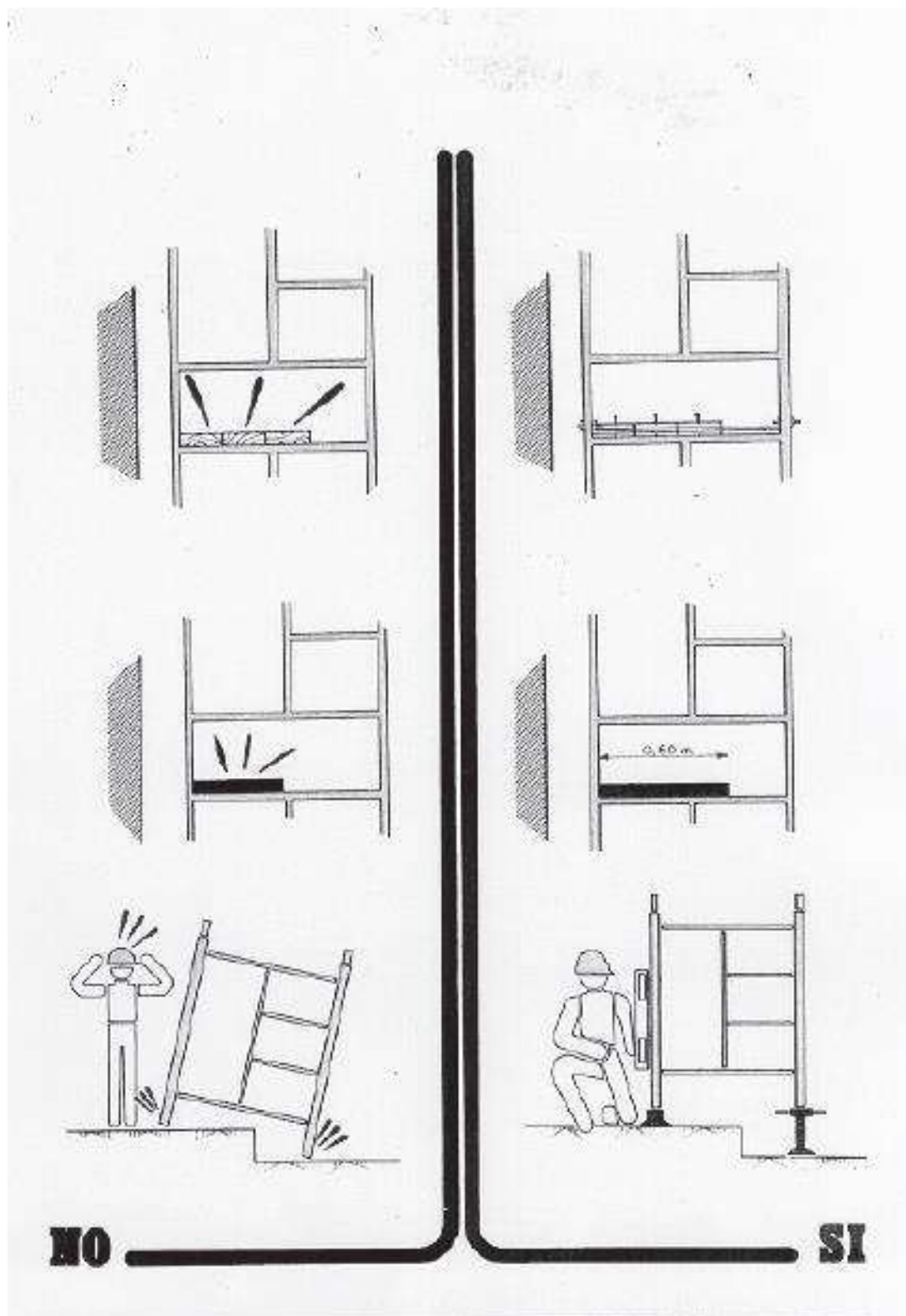


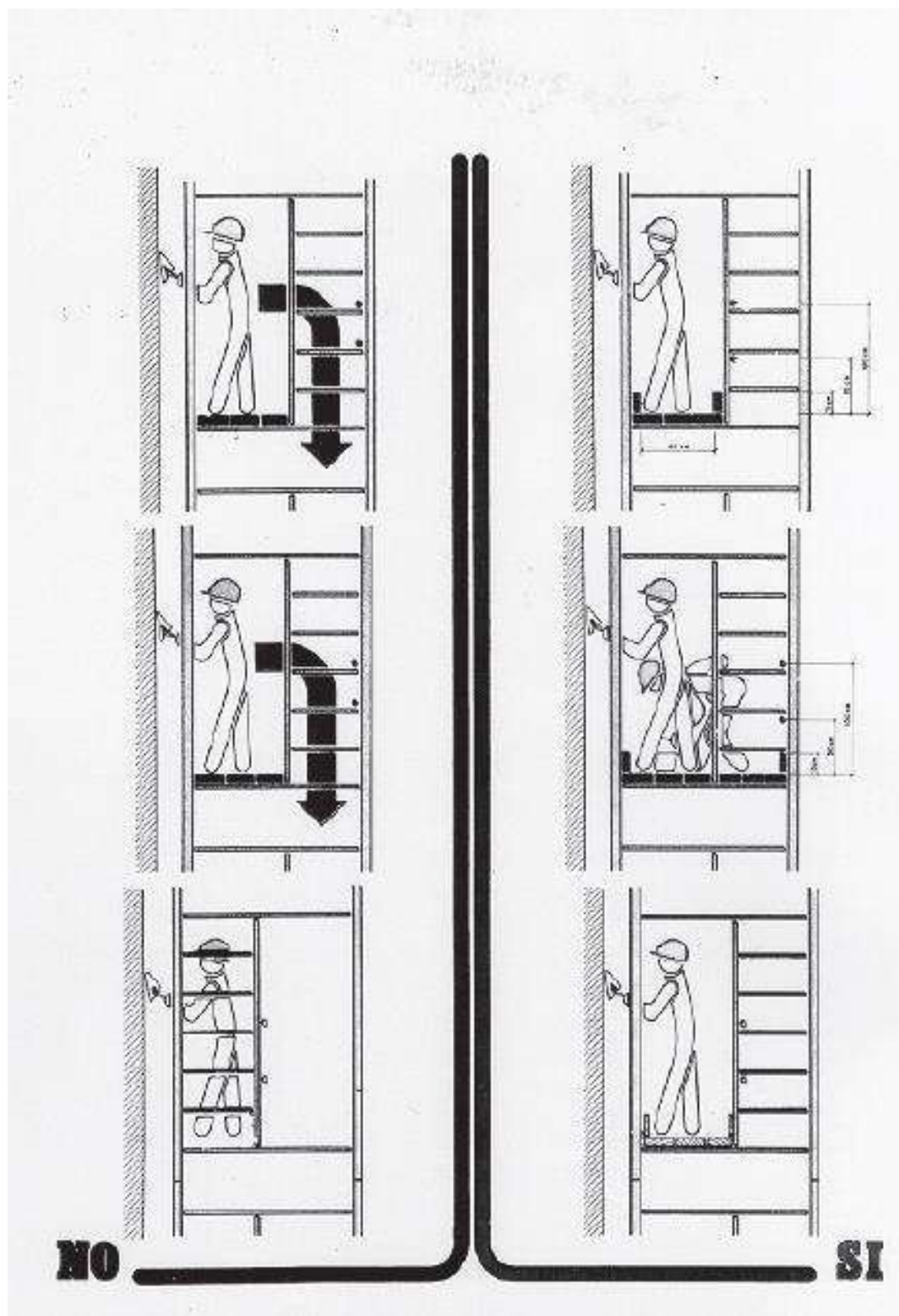


#### 4.5 MEDIDAS SEGURIDAD EN ANDAMIOS

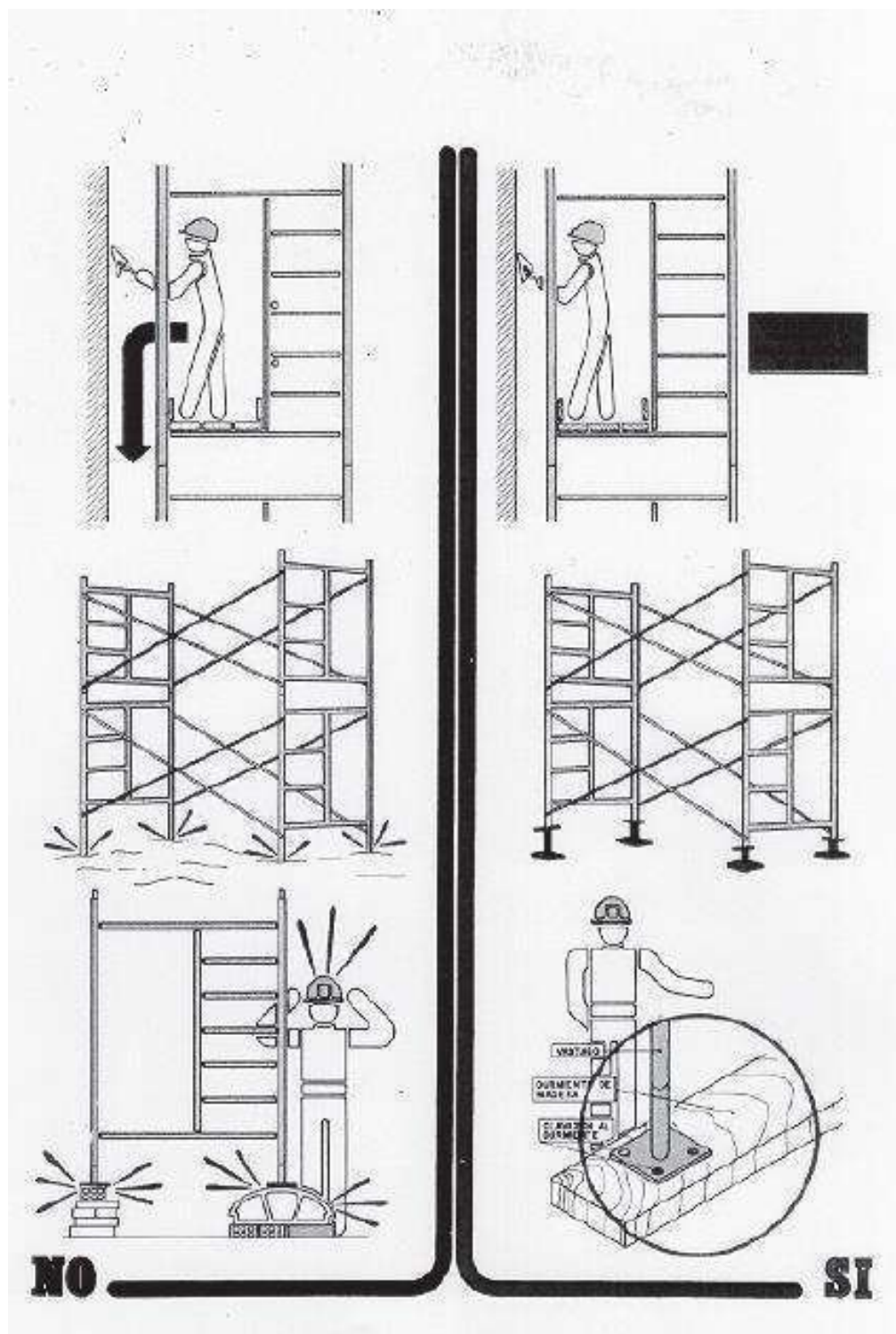


#### 4.6 ANDAMIOS MÓVILES

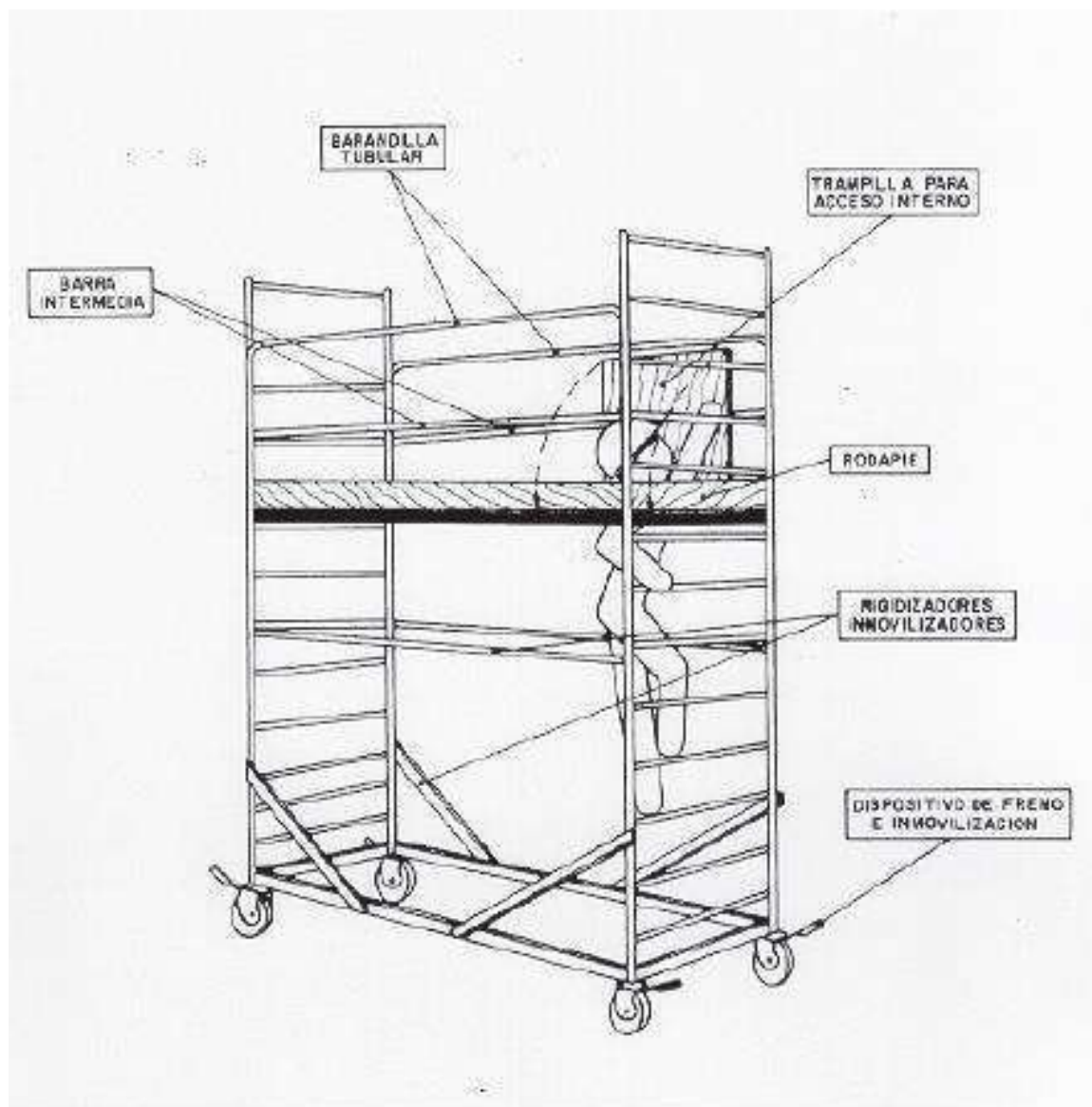


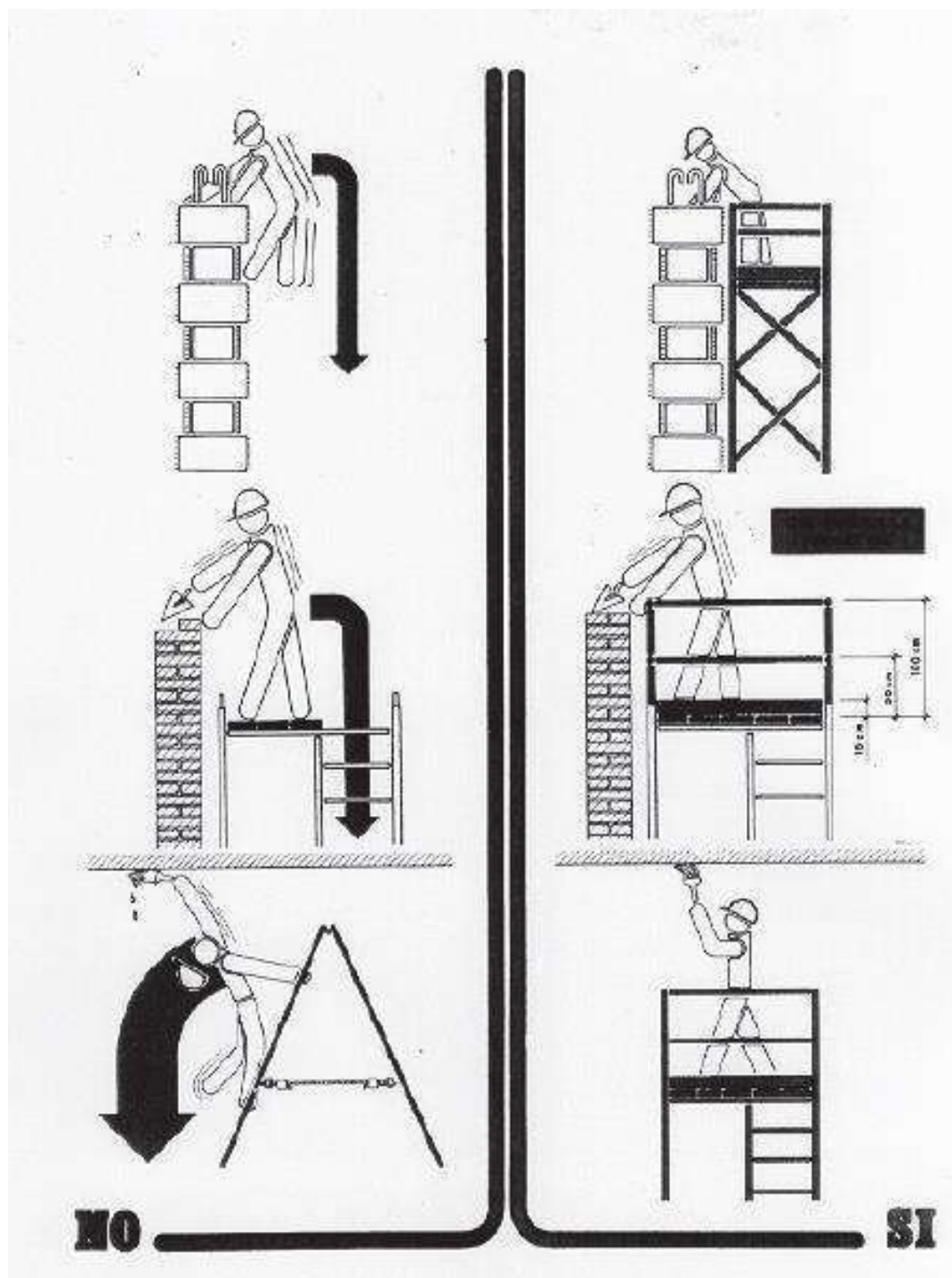


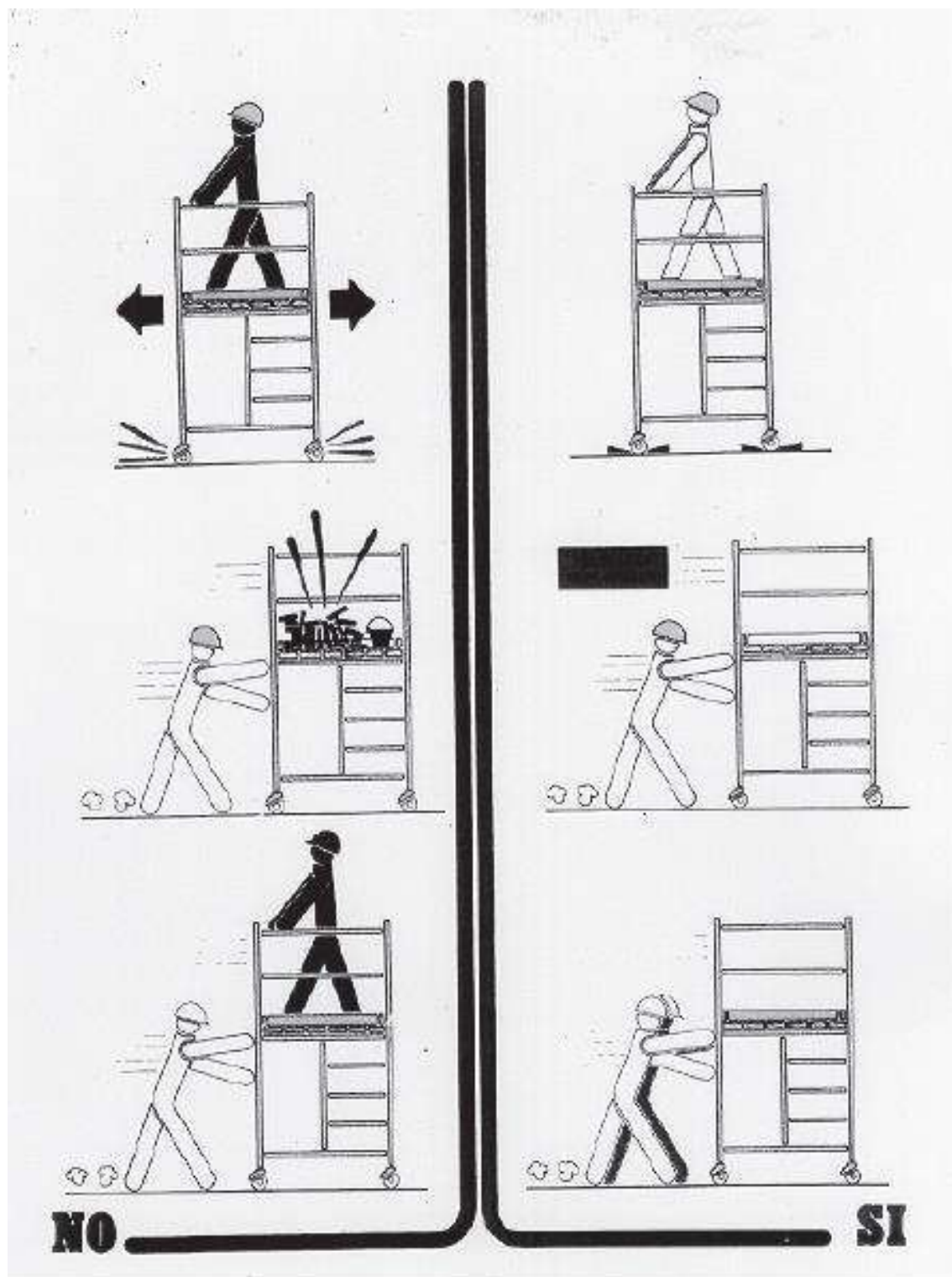




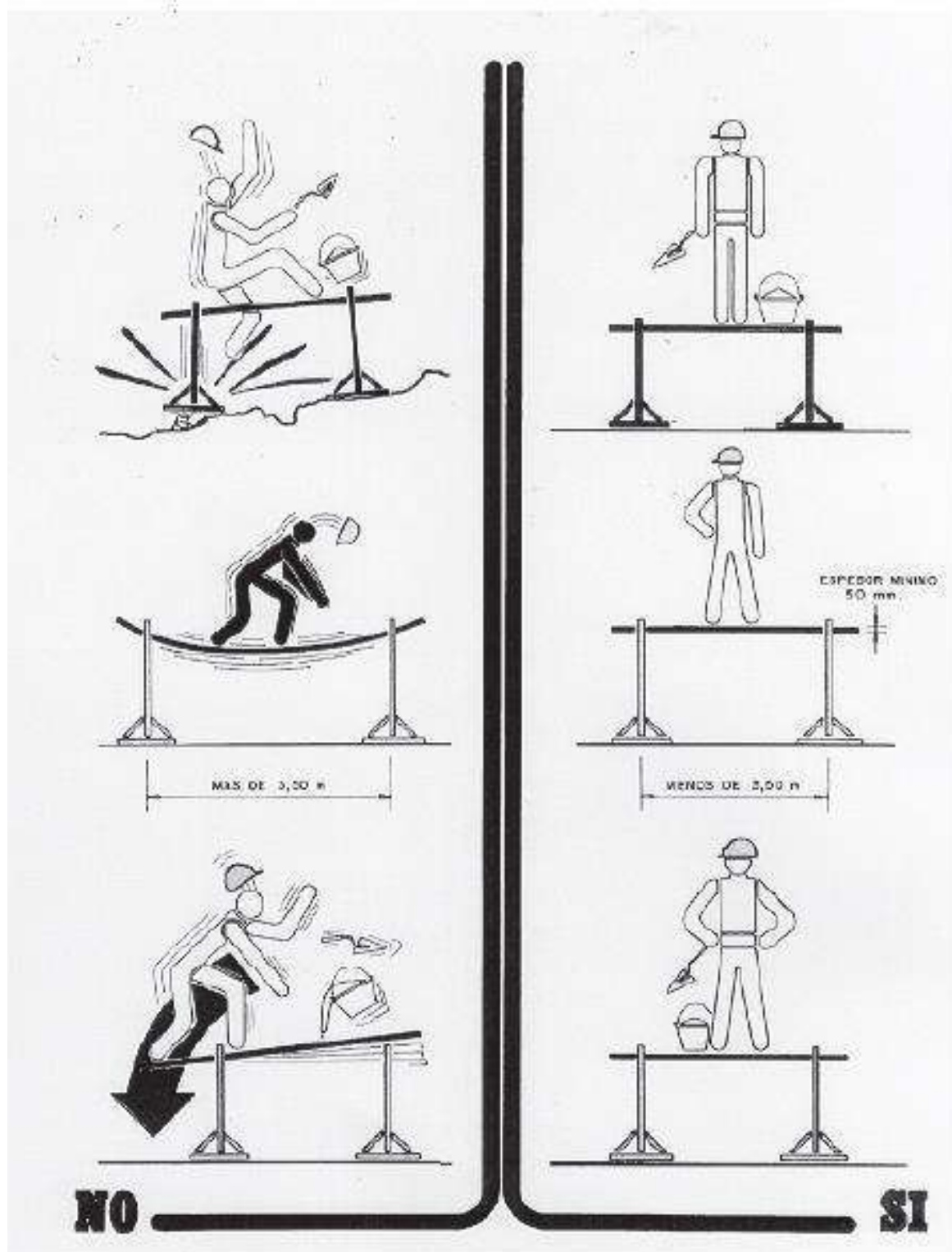




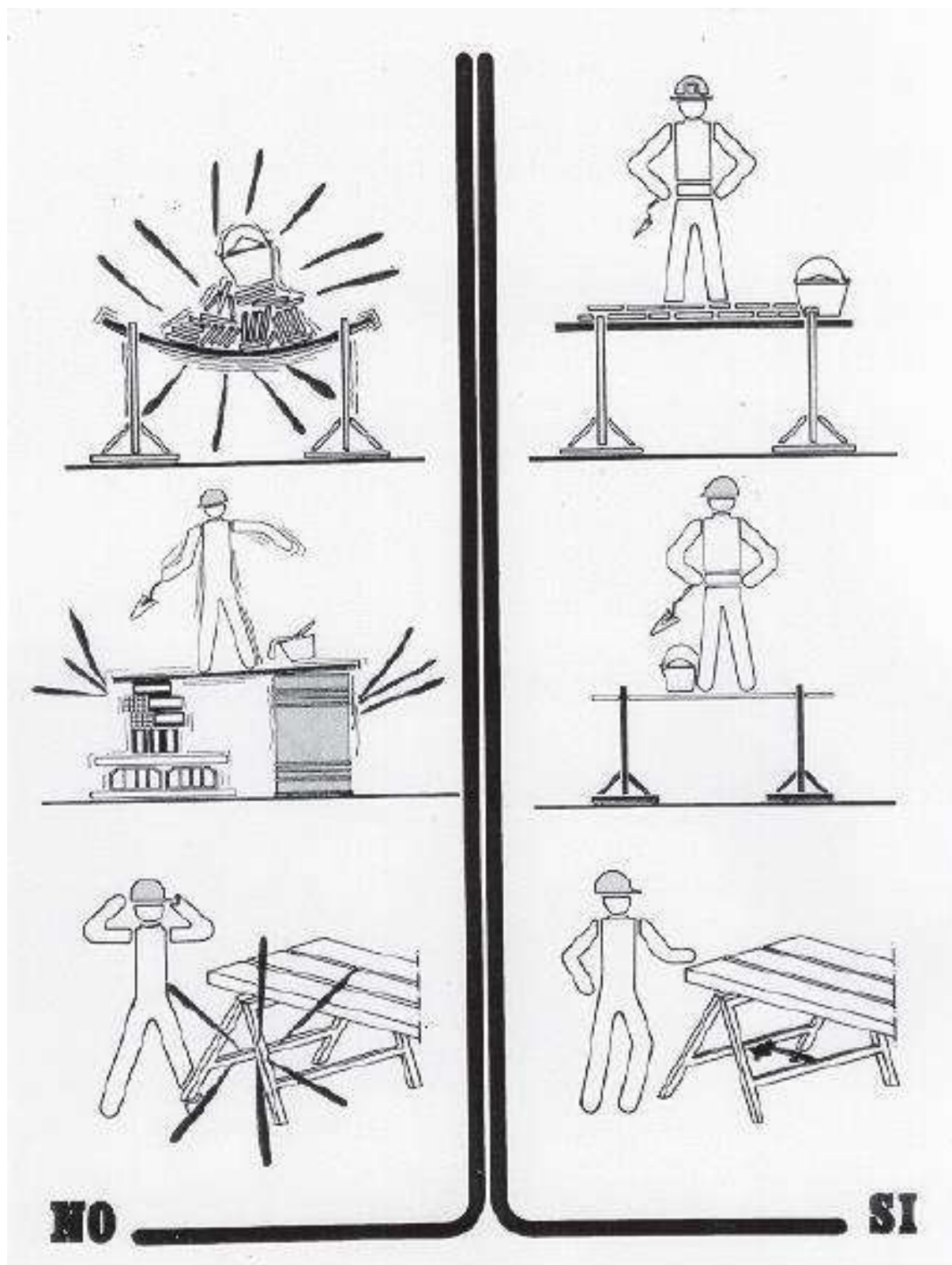


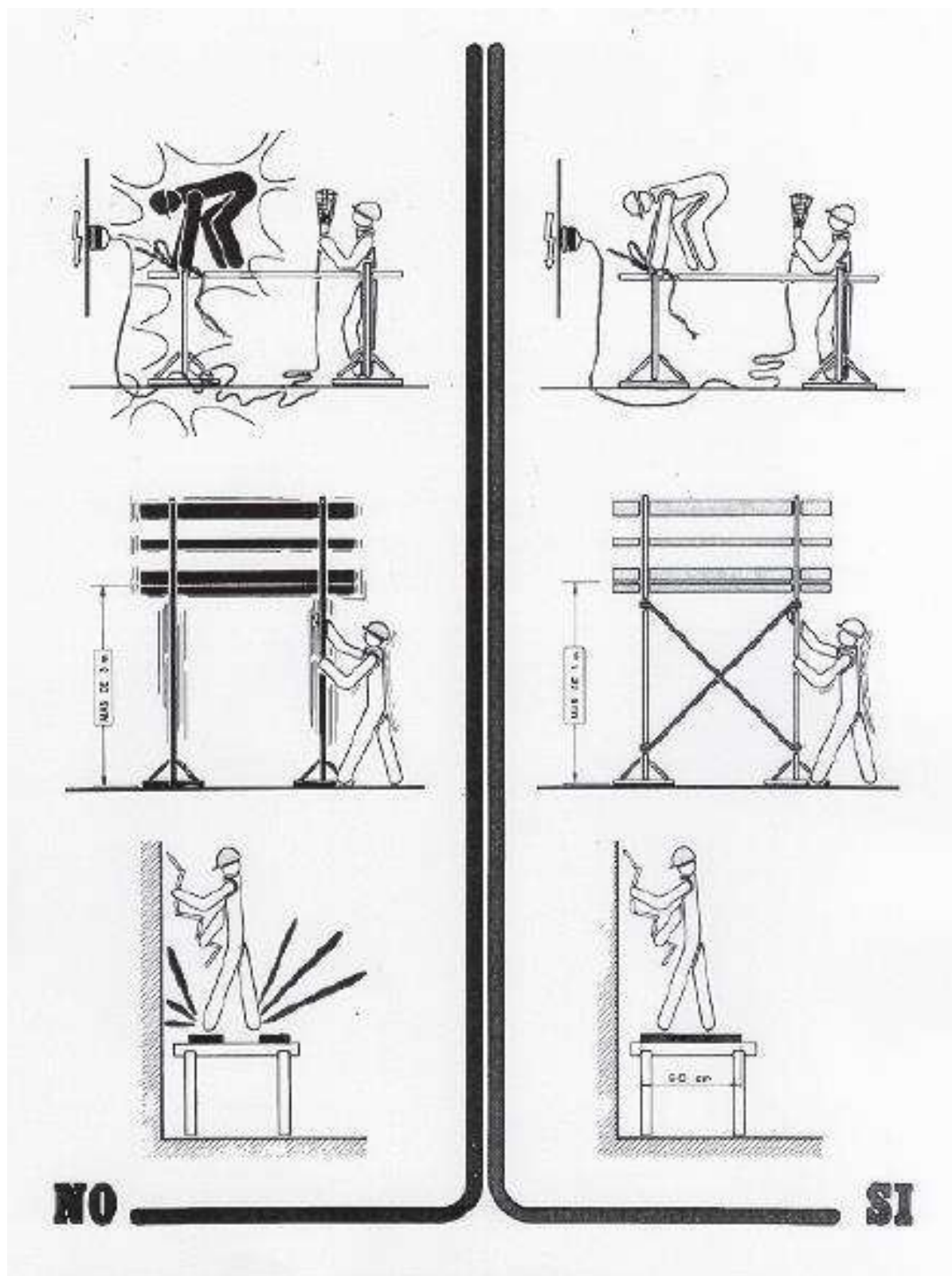


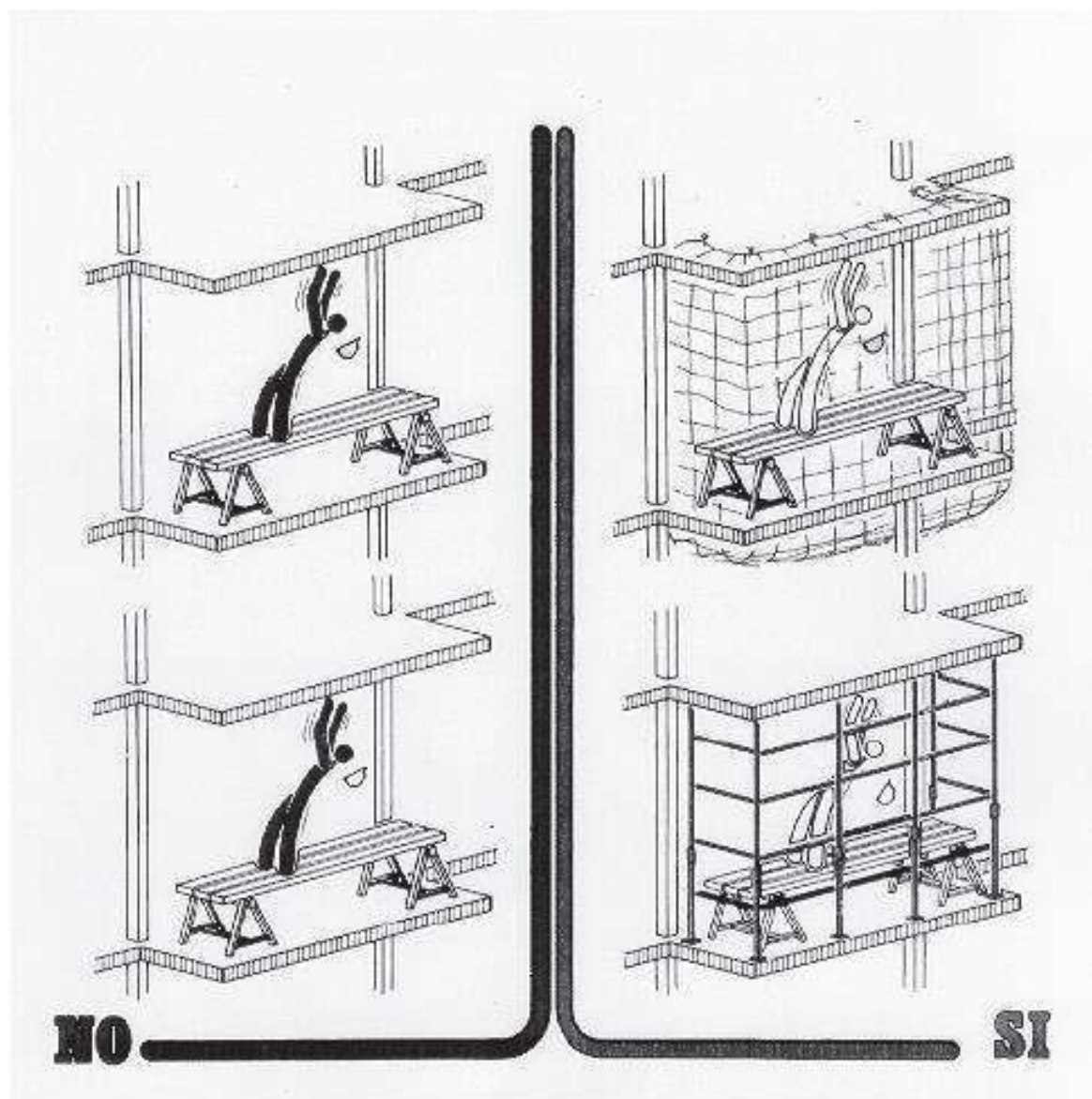
#### 4.7 ANDAMIOS DE BORRIQUETAS





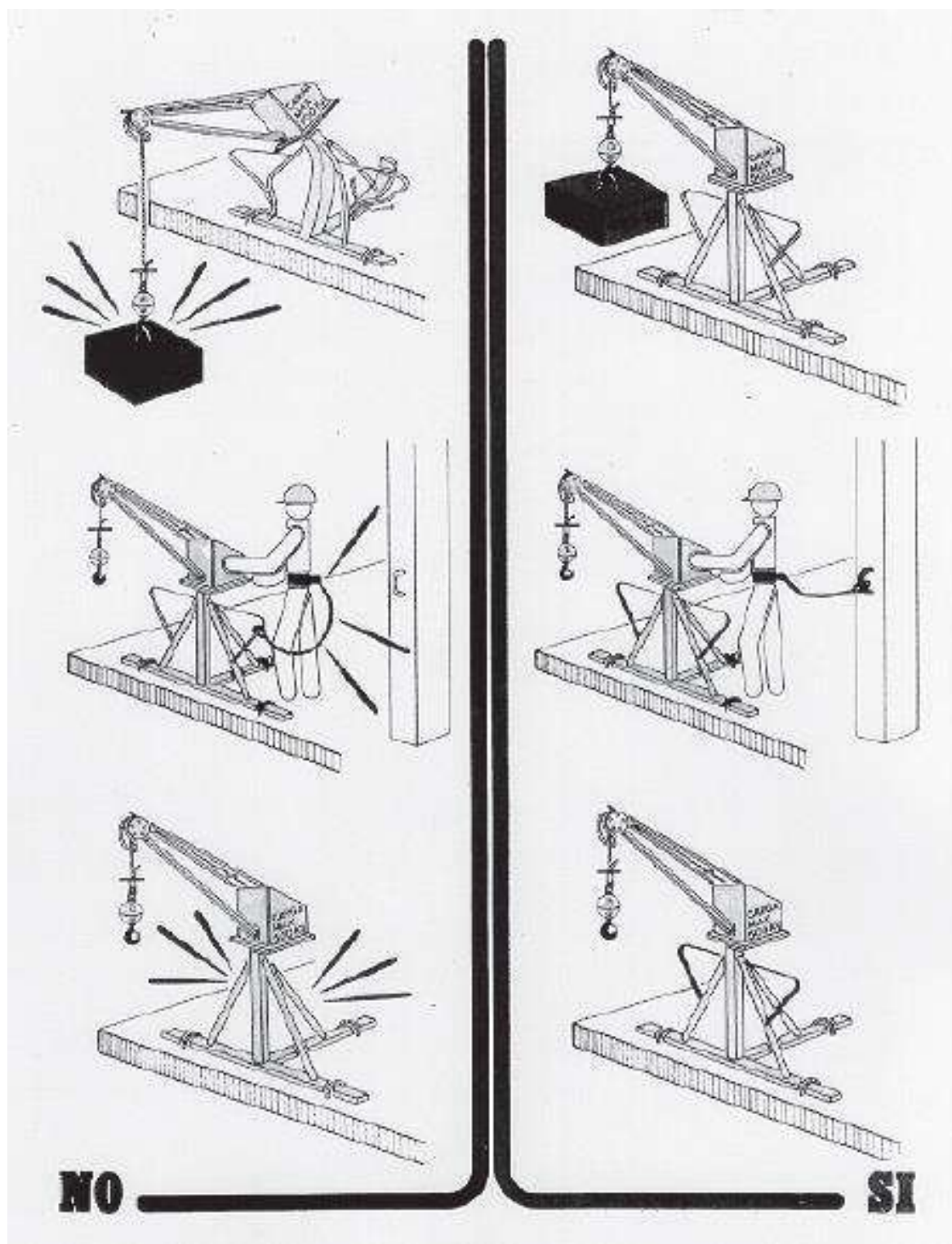




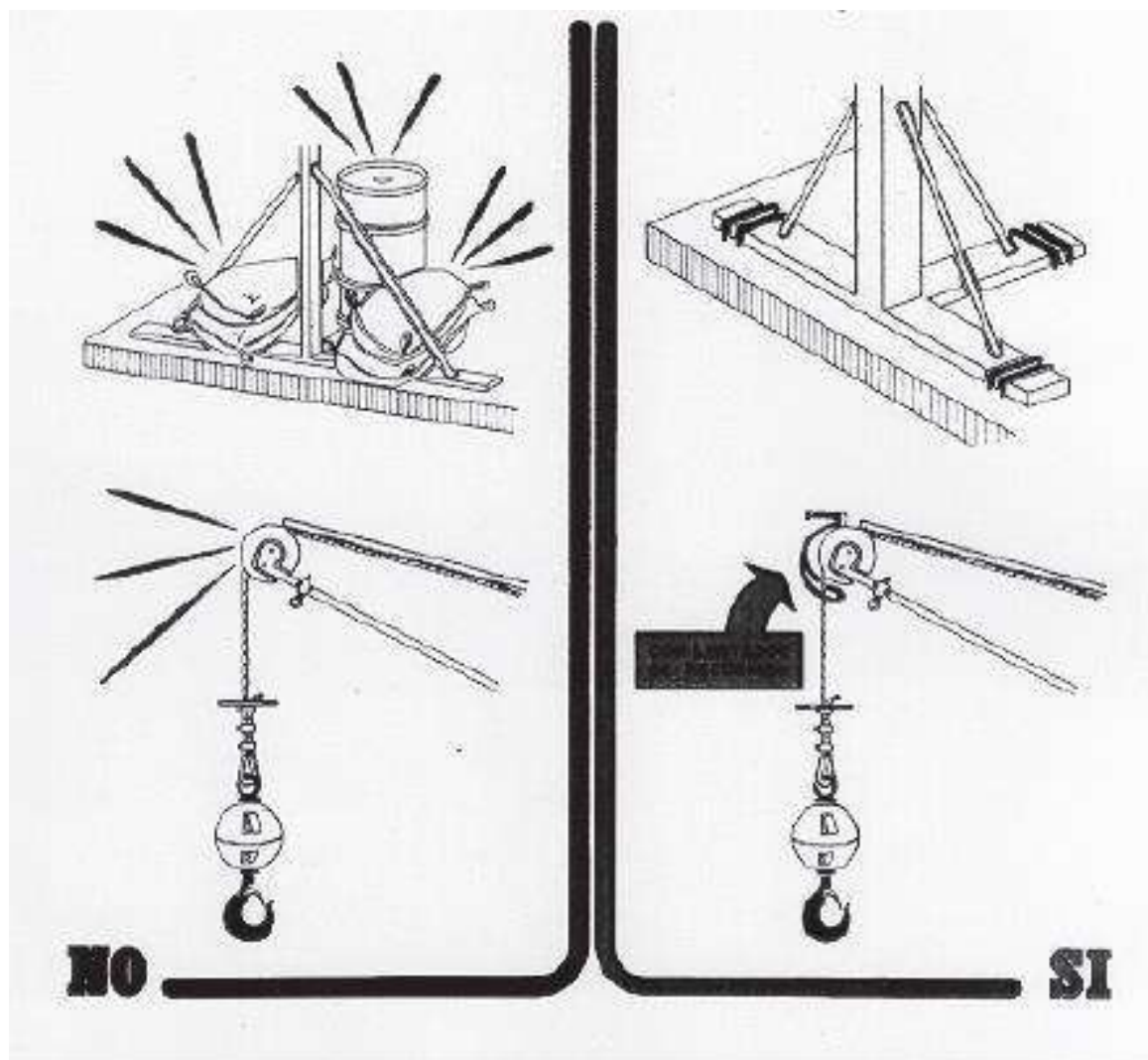


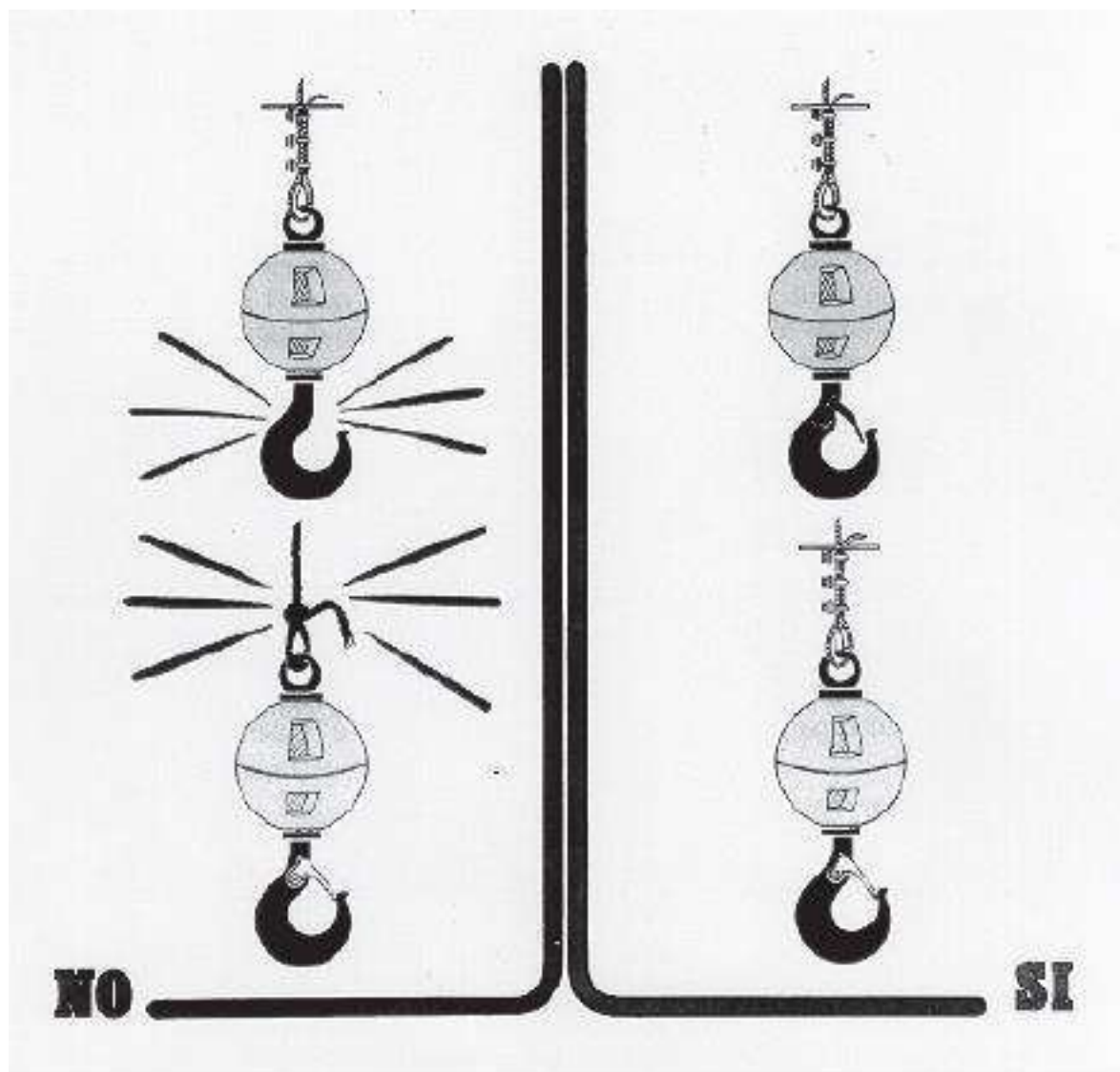


#### 4.8 CABESTRANTE DE IZADO (MAQUINILLO)

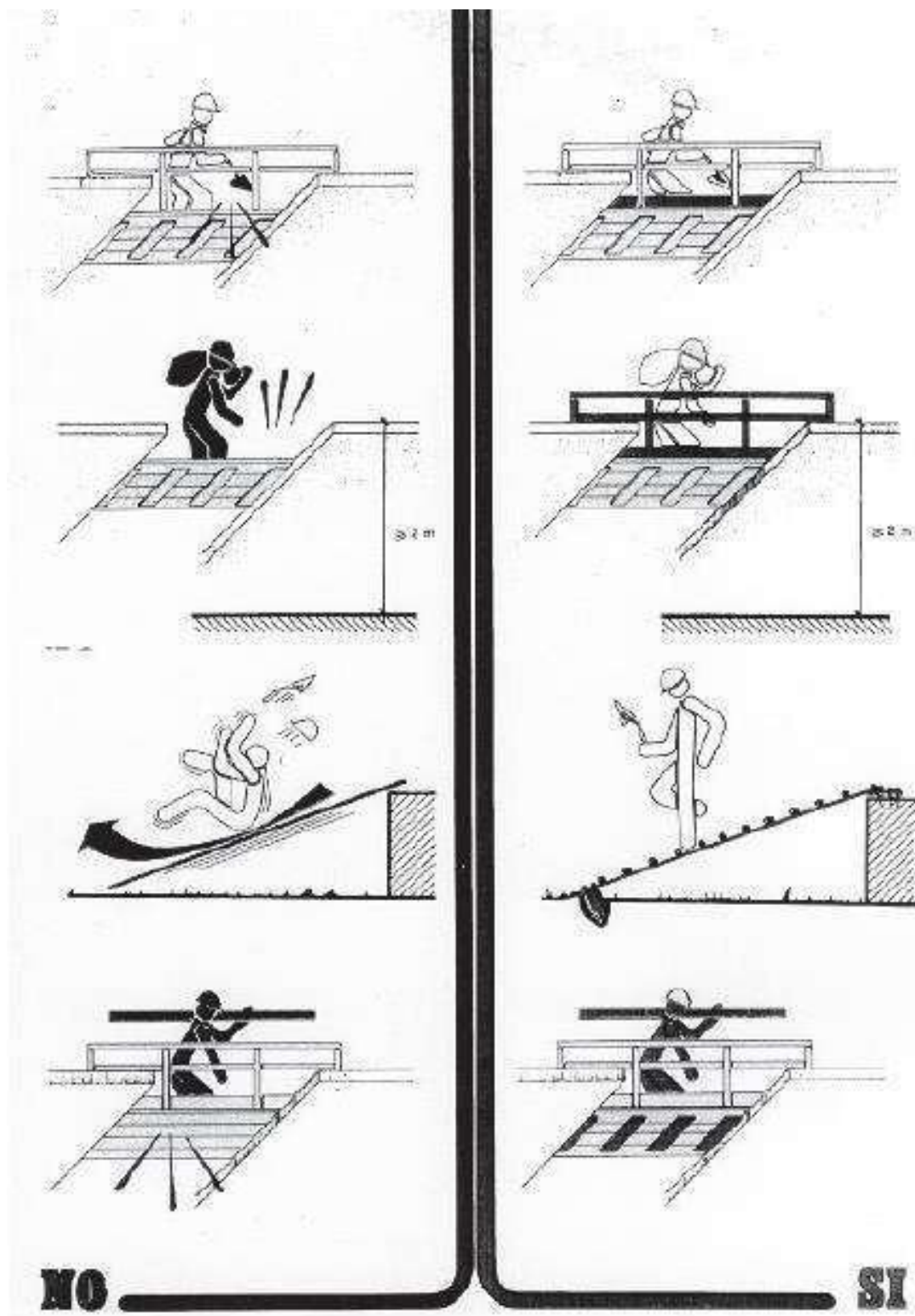




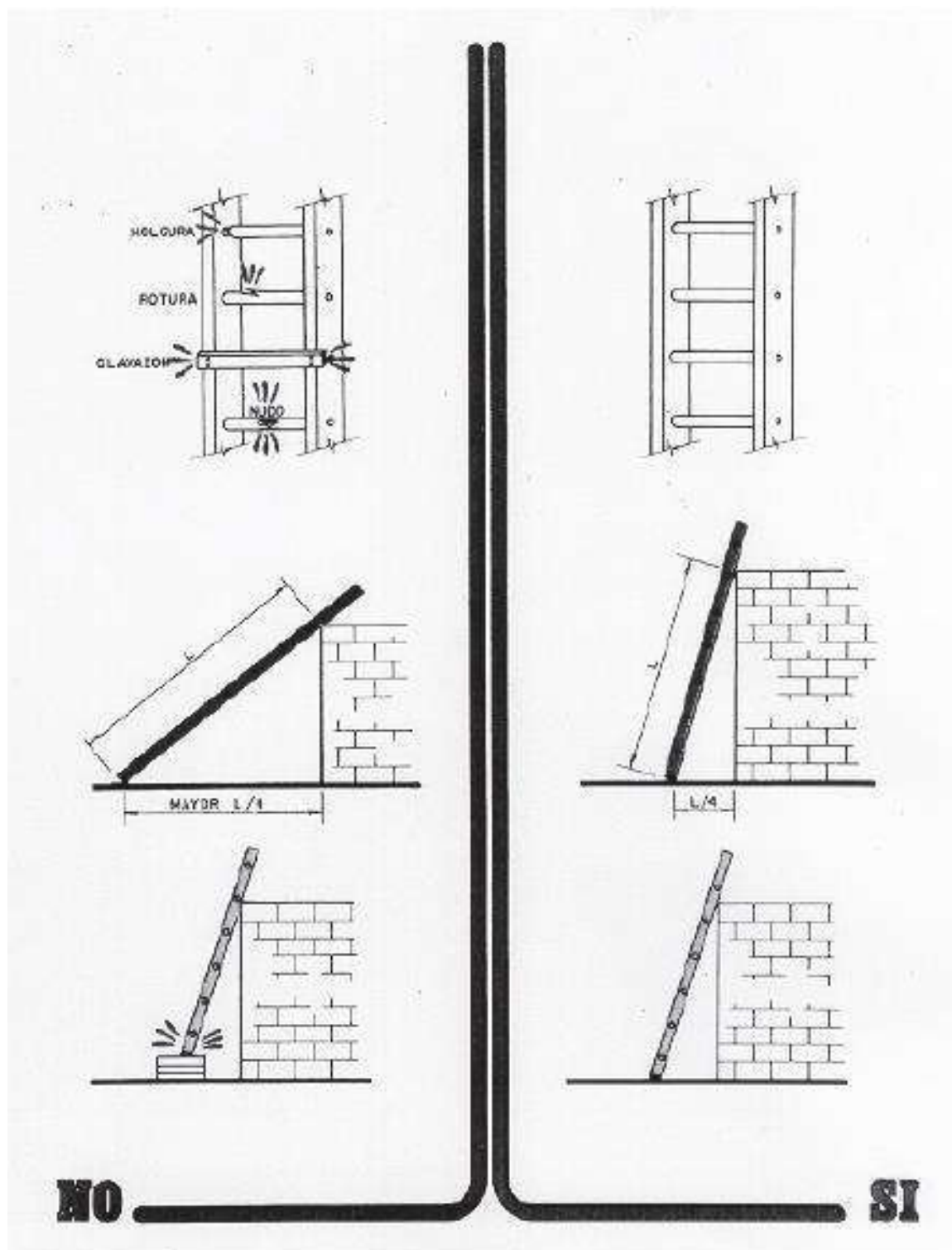




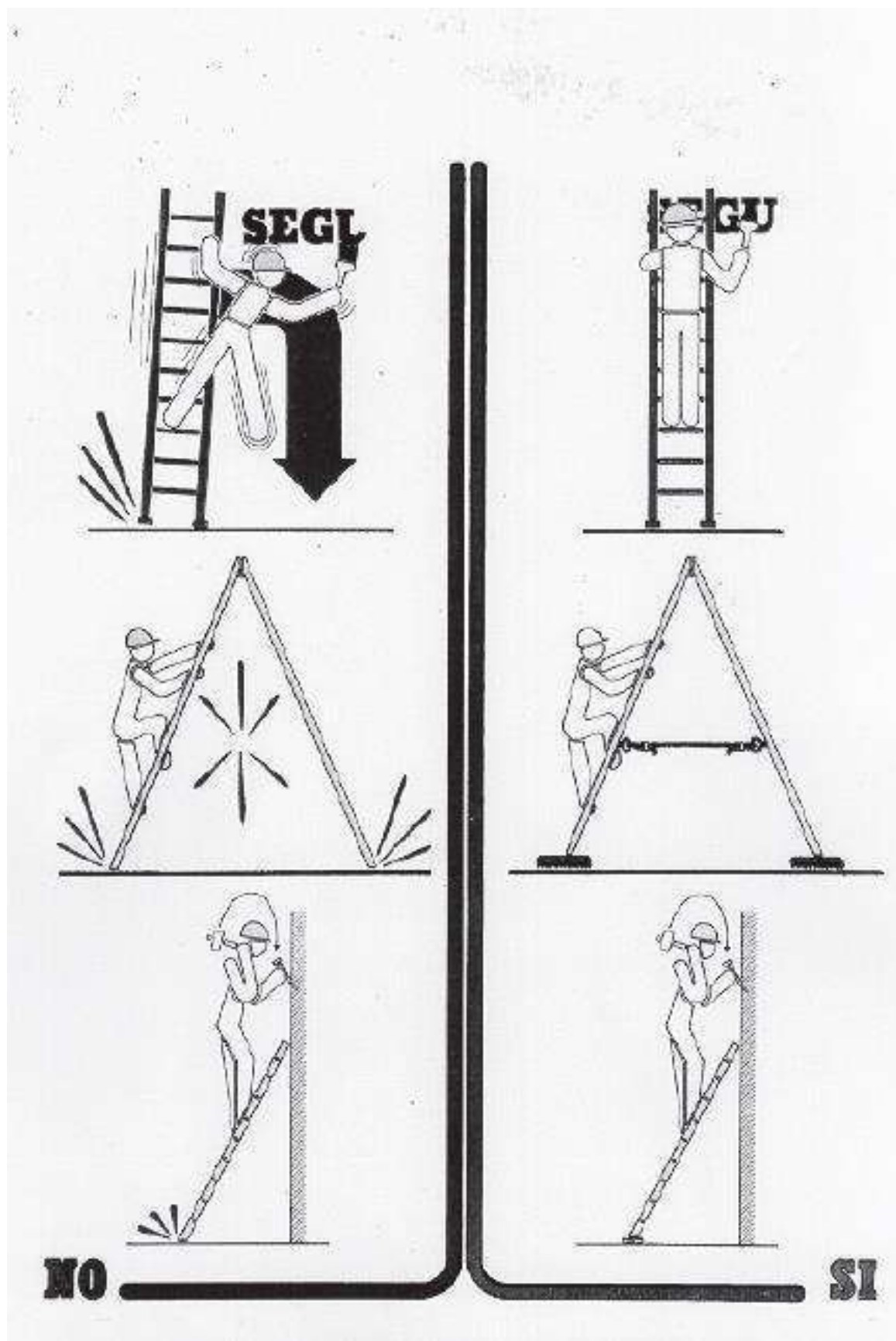
#### 4.9 PASARELAS



#### 4.10 ESCALERAS. MEDIDAS DE SEGURIDAD

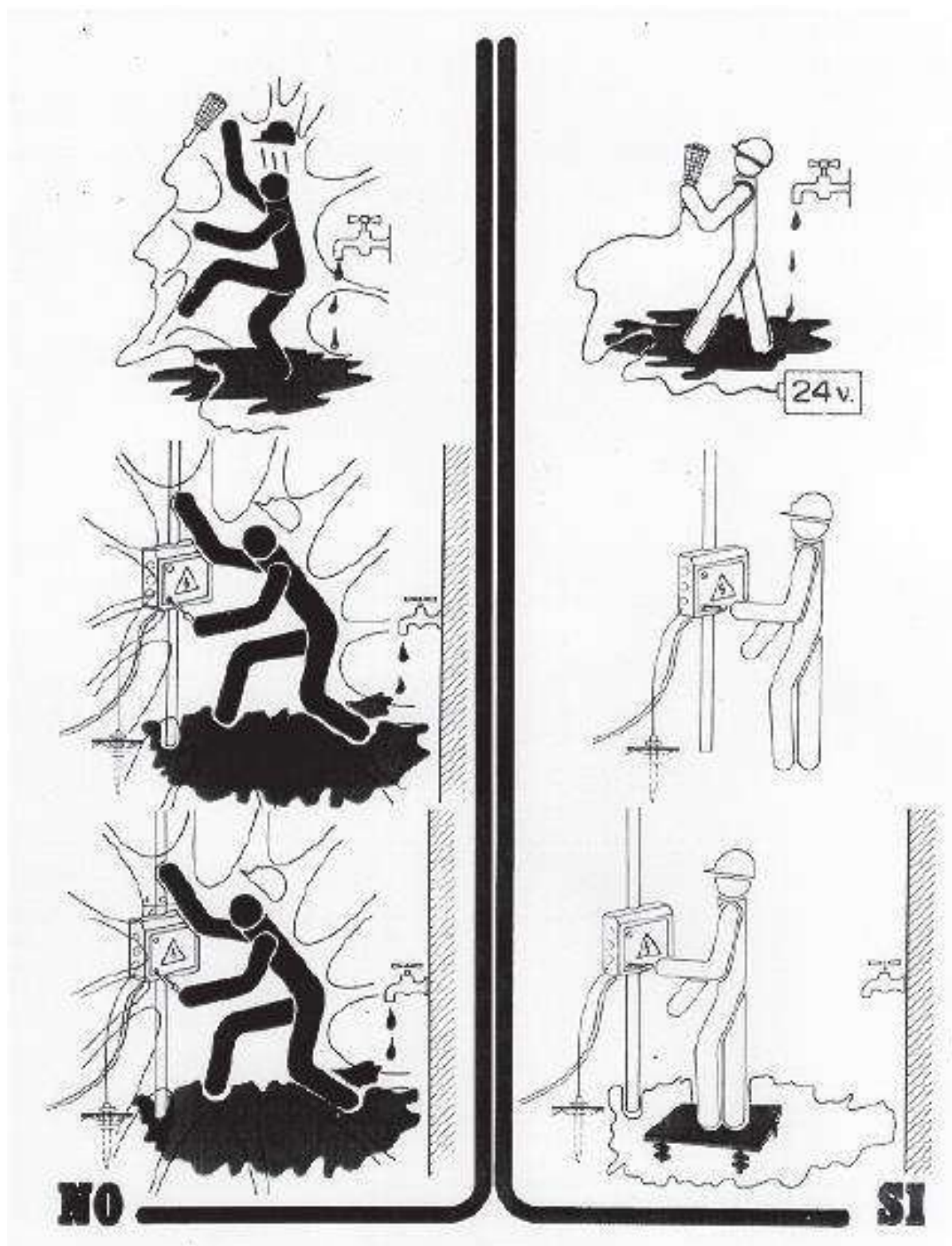




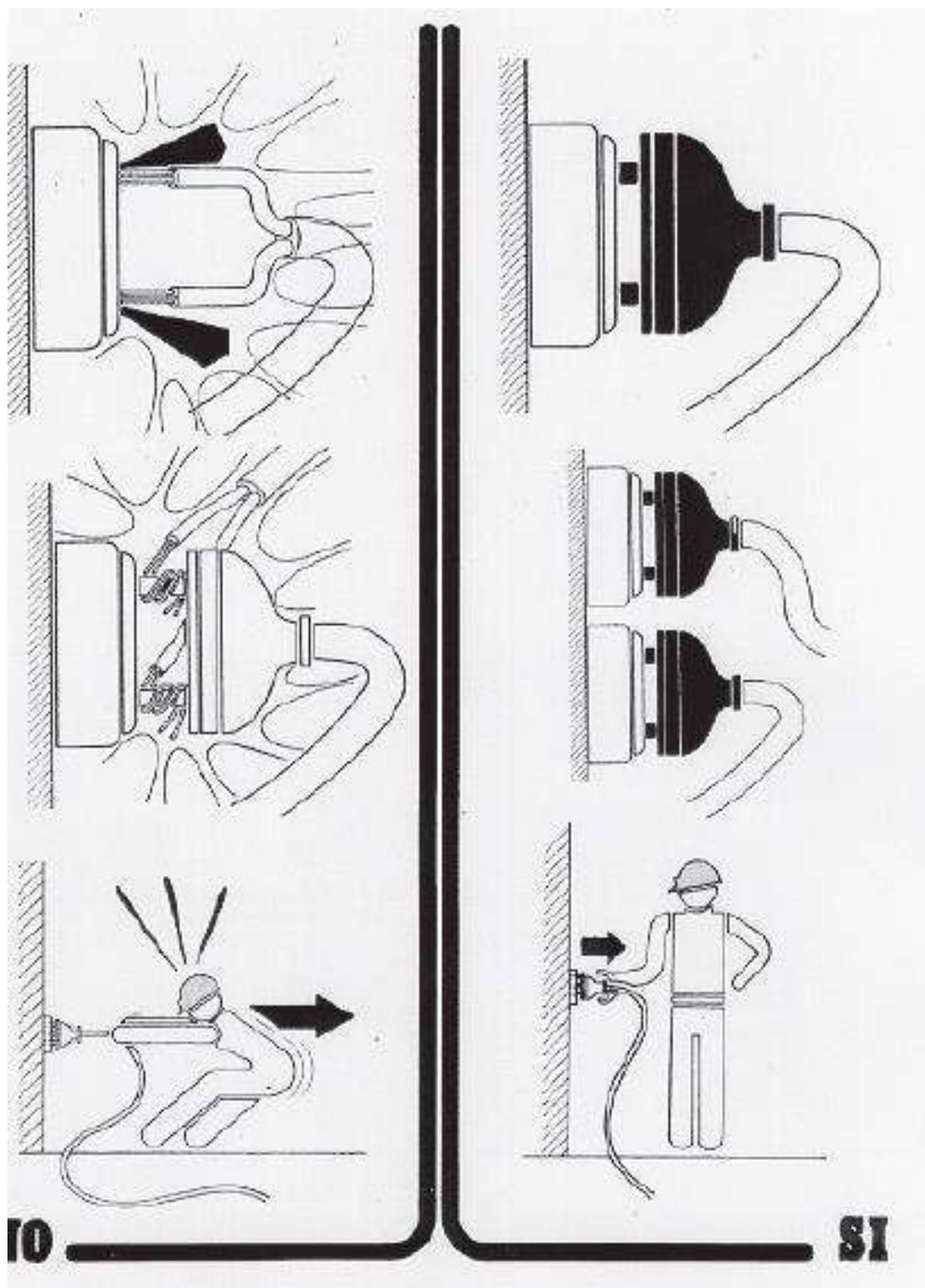


#### 4.11 RIESGO ELÉCTRICO

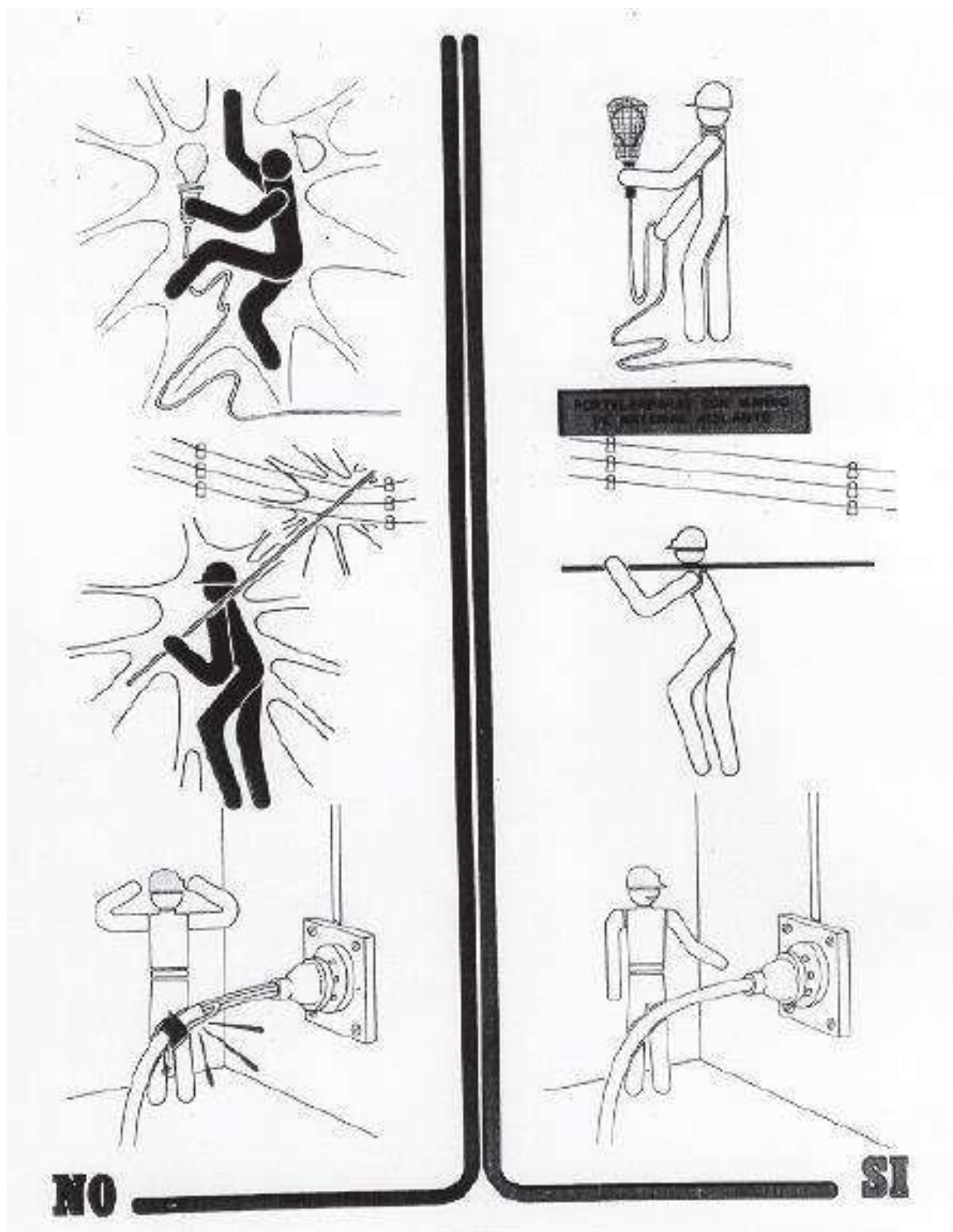


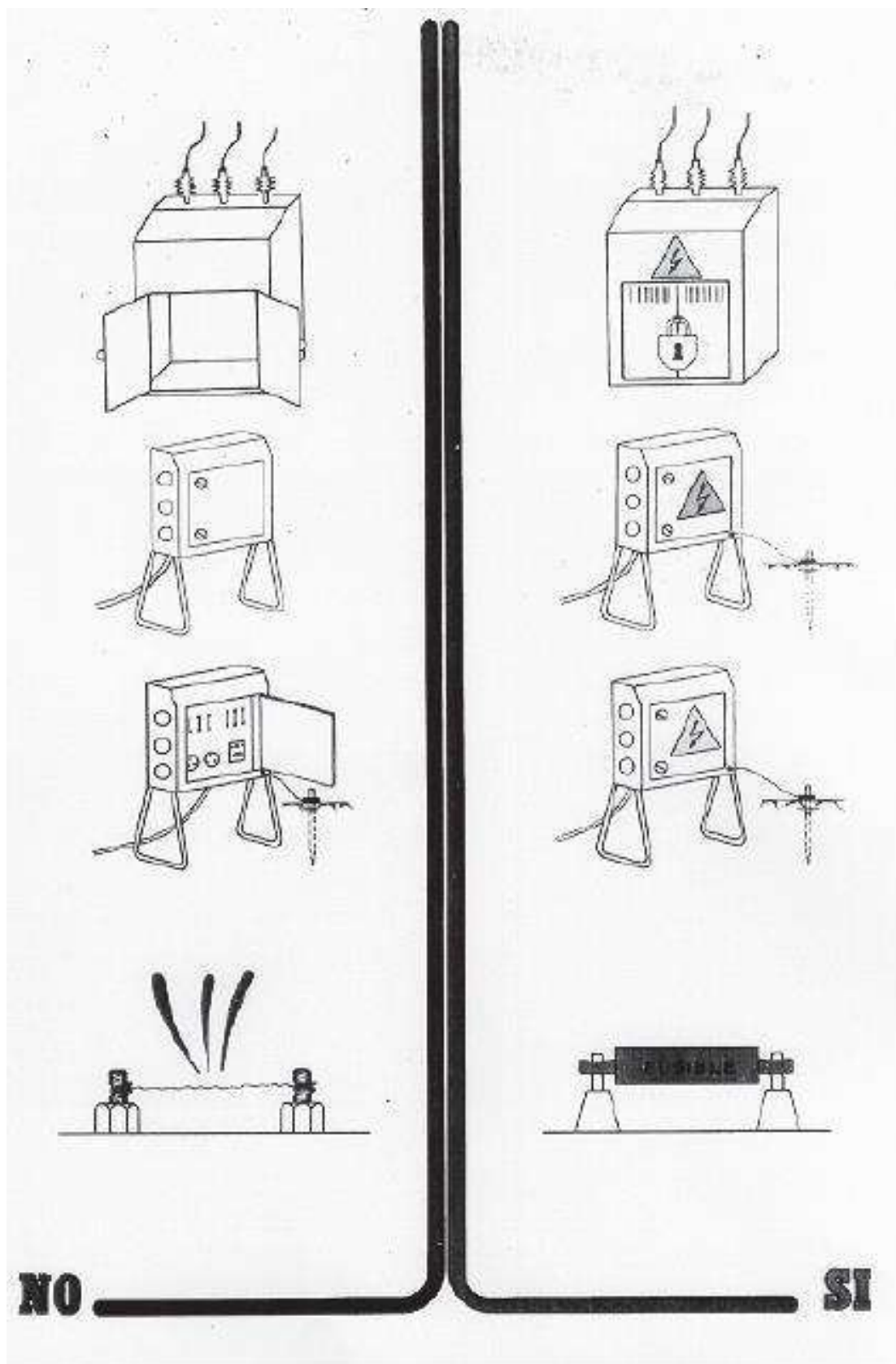


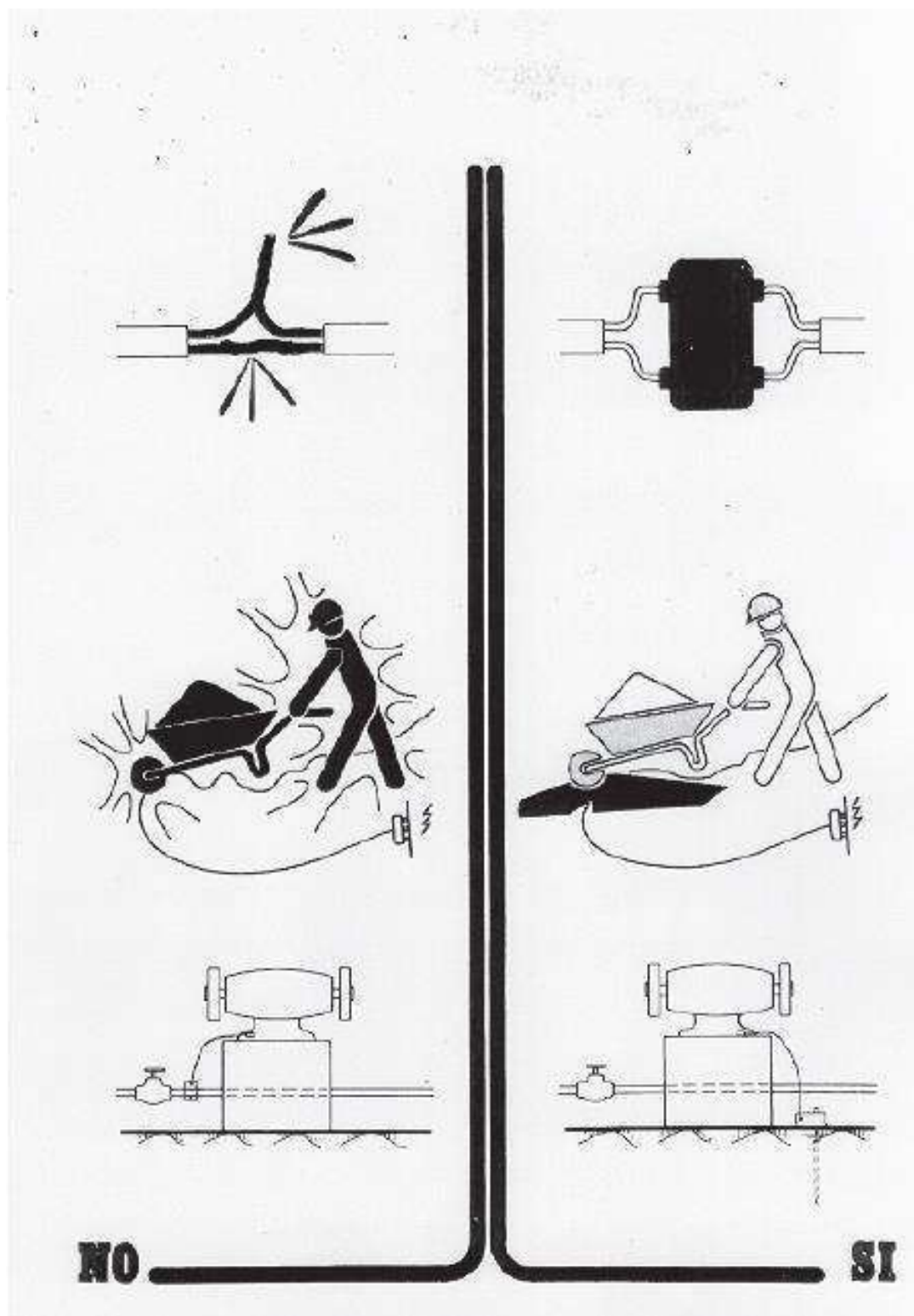


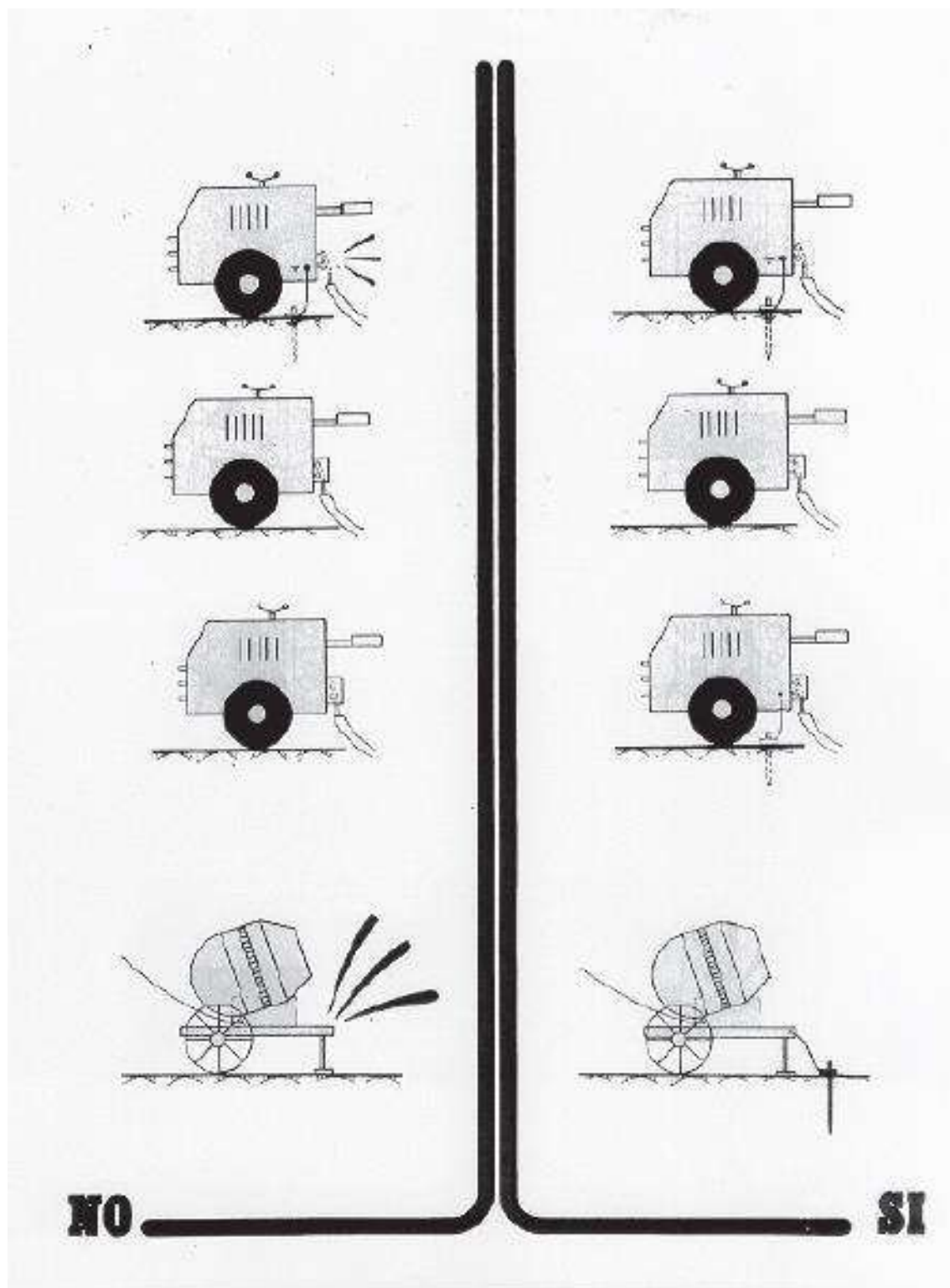




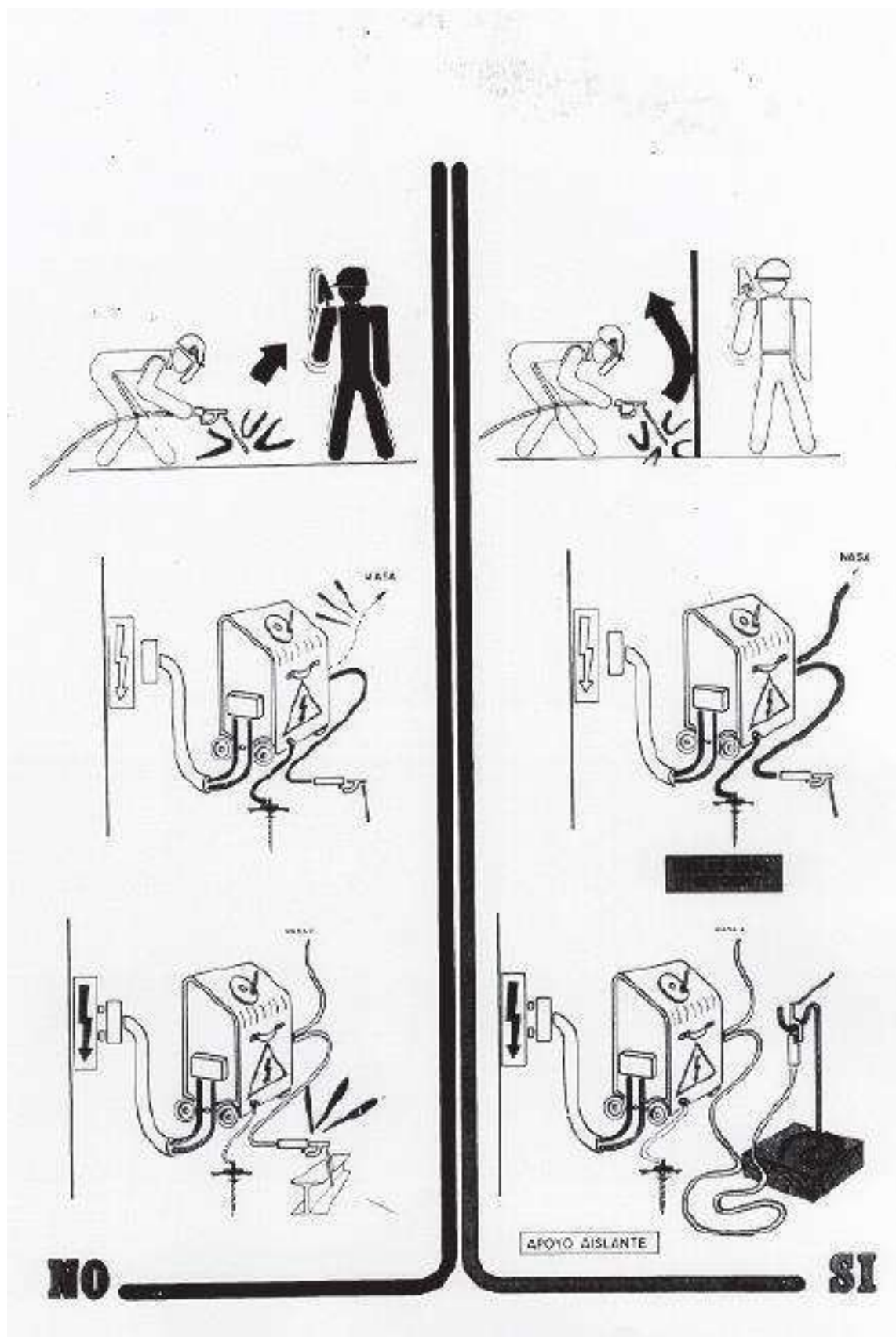














# ANEXO N°9: PLAN BÁSICO DE CONTROL DE CALIDAD



## PROYECTO CONSTRUCTIVO DE “PLANTA FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV”



## Tabla de contenido

1.	PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS MATERIALES .....	2
1.1.	COMPROBACIÓN DE CERTIFICADOS, CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS Y ENSAYOS .....	2
1.2.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN, RECHAZO Y LIBERACIÓN DE MATERIALES .....	2

## 1. PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS MATERIALES

A continuación, se describe el control a realizar a los materiales a recepcionar en obra.

### 1.1. COMPROBACIÓN DE CERTIFICADOS, CUMPLIMIENTO DE NORMATIVAS Y ENSAYOS

La naturaleza y frecuencia de los ensayos y/o controles a realizar, tanto para la recepción de los materiales y acopios como de las distintas unidades o conjunto de ellas, se hará de acuerdo con las disposiciones recogidas en la Norma ISO 9001 y siguiendo las indicaciones recogidas en las siguientes publicaciones:

- Certificación de hormigón: se realizará el control en base a la instrucción estructural recogida en el R.D. 2.661/1998, de 11 de diciembre, concretamente en base a la Instrucción EHE-08.
- Certificación de cableado: confirmación de cumplimiento de normativa IEC y marcado CE. Se exigirá certificado de aprobación al fabricante.
- Módulos fotovoltaicos: cumplimiento de normativa IEC-61215 y marcado CE. Se exigirá certificado de aprobación al fabricante y ensayo del 1% de los módulos FV del proyecto por laboratorio autorizado independiente al fabricante, verificando las características principales del módulo según IEC-61215.
- Inversores: cumplimiento de normativa EN 60950, grado de protección IP65.
- Rendimiento máximo superior al 98.5%. Marcado CE y certificado por parte del fabricante en el que indique el grado de cumplimiento en cuanto a protección de máxima y mínima tensión de salida en alterna y protección de máxima y mínima frecuencia, todo ello conforme a la ITC-BT-40, del R.D. 842/2002, de 2 de agosto.

### 1.2. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN, RECHAZO Y LIBERACIÓN DE MATERIALES

En función de los parámetros de fabricación y estándares de calidad recogidos en las normas de fabricación, así como las tolerancias correspondientes, se aceptarán los materiales o se rechazarán.

El material a la recepción en la obra será inspeccionado visualmente por el responsable de calidad para diferenciar los materiales aceptables de los susceptibles a rechazo. Se comprobará que todo el material recibido dispone de los correspondientes certificados de calidad de producto. Así mismo se determinará que partidas serán susceptibles de ensayo para determinar la calidad de los lotes recibidos.

Toda la documentación será archivada: albaranes de proveedores con anotaciones de recepción, registro del material rechazado, etc.

# ANEXO N°10:

## ESTUDIO HIDROLÓGICO ARROYO EL CIERVO





# ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO DEL ARROYO EL CIERVO EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA “SANTA MARÍA DE LAS LOMAS”.

## T.T.M.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

**PROPIEDAD:**

## SOLAR AIRPORT

MARZO 2020

www.grupowats.com



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ORDEN DE ENCARGO.....</b>	<b>7</b>
<b>3. OBJETO .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>10</b>
<b>5. ESTUDIO HIDRÁULICO.....</b>	<b>12</b>
5.1. SITUACIÓN ACTUAL .....	12
5.1.1. AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO .....	12
5.1.2. AVENIDA DE 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO .....	21
5.2. SITUACIÓN FUTURA.....	25
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>

### LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Situación finca “Santa María de las Lomas” .....	5
Imagen 2: Localización de la finca “Santa María de las Lomas” .....	6
Imagen 3: Trazado de la nueva línea eléctrica aérea.....	7
Imagen 4: Zona de Flujo Preferente .....	8
Imagen 5: Diagrama de flujo para la elección del Método de cálculo de caudales .....	11
Imagen 6: Envolvente máxima de calado. T100 años .....	13
Imagen 7: Envolvente máxima de velocidad. T100 años .....	13
Imagen 8: Envolvente máxima de cota. T100 años.....	14
Imagen 9: Envolvente máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años.....	14
Imagen 10: Zoom de la máxima envolvente de calado en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T100 años.....	15
Imagen 11: Zoom de la máxima envolvente de velocidad en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T100 años.....	16
Imagen 12: Zoom de la máxima envolvente de caudal específico en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T100 años.....	16
Imagen 13: Zona de Inundación Peligrosa .....	17
Imagen 14: Zoom de la Zona de Inundación Peligrosa en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”.....	18
Imagen 15: Vía de Intenso Desagüe.....	19
Imagen 16: Zoom de la Vía de Intenso Desagüe en las proximidades a la finca “Santa María de las Lomas” .....	19
Imagen 17: Zona de Flujo Preferente .....	20
Imagen 18: Zoom a la Zona de Flujo Preferente en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”.....	21

Imagen 19: Envolvente máxima de calado. T500 años .....	22
Imagen 20: Zoom de la máxima envolvente de calado en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T500 años .....	22
Imagen 21: Envolvente máxima de velocidad. T500 años .....	23
Imagen 22: Zoom de máxima envolvente de velocidad en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T500 años .....	23
Imagen 23: Envolvente máxima de cota. T500 años .....	24
Imagen 24: Zoom de máxima envolvente de cota en el entorno “Santa María de Las Lomas”. T500 años .....	24
Imagen 25: Propuesta de disposición de planta solar en la finca “Santa María de las Lomas” .	25
Imagen 26: Alzado de las placas solares en la planicie de inundación .....	26
Imagen 27. Modelo “C”- Celosía de poste eléctrico previsto para la nueva línea .....	27
Imagen 28: Avenida de máxima envolvente de calado. T100 años .....	27
Imagen 29: Zona de Flujo Preferente. Interacción con campo Solar. Escenario Futuro. T 100 años .....	28
Imagen 30. Zoom de la máxima envolvente de calado en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T500 años .....	29

## **LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1: Parcelario catastral de la finca “Santa María de las Lomas” .....	5
Tabla 2: Caudales de máxima avenida para el arroyo El Ciervo. Periodos de retorno de 100 y 500 años. Método Racional.....	11

## **APÉNDICES**

Apéndice 1. Estudio Hidrológico

Apéndice 2. Estudio Hidráulico

## **PLANOS**

Plano 01: Situación

Plano 02: Localización

Plano 03: Cuenca de aporte al arroyo El Ciervo

Plano 04: Situación actual

Plano 04.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 04.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 04.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 04.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 04.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 04.01.07: Zona de Flujo Preferente

Plano 04.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 04.02.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.02.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05: Situación futura

Plano 05.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 05.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 05.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 05.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 05.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 05.01.07: Zona de Flujo Preferente

Plano 05.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 05.02.01: Máxima envolvente de calado

Plano 05.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.02.03: Máxima envolvente de cota



## 1. INTRODUCCIÓN

La finca “Santa María de Las Lomas” se emplaza en la localidad de La Rinconada, provincia de Sevilla. Se constituye por las siguientes parcelas catastrales, y su superficie asciende a un total de 114,089 ha.

**Tabla 1: Parcelario catastral de la finca “Santa María de las Lomas”**

PROVINCIA	MUNICIPIO	POL	PARC	SUPERFICIE (ha)
Sevilla	La Rinconada	6	4	18,756
		6	1	13,648
		6	2	18,509
		6	37	2,500
		6	3	45,472
		5	28	15,204

**Imagen 1: Situación finca “Santa María de las Lomas”**



Imagen 2: Localización de la finca “Santa María de las Lomas”



## 2. ORDEN DE ENCARGO

**Solar Airport PV, S.L.**, con CIF B-90.366.725, y domicilio a efectos de notificaciones en Avenida Charles Darwin s/n, C.P 41.092 Sevilla, provincia de Sevilla, tiene a bien encargar a **WATS Técnicas de Ingeniería, S.L**, con C.I.F B-91725879 y domicilio en C/ Las Cruzadas nº 7 Bajo derecha C.P 41004, Sevilla, la redacción del presente **“Estudio hidrológico – hidráulico del arroyo El Ciervo en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”. T.M La Rinconada (Sevilla)”**.

## 3. OBJETO

La propiedad de la finca “Santa María de las Lomas”, tiene por objeto la implementación de un campo solar en los recintos catastrales indicados, optimizando la superficie de terreno disponible, sin olvidar el área potencialmente inundable por el arroyo El Ciervo.

Por otro lado, se pretende disponer una línea eléctrica aérea de media tensión de 5.380 m de longitud, cuyo trazado en planta se define desde la nueva planta fotovoltaica hasta un punto situado junto al canal del Bajo Guadalquivir de coordenadas UTM (ETRS89; HUSO 30) siguientes: X: 244.495; Y: 4.147.797, y que discurrirá paralelo al cauce del arroyo El Ciervo. Los postes no afectarán a la zona de servidumbre, y la altura a la que se dispone el cableado respetará la distancia mínima al terreno y cauce del arroyo cuando se cruce.

**Imagen 3. Trazado de la nueva línea eléctrica aérea.**



Para ello el presente documento se encarga del desarrollo de un Estudio Hidrológico – Hidráulico, para la determinación de la Zona de Flujo Preferente, dada la ausencia de



información sobre la misma en el cauce del arroyo “El Ciervo”, y la definición del área potencialmente inundable para una avenida de 500 años de periodo de retorno.

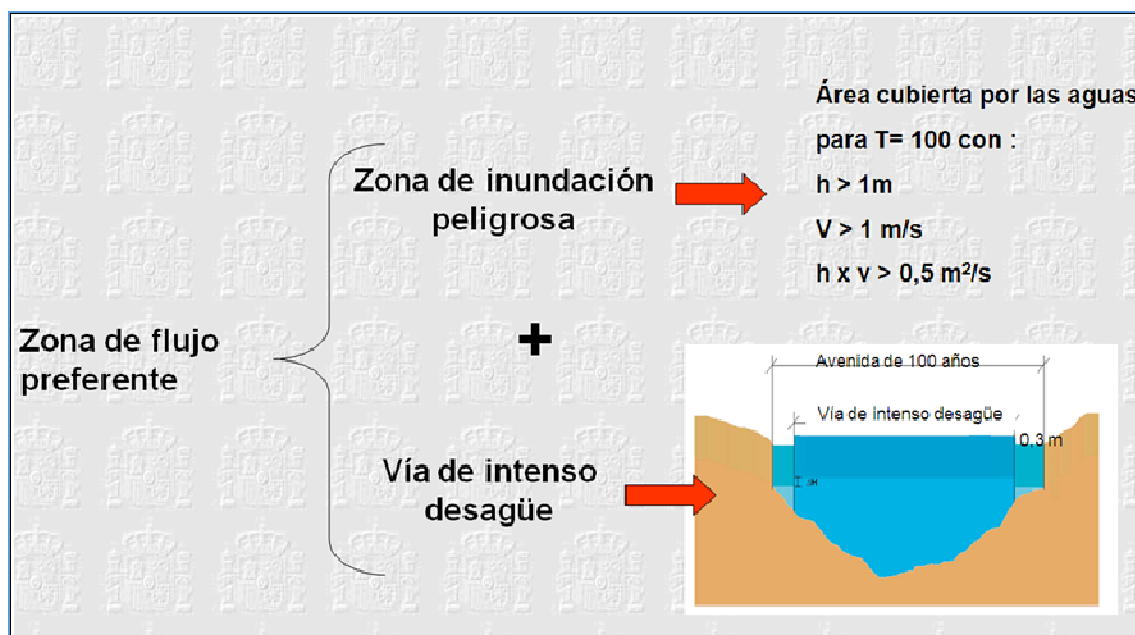
De acuerdo con el artículo 9.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, **la zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir daños graves a las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.**

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- ✓ Que el calado sea superior a 1 m.
- ✓ Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- ✓ Que el producto de ambas variables sea superior a  $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ .

Se entiende por **Vía de Intenso Desagüe**, la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente.

Imagen 4: Zona de Flujo Preferente





De este modo, para la consecución de los objetivos del presente documento, se procede al desarrollo de los siguientes estudios:

- ✓ **Estudio Hidrológico** para la determinación de los caudales de máxima avenida de **100** y **500 años** de periodo de retorno.
- ✓ Desarrollo de un modelo hidráulico de simulación en lámina libre, de propagación de una avenida de 100 años de periodo de retorno.
- ✓ Determinación, a partir de los resultados del modelo anterior, de la **Zona de Inundación Peligrosa**, correspondiente a la región del área potencialmente inundable para la avenida de 100 años de periodo de retorno, que manifiesta magnitudes de inundación de calado superior a 1 m, velocidades superiores a 1 m/s y al producto de las anteriores, superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.
- ✓ Definición de la Vía de Intenso Desagüe. Definición de la **Zona de Flujo Preferente**, como la envolvente máxima de la Zona de Inundación Peligrosa y la Vía de Intenso Desagüe.
- ✓ Desarrollo de un modelo hidráulico de simulación en lámina libre para una avenida de 500 años de periodo de retorno. Determinación del área potencialmente inundable.

## 4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Mediante el presente anejo, se procede al desarrollo de un Estudio Hidrológico de las máximas avenidas extraordinarias, que acontecen para diferentes periodos de retorno, en el cauce del arroyo “El Ciervo”, en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”.

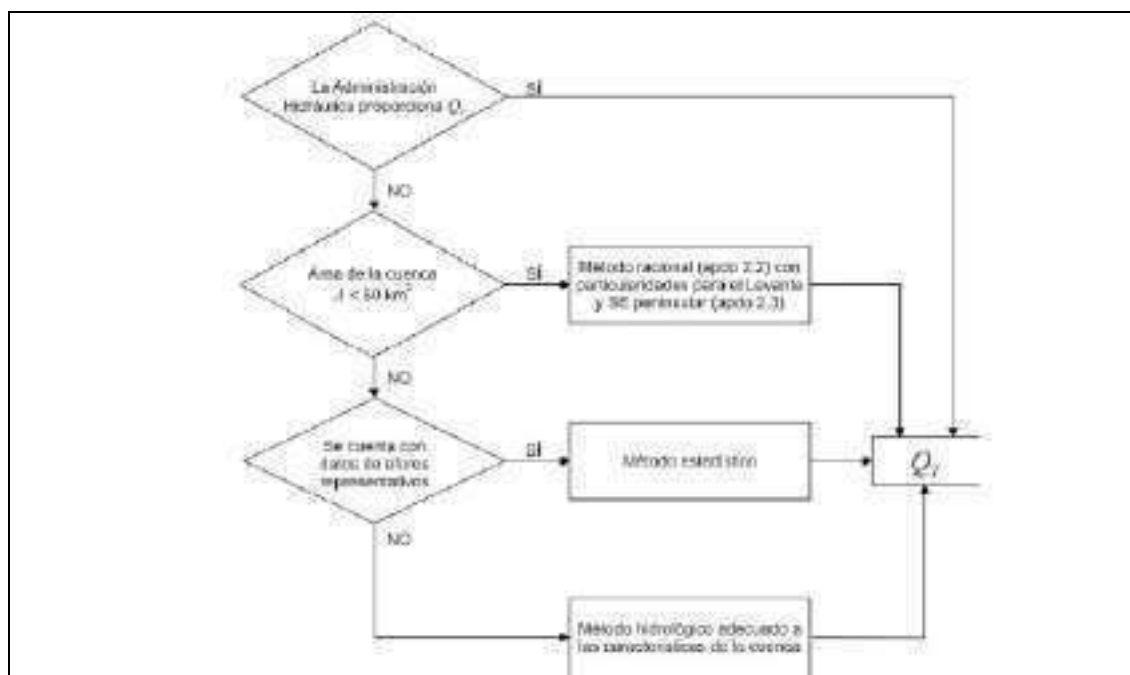
Los caudales de máxima avenida resultantes del estudio hidrológico, se adoptarán de referencia en el posterior estudio hidráulico en lámina libre, para la evaluación de la propagación de la avenida por el cauce del arroyo “El Ciervo”.

Como norma general, deben adoptarse de referencia los caudales de máxima avenida que, se encuentran para su consulta disponible, por la Demarcación Hidrográfica de la Cuenca del Guadalquivir, para distintos periodos de retorno.

La **Instrucción de Carreteras de Drenaje Superficial 5.2 – IC aprobada mediante Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero**, establece que el caudal máximo anual correspondiente a un determinado periodo de retorno  $Q_T$ , se debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha información, se debe calcular este valor, a través de la metodología siguiente:

- ✓ Para cuencas de área inferior a 50 km<sup>2</sup>, se debe aplicar el **Método Racional**.
- ✓ Para cuencas de área superior a 50 km<sup>2</sup>, en caso que la Administración no disponga de datos sobre caudales máximos, se utilizan:
  - **Métodos estadísticos**, cuando existan estaciones de aforo próximas, que se consideren suficientemente representativas.
  - **Métodos hidrológicos**.

Imagen 5: Diagrama de flujo para la elección del Método de cálculo de caudales



La Administración Hidráulica Competente, dispone para su consulta la aplicación **CauMax**; ésta es una herramienta informática desarrollada dentro de un Convenio de colaboración entre el MAGRAMA y el CEDEX para la consulta de los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos periodos de retorno, para los cauces con una cuenca superior a 50 km<sup>3</sup>.

El arroyo “El Ciervo” tiene una cuenca de aporte de **7,294 km<sup>2</sup>**, aguas abajo de las parcelas integrantes de la finca “Santa María de las Lomas”, por lo que se procede, a falta de datos más precisos, a la aplicación del Método Racional, para la estimación de los caudales de máxima avenida para 100 y 500 años de periodo de retorno.

En el Apéndice 1 al presente estudio, se aportan los resultados y cálculos del Estudio Hidrológico mediante la aplicación del Método Racional. A continuación, se exponen los caudales de avenida para 100 y 500 años de periodo de retorno.

**Tabla 2: Caudales de máxima avenida para el arroyo El Ciervo. Periodos de retorno de 100 y 500 años. Método Racional**

T	Q (m <sup>3</sup> /s)
100	<b>18,38</b>
500	<b>26,95</b>

Los anteriores valores, serán los adoptados como caudal punta de máxima avenida en los modelos hidráulicos de simulación, definidos a continuación.

## 5. ESTUDIO HIDRÁULICO

El estudio hidráulico comprende el análisis de la propagación de una avenida de caudal máxima instantáneo correspondiente a episodios de 100 y 500 años de periodo de retorno, por un cauce o planicie de inundación, en lámina libre, para el escenario de Situación Actual y para el escenario de Situación Futura, para la solución de campo solar definida.

De su análisis, se extraen las máximas envolventes de calado, cota y velocidad, para los periodos de retorno anteriormente referidos. Del análisis del resultado de las mismas, se obtiene la zona de Inundación Peligrosa, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, y el área potencialmente inundable para la T de 500 años. El modelo correspondiente a la Vía de Intenso Desagüe requiere de un análisis específico.

A continuación, se exponen los resultados de simulación, para la avenida de **100 y 500 años** de periodo de retorno, para los parámetros de calado y velocidad, de máxima envolvente.

### 5.1. SITUACIÓN ACTUAL

#### 5.1.1. AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO

##### 5.1.1.1. MÁXIMAS ENVOLVENTES

El contorno de la zona de inundación se vislumbra en las ortofotografías de máxima actualidad, información ésta que queda contrastada con la región potencialmente inundable del modelo de avenida de 100 años de periodo de retorno.

A continuación, se adjuntan las máximas envolventes de calado, velocidad, cota y caudal específico, característica de la avenida de 100 años de periodo de retorno.



Imagen 6: Envoltente máxima de calado. T100 años



Imagen 7: Envoltente máxima de velocidad. T100 años





Imagen 8: Envolvente máxima de cota. T100 años.



Imagen 9: Envolvente máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años



Si se hace un zoom mayor en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”, se observa como la planicie de inundación se extiende en mayor medida por la parcela 1, del polígono 6 del municipio de La Rinconada, de 13,65 ha. Las magnitudes de calado, velocidad y caudal específico alcanzan valores de categoría moderada, y leve (imágenes posteriores).

**Imagen 10: Zoom de la máxima envolvente de calado en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T100 años**





Imagen 11: Zoom de la máxima envolvente de velocidad en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T100 años



Imagen 12: Zoom de la máxima envolvente de caudal específico en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T100 años





#### 5.1.1.2. ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA. VÍA DE INTENSO DESAGÜE. ZONA DE FLUJO PREFERENTE

La Zona de Inundación Peligrosa se define mediante herramientas GIS de procesamiento de datos, a partir de los mapas de máxima envolvente de velocidad y calado, para el modelo hidráulico de 100 años de periodo de retorno. De este modo, de los resultados de simulación, se extrae la región del área potencialmente inundable, que manifiesta velocidades y/o calados superiores a 1 m/s y 1 m, respectivamente. El mapa de máxima envolvente de caudal específico (calado x velocidad, en  $\text{m}^2/\text{s}$ ) se obtiene mediante herramientas GIS de cálculo de mapas raster; en este caso se filtran las magnitudes superiores a 0,5  $\text{m}^2/\text{s}$ . El contorno que satisface al menos una de las condiciones anteriores, define la **ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA**.

Imagen 13: Zona de Inundación Peligrosa



Como puede observarse en la imagen anterior, la zona de inundación peligrosa se circunscribe a la región estricta del cauce del arroyo “El Ciervo” por la que circulan los caudales ordinarios. Dicho de otra manera, en la planicie de inundación se alcanzan magnitudes moderadas o leves de velocidad y/o calado y/o caudal específico, como se pudo constatar en las imágenes anteriores.

La imagen posterior ilustra a una escala más próxima el contorno de la finca “Santa María de las Lomas”, para la zona de inundación peligrosa. En ella puede observarse, como las parcelas

integrantes de la finca, **no se ven prácticamente afectadas** por la categoría grave de daños de la avenida de inundación para 100 años de periodo de retorno.

**Imagen 14: Zoom de la Zona de Inundación Peligrosa en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”.**



En cuanto a la Vía de Intenso Desagüe se procede mediante la herramienta de Simulación IBER, a la definición de un recinto, **inscrito** en los límites de la zona inundable de 100 años de periodo de retorno, recinto éste al cual se restringirá la avenida en el nuevo modelo desarrollado. Aquel recinto que ofrezca sobreelevaciones de calado, del orden de 30 cm, respecto del escenario de partida considerando toda la llanura de inundación, será la que defina la **VÍA DE INTENSO DESAGÜE**.



Imagen 15: Vía de Intenso Desagüe.



Imagen 16: Zoom de la Vía de Intenso Desagüe en las proximidades a la finca “Santa  
María de las Lomas”



La Vía de Intenso Desagüe restringe la zona de inundación para la envolvente de 100 años de periodo de retorno, a un área inferior a la correspondiente, considerando la totalidad de la llanura de inundación. Ello reduce la afección a la parcela catastral 1 del polígono 6 del municipio de la Rinconada, que es la que en mayor medida se afectaba.

La envolvente máxima de las regiones que definen la Zona de Inundación Peligosa y la Vía de Intenso Desagüe, define la Zona de Flujo Preferente, la cual se muestra a continuación. En este caso particular, la Zona de Flujo Preferente viene definida en mayor grado por la Vía de Intenso Desagüe.

**Imagen 17: Zona de Flujo Preferente.**





Imagen 18: Zoom a la Zona de Flujo Preferente en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”



En la colección de imágenes anteriores, se dispone el trazado una lía de Media Tensión, al objeto de evaluar la interferencia de la misma, sobre las avenidas de inundación de 100 y 500 años de periodo de retorno.

#### 5.1.2. AVENIDA DE 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO

Aun cuando la avenida de 500 años de periodo de retorno, aumenta el caudal punta respecto de la avenida de 100 años, la planicie de inundación no varía visiblemente. Ello puede observarse en las imágenes posteriores de máxima envolvente de inundación para la avenida de 500 años de periodo de retorno.

Imagen 19: Envolvente máxima de calado. T500 años



Imagen 20: Zoom de la máxima envolvente de calado en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T500 años





Imagen 21: Envolvente máxima de velocidad. T500 años



Imagen 22: Zoom de máxima envolvente de velocidad en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”. T500 años





Imagen 23: Envolvente máxima de cota. T500 años



Imagen 24: Zoom de máxima envolvente de cota en el entorno “Santa María de Las Lomas”. T500 años





Conforme a los estudios desarrollados, expuestos en el presente documento, se observa como el cauce del arroyo “El Ciervo” que discurre al sureste de la finca “Santa María de las Lomas”, más concretamente, entre las parcelas catastrales 1 y 2 integrantes de la misma, genera áreas potencialmente inundables que afectan en mayor medida a la parcela 1 del polígono 6; si bien, la categoría de daños en la misma es de carácter leve o moderado, no entrañando riesgos para las personas y los bienes o instalaciones.

## 5.2. SITUACIÓN FUTURA

El escenario futuro considera la implementación de un campo solar de acuerdo a la disposición que ilustra la Imagen 25. Las placas solares se disponen orientadas al sur, y elevadas del terreno lo suficiente, distanciadas unas de otras, para evitar que se hagan sombra. Los mástiles sobre los que se sustentan las placas, se disponen hincados en el terreno.

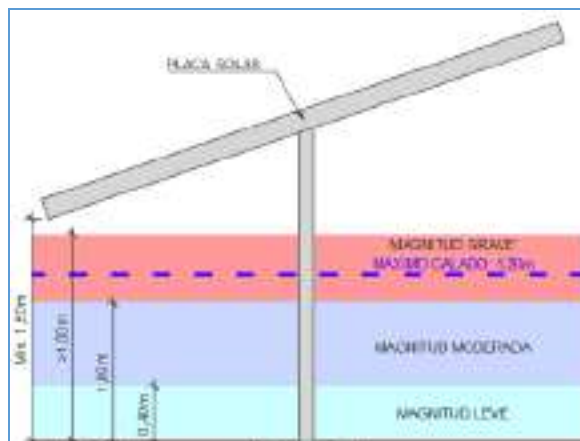
**Imagen 25: Propuesta de disposición de planta solar en la finca “Santa María de las Lomas”**



Los mástiles, de perfilera metálica, presentan secciones reducidas, por lo que no ofrecen obstrucción a la circulación de la avenida por la llanura de inundación. Cada mástil se dotará a su vez de una altura suficiente como para que la placa solar quede elevada del terreno una altura adecuada que evite la interferencia de la misma con la lámina de inundación.

Es por ello, que no se ha considerado necesario un escenario de simulación específico para la situación futura; si bien, se ha dispuesto la propuesta de emplazamiento de las placas, sobre los modelos actuales, con objeto de profundizar en detalle en las posibles afecciones

**Imagen 26: Alzado de las placas solares en la planicie de inundación**



En el escenario futuro, para el arroyo El Ciervo, la avenida de inundación de 100 años de periodo de retorno, se extiende en mayor medida por la parcela dispuesta más al sur de la finca; si bien la magnitud de calado se enmarca en la categoría moderada – leve de daños. Tan solo una pequeña región **puntual**, alcanza la región de categorías graves, con alturas de calado máximas de 1,2 m sobre el terreno.

La observación de la posible interacción de la instalación solar con la avenida de inundación característica del arroyo El Ciervo, permite disponer medidas para evitar el obstáculo del flujo. En este caso particular, se recomienda la disposición de las placas solares a una altura mínima del terreno de **1,60 m**, en su punto más bajo. Dicha restricción o recomendación deberá de mantenerse en la región de la zona inundable, no siendo tan restrictiva en zonas no inundables del modelo.

En cuanto a la línea eléctrica aérea de media tensión de 5.380 m de longitud, cuyo trazado en planta se define desde la nueva planta fotovoltaica hasta un punto situado junto al canal del Bajo Guadalquivir de coordenadas UTM (ETRS89; HUSO 30) siguientes: X: 244.495; Y: 4.147.797, discurrirá paralela al cauce del arroyo El Ciervo, disponiéndose los postes fuera de la zona de servidumbre, respetando la flecha del cableado la distancia mínima al terreno y cauce del arroyo cuando se cruce este.

Los postes serán metálicos e irán dispuestos fuera de la zona de servidumbre, siendo del modelo “C” – Celosía, que no supondrá una obstrucción al flujo del agua debido a la disposición de las barras que lo definen.



**Imagen 27. Modelo “C”- Celosía de poste eléctrico previsto para la nueva línea**

**Imagen 28: Avenida de máxima envolvente de calado. T100 años**





La zona por donde discurre de forma preferente la circulación de la avenida de 100 años, o como también se llama Zona de Flujo Preferente, intercepta únicamente con la instalación solar, en el perímetro (linde exterior) del polígono que la definen.

**Imagen 29: Zona de Flujo Preferente. Interacción con campo Solar. Escenario Futuro. T 100 años.**



En cuanto a la zona de inundación para la avenida de 500 años de periodo de retorno, los resultados son semejantes a los de avenida de 100 años de periodo de retorno. La avenida de inundación intercepta la región de paneles solares, en la región más al sur de la finca, debiéndose en esta zona de adoptar medidas de diseño adecuadas para evitar la interferencia y el obstáculo a la propagación de la avenida.

Se considera adecuada la recomendación de disponer las placas solares a alturas mínimas de 1,60 m, en el punto más próximo al terreno. Como para la avenida de 100 años, la inundación alcanza magnitudes moderadas y leves, tan solo en zonas puntuales se alcanzan valores graves de calado, si bien no superiores en ningún caso a 1,20 m.





## 6. CONCLUSIONES

En base al estudio desarrollado en el presente documento, y conforme a las características de la instalación fotovoltaica, cómo la línea eléctrica aérea de media tensión, se **considera nula la repercusión o interacción negativa** que la misma pueda suponer al avance de las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Tan solo se recomienda, la adopción de premisas en el diseño de la instalación para disponer el campo solar, lo suficientemente elevado del terreno, y lejos de la avenida de inundación; en el presente caso, a una altura mínima de 1,60 m, en la zona de la placa más próxima al suelo.

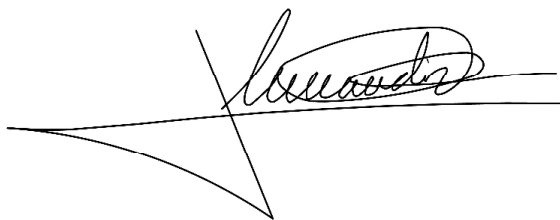
En cuanto a la línea eléctrica aérea de media tensión, se resuelve mediante postes en celosía, lo cual no supondrán ninguna obstrucción al flujo del agua.

La adopción de dichas medidas, será de especial cumplimiento en la zona o área potencialmente inundable; fuera de éste área, las medidas anteriores podrán minorarse.

La zona de servidumbre del arroyo El Ciervo, será respetada en todo momento con la propuesta de implantación del campo fotovoltaico que se ha definido. Además, en cuanto a la línea eléctrica aérea de media tensión, todos los postes estarán fuera de dicha zona de servidumbre.

Sevilla, marzo de 2.020

Francisco Hernandis Almodóvar



Ingeniero Agrónomo  
Colegiado número 2.261

## APÉNDICE 01.

### ESTUDIO HIDROLÓGICO

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL ARROYO SECO .....</b>	<b>5</b>
2.1. METODOLOGÍA .....	5
2.2. FUENTES UTILIZADAS.....	6
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA.....	7
2.4. DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA .....	8
2.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	9
2.6. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	9
2.6.1. INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA: “ $I_0$ ” .....	10
2.6.2. ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD .....	11
2.7. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA .....	12
2.7.1. DETERMINACIÓN DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA .....	12
2.8. RESULTADOS.....	17

### LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Pendiente de la cuenca del arroyo “El Ciervo”. .....	7
Imagen 2: Usos de suelo de la cuenca del arroyo El Ciervo. ....	8
Imagen 3: Mapa del Índice de Torrencialidad ( $I_1 / I_0$ ).....	11
Imagen 4: Usos de suelo de la cuenca de aporte al arroyo “El Ciervo”.....	13
Imagen 5: Caracterización de la orografía de la cuenca del arroyo El Ciervo.....	14
Imagen 6: Mapa nacional de grupos hidrológicos de suelo.....	15
Imagen 7: Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.....	16

### LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Factores de corrección por superficie y uniformidad. ....	6
Tabla 2: Características fisiográficas de la cuenca del arroyo El Ciervo. ....	9
Tabla 3: Precipitación máxima diaria. ....	11
Tabla 4: Valores iniciales del umbral de escorrentía. ....	15
Tabla 5: Datos intermedios para el cálculo del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. ....	16



---

Tabla 6: Coeficientes correctores y umbrales de escorrentía corregidos, para cada periodo de retorno “T” .....	17
Tabla 7: Caudales de máxima avenida para distintos periodos de retorno .....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

Mediante el presente apéndice, se procede al desarrollo de un Estudio Hidrológico de las máximas avenidas extraordinarias, que acontecen para diferentes periodos de retorno, en el cauce del arroyo “El Ciervo”, en las inmediaciones a la finca “Santa María de las Lomas”.

Los caudales de máxima avenida resultantes del estudio hidrológico, se adoptarán como caudales circulantes por el cauce del arroyo “El Ciervo” en el estudio de hidráulico de simulación de la avenida de inundación.

Como norma general, deben adoptarse de referencia los caudales de máxima avenida que, para un determinado periodo de retorno, ofrece, en este caso, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, para los arroyos que integran la Demarcación Hidrográfica. Si bien, al tratarse el arroyo “El Ciervo” de un cauce de escasa envergadura, no se dispone de la información referida, por lo que se procede mediante la metodología que a continuación se indica.

Para cuencas de área inferior a 50 km<sup>2</sup>, siempre que la administración hidráulica no disponga de datos de caudales máximos, y falta de datos de aforo más precisos, debe procederse mediante el Método Racional. Para la aplicación rigurosa de dicho método se consulta la “Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras”.

## 2. ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL ARROYO SECO

### 2.1. METODOLOGÍA

El Método Racional establece que el caudal de máxima avenida correspondiente a un periodo de retorno  $T$ , se obtiene mediante la siguiente expresión:

#### Ecuación 1: Caudal de máxima avenida.

$$Q_T = \frac{C \cdot A \cdot I \cdot K_t}{3,6}$$

Siendo:

- $Q_T$ :** Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca, en  $m^3/s$ .
- $C$ :** Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.
- $A$ :** Superficie de la cuenca aportadora, en  $Km^2$ .
- $I$ :** Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración, expresado en mm.
- $K_t$ :** Coeficiente de uniformidad (definido a continuación).

El método racional solamente será correcto si la **precipitación es uniforme en el tiempo** (a lo largo del tiempo de concentración) y distribuida **homogéneamente** por toda la superficie de la cuenca. Para tener en cuenta estas variaciones se aplican los dos siguientes coeficientes correctores.

- **Coeficiente reductor por área ( $ARF$  ó  $K_A$ )**, corrige el hecho de que la distribución de la precipitación no es uniforme geográficamente; no toda la cuenca contribuye con la misma precipitación.

#### Ecuación 2: Cálculo del coeficiente corrector por área.

$$K_A = 1 - \frac{\log(A)}{15}$$

Siendo  $A$  el área en  $km^2$  de la cuenca.

El valor obtenido se *utiliza como coeficiente corrector de los valores de precipitación empleados*. No se aplica este coeficiente para cuencas con áreas menores de  $1 km^2$ , ya que en dichos casos no se comporta como un coeficiente reductor.

- **Coeficiente de uniformidad,  $K_t$** , que corrige el hecho de que la precipitación neta no es uniforme en el tiempo. *Se emplea en la Ecuación 1 para aumentar el caudal resultante.* Su cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

### Ecuación 3: Coeficiente de uniformidad temporal

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Donde  $t_c$  es el tiempo de concentración en horas.

A continuación se muestran los valores del coeficiente reductor por área (ARF) y coeficiente de uniformidad ( $K_t$ ) de la cuenca del arroyo “El Ciervo”, en las inmediaciones de la finca “Santa María de las Lomas”:

**Tabla 1: Factores de corrección por superficie y uniformidad.**

CUENCA	Área (Km <sup>2</sup> )	$K_A$	$K_t$
Arroyo “El Ciervo”	7,294	0,942	1,137

## 2.2. FUENTES UTILIZADAS

En el desarrollo del estudio hidrológico, se han consultado las siguientes fuentes:

- ✓ Orden **“FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras”**.
- ✓ **“Mapa de Caudales Máximos”** del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- ✓ Modelo Digital del Terreno, procedente de vuelos LIDAR, con densidad de 0,5 puntos / m<sup>2</sup>, disponible en el Catálogo de Productos del Centro Nacional de Información Geográfica.
- ✓ Precipitaciones Máximas Diarias en la España Peninsular, mediante la consulta de la herramienta MAXPLU, resultado de un convenio de colaboración entre la Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del mismo ministerio.

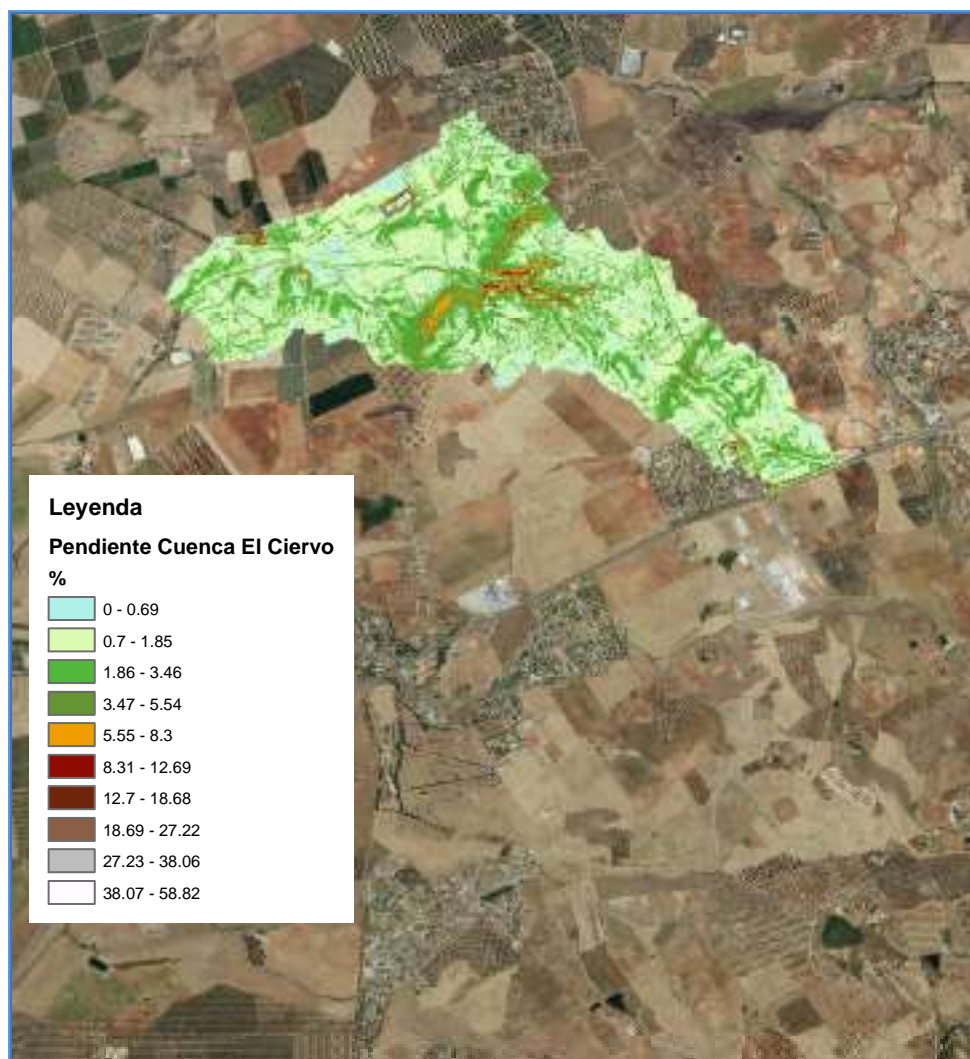


- ✓ Proyecto **CORINE Land Cover**, para la consulta sobre la cobertura y usos del territorio. Los usos de suelo obtenidos de la consulta de esta herramienta, ofrece, junto con la orden ministerial de la instrucción de carreteras, información para la caracterización del comportamiento del tipo de terreno.
- ✓ Mapa Nacional de grupos hidrológicos del suelo, para la definición de la naturaleza del terreno, a falta de información específica que permita una caracterización hidrológica exhaustiva.

### 2.3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

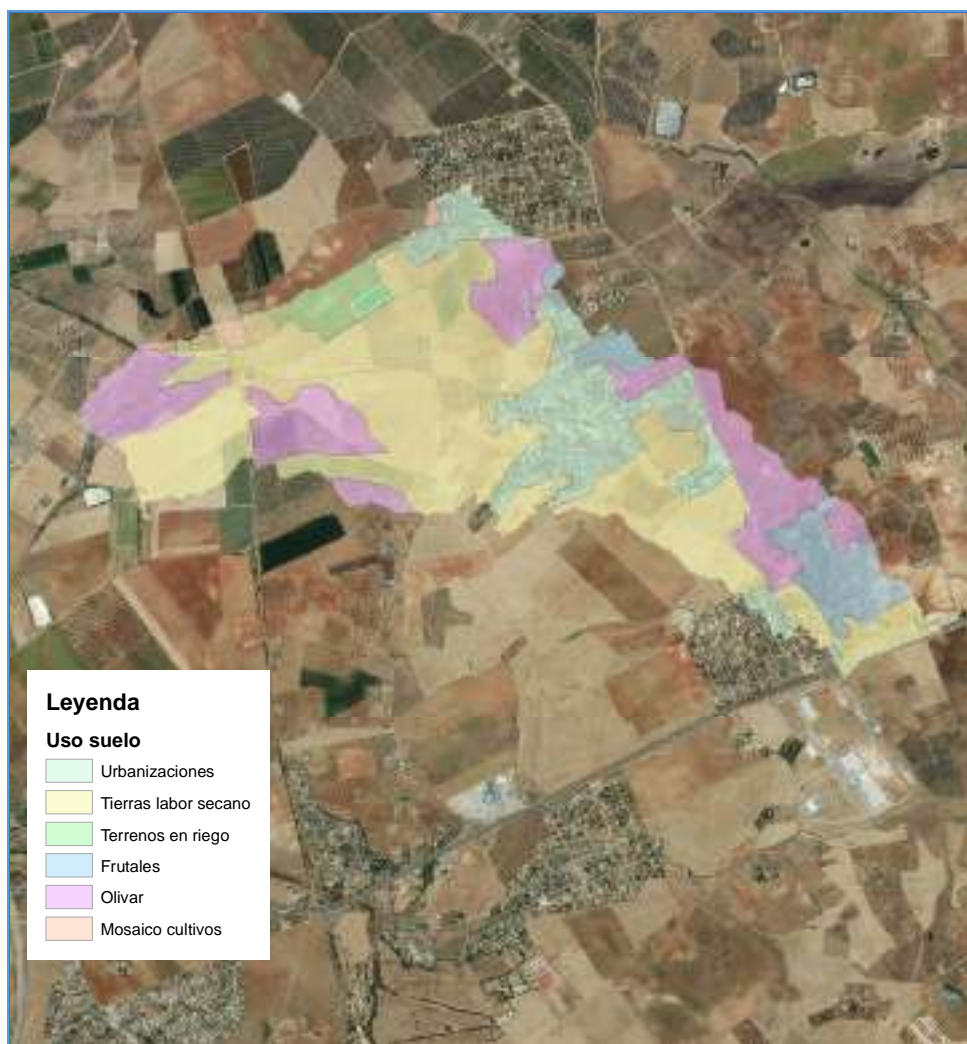
La cuenca del arroyo “El Ciervo” se desarrolla sobre terrenos de orografía plana, con escasa o nula pendiente, inferior en cualquier caso al 3 % de valor umbral que establece la normativa como referencia para la determinación de las magnitudes de los caudales de máxima avenida.

**Imagen 1: Pendiente de la cuenca del arroyo “El Ciervo”.**



La Cuenca del arroyo “El Ciervo” se emplaza sobre tierras de labor en secano en un 52 % de su extensión, muy próxima al núcleo urbano de la capital de Sevilla, con presencia de urbanizaciones en un 16 % de la superficie de la cuenca, ricas también en tierras destinadas al cultivo del olivar, en algo más de un 21 %.

**Imagen 2: Usos de suelo de la cuenca del arroyo El Ciervo.**



## 2.4. DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA

En el presente apartado se exponen las características fisiográficas de la cuenca del arroyo “El Ciervo”, en las inmediaciones de la finca “Santa María de las Lomas”.

Los parámetros representativos de las características fisiográficas de la cuenca, son las siguientes:

- ✓ Superficie
- ✓ Longitud
- ✓ Pendiente media

**Tabla 2: Características fisiográficas de la cuenca del arroyo El Ciervo.**

CUENCA	Área (Km <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Tiempo de concentración (h)
Arroyo “El Ciervo”	7,294	3.079	0,0055	1,894

## 2.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se define como tiempo de concentración el lapso necesario para que las precipitaciones caídas en las zonas más alejadas de la cuenca puedan llegar al punto de desagüe.

Este tiempo es independiente de la configuración y magnitudes del aguacero, sólo depende de las características morfológicas de la cuenca.

La nueva instrucción de carreteras, propone la siguiente expresión para cuencas principales:

### Ecuación 4: Expresión para el cálculo del tiempo de concentración.

$$T_c = 0,3 \cdot \left( \frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

En la que:

**T<sub>c</sub>**; tiempo de concentración en horas.

**L**; longitud del curso principal en km.

**J**; pendiente media del curso principal en tanto por uno.

Los resultados del cálculo del tiempo de concentración para la cuenca en estudio, figuran en la Tabla 2.

## 2.6. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Como ya se expuso en la Ecuación 1, para el cálculo del caudal de máxima avenida, es necesaria la definición de la intensidad media de precipitación horaria, correspondiente a un periodo de retorno dado. Para su cálculo se procede, mediante la siguiente expresión:

### Ecuación 5: Estimación de la intensidad de precipitación para un periodo T.

$$I_t = I_d \cdot \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

Dónde:

$I_t$  es la intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno dado, de duración del aguacero igual al tiempo de concentración.

$I_d$ ; es la intensidad media diaria de precipitación corregida, correspondiente al periodo de retorno T.

$I_t/I_d$ ; es el definido como Índice de Torrencialidad. En la nueva instrucción de carreteras se adjunta un mapa nacional en el que se divide a la península en regiones, con un régimen de precipitaciones característico.

T es la duración en horas de la parte del aguacero que contribuye a la escorrentía, se iguala al tiempo de concentración.

#### 2.6.1. INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA: “ $I_d$ ”

La Intensidad media diaria de precipitación corregida, correspondiente al periodo de retorno T, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

#### Ecuación 6: Cálculo de la intensidad media diaria de precipitación corregida.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Dónde:

$I_d$ ; es la intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T, en mm/h.

$P_d$ ; es la precipitación máxima diaria correspondiente al periodo de retorno T

$K_A$ ; es el factor reductor por área de la cuenca.

La precipitación máxima diaria para un periodo de retorno “T”, se adopta de los datos publicados por la Dirección General de Carreteras, en su aplicación **MAXPLU**: “Máximas luvias diarias en la España Peninsular”; siendo estos, para la cuenca en estudio, los siguientes:



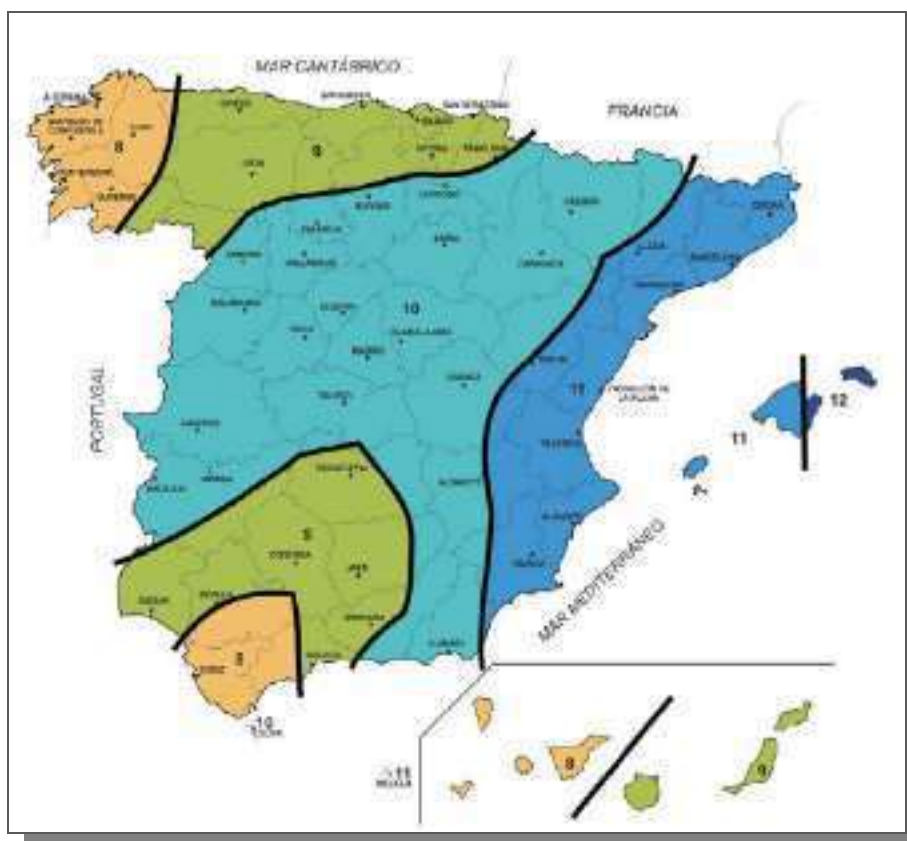
**Tabla 3: Precipitación máxima diaria.**  
**Datos de la Dirección General de Carreteras**

T	P <sub>d</sub> (mm)
100	124
500	160

## 2.6.2. ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD

Éste parámetro expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria “I<sub>1</sub>” y la media diaria corregida “I<sub>d</sub>”. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del siguiente mapa:

**Imagen 3: Mapa del Índice de Torrencialidad (I<sub>1</sub> / I<sub>d</sub>)**



El arroyo El Ciervo, en el municipio de La Rinconada, provincia de Sevilla, se encuadra en la región con Índice de Torrencialidad “I<sub>1</sub> / I<sub>d</sub>” 9.

## 2.7. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía  $C$  define la proporción de la componente superficial de la precipitación, de intensidad  $I_t$ , que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Depende de la razón entre la precipitación diaria corregida y el umbral de escorrentía  $P_0$ , a partir del cual se inicia esta.

### Ecuación 7: Expresión para el cálculo del coeficiente de escorrentía.

$$C = \frac{\left( \frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1 \right) \left( \frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23 \right)}{\left( \frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11 \right)^2}$$

Dónde:

$C$ ; es el coeficiente de escorrentía (adimensional).

$P_d$ ; es la precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno  $T$  considerado, en mm.

$K_A$ ; es el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

$P_0$ ; es el umbral de escorrentía, en mm.

La expresión anterior es de aplicación cuando la precipitación incidente en el terreno es superior al umbral a partir del cual se genera escorrentía, de lo contrario, cuando  $P_d \cdot K_A \leq P_0$ , el coeficiente de escorrentía es igual a cero ( $C = 0$ ).

### 2.7.1. DETERMINACIÓN DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía  $P_0$ , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Su cálculo se efectuará mediante la siguiente expresión:

### Ecuación 8: Cálculo del umbral de escorrentía

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Dónde:

$P_0$ ; es el valor del umbral de escorrentía adoptado, en mm.

$P_0^i$ ; es el valor inicial del umbral de escorrentía

$B$ ; es el coeficiente corrector del umbral de escorrentía

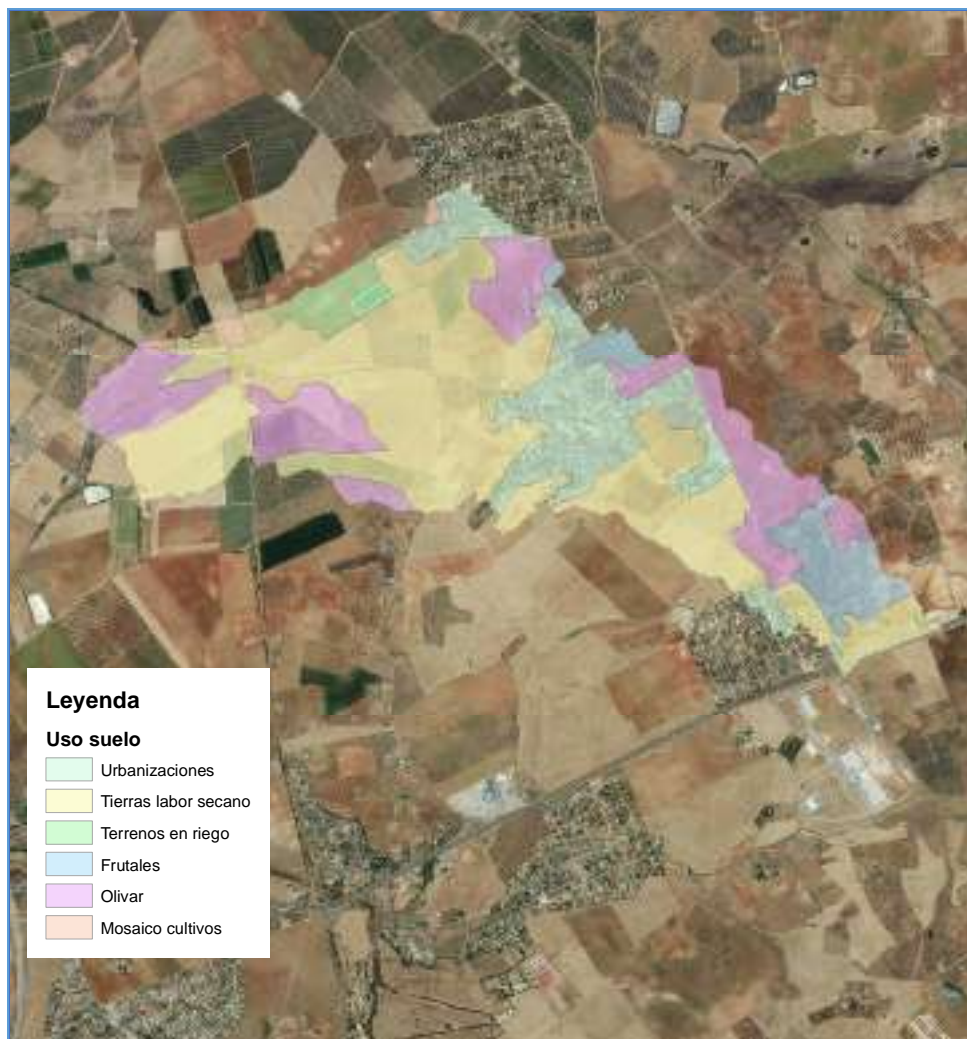
#### 2.7.1.1. Cálculo del valor inicial del Umbral de Escorrentía

La nueva instrucción de carreteras (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero) recoge una propuesta metodológica para la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía en base a:

- ✓ La clasificación y usos del suelo que refleja el proyecto **CORINE Land Cover**.
- ✓ Pendiente representativa de la cuenca de aporte.
- ✓ Grupo Hidrológico del suelo de la cuenca.

La cuenca del arroyo “El Ciervo” se extiende por **terrenos de labor en secano**; si bien se identifican pequeñas manchas de la cuenca que se extienden por **urbanizaciones**, así como extensiones de tierra destinadas al cultivo de **olivar**.

**Imagen 4: Usos de suelo de la cuenca de aporte al arroyo “El Ciervo”.**

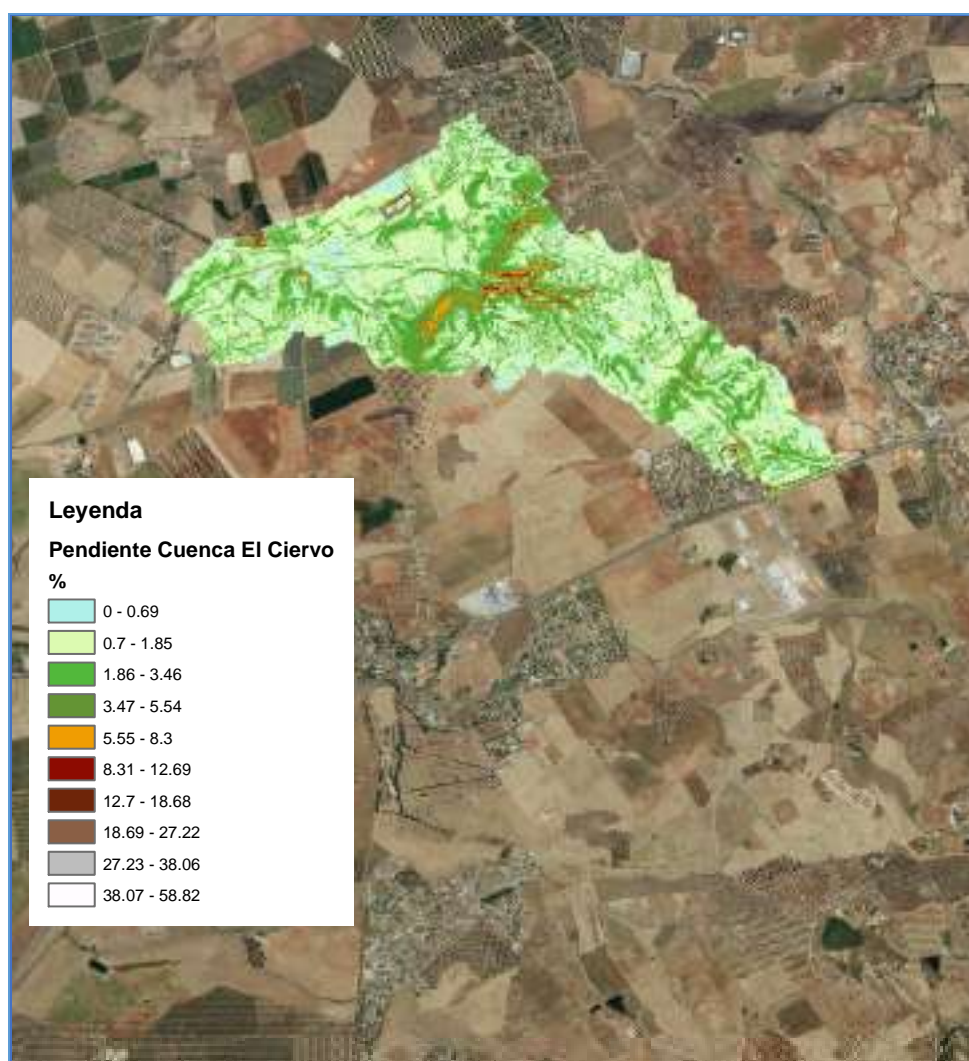


Mediante herramientas GIS de procesamiento de datos, y a partir del Modelo Digital de Elevación, disponible por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), para la zona de estudio, se

extrae la pendiente característica de la cuenca de aporte al arroyo El Ciervo, hasta un punto de drenaje emplazado aguas abajo de las parcelas que conforman la finca “Santa María de las Lomas”.

La referida cuenca se emplaza sobre terrenos llanos, de pendiente inferior en su práctica totalidad al 3 %, valor umbral de la normativa de referencia, para la elección de un valor dado del umbral de escorrentía.

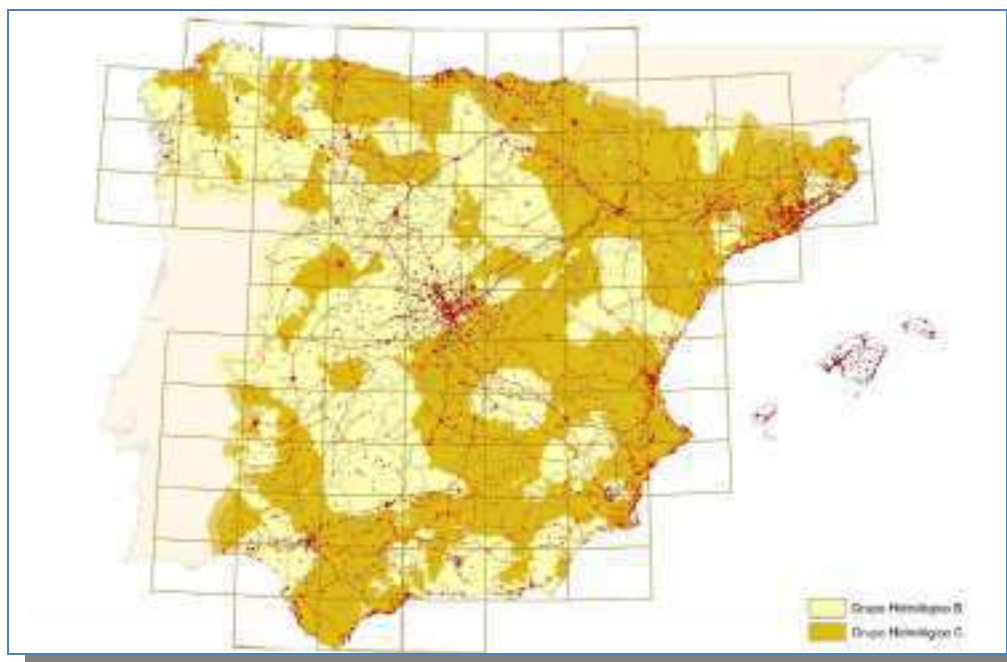
**Imagen 5: Caracterización de la orografía de la cuenca del arroyo El Ciervo.**



El Mapa nacional de grupos hidrológicos del suelo ofrece una referencia de la naturaleza o comportamiento de éste, a falta de datos más precisos que caractericen el lugar. La zona entorno al municipio La Rinconada se enmarca en la región del grupo hidrológico C, propia de suelos poco profundos, con gran cantidad de coloides y arcillas, con una tasa de infiltración inferior al promedio tras la saturación del terreno.



Imagen 6: Mapa nacional de grupos hidrológicos de suelo



A partir de los datos anteriores y de la consulta del Proyecto *Corine Land Cover*, se obtiene los siguientes valores iniciales del umbral de escorrentía<sup>1</sup>:

Tabla 4: Valores iniciales del umbral de escorrentía.

Código	Descripción	Sup (km²)	Grupo Hidrol	Pendiente (%)	$P_0^i$
112	Urbanizaciones	1,16	C	< 3	8
211	Tierras de labor en secano	3,75	C	< 3	14
212	Terrenos regados permanentemente	0,23	C	< 3	16
222	Frutales	0,51	C	< 3	22
223	Olivares	1,58	C	< 3	19
242	Mosaico cultivos	0,07	C	< 3	13
<b>TOTAL</b>					<b>15</b>

#### 2.7.1.2. Cálculo del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía es corregido mediante un factor de regionalización, que discretiza las diferentes regiones u áreas españolas, y adapta el umbral de escorrentía a la naturaleza de las mismas.

<sup>1</sup> Tabla 2.3: “Valor inicial del umbral de escorrentía  $P_0^i$  (mm)” de la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.

**Imagen 7: Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.**



La nueva instrucción de carreteras, adoptada de referencia para el desarrollo del presente estudio, establece la siguiente expresión para el cálculo de los caudales de avenida en una obra de drenaje transversal:

**Ecuación 9: Cálculo del coeficiente corrector del umbral de escorrentía**

$$\beta = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

Dónde:

$\beta$ ; es el coeficiente corrector del umbral de escorrentía

$\beta_m$ ; es el valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

$\Delta_{50}$ ; desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al 50 %.

$F_T$ ; es un factor función del periodo de retorno T.

**Tabla 5: Datos intermedios para el cálculo del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.**

Región	Valor medio, $\beta_m$	$\Delta_{50}$	$\Delta_{67}$	$\Delta_{90}$	Periodo de retorno T (años), $F_T$				
					2	5	25	100	500
511	2,15	0,10	0,20	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50

Los coeficientes correctores que resultan, para la región en la que se enmarca la localidad de La Rinconada (región 511), y el umbral de escorrentía corregido, son los siguientes:

**Tabla 6: Coeficientes correctores y umbrales de escorrentía corregidos, para cada periodo de retorno “T”**

T	Valor medio, $\beta_m$	$\Delta 50$	$F_T$	$\beta$	$P_0$
100	2,15	0,10	1,3	2,665	<b>39,285</b>
500			1,5	3,075	<b>45,328</b>

## 2.8. RESULTADOS

De la aplicación de la Ecuación 5, para el cálculo de la intensidad de precipitación; de la Ecuación 7, para el cálculo del coeficiente de escorrentía; y por último mediante el empleo de la Ecuación 1, se obtiene el caudal de máxima avenida de escorrentía en el cauce del arroyo “El Ciervo”.

Los caudales proporcionados en la tabla adjunta, son caudales punta que pueden llegar a manifestarse en un instante de duración “d” en un hidrograma de avenida.

**Tabla 7: Caudales de máxima avenida para distintos periodos de retorno**

T	$P_d$ (mm)	$I_d$ (mm/h)	$P_0$	Coeficiente escorrentía	$I_{Tc}$ (mm/h)	Q (m <sup>3</sup> /s)
100	124	4,87	39,28	0,26	30,38	<b>18,38</b>
500	160	6,28	45,33	0,30	39,20	<b>26,95</b>

## APÉNDICE 2

# ESTUDIO HIDRÁULICO



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONFECCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO.....</b>	<b>6</b>
2.1. ALCANCE DEL ESTUDIO .....	6
2.2. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES .....	7
2.3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA. CONFECCIÓN MALLA.....	9
2.4. DEFINICIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING .....	10
2.5. CONDICIONES INICIALES .....	12
2.6. CONDICIONES DE CONTORNO.....	12
<b>3. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO .....</b>	<b>13</b>

### LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Zona de Flujo Preferente .....	4
Imagen 2: Definición del modelo. Alcance de la región en estudio .....	7
Imagen 3: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar. ....	8
Imagen 4: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar. Imagen RGB .....	8
Imagen 5: Resolución de la geometría del modelo.....	9
Imagen 6: Tamaño de la malla de cálculo. ....	10
Imagen 7: Caracterización del coeficiente de rugosidad de Manning en la llanura de inundación del modelo de simulación.....	11
Imagen 8: Definición de los coeficientes de rugosidad de Manning por Categorías .....	12
Imagen 9: Caudal de máxima avenida en el cauce del arroyo Miraflores, para 100 años de periodo de retorno. Resultados ofrecidos por la aplicación Caumax.....	14
Imagen 10: Caudal de máxima avenida en el cauce del arroyo Miraflores, para 500 años de periodo de retorno. Resultados ofrecidos por la aplicación Caumax.....	15
Imagen 11: Envolvente máxima de calado. T100 años .....	16
Imagen 12: Envolvente máxima de velocidad. T100 años .....	17
Imagen 13: Envolvente máxima de cota. T100 años. ....	17
Imagen 14: Envolvente máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años.....	18
Imagen 15: Zona de Inundación Peligrosa .....	18
Imagen 16: Vía de Intenso Desagüe.....	19
Imagen 17: Zona de Flujo Preferente. ....	20
Imagen 18: Envolvente máxima de calado. T500 años .....	21
Imagen 19: Envolvente máxima de velocidad. T500 años .....	21
Imagen 20: Envolvente máxima de cota. T500 años .....	22

### LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Caudales punta de avenida. Condición de entrada .....	13
--	----



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio hidráulico tiene por objeto la definición de la Zona de Flujo Preferente y el área potencialmente inundable para una avenida de 500 años de periodo de retorno, en el cauce del arroyo “El Ciervo”, en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”, en la provincia de Sevilla.

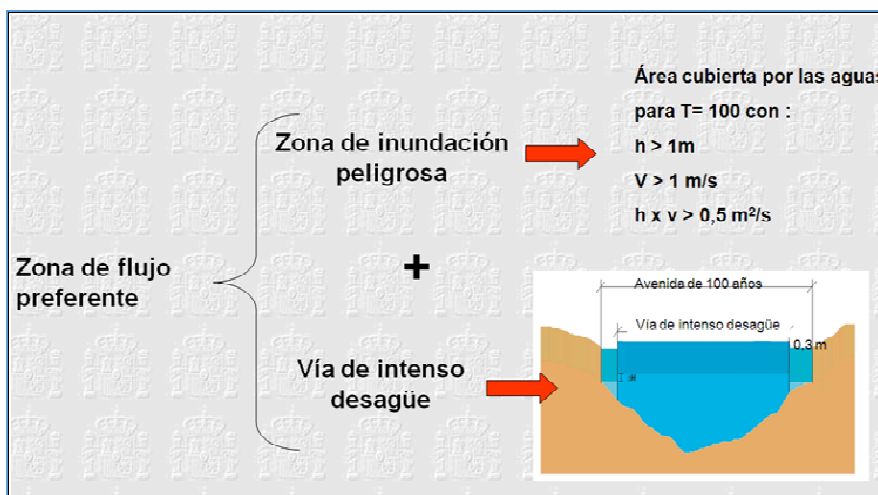
De acuerdo con el artículo 9.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, **la Zona de Flujo Preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir daños graves a las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.**

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- ✓ Que el calado sea superior a 1 m.
- ✓ Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- ✓ Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Se entiende por **Vía de Intenso Desagüe**, la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente.

Imagen 1: Zona de Flujo Preferente



Para el desarrollo del modelo hidráulico se hace uso de la herramienta de análisis bidimensional **IBER**. Consiste en un modelo numérico bidimensional de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen variable, que incorpora como esquema numérico el método de alta resolución de Volúmenes Finitos. Este modelo consiste en la integración de los modelos CARPA (de la Universidad Politécnica de Cataluña) y TURBILLÓN (de la Universidad de La Coruña).

La aplicación IBER consta de tres módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, uno de turbulencia y un último módulo de transporte de sedimentos. Todos ellos, trabajan sobre una malla estructurada o no estructurada (seleccionada por el usuario) de volúmenes finitos formada por elementos triangulares o cuadriláteros. En el módulo hidrodinámico, el cual constituye las bases de cálculo de IBER, se resuelven las ecuaciones de aguas someras bidimensionales promediadas en profundidad o **ecuaciones de Saint Venant**.

El rango de aplicación de la herramienta IBER se concentra principalmente en la hidrodinámica fluvial, siendo de especial interés en los siguientes campos:

- Simulación de rotura de presas.
- Evaluación de zonas inundables.
- Cálculo de transporte de sedimentos.
- Flujo de Mareas en estuarios.



## 2. CONFECCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

### 2.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

El arroyo El Ciervo, en las proximidades a la finca “Santa María de las Lomas”, encauza las aguas de una **cuenca** de aproximadamente **7,294 km<sup>2</sup>**; ésta se distribuye sobre zona agrícola, y en menor medida, sobre urbanizaciones, dada la proximidad al núcleo urbano de la provincia de Sevilla. La orografía del terreno es prácticamente plana, característica del lugar.

La región que evalúa el modelo comprende una amplia zona aguas arriba y aguas abajo de la finca “Santa María de las Lomas”, con objeto de hallar la zona potencialmente inundable en el entorno de la finca referida, de forma certera y precisa. El análisis de una región más amplia que la zona de interés, permite evaluar las interferencias que el entorno provoca sobre el área de inundación en las proximidades de la finca, y los parámetros calado, velocidad y cota. El área de **modelado** se extiende sobre terreno agrícola.

El alcance del modelo se prolonga durante 5 km aguas abajo, aproximadamente; finaliza en el polígono industrial Los Espartales, municipio de La Rinconada, en las cercanías al aeropuerto. El modelo abarca una extensión de **10,70 km<sup>2</sup>**, en una longitud de cauce de aproximadamente **8,8 km**.

A lo largo del cauce, se identifican algunas obras de drenaje transversal bajo camino, sin relevancia, que dan continuidad al arroyo; tan solo el marco de fábrica bajo el Canal del Bajo Guadalquivir, adquiere algo más de relevancia de cara al área de inundación resultante. Si bien, y dado que el presente estudio tiene por objeto hallar el área potencial susceptible de inundación, ésta quedará del lado de la seguridad, al no considerar la implementación de las obras de fábrica o drenaje anteriores.

Imagen 2: Definición del modelo. Alcance de la región en estudio



## 2.2. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES

Para la confección de un modelo hidráulico, ya sea unidimensional o bidimensional, se requiere de la caracterización del terreno donde se vayan a aplicar las ecuaciones numéricas de cálculo. En el caso concreto, de modelos bidimensionales, se precisa de la incorporación de modelos digitales de elevaciones. Los resultados son tanto más precisos como **adecuada sea la topografía a la realidad**.

Son numerosos los recursos que existen a nivel nacional en materia de Modelos Digitales de Elevaciones. Para la confección del presente modelo se extrae información de la nube de puntos altimétrica procedentes de vuelos con sensor LIDAR, con densidad de 0,5 puntos / m<sup>2</sup>, dispuestos para su consulta en el portal web del Instituto Geográfico Nacional (<http://www.ign.es/web/ign/portal>).

Si bien, y aun cuando los Modelos Digitales de Elevación describen adecuadamente el terreno, principalmente llanuras de inundación con modera - baja pendiente, pueden generar errores importantes en la caracterización de cauces de ríos u arroyos, llegando incluso, en la mayor parte de las ocasiones, a infravalorar la magnitud del cauce. En cualquier caso, **estos errores se posicionan del lado de la seguridad, siendo los resultados del modelo más conservadores**.

Imagen 3: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar.



Imagen 4: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar. Imagen RGB





### 2.3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA. CONFECCIÓN MALLA.

El primer paso en el desarrollo del modelo IBER, consiste en la importación del modelo digital de elevaciones elaborado previamente; de las diversas opciones de importación que ofrece la herramienta, se procede mediante la importación con **RTIN**, para la generación de una red irregular de triángulos rectángulos. **Esta herramienta genera geometrías muy aproximadas a la topografía real, con un número optimizado de elementos, y muy robusta frente a problemas de mallado o numéricos.**

El nivel de **tolerancia** definido, como máxima distancia en vertical entre el modelo digital de elevaciones y la geometría creada por la aplicación IBER, es de **0,15 m**. Del mismo modo, se definen las **longitudes mínimas y máximas** de los lados de los triángulos (RTIN), de **3 y 200 m**, respectivamente.

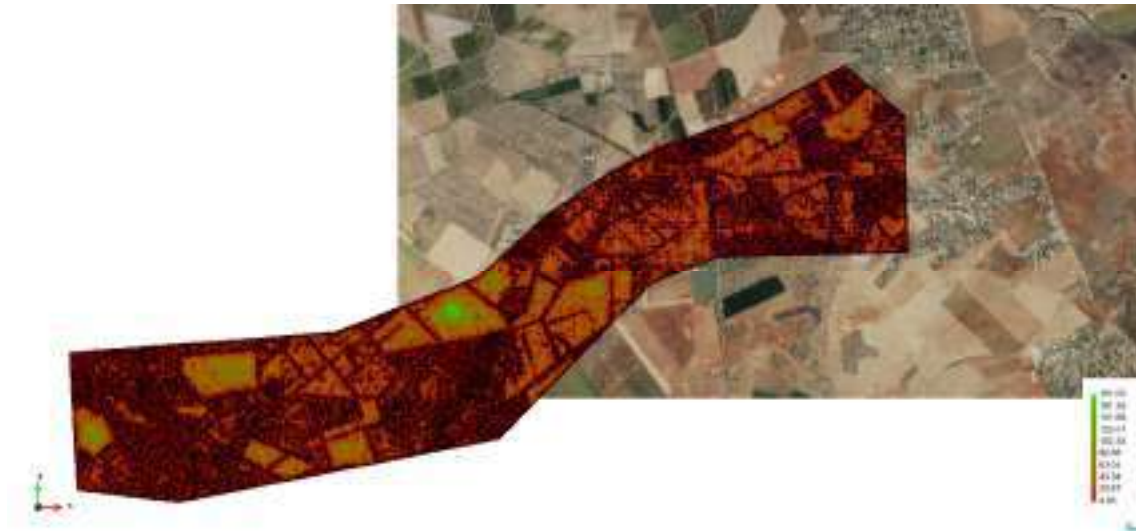
Imagen 5: Resolución de la geometría del modelo.



La **mallá de cálculo** generada tiene geometría estructurada, con el mismo número de divisiones que la red de triangulación; la distancia mínima entre los elementos de mallado es de 4 m, y la distancia máxima es de 181 m. Este tipo de geometría le confiere al **modelo mayor ajuste con respecto a la realidad, representando con elevado grado de detalles ciertos elementos, así como una mayor robustez numérica.**



Imagen 6: Tamaño de la malla de cálculo.



#### 2.4. DEFINICIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

El modelo hidráulico de simulación requiere de la definición del coeficiente de rugosidad, el cual viene, a su vez, condicionado, fundamentalmente, por los usos del suelo. Para su definición, se adopta de referencia:

- ✓ La base de datos de ocupación del suelo en España a escala 1:25000 para el año 2014, **SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España)**
- ✓ **“Guía Técnica de apoyo a la aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en las limitaciones a los usos del suelo en las zonas inundables de origen fluvial”** editado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y publicado en el año 2017.

La base de datos SIOSE permite, mediante herramientas GIS de procesamiento de datos, la identificación de usos de suelo en polígonos o recintos catastrales que comprenden en el interior del modelo hidráulico de simulación (en el interior de la malla). Dicha información consiste en una capa con geometría de polígono, a la cual se asocia una tabla de atributos, en la que se define los usos de suelo en cada polígono y la fracción y distribución de los mismos dentro de dichos polígonos.

La guía técnica del ministerio para zonas inundables, contiene en su Anejo V, Valores del coeficiente de rugosidad de Manning recomendados para cada uso de suelo de la base de datos SIOSE. Dichos valores del coeficiente de rugosidad son orientativos; pueden adoptarse

como punto de partida a la hora de definir la rugosidad, siempre teniendo en cuenta que pueden darse variaciones en torno a los mismos de un 5 – 10 %.

Son varios los polígonos que manifiestan varios tipos de uso de suelo en el interior de su recinto; el coeficiente de rugosidad de Manning medio representativo del polígono, se obtiene como media de los números de Manning correspondientes a los usos simples que los integran, ponderados según los porcentajes de superficies en los que están presentes.

A continuación, se muestra la representación gráfica, por colores, de los diferentes coeficientes de rugosidad de Manning medios, otorgados a los polígonos y recintos del SIOSE, para la extensión del modelo que comprende la llanura de inundación.

**Imagen 7: Caracterización del coeficiente de rugosidad de Manning en la llanura de inundación del modelo de simulación.**



Los valores del coeficiente de rugosidad de Manning, asignados a cada categoría en la imagen anterior, son los siguientes:

Imagen 8: Definición de los coeficientes de rugosidad de Manning por Categorías

CATEGORÍAS	USOS DE SUELO
1	0,025
2	0,030
3	0,035
4	0,040
5	0,045
6	0,050
7	0,055
8	0,060
9	0,065
10	0,070
11	0,075
12	0,080
13	0,085
14	0,090
15	0,095
16	0,100

## 2.5. CONDICIONES INICIALES

En la elaboración del modelo, se precisa definir el nivel de la lámina de agua en la planicie de inundación en el instante inicial de simulación, la cual se dispone a una altura de 0 m.

## 2.6. CONDICIONES DE CONTORNO

Las condiciones de contorno establecen el tipo de régimen que gobierna el modelo numérico; son dos, la condición a la entrada y la condición a la salida.

Dado el régimen de caudales de avenida circulantes por el cauce, y las velocidades que puedan llegar a alcanzarse en el mismo, se prevé un régimen supercrítico a la salida, seleccionando éste como condición de contorno en este punto.

La condición de entrada permite la definición de un caudal o hidrograma de avenida al inicio, por ejemplo, del curso de un arroyo. En el presente estudio se desarrollan modelos para avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno, cada uno de los cuales incorpora un caudal de máxima avenida diferente, característico del periodo de retorno en cuestión.

Los caudales de avenida adoptados, proceden del desarrollo de un estudio hidrológico mediante Método Racional, adjuntos en el “**Apéndice 1: Estudio Hidrológico**” anexo al presente documento.

Tabla 1: Caudales punta de avenida. Condición de entrada

PERIODO RETORNO	Q <sub>MAX</sub> INSTANT (m <sup>3</sup> /s)
100	<b>18,38</b>
500	<b>26,95</b>

### 3. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO

El cauce del arroyo “El Ciervo” nace en el término municipal de “La Rinconada”, discurre por terrenos agrícolas de labor, su longitud asciende a 8.459 m, aproximadamente. Es afluente del arroyo Miraflores; la intersección con el mismo se produce tras cruzar ambos bajo el Canal del Bajo Guadalquivir.

El arroyo Miraflores en el punto de cruce bajo el Canal del Bajo Guadalquivir, presenta un caudal de máxima avenida, para 100 años de periodo de retorno, de 81 m<sup>3</sup>/s, y para 500 años, de 119 m<sup>3</sup>/s (Imagen 9 e Imagen 10). Dichos caudales son muy superiores, en todo instante, al caudal de máxima avenida procedente del arroyo El Ciervo, que en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”, para 500 años de periodo de retorno, asciende a un orden de magnitud de 26,93 m<sup>3</sup>/s (caudales procedentes del estudio hidrológico: Apéndice 01). Es por ello, que el alcance del modelo de simulación comprende hasta la intersección de ambos arroyos.



Imagen 9: Caudal de máxima avenida en el cauce del arroyo Miraflores, para 100 años de periodo de retorno. Resultados ofrecidos por la aplicación Caumax.

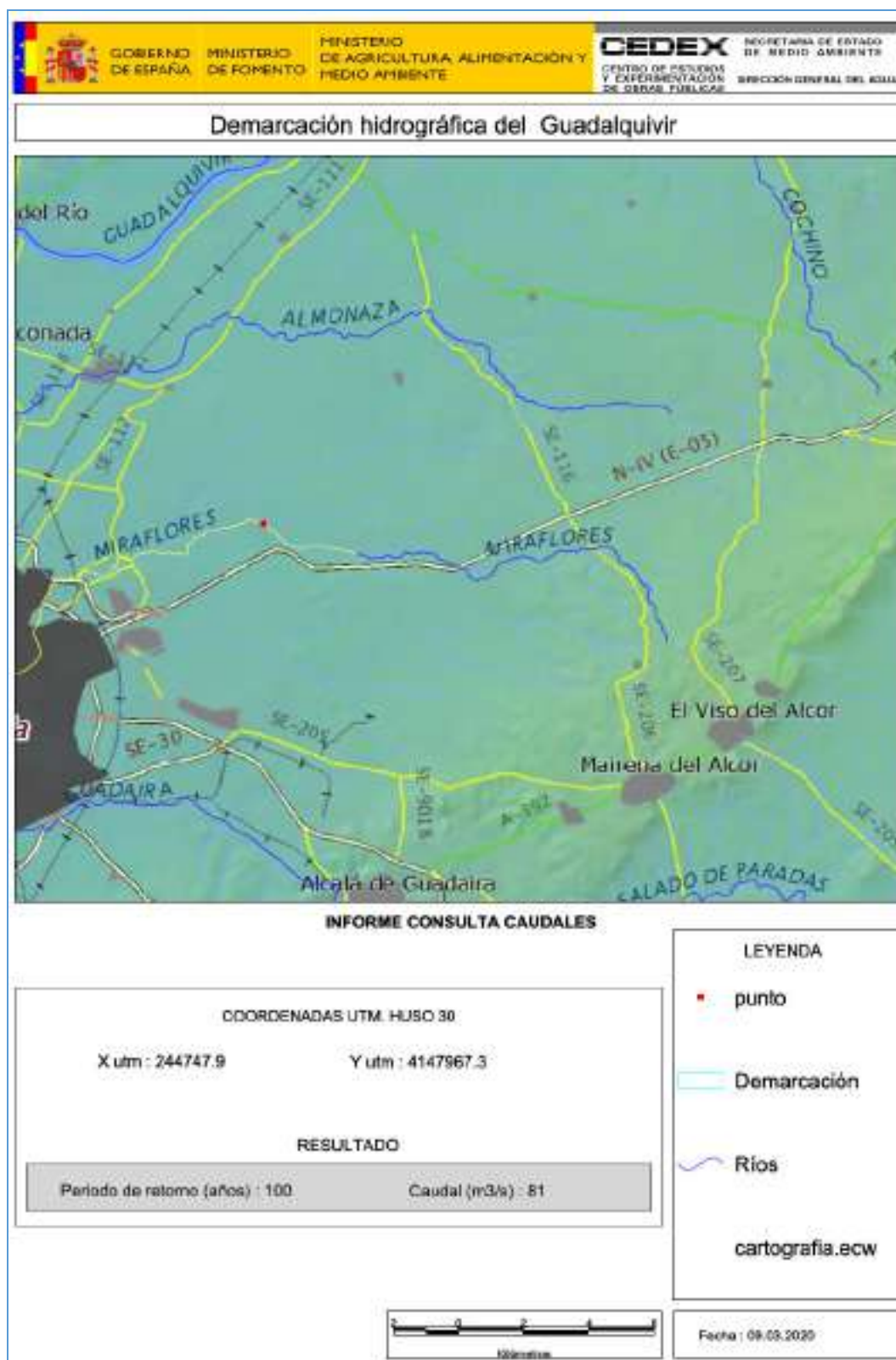
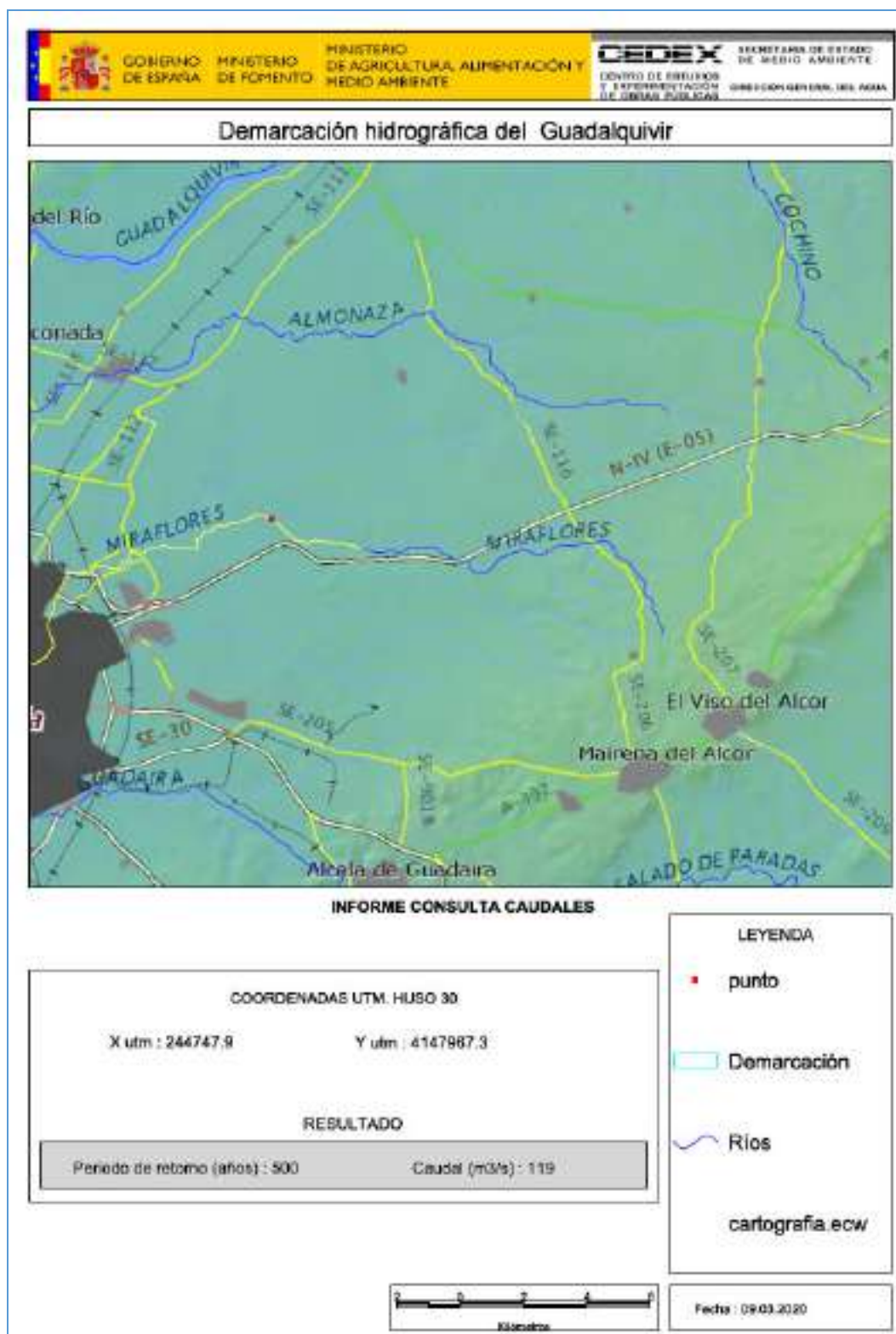


Imagen 10: Caudal de máxima avenida en el cauce del arroyo Miraflores, para 500 años de periodo de retorno. Resultados ofrecidos por la aplicación Caumax.



De la consulta de las ortofotografías del PNOA, puede entreverse la región inundable por las avenidas de 100, incluso de 500 años de periodo de retorno. La coloración del terreno, y las marcas de la región inundable, confirman los resultados de inundación ofrecidos por el modelo para los caudales de avenida de 100 y 500 años de periodo de retorno.

**Imagen 11: Envolvente máxima de calado. T100 años**





Imagen 12: Envoltente máxima de velocidad. T100 años



Imagen 13: Envoltente máxima de cota. T100 años.





Imagen 14: Envolvente máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años



A partir de los resultados de máxima envolvente de calado y velocidad, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, puede extraerse la región, inscrita en el área potencialmente inundable, que presente riesgos graves a las personas y los bienes, quedando delimitado así la Zona de Inundación Peligrosa.

Imagen 15: Zona de Inundación Peligrosa



El Reglamento del Dominio Público Hidráulico, establece precedentes sobre las actividades que puedan ser autorizadas en Zona de Flujo Preferente; el organismo de cuenca competente será el encargado de requerir el estudio de las Zonas de Flujo Preferente, cuando ello sea preciso, y velar, por la implantación de actividades en estas zonas, no vulnerables frente a las avenidas, que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía.

La Zona de Flujo Preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o Vía de Intenso Desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, o Zona de Inundación Peligrosa.

A continuación, se presenta la Vía de Intenso Desagüe del cauce del arroyo “El Ciervo”. Se trata de la región de la zona inundable para 100 años de periodo de retorno, donde se concentra el flujo, sin generar una sobreelevación de la cota de inundación superior a 30 cm.

Imagen 16: Vía de Intenso Desagüe.



La máxima envolvente de la Vía de Intenso Desagüe y Zona de Inundación Peligrosa, resulta la Zona de Flujo Preferente, la cual se muestra a continuación.



Imagen 17: Zona de Flujo Preferente.



Los caudales de máxima avenida para 100 y 500 años de periodo de retorno, aun cuando son diferentes, presentan un orden de magnitud similar, **18,38** y **26,95 m³/s**. La semejanza entre sus valores, es lo que hace que no se perciban diferencias prácticamente entre las regiones inundables de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Además, al tratarse de una llanura de pendiente nula, prácticamente, la inundación se extiende por la planicie, minorando el régimen de velocidades y calados alcanzados. Ello hace que el área potencialmente inundable sea de carácter leve en su práctica totalidad.

Imagen 18: Envolvente máxima de calado. T500 años



Imagen 19: Envolvente máxima de velocidad. T500 años





Imagen 20: Envoltente máxima de cota. T500 años



## PLANOS

## ÍNDICE

Plano 01: Situación

Plano 02: Localización

Plano 03: Cuenca de aporte al arroyo El Ciervo

Plano 04: Situación actual

Plano 04.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 04.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 04.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 04.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 04.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 04.01.07: Zona de Flujo Preferente

Plano 04.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 04.02.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.02.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05: Situación futura

Plano 05.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 05.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 05.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 05.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 05.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 05.01.07: Zona de Flujo Preferente

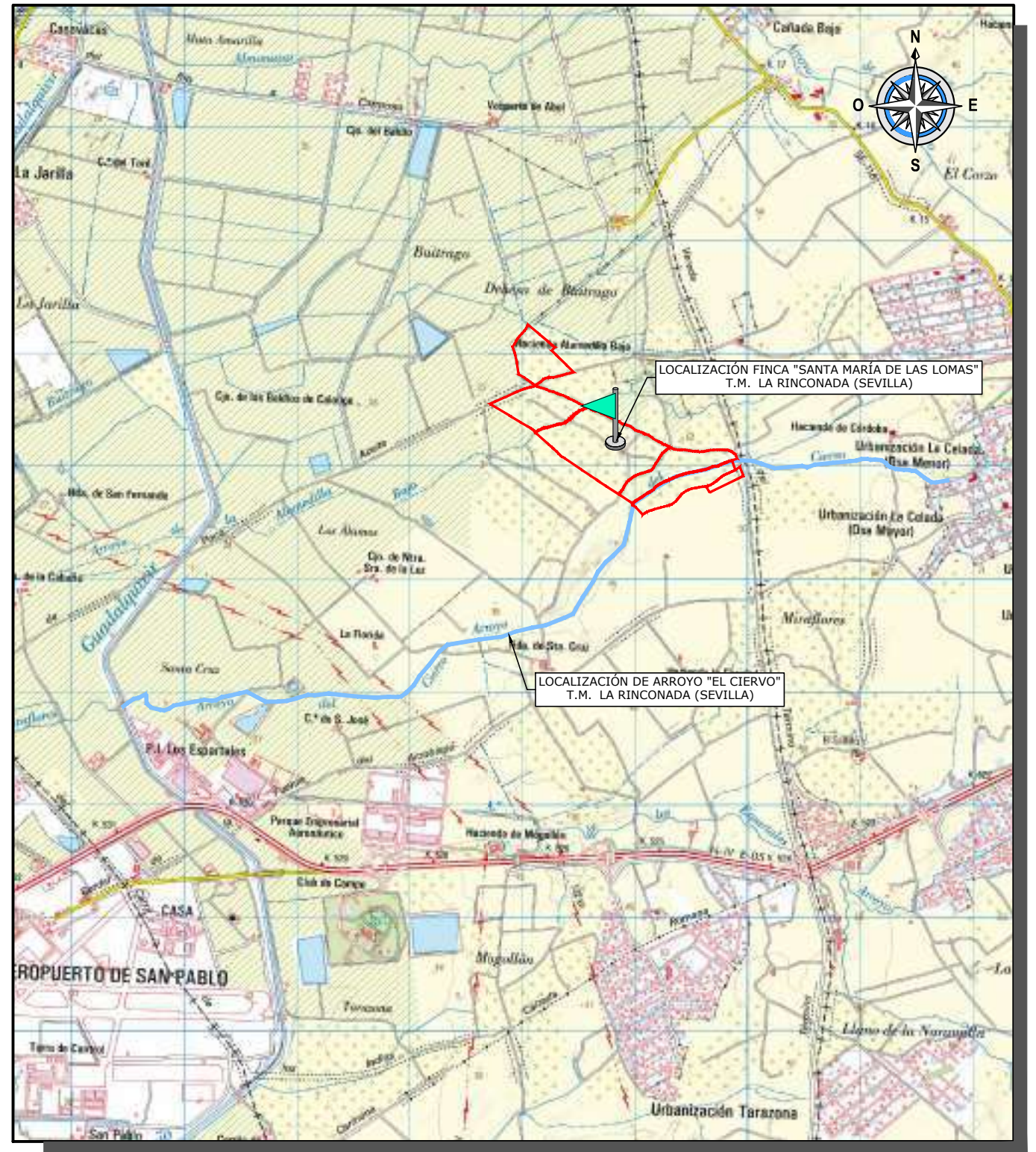
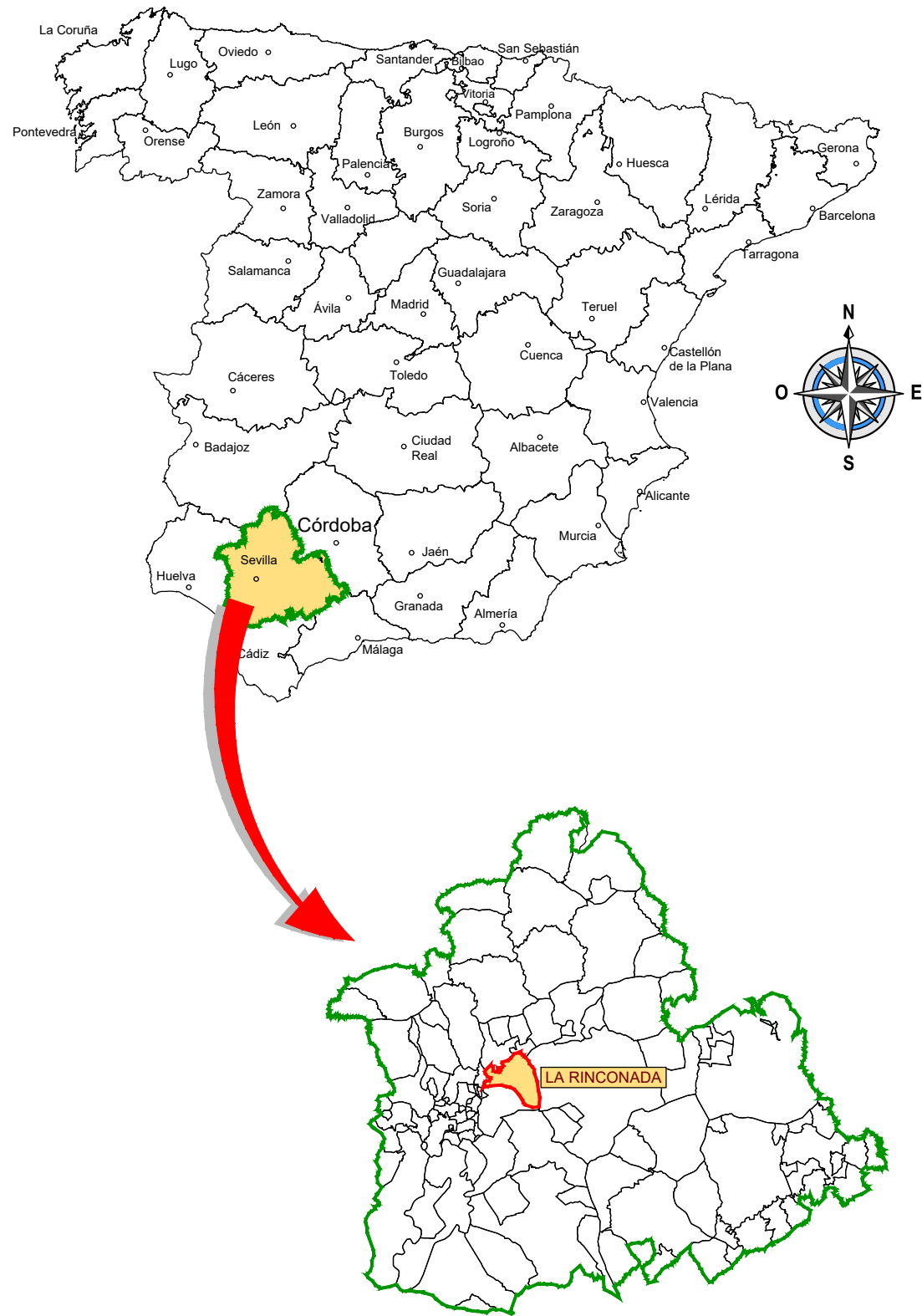
Plano 05.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 05.02.01: Máxima envolvente de calado

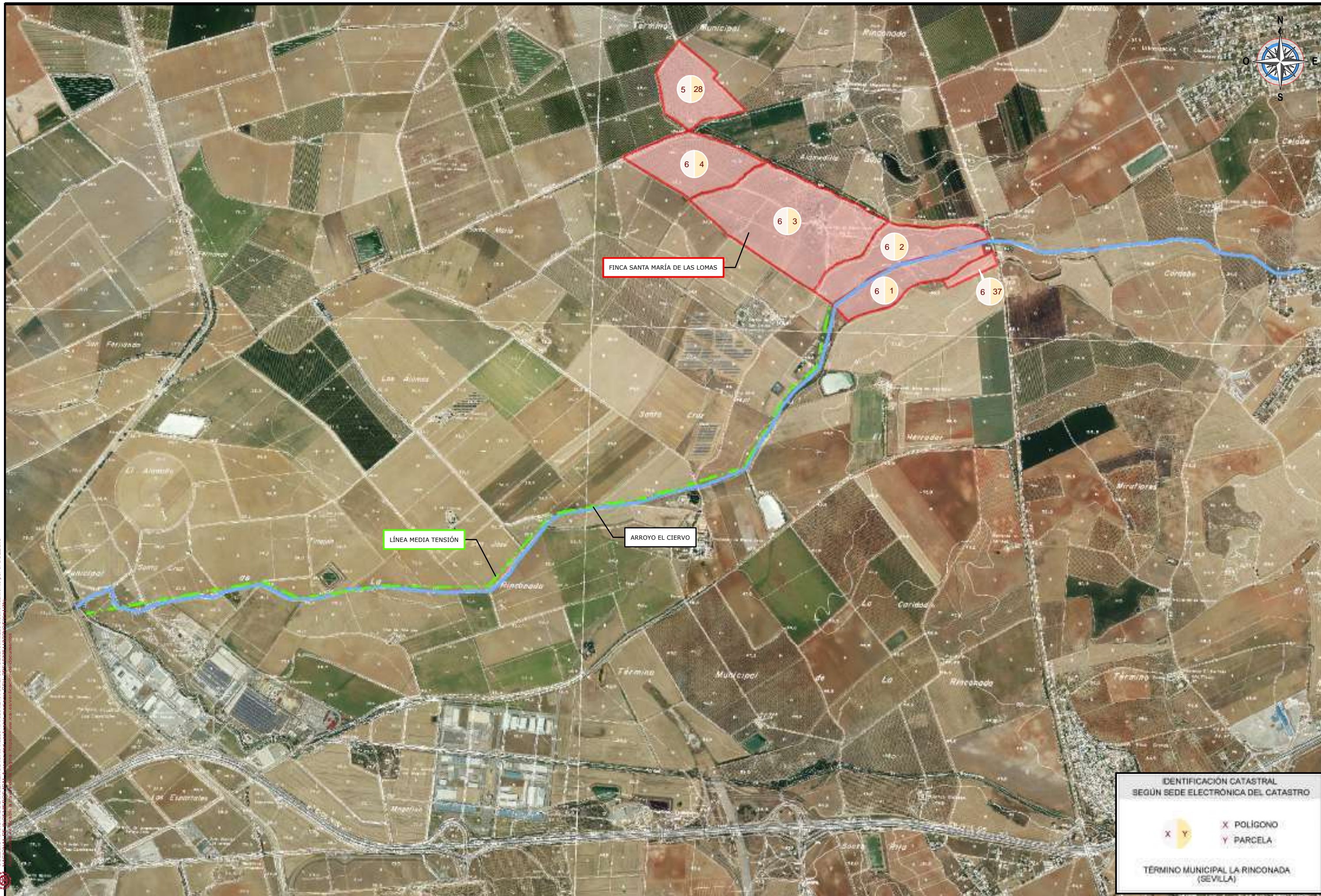
Plano 05.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.02.03: Máxima envolvente de cota

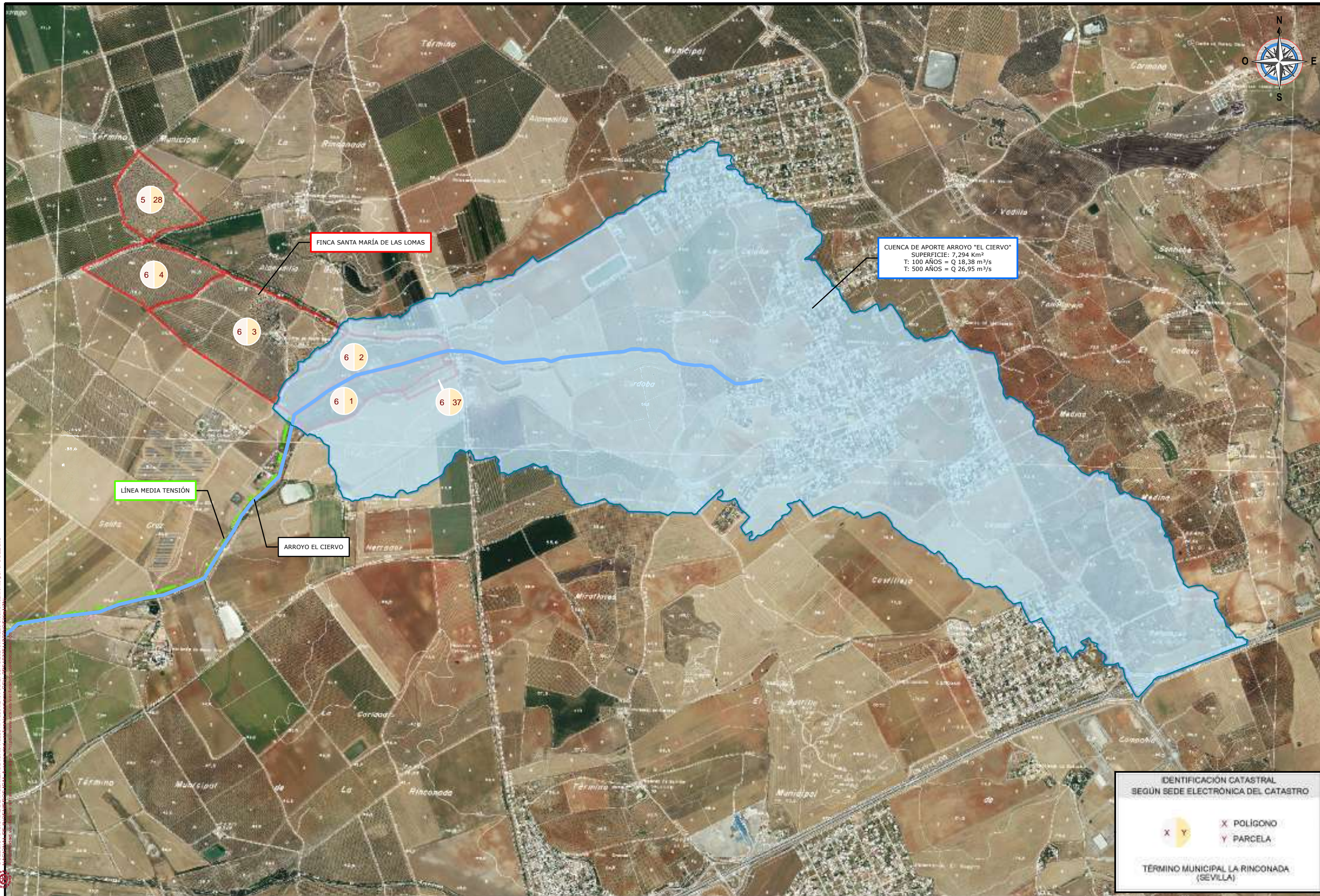












CONSULTORA:  
**wats**

PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "EL CIERVO"  
EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS".  
T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMADO:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA:  
MARZO 2020

ESCALA:  
1:20.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:  
CUENCA DE APOORTE  
ARROYO "EL CIERVO"

NÚMERO DE PLANO:  
3  
HOJA:  
1 de 1









— Línea MT

**Envolvente de velocidad**

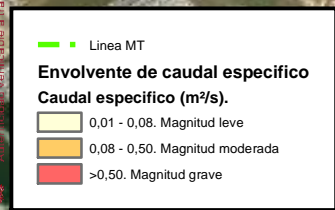
**Velocidad (m/s). Categorías de daños potenciales**

0,01 - 0,40. Magnitud leve
0,41 - 1,00. Magnitud moderada
> 1,00. Magnitud grave













— Línea MT  
Zona de Inundación Peligrosa  
ZIP

CONSULTORA:  
**wats**

PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "EL CIERVO"  
EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS".  
T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMADO:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA:  
MARZO 2020

ESCALA:  
1:20.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:  
SITUACIÓN ACTUAL  
AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA

NÚMERO DE PLANO:  
4.1.5  
HOJA:  
1 de 1





— Línea MT  
— Vía de intenso desagüe  
— VID

CONSULTORA:  
**wats**

PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "EL CIERVO"  
EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS".  
T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMADO:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA:  
MARZO 2020

ESCALA:  
1:20.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:  
SITUACIÓN ACTUAL  
AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
VÍA DE INTENSO DESAGÜE

NÚMERO DE PLANO:  
4.1.6  
HOJA:  
1 de 1





— Línea MT  
Zona de flujo preferente  
ZFP

CONSULTORA: **wats**

PROPIEDAD: SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO: ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "EL CIERVO"  
EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS".  
T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMA: INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

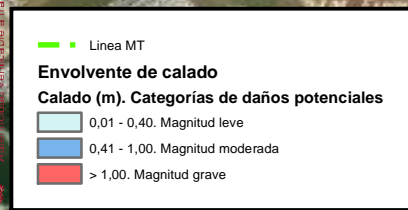
FECHA: MARZO 2020

ESCALA: 1:20.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO: SITUACIÓN ACTUAL  
AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
ZONA DE FLUJO PREFERENTE

NÚMERO DE PLANO: 4.1.7  
HOJA: 1 de 1

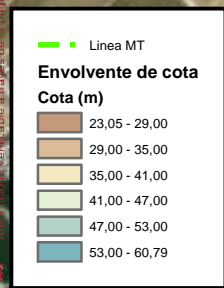




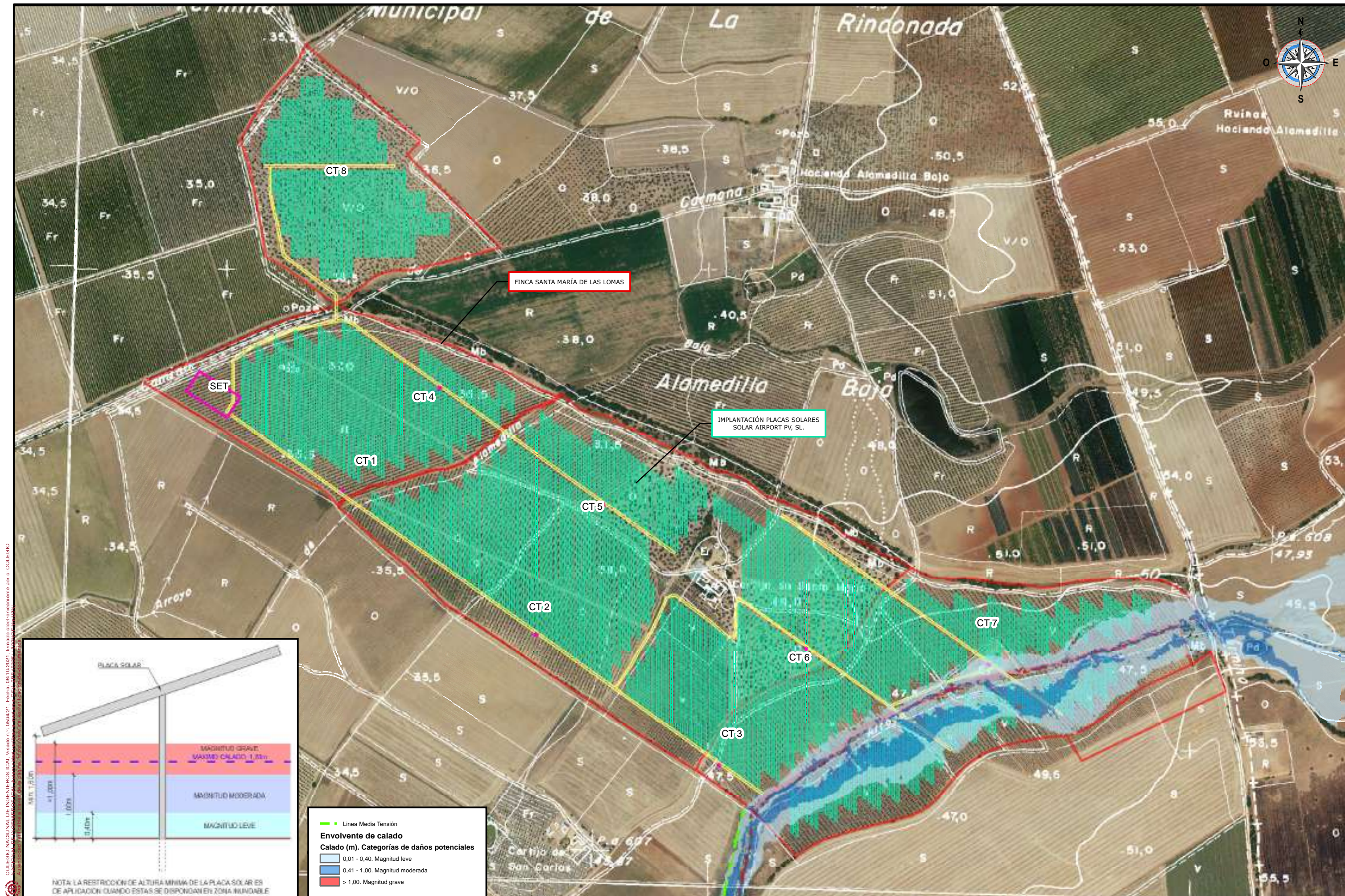




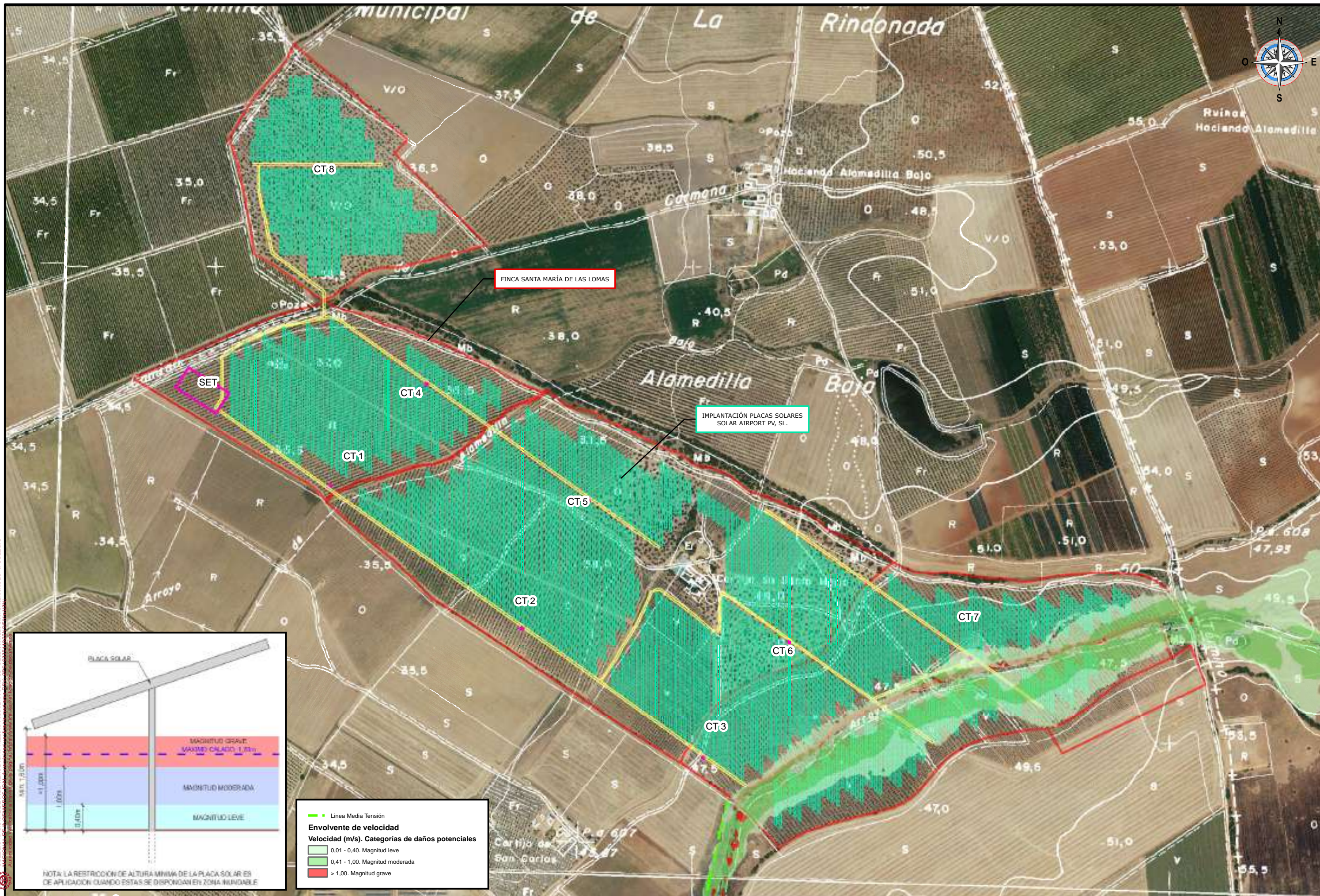




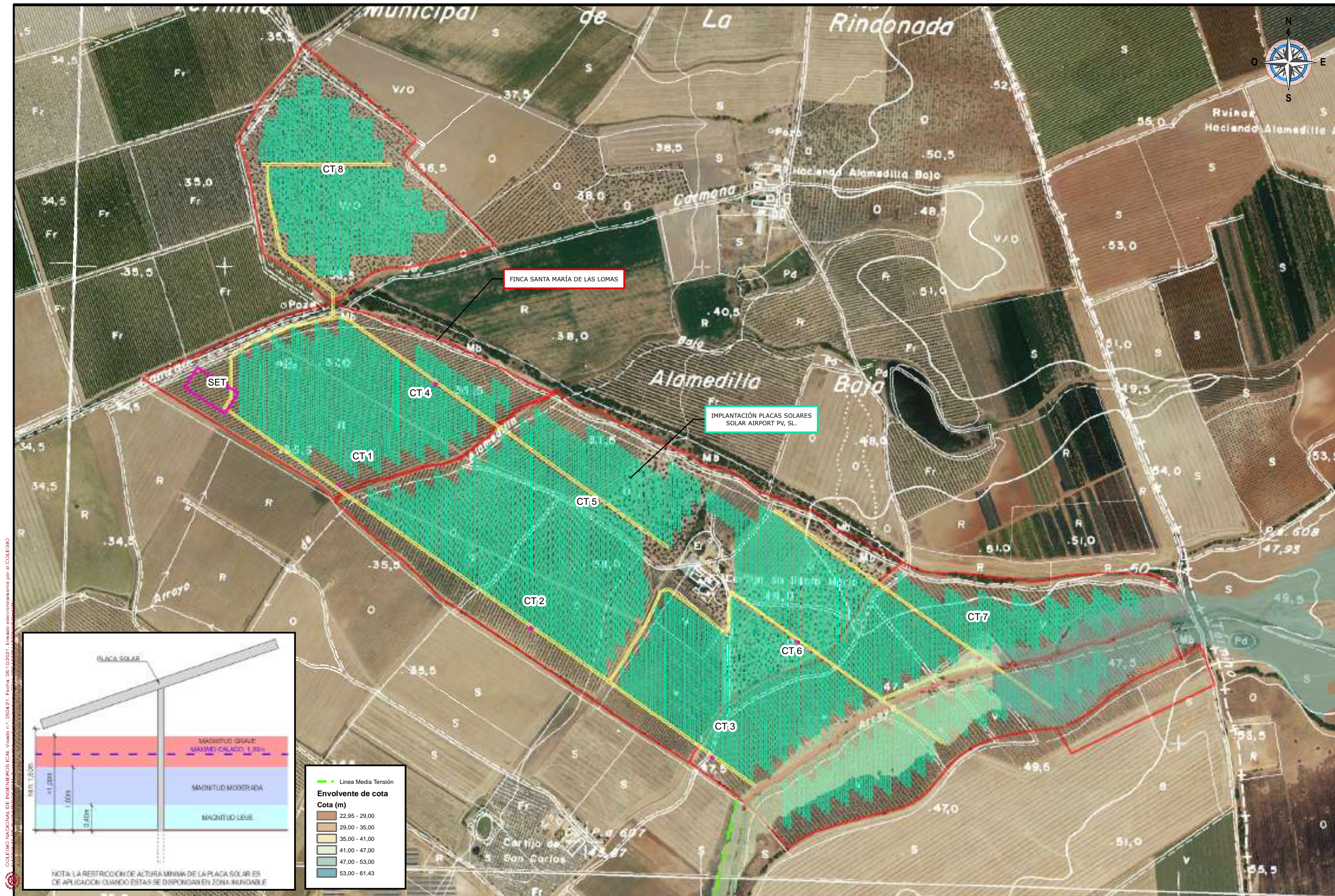






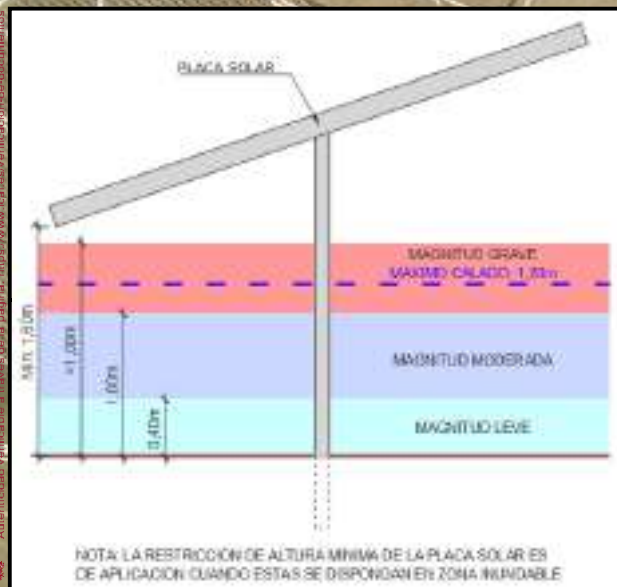
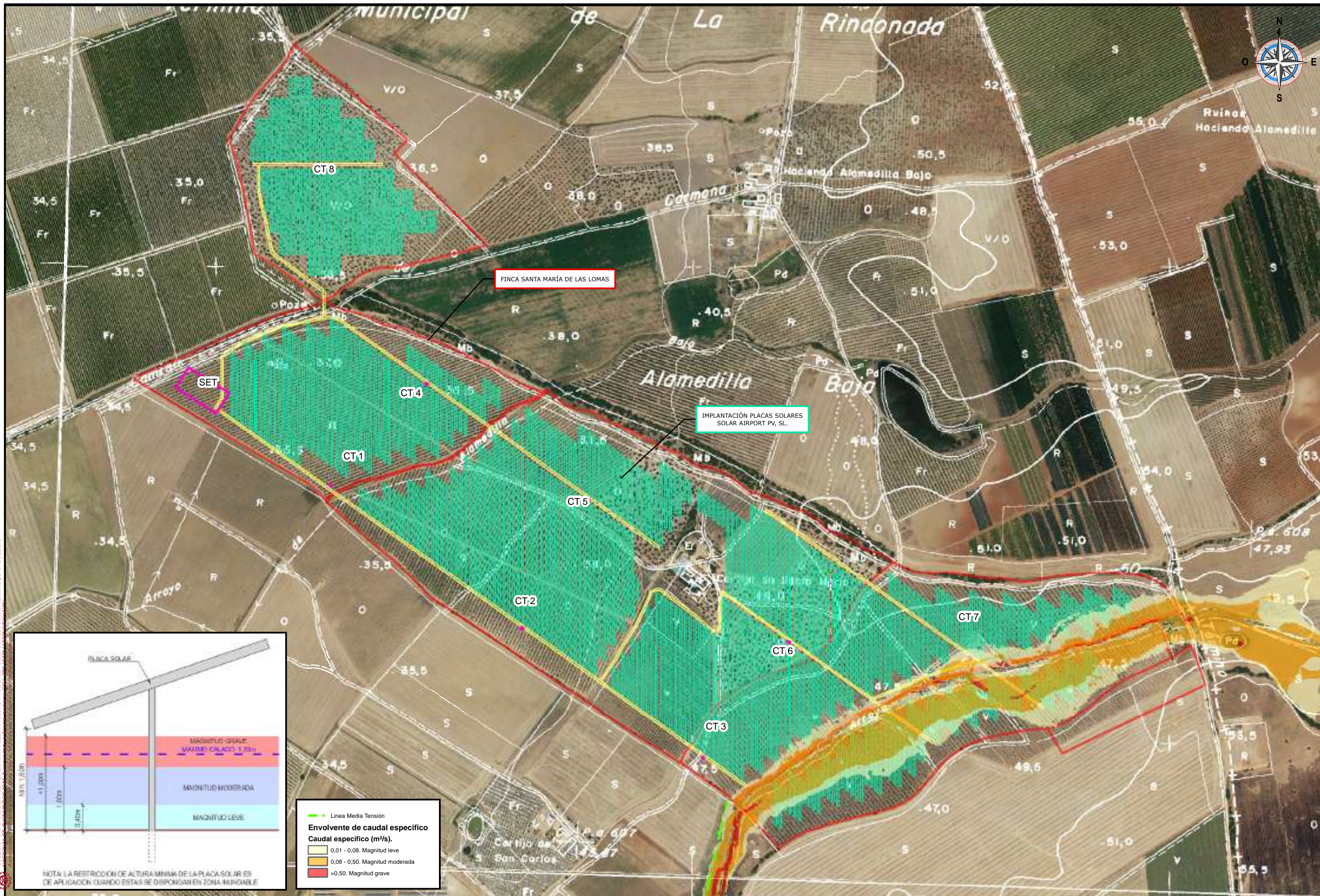




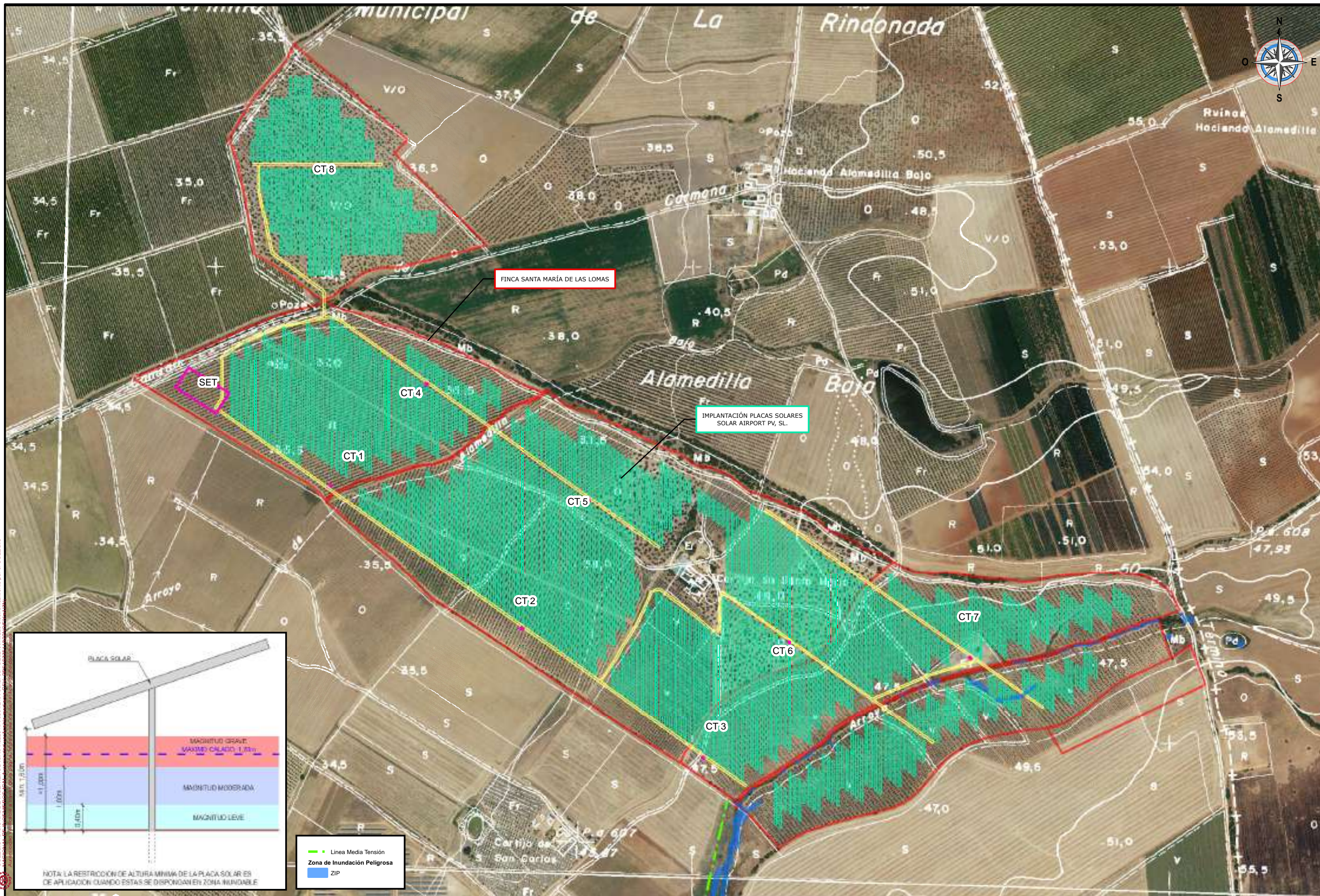


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011 - Fecha: 05/10/2020, Imágenes proporcionadas por el COLEGIO

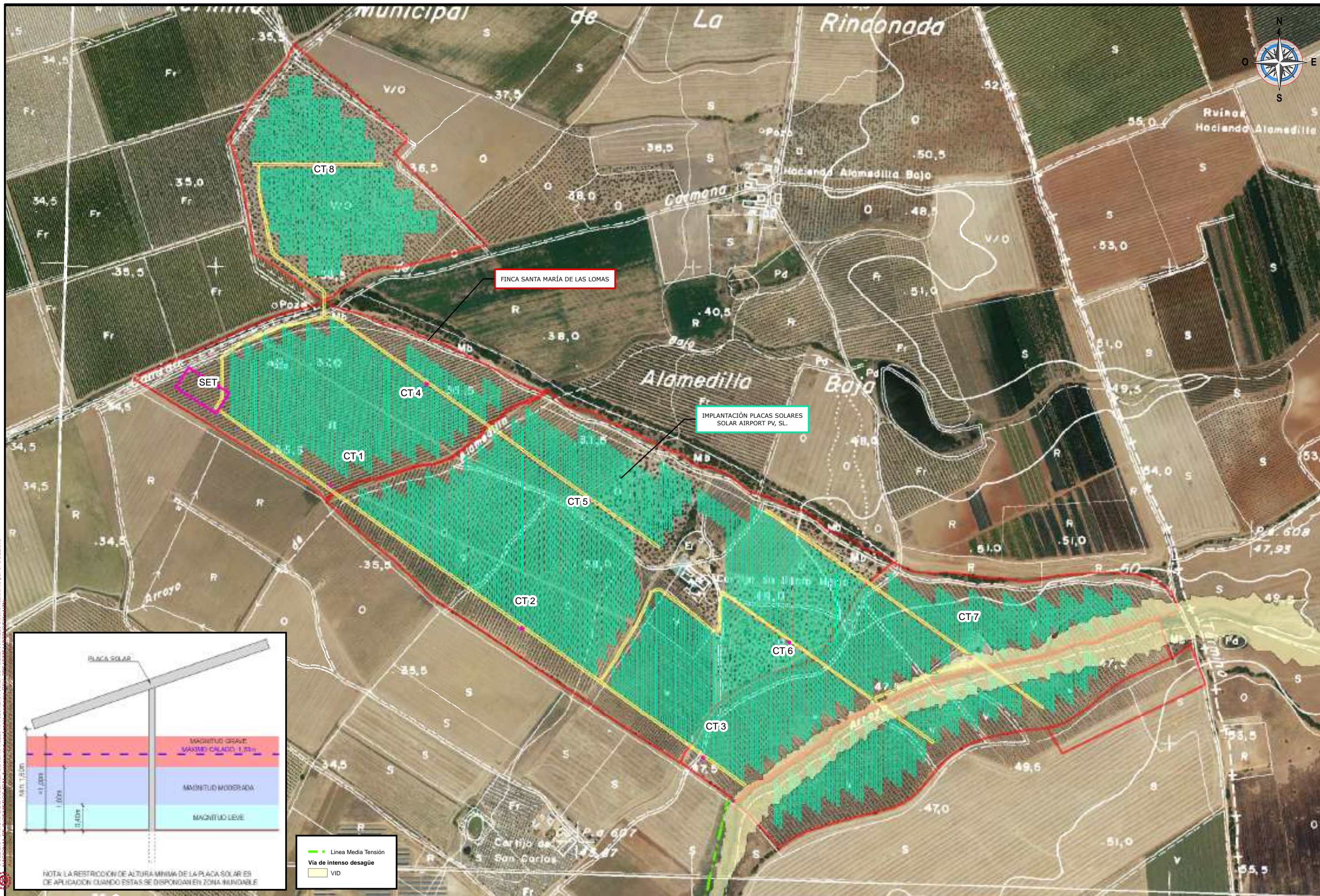




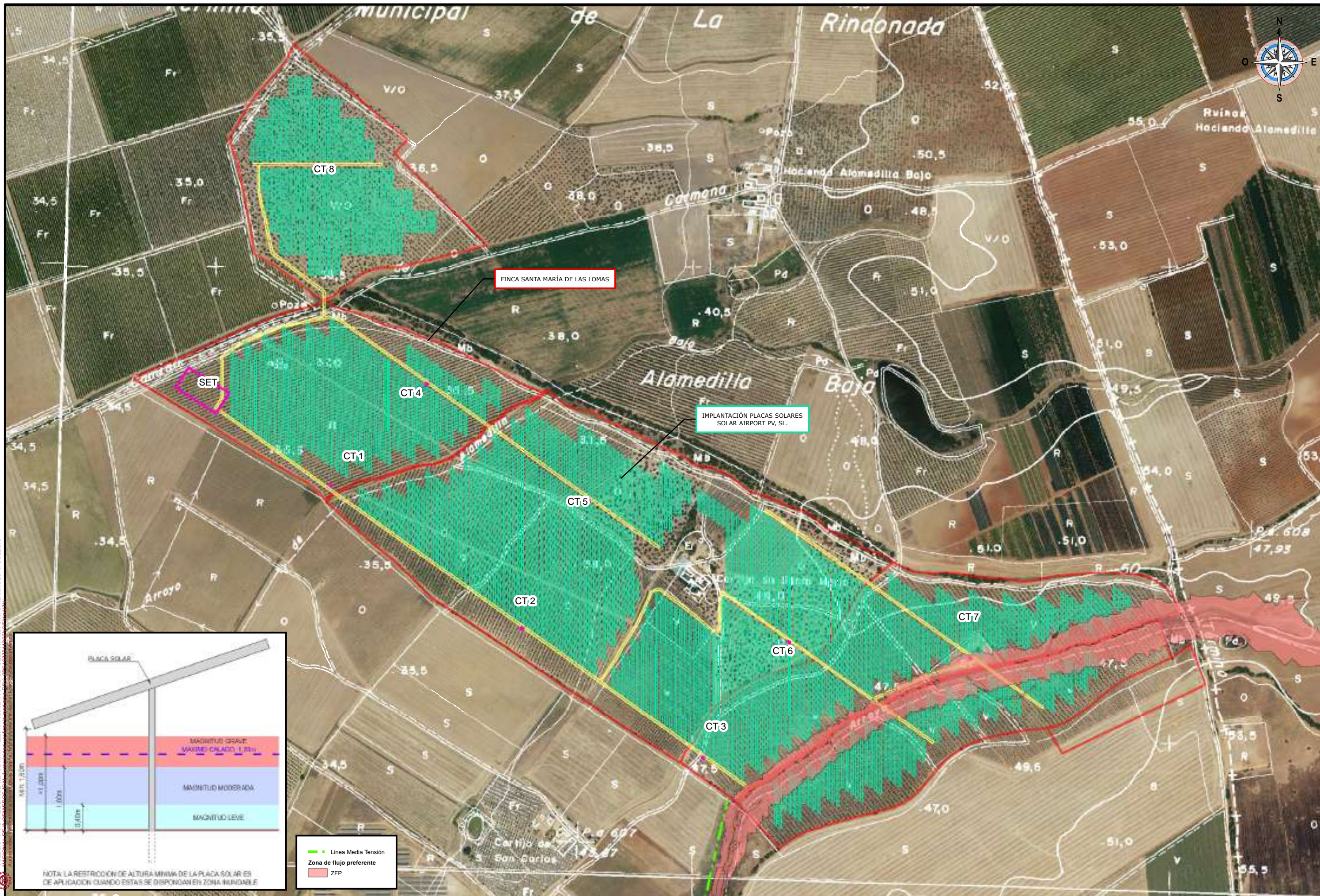




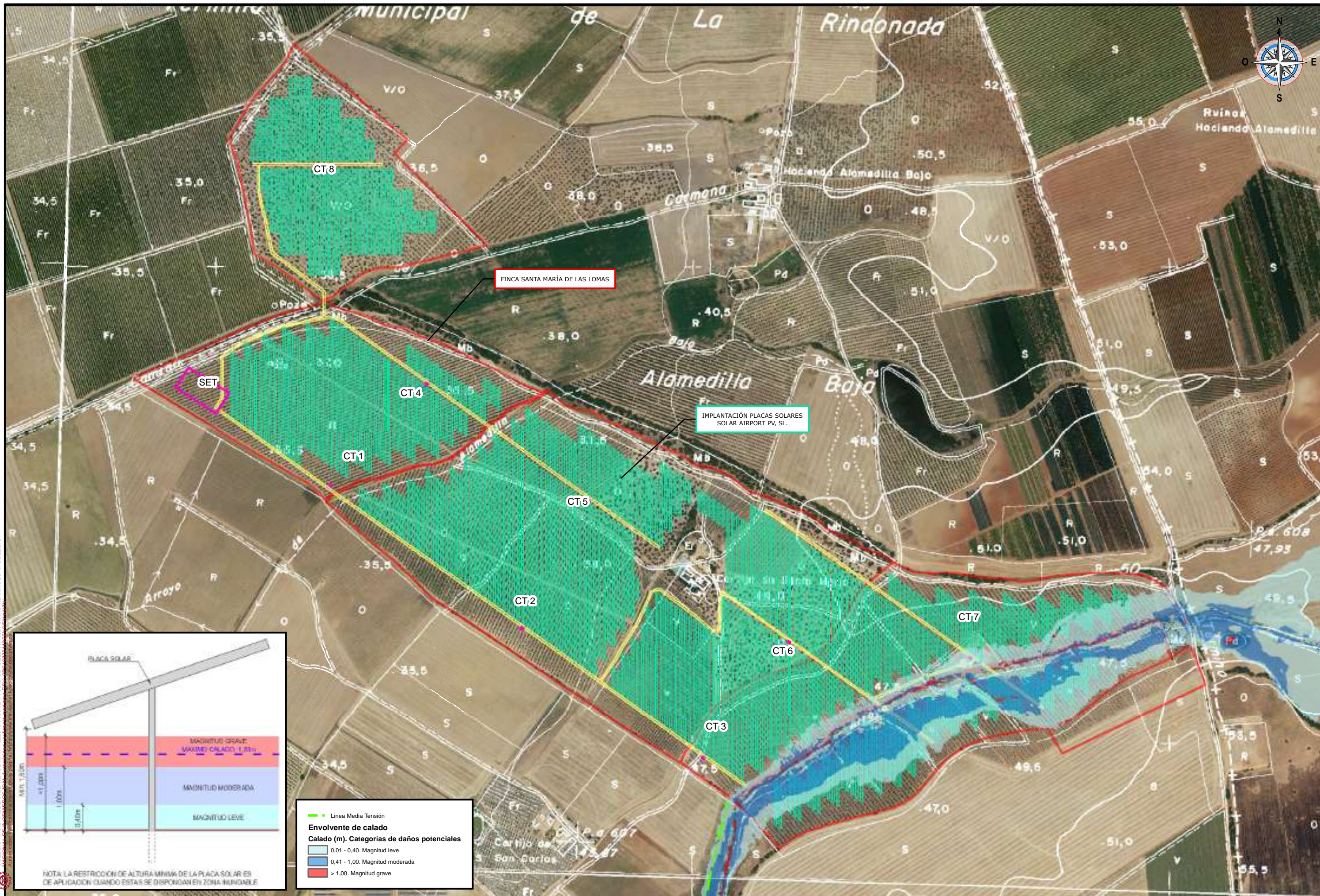




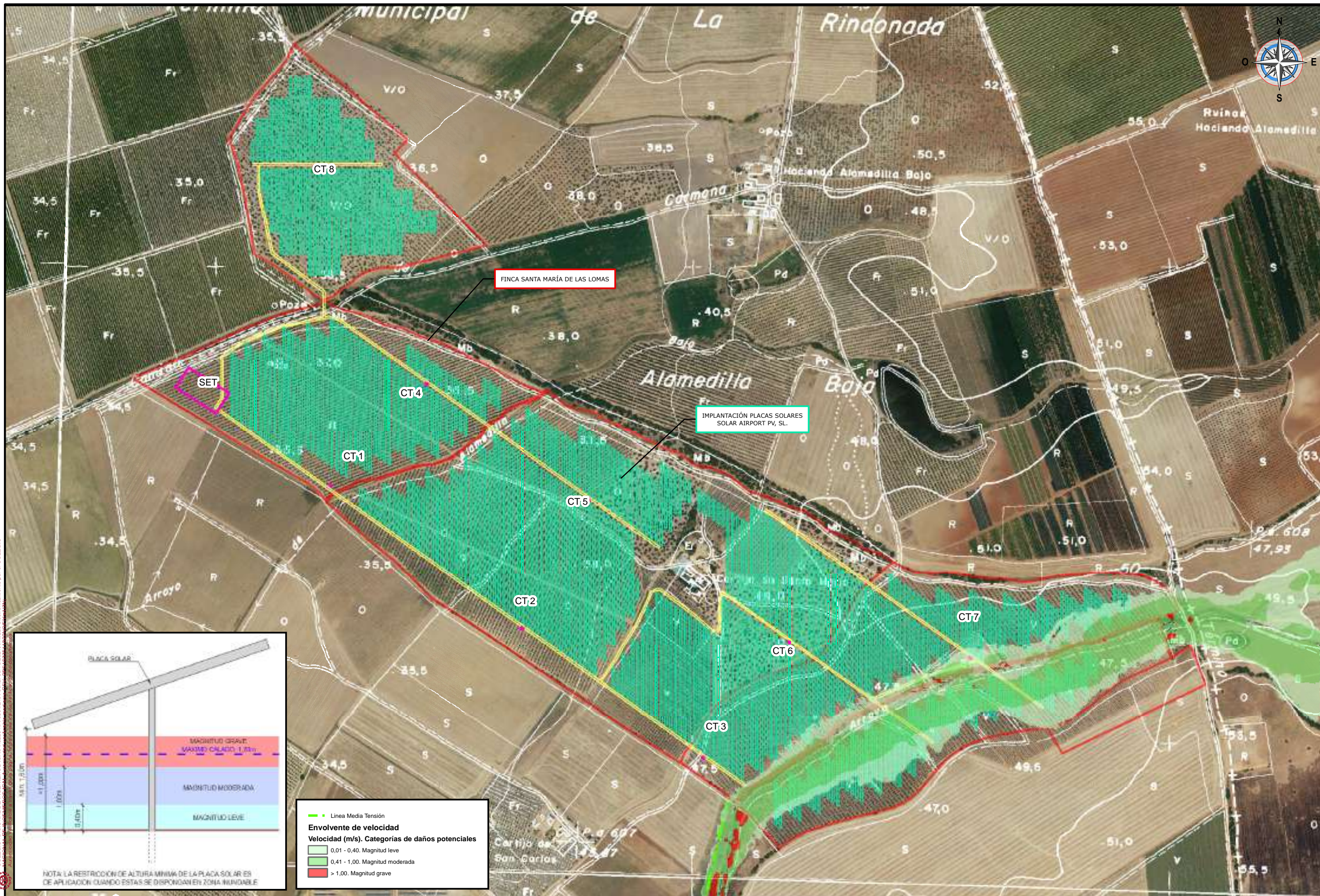




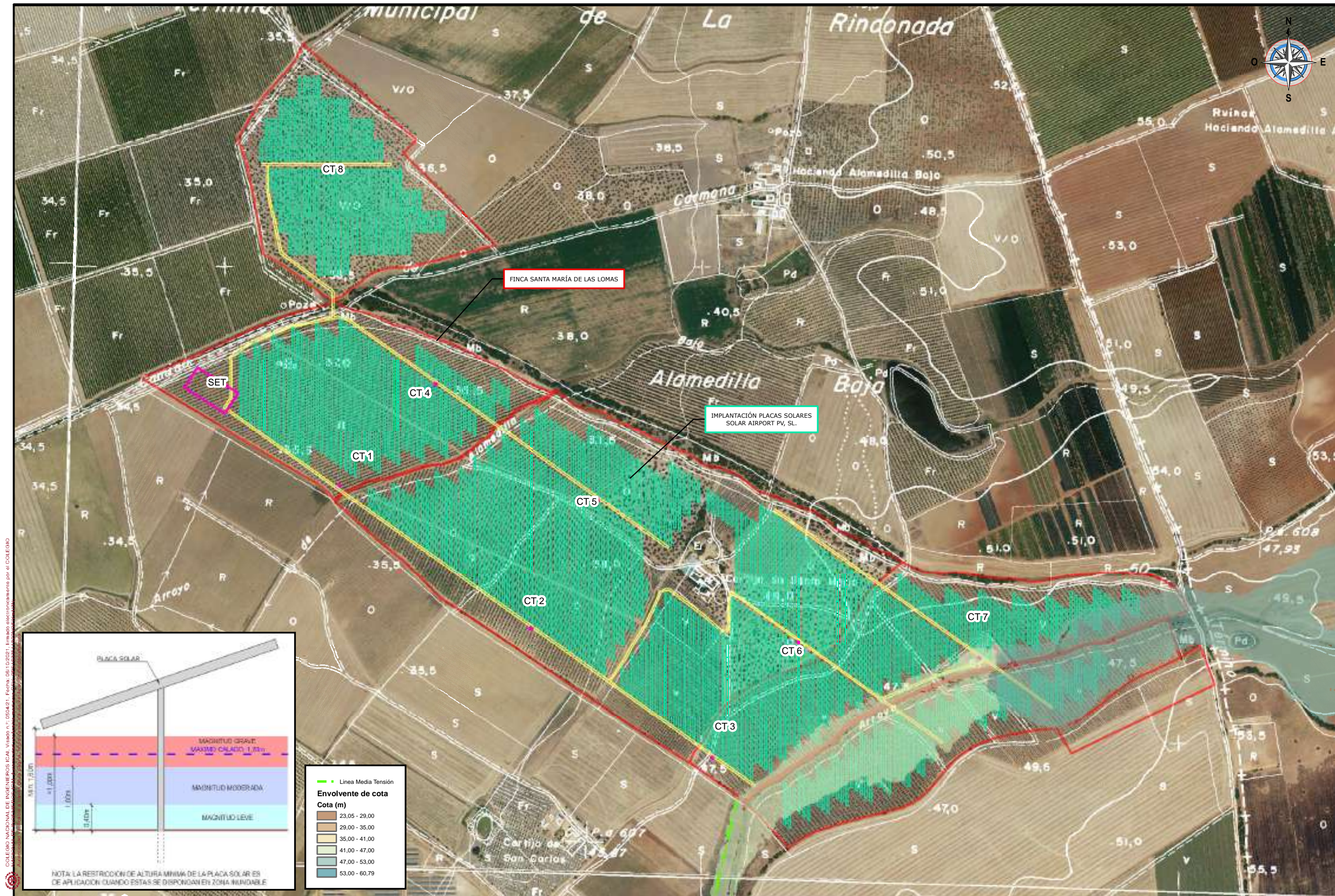












COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Vía de acceso a la obra: 0504201. Fecha: 09/10/2020. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Vía de acceso a la obra: 0504201. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Vía de acceso a la obra: 0504201.



# ANEXO N°11:

## ESTUDIO HIDROLÓGICO ARROYO ALAMEDILLA BAJA



## T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

# SOLAR AIRPORT

www.grupowats.com

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. ORDEN DE ENCARGO.....	6
3. OBJETO .....	6
4. ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	7
5. ESTUDIO HIDRÁULICO.....	8
5.1. SITUACIÓN ACTUAL .....	8
5.1.1. AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO .....	8
5.1.2. AVENIDA DE 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO .....	13
5.2. SITUACIÓN FUTURA .....	15
6. CONCLUSIONES .....	21

### LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Situación finca “Santa María de las Lomas” .....	4
Imagen 2: Localización de la finca “Santa María de las Lomas” .....	5
Imagen 3: Envolverte máxima de calado. T100 años .....	9
Imagen 4: Envolverte máxima de velocidad. T100 años .....	9
Imagen 5: Envolverte máxima de cota. T100 años .....	10
Imagen 6: Envolverte máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años.....	10
Imagen 7: Zona de Inundación Peligrosa .....	11
Imagen 8: Vía de Intenso Desagüe.....	12
Imagen 9: Zona de Flujo Preferente. ....	13
Imagen 10: Envolverte máxima de calado. T500 años .....	14
Imagen 11: Envolverte máxima de velocidad. T500 años .....	14
Imagen 12: Envolverte máxima de cota. T500 años .....	15
Imagen 13: Propuesta de disposición de planta solar en la finca “Santa María de las Lomas”. 16	
Imagen 14: Avenida de máxima envolverte de calado. T100 años .....	17
Imagen 15: Zona de Inundación Peligrosa. Interacción con campo Solar. Escenario Futuro. T 100 años.....	18
Imagen 16. Vía de Intenso Desagüe. Interacción con campo Solar. Escenario Futuro. T 100 años.....	19
Imagen 17: Zona de Flujo Preferente. Interacción con campo Solar. Escenario Futuro. T 100 años .....	19

### LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Parcelario catastral de la finca “Santa María de las Lomas” .....	4
Tabla 2: Caudales .....	6

Tabla 3: Caudales de máxima avenida para el arroyo Alamedilla Baja. Periodos de retorno de 100 y 500 años. Método Racional..... 7

## **APÉNDICES**

Apéndice 1. Estudio Hidráulico

Apéndice 2. Metodología para la definición de los Coeficientes de Manning.

## **PLANOS**

Plano 01: Situación

Plano 02: Localización

Plano 03: Cuenca de aporte al arroyo Alamedilla Baja

Plano 04: Situación actual

Plano 04.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 04.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 04.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 04.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 04.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 04.01.07: Zona de Flujo Preferente

Plano 04.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 04.02.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.02.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05: Situación futura

Plano 05.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 05.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 05.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 05.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 05.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 05.01.07: Zona de Flujo Preferente

Plano 05.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 05.02.01: Máxima envolvente de calado

Plano 05.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.02.03: Máxima envolvente de cota



## 1. INTRODUCCIÓN

La finca “Santa María de Las Lomas” se emplaza en la localidad de La Rinconada, provincia de Sevilla. Se constituye por las siguientes parcelas catastrales, y su superficie asciende a un total de 114,089 ha.

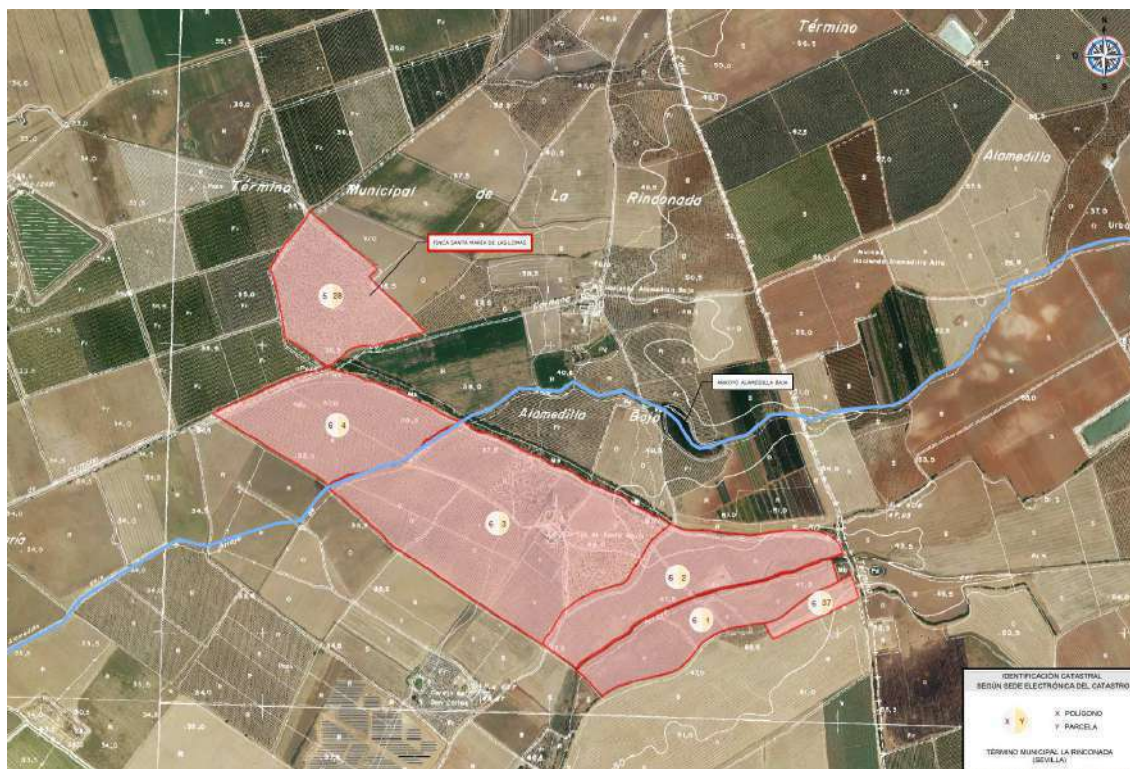
**Tabla 1: Parcelario catastral de la finca “Santa María de las Lomas”**

PROVINCIA	MUNICIPIO	POL	PARC	SUPERFICIE (ha)
Sevilla	La Rinconada	6	4	18,756
		6	1	13,648
		6	2	18,509
		6	37	2,500
		6	3	45,472
		5	28	15,204

**Imagen 1: Situación finca “Santa María de las Lomas”**



Imagen 2: Localización de la finca “Santa María de las Lomas”



## 2. ORDEN DE ENCARGO

**Solar Airport PV, S.L.**, con CIF B-90.366.725, y domicilio a efectos de notificaciones en Avenida Charles Darwin s/n, C.P 41.092 Sevilla, provincia de Sevilla, tiene a bien encargar a **WATS Técnicas de Ingeniería, S.L**, con C.I.F B-91725879 y domicilio en C/ Las Cruzadas nº 7 Bajo derecha C.P 41004, Sevilla, la redacción del presente **“Adenda al Estudio hidrológico – hidráulico del arroyo Alamedilla Baja en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”. T.M La Rinconada (Sevilla)”**.

## 3. OBJETO

El presente documento se elabora en respuesta al oficio **“reclamación de documentación”** emitido por el área Comisaria de Aguas de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, con fecha *20 de noviembre de 2020*, en relación al expediente de referencia **41081-0858-2020-01**.

En el oficio referido, relativo al estudio hidrológico e hidráulico, se expone, y se requiere los siguientes aspectos:

- ✓ Modificación de los caudales del arroyo Alamedilla Baja. Deberán emplearse los siguientes caudales en el modelo hidráulico IBER, respecto a los definidos en el estudio hidrológico aportado:

**Tabla 2: Caudales**

	Q (T100) m³/s	Q (T500) m³/s
Propuesto CHG	7,53	11,01
Aportado Memoria	6,44	9,42

- ✓ Especificaciones de los usos de suelo y coeficientes de Manning empleados en el estudio hidráulico, ya que no se ha especificado a qué “categoría” corresponden cada uno de los valores indicados en la memoria aportada.



#### 4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Como caudales de máxima avenida para 100 y 500 años de periodo de retorno para el arroyo Alamedilla Baja, se adoptan los valores propuestos por el Área Comisaría de Aguas de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en su oficio con fecha *20 de noviembre de 2020*, en relación al expediente de referencia **41081-0858-2020-01**

**Tabla 3: Caudales de máxima avenida para el arroyo Alamedilla Baja. Periodos de retorno de 100 y 500 años. Método Racional**

T	Q (m <sup>3</sup> /s)
100	<b>7,53</b>
500	<b>11,01</b>

Los anteriores valores, serán los adoptados como caudal punta de máxima avenida en los modelos hidráulicos de simulación, definidos a continuación.

## 5. ESTUDIO HIDRÁULICO

El estudio hidráulico comprende el análisis de la propagación de una avenida de caudal máxima instantáneo correspondiente a episodios de 100 y 500 años de periodo de retorno, por un cauce o planicie de inundación, en lámina libre, para el escenario de Situación Actual y para el escenario de Situación Futura, para la solución de campo solar definida.

De su análisis, se extraen las máximas envolventes de calado, cota y velocidad, para los periodos de retorno anteriormente referidos. Del análisis del resultado de las mismas, se obtiene la zona de Inundación Peligrosa, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, y el área potencialmente inundable para la T de 500 años. El modelo correspondiente a la Vía de Intenso Desagüe requiere de un análisis específico.

A continuación, se exponen los resultados de simulación, para la avenida de **100 y 500 años** de periodo de retorno, para los parámetros de calado y velocidad, de máxima envolvente.

### 5.1. SITUACIÓN ACTUAL.

#### 5.1.1. AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO

##### 5.1.1.1. MÁXIMAS ENVOLVENTES

El contorno de la zona de inundación se vislumbra en las ortofotografías de máxima actualidad, información ésta que queda contrastada con la región potencialmente inundable del modelo de avenida de 100 años de periodo de retorno.

A continuación, se adjuntan las máximas envolventes de calado, velocidad, cota y caudal específico, característica de la avenida de 100 años de periodo de retorno.

Imagen 3: Envoltente máxima de calado. T100 años



Imagen 4: Envoltente máxima de velocidad. T100 años





Imagen 5: Envoltente máxima de cota. T100 años.

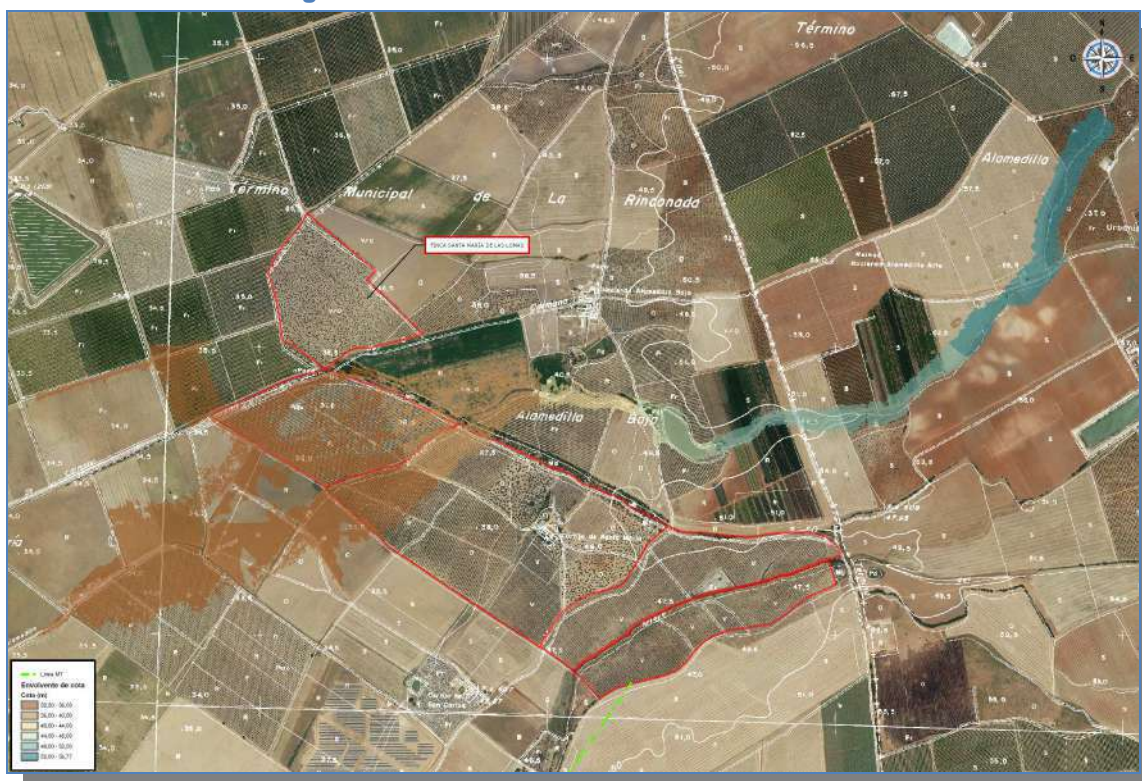
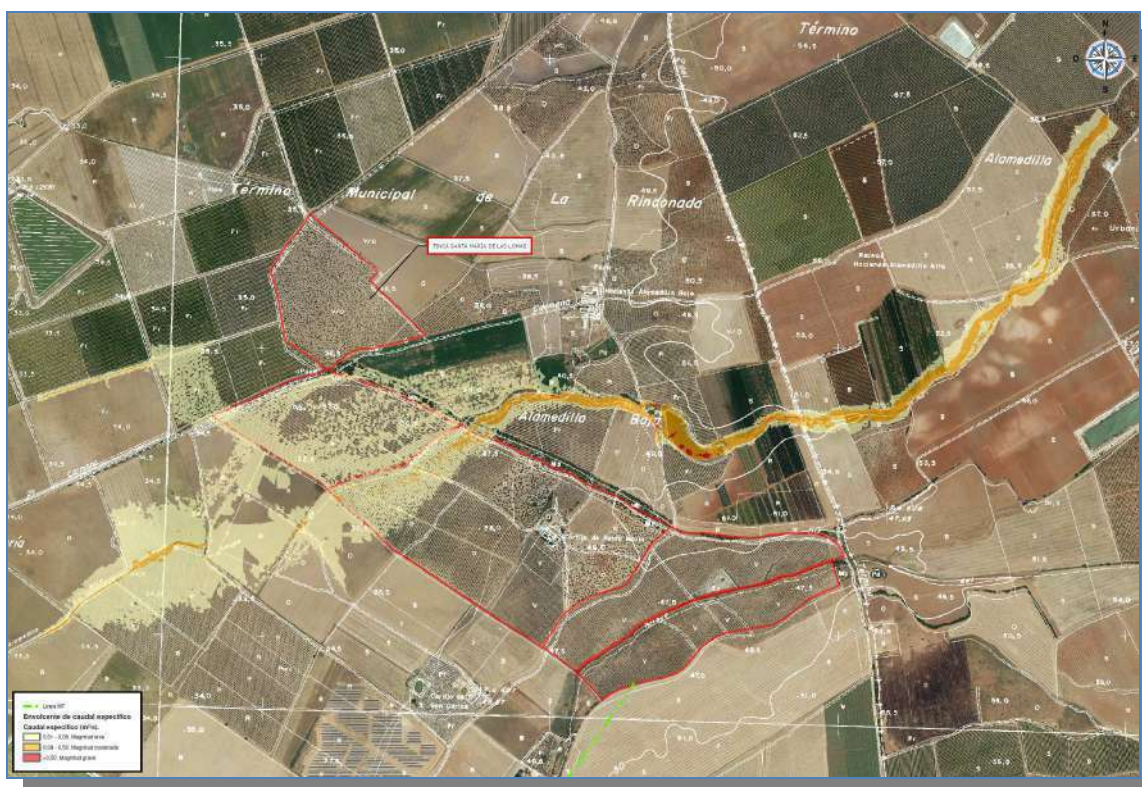


Imagen 6: Envoltente máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años



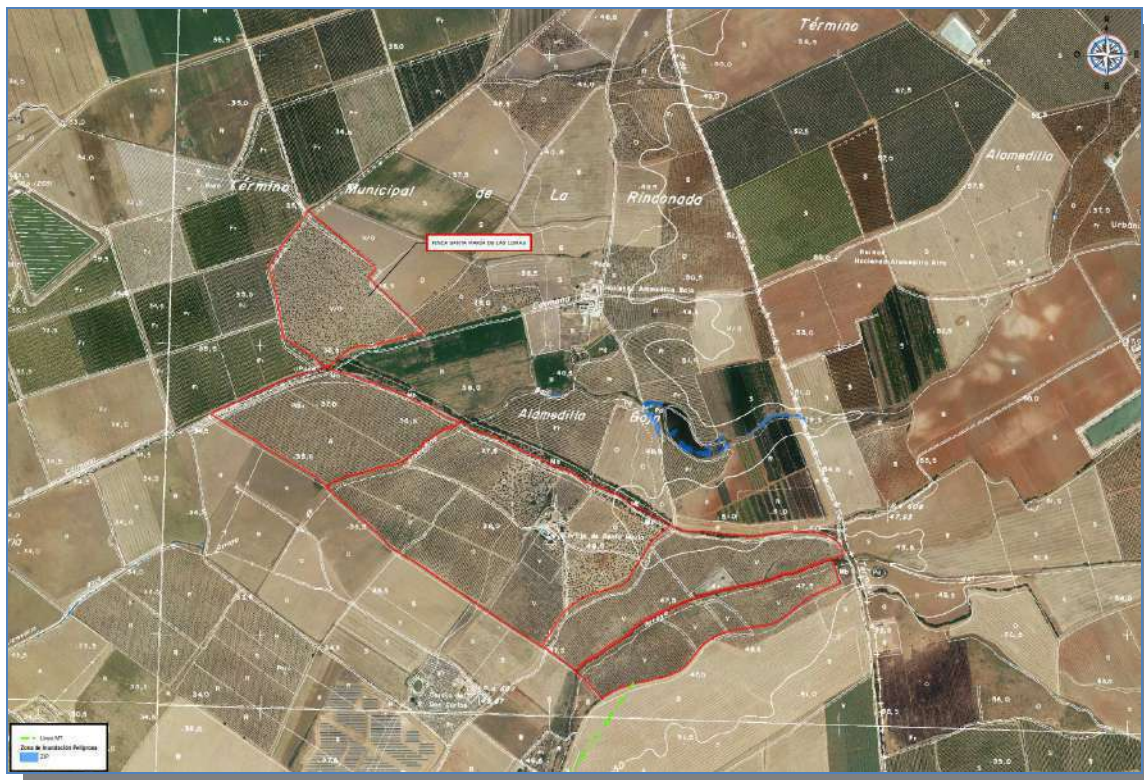


El cauce del arroyo “Alamedilla Baja” discurre entre las parcelas catastrales 3 y 4 de la finca “Santa María de las Lomas”, al noroeste de la misma. Al tratarse de terrenos de orografía plana, y cauce de menor entidad, insuficientemente definidos en los vuelos LIDAR, la avenida de inundación se extiende por la planicie de inundación; si bien, las magnitudes alcanzadas de calado, velocidad y caudal específico son de categoría leve.

#### 5.1.1.2. ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA. VÍA DE INTENSO DESAGÜE. ZONA DE FLUJO PREFERENTE

La Zona de Inundación Peligrosa se define mediante herramientas GIS de procesamiento de datos, a partir de los mapas de máxima envolvente de velocidad y calado, para el modelo hidráulico de 100 años de periodo de retorno. De este modo, de los resultados de simulación, se extrae la región del área potencialmente inundable, que manifiesta velocidades y/o calados superiores a 1 m/s y 1 m, respectivamente. El mapa de máxima envolvente de caudal específico (calado x velocidad, en m<sup>2</sup>/s) se obtiene mediante herramientas GIS de cálculo de mapas raster; en este caso se filtran las magnitudes superiores a 0,5 m<sup>2</sup>/s. El contorno que satisface al menos una de las condiciones anteriores, define la **ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA**.

Imagen 7: Zona de Inundación Peligrosa



La Zona de Inundación Peligrosa no alcanza la finca “Santa María de Las Lomas”, hecho éste que manifestaban ya las envolventes de máxima avenida de 100 años de periodo de retorno, en los que las magnitudes de velocidad, cota y caudal específico eran de origen leve o moderado.

Para la definición de la Vía de Intenso Desagüe se procede mediante la herramienta de Simulación IBER, a la definición de un recinto, **inscrito** en los límites de la zona inundable de 100 años de periodo de retorno, recinto éste al cual se restringirá la avenida en el nuevo modelo desarrollado. Aquel recinto que ofrezca sobreelevaciones de calado, del orden de 30 cm, respecto del escenario de partida considerando toda la llanura de inundación, será la que defina la **VÍA DE INTENSO DESAGÜE**.

En la imagen adjunta se ilustra el recinto definido como Vía de Intenso Desagüe, y las sobreelevaciones del modelo correspondiente a la Vía de Intenso Desagüe respecto del escenario de avenida de 100 años de periodo de retorno considerando toda la llanura de inundación.

Imagen 8: Vía de Intenso Desagüe.





observarse, dicho polígono o Vía de Intenso Desagüe reduce considerablemente la zona de afección a las parcelas catastrales 3 y 4 de la finca “Santa María de Las Lomas”.

La envolvente máxima de las regiones que definen la Zona de Inundación Peligrosa y la Vía de Intenso Desagüe, define la **Zona de Flujo Preferente**, la cual se muestra a continuación. En este caso particular, la Zona de Flujo Preferente viene definida en su totalidad por la Vía de Intenso Desagüe.

Imagen 9: Zona de Flujo Preferente.



#### 5.1.2. AVENIDA DE 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO

En cuanto a la avenida de 500 años de periodo de retorno ( $11,01 \text{ m}^3/\text{s}$ ), el caudal de máxima avenida no varía significativamente respecto de la avenida para 100 años ( $7,53 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Ello se debe a la menor envergadura del cauce y de la cuenca de aporte al mismo, lo que condiciona la menor variabilidad en los aportes de escorrentía.

Como en el caso anterior, en las imágenes ortográficas se entrevé la extensión de la llanura de inundación, semejante ésta al área de inundabilidad de 100 años de periodo de retorno.



Imagen 10: Envoltente máxima de calado. T500 años

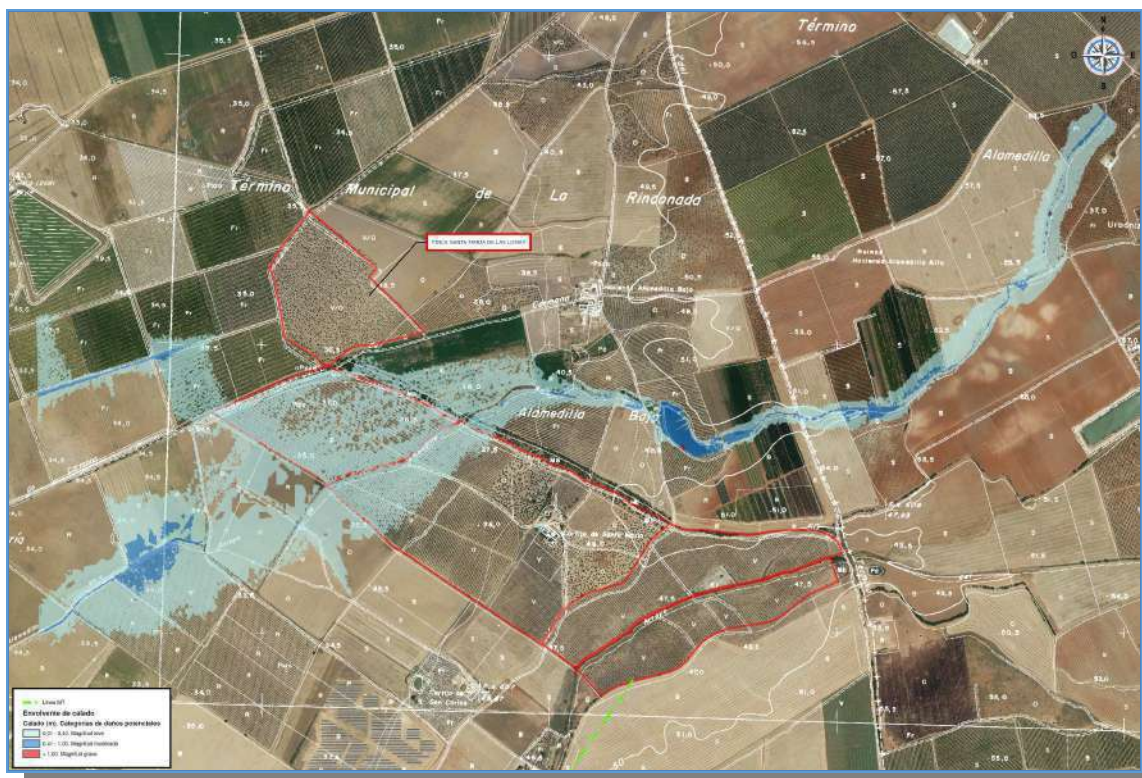


Imagen 11: Envoltente máxima de velocidad. T500 años





Imagen 12: Envoltente máxima de cota. T500 años



La avenida de 500 años de periodo de retorno alcanza prácticamente la misma llanura de inundación que la avenida de 100 años; no existiendo claras diferencias. Además, las magnitudes de los parámetros de calado y velocidad pertenecen a la **categoría leve de daños**, no presentando riesgo a las personas y bienes o instalaciones. Por último, recalcar la reducida extensión de la Zona de Flujo Preferente, por donde discurre con mayor asiduidad los caudales de avenida; si bien, recuérdese que la Zona de Inundación Peligrosa no se manifiesta en la finca “Santa María de las Lomas”.

## 5.2. SITUACIÓN FUTURA

El escenario futuro considera la implementación de un campo solar de acuerdo a la disposición que ilustra la

Imagen 13. Las placas solares se disponen orientadas al sur, y elevadas del terreno lo suficiente, distanciadas unas de otras, para evitar que se hagan sombra. Los mástiles sobre los que se sustentan las placas, se disponen hincados en el terreno.



Imagen 13: Propuesta de disposición de planta solar en la finca “Santa María de las Lomas”



Los mástiles, de perfilera metálica, presentan secciones reducidas, por lo que no ofrecen obstrucción a la circulación de la avenida por la llanura de inundación. Cada mástil se dotará a su vez de una altura de 1,20 m sobre el terreno, suficiente como para que la placa solar quede elevada del terreno una altura adecuada que evite la interferencia de la misma con la lámina de inundación para una avenida de un periodo de retorno de 500 años.

Si como se ha expuesto, en el caso concreto del escenario actual, no se aprecian diferencias, en la llanura potencialmente inundable, para la avenida de 100 y 500 años de periodo de retorno, menos aún entre los escenarios de situación actual y situación futura, para el tipo de instalación en particular que nos ocupa.

Es por ello, que no se ha desarrollado un escenario de simulación específico para la situación futura; si bien, se ha dispuesto la propuesta de emplazamiento de las placas, sobre los modelos actuales, con objeto de profundizar en detalle en las posibles afecciones.

Imagen 14: Avenida de máxima envolvente de calado. T100 años



Como se observa en la imagen anterior, el área de inundación de máxima envolvente para una avenida de 100 años de periodo de retorno, se extiende por las parcelas 3 y 4 del polígono 6 del municipio de La Rinconada. Pero más importante resulta aún acentuar el carácter leve de la inundación en dichas parcelas, no excediendo la altura de calado por encima de 40 cm, en ningún instante.

Por consiguiente, mediante la elevación de la placa solar a una altura mínima de 1,20 m del terreno, en el punto más bajo de la misma, se elimina la posible interferencia de ésta sobre la avenida de inundación, como a su vez, los efectos contraproducentes que provoque la avenida sobre las propias instalaciones solares.

Si se profundiza ahora, en la Zona de Inundación Peligrosa, se observan, pequeñas regiones en el interior propiamente del cauce o álveo, en donde se manifiestan valores graves de velocidades, calados o caudal específico. La propuesta de emplazamiento de la instalación solar, dispone las placas a una distancia suficiente del eje del cauce, no solapándose ambas regiones.



**Imagen 15: Zona de Inundación Peligrosa. Interacción con campo Solar. Escenario Futuro. T 100 años.**



Incluso, en lo referente a la Vía de Intenso Desagüe (imagen posterior), el emplazamiento de las placas no intersecta la Zona preferente del flujo para la circulación de la avenida.



Imagen 16. Vía de Intenso Desagüe. Interacción con campo Solar. Escenario Futuro. T  
100 años.



Además, como se ha citado con anterioridad, las placas solares se disponen elevadas del terreno, y de la avenida, una altura adecuada de seguridad, para evitar las interferencias en ambos sentidos.

Por otro lado, dado que no se observan diferencias apreciables entre las avenidas de 100 y de 500 años de periodo de retorno, las observaciones puntualizadas en los párrafos anteriores, son extrapolables para la avenida de 500 años. Es decir, la avenida de inundación, para la T 500 años, se extiende por los recintos catastrales, con carácter leve. No ofreciendo cada mástil de elevación de las placas, obstáculo para la circulación de la avenida.

## 6. CONCLUSIONES

En base al estudio desarrollado en el presente documento, y conforme a las características de la instalación fotovoltaica, **se considera nula la repercusión o interacción negativa** que la misma pueda suponer al avance de las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno.

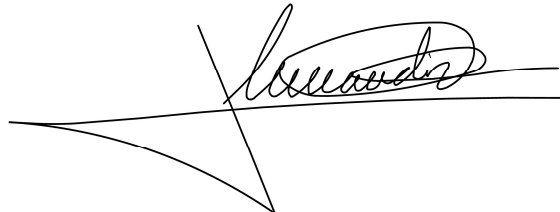
Tan solo se recomienda, la adopción de premisas en el diseño de la instalación para disponer el campo solar, lo suficientemente elevado del terreno, y lejos de la avenida de inundación; en el presente caso, a una altura mínima de 1,20 m, en la zona de la placa más próxima al suelo.

La adopción de dichas medidas, será de especial cumplimiento en zona u área potencialmente inundable; fuera de éste área, las medidas anteriores podrán minorarse.

La zona de servidumbre del arroyo de Alamedilla Baja, será respetada en todo momento con la propuesta de implantación del campo fotovoltaico que se ha definido.

Sevilla, diciembre de 2.020

Francisco Hernandis Almodóvar



Ingeniero Agrónomo  
Colegiado número 2.261



# APÉNDICE 1

## ESTUDIO HIDRÁULICO

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CONFECCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO.....</b>	<b>5</b>
2.1. ALCANCE DEL ESTUDIO .....	5
2.2. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES .....	6
2.3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA. CONFECCIÓN MALLA.....	8
2.4. DEFINICIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING .....	9
2.5. CONDICIONES INICIALES .....	11
2.6. CONDICIONES DE CONTORNO .....	11
<b>3. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO .....</b>	<b>12</b>

### LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Zona de Flujo Preferente .....	3
Imagen 2: Definición del modelo. Alcance de la región en estudio .....	5
Imagen 3: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar. ....	7
Imagen 4: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar. Imagen RGB .....	7
Imagen 5: Resolución de la geometría del modelo. ....	8
Imagen 6: Tamaño de la malla de cálculo. ....	9
Imagen 7: Caracterización del coeficiente de rugosidad de Manning en la llanura de inundación del modelo de simulación. ....	10
Imagen 8: Definición de los coeficientes de rugosidad de Manning por Categorías .....	10
Imagen 9: Envoltente máxima de calado. T100 años .....	12
Imagen 10: Envoltente máxima de velocidad. T100 años .....	13
Imagen 11: Envoltente máxima de cota. T100 años. ....	13
Imagen 12: Envoltente máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años.....	14
Imagen 13: Zona de Inundación Peligrosa .....	15
Imagen 14: Vía de Intenso Desagüe.....	16
Imagen 15: Zona de Flujo Preferente. ....	17
Imagen 16: Envoltente máxima de calado. T500 años .....	18
Imagen 17: Envoltente máxima de velocidad. T500 años .....	18
Imagen 18: Envoltente máxima de cota. T500 años .....	19

### LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Caudales punta de avenida. Condición de entrada .....	11
--	----

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio hidráulico tiene por objeto la definición de la Zona de Flujo Preferente y el área potencialmente inundable para una avenida de 500 años de periodo de retorno, en el cauce del arroyo “Alamedilla Baja”, en las proximidades de la finca “Santa María de las Lomas”, en la provincia de Sevilla.

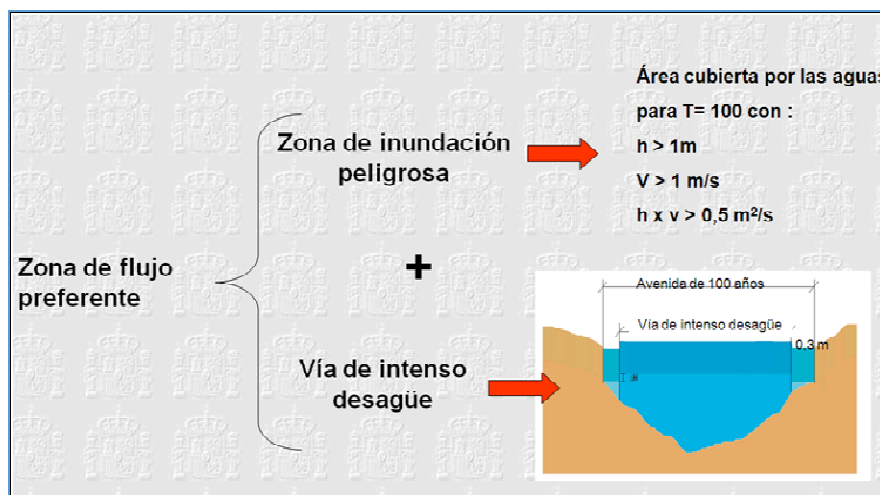
De acuerdo con el artículo 9.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, la **Zona de Flujo Preferente** es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir daños graves a las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- ✓ Que el calado sea superior a 1 m.
- ✓ Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- ✓ Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.

Se entiende por **Vía de Intenso Desagüe**, la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente.

Imagen 1: Zona de Flujo Preferente





Para el desarrollo del modelo hidráulico se hace uso de la herramienta de análisis bidimensional **IBER**. Consiste en un modelo numérico bidimensional de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen variable, que incorpora como esquema numérico el método de alta resolución de Volúmenes Finitos. Este modelo consiste en la integración de los modelos CARPA (de la Universidad Politécnica de Cataluña) y TURBILLÓN (de la Universidad de La Coruña).

La aplicación IBER consta de tres módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, uno de turbulencia y un último módulo de transporte de sedimentos. Todos ellos, trabajan sobre una malla estructurada o no estructurada (seleccionada por el usuario) de volúmenes finitos formada por elementos triangulares o cuadriláteros. En el módulo hidrodinámico, el cual constituye las bases de cálculo de IBER, se resuelven las ecuaciones de aguas someras bidimensionales promediadas en profundidad o **ecuaciones de Saint Venant**.

El rango de aplicación de la herramienta IBER se concentra principalmente en la hidrodinámica fluvial, siendo de especial interés en los siguientes campos:

- Simulación de rotura de presas.
- Evaluación de zonas inundables.
- Cálculo de transporte de sedimentos.
- Flujo de Mareas en estuarios.

## 2. CONFECCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

### 2.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

El arroyo Alamedilla Baja, en las proximidades a la finca “Santa María de las Lomas”, encauza las aguas de una **cuenca** que se distribuye sobre zona agrícola, y en menor medida, sobre urbanizaciones, dada la proximidad al núcleo urbano de la provincia de Sevilla. La orografía del terreno es prácticamente plana, característica del lugar.

La región que evalúa el modelo comprende una amplia zona aguas arriba y aguas abajo de la finca “Santa María de las Lomas”, con objeto de hallar la zona potencialmente inundable en el entorno de la finca referida, de forma certera y precisa. El análisis de una región más amplia que la zona de interés, permite evaluar las interferencias que el entorno provoca sobre el área de inundación en las proximidades de la finca, y los parámetros calado, velocidad y cota. El área de **modelado** se extiende sobre terreno agrícola.

El alcance del modelo se prolonga durante algo más de 1 km aguas abajo; abarca una extensión de **4,62 km<sup>2</sup>**, en una longitud de cauce de aproximadamente **4,7 km**.

A lo largo del cauce, se identifican algunas obras de drenaje transversal bajo camino, sin relevancia, que dan continuidad al arroyo; si bien, y dado que el presente estudio tiene por objeto hallar el área potencial susceptible de inundación, ésta quedará del lado de la seguridad, al no considerar la implementación de dichas obras de fábrica o drenaje.

**Imagen 2: Definición del modelo. Alcance de la región en estudio**



## 2.2. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES

Para la confección de un modelo hidráulico, ya sea unidimensional o bidimensional, se requiere de la caracterización del terreno donde se vayan a aplicar las ecuaciones numéricas de cálculo. En el caso concreto, de modelos bidimensionales, se precisa de la incorporación de modelos digitales de elevaciones. Los resultados son tanto más precisos como adecuada sea la topografía a la realidad.

Son numerosos los recursos que existen a nivel nacional en materia de Modelos Digitales de Elevaciones. Para la confección del presente modelo se extrae información de la nube de puntos altimétrica procedentes de vuelos con sensor LIDAR, con densidad de 0,5 puntos / m<sup>2</sup>, dispuestos para su consulta en el portal web del Instituto Geográfico Nacional (<http://www.ign.es/web/ign/portal>).

Si bien, y aun cuando los Modelos Digitales de Elevación describen adecuadamente el terreno, principalmente llanuras de inundación con modera - baja pendiente, pueden generar errores importantes en la caracterización de cauces de ríos u arroyos, llegando incluso, en la mayor parte de las ocasiones, a infravalorar la magnitud del cauce. En cualquier caso, **estos errores se posicionan del lado de la seguridad, siendo los resultados del modelo más conservadores.**



Imagen 3: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar.



Imagen 4: Vista aérea de la zona de estudio a partir un vuelo lidar. Imagen RGB



### 2.3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA. CONFECCIÓN MALLA.

El primer paso en el desarrollo del modelo IBER, consiste en la importación del modelo digital de elevaciones elaborado previamente; de las diversas opciones de importación que ofrece la herramienta, se procede mediante la importación con **RTIN**, para la generación de una red irregular de triángulos rectángulos. **Esta herramienta genera geometrías muy aproximadas a la topografía real, con un número optimizado de elementos, y muy robusta frente a problemas de mallado o numéricos.**

El nivel de **tolerancia** definido, como máxima distancia en vertical entre el modelo digital de elevaciones y la geometría creada por la aplicación IBER, es de **0,15 m**. Del mismo modo, se definen las **longitudes mínimas** y **máximas** de los lados de los triángulos (RTIN), de **3** y **200 m**, respectivamente.

Imagen 5: Resolución de la geometría del modelo.



La **mallá de cálculo** generada tiene geometría estructurada, con el mismo número de divisiones que la red de triangulación; la distancia mínima entre los elementos de mallado es de 4 m y la distancia máxima es de 90 m. Este tipo de geometría le confiere al **modelo mayor ajuste con respecto a la realidad, representando con elevado grado de detalles ciertos elementos, así como una mayor robustez numérica.**



Imagen 6: Tamaño de la malla de cálculo.



#### 2.4. DEFINICIÓN DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

El modelo hidráulico de simulación requiere de la definición del coeficiente de rugosidad, el cual viene, a su vez, condicionado, fundamentalmente, por los usos del suelo. Para su definición, se adopta de referencia:

- ✓ La base de datos de ocupación del suelo en España a escala 1:25000 para el año 2014, **SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España)**
- ✓ **“Guía Técnica de apoyo a la aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en las limitaciones a los usos del suelo en las zonas inundables de origen fluvial”** editado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y publicado en el año 2017.

En el **“Apéndice 2: Metodología para la definición de los Coeficientes de Manning”** se expone con mayor grado de detalle la asignación de los coeficientes de rugosidad de Manning a los polígonos, y correspondientes usos de suelo, que integran la base de datos del SIOSE, en la región u área que conforma el modelo.

A modo de resumen, se ilustra a continuación la representación gráfica, por colores, de los diferentes coeficientes de rugosidad de Manning medios, otorgados a los polígonos y recintos del SIOSE, para la extensión del modelo que comprende la llanura de inundación.



**Imagen 7: Caracterización del coeficiente de rugosidad de Manning en la llanura de inundación del modelo de simulación.**



Los valores del coeficiente de rugosidad de Manning, asignados a cada categoría en la imagen anterior, son los siguientes:

**Imagen 8: Definición de los coeficientes de rugosidad de Manning por Categorías**

CATEGORÍAS	USOS DE SUELO
1	0,025
2	0,035
3	0,04
4	0,045
5	0,05
6	0,055
7	0,06
8	0,07

## 2.5. CONDICIONES INICIALES

En la elaboración del modelo, se precisa definir el nivel de la lámina de agua en la planicie de inundación en el instante inicial de simulación, la cual se dispone a una altura de 0 m.

## 2.6. CONDICIONES DE CONTORNO

Las condiciones de contorno establecen el tipo de régimen que gobierna el modelo numérico; son dos, la condición a la entrada y la condición a la salida.

Dado el régimen de caudales de avenida circulantes por el cauce, y las velocidades que puedan llegar a alcanzarse en el mismo, se prevé un régimen supercrítico a la salida, seleccionando éste como condición de contorno en este punto.

La condición de entrada permite la definición de un caudal o hidrograma de avenida al inicio, por ejemplo, del curso de un arroyo. En el presente estudio se desarrollan modelos para avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno, cada uno de los cuales incorpora un caudal de máxima avenida diferente, característico del periodo de retorno en cuestión.

Los caudales de avenida adoptados, se corresponden con los propuestos por el Área Comisaría de Aguas de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, reflejados en su oficio de fecha 20 de noviembre de 2020, vinculados al expediente de referencia **41081-0858-2020-01**.

**Tabla 1: Caudales punta de avenida. Condición de entrada**

PERIODO RETORNO	Q <sub>MAX</sub> INSTANT (m <sup>3</sup> /s)
100	<b>7,53</b>
500	<b>11,01</b>

### 3. RESULTADOS DEL MODELO HIDRÁULICO

El cauce del arroyo “Alamedilla Baja” nace en la localidad de “La Rinconada”, discurre por terrenos agrícolas de labor de secano, y olivar, en menor medida; confluye con el arroyo Miraflores, en sus proximidades al núcleo urbano de Sevilla.

El objeto del presente estudio, se ciñe al análisis de la Zona de Flujo Preferente, y área potencialmente inundable para la avenida de 500 años de periodo de retorno, en las proximidades de la finca “Santa María de Las Lomas”. El alcance del modelo se ciñe a una longitud de 1 km aguas abajo de los terrenos de la finca referida, con el fin de garantizar que la existencia de elementos o instalaciones en el curso del arroyo, no afecta a las regiones anteriores definidas.

De la consulta de las ortofotografías del PNOA, puede **entreverse** la región inundable por las avenidas de 100, incluso de 500 años de periodo de retorno. La coloración del terreno, y las marcas de la región inundable, confirman los resultados de inundación ofrecidos por el modelo para los caudales de avenida de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Imagen 9: Envoltente máxima de calado. T100 años





Imagen 10: Envoltente máxima de velocidad. T100 años



Imagen 11: Envoltente máxima de cota. T100 años.



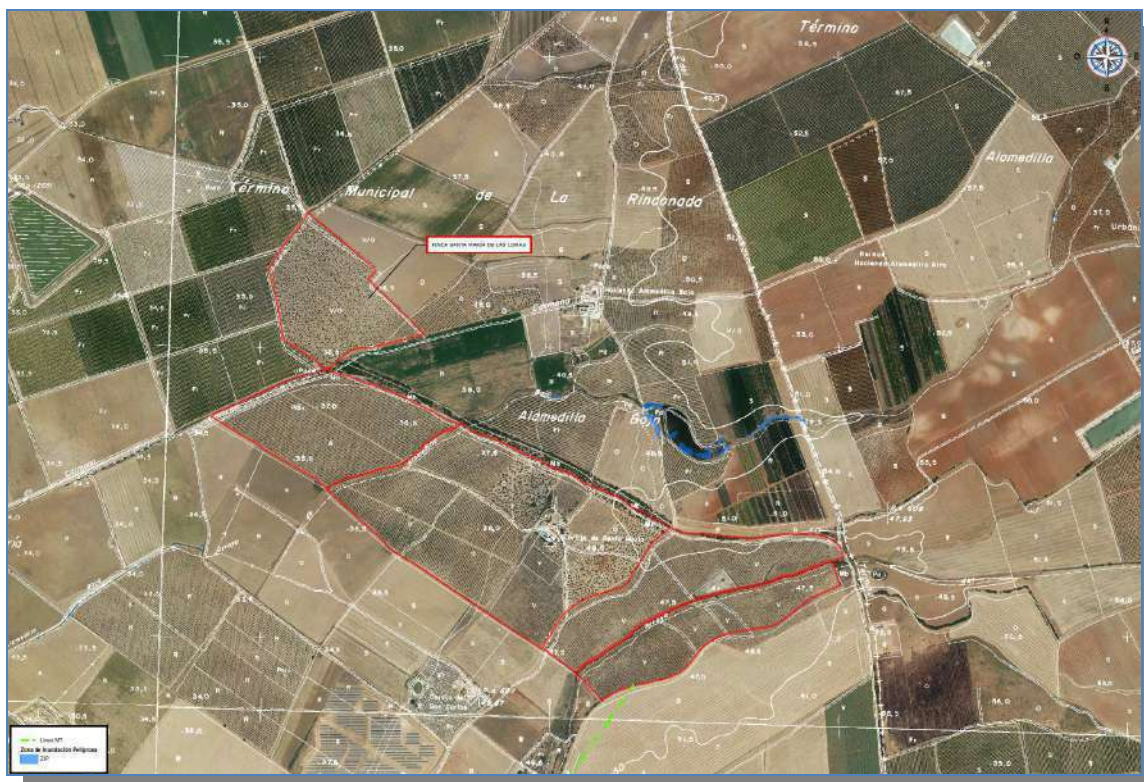


Imagen 12: Envolvente máxima de caudal específico (calado x velocidad). T100 años



A partir de los resultados de máxima envolvente de calado y velocidad, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, puede extraerse la región, inscrita en el área potencialmente inundable, que presente riesgos graves a las personas y los bienes, quedando delimitado así la Zona de Inundación Peligrosa.

Imagen 13: Zona de Inundación Peligrosa



El Reglamento del Dominio Público Hidráulico, establece precedentes sobre las actividades que puedan ser autorizadas en Zona de Flujo Preferente; el organismo de cuenca competente será el encargado de requerir el estudio de las Zonas de Flujo Preferente, cuando ello sea preciso, y velar, por la implantación de actividades en estas zonas, no vulnerables frente a las avenidas, que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía.

La Zona de Flujo Preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o Vía de Intenso Desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, o Zona de Inundación Peligrosa.

A continuación, se presenta la Vía de Intenso Desagüe del cauce del arroyo “Alamedilla Baja”. Se trata de la región de la zona inundable para 100 años de periodo de retorno, donde se concentra el flujo, sin generar una sobreelevación de la cota de inundación superior a 30 cm.



Imagen 14: Vía de Intenso Desagüe.



De la máxima envolvente de la Vía de Intenso Desagüe y Zona de Inundación Peligrosa, resulta la Zona de Flujo Preferente, la cual se muestra a continuación.

Imagen 15: Zona de Flujo Preferente.



Los caudales de máxima avenida para 100 y 500 años de periodo de retorno, presentan un orden de magnitud semejante, **7,53** y **11,01 m³/s**. La semejanza entre sus valores, es lo que hace que no se perciban diferencias prácticamente entre las regiones inundables de 100 y 500 años de periodo de retorno.

Además, al tratarse de una llanura de pendiente nula, prácticamente, la inundación se extiende por la planicie, minorando el régimen de velocidades y calados alcanzados. Ello hace que el área potencialmente inundable sea de carácter leve en su práctica totalidad, en el entorno de la finca “Santa María de las Lomas”.



Imagen 16: Envoltente máxima de calado. T500 años

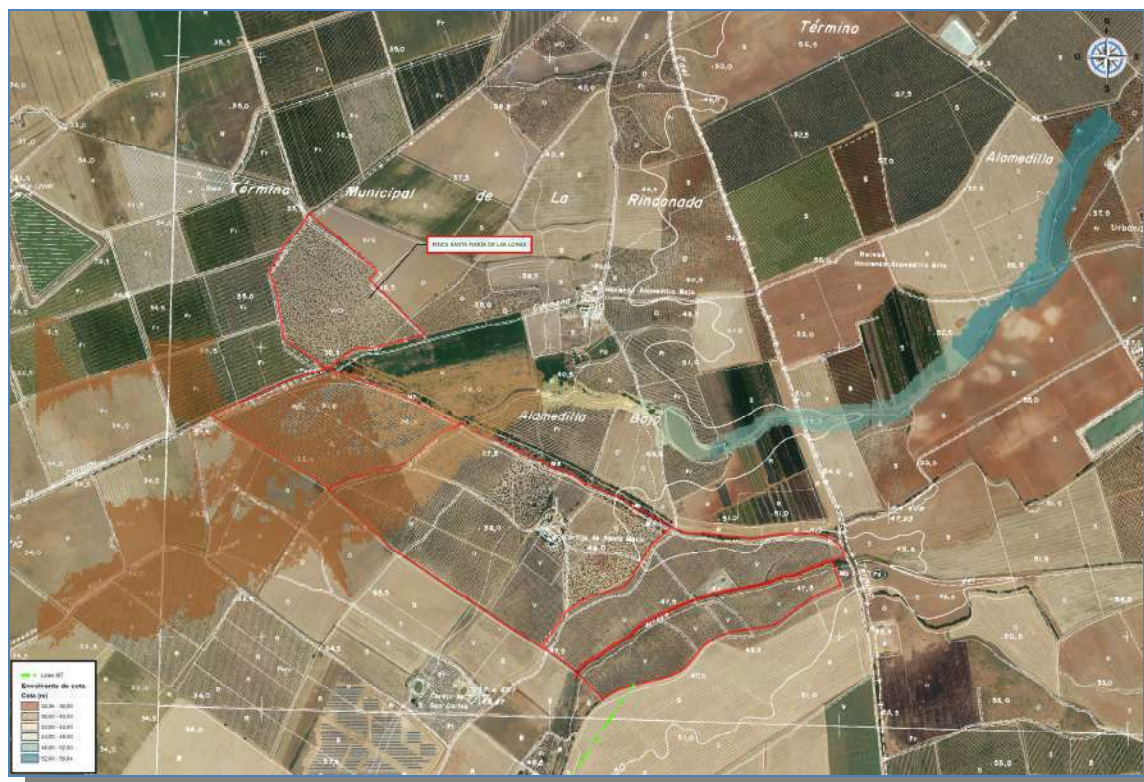


Imagen 17: Envoltente máxima de velocidad. T500 años





Imagen 18: Envolvente máxima de cota. T500 años



## APÉNDICE 2

# METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LOS COEFICIENTES DE MANNING

## ÍNDICE

1. METODOLOGÍA: DEFINICIÓN DE LOS COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING PARA LOS DISTINTOS POLÍGONOS QUE INTEGRAN EL SIOSE. ....	3
--	---

### LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1: Discretización del área de terreno modelado, según recintos de SIOSE. ....	3
Imagen 2: Discretización del modelo IBER por categorías del coeficiente de rugosidad de Manning .....	10

### LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Códigos SIOSE asignados a cada parcela o recinto de la Imagen 1 .....	3
Tabla 2: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos de suelo del SIOSE.....	5
Tabla 3: Usos de suelo en el interior del polígono identificado con la etiqueta nº 127 .....	7
Tabla 4: Valores estimados y adoptados del coeficiente de rugosidad de Manning para los distintos usos de suelo de cada parcela del SIOSE .....	7



## 1. METODOLOGÍA: DEFINICIÓN DE LOS COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING PARA LOS DISTINTOS POLÍGONOS QUE INTEGRAN EL SIOSE.

La base de datos SIOSE permite, mediante herramientas GIS de procesamiento de datos, la identificación de usos de suelo en polígonos o recintos catastrales que comprenden en el interior del modelo hidráulico de simulación (en el interior de la malla). Dicha información consiste en una capa con geometría de polígono, a la cual se asocia una tabla de atributos, en la que se define los usos de suelo en cada polígono.

**Imagen 1: Discretización del área de terreno modelado, según recintos de SIOSE.**



La tabla de atributos asociada a la información gráfica expuesta en la Imagen 1, se refleja a continuación:

**Tabla 1: Códigos SIOSE asignados a cada parcela o recinto de la Imagen 1**

OBJECTID	SIOSE_CODE
1	LOLsc
5	CHLrn

OBJECTID	SIOSE_CODE
10	A(50CHLrr_50CHLrn)
11	LAA
12	CHLrr
15	LOLsc
19	CHLsc
20	LOLsc
24	CHLrn
29	LOLsc
33	CHLrn
38	R(95LOLrr_05CHLrn)
39	LOLrr
42	R(95CHLrr_05SDN)
43	A(95CHLrr_05LOLsc)
44	R(85LOLsc_10PAG(50SNE_30EDFnv_20VAP)_05LAA)
45	A(60PST_40LOCsc)
46	A(60PST_35MTRfr_05SDN)
47	I(45SDN_25PST_20FDP_05LAA_05MTR)
48	CHLrr
51	CHLrn
56	A(90PST_10LOLrr)
57	CHLrr
60	CHLrr
63	I(70LOLrr_25PST_05SDN)
64	R(85CHLrn_15CHLrr)
65	A(95CHLsc_05CHLrr)
66	A(95PST_05LOLsc)
67	CHLrn
72	PST
74	LOLrr
77	CHLrn
82	R(90CHLrr_10CHLrn)
83	PST
85	LAA
86	NSLec(70SNE_30OCT)
87	LOCrr
88	LOLsc
92	CHLrr
95	R(95LFCsc_05SDN)
96	I(70MTRfr_30PST)
97	A(95LOLsc_05PST)
98	LFCsc
99	LOLsc

OBJECTID	SIOSE_CODE
103	LOLrr
106	PST
108	R(40CHLsc_35CHLrn_25CHLrr)
109	R(95PAG(50SNE_35EDFnv_15VAP)_05SDN)
110	CHLrr
113	A(60PST_40LOCsc)
114	CHLrn
119	A(60PST_40LOCsc)
120	CHLrn
125	PST
127	R(95LOLrr_05LOCrr)
128	CHLsc

El campo “objectid” de la tabla anterior, se corresponde con la etiqueta mostrada en cada parcela definida en la Imagen 1.

Como puede comprobarse, en ocasiones a una sola parcela corresponde un único uso de suelo; en otras ocasiones, las parcelas manifiestan una agrupación de usos de suelo. Dicho de otro modo, un polígono en cuestión puede albergar zonas dedicadas a usos de suelo diferentes.

La guía técnica del ministerio para zonas inundables, contiene en su **Anejo V**, Valores del coeficiente de rugosidad de Manning recomendados para cada uso de suelo de la base de datos SIOSE.

La tabla adjunta refleja los valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos de suelo del SIOSE:

**Tabla 2: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos de suelo del SIOSE**

COBERTURAS SIMPLES SIOSE				
SIMPLE			99	Manning
COBERTURA ARTIFICIAL			100	
	Edificación	EDF	101	0,1
	Zona verde artificial y arbolado urbano	ZAU	102	0,09
	Lámina de agua artificial	LAA	103	0,025
	Vial aparcamiento o zona peatonal sin vegetación	VAP	104	0,1
	Otras construcciones	OCT	111	
	Suelo no edificado	SNE	121	0,04
	Zonas de extracción o vertido	ZEV	131	
CULTIVOS			200	



Cultivos herbáceos			210	
	Arroz	CHA	211	
	Cultivos herbáceos distintos de arroz	CHL	212	0,04
Cultivos leñosos			220	
	Frutales		221	
	Cítricos	LFC	222	
	Frutales no cítricos	LFN	223	0,06
	Viñedo	LVI	231	0,05
	Olivar	LOL	232	
	Otros cultivos leñosos	LOC	241	0,06
Prados		PRD	290	
PASTIZAL		PST	300	0,035
ARBOLEDA FORESTAL			310	
Frondosas			311	
	Caducifolias	FDC	312	
	Perennifolias	FDP	313	
Coníferas		CNF	316	0,07
MATORRAL		MTR	320	0,055 -
TERRENOS SIN VEGETACIÓN			330	0,07
Playas, dunas y arenales		PDA	331	0,025
Suelo desnudo		SDN	333	0,03
Zonas quemadas		ZQM	334	0,04
Glaciares y nieves permanentes		GNP	335	0,025
Ramblas		RMB	336	0,035
Roquedo			350	
	acantilados marinos	ACM	351	
	afloramientos rocosos y roquedos	ARR	352	0,025
	canchales	CCH	353	0,035
	coladas lavicas cuaternarias	CLC	354	0,03
COBERTURAS HÚMEDAS			400	
Humedales continentales			410	
	Zonas pantanosas	HPA	411	
	Turberas	HTU	412	
	Salinas continentales	HSA	413	0,04
Humedales marinos			420	
	Marismas	HMA	421	
	Salinas	HSM	422	
COBERTURA DE AGUA			500	
Aguas continentales			510	
	Cursos de agua	ACU	511	
	Láminas de agua		512	0,04

	Lágos y lagunas	ALG	513	
	Embalses	AEM	514	0,025
Aguas marinas			520	
	Lagunas costeras	ALC	521	0,025
	Estuarios	AES	522	0,03
	Mares y océanos	AMO	523	0,025

Para aquellos polígonos que manifiesten varios tipos de uso de suelo, el coeficiente de rugosidad de Manning medio representativo del polígono, se obtiene como media **ponderada** de los números de Manning asociados a los usos simples que lo integran. A continuación, se muestra un ejemplo:

**Tabla 3: Usos de suelo en el interior del polígono identificado con la etiqueta nº 127**

OBJECTID	SIOSE_CODE
127	R(95LOLrr_05LOCrr)

El polígono identificado bajo la etiqueta número “127” manifiesta:

- ✓ Un 95 % Olivar de regadío: **LOLrr**
- ✓ Un 5 % de Otros cultivos leñosos en régimen de regadío: **LOCrr**

Conforme a los valores recomendados del coeficiente de rugosidad de Manning para cada uno de los tipos de uso anteriores, se obtiene un valor medio ponderado del coeficiente de rugosidad de Manning siguiente:

OBJECTID	SIOSE_CODE
127	$R(0,95 * 0,06 + 0,05 * 0,06) = 0,06$

Tras la aplicación de la regla anterior, se obtiene la siguiente tabla de usos de suelo, para el modelo que nos ocupa:

**Tabla 4: Valores estimados y adoptados del coeficiente de rugosidad de Manning para los distintos usos de suelo de cada parcela del SIOSE**

OBJECTID	SIOSE_CODE	MANNING CALCULADO	MANNING ADOPTADO	CODE Manning
1	LOLsc	0,06	0,06	7
5	CHLrn	0,04	0,04	3
10	A(50CHLrr_50CHLrn)	0,04	0,04	3
11	LAA	0,025	0,025	1
12	CHLrr	0,04	0,04	3
15	LOLsc	0,06	0,06	7

OBJECTID	SIOSE_CODE	MANNING CALCULADO	MANNING ADOPTADO	CODE Manning
19	CHLsc	0,04	0,04	3
20	LOLsc	0,06	0,06	7
24	CHLrn	0,04	0,04	3
29	LOLsc	0,06	0,06	7
33	CHLrn	0,04	0,04	3
38	R(95LOLrr_05CHLrn)	0,057	0,06	7
39	LOLrr	0,06	0,06	7
42	R(95CHLrr_05SDN)	0,0395	0,04	3
43	A(95CHLrr_05LOLsc)	0,041	0,045	4
44	R(85LOLsc_10PAG(50SNE_30EDFnv_20V AP)_05LAA)	0,05925	0,06	7
45	A(60PST_40LOCsc)	0,045	0,045	4
46	A(60PST_35MTRfr_05SDN)	0,047	0,05	5
47	I(45SDN_25PST_20FDP_05LAA_05MTR)	0,041	0,045	4
48	CHLrr	0,04	0,04	3
51	CHLrn	0,04	0,04	3
56	A(90PST_10LOLrr)	0,0375	0,04	3
57	CHLrr	0,04	0,04	3
60	CHLrr	0,04	0,04	3
63	I(70LOLrr_25PST_05SDN)	0,05225	0,055	6
64	R(85CHLrn_15CHLrr)	0,06	0,06	7
65	A(95CHLsc_05CHLrr)	0,04	0,04	3
66	A(95PST_05LOLsc)	0,03625	0,04	3
67	CHLrn	0,04	0,04	3
72	PST	0,035	0,035	2
74	LOLrr	0,06	0,06	7
77	CHLrn	0,04	0,04	3
82	R(90CHLrr_10CHLrn)	0,04	0,04	3
83	PST	0,035	0,035	2
85	LAA	0,025	0,025	1
86	NSLec(70SNE_30OCT)	0,058	0,06	7
87	LOCrr	0,06	0,06	7
88	LOLsc	0,06	0,06	7
92	CHLrr	0,04	0,04	3
95	R(95LFCsc_05SDN)	0,0585	0,06	7
96	I(70MTRfr_30PST)	0,0595	0,06	7
97	A(95LOLsc_05PST)	0,05875	0,06	7
98	LFCsc	0,06	0,06	7
99	LOLsc	0,06	0,06	7
103	LOLrr	0,06	0,06	7
106	PST	0,035	0,035	2
108	R(40CHLsc_35CHLrn_25CHLrr)	0,04	0,04	3





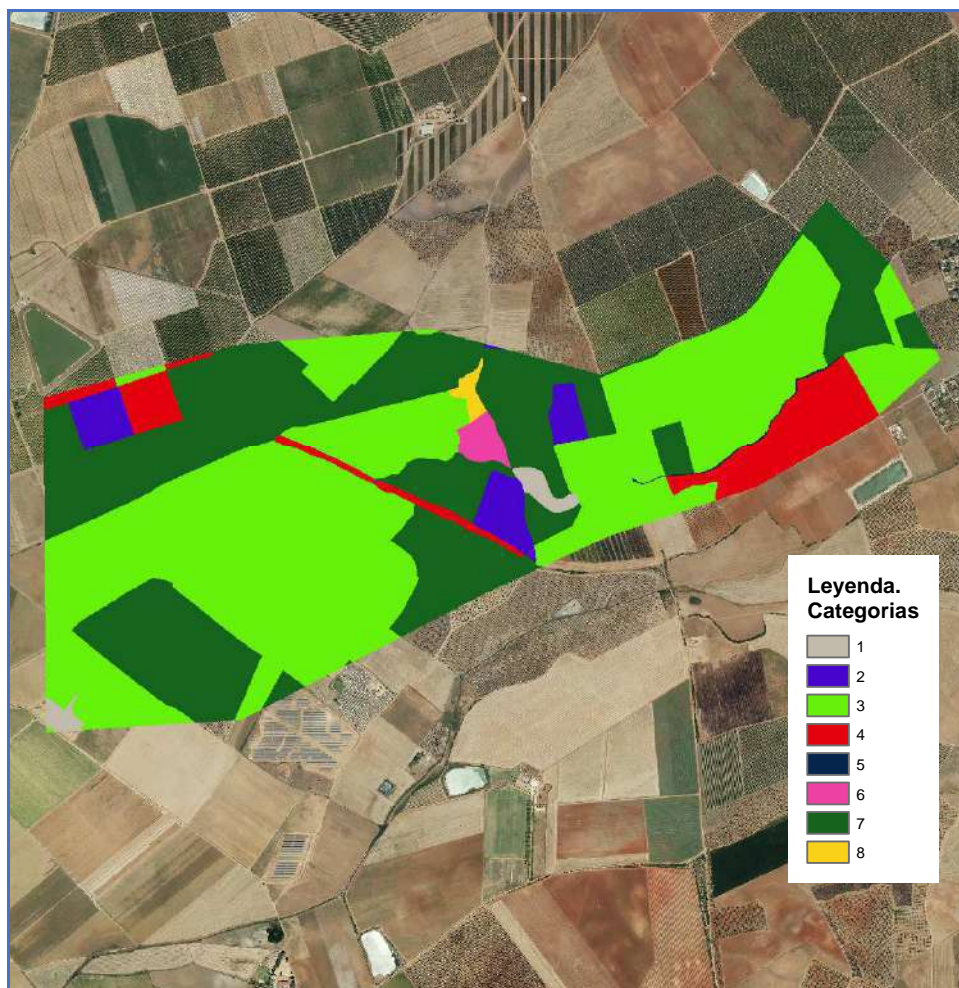
OBJECTID	SIOSE_CODE	MANNING CALCULADO	MANNING ADOPTADO	CODE Manning
109	R(95PAG(50SNE_35EDFnv_15VAP)_05SD N)	0,068	0,07	8
110	CHLrr	0,04	0,04	3
113	A(60PST_40LOCsc)	0,045	0,045	4
114	CHLrn	0,04	0,04	3
119	A(60PST_40LOCsc)	0,045	0,045	4
120	CHLrn	0,04	0,04	3
125	PST	0,035	0,035	2
127	R(95LOLrr_05LOCrr)	0,06	0,06	7
128	CHLsc	0,04	0,04	3

La columna tercera refleja los coeficientes de Manning calculados tras la aplicación de la regla anteriormente descrita. Sin embargo, al objeto de homogeneizar valores, y no incorporar tanta variabilidad al modelo IBER, se procede a una homogeneización de los mismos, resultando tan solo ocho (8) clases diferentes de categorías de Manning.

CATEGORÍAS	USOS DE SUELO
1	0,025
2	0,035
3	0,04
4	0,045
5	0,05
6	0,055
7	0,06
8	0,07

Para finalizar, mediante herramientas GIS de procesamiento de información, se genera un raster con la codificación de las categorías anteriores; el fichero - \*.asc - que se genera de la conversión del formato raster, constituye los datos de entrada al modelo.

Imagen 2: Discretización del modelo IBER por categorías del coeficiente de rugosidad de Manning



## PLANOS



## ÍNDICE

Plano 01: Situación

Plano 02: Localización

Plano 03: Cuenca de aporte al arroyo Alamedilla Baja

Plano 04: Situación actual

Plano 04.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 04.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 04.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 04.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 04.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 04.01.07: Zona de Flujo Preferente

Plano 04.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 04.02.01: Máxima envolvente de calado

Plano 04.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 04.02.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05: Situación futura

Plano 05.01: Avenida de 100 años de periodo de retorno

Plano 05.01.01: Máxima envolvente de calado

Plano 05.01.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.01.03: Máxima envolvente de cota

Plano 05.01.04: Máxima envolvente de caudal específico

Plano 05.01.05: Zona de Inundación Peligrosa

Plano 05.01.06: Vía de Intenso Desagüe

Plano 05.01.07: Zona de Flujo Preferente

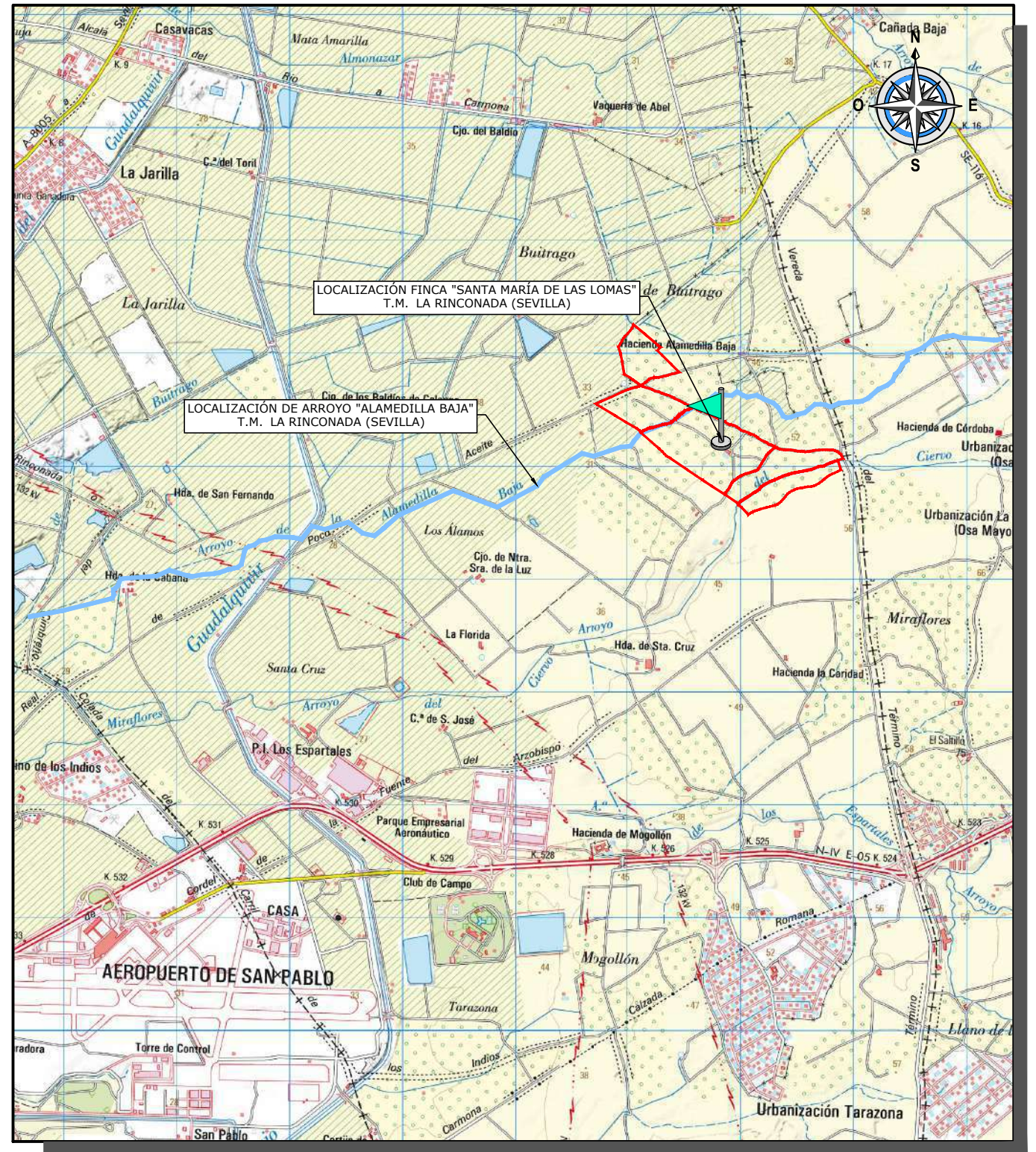
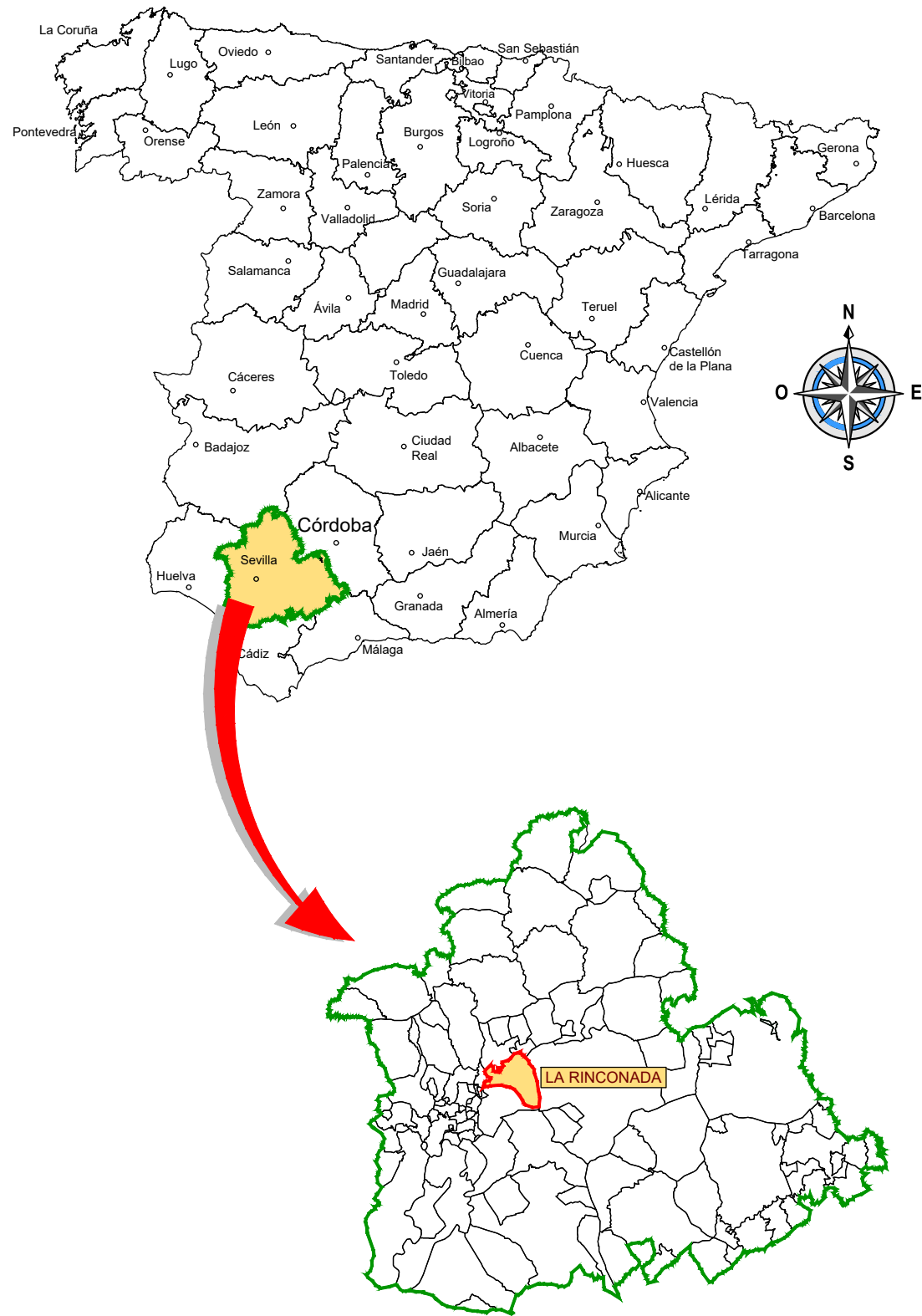
Plano 05.02: Avenida de 500 años de periodo de retorno

Plano 05.02.01: Máxima envolvente de calado

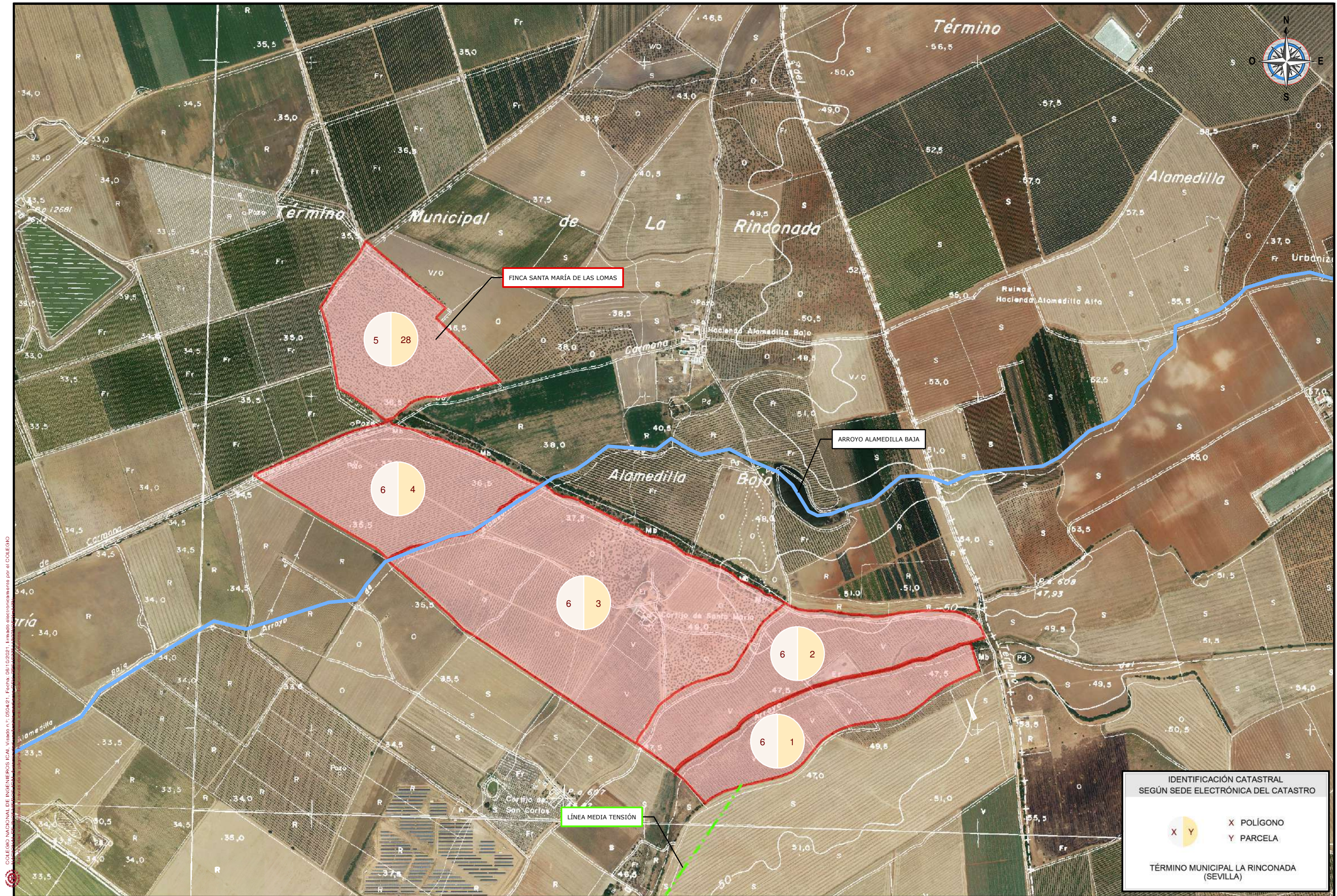
Plano 05.02.02: Máxima envolvente de velocidad

Plano 05.02.03: Máxima envolvente de cota









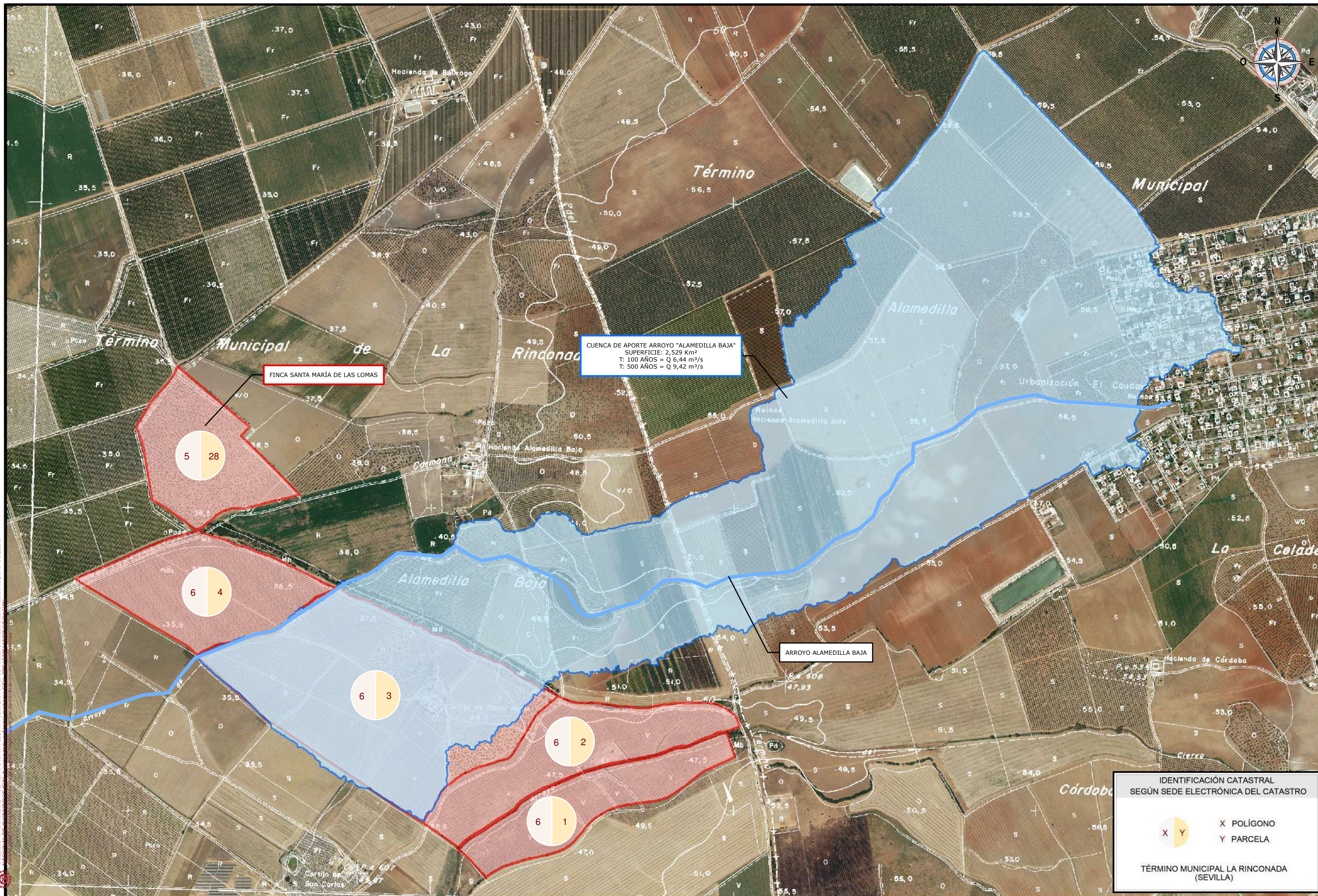
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2021. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2021. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2021.

CONSULTORA: 	PROPIEDAD: SOLAR AIRPORT PV, SL.	TÍTULO: ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)	FIRMA: INGENIERO AGRÓNOMO  FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR Nº COLEGIADO: 2.261	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1:10.000 ORIGINAL DIN A3	TÍTULO DE PLANO: LOCALIZACIÓN	NÚMERO DE PLANO: 2 HOJA: 1 de 1
-----------------	-------------------------------------	--	--	--------------------------	--	----------------------------------	--

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/21 - Fecha: 05/10/2021. Imágenes elaboradas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.)



CONSULTORA:  
**wats**

PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO  
"ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA  
"SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMA:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODOVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

ESCALA:  
1:11.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:  
CUENCA DE APORTE  
ARROYO "ALAMEDILLA BAJA"

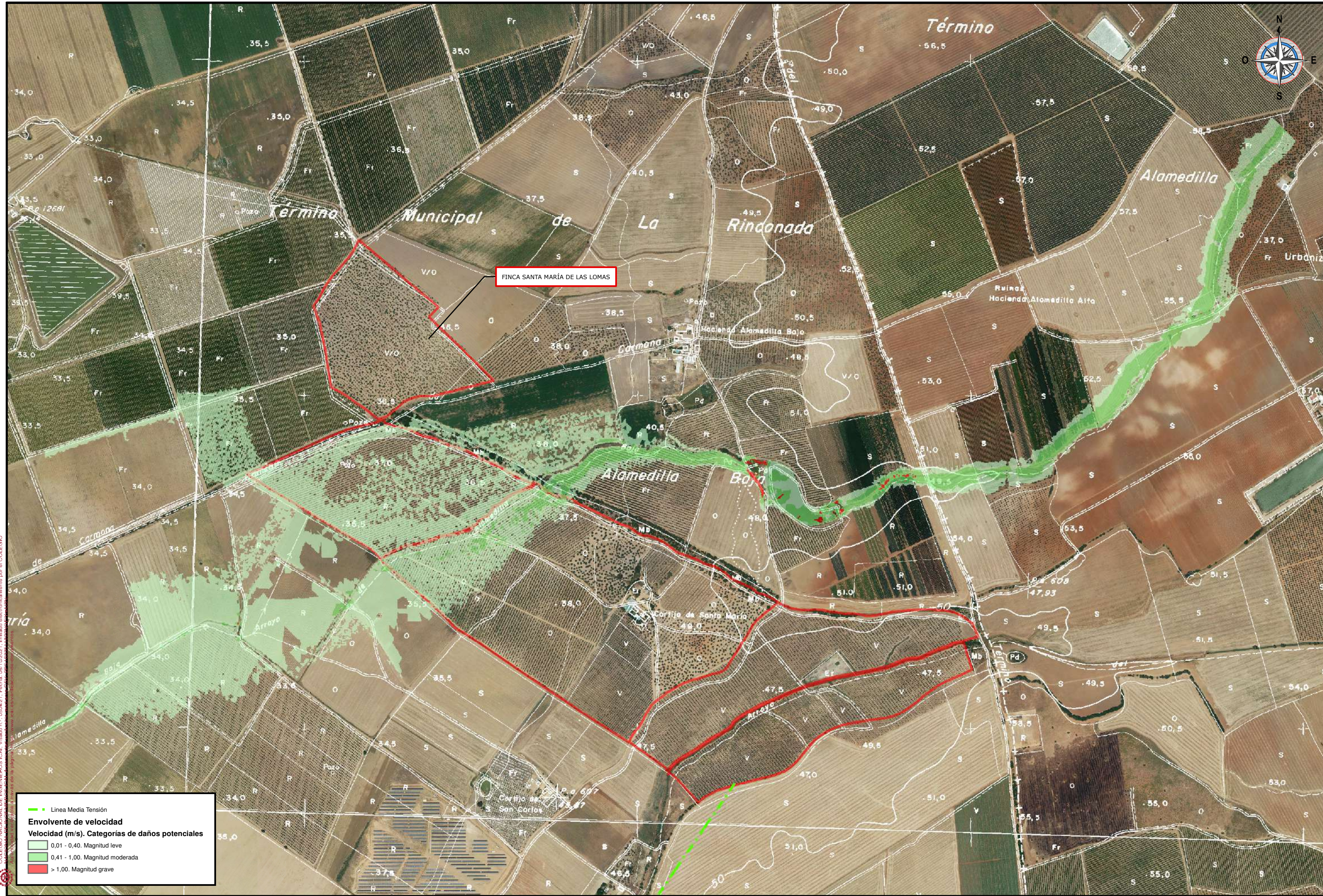
NÚMERO DE PLANO:  
3  
HOJA:  
1 de 1

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS









COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - Fecha: 05/10/2021. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) a través de la página web: [www.cni.es/portal/portal.do](http://www.cni.es/portal/portal.do)

— Línea Media Tensión

**Envolvente de velocidad**  
Velocidad (m/s). Categorías de daños potenciales

0,01 - 0,40. Magnitud leve

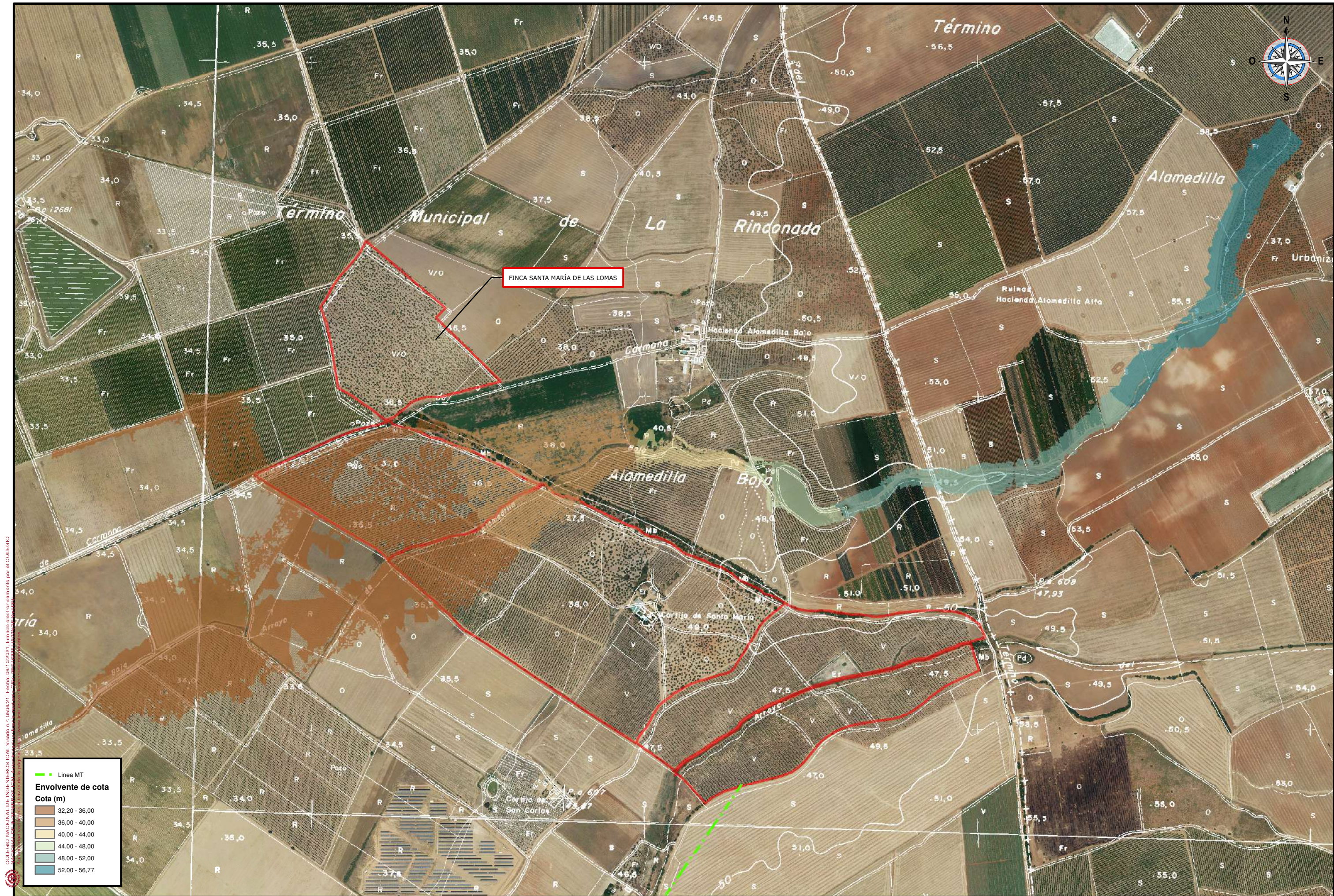
0,41 - 1,00. Magnitud moderada

> 1,00. Magnitud grave

CONSULTORA: 	PROPIEDAD: SOLAR AIRPORT PV, SL.	TÍTULO: ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)	FIRMA: INGENIERO AGRÓNOMO  FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMÓDÓVAR Nº COLEGIADO: 2.261	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1:10.000 ORIGINAL DIN A3	TÍTULO DE PLANO: SITUACIÓN ACTUAL AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO MÁXIMA ENVOLVENTE DE VELOCIDAD	NÚMERO DE PLANO: 4.1.2 HOJA: 1 de 1
-----------------	-------------------------------------	--	--	--------------------------	--	---	--

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) a través de la página web: [www.cni.es/portal/ingles/ingles.htm](http://www.cni.es/portal/ingles/ingles.htm)

CONSULTORA:



PROPIEDAD:


SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:

ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMA:

INGENIERO AGRÓNOMO



FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMÓDOVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA:

DICIEMBRE 2020

ESCALA:

1:10.000

ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:

SITUACIÓN ACTUAL  
AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
MÁXIMA ENVOLVENTE DE COTA

NÚMERO DE PLANO:

4.1.3

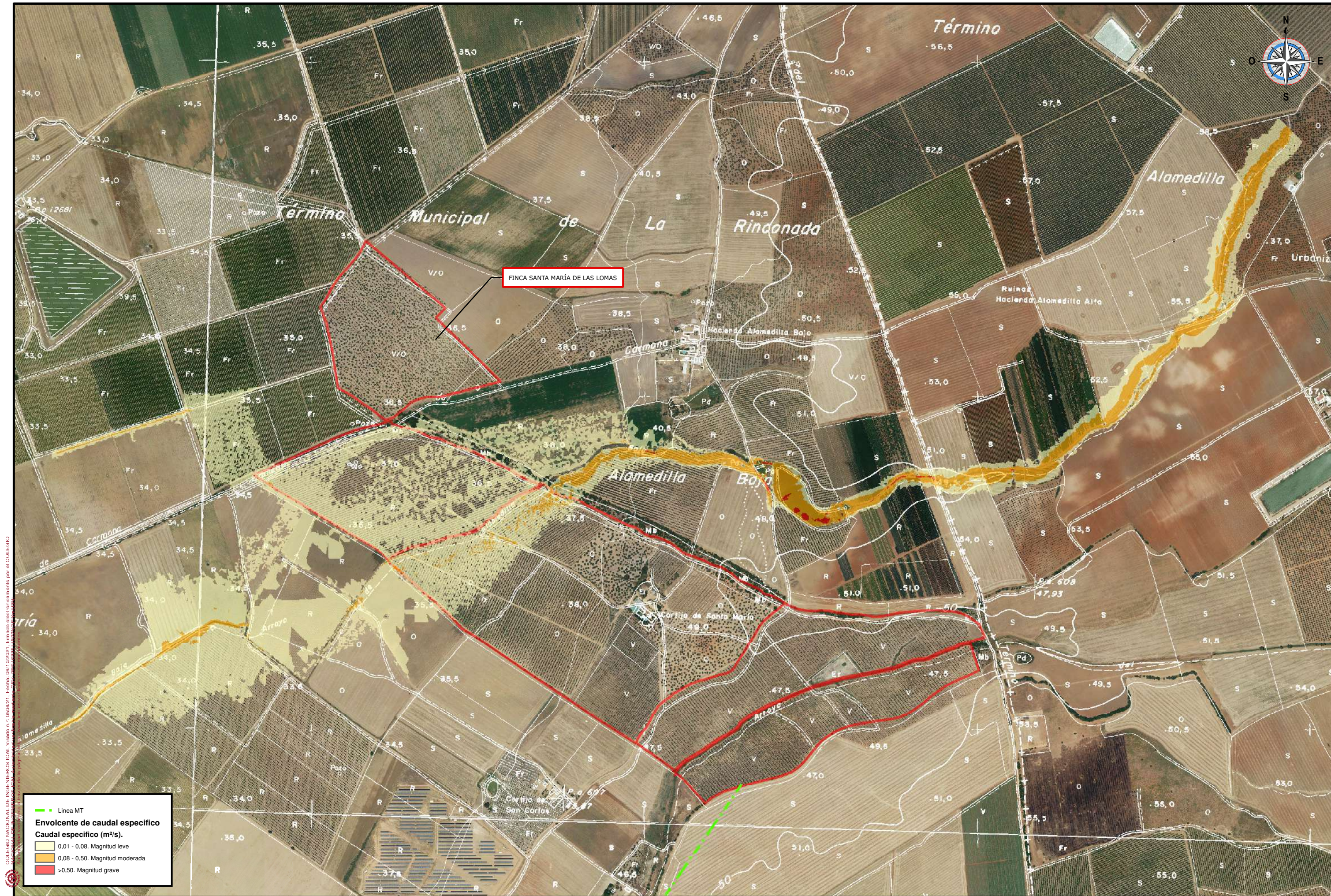
HOJA:

1 de 1

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Fecha: 05/10/2020. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) a través de la página web: [www.cni.es/portal/ingles/ingles.htm](http://www.cni.es/portal/ingles/ingles.htm)



— Línea MT

**Envolvente de caudal específico**  
**Caudal específico ( $m^3/s$ ).**

0.01 - 0.08. Magnitud leve

0.08 - 0.50. Magnitud moderada

>0.50. Magnitud grave

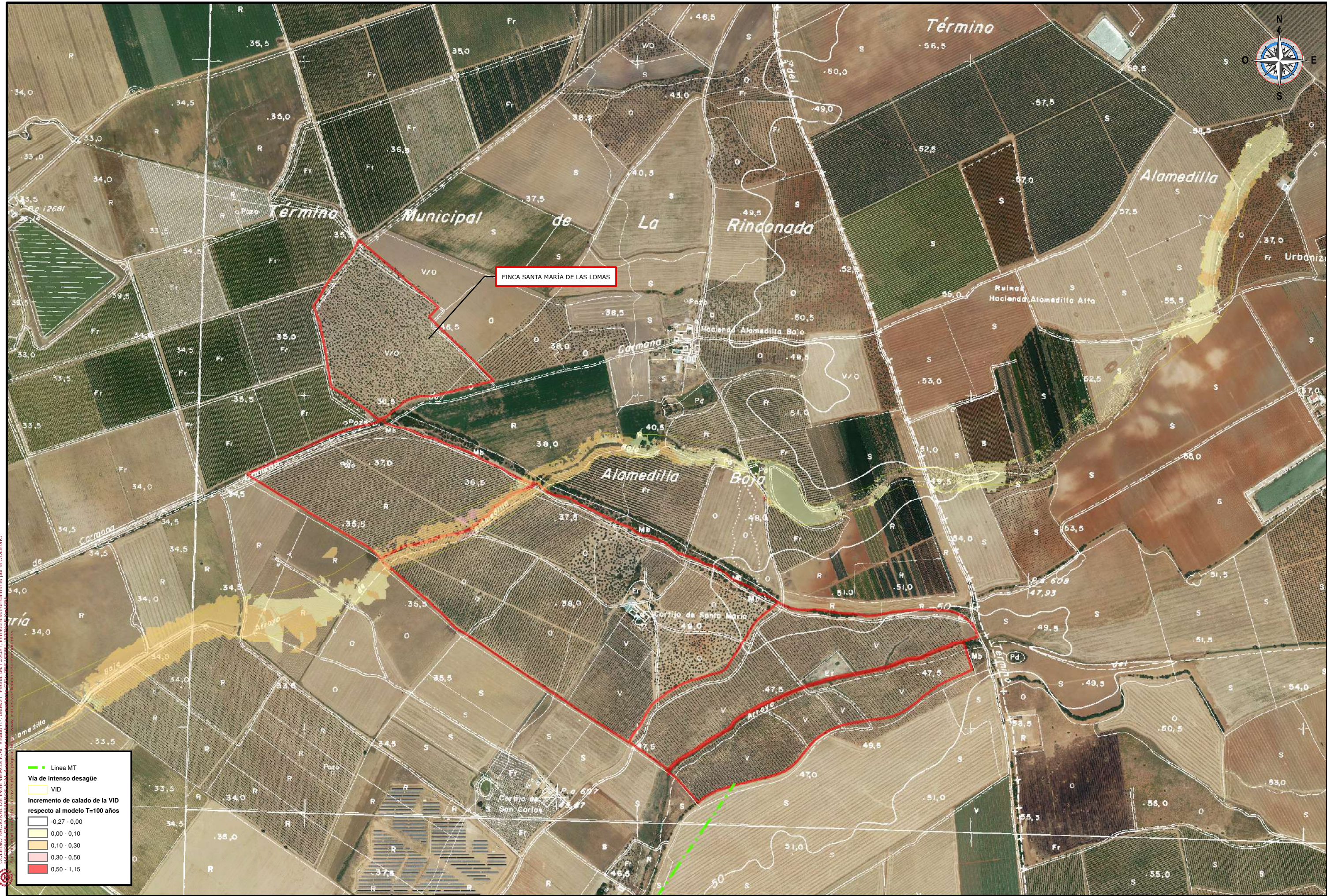
CONSULTORA: 	PROPIEDAD: SOLAR AIRPORT PV, SL.	TÍTULO: ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)	FIRMA: INGENIERO AGRÓNOMO  FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR Nº COLEGIADO: 2.261	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1:10.000 ORIGINAL DIN A3	TÍTULO DE PLANO: SITUACIÓN ACTUAL AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO MÁXIMA ENVOLVENTE DE CAUDAL ESPECÍFICO	NÚMERO DE PLANO: 4.1.4 HOJA: 1 de 1
-----------------	-------------------------------------	--	--	--------------------------	--	---	--

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS









COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011.

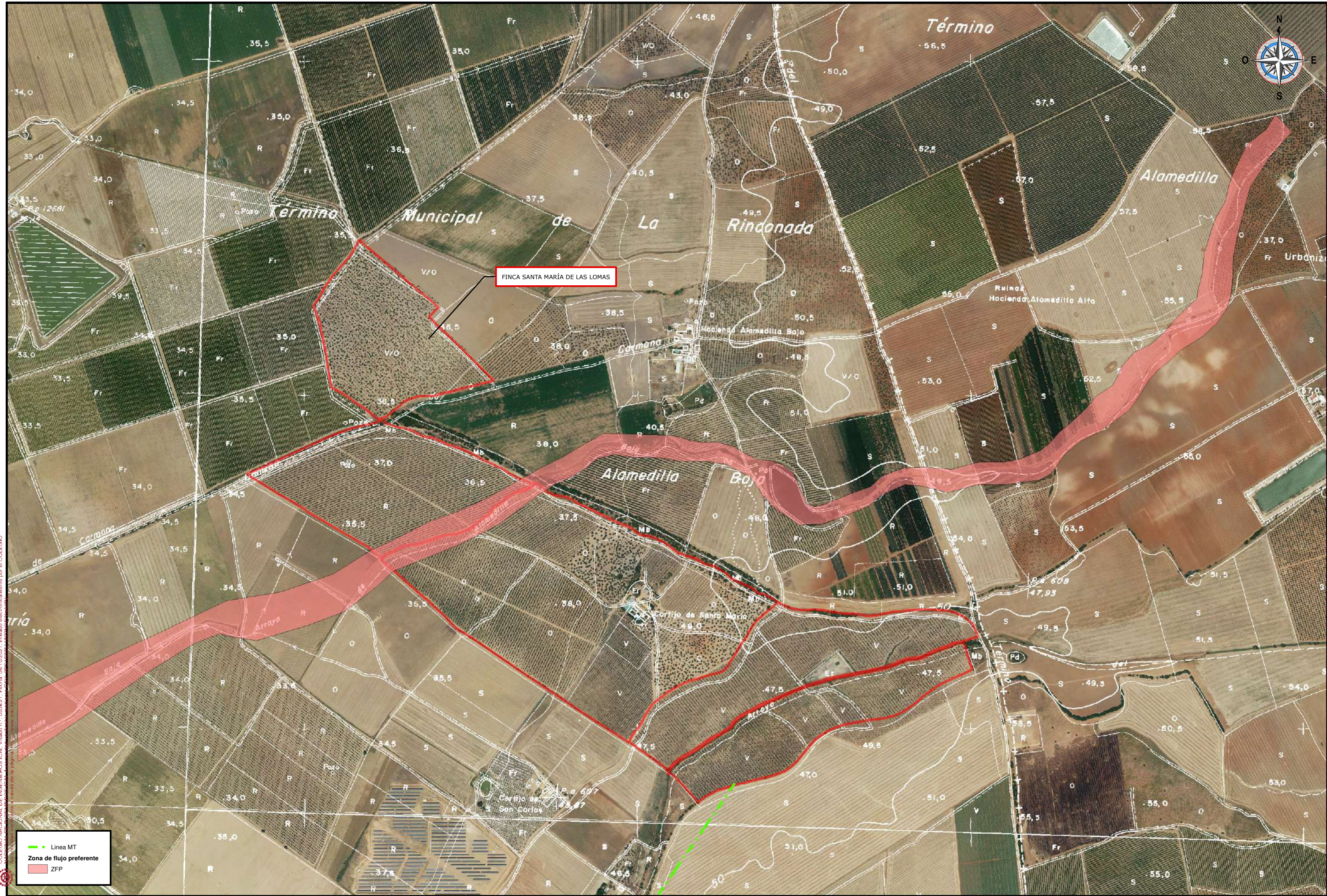
— Linea MT  
Vía de intenso desagüe  
VID  
Incremento de calado de la VID  
respecto al modelo T=100 años

0,27 - 0,00
0,00 - 0,10
0,10 - 0,30
0,30 - 0,50
0,50 - 1,15

CONSULTORA: 	PROPIEDAD: SOLAR AIRPORT PV, SL.	TÍTULO: ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)	FIRMA: INGENIERO AGRÓNOMO  FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR Nº COLEGIADO: 2.261	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1:10.000 ORIGINAL DIN A3	TÍTULO DE PLANO: SITUACIÓN ACTUAL AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO VÍA DE INTENSO DESAGÜE	NÚMERO DE PLANO: 4.1.6 HOJA: 1 de 1
-----------------	-------------------------------------	--	--	--------------------------	--	---	--

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) a través de la página web: [www.cni.es/portal/portal.do](http://www.cni.es/portal/portal.do)

Línea MT

Zona de flujo preferente

ZFP

CONSULTORA: 	PROPIEDAD: SOLAR AIRPORT PV, SL.	TÍTULO: ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)	FIRMA: INGENIERO AGRÓNOMO  FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODÓVAR Nº COLEGIADO: 2.261	FECHA: DICIEMBRE 2020	ESCALA: 1:10.000 ORIGINAL DIN A3	TÍTULO DE PLANO: SITUACIÓN ACTUAL AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO ZONA DE FLUJO PREFERENTE	NÚMERO DE PLANO: 4.1.7 HOJA: 1 de 1
-----------------	-------------------------------------	--	--	--------------------------	--	---	--

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011.



PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO  
"ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA  
"SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMA:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODOVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

ESCALA:  
1:10.000  
ORIGINAL DIN A3

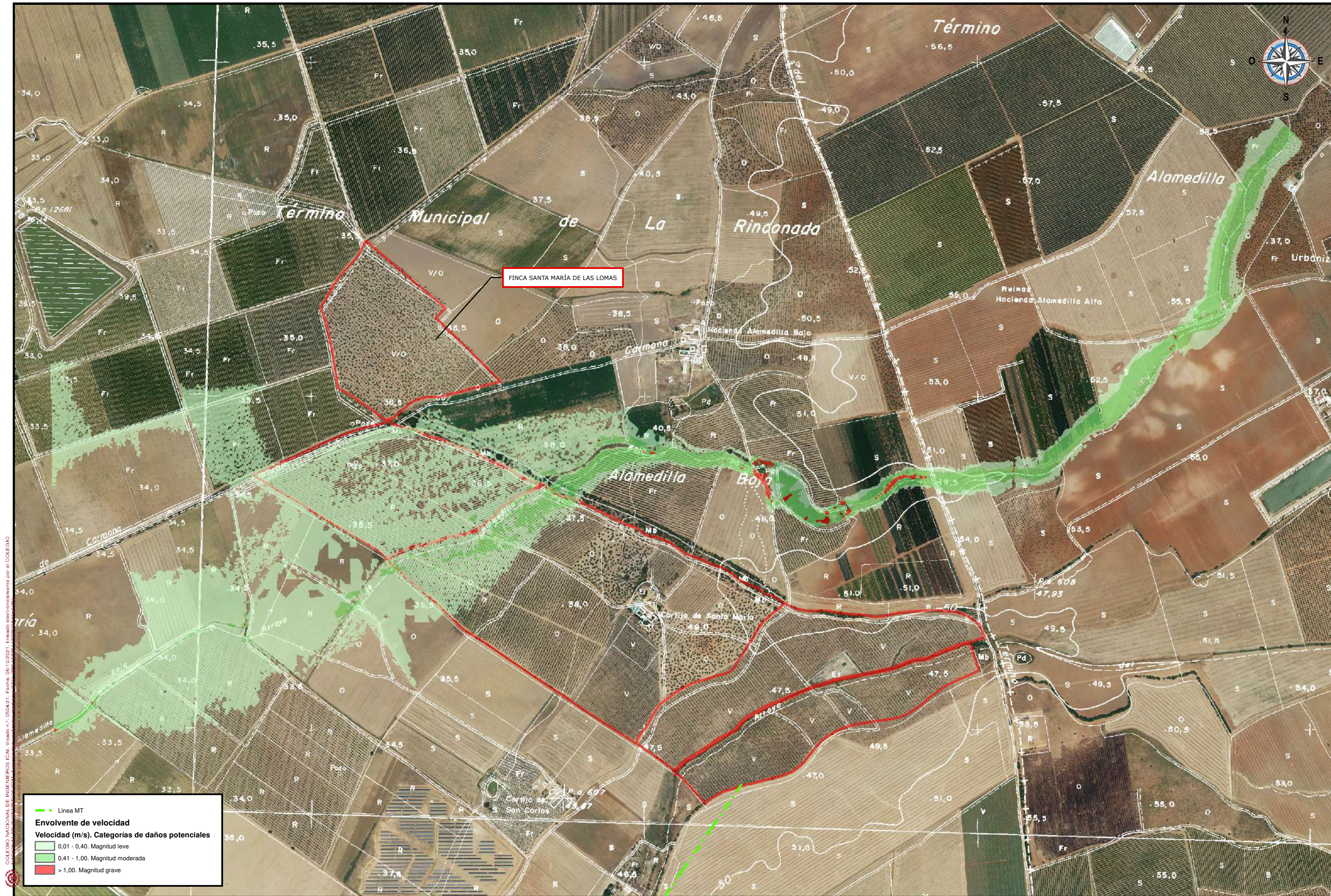
TÍTULO DE PLANO:  
SITUACIÓN ACTUAL  
AVENIDA DE 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
MÁXIMA ENVOLVENTE DE CALADO

NÚMERO DE PLANO:  
4.2.1  
HOJA:  
1 de 1

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) a través de la página web: <http://www.cni.es/ingenieros-de-espana/>



CONSULTORA:  
**wats**

PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO  
"ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA  
"SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMA:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODOVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA:  
DICIEMBRE 2020

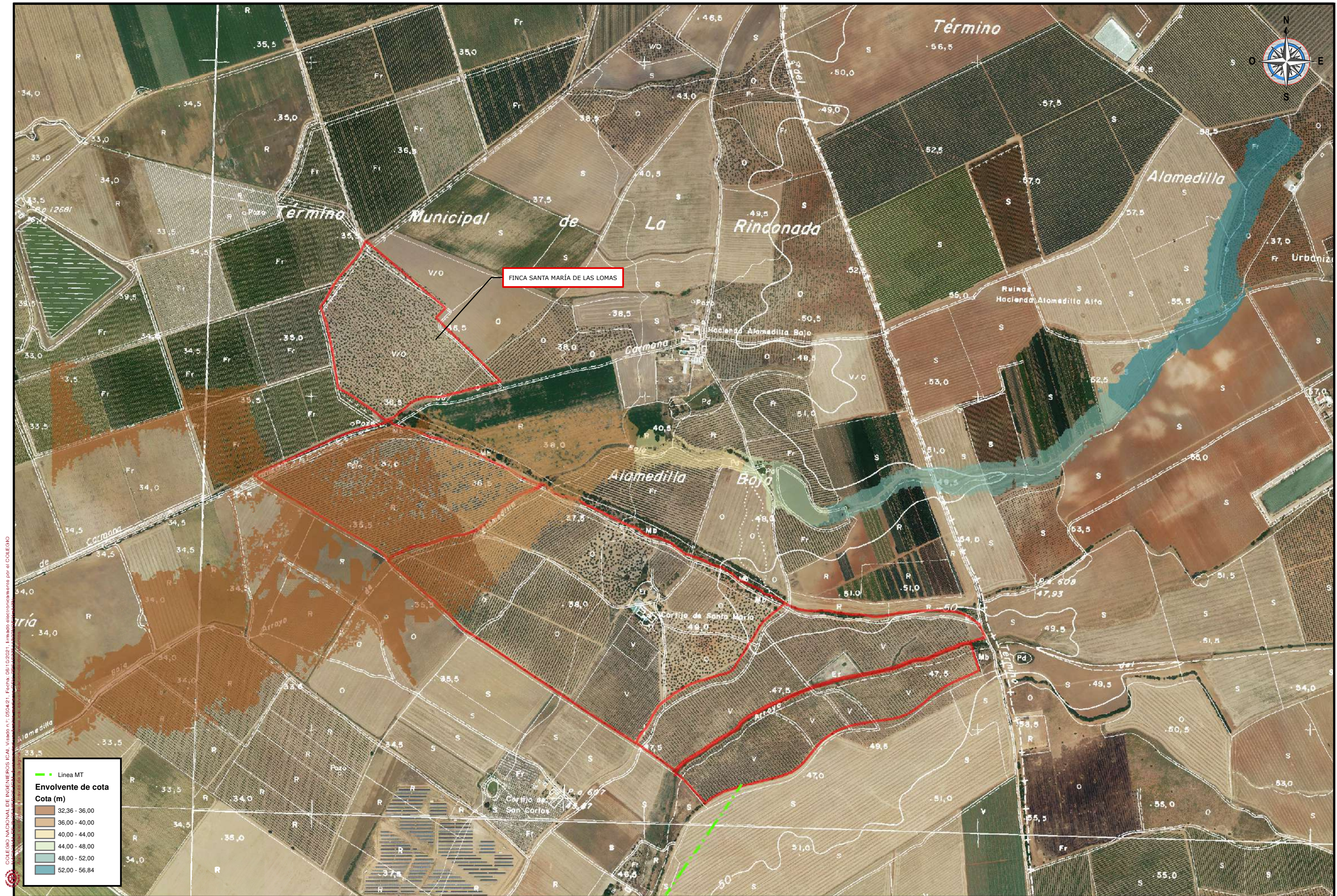
ESCALA:  
1:10.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:  
SITUACIÓN ACTUAL  
AVENIDA DE 500 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
MÁXIMA ENVOLVENTE DE VELOCIDAD

NÚMERO DE PLANO:  
4.2.2  
HOJA:  
1 de 1

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2011. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) a través de la página web: [www.cni.es/ingenieros-de-ingenieros](http://www.cni.es/ingenieros-de-ingenieros)

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS









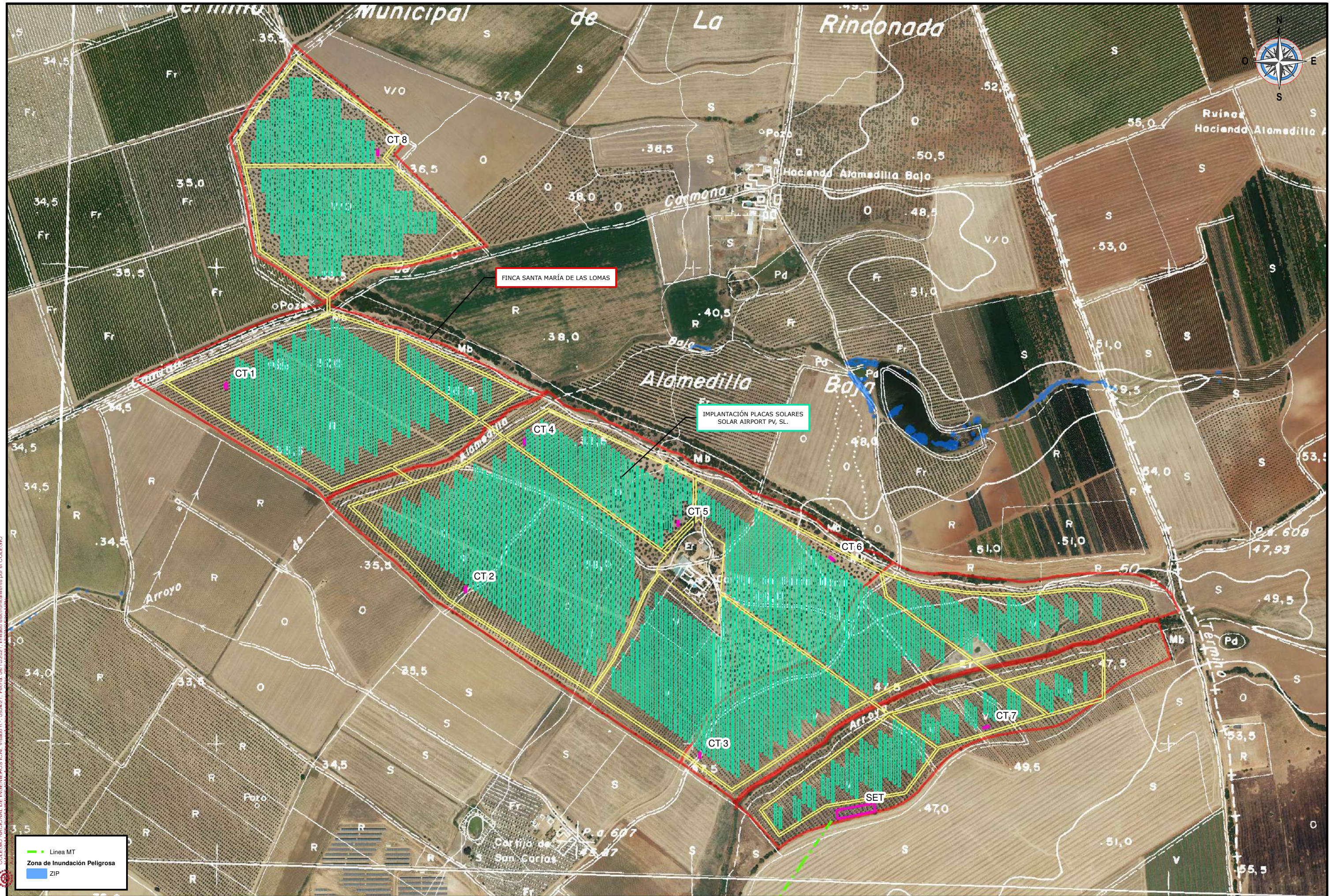












COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/21 - Fecha: 05/10/2021. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO

— Línea MT  
Zona de Inundación Peligrosa  
ZIP

CONSULTORA: **wats**

PROPIEDAD: SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO: ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO "ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA "SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMADO: INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODOVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

FECHA: DICIEMBRE 2020

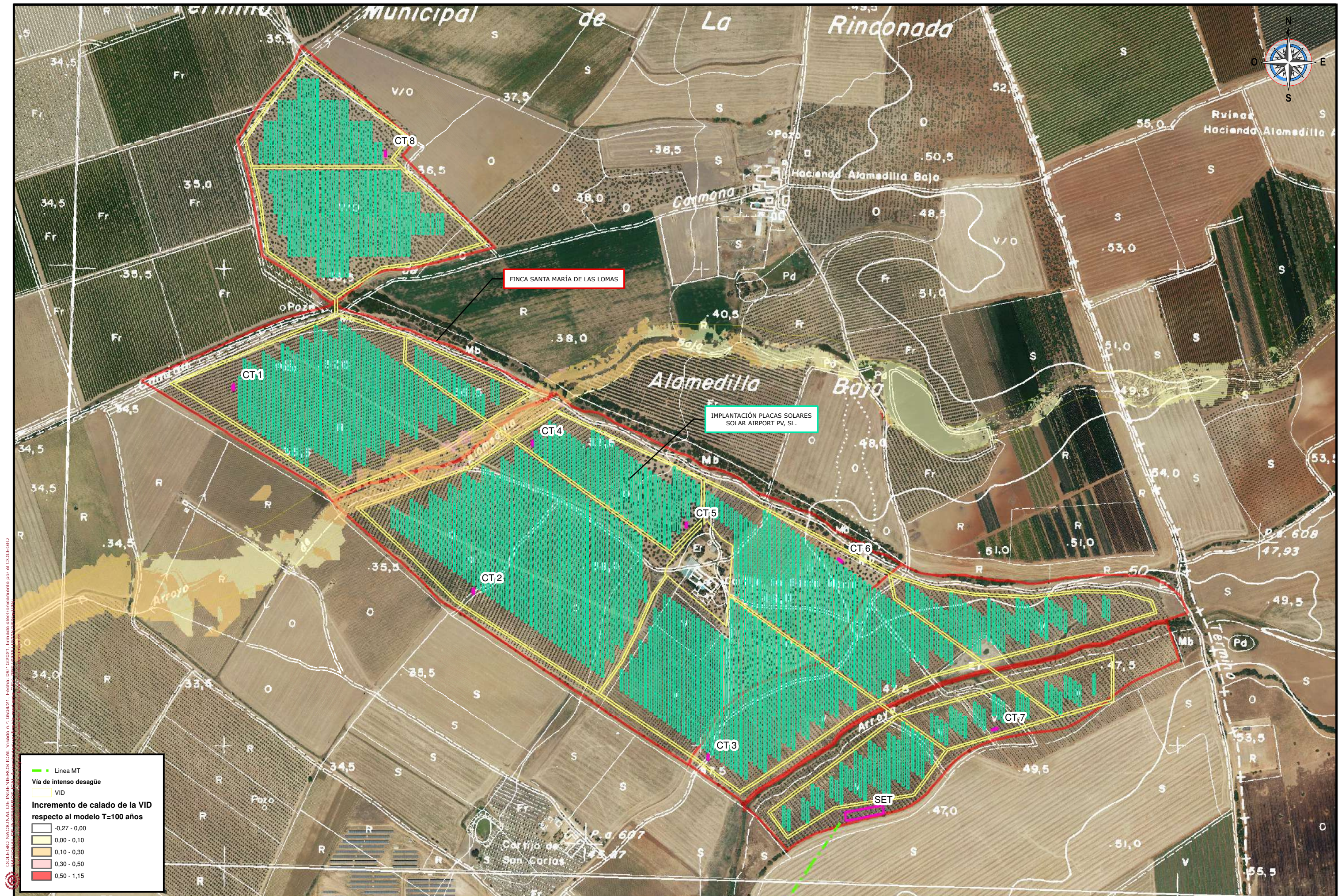
ESCALA: 1:7.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO: SITUACIÓN FUTURA AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA

NÚMERO DE PLANO: 5.1.5  
HOJA: 1 de 1

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Vías a 1: 050421 - Fecha: 05/10/2021 - Imágenes proporcionadas por el COLEGIO



PROPIEDAD:  
SOLAR AIRPORT PV, SL.

TÍTULO:  
ADENDA AL ESTUDIO HIDROLÓGICO - HIDRÁULICO DEL ARROYO  
"ALAMEDILLA BAJA" EN LAS PROXIMIDADES DE LA FINCA  
"SANTA MARÍA DE LAS LOMAS". T.M. LA RINCONADA (SEVILLA)

FIRMA:  
INGENIERO AGRÓNOMO  
FRANCISCO HERNÁNDEZ ALMODOVAR  
Nº COLEGIADO: 2.261

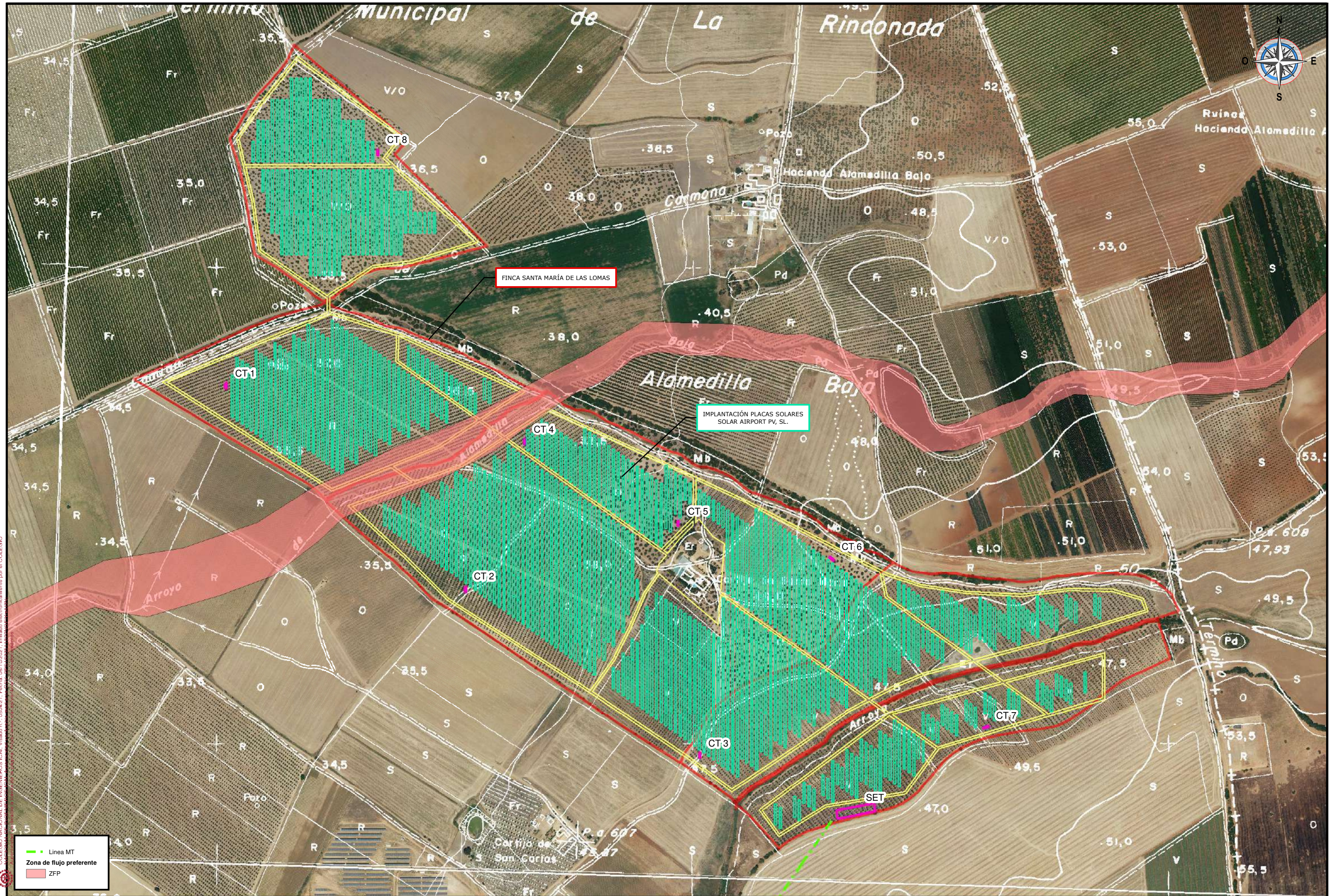
FECHA:  
DICIEMBRE 2020

ESCALA:  
1:7.000  
ORIGINAL DIN A3

TÍTULO DE PLANO:  
SITUACIÓN FUTURA  
AVENIDA DE 100 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO  
VÍA DE INTENSO DESAGÜE

NÚMERO DE PLANO:  
5.1.6  
HOJA:  
1 de 1





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/21 - Fecha: 05/10/2021. Imágenes proporcionadas por el COLEGIO

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS

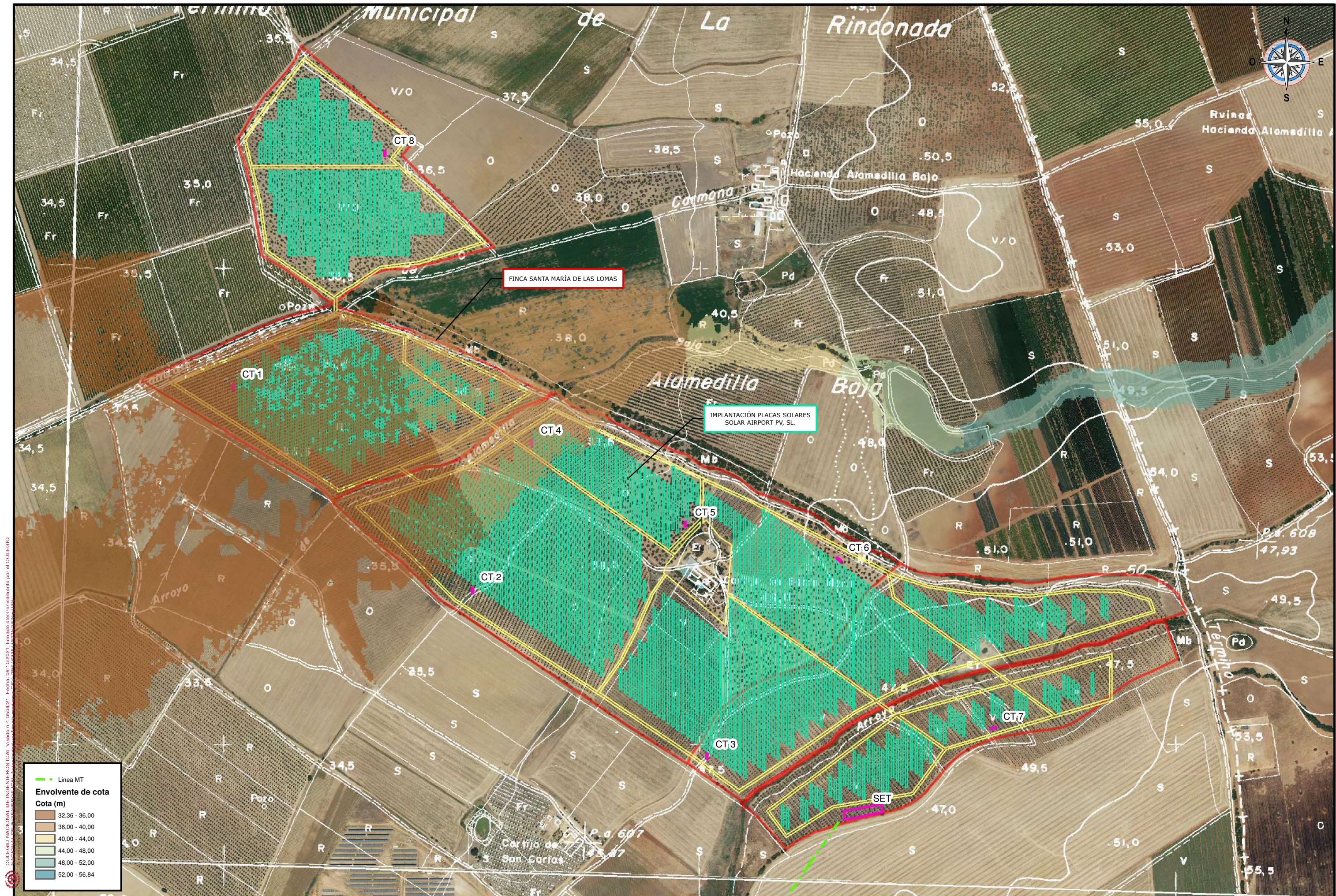












COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (C.N.I.) - Versión 1.0 - 05/04/2021 - Fecha: 05/10/2021 - Imágenes proporcionadas por el COLEGIO

ATENCIÓN: LA INFORMACIÓN AQUÍ CONTENIDA ES DE LA PROPIEDAD DE WATS Y ES SUMINISTRADA PARA EL USO EXCLUSIVO DEL DESTINATARIO DE LA MISMA. NO ESTÁ PERMITIDO HACER COPIAS DE LA TOTALIDAD O EN PARTE DE LO AQUÍ CONTENIDO, SIN LA EXPRESA AUTORIZACIÓN DE WATS



# ANEXO N°12:

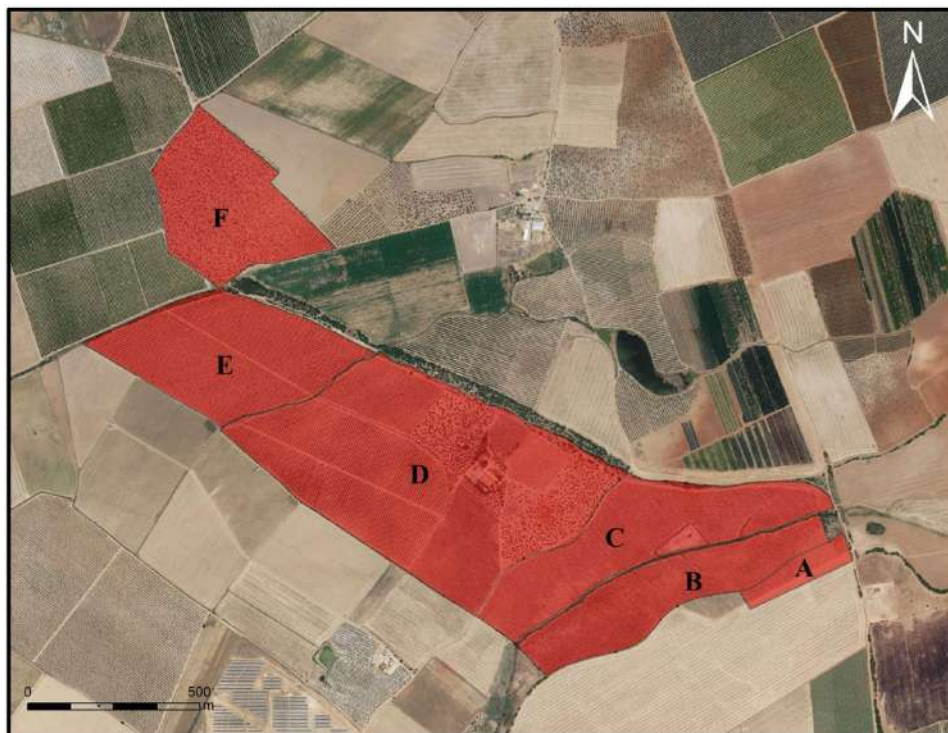
## PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA SOLAR AIRPORT PV

# INFORME PRELIMINAR-FINAL

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

**ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE**  
**“PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA**  
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA “SOLAR**  
**AIRPORT PV”, EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS**  
**PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA**  
**RINCONADA (SEVILLA)”**

**Dirección:** Jacobo Vázquez Paz




**JVP TRABAJOS DE ARQUEOLOGÍA S.L.**

C/ Polonia núm 4, bloque 4, piso 442. CP: 41012. Sevilla

Tfno. 678 929 571



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 1/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

## ÍNDICE

I.- FICHA TÉCNICA-----	3
I.1.- Modalidad de actividad	
I.2.- Clase de intervención	
I.3.- Lugar de actuación	
I.4.- Entidad Promotora	
I.5.- Director del proyecto arqueológico	
I.6.- Equipo técnico	
I.7.- Domicilio a efectos de notificaciones	
I.8.- Antecedentes	
II.- PROYECTO DE OBRA-----	4
II.1.- Localización de la promoción SOLAR AIRPORT PV-----	4
II.2.- Zonas de Implantación y línea de evacuación-----	4
III.- CONTEXTO GEOGRÁFICO Y EVALUACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN EL ENTORNO A SOLAR AIRPORT PV -----	13
IV.- PROYECTO DE INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA REALIZADA -----	15
IV.1.- Justificación de la intervención realizada-----	15
IV.2.- Objetivos realizados-----	15
IV.3.- Metodología realizada-----	19
V.- DESARROLLO DE LA A. A. PREVENTIVA-----	23
V.1.- Prospección de los terrenos de implantación Solar Airport PV-----	23
V.2.- Prospección de los puntos de apoyo Línea de Evacuación Solar Airport PV-----	45
VI. PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN-----	59



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE "PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA 'SOLAR AIRPORT PV' EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)"

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

## I.- FICHA TÉCNICA

**I.1.- Modalidad de actividad:** Actividad Arqueológica Preventiva. Artículo 5 b) del Reglamento de Actividades Arqueológicas 168/2003 de 17 de junio.

**I.2.- Clases de intervención:** Prospección arqueológica superficial, Reglamento 168/2003 de Actividades Arqueológicas de Andalucía. Título I, artículo 2.b.

**I.3.- Lugar de actuación:** Término Municipal de La Rinconada. Polígono 5, parcela 28 y Polígono 6, parcelas 1, 2, 3, 4 y 37.

**I.4.- Entidad promotora:** Solar Airport PV S.L. con CIF B-90366725 y domicilio para cualquier notificación en Avda. Charles Darwin S/n- Pabellón Monarrail-Isla de la Cartuja 41092- Sevilla.

**I.5.- Director del proyecto arqueológico:** Jacobo Vázquez Paz (Arqueólogo Col. nº 5558. CDL de Sevilla y Huelva)

**I.6.- Equipo Técnico:** Arqueólogos Adrián Santos Allely, Mario Delgado Canela, Miguel Ángel de Dios Pérez

**I.7.- Domicilio a efectos de notificación:** Conforme a la Ley 39/2015 de Procedimiento Administrativo Común, se expresa la preferencia por notificar de manera telemática cualesquiera comunicaciones o resoluciones relacionadas con el expediente, o al menos de enviar el aviso correspondiente a la siguiente dirección: jvazpaz@gmail.com

En su defecto, solicita la notificación a la siguiente dirección postal: C/ Polonia, núm 4, Apart. 442. CP: 41012. Sevilla. Teléfono de contacto: 678 929 571

**I.8. -Antecedentes:** Con fecha 11 de mayo de 2020 se emite informe del Departamento de Protección de la Delegación Territorial de Fomento, Infraestructuras, Ordenación del Territorio, Cultura y Patrimonio Histórico de Sevilla (Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía) en el que se concluye: *"necesaria la realización, de una actividad arqueológica, en el marco de la actuación descrita en el párrafo anterior, a desarrollar en el término municipal de La Rinconada (Sevilla) consistente en una prospección*



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 3/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Resolución de 17 de noviembre de 2020	HORA 22:44:28

arqueológica, contemplado en el apartado b del artículo 2, del Decreto 108/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas, todo ello a los efectos previstos en el apartado 1 del artículo 32 Ley 14/2007, de 26 de noviembre, de Patrimonio Histórico de Andalucía y en relación a la Autorización ambiental integrada”

En base a estas conclusiones se elabora el presente proyecto de Actividad Arqueológica Preventiva de Prospección Superficial del Polígono 5, parcela 28 y Polígono 6, parcelas 1, 2, 3, 4 y 37 en relación con el proyecto de planta solar fotovoltaica “Solar Airport PV” en TM de La Rinconada (Sevilla) para su autorización.

Resolución de autorización de la Actividad Arqueológica Preventiva con fecha 26/11/2020 por parte de la Delegación Territorial de Cultura de Sevilla (Exped. ARQUEA: 10823)

Comunicación de inicio de la Actividad de prospección arqueológica con fecha 03/12/2020.

Comunicación de finalización de la Actividad de prospección arqueológica con fecha 6 de enero de 2021.

## **II.- PROYECTO DE OBRA**

### **II.1.- Localización de la promoción SOLAR AIRPORT PV**

La zona sobre la que se proyecta la instalación de Solar Airport PV se localiza al este del TM de La Rinconada, en la comarca de la Vega de la provincia de Sevilla (Fig. 1), próxima al límite municipal de Carmona.

Se trata de una zona amplia compuesta por seis parcelas que cubre un total 1.140.890 m<sup>2</sup> (Polígono 5, parcela 28 y Polígono 6, parcelas 1, 2, 3, 4 y 37); esto es, unas 114,08 ha. El desglose de estas parcelas no sólo aparece reflejado en la Fig. 2, sino también en la Tabla 1, tanto con su superficie exacta como con su referencia catastral.



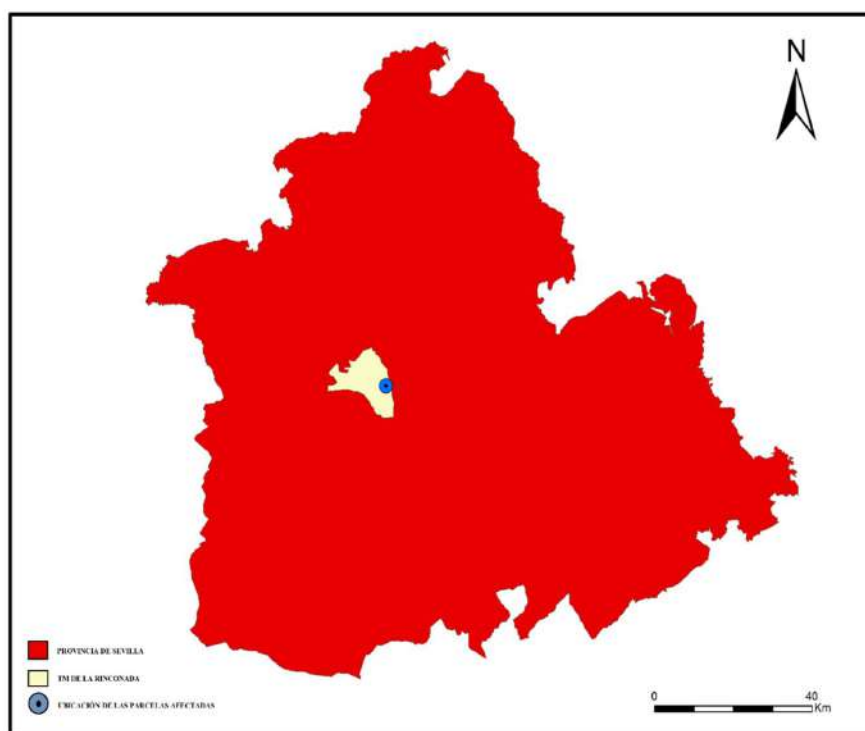
JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 4/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

Sector	Polígono	Parcela	Ref. Catastral	ÁREA (Ha)	N.º de yacimientos conocidos PGOU
A	6	37	41081A00600037	2,49	0
B	6	1	41081A006000010000DU	13,64	0
C	6	2	41081A00600002	18,50	0
D	6	3	41081A00600003	45,47	0
E	6	4	41081A00600004	18,75	0
F	5	28	41081A00500028	15,20	0

**TABLA 1.** Parcelas objeto de proyecto de prospección



**Figura 1.** Ubicación de las parcelas afectadas por el proyecto de obra dentro del TM de La Rinconada y de la provincia de Sevilla





**Figura 2.** Parcelas de implantación objeto del proyecto de prospección

Los terrenos sobre los que se realizó la prospección ofrecían una clinometría suave que facilitó el desarrollo metodológico al no presentar pendientes, ni accidentes orográficos significativos, salvo un pequeño arroyo estacional.

Geológicamente el territorio se caracteriza por la presencia de conglomerados y arenas propias de la terraza del Guadalquivir (Cuaternario) -(Fig. 3)-, lo que hace que el lugar a prospectar estuviera en la actualidad dedicado a labores agrícolas de rendimiento principalmente arbóreo de olivar. De esta manera el área de prospección se caracteriza por ser un entorno agrícola de escaso relieve.

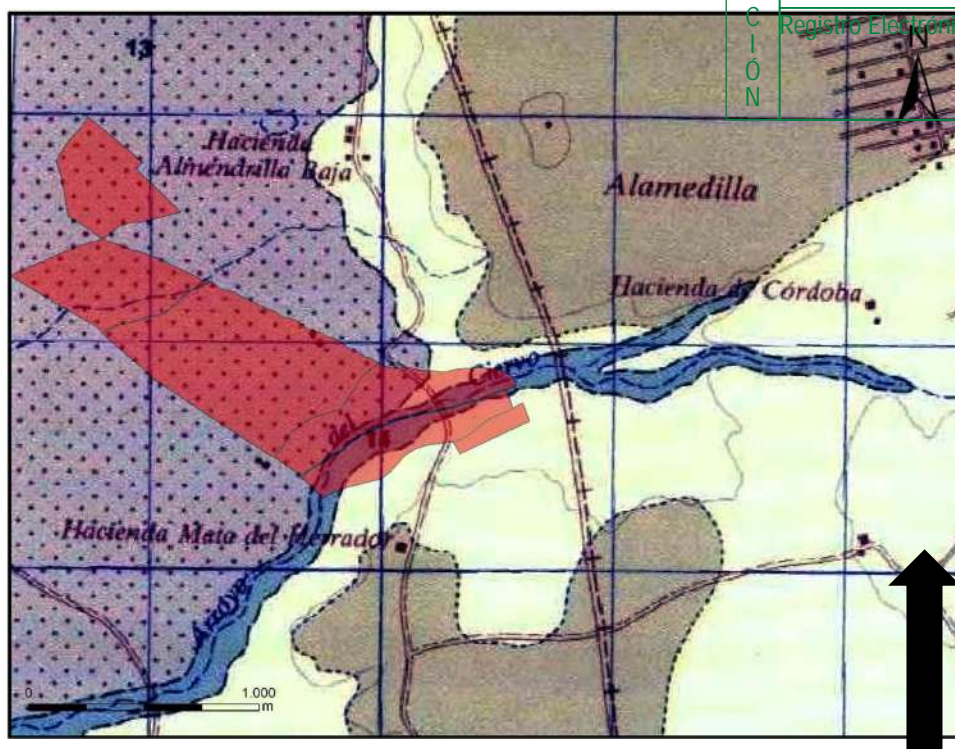


Figura 3. Detalle de la geología de la zona prospectada y alrededores

## II.2.- Zonas de Implantación y línea de evacuación

El objetivo de este proyecto es la construcción de una línea eléctrica de 132 kV de simple circuito, cuya finalidad es la evacuación de la energía generada por la IFV “SOLAR AIRPORT PV” a la SET Aeropuerto de 132 kV de ENDESA en el TM de La Rinconada (Sevilla). La instalación fotovoltaica “Solar Airport PV” incluirá:

- ☐ Instalación de PFV e infraestructuras asociadas
- ☐ Línea aérea de alta tensión (LAAT) de 132 kV y unos 5,2 km de longitud.

La instalación ocupará parte de seis parcelas colindantes las cuales tienen una extensión total de aproximadamente de 114 Ha sobre las que implantar el total de generadores fotovoltaicos integrados en la instalación fotovoltaica “Solar Airport PV”. El emplazamiento queda comprendido en las coordenadas del huso 30S (UTM), con las



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

siguientes coordenadas de los puntos más representativos (Tabla 2):

P1	UTM X	249901.00 m E	P9	UTM X	248062.00 m E
	UTM Y	4150132.00 m N		UTM Y	4151255.00 m N
P2	UTM X	249571.00 m E	P10	UTM X	248291.00 m E
	UTM Y	4149753.00 m N		UTM Y	4151070.00 m N
P3	UTM X	249077.00 m E	P11	UTM X	248455.00 m E
	UTM Y	4149580.00 m N		UTM Y	4150831.00 m N
P4	UTM X	248730.00 m E	P12	UTM X	248156.00 m E
	UTM Y	4149855.00 m N		UTM Y	4150728.00 m N
P5	UTM X	248276.00 m E	P13	UTM X	248624.00 m E
	UTM Y	4150174.00 m N		UTM Y	4150501.00 m N
P6	UTM X	247738.00 m E	P14	UTM X	249172.00 m E
	UTM Y	4150566.00 m N		UTM Y	4150248.00 m N
P7	UTM X	248079.00 m E	P15	UTM X	249500.00 m E
	UTM Y	4150729.00 m N		UTM Y	4150125.00 m N
P8	UTM X	247921.00 m E	P16	UTM X	249748.91 m E
	UTM Y	4151059.00 m N		UTM Y	4150150.31 m N

**TABLA 2.** Coordenadas principales de las parcelas objeto de prospección



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE "PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA 'SOLAR AIRPORT PV' EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)"

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

### Características generales de la línea de evacuación:

- Tensión (kV): ----- 132
- Longitud (km): ----- 5,19
- Categoría de la línea: ----- 1º
- Zona/s por la/s que discurre: ----- Zona A
- Velocidad del viento considerada (km/h): ----- 120
- Tipo de montaje: ----- Simple Circuito (SC)
- Número de conductores por fase: ----- 1
- Frecuencia: ----- 50Hz
- Factor de potencia: ----- 0,8
- Nº de apoyos proyectados: ----- 18
- Nº de vanos: ----- 17
- Cota más baja (m): ----- 23,3
- Cota más alta (m): ----- 42,3

El punto de inicio de la Línea de Evacuación se desarrolla desde el extremo sur del Polígono 6-Parcela 2 en el punto de apoyo nº 1 (Fig. 4), mientras que el punto de conexión se realiza en la línea SET Aeropuerto de 132 kV de tensión, que pertenece a la empresa distribuidora de energía eléctrica ENDESA. Exactamente la conexión (origen de nuestra L.A.A.T) se produce en el apoyo nº 18 de la citada línea (Fig. 4) que discurre por las Sigüientes coordenadas (Tabla 3):



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 9/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

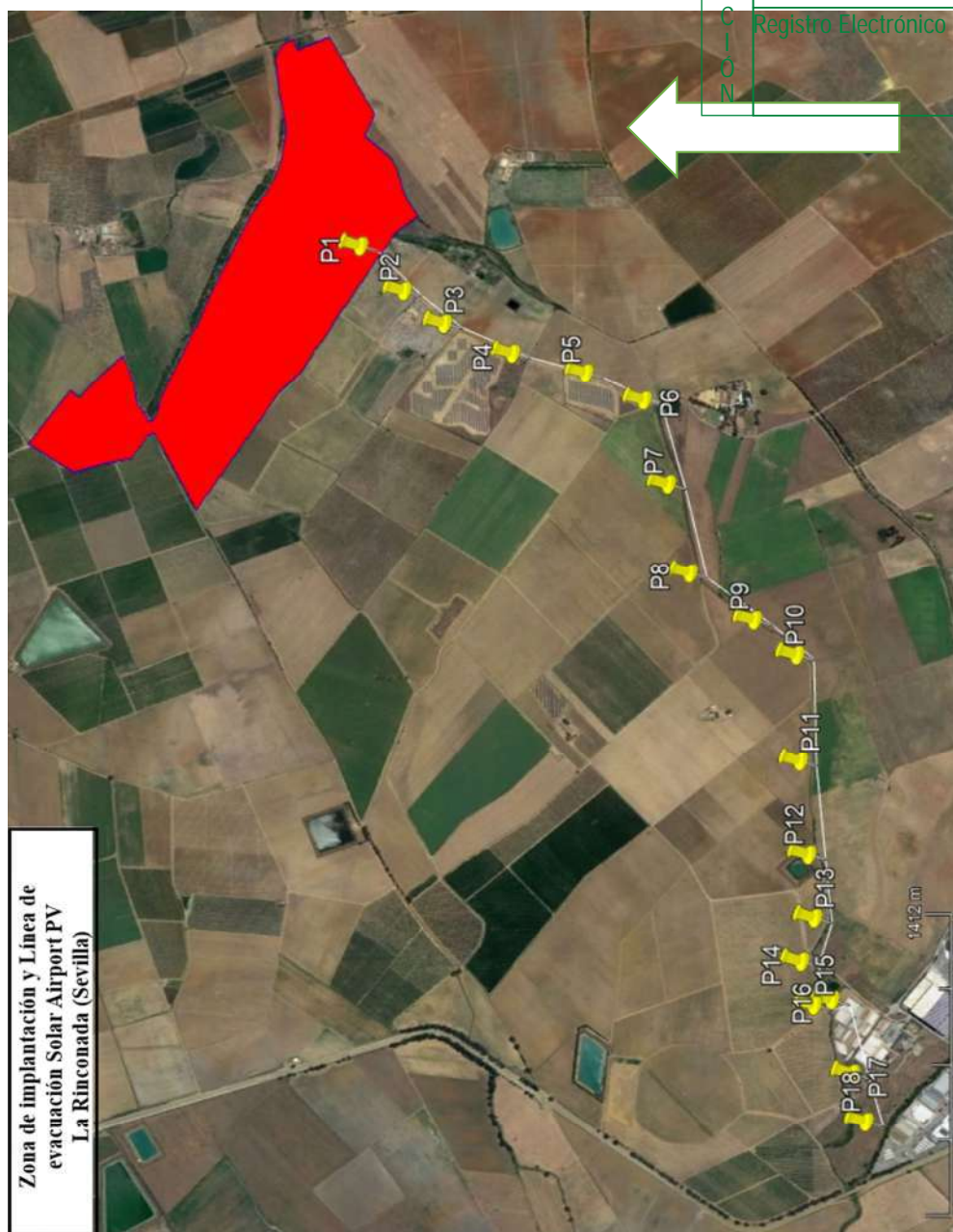
PUNTO DE APOYO	X	Y
Nº 1	248914.00 m E	4149744.00 m N
Nº 2	248699.00 m E	4149564.00 m N
Nº 3	248542.00 m E	4149398.00 m
Nº 4	248393.00 m E	4149112.00 m N
Nº 5	248292.00 m E	4148803.00 m
Nº 6	248156.00 m E	4148560.00 m N
Nº 7	247759.00 m E	4148469.00 m N
Nº 8	247340.00 m E	4148390.00 m N
Nº 9	247112.00 m E	4148123.00 m N
Nº 10	246944.00 m E	4147947.00 m N
Nº 11	246448.00 m E	4147948.00 m
Nº 12	246009.00 m E	4147925.00 m N
Nº 13	245713.00 m E	4147909.00 m N
Nº 14	245508.00 m E	4147971.00 m N
Nº 15	245303.00 m E	4147923.00 m N
Nº 16	245325.00 m E	4147847.00 m N
Nº 17	244981.00 m E	4147771.00 m N
Nº 18	244754.00 m E	4147720.00 m N

**TABLA 3.** Coordenadas de los Puntos de apoyo en HUSO 30S



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’, EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura. 4:** Superficie de implantación de SOLAR AIRPORT PV y Línea de Evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 11/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE "PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA 'SOLAR AIRPORT PV' EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)"


R E C E P C I Ó N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Región prevista	
		HORA 22:44:28

Durante el proceso de obra de instalación de la planta fotovoltaica se tiene previsto realizar movimientos de tierras en algunas zonas para:

- ☐ Ejecución de viales internos.
- ☐ Cimentación de casetas de inversores y transformadores.
- ☐ Cimentación de la subestación.
- ☐ Zanjas para la distribución del cableado eléctrico.

Así mismo se tiene prevista la instalación de un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,50 m de altura.



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 12/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

JUNTA DE ANDALUCÍA		
RECEPCION	202199901097537	04/02/2021
VERIFICACIÓN		HORA 22:44:28

### III.- CONTEXTO ARQUEOLÓGICO. EVALUACIÓN DE AFECCIÓN AL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN EL ENTORNO A SOLAR AIRPORT PV.

Tal y como se indicaba en el proyecto, la base de datos del SIPHA (MOSAICO) de la Junta de Andalucía fue consultado, así como la memoria científica de la prospección arqueológica superficial en los sectores urbanizables para el P.G.O.U. de la Rinconada (Jiménez 2006), los trabajos de M. Ponsich (1974) y el Plan General de Ordenación Urbanística de La Rinconada (Sevilla), sin que se constataste a partir de ellos la ubicación conocida de yacimientos arqueológicos en las parcelas de implantación, que pudieran ser susceptibles de afección por el proceso de obra (Fig. 5).

Las fuentes consultadas fueron las siguientes:

-ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA. Publicación periódica de la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

-INVENTARIO DE BIENES INMUEBLES DEL IAPH. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

-JIMÉNEZ SÁNCHO, A. (2006): *Memoria científica de la prospección arqueológica superficial de los sectores urbanizables del P.G.O.U. de la Rinconada (Sevilla)*. Delegación Provincial de Cultura de Sevilla.

-PÉREZ AGUILAR, L.G. (2018): *Termodinámica y poblamiento humano en el Bajo Guadalquivir durante la Antigüedad Tardía (siglos III-VI d.C.). Un enfoque darwiniano*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.

-PONSICH, M. (1974): *Implantation Rurale Antique Sur le Bas Guadalquivir. Tome I*. Madrid, Casa de Velázquez.

-PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA DE LA RINCONADA.  
<http://transparencia.larinconada.es/es/transparencia/indicadores-de-transparencia/indicador/Plan-General-de-Ordenacion-Urbana-PGOU-y-los-mapas-y-planos-que-lo-detallan-00007/>

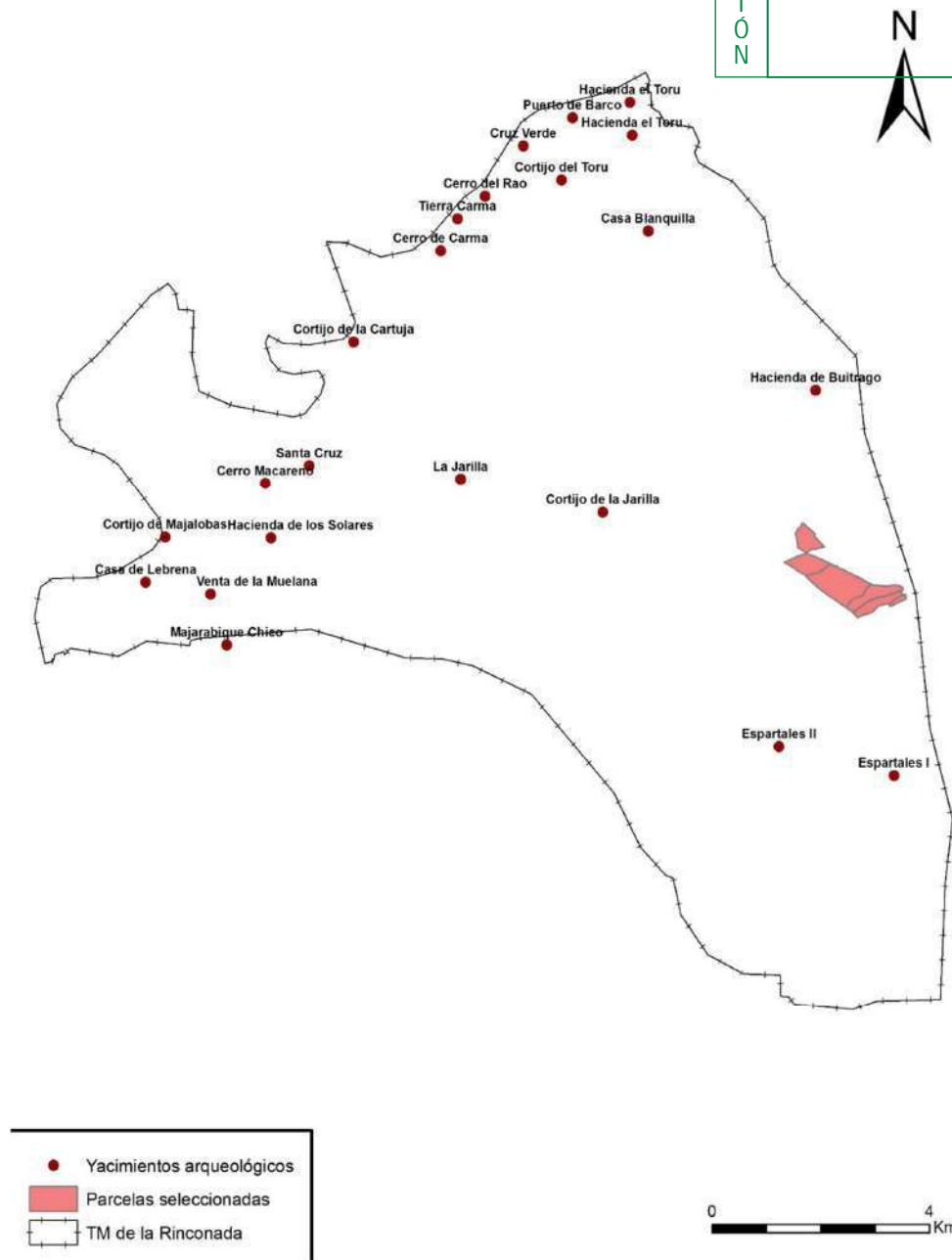


JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 13/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 5.** Yacimientos arqueológicos en el T.M. De La Rinconada y área de prospecciones



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 14/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

R E C E P T I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Realizado Electrónico	HORA 22:44:28

#### **IV.- PROYECTO DE INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA REALIZADO**

##### **IV.1.- Justificación de la intervención realizada**

La intervención de A.A.P. que se ha realizado mediante prospección de superficie de implantación y puntos de apoyo de la Línea de evacuación se justifica, tal y como se ha indicado supra (subapartado de Antecedentes), por la existencia de un Informe de la Delegación Territorial de Fomento, Infraestructuras, Ordenación del Territorio, Cultura y Patrimonio Histórico de la Consejería de Cultura que con fecha 11 de mayo de 2020, concluye la necesidad de realizar una A. A. Prev. de prospección superficial.

##### **IV.2.- Objetivos realizados**

En el proyecto de A. A. Preventiva se marcaron una serie de objetivos a cumplir fundamentados en el informe del Departamento de Protección de la Delegación Territorial de Fomento, Infraestructuras, Ordenación del Territorio, Cultura y Patrimonio Histórico de Sevilla con fecha 15 de mayo de 2020. De esta manera los objetivos que se fijaron y que se han cumplido durante los trabajos de campo eran los siguientes:

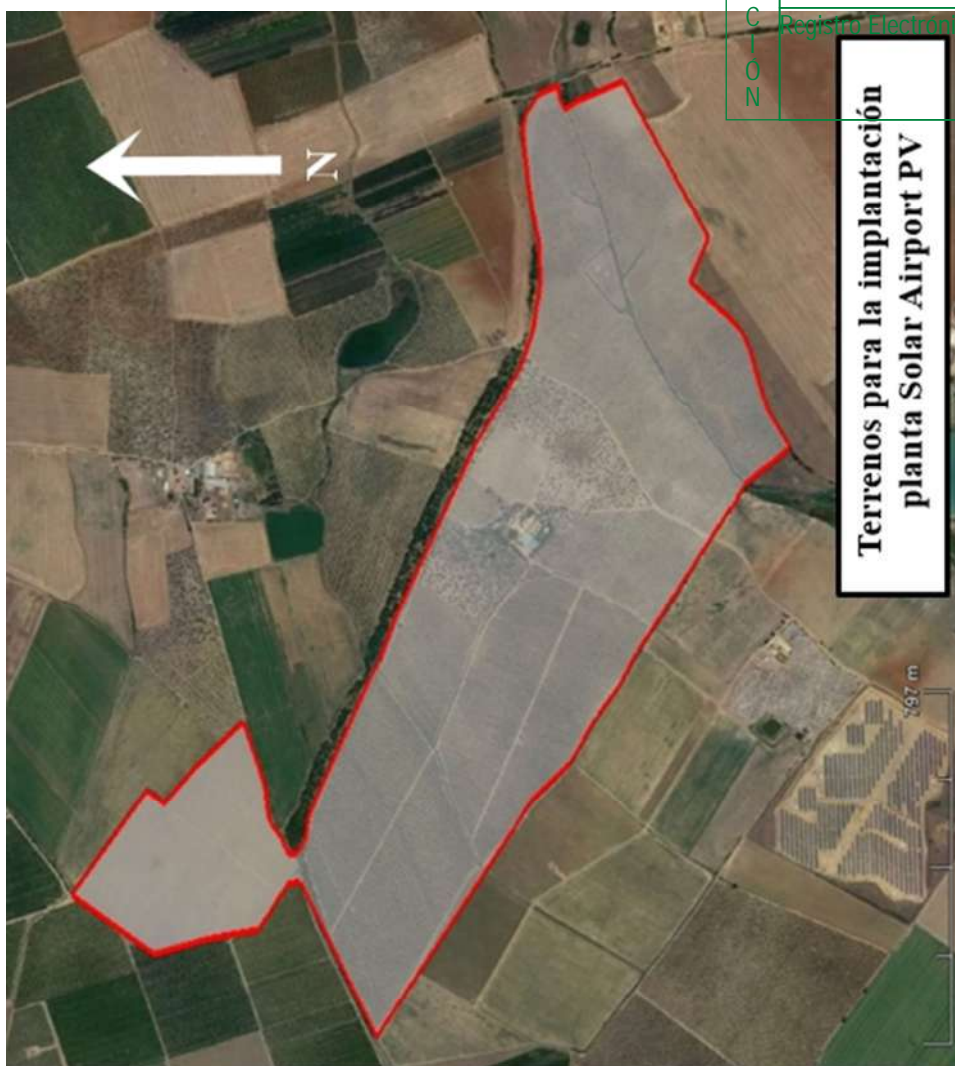
- Prospección de los terrenos comprendidos por los límites de la parcela 28 del Polígono 5 y de las parcelas 1, 2, 3, 4 y 37 del Polígono 6 (Fig. 6), con el objetivo de comprobar si en superficie se documentan vestigios o materiales arqueológicos en el lugar en el cual se proyecta la implantación de la planta Solar Airport PV en T. M. de la Rinconada (Sevilla).



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 15/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 6.** Terrenos para planta Solar Airport PV para su prospección en el T. M. de La Rinconada (Sevilla)

- Prospección y revisión de los puntos de apoyo de la Línea de Evacuación (Fig. 7) de la planta Solar Airport PV en T. M. de la Rinconada (Sevilla). Esta línea aérea sigue en parte de su trayecto el entorno inmediato de una planta solar ya existente (puntos de apoyo nº 3 a nº 5; Fig. 8), así como el curso del Arroyo del Ciervo (puntos de apoyo nº 6 a nº 15; Fig. 8).

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

202199901097537		04/02/2021
Registro Electrónico		HORA 22:44:28

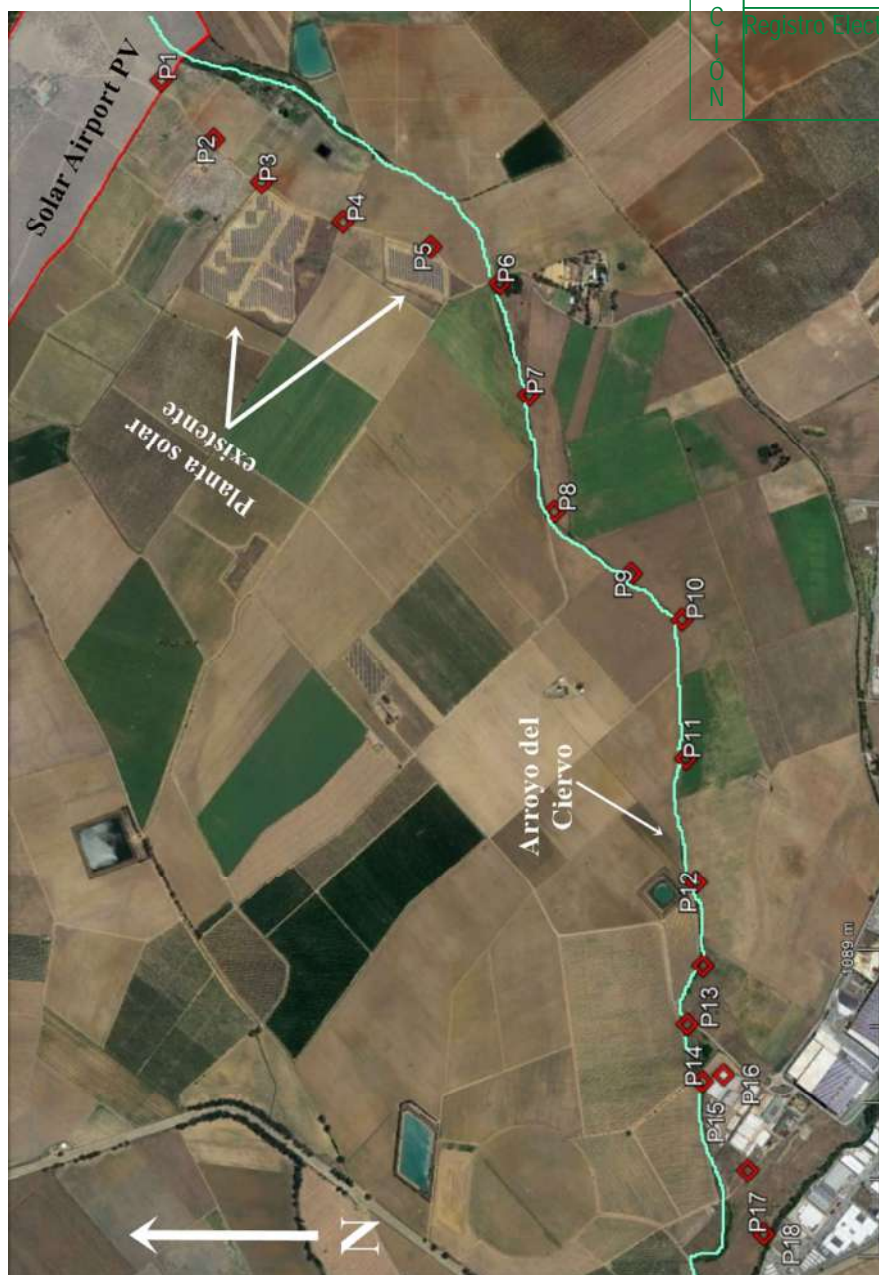


**Figura 7.** Línea de evacuación de la planta Solar Airport PV para su prospección en el T. M. de La Rinconada (Sevilla)



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 17/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 8.** Ubicación de los puntos de apoyo (apoyos nº 1 a nº 18), planta solar existente (apoyos nº 3 a nº 5) y Arroyo del Ciervo (apoyos nº 6 a nº 15) en el T. M. de La Rinconada (Sevilla)

JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 18/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	



RECEPCIÓN SUPERCIEVAL PARA		JUNTA DE ANDALUCÍA	
POR PV", EN LA PARCELA 28			
CONCINADA (SEVILLA)"			
E C E P C I O	202199901097537		04/02/2021
	Registro Electrónico		HORA 22:44:28
	folio 5, parcela 28 y		

#### IV.3.- Metodología realizada

-Prospección superficial de los terrenos correspondientes al Polígono 5, parcela 28 y Polígono 6, parcelas 1, 2, 3, 4 y 37 para implantación de planta Solar Airport PV:

La prospección superficial intensiva ha implicado cubrir la totalidad el terreno del Polígono 5, parcela 28 y Polígono 6, parcelas 1, 2, 3, 4 y 37 (Fig. 9) para su tratamiento de manera homogénea y primando la detección y cuantificación, en caso de concentración, del material arqueológico que pudiera aparecer en superficie. Para ello, se han planteado los transeptos de prospección en gran parte condicionados por la presencia de cultivos arbóreos que marcaban ya directamente calles por las que transitar marcando los recorridos mediante varios GPS de mano, así como waypoints de control o de presencia de algún elemento disperso sobre el terreno, al no haberse detectado ninguna concentración significativa de material en los terrenos de implantación de la planta Solar Airport PV, aunque se debe indicar, como veremos *infra*, que en uno de los extremos de la parcela 28 del polígono 5 hay un pequeño repunte de material cerámico indeterminado, pequeñas piedras y algo de escombros contemporáneo.

-Prospección superficial de los puntos de apoyo de la Línea de Evacuación de la planta Solar Airport PV:

Finalmente, para el desarrollo de la línea de evacuación de la planta Solar Airport PV se ha establecido una traza aérea (Fig. 10) sobre 18 puntos de apoyo (nº 1 a nº 18) desde su inicio en la zona de implantación (nº 1) hasta su enlace en la subestación asignada (nº 18). Mediante esta definición y posicionamiento, se han visitado los puntos de apoyo para su revisión.



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 19/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE "PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA 'SOLAR AIRPORT PV', EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)"

RECEPCION

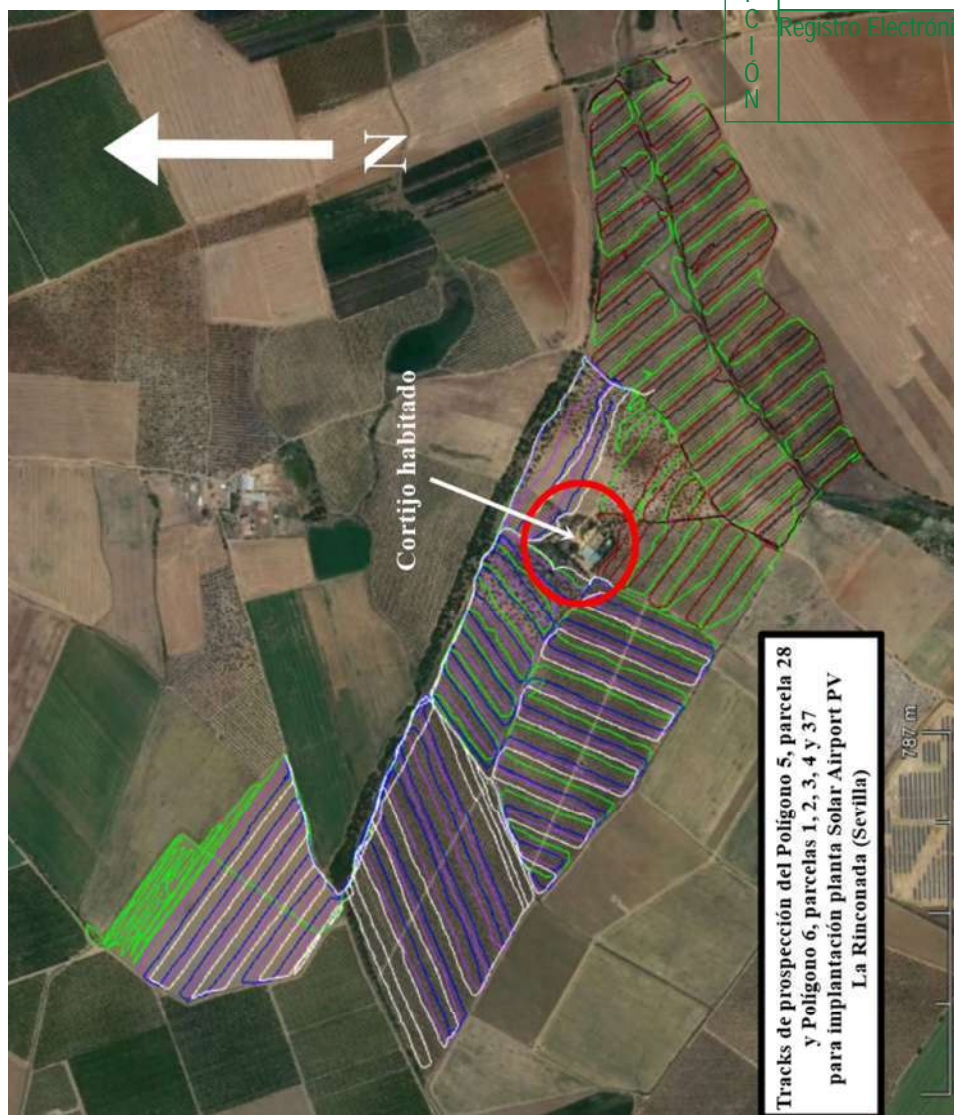
JUNTA DE ANDALUCÍA

202199901097537

04/02/2021

Registro Electrónico

HORA  
22:44:28



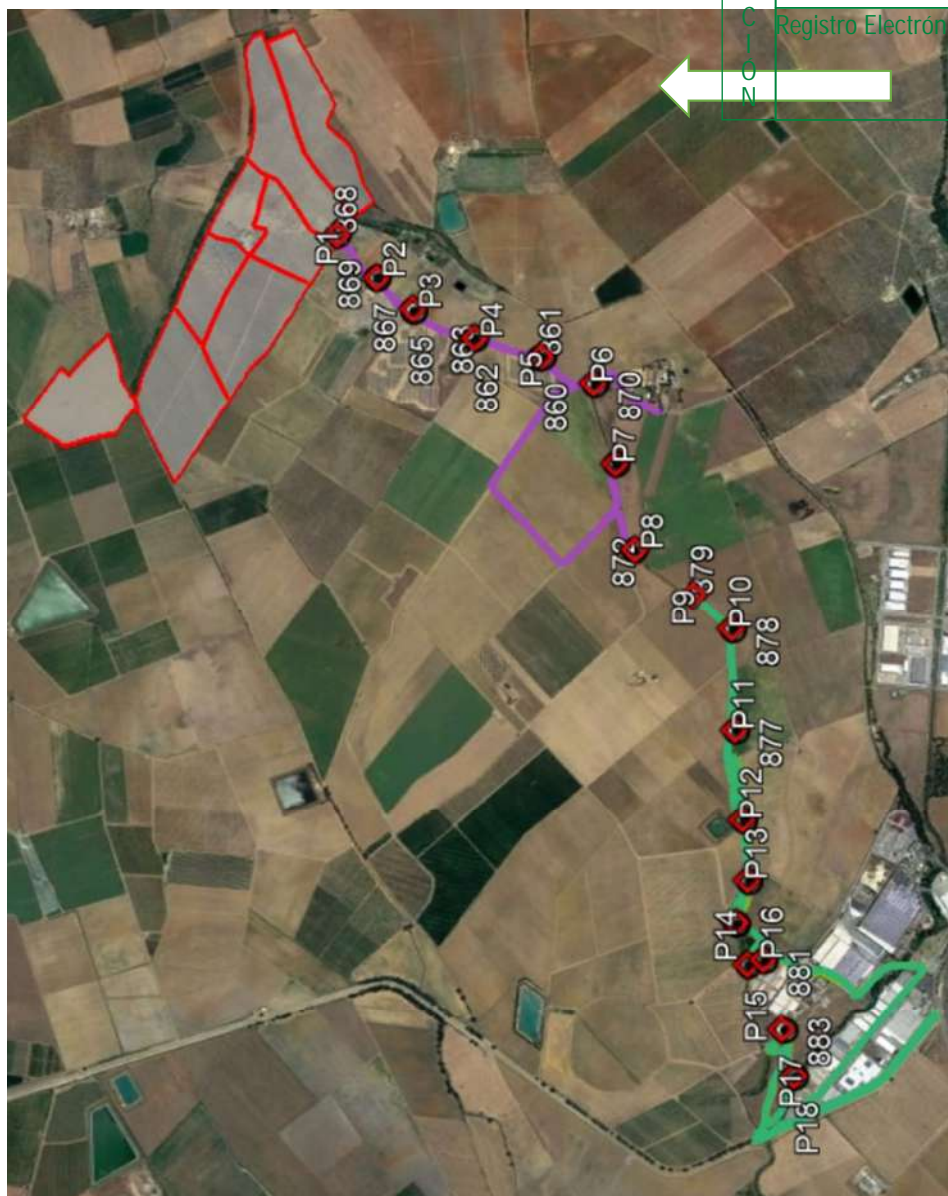
**Figura 9.** Tracks de prospección del Polígono 5, Parcelo 28 y Polígono 6, Parcelas 1, 2, 3, 4 y 37 en el T. M. de La Rinconada (Sevilla)



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 20/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”


JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 10.** Tracks y Waypoints en zona de puntos de apoyo nº 1 a nº 18 de la Línea de Evacuación de la planta Solar Airport PV en el T. M. de La Rinconada (Sevilla)

J



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 21/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE "PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA 'SOLAR AIRPORT PV' EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)"


JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro electrónico	HORA 22:44:28

La información espacial ha sido registrada mediante GPS Registrado en la proyección UTM Huso 30N ETRS 89 y pasada a KMZ para su tratamiento cartográfico.

El registro fotográfico será realizado mediante una cámara Canon DS400.

Durante el desarrollo de los trabajos de prospección no se han localizado yacimientos arqueológicos ni se ha procedido a la recogida de materiales.



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 22/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

## V. DESARROLLO DE LA A. A. PREV.

### **V.1.- Prospección de los terrenos de implantación Solar Airport PV**

La prospección arqueológica de la totalidad de las superficies sobre las cuales se proyecta la implantación de la planta Solar Airport PV se ha desarrollado en varios días contando para ello con el trabajo de un equipo formado por el director de la Actividad (Jacobo Vázquez Paz), y varios arqueólogos técnicos (Mario Delgado Canela y Adrián Santos Allely), así como con la colaboración técnica del arqueólogo D. Miguel Ángel de Dios Pérez.

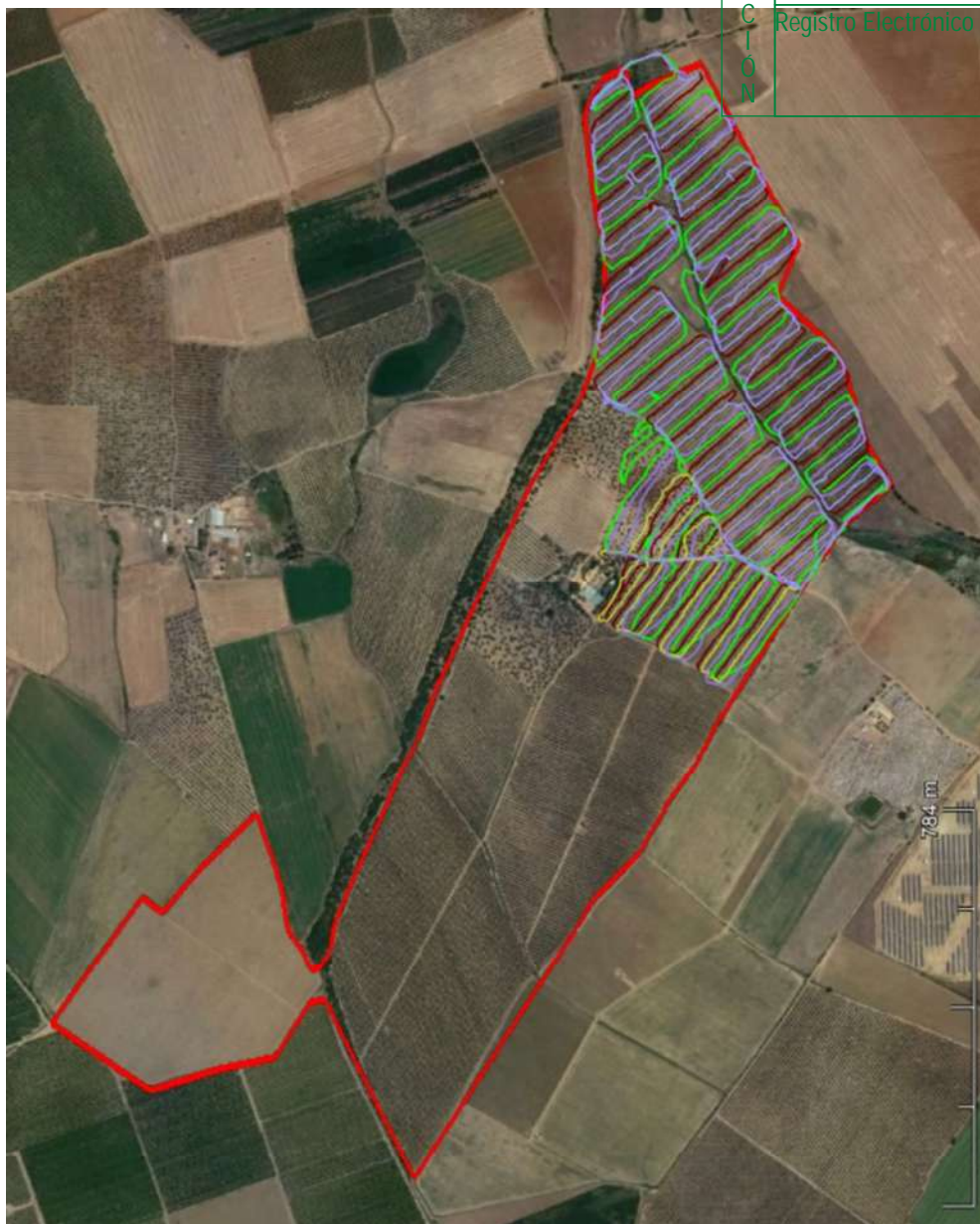
Durante el primer día de prospección se planificó la división por sectores de toda la superficie atendiendo a la realidad existente, referidos estos a lindes, carriles significativos o accidentes geográficos (Arroyo del Ciervo). De esta manera se estableció inicialmente la división de los terrenos de la zona Este-Sureste en tres grandes áreas de prospección denominadas de 1 a 3 (Fig. 11-12 y Tabla 4).



**Figura 11.** Áreas prospectadas el primer día en los terrenos sobre los que se plantea la implantación de la planta Solar Airport PV en T. M. de la Rinconada (Sevilla)

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE "PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA 'SOLAR AIRPORT PV', EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)"

RECEPCION	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electronico	HORA 22:44:28



**Figura 12.** Tracks intensivos de prospección del primer día en los terrenos sobre los que se plantea la implantación de la planta Solar Airport PV en T. M. de la Rinconada (Sevilla)



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 24/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	





INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

Sector prospección 1º día	Polígono	Parcela	Catastro
A (Área 2) Completo 1º día	6	37	41081A00600037
B (Área 2) Completo 1º día	6	1	41081A006000010000DU
C (Área 1) Completo 1º día	6	2	41081A00600002
D (Área 3) Parcial 1º día	6	3	41081A00600003

**TABLA 4.** Terrenos prospectados el 1º día en zona implantación

De esta manera se iniciaron los trabajos por el Área 1, que corresponde a la Parcela 2 del Polígono 6, prospectándose toda su superficie siguiendo las calles marcadas por el arbolado, lo cual facilitaba las labores de prospección mediante bandas que han permitido batir todo este terreno. Este terreno se encontraba muy húmedo y blando debido a las lluvias y al poco drenaje que aparentan tener estas tierras que se caracterizaban por una alta presencia de guijarros (cantos de río) que evidencia el afloramiento de una terraza fluvial del río Guadalquivir (Fig. 13).



**Figura 13.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y cultivo arbóreo (Polígono 6, Parcela 2)



JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Resolución	
HORA 22:44:28	

Durante la prospección de esta área que corresponde a toda la Parcela 2 del Polígono 6 del T. M. de la Rinconada (Sevilla), solamente se tomó un waypoint próximo al camino del linde norte (Fig. 32), que se asocia a un canto de cuarcita con varios levantamientos del que no podemos descartar que tenga una formación natural (Fig. 14). Debido a ello, a partir de la prospección realizada no se desprende la presencia de elementos arqueológicos que se identifiquen como evidencias de un yacimiento en el sitio (Parcela 2, Polígono 6).



**Figura 14.** Detalle del canto de cuarcita con levantamientos en los terrenos del Polígono 6-Parcela 2

Esta área 1 de prospección estaba delimitada por su extremo Este por el cauce del Arroyo del Ciervo que lo separa del área 2 de prospección (Fig. 11); debido a ello al terminar la prospección del área 1 se procedió a enlazar por el extremo noreste con el área 2 iniciándose los trabajos de campo usando la misma estrategia. De esta manera, se utilizaron las propias calles generadas por los cultivos arbóreos desarrollando una prospección lineal de linde a linde, siendo una de estas el propio Arroyo del Ciervo (Fig. 12, Fig. 15 y Fig. 16).

De esta manera se continuaron los trabajos por Área 2 (Fig. 11), que corresponde a la Parcela 1 y Parcela 37 del Polígono 6, prospectándose ambas superficies siguiendo

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Revisión Final	HORA 22:44:28

las calles marcadas por el arbolado, lo cual facilitaba las labores de prospección lineal y la batida de todo este terreno. Este terreno como ya hemos comentado para el área 1, se encontraba igualmente muy húmedo y blando debido a las lluvias y al poco drenaje que aparentan tener estas tierras que se caracterizaban por una alta presencia de guijarros (cantos de río) que evidencia el afloramiento de una terraza fluvial del río Guadalquivir (Fig. 15, Fig. 16 y fig. 17).



**Figura 15.** Vista del tránsito del Polígono 6, Parcela 2 al Polígono 6, Parcela 1 con buena visibilidad y cultivos arbóreos (a la izquierda Arroyo del Ciervo)



R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 16.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y cultivo arbóreo (Polígono 6, Parcela 1)



**Figura 17.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y cultivo arbóreo (Polígono 6,

Durante la prospección de esta área 2 que corresponde a toda la superficie de la Parcela 1 y Parcela 37 del Polígono 6 del T. M. de la Rinconada (Sevilla), solamente se tomaron dos waypoints (Fig. 32), que se asocian a un fragmento de ladrillo de taco y un

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Político	
HORA 22:44:28	

fragmento de cerámica común que se identificó como de cántaro-maceta de tipo polanco (Fig. 18). Debido a ello, a partir de la prospección realizada no se desprende la presencia de elementos arqueológicos que se identifiquen como evidencias de un yacimiento en el sitio (Parcela 1 y Parcela 37 del Polígono 6).



**Figura 18.** Detalle de fragmento de ladrillo y fragmento común en los terrenos del Polígono 6-Parcela 1

Una vez finalizada la prospección del área 2, se procedió a realizar el área 3 que se linda por el Este con el área 1 del que se separa por un carril bien acondicionado (Fig. 11). Para la prospección de esta zona se utilizaron las propias calles generadas por los cultivos arbóreos desarrollando una prospección lineal de camino a camino (Fig. 12, Fig. 19, fig. 20 y fig. 21).

De esta manera se continuaron los trabajos por Área 3 (Fig. 11), que corresponde a una pequeña parte de la Parcela 3 del Polígono 6. Para la prospección de estos terrenos



JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
HORA 22:44:28	

se siguieron principalmente las calles marcadas por el arbolado (Fig. 19) en el sector en el cual, al haber árboles de mayor porte y muy separados entre sí (Fig. 20), se procedió a marcar los tracks de manera visual manteniendo la línea a partir de los GPS de mano. De estas dos maneras, las labores de prospección lineal y de la batida de estos terrenos han sido adecuados. Estos terrenos, próximo a un cortijo (Fig. 21), presentaban una mayor dureza y menos humedad siendo la visibilidad aceptable para labores de prospección. Los terrenos igualmente presentaban una alta densidad de guijarros (cantos de río) que evidencian el afloramiento de una terraza fluvial del río Guadalquivir (Fig. 19).



**Figura 19.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y cultivo arbóreo (Polígono 6, Parcela 3)



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

RECEPCION	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28




**Figura 20.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y árboles de gran porte (Polígono 6, Parcela 3)



**Figura 21.** Vista de acceso a cortijo/edificio de campo en terrenos del Polígono 6, Parcela 3



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 31/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
HORA 22:44:28	

Durante la prospección de esta área 3 que corresponde a parte de la Parcela 3 del Polígono 6 del T. M. de la Rinconada (Sevilla), solamente se tomaron dos waypoints (Fig. 32), que se asocian a dos fragmentos constructivos indeterminados (Fig. 22). Debido a ello, a partir de la prospección realizada no se desprende la presencia de elementos arqueológicos que se identifiquen como evidencias de un yacimiento en esta zona de la Parcela 3, Polígono 6.



**Figura 22.** Detalle de fragmento constructivo indeterminado en los terrenos del Polígono 6-Parcela 3 (área 3)

La prospección continuó de nuevo al día siguiente planificando la prospección del resto de los terrenos restantes dividiendo el espacio en cinco nuevas áreas para poder desarrollar una estratégica lógica que facilitara los trabajos. De esta manera se definieron las áreas de trabajo 4, 5, 6, 7 y 8 que han sido completamente prospectadas (Fig. 23 y Fig. 24) y que abarcan a terrenos pertenecientes a las parcelas 3 y 4 del polígono 6, y a la parcela 28 del polígono 5 (Tabla5).

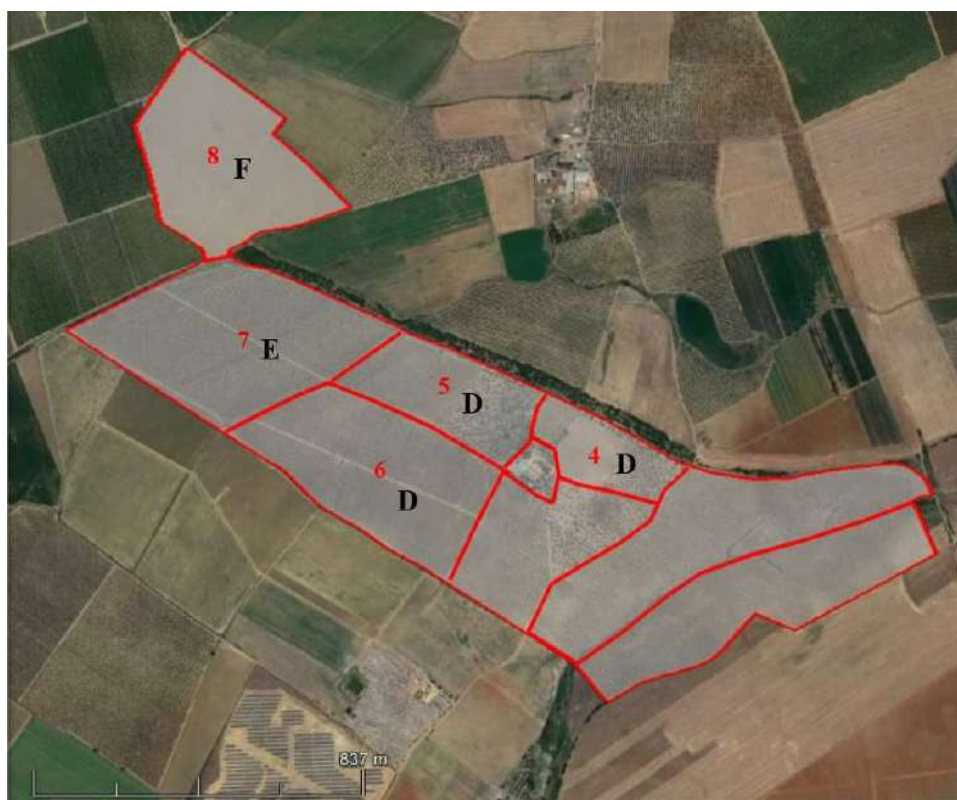


INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

R E C E P T I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28

Sector prospección 2º día	Polígono	Parcela	Registro Electrónico
D (Área 4) Completo 2º día	6	3	41081A00600003
D (Área 5) Completo 2º día	6	3	41081A00600003
D (Área 6) Completo 2º día	6	3	41081A00600003
E (Área 7) Completo 2º día	6	4	41081A00600004
F (Área 8) Completo 2º día	5	28	41081A00500028

**TABLA 5.** Terrenos prospectados el 2º día en zona implantación



**Figura 23.** Áreas prospectadas el segundo día en los terrenos sobre los que se plantea la implantación de la planta Solar Airport PV en T. M. de la Rinconada (Sevilla)





RECEPCION	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 24.** Tracks intensivos de prospección del segundo día en los terrenos sobre los que se plantea la implantación de la planta Solar Airport PV en T. M. de la Rinconada (Sevilla)

De esta manera se prosiguieron los trabajos por el Área 4, que continuaba y cerraba el área de gran arbolado del extremo noreste de la Parcela 3 del Polígono 6 (ver *supra* Fig. 20), prospectándose toda su superficie siguiendo la estrategia aplicable al terreno siguiendo los tracks mediante el GPS de mano al no estar las calles entre estos árboles bien definidas.

Durante la prospección de esta área, próxima a un cortijo, se tomó un waypoint próximo al camino del linde sur con la parcela 2 del polígono 6 (Fig. 32), que correspondía a un galbo cerámico común indeterminado. Debido a ello, a partir de la prospección realizada no se desprende la presencia de elementos arqueológicos que se identifiquen como evidencias de un yacimiento en esta zona de la Parcela 3, Polígono 6.

JUNTA DE ANDALUCÍA		
RECEPCION	202199901097537	04/02/2021
Registros	HORA 22:44:28	

El área 4 de prospección estaba delimitada por su extremo Oeste por los terrenos pertenecientes a los jardines/zonas abiertas de un cortijo habitado y al Noroeste por un camino que lindaba con el área de prospección 5 (Fig. 23).

Para la prospección del área 5 se utilizaron dos estrategias al haber una zona más abierta entre arbolado, en la cual se siguieron los tracks mediante navegación con los GPS de mano, y otra con cultivo de olivar bien estructurado en calles en donde se pudo desarrollar una prospección lineal siguiendo las mencionadas calles -(Fig. 24 y 25)-. Estos terrenos al igual que los ya comentados para las áreas 1 a 4, presentaban una visibilidad óptima y un terreno pedregoso con abundantes cantos de río en superficie correspondientes a una terraza fluvial del Guadalquivir.



**Figura 25.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y cultivo arbóreo (Polígono 6, Parcela 3)

Durante la prospección de esta área 5 que corresponde a parte de la superficie de la Parcela 3 del Polígono 6 del T. M. de la Rinconada (Sevilla), solamente se tomaron cuatro waypoints muy separados entre sí (Fig. 32), que correspondían a 4 galbos cerámicos comunes indeterminados (Fig. 26a-26d)). Debido a ello, a partir de la prospección realizada no se desprende la presencia de elementos arqueológicos que se

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Reg. Polígono 6	
		HORA 22:44:28

identifiquen como evidencias de un yacimiento en esta zona de la Parcela 3, Polígono 6



**Figura 26a-26d.** Detalles de fragmentos comunes indeterminados en los terrenos del Polígono 6-Parcela 3 (área 5)

El área 5 de prospección estaba delimitada por su extremo Sur por los terrenos pertenecientes al área 6 de prospección de la que se separaba mediante un carril de tránsito interno (Fig. 23).

Para la prospección del área 6 se utilizaron las facilidades que presentaba el hecho de que el terreno estuviera en cultivo de olivar con calles bien estructuradas y definidas por lo que se desarrolló una prospección lineal siguiendo las mencionadas calles -(Fig. 24 y 27)-. Estos terrenos al igual que los ya comentados para las otras áreas de prospección, presentaban una visibilidad óptima y un terreno algo pedregoso con cantos de río.



R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 27.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y cultivo arbóreo (Polígono 6, Parcela 3)

Durante la prospección de esta área 6 que corresponde a parte de la superficie de la Parcela 3 del Polígono 6 del T. M. de la Rinconada (Sevilla), solamente se tomó un waypoint (Fig. 32), que corresponde a un fragmento cerámico común indeterminado (Fig. 28). Debido a ello, a partir de la prospección realizada no se desprende la presencia de elementos arqueológicos que se identifiquen como evidencias de un yacimiento en esta zona de la Parcela 3, Polígono 6.

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 28.** Detalles de fragmento común indeterminado en los terrenos del Polígono 6-Parcela 3 (área 6)

El área 6 de prospección estaba delimitada por su extremo Oeste por los terrenos pertenecientes al área 7 de prospección de la que se separaba mediante un carril de tránsito interno (Fig. 23).

Para la prospección del área 7 se utilizaron las facilidades que presentaba el hecho de que el terreno estuviera en cultivo de olivar con calles bien estructuradas y definidas por lo que se desarrolló una prospección lineal siguiendo las mencionadas calles -(Fig. 24 y 29)-. Estos terrenos al igual que los ya comentados para las otras áreas de prospección, presentaban una visibilidad óptima y un terreno húmedo, blando, algo encharcado y con presencia de con cantos de río.

Durante la prospección de esta área 7 que corresponde con la Parcela 4 del Polígono 6 del T. M. de la Rinconada (Sevilla), no se tomaron waypoints al no visualizarse ningún material en superficie (Fig. 32). Debido a ello, a partir de la prospección realizada no se desprende la presencia de elementos arqueológicos que se identifiquen como evidencias de un yacimiento en la Parcela 4 del Polígono 6.

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 29.** Vista de los terrenos con buena visibilidad y cultivo arbóreo (Polígono 6, Parcela 4)

Finalmente, el área 8 de prospección (que conecta por un pequeño extremo con el área 7) fue prospectado usando la misma estrategia ya mencionada *supra*, de aprovechar la existencia de un cultivo arbóreo de olivar ordenado por calles (Fig. 30).

Estos terrenos en su mayoría presentaban una visibilidad media-baja (Fig. 31) estando bastante húmedos y blandos en el momento de su prospección.



R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 30.** Vista del equipo para inicio prospección área 8 (Polígono 5, Parcela 28)



**Figura 31.** Vista del área 8 de prospección (Polígono 5, Parcela 28)

Durante la prospección de la área 8 que corresponde con la Parcela 28 del Polígono 5 del T. M. de la Rinconada (Sevilla), se tomó un número alto de waypoints (Fig. 32), que corresponden a fragmentos cerámicos y a algún elemento lítico y que se

JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 40/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro de la Junta de Andalucía	
HORA 22:44:28	

localizan en el sector más al norte de la parcela y cuya dispersión ha sido delimitada mediante un polígono para establecer su ubicación y extensión principal (Fig. 32 y Fig. 33).



**Figura 32.** Waypoints de elementos visualizados en superficie en los terrenos prospectados de la planta Solar Airport PV en T. M. de la Rinconada (Sevilla)



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 41/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 33.** Waypoints de elementos visualizados en superficie en la Parcela 28 del Polígono 5 en T. M. de la Rinconada (Sevilla)

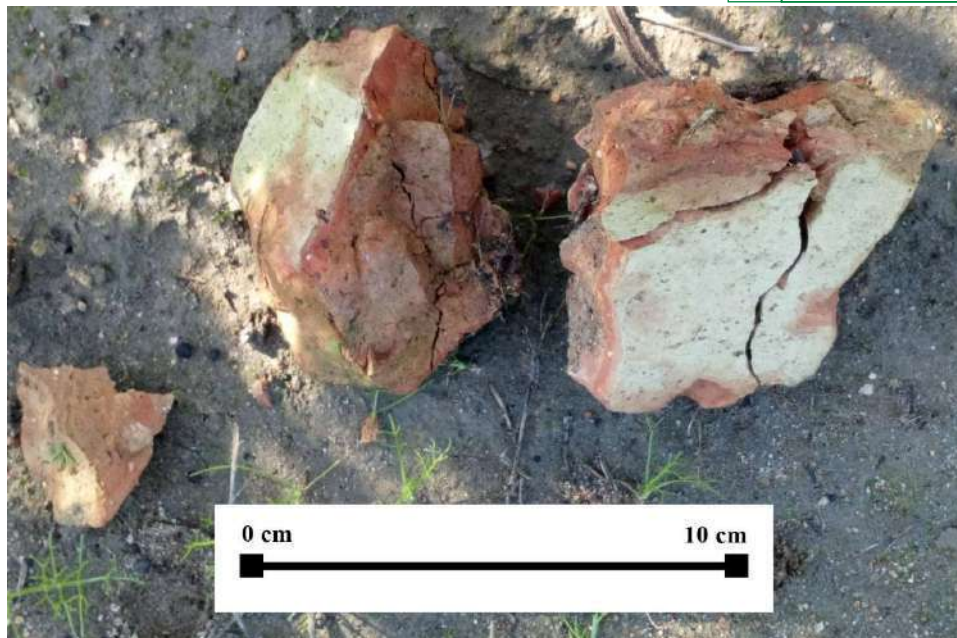
Estos materiales presentaban características distintas al hallarse algunos fragmentos pequeños de materiales constructivos identificados como de ladrillo macizo (Fig. 34), algún fragmento vidriado melado con esmalte blanco (Fig. 35) probablemente de una orza contemporánea, así como un número alto de fragmentos de galbos comunes indeterminados (Fig. 36) de difícil adscripción cronológica, aunque por las características que presentaban relacionamos con materiales del XVIII-mediados del XX d. C.

Junto a estos materiales cerámicos se ha registrado la presencia de una cuarcita



R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	HORA 22:44:28	

con levantamientos que podría corresponder a industria de gravera (Fig. 37) así como dos pequeñas lascas de sílex-cuarcita (Fig. 38).



**Figura 34.** Fragmento de material constructivo en los terrenos del Polígono 5-Parcela 28 (área 8)



**Figura 35.** Detalle de fragmento vidriado contemporáneo en los terrenos del Polígono 5-Parcela 28 (área 8)


INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 36.** Detalle de fragmento vidriado contemporáneo en los terrenos del Polígono 5-Parcela 28 (área 8)



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 44/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	del Polígono 5	
		HORA 22:44:28

**Figura 37.** Detalle de canto de río con levantamientos en los terrenos del Polígono 5- Parcela 28 (área 8)



**Figura 38.** Detalle de las dos lascas documentadas en los terrenos del Polígono 5- Parcela 28 (área 8)

## V.2.- Prospección de los puntos de apoyo Línea de Evacuación Solar Airport PV

La prospección arqueológica de la totalidad de los puntos de apoyo correspondiente a los postes asociados a la Línea de evacuación de la planta Solar Airport PV se ha desarrollado mediante la revisión de estos. En un primer día se revisaron los puntos nº 1 a nº 8 (Fig. 39 y Fig.40 a Fig. 49), y en un segundo día se revisaron los puntos nº 9 a nº 18 (Fig. 39 y Fig. 50 a Fig. 63).

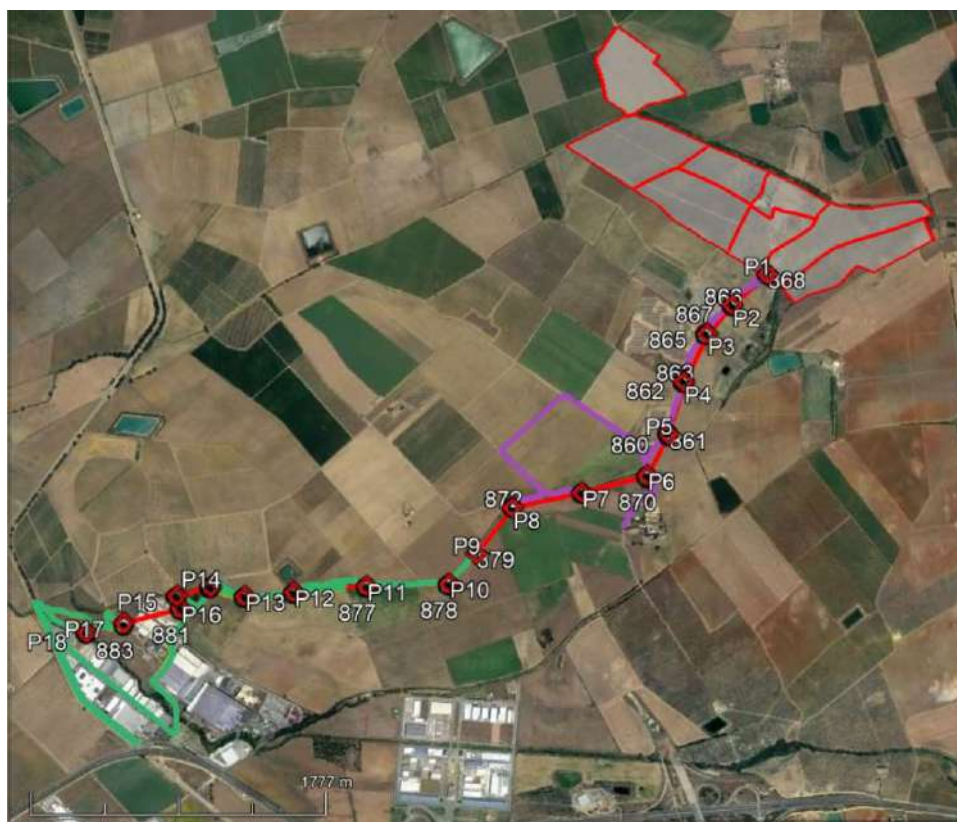
La prospección de los puntos de apoyo nº 1 a nº 18 correspondientes a la traza completa de la Línea de Evacuación de la planta Solar Airport PV, han arrojado unos resultados negativos en cuanto a la documentación de evidencias arqueológicas en superficie.

Se debe indicar que el punto de apoyo nº 1 se encuentra dentro del área de implantación de la planta Solar Airport PV (Fig. 40 y Fig. 41), el punto nº 2 próximo a un camino existente (Fig. 40 y Fig. 42), mientras que los puntos nº 3 a nº 5 (Fig. 40 y Fig. 42 a Fig. 46) se encuentran próximos a una planta fotovoltaica ya existente. Los puntos



JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
HORA 22:44:28	

de apoyo nº 6 a nº 14 se localizan siguiendo el recorrido del Arroyo del Rincón (Fig. 45 a Fig. 57), el punto de apoyo nº 15 y nº 16 se localizan en un terreno explanado usado según parece para la obtención de “compost” o similar (Fig. 58 a Fig. 60), el punto de apoyo nº 17 en un terreno actualmente muy degradado con abundancia de chatarra y elementos de similares características (Fig. 61 a Fig. 62) y finalmente el punto de apoyo nº 18 en un terreno en barbecho (Fig. 61 y Fig. 63) inmediato a la estación eléctrica en la que se hará la conexión de la planta Solar Airport PV.



**Figura 39.** Detalle de los tracks de prospección para la revisión de los puntos de apoyo de la línea de evacuación de Solar Airport PV

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA		
R E C E P C I O N	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 40.** Detalle de los tracks de prospección puntos nº 1 a nº 4



**Figura 41.** Zona ubicación punto de apoyo nº 1 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 47/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28




**Figura 42.** Zona ubicación punto de apoyo nº 2 línea de evacuación



**Figura 43.** Zona ubicación punto de apoyo nº 3 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 48/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

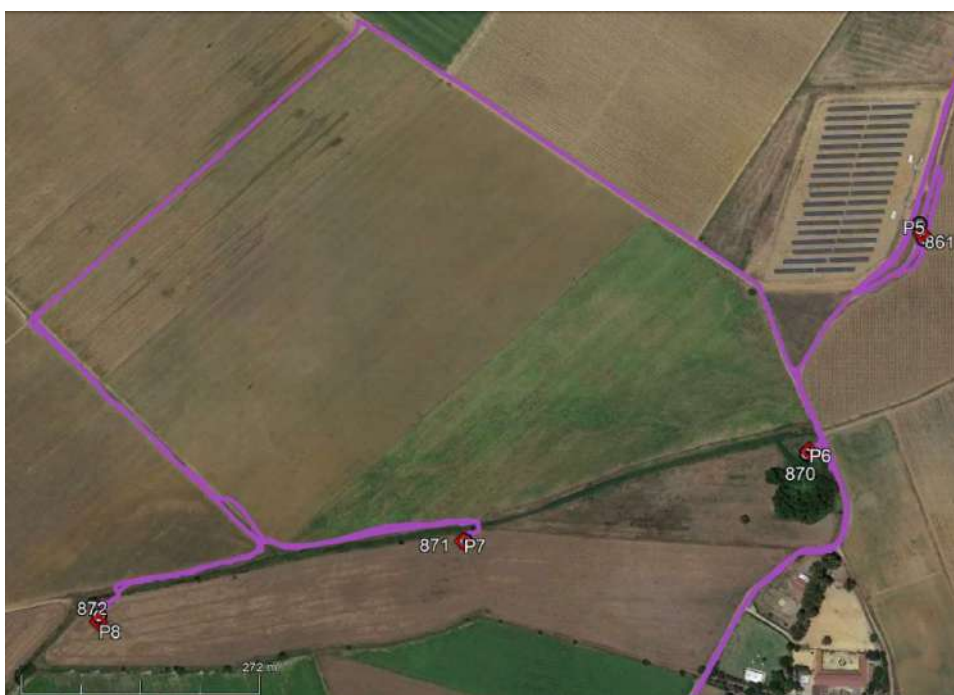


INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 44.** Zona ubicación punto de apoyo nº 4 línea de evacuación



**Figura 45.** Detalle de los tracks de prospección puntos nº 5 a nº 8



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 49/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 46.** Zona ubicación punto de apoyo nº 5 línea de evacuación



**Figura 47.** Zona ubicación punto de apoyo nº 6 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 50/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 48.** Zona ubicación punto de apoyo n° 7 línea de evacuación



**Figura 49.** Zona ubicación punto de apoyo n° 8 línea de evacuación

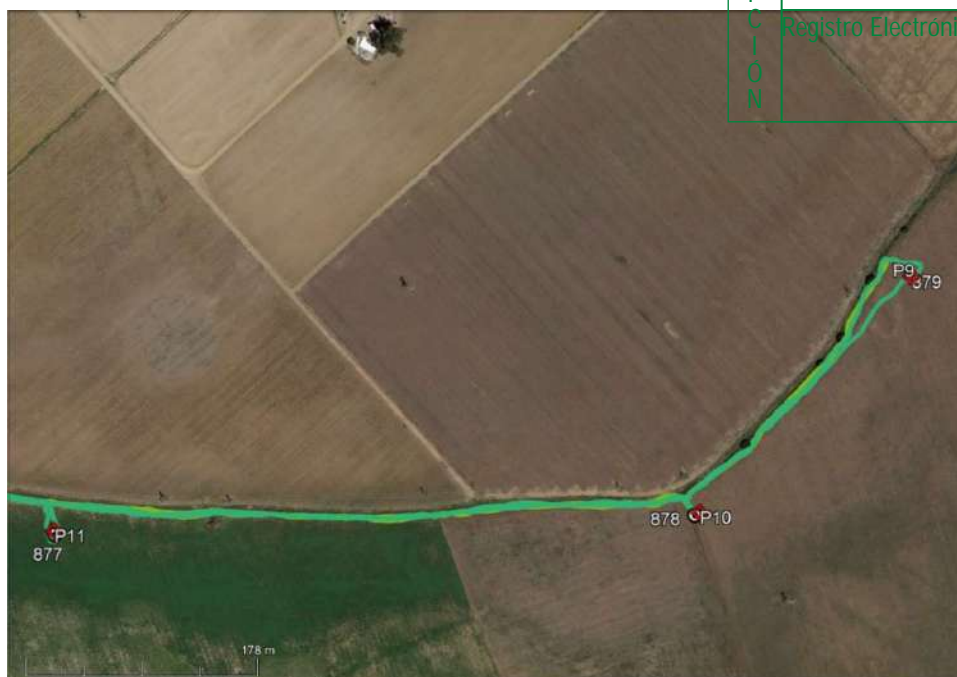


JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 51/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 50.** Detalle de los tracks de prospección puntos nº 9 a nº 11



**Figura 51.** Zona ubicación punto de apoyo nº 9 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 52/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA		
	202199901097537		04/02/2021
	Registro Electrónico		HORA
			22:44:28



**Figura 52.** Zona ubicación punto de apoyo nº 10 línea de evacuación



**Figura 53.** Zona ubicación punto de apoyo nº 11 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 53/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28




**Figura 54.** Detalle de los tracks de prospección puntos nº 12 a nº 14



**Figura 55.** Zona ubicación punto de apoyo nº 12 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 54/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	HORA 22:44:28



**Figura 56.** Zona ubicación punto de apoyo nº 13 línea de evacuación



**Figura 57.** Zona ubicación punto de apoyo nº 14 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 55/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

JUNTA DE ANDALUCÍA		
REC P C O N	202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico		HORA 22:44:28




**Figura 58.** Detalle de los tracks de prospección puntos nº 14 a nº 16



**Figura 59.** Zona ubicación punto de apoyo nº 15 línea de evacuación

J



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 56/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCONADA (SEVILLA)”

R E C E P C I O N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	
		HORA 22:44:28



**Figura 60.** Zona ubicación punto de apoyo nº 16 línea de evacuación



**Figura 61.** Detalle de los tracks de prospección puntos nº 17 a nº 18



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 57/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



INFORME PRELIMINAR-FINAL ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PREVENTIVA DE “PROSPECCIÓN SUPERFICIAL PARA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA ‘SOLAR AIRPORT PV’ EN LA PARCELA 28 DEL POLÍGONO 5 Y LAS PARCELAS 1, 2, 3, 4 Y 37 DEL POLÍGONO 6 DEL T. M. DE LA RINCÓNADA (SEVILLA)”

R E C E P C I Ó N	JUNTA DE ANDALUCÍA	
	202199901097537	04/02/2021
	Registro Electrónico	
		HORA 22:44:28



**Figura 62.** Zona ubicación punto de apoyo nº 17 línea de evacuación



**Figura 63.** Zona ubicación punto de apoyo nº 18 línea de evacuación



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 58/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			

JUNTA DE ANDALUCÍA	
202199901097537	04/02/2021
Registro Electrónico	HORA 22:44:28

## VI. PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN

Tras los resultados obtenidos durante la prospección superficial se expresa que no han sido documentados restos arqueológicos emergentes en ninguno de los terrenos de prospección (Parcelas 1, 2, 3, 4 y 37 del Polígono 6, y Parcela 28 del Polígono 5).

En lo que se refiere a la presencia en superficie de materiales cerámicos o de otra naturaleza, debemos indicar que en el extremo Norte de la Parcela 28 del Polígono 5 se ha documentado, como indicamos *supra*, la presencia de fragmentos pequeños de materiales constructivos identificados como de ladrillo macizo (Fig. 34), algún fragmento vidriado melado con esmalte blanco (Fig. 35) probablemente de una orza contemporánea, así como un número alto de fragmentos de galbos comunes indeterminados (Fig. 36) de difícil adscripción cronológica, aunque por las características que presentaban relacionamos con materiales del XVIII-mediados del XX d. C.; esta superficie ha sido delimitada en prospección mediante un polígono para establecer su ubicación y extensión principal (Fig. 32 y Fig. 33).

En lo concerniente a la Línea de Evacuación (puntos de apoyo nº 1 a nº 18) se expresa que no han sido documentados restos arqueológicos emergentes o en superficie en ninguno de ellos.

Debido a los resultados obtenidos no se presentan propuestas de conservación, considerándose como propuesta de actuación la realización del correspondiente control de los movimientos de tierra, quedando esta determinación al criterio técnico de la Delegación Territorial de Cultura y Patrimonio Histórico.



JACOBO VAZQUEZ PAZ		04/02/2021 22:44	PÁGINA 59/59
VERIFICACIÓN	PECLA447C1C7A33CD1697F3A408B5C	<a href="https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/">https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/</a>	
			



# ANEXO N°13: PROYECTO GESTIÓN DE RESIDUOS

# ANEXO A PROYECTO CONSTRUCTIVO DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “SOLAR AIRPORT PV”: GESTIÓN DE RESIDUOS

## OBJETO DEL ANEXO

Con este documento se pretende aportar al Excmo Ayuntamiento de la Rinconada el estudio de gestión de residuos de la instalación fotovoltaica SOLAR AIRPORT PV para que se conceda a favor de SOLAR AIRPORT PV S.L. la licencia de obra mayor que se solicitó por la promotora para el proyecto fotovoltaico que desarrolla en el T.M. de La Rinconada. Todo ello cumpliendo con la legislación, en concreto con la establecida por el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, en su artículo 4.

Se suma la presente al resto de documentación aportada en respuesta al requerimiento cuya referencia es: Gest Doc n.º 11391/2022.



## INDICE

De acuerdo con el RD 105/2008, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 4, con el siguiente contenido:

1. Identificación de los residuos que se van a generar. (Según Orden MAM/304/2002)
2. Medidas para la prevención de estos residuos.
3. Operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
4. Plano de las instalaciones previstas para el tratamiento de residuos.
5. Pliego de Condiciones.
6. Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs.

## 1.- Estimación de los residuos que se van a generar.

### Generalidades.

1. La actividad se llevará a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que puedan perjudicar al medio ambiente y, en particular, sin crear riesgos para el agua, el aire o el suelo, ni para la fauna o flora, sin provocar incomodidades por el ruido o los olores y sin atentar contra los paisajes y lugares de especial interés.
2. La actividad sólo podrá llevarse a cabo dentro de la superficie recogida en el proyecto presentado. No se podrán depositar o verter residuos de cualquier naturaleza fuera de la superficie citada, debiendo mantenerse los alrededores de la misma libre de residuos.
3. El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

### Clasificación y descripción de los residuos

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE. A grandes rasgos distinguimos:

- Residuos No Peligrosos
- Residuos Peligrosos

### Estimación de la cantidad de residuos que se van a generar.

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

### Residuos No Peligrosos

CÓDIGO L.E.R.	DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	CANTIDAD ESTIMADA
17 01 07	Residuos de construcción y demolición (RCD ´s)	30.000 kg
20 01 01	Restos de papel y cartón valorizables	42.000 kg
20 01 38	Restos de madera valorizables	13.000 kg
20 01 39	Restos de plástico y envases no contaminados valorizables	15.000 kg
20 03 01	Residuos Urbanos	40.000 kg
20 03 04	Lodos procedentes de baños químicos y fosa séptica estanca	2.600 kg

### Residuos Peligrosos

CÓDIGO L.E.R.	DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	CANTIDAD ESTIMADA
120112*	Ceras y grasas usadas	20 kg
150110*	Envases contaminados valorizables	40 kg
150202*	Absorbentes, material de filtración, trapos de limpieza, etc	20 kg
200135*	Restos de paneles solares valorizables	100 kg

## 2.- Medidas para la prevención de estos residuos.

Se establecen las siguientes pautas las cuales deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos, aportando la información dentro del Plan de Gestión de Residuos, que él estime conveniente en la Obra para alcanzar los siguientes objetivos.

### Tratamiento de material inerte procedente de excavación

Todo el material inerte sobrante procedente de las obras de excavado y movimientos de tierra, así como los materiales de préstamo que resulten excedentarios, les será de aplicación el orden de preferencia regulado en el artículo 104.4 de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, siendo en último caso, evacuados a vertederos autorizados. La valorización de los suelos no contaminados excavados y otros materiales naturales excavados procedentes de obras de construcción o de demolición, que se generan como excedentes para la ejecución estricta de la obra, y que se destinan a operaciones de relleno y a otras obras distintas de aquéllas en las que se generaron, seguirá lo establecido en la Orden



APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.

#### Condiciones para la maquinaria móvil

Para la maquinaria móvil a emplear durante las fases de ejecución y desmantelamiento de las instalaciones, los cambios de aceite y demás operaciones que pudieran implicar derrames se realizarán en talleres autorizados o parque de maquinaria habilitados a tal efecto. En este sentido, se atenderá a lo establecido en el Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados, concretamente lo establecido en los artículos 5 y 6 del citado Decreto referente al almacenamiento, tratamiento y sistemas de entrega de aceites usados. De tal modo queda prohibido: todo vertido de aceites usados en aguas superficiales o subterráneas y en los sistemas de alcantarillado o de evacuación de aguas residuales; todo vertido de aceite usado, o de los residuos derivados de su tratamiento, sobre el suelo. Asimismo, los productores de aceites usados deberán almacenarlos en condiciones adecuadas y deberán disponer de instalaciones que permitan la conservación de los aceites usados hasta su recogida y que sean accesibles a los vehículos encargados para ello, y se evitará que los depósitos de aceite usado, incluidos los subterráneos, tengan efectos nocivos sobre el suelo.

#### Exigencias para con las empresas contratadas

Todas las empresas participantes en la ejecución de los trabajos de construcción o desmantelamiento que lleven a cabo actividades que generen Residuos No Peligrosos en cantidades superiores a 1.000 Tn/año y/o Residuos Peligrosos, en cumplimiento de los artículos 11 y 17 del Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía, deberán realizar la comunicación previa al inicio de actividad para su inscripción en el registro de productores de residuos.

#### Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan son aspectos prioritarios en las obras.

Hay que prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución. También es necesario prever el acopio de los materiales fuera de

zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización.

Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

En nuestro caso, se destinarán 6 zonas en el que se habilitarán los contenedores de recogida de cada tipo de residuo.

Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero

La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión.

No se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, definir un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, y que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.

Se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

Es necesario que las obras vayan planificándose con estos objetivos, porque la evolución nos conduce hacia un futuro con menos vertederos, cada vez más caros y alejados.

[Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.](#)

La información sobre las empresas de servicios e industriales dedicadas a la gestión de residuos es una base imprescindible para planificar una gestión eficaz.

[El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios.](#)

El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales.

[La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión.](#)

El coste actual de vertido de los residuos no incluye el coste ambiental real de la gestión de estos residuos. Hay que tener en cuenta que cuando se originan residuos también se producen otros costes directos, como los de almacenamiento en la obra, carga y transporte; asimismo se generan otros costes indirectos, los de los nuevos materiales que ocuparán el lugar de los residuos que podrían haberse reciclado en la propia obra; por otra parte, la puesta en obra de esos materiales dará lugar a nuevos residuos. Además, hay que considerar la pérdida de los beneficios que se podían haber alcanzado si se hubiera recuperado el valor potencial de los residuos al ser utilizados como materiales reciclados.



Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella.

Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de los materiales de embalaje que padecemos.

Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente.

Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

### 3. Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.

#### Residuos No Peligrosos Municipales

Todos los residuos domésticos deberán gestionarse conforme a la Ordenanza Municipal. Todos los residuos domésticos deben entregarse a los servicios de limpieza o recogida establecidos por la Entidad Local o, en su caso, a un gestor de residuos registrado o autorizado por esta Delegación Territorial. Sin perjuicio de las obligaciones establecidas en las respectivas ordenanzas municipales, se deberá actuar de acuerdo al artículo 25 del Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía:

*Artículo 25 del Decreto 73/2012: Obligaciones de las personas o entidades productoras de residuos municipales: Las personas o entidades productoras de residuos municipales tendrán, sin perjuicio de las que, además, puedan imponerles las respectivas ordenanzas, las obligaciones siguientes:*

*1. Separar en origen las fracciones de residuos en las condiciones que determine la normativa*

*vigente y las ordenanzas locales, incluyendo los residuos para los que las administraciones locales hayan definido un sistema de depósito o recogida especial.*

*2. Mantener los residuos municipales en condiciones tales que no produzcan molestias ni supongan ninguna clase de riesgo hasta tanto pongan los mismos a disposición de la Administración o entidad encargada de la recogida.*

*3. Utilizar correctamente los contenedores de residuos domésticos, evitando la mezcla de diferentes tipos de residuos.*

*4. Para aquellos residuos peligrosos domésticos u otros residuos cuyas características dificulten su gestión, las entidades locales, a través de sus ordenanzas, podrán obligar al productor o a otro poseedor de éstos a adoptar medidas para eliminar o reducir dichas características, o a que los depositen en la forma y lugar adecuados.*

*5. Informar a la entidad local sobre el origen, cantidad y características de aquellos residuos municipales que, por sus particularidades, pueden producir trastornos en las operaciones de recogida y transporte.*

*6. Adecuar los residuos para su entrega en los términos que establezcan las administraciones locales.*

*7. No depositar los residuos en lugares no autorizados por los servicios municipales o en condiciones distintas a las determinadas por las administraciones locales.*

*8. Abonar las tasas previstas en las ordenanzas fiscales como contrapartida por la prestación de los servicios municipales*

Estos residuos y los similares (restos de cartones, palets de madera, plásticos, etc.) se almacenarán de forma selectiva y se destinarán preferentemente a reciclado y/o reutilización en coordinación con los servicios municipales competentes.

#### Residuos No Peligrosos No Municipales

Se deberá encargar el tratamiento de los residuos no municipales no peligrosos producidos a una persona o entidad negociante, o a una persona o entidad gestora autorizada, o participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración que comprenda estas operaciones, siempre que no procedan a valorizarlos o eliminarlos por sí mismos, en cuyo caso deberán

contar además con la correspondiente autorización del órgano ambiental competente. Dichas operaciones deberán acreditarse documentalmente, debiendo conservar la documentación por un periodo no inferior a tres años. Se deberá suministrar a las empresas o entidades a quienes entreguen sus residuos la información necesaria para su adecuado tratamiento, sobre todo en los casos en los que su origen, cantidad o características particulares puedan ocasionar alteraciones en el sistema de gestión. De conformidad con lo establecido en el artículo 17 del Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía, serán objeto de comunicación y de inscripción en el registro:

- Las actividades en las que se produzcan residuos no municipales no peligrosos en cantidades que superen las 1.000 toneladas anuales.
- Las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas e industriales, así como las fosas sépticas y otras instalaciones de depuración similar en actividades no domésticas, que generen residuos de lodos de depuración que no tengan la consideración de residuos peligrosos, sin limitación de la cantidad de éstos producida.

### Residuos Peligrosos

La empresa deberá comunicar, antes del inicio de la actividad y conforme al artículo 35 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, su condición de productor de residuos peligrosos. La comunicación conllevará la inscripción de oficio en el registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las actividades que usan disolventes orgánicos, previsto en el artículo 45 del Decreto 356/2010, de 3 de agosto. Cualquier residuo peligroso que pueda generarse en alguna de las fases de ejecución o durante el periodo de explotación, deberán separarse y almacenarse adecuadamente hasta ponerlos a disposición de gestores autorizados acorde a lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, en el Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía, y demás normativa de aplicación, así como a las posibles modificaciones que pueda haber en la legislación durante el desarrollo de su actividad.



#### 4.- Plano de las instalaciones previstas para el tratamiento de residuos

En cada uno de los tres recintos en los que se divide la instalación, se aporta ilustración de vista aérea del layout del proyecto:



se habilitará una zona destinada al tratamiento de los residuos, en concreto, para las actividades que se recogen en la siguiente tabla:

x	Bajantes de escombros
x	Acopios y/o contenedores de los distintos RCDs (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones...
x	Zonas o contenedor para lavado de canaletas / cubetas de hormigón

x	Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos
x	Contenedores para residuos urbanos
	Planta móvil de reciclaje “in situ”
x	Ubicación de los acopios provisionales de materiales para reciclar como áridos, vidrios, madera o materiales cerámicos.

A continuación, se aporta de nuevo la vista aérea con las zonas en donde se desarrollarán estas actividades para cada recinto, delimitadas por los círculos azules, cercanos a los accesos para que sea fácil la recogida de los mismos:



## 5.- Pliego de Condiciones.

Para el **Productor de Residuos**. (artículo 4 RD 105/2008)

Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un “estudio de gestión de residuos”, el cual ha de contener como mínimo:

- a) Estimación de los residuos que se van a generar.
- b) Las medidas para la prevención de estos residuos.
- c) Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
- d) Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc...
- e) Pliego de Condiciones

f) Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para suposterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.

Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

**Para el Poseedor de los Residuos en la Obra.** (artículo 5 RD 105/2008)

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

Presentar ante el promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos.

Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.



Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de qué valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.

Esta clasificación, que es obligatoria una vez se han sobrepasado determinados valores conforme al material de residuo que sea (indicado en el apartado 3), puede ser dispensada por la Generalidad Valenciana, de forma excepcional.

Ya en su momento, la Ley 10/1998 de 21 de Abril, de Residuos, en su artículo 14, mencionaba la posibilidad de eximir de la exigencia a determinadas actividades

que pudieran realizar esta valorización o de la eliminación de estos residuos no peligrosos en los centros de producción, siempre que las Comunidades Autónomas dictaran normas generales sobre cada tipo de actividad, en las que se fijen los tipos y cantidades de residuos y las condiciones en las que la actividad puede quedar dispensada.

Si él no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que él lo ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos. Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.

En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.

Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.

Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.

Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.

Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.

Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.

Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.

Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.

Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.

Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.

Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.

Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.

Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.

No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.



Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.

Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.

Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.

Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

#### **Con carácter General:**

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

#### Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

#### Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los

puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Generalidad Valenciana.

### Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

### **Con carácter Particular:**

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra)

	<p>Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares... para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes</p> <p>Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar ovaliosos (cerámicos, mármoles...).</p> <p>Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan</p>
x	<p>El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m<sup>3</sup>, con la ubicación y condicionado a lo que al respecto establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos</p>
x	<p>El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.</p>
x	<p>Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro.</p> <p>En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.</p> <p>Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.</p>

x	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
x	Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.  En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.  La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
x	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería que tenga atribuciones para ello, asimismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.  Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos
x	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.  Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
x	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.  En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
x	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
x	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la



	contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
x	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en cabellones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)

**Definiciones.** (Según artículo 2 RD 105/2008)

.- **Productor** de los residuos, que es el titular del bien inmueble en quien reside la decisión de construir o demoler. Se identifica con el titular de la licencia o del bien inmueble objeto de las obras.

.- **Poseedor** de los residuos, que es quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en la misma.

.- **Gestor**, quien lleva el registro de estos residuos en última instancia y quien debe otorgar al poseedor de los residuos, un certificado acreditativo de la gestión de los mismos.

.- **RCD**, Residuos de la Construcción y la Demolición

.- **RSU**, Residuos Sólidos Urbanos

.- **RNP**, Residuos NO peligrosos

.- **RP**, Residuos peligrosos

## 6.- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs.

El coste de gestión de residuos ya se incluyó en el presupuesto presentado por la promotora para la obtención de licencia de obras, todos los proveedores de servicios contratados incluyen la gestión de residuos generados.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE GESTIÓN DE LOS RCDs											
G	Vr	Vt	Vc	N	P	Cc	Is	It	C		
Tipo de gestión	Volumen Reciclado	Volumen neto de Residuos	Volumen Contenedor / Camión / Bidón	Num. Contenedor / Camión	Precio Contenedor / Camión	Contenedor (Gratuito) (SI / NO)	Incluir Tasas Municipales	Toneladas netas de cada tipo de RDC	Canon de Vertido		Importe TOTAL
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>											
1. Asfalto	Vert. Fraccionada	81,54 m³	4,29 m³	Contenedor 6.0 m3	1,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	NO	5,58 T	14,00 €	126,11 €
2. Madera	Planta Reciclaje	1735,78 m³	433,94 m³	Contenedor 6.0 m3	73,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	260,37 T	0,00 €	3.697,45 €
3. Metales	Planta Reciclaje	353,35 m³	18,60 m³	Contenedor 6.0 m3	4,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	27,90 T	2,85 €	282,10 €
4. Papel	Planta Reciclaje	2459,02 m³	433,94 m³	Contenedor 9.0 m3	49,00 Uds	64,00 €/Ud	SI	SI	390,55 T	2,65 €	1.164,81 €
5. Plástico	Planta Reciclaje	671,58 m³	361,62 m³	Contenedor 7.0m3	52,00 Uds	50,00 €/Ud	NO	SI	325,46 T	2,65 €	3.600,27 €
6. Vidrio	Planta Reciclaje	274,01 m³	147,54 m³	Contenedor 8.0 m3	19,00 Uds	61,00 €/Ud	SI	SI	221,31 T	2,65 €	636,83 €
7. Yeso	Vert. Fraccionada	0,00 m³	0,00 m³	Contenedor 6.0 m3	0,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	0,00 T	8,13 €	0,00 €
<b>Subtotal estimación</b>			<b>1399,94 m³</b>						<b>1231,16 T</b>		<b>9.507,56 €</b>
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>											
1. Arena Grava y otros áridos	Vert. Mezclado	7811,00 m³	867,89 m³	Contenedor 6.0 m3	145,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	1301,83 T	10,00 €	20.362,59 €
2. Hormigón	Vert. Fraccionada	714,15 m³	1666,35 m³	Contenedor 6.0 m3	278,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	4155,87 T	3,50 €	28.661,24 €
3. Ladrillos, azulejos y cerámicas	Vert. Mezclado	223,17 m³	520,73 m³	Contenedor 6.0 m3	87,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	781,10 T	10,00 €	12.217,55 €
4. Piedra	Vert. Mezclado	3161,60 m³	1053,87 m³	Contenedor 6.0 m3	176,00 Uds	48,00 €/Ud	NO	SI	1580,80 T	10,00 €	24.722,39 €
<b>Subtotal estimación</b>			<b>4108,84 m³</b>						<b>7829,60 T</b>		<b>85.963,77 €</b>
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>											
1. Basuros	Vert. Mezclado	413,28 m³	3719,33 m³	Contenedor 7.0m3	532,00 Uds	50,00 €/Ud	SI	NO	3347,57 T	15,00 €	50.213,60 €
2. Potencialmente peligrosos y otros	Vert. Fraccionada	0,37 m³	7,07 m³	Bidones 0.1 m3	1,00 Uds	45,80 €/Ud	-	SI	3,53 T	17,54 €	110,43 €
<b>Subtotal estimación</b>			<b>3726,59 m³</b>						<b>3351,11 T</b>		<b>50.324,03 €</b>

Todo ello supone un coste total de: 145.795,24€

# ANEXO N°14: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO



ANEXO A PROYECTO CONSTRUCTIVO DE PLANTA SOLAR  
FOTOVOLTAICA "SOLAR AIRPORT PV": PROYECTO DE  
DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

FDO: ROBERTO MELGAREJO MARTINEZ DE AVELLANOSA

Firmado por MELGAREJO MARTINEZ DE AVELLANOSA  
ROBERTO - \*\*\*2469\*\* el día 29 / 12 / 2022 con un  
certificado emitido por AC RNMU Usuarios

## Índice

1. MEMORIA
2. PRESUPUESTO
3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL DESMANTELAMIENTO
4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA EL DESMANTELAMIENTO

## 1. MEMORIA



## 1. Objeto del proyecto y antecedentes

El presente proyecto se redacta en base a lo establecido en el artículo 12.1 de la ley 7/2007, del 27 de Marzo, de fomento de energías renovables y del ahorro y eficiencia energética en Andalucía, que recoge lo siguiente:

*"1. Las actuaciones sobre suelo rústico que tengan por objeto la generación de energía mediante fuentes renovables, incluidas las infraestructuras de evacuación y las infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos que se ubiquen en Andalucía, sean de promoción pública o privada, serán consideradas actuaciones ordinarias, a los efectos de la legislación urbanística, con las siguientes particularidades:*

- a) Las actuaciones tendrán una duración limitada, aunque renovable, no inferior al plazo de amortización de las inversiones previstas para su materialización.*

*Una vez finalizada la misma, las personas físicas o jurídicas, así como las entidades sin personalidad jurídica que promuevan las actuaciones, quedarán obligadas a devolver los terrenos al estado en que se encontrasen en el momento en que hubiesen comenzado las actuaciones, debiendo prestar una garantía para cubrir los gastos derivados de esta obligación en caso de incumplimiento. La cuantía de la garantía vendrá determinada por el importe del proyecto de desmantelamiento que las personas promotoras deberán presentar en el momento de la solicitud de la licencia urbanística municipal."*

Por ello el presente documento se corresponde con el anexo que recoge aquello que establece el citado artículo, el cual complementa al proyecto constructivo de la planta fotovoltaica promovida por SOLAR AIRPORT PV S.L., introducido por registro en la solicitud de la promotora realizada el pasado 20 de octubre de 2021, con el número de entrada: 21294/2021.

El presente documento también incluye la cuantía del Aval que será necesario presentar para devolver el emplazamiento a su estado original tras el desmantelamiento de la instalación.

## 2. Normativa aplicable.

Los sistemas fotovoltaicos y sus componentes estarán diseñados de acuerdo con las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

- Ley 7/2021, del 1 de Diciembre, del impulso de la sostenibilidad del territorio de Andalucía.
- Ley 18/2003 de 29 de Diciembre artículo 164. Medidas en materia de urbanismo.

- R.D. 1663/2000 Real Decreto sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Decreto 09/2011 de 18 de Enero, por el que se regulan los procedimientos administrativos referidos a las instalaciones de energía solar fotovoltaica emplazadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ley 02/2007 de 27 de Marzo, de fomento de energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- R.D. 3410/75 Real Decreto sobre Reglamentación General de Contratación.
- R.D. 162/97 Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 842/2002 Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014 de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones Técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Ley 24/2013 Sector eléctrico
- R.D. 413/2014 de 6 de Junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- RD1955/2000 Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- IEC 364 Instalaciones eléctricas de edificios.
- Instrucción 21-01-04 Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las Instalaciones conectadas a la Red.
- DC 73/23/CEE Directiva Europea de Baja Tensión.
- Resolución de 05/05/2005, por la que se aprueban las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas. Además, la instalación solar fotovoltaica considerada cumplirá la normativa vigente que a continuación se enumera:
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementarias MI-BT, incluidas las hojas de interpretación.
- Código Técnico de la Edificación CTE.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT) y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales, así como toda normativa que la complementa.
- Normas DB SE-A (Seguridad estructural y acero) del Código Técnico de Edificación CTE

### 3. Descripción de la instalación

SOLAR AIRPORT PV S.L. promueve un proyecto cuya finalidad es la producción de energía eléctrica mediante tecnología Fotovoltaica (b.1.1. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos).

Características técnicas principales de la instalación solar FV:

- Instalación de 99.120 módulos de 575 Wpico cada uno en condiciones STC, encargados de convertir la luz solar en electricidad.
- Estructuras soporte de los paneles con seguidor instaladas con el eje de giro en dirección norte-sur con movimiento de giro en dirección este-oeste ( $-60^{\circ}/+60^{\circ}$ ).
- Cableado de distribución de la energía y protecciones eléctricas correspondientes.
- Se instalan en la planta treinta unidades básicas de inversión a corriente alterna, de 1.663 kWn cada una.
- Diez Centros de transformación de 5400 kVA 0,66/30 kV, asociados a los inversores anteriores.
- La planta está formada por 10 bloques de potencia 0,66/30 kV. Cada uno de estos bloques dispone de un skid inversor-transformador, situado en el centro del mismo, alrededor de la cual se instalarán los módulos fotovoltaicos sobre los seguidores solares de un eje.
- La instalación de media tensión o distribuidora la componen cada uno de los conjuntos inversor/transformador y tres circuitos de alimentación en media tensión soterrada (feeders) en 30kV, que enlaza los conjuntos o centros de transformación con la subestación eléctrica transformadora de alta tensión 132/30 Kv.
- Subestación Eléctrica de Transformación 30/132 kV de 50 MVA denominada SET Solar Airport PV 132/30 kV. Potencia de módulos FV (pico) de generación: 56,99 MWp. Potencia Instalada (inversores) de generación: 49,89 MW (art. 3 R.D. 413/2014). Potencia máxima de evacuación: 50 MW.
- Tensión de evacuación: 132 kV.

Además de la parte generadora y transformadora de la electricidad a partir de la cual se consigue energía eléctrica en condiciones de inyección a la red, es necesaria la infraestructura de evacuación de energía para transportarla hasta el punto de enganche (SET AEROPUERTO 132KV, en el Polígono Los Espartales, propiedad de E-distribución Redes Digitales S.L.U.)

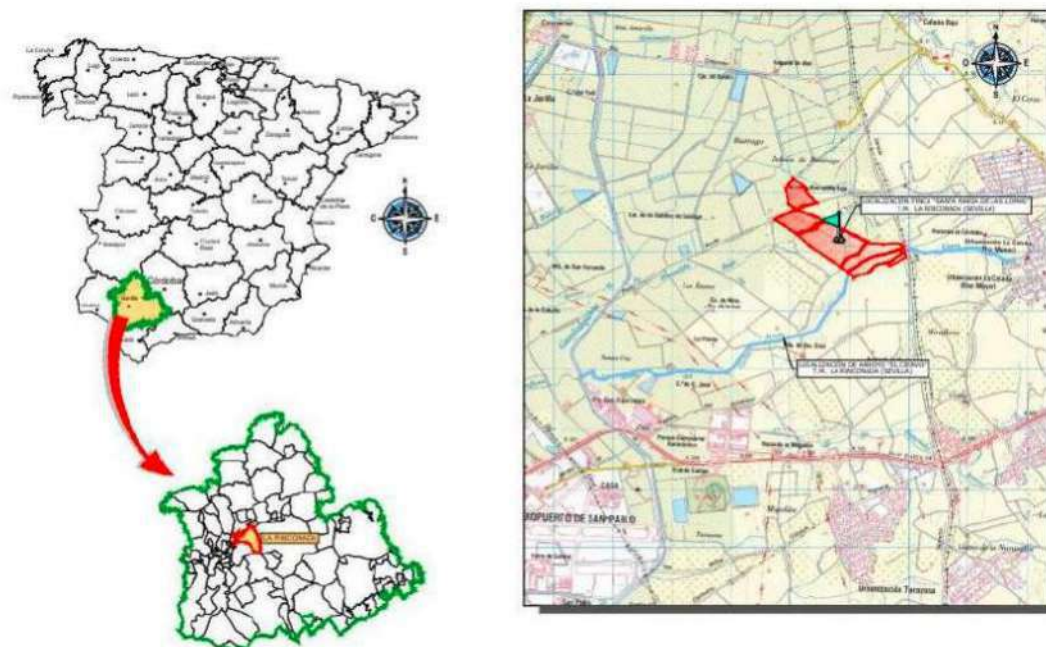
Características principales de la infraestructura de evacuación:

- Consiste en una Línea Aérea de Alta Tensión sustentada por 18 apoyos, todos ellos en el T.M. de La Rinconada.
- Origen: Apoyo nº 1 (incluido) LAAT SOLAR AIRPORT PV132 kV SET SOLAR AIRPORT PV – SET Aeropuerto 132kV
  - Final: Entronque en SET SET AEROPUERTO 132KV (Endesa Distribución Eléctrica, S.L.) - Tensión: 132 kV
- Categoría: Primera
- Longitud: 5.310 metros



## 4. Ubicación del proyecto

Para visualizar de forma genérica geográficamente la ubicación de la instalación se adjunta la siguiente ilustración:



*Ilustración 1: Ubicación general de la instalación*

Tal y como se ha indicado anteriormente, la instalación se ubica en el Término Municipal de La Rinconada, en la finca Sta María de Las Lomas, que está compuesta por las parcelas catastrales indicadas en la siguiente tabla:

Polígono	Parcela	Ref. Catastral	Superficie (m2)
6	1	41081A006000010000DU	136.482
6	2	41081A006000020000DH	185.094
6	3	41081A006000030000DW	454.719
6	4	41081A006000040000DA	187.559
6	37	41081A0060000370000DB	24.999

*Tabla 1: Parcelas catastrales*

Además, con fin de aportar mayor claridad a la ubicación de la instalación, se indica a continuación las coordenadas georreferenciadas del centro geométrico de la instalación:

- X: 248806.58
- Y 4149892,57

Para mayor detalle de la ubicación de la instalación se recogen las coordenadas del vallado perimetral de la instalación en el proyecto constructivo al cual se aneja el presente documento.

A continuación, se facilita una ilustración que refleja la instalación fotovoltaica:



Ilustración 2: Instalación FV

La infraestructura de evacuación que conecta la SET AEROPUERTO 132/30Kv con la SET de enganche, está compuesta por 18 apoyos cuya ubicación se indica a continuación:

Apoyo	Coordenadas UTM RST89
1	X: 248911.5254 Y: 4144739.73
2	X: 248790.7601 Y: 4149605.9865
3	X: 2488542.8440 Y: 4149398.0390
4	X: 248393.6850 Y: 4149112.2563
5	X: 248292.8875 Y: 4148803.9389
6	X: 248155.8390 Y: 4148560.8208
7	X: 247786.5498 Y: 4148459.2914
8	X: 248790.7601 Y: 4149605.9865
9	X: 248790.7601 Y: 4149605.9865
10	X: 246925,6 Y: 4147823,2
11	X: 246553,1 Y: 4147873,5
12	X: 246184,2 Y: 4147873,4
13	X: 245706,8 Y: 4147913,0
14	X: 245508,1 Y: 4147971,3
15	X: 245312,7 Y: 4147929,7
16	X: 245075,4 Y: 4147885,6
17	X: 244884,0 Y: 4147844,1
18	X: 244781,4 Y: 4147718,0

*Tabla 2: Coordenadas apoyos*

A continuación, se aporta una ilustración en la que se refleja el recorrido de la línea de evacuación sobre la ortofoto del PNOA:



*Ilustración 3: Infraestructura de evacuación*

## 5. Desmantelamiento. Descripción de las obras.

Las fases de las obras de desmantelamiento son las siguientes:

- a) Desconexión de la instalación
- b) Desmantelamiento de la instalación eléctrica BT.
- c) Desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos u estructura soporte.
- d) Desmantelamiento de la instalación eléctrica subterránea de MT y Edificios Power Satation.
- e) Desmantelamiento de la instalación eléctrica aérea de AT.
- f) Desmantelamiento de la subestación eléctrica MT/AT.
- g) Restauración vegetal y paisajística.

### Desconexión de la instalación BT

La instalación eléctrica se realiza en distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre módulos con cables fijos a la estructura, un segundo tramo, una red de canalizaciones



o zanjas subterráneas hasta el inversor y un último tramo, desde el inversor hasta el Centro de Transformación (circuito AC), fijos sobre los cuadros de Baja Tensión situados dentro del centro de transformación.

Todo el cableado eléctrico se realiza mediante conductores de cobre unipolares flexibles, aislados de la clase 5, con aislamiento XLPE y recubrimiento de PVC.

Las secciones de los cables oscilarán entre los 4 mm<sup>2</sup> y los 240 mm<sup>2</sup>.

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

1. Desconexión de cableado de interconexión de módulos. Acopio en camión para transporte, ya sea a vertedero autorizado o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.
2. Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en zanjas bajo tierra. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.
3. Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte.

Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones. De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte de las instalaciones fotovoltaicas se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas.

## Desmantelamiento de la instalación eléctrica SOLAR AIRPORT PV

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- 1) Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en arquetas bajo tubo. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.
- 2) Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte.

Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones.

De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte y de las cimentaciones de los seguidores se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas

## Desmantelamiento de los módulos fotovoltaicos

Para llevar a cabo el desmontaje de los módulos que constituyen el generador Fotovoltaico, hay que tener en cuenta que éstos están unidos a la estructura soporte mediante tornillería, en las cuatro esquinas de su marco. Una vez desmontados, los módulos se trasladarán a un camión, haciendo uso para ello de una carretilla elevadora y grúa.

En caso de la no reutilización de los módulos fotovoltaicos se podrán utilizar medios mecánicos para el achatarramiento y compactación de los mismos, con objeto de minimizar el volumen. En cualquier caso, los módulos fotovoltaicos constituyen un sustrato completamente inerte y se puede considerar como material de construcción, por lo que no requerirán ningún tratamiento específico previo a su vertido en emplazamientos autorizados.

## Desmantelamiento de la instalación eléctrica subterránea de MT

Antes de comenzar el desmontaje deberá desconectarse en ambos extremos de la instalación.

Es decir, en las celdas de 30 kV en el edificio de control de la subestación 30/132 kV y en los cuadros de control y mando a la salida de cada uno de los inversores.

Para realizar los trabajos anteriores, se hará uso de un camión grúa en el que se acopiarán todos los materiales y, a continuación, se transportarán a vertedero autorizado.

## Desmantelamiento de la línea eléctrica aérea SOLAR AIRPORT PV 132 kV

Se desmantelará la línea eléctrica aérea de alta tensión, recuperando la situación pre-operacional de las zonas ocupadas por las instalaciones, se realizará el desmontaje y retirada de todos los elementos a vertedero autorizado, la restitución de terrenos y servicios afectados y la restauración y revegetación de las zonas alteradas, con la finalidad de recuperar e integrar paisajísticamente el conjunto de las superficies que fueron afectadas. Se desmantelarán las instalaciones auxiliares. Esta línea es exclusiva para el parque por lo que no habrá que realizar ningún tipo de actuación además de la desconexión a realizar en las posiciones de línea correspondiente en la subestación SET AEROPUERTPO 132KV. El desmantelamiento de cada una de las instalaciones abarca las siguientes etapas:

1. Desmantelamiento de la infraestructura, que producirá residuos, fundamentalmente residuos inertes (básicamente, metal y hormigón). Se separarán aquellos que se puedan reutilizar, cuando sus características y uso lo permitan, de los que sean considerados como desecho.
2. Traslado de los elementos desmantelados (apoyos, cableado, etc.).
3. Acopio de materiales en lugares autorizados para su recepción y disposición final

Se llevará a cabo el descenso de los conductores de la línea con maquinaria específica, a la misma que la empleada en el tendido, evitando la afección a la vegetación bajo los mismos.

Se apearán los apoyos por partes, evitando su vuelco en aquellas zonas con pies arbóreos o vegetación protegida a su alrededor.

Se retirarán el hormigón de las zapatas de los apoyos en al menos 1 m de profundidad y se rellenará posteriormente con tierra natural.

El desmantelamiento conllevará tránsito de vehículos pesados, tránsito de vehículos para el traslado de personal, movimiento de tierra y manejo de material, desmontaje de estructuras y equipos (torres, casetas, patio, etc.).

En el desmontaje de la línea se generarán desechos tales como: material vegetal, material orgánico, madera, cartón y papel, clavos, varillas, tubos metálicos, cobre, plástico, tubos y accesorios de PVC, bolsas plásticas, vidrio, etc.

Se realizarán cambios de relieve, ya que se generarán movimientos de tierra debido a la creación de accesos que hayan desaparecido o se encuentren en mal estado, excavación de cimentaciones, retirada de capas superficiales, desmontaje de los apoyos existentes, etc.

Este impacto se encuentra directamente relacionado con las pendientes del terreno en el que es necesario llevar a cabo las citadas actuaciones, ya que en caso de tratarse de terrenos con fuertes pendientes pueden aparecer, especialmente con litologías inestables, riesgos tales como desprendimientos, deslizamientos de laderas o procesos erosivos, aumentando de esta forma el impacto sobre el relieve.

Las pendientes del terreno por el que discurre la línea son, en general, poco o nada elevadas. El movimiento de tierras que se llevará a cabo será de poca magnitud, centrándose en la excavación de las cimentaciones de los apoyos.

La superficie afectada por los será de pequeña magnitud. De la misma forma, el acopio de materiales extraídos requerirá un espacio no demasiado grande y posteriormente serán retirados a vertedero o reutilizados en determinadas acciones del proyecto que así lo requieran. La superficie ocupada por los apoyos a desmantelar será recuperada tras la ejecución del proyecto y se desafectará la superficie correspondiente a la calle de seguridad de los vanos. Los accesos deberán estudiarse en el momento del desmontaje, debido a que este no se realizará hasta, al menos, 30 años después de la puesta en marcha de la Planta Solar Fotovoltaica (PSF).

Se aprovechará la red de caminos existente, aprovechando, en la medida de lo posible, en los tramos en los que no existen accesos la calle de seguridad bajo la línea eléctrica. Al término de las tareas de desmontaje, los nuevos tramos a abrir serán desmantelados y se restituirán las condiciones previas del terreno.

No se realizarán voladuras para las excavaciones de las cimentaciones. La línea eléctrica atraviesa varios arroyos a lo largo de su recorrido. Ninguna de las actuaciones afectará a la red de drenaje ni se invadirá el Dominio Público Hidráulico, y en caso de ser necesarios, se solicitarán los correspondientes permisos. Tampoco se invadirá la zona de servidumbre de la carretera estatal futura SE-40.



Se desmantelará la subestación 30/132 kV, recuperando la situación pre-operacional de las zonas ocupadas por las instalaciones, se realizará el desmontaje y retirada de todos los elementos a vertedero autorizado, la restitución de terrenos y servicios afectados y la restauración y revegetación de las zonas alteradas, con la finalidad de recuperar e integrar paisajísticamente el conjunto de las superficies que fueron afectadas. Se desmantelarán las instalaciones auxiliares.

Los equipos de control, transformadores, herrajes y todos los elementos de la subestación serán guardados si son susceptibles de ser usados como repuestos para emergencia o reutilizados en otras subestaciones.

Prevía a la realización de los trabajos se desconectará la posición de línea, que conecta la subestación 30/132 kV con la subestación de REE y los Power Satation distribuidos por el PSF.

El desmantelamiento de cada una de las instalaciones abarca las siguientes etapas:

1. Desmantelamiento de la infraestructura, que producirá residuos, fundamentalmente residuos inertes (básicamente, metal y hormigón). Se separarán aquellos que se puedan reutilizar, cuando sus características y uso lo permitan, de los que sean considerados como desecho.
2. Traslado de los elementos desmantelados (apoyos, cableado, etc.).
3. Acopio de materiales en lugares autorizados para su recepción y disposición fina

Se retirarán el hormigón de las cimentaciones de los edificios, apartameta y otros elementos y se rellenará posteriormente con tierra natural. El desmantelamiento conllevará tránsito de vehículos pesados, tránsito de vehículos para el traslado de personal, movimiento de tierra y manejo de material, desmontaje de estructuras y equipos (torres, casetas, patio, etc.).

En el desmontaje de la subestación se generarán desechos tales como: material vegetal, material orgánico, madera, cartón y papel, clavos, varillas, tubos metálicos, cobre, plástico, tubos y accesorios de PVC, bolsas plásticas, vidrio, etc. El movimiento de tierras que se llevará a cabo será de poca magnitud, centrándose en la excavación de las cimentaciones. La superficie afectada será de pequeña magnitud. De la misma forma, el acopio de materiales extraídos requerirá un espacio no demasiado grande y posteriormente serán retirados a vertedero o reutilizados en determinadas acciones del proyecto que así lo requieran.

La zona afectada quedará dentro de la propia parcela en la que se encuentra la subestación y que pertenece al PSF. La superficie ocupada por la subestación será recuperada tras la ejecución del proyecto.

No se realizarán voladuras para las excavaciones de las cimentaciones. La línea eléctrica atraviesa varios arroyos a lo largo de su recorrido.

Ninguna de las actuaciones afectará a la red de drenaje ni se invadirá el Dominio Público Hidráulico, y en caso de ser necesarios, se solicitarán los correspondientes permisos.

## Restauración vegetal y paisajística

Dado que nos encontramos ante una finca en la cual se efectúa un aprovechamiento de olivar de regadío, tras el desmantelamiento no será necesaria la reforestación puesto que se trata de una vegetación implantada para el aprovechamiento agrícola, no coincidente con el paisaje tradicional de la zona de afección.

Aunque no se estima estrictamente necesario, se contempla la posibilidad de un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas del parque y el esparcimiento de semillas silvestres para acelerar que aflore la vegetación en el terreno. Se estima un aporte de tierra vegetal en torno a 10 m<sup>3</sup>.

## 2. PRESUPUESTO



## PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO INSTALACION FV DE 50 MW

### DESMANTELAMIENTO INSTALACION ELECTRICA BT

<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
RECUPERACION DEL CABLEADO ELÉCTRICO DE INSTALACION	400.000,00	0,006	4.000,00
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	6	60	600
RECUPERACION DEL CABLEADO ELECTRICO ENTERRADO CON AYUDA DE MAQUINARIA EXCAVADORA	16.000,00	0,06	1.600,00
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	10	60	1.000,00
RELLENO DE ZANJAS Y ZONAS AFECTADAS	1.000,00	1,8	3.000,00
RECUPERACION DEL RESTO DE MATERIAL ELECTRICO (CUADROS, PROTECCIONES,...)	34	12	680
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	2	60	200
<b>TOTAL DESMANTELAMIENTO INSTALACION ELECTRICA BT</b>	<b>1</b>	<b>6.648,00</b>	<b>11.080,00</b>

### DESMANTELAMIENTO MODULOS FV E INVERSORES

<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
DESMONTAJE DE MODULOS FV DE LA ESTRUCTURA	200.320,00	0,09	<b>18.028,80</b>
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	100	60	<b>2.000,00</b>
DESMONTAJE DE INVERSORES.	68	0,6	<b>40,80</b>

TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	20	60	1.200,00
<b>TOTAL DESMANTELAMIENTO DE MODULOS FV E</b>	<b>1</b>	<b>120,69</b>	<b>21.269,60</b>

### DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURAS SOPORTE MODULOS

#### FV

<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
RECUPERACION DE LA ESTRUCTURA SOPORTE HORIZONTAL	15.000,00	0,1	1.500,00
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	20	60	1.200,00
RECUPERACION DE LA ESTRUCTURA SOPORTE MEDIANTE DESHINCAMIENTO AYUDADO MEDIOS MECANICOS	40.000,00	0,2	8.000,00
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	20	60	1.200,00
<b>TOTAL DESMANTELAMIENTO ESTRUCTURA SOPORTE</b>	<b>1</b>	<b>120,30</b>	<b>11.900,00</b>

### DESMANTELAMIENTO RED ELÉCTRICA SUBTERRANEA DE MT

<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
RECUPERACION DEL CABLEADO ELECTRICO ENTERRADO CON AYUDA DE MAQUINARIA EXCAVADORA	20.000,00	0,18	5.000,00
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	1	60	100
RELLENO DE ZANJAS Y ZONAS AFECTADAS	5.000,00	1,8	15.000,00
<b>TOTAL DESMANTELAMIENTO INSTALACION ELECTRICA</b>	<b>1</b>	<b>61,98</b>	<b>20.100,00</b>

### DESMANTELAMIENTO CENTROS DE TRANSFORMACION MT

<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
----------------	----------------	---------------	----------------

DESCONEXIÓN Y DESMONTAJE DE APARATURA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	34	1	34
CARGA CON AYUDA DE CAMION GRUA DE CENTRO DE	34	50	1.700,00
TRANSPORTE A VERTEDERO Y/O RECICLADO	34	100	3.400,00
RELLENO DE ZANJAS Y ZONAS AFECTADAS	500	3	1.500,00
<b>TOTAL DESMANTELAMIENTOS CENTROS DE</b>	<b>1</b>	<b>6.634,00</b>	<b>6.634,00</b>

### DESMANTELAMIENTOS SUBESTACION ELECTRICA 30/220 kV

<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>PrPres</i>	<i>ImpPres</i>
DEMOLICIÓN NAVE EXENTA, ESTRUCTURA METÁLICA, M.	800	1,302	1.041,60
DEMOLICIÓN EDIFICIO EXENTO, ESTRUCT. HORMIGÓN, M.	450	6,768	3.045,60
DEMOLICIÓN CON M. MECÁNICOS HORM. ARMADO, EXC. TIERRAS C. MEDIA	100	96,684	9.668,40
DESMONTADO INST. ELÉC. Y CONTROL EDIFICIO DE CONTROL	1	867,02	867,02
DESMONTAJE EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS AT Y REVALORIZACIÓN/RETIRADA	1	15.856,20	8.700,00
EXC. DESMONTE TIERRAS CONSIST. MEDIA, TRANSP.	20.000,00	0,342	6.840,00
DEMOLICIÓN SELECTIVA M. MECÁNICOS HORM. EN MASA EXC.TIERRAS C/M	150	51,966	7.794,90
RETIRADA RESIDUOS MIXTOS DEMOL. A PLANTA DE VALORIZ.	180	12,396	2.231,28



<b>TOTAL DESMANTELAMIENTO SUBESTACION</b>	<b>1</b>	<b>43.278,00</b>	<b>43.278,00</b>
<b>DESMANTELAMIENTO LINEA AEREA ELECTRICA 132 kV</b>			
<b>Resumen</b>	<b>CanPres</b>	<b>PrPres</b>	<b>ImpPres</b>
DEMOLICIÓN CON M. MECÁNICOS HORM. EN MASA, EXC.	100	70,782	7.078,20
DESMONTAJE Y RETIRADA DE CONDUCTOR EXISTENTE	2.000,00	0,504	1.008,00
DESMONTAJE Y RETIRADA DE APOYOS METÁLICOS	5	238,818	1.194,09
ADECUACIÓN DE CAMINOS Y POSTERIOR	1	3.275,04	3.275,04
<b>TOTAL DESMANTELAMINETO LINEA AEREA AT</b>	<b>1</b>	<b>12.555,33</b>	<b>12.555,33</b>
<b>RESTAURACION VEGETAL Y PAISAJISTICA</b>			
<b>Resumen</b>	<b>CanPres</b>	<b>PrPres</b>	<b>ImpPres</b>
APORTE DE TIERRA VEGETAL EN ZONAS AFECTADAS	500	10	5.000,00
EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL MEDIANTE AYUDA MECANICA EN ZONAS AFECTADAS	500	5	2.500,00
<b>TOTAL RESTAURACION VEGETAL Y PAISAJISTICA</b>	<b>1</b>	<b>7.500,00</b>	<b>7.500,00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>134.316,93</b>

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

<b>1. CONDICIONES GENERALES</b>	<b>3</b>
1.1. Disposiciones generales	3
1.2. Condiciones facultativas legales	3
1.3. Seguridad en el trabajo	4
1.4. Seguridad pública	4
<b>2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO</b>	<b>5</b>
2.1. Datos de la Obra	5
2.2. Mejoras y variaciones del proyecto	5
2.3. Organización	5
2.4. Ejecución de las obras	6
2.5. Subcontratación de obras	6
2.6. Plazo de ejecución	6
2.7. Recepción provisional	7
2.8. Periodos de garantía	7
2.9. Recepción definitiva	7
2.10. Pago de obras	7
2.11. Abono de materiales acopiados	8
2.12. Disposición final	8
<b>3. CONDICIONES FACULTATIVAS</b>	<b>9</b>
3.1. Delimitación de funciones técnicas	9
3.1.1. Técnico Director de Obra	9
3.1.2. Obligaciones del Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución de la obra	9
3.1.3. Obligaciones del Contratista	10
3.2. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares	11
3.2.1. Comienzo de los trabajos de desmantelamiento. Ritmo de ejecución	11
3.2.2. Orden de los trabajos	12
3.2.3. Facilidades para otros Contratistas	12
3.2.4. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	12
3.2.5. Prórroga por causas de fuerza mayor	12
3.2.6. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	12
3.2.7. Condiciones generales de ejecución de los trabajos	12
3.2.8. Limpieza de las obras	12
<b>4. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES</b>	<b>13</b>
4.1. Condiciones generales	13
4.1.1. Descripción de las técnicas a emplear	13
4.1.2. Descripción de los componentes	13
4.2. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra	13
4.2.1. Ejecución de la demolición elemento a elemento	13
4.2.2. Retirada de escombros	14



## 1. CONDICIONES GENERALES

Es objeto del presente Pliego de Condiciones regular las obras de desmantelamiento, con inclusión de materiales y medios auxiliares, que se detalla en los planos y demás documentación del presente proyecto, así como todas otras que con el carácter de reforma surjan durante el transcurso de las mismas, y aquellas que en el momento de la redacción del proyecto se pudiesen omitir y fuesen necesarias para su completa terminación que no fueran de la entidad suficiente como para ser objeto de un proyecto aparte.

Es también objeto del presente Pliego de Condiciones la definición de la normativa legal a que están sujetos todos los procesos y las personas que intervienen en la obra, y el establecimiento previo de unos criterios y medios con los que se pueden estimar y valorar las obras realizadas.

### 1.1. *Disposiciones generales*

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

### 1.2. *Condiciones facultativas legales*

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamentación General de Contratación, según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Norma Básica de la Edificación NBE-EA-95, "Estructuras de acero en edificación"; Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre.
- Norma Básica de la Edificación NBE-EA-88, "Acciones en la Edificación", Real Decreto 1370/1988, de 11 de noviembre.

### **1.3. Seguridad en el trabajo**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el párrafo 3.1.3 de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceitera, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales, tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### **1.4. Seguridad pública**

El contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## 2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

### **2.1. Datos de la Obra**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y del Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **2.2. Mejoras y variaciones del proyecto**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### **2.3. Organización**

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista, a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.



En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo caso de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

## **2.4. Ejecución de las obras**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en la Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el director de Obra.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo. El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

## **2.5. Subcontratación de obras**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

## **2.6. Plazo de ejecución**

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo. El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

## **2.7.      *Recepción provisional***

Una vez terminadas las obras, y a los quince días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso.

Dicha Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

## **2.8.      *Periodos de garantía***

El período de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este período, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

## **2.9.      *Recepción definitiva***

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose el Acta correspondiente por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

## **2.10.     *Pago de obras***

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

### **2.11. Abono de materiales acopiados**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra, que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados.

El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

### **2.12. Disposición final**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.



### **3. CONDICIONES FACULTATIVAS**

#### **3.1. *Delimitación de funciones técnicas***

##### **3.1.1. Técnico Director de Obra**

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

##### **3.1.2. Obligaciones del Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución de la obra**

- Aprobar antes del comienzo de la obra el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.
- Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.

- Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

### **3.1.3. Obligaciones del Contratista**

- Organizar los trabajos de demolición o derribo, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, antes del comienzo de la demolición o derribo, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Verificación de los documentos del proyecto. Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.
- El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.
- Plan de seguridad y salud en el trabajo. El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativas.
- Presencia del constructor o instalador en la obra. El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competen a la contrata.
- El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.
- El jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director en la visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.
- Trabajos no estipulados expresamente. Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.
- El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.
- El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

- Son también por cuenta del contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.
- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto. Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.
- Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador el correspondiente recibo, si este lo solicitase.
- El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.
- Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa. Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.
- Faltas de personal. El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, si se manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.
- El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones.

### ***3.2. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares***

#### **3.2.1. Comienzo de los trabajos de desmantelamiento. Ritmo de ejecución**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.



### **3.2.2. Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### **3.2.3. Facilidades para otros Contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### **3.2.4. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, puntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

### **3.2.5. Prórroga por causas de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independencia de la voluntad de Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **3.2.6. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiesen proporcionado.

### **3.2.7. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### **3.2.8. Limpieza de las obras**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

## 4. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 4.1. *Condiciones generales*

#### 4.1.1. Descripción de las técnicas a emplear

El presente pliego recoge los trabajos de derribo y demolición elemento a elemento, planeando la misma en orden inverso al que se siguió durante la construcción.

#### 4.1.2. Descripción de los componentes

Los únicos componentes que aparecen en los trabajos de derribo de la instalación son los materiales que se producen durante ese mismo derribo y que, salvo excepciones, serán trasladados íntegramente a vertedero.

### 4.2. *Condiciones para la ejecución de las unidades de obra*

Antes del inicio de las actividades de demolición se reconocerá, mediante inspección e investigación, las características constructivas de la instalación a demoler, intentando conocer:

- La antigüedad de la misma y técnicas con la que fue construida.
- Las características de la estructura inicial.
- Las variaciones que ha podido sufrir a lo largo del tiempo.
- Estado actual que presentan los elementos estructurales.

#### 4.2.1. Ejecución de la demolición elemento a elemento

Los elementos resistentes se demolerán en el orden inverso al seguido en su construcción:

##### 4.2.1.1 Demolición de edificaciones

Se aligerará simétricamente la carga que gravita sobre los cargaderos. Cuando se trate de un muro de hormigón armado se demolerá, en general, como si se tratase de varios soportes, después de haber sido cortado en franjas verticales de ancho y alto inferiores a 1 y 4 metros respectivamente. Se permitirá abatir la pieza cuando se hayan cortado, por el lugar de abatimiento.

La demolición de estos elementos constructivos se podrá llevar a cabo:

- A mano: Para ello y tratándose de muros exteriores se realizará desde el andamio previamente instalado por el exterior y trabajando sobre su plataforma.
- Por tracción: Mediante maquinaria o herramienta adecuada, alejando al personal de la zona de vuelco y efectuando el tiro a una distancia no superior a vez y media la altura del muro a demoler.
- Por empuje: Rozando inferiormente el elemento y aplicando la fuerza por encima del centro de gravedad, con las precauciones que se señalan en el apartado correspondiente de las Demoliciones en general.

#### **4.2.1.2 Demolición de instalaciones**

Los equipos industriales se desmontarán, en general, siguiendo el orden inverso al que se utilizó al instalarlos, sin afectar a la estabilidad de los elementos resistentes a los que puedan estar unidos.

#### **4.2.2. Retirada de escombros**

A la empresa que realice los trabajos de demolición le será entregada, en su caso, documentación completa relativa a los materiales que han de ser acopiados para su posterior empleo; dichos materiales se limpiaran y trasladaran al lugar señalado al efecto en la forma que indique la Dirección Técnica.



#### 4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA EL DESMANTELAMIENTO

<b>1</b>	<b>MEMORIA.....</b>	<b>3</b>
1.1	Consideraciones Generales.....	3
1.1.1	Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	3
1.1.2	Disposiciones Específicas.....	3
1.2	Datos Generales.....	4
1.2.1	Localización de las Obras.....	4
1.2.2	Accesos y Comunicaciones.....	4
1.2.3	Características de los Terrenos.....	4
1.2.4	Plazo de Ejecución Estimado.....	4
1.2.5	Número de Trabajadores .....	4
1.2.6	Medidas de Prevención de Riesgos Ajenos a los Trabajos .....	4
1.2.7	Identificación de Riesgos y Medidas Adoptadas .....	5
<b>2</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....</b>	<b>13</b>
2.1	Normativa Legal de Aplicación.....	13
2.2	Condiciones de los Medios de Protección.....	14
2.2.1	Generalidades.....	14
2.2.2	Equipos de Protección Individual.....	14
2.2.3	Protecciones Colectivas.....	17
2.2.4	Revisión Técnicas de Seguridad .....	18

# 1 MEMORIA

## 1.1 Consideraciones Generales

### 1.1.1 Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud

De acuerdo con lo señalado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre) y en diversas disposiciones posteriores (Reglamento de los Servicios de Protección, R.D. 39/1997, de 17 de Enero; Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, R.D. 485/1997, de 14 de Abril; Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, Real Decreto Construcción, R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre), deben establecerse unas condiciones mínimas de seguridad en el trabajo en el sector de la construcción, para lo que se hace necesario la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud; en él, es preciso analizar el estudio constructivo de la obra concreta y específica a la que corresponda, las secuencias de trabajo y sus riesgos inherentes. Posteriormente, deben concretarse cuáles de estos riesgos pueden evitarse y cuáles no, adoptándose en cada caso, las medidas preventivas y las protecciones técnicas adecuadas, tendentes a reducir y anular, en lo posible, dichos riesgos.

El Estudio Básico de seguridad y Salud tiene como finalidad el establecimiento de las directrices generales y particulares, en función del sistema de ejecución de las obras, que prevengan los riesgos de accidentes laborales y que eviten tanto las enfermedades profesionales como los daños a terceros. El Estudio también debe concretar las instalaciones perceptivas de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores en las obras.

### 1.1.2 Disposiciones Específicas

Según el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, el Promotor, en el caso de que en la ejecución de las obras intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos, deberá designar, antes del inicio de los trabajos, un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. En ningún caso la designación del coordinador eximirá al Promotor de sus propias responsabilidades.

El Promotor tendrá la consideración de Contratista en el caso de que contrate directamente a los trabajadores autónomos.

El Contratista, en aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, elaborará, según lo dispuesto en el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio. En dicho Plan podrán ser incluidas las medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica; en ningún caso las alternativas propuestas podrán implicar una disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio. Deberá incluirse en el Plan la valoración económica de las alternativas propuestas, que no podrán suponer una disminución del importe total previsto en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de los trabajos, por el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras, en cumplimiento del artículo 7 del Real Decreto 1627/1997.

En la obra, como centro de trabajo, existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un libro de incidencias facilitado por el Colegio Profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Estudio. El libro de incidencias, cuyo responsable será el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, permanecerá siempre en ésta.



El Promotor, antes del inicio de los trabajos, y en cumplimiento del artículo 18 del Real Decreto 1627/1997, deberá presentar, ante la Autoridad Laboral, un aviso previo, redactado con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del mencionado Real Decreto.

## **1.2 Datos Generales**

### **1.2.1 Localización de las Obras**

La localización de las obras queda indicada en la memoria y en los planos.

### **1.2.2 Accesos y Comunicaciones**

El solar no presenta problemas de acceso y comunicaciones.

### **1.2.3 Características de los Terrenos**

En cuanto a las características del subsuelo, se le puede asignar, a la espera de realizar el estudio geotécnico, y por lo observado en zonas adyacentes, una tensión admisible de  $1,5\text{kg/cm}^2$ .

### **1.2.4 Plazo de Ejecución Estimado**

Se estima el plazo de ejecución máximo en 30 días.

### **1.2.5 Número de Trabajadores**

Se estima de 10 a 12 el número máximo de trabajadores presentes simultáneamente en las obras.

### **1.2.6 Medidas de Prevención de Riesgos Ajenos a los Trabajos**

Se tomarán las siguientes medidas de prevención de riesgos ajenos a la ejecución de la obra:

- Se prohibirá la entrada de personas ajenas a la parcela.
- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar daños a las zonas colindantes.
- Se dispondrá una completa y adecuada señalización de la obra.
- Se procederá a la colocación de las señales de circulación pertinentes, advirtiendo de la salida de camiones y la prohibición de estacionamiento en las proximidades de la obra.
- En el acceso se colocará, de forma bien visible, la señalización vertical de seguridad, advirtiendo de sus peligros.

## 1.2.7 Identificación de Riesgos y Medidas Adoptadas

A continuación se especifican los riesgos y las medidas preventivas que se deben adoptar en todas y cada una de las actividades:

### 1.2.7.1 Desmantelamiento Obra Civil

Las rampas de escalera se acondicionarán de forma provisional con peldaños de dimensiones:

- Anchura mínima 90cm
- Huella mínima 23cm
- Contrahuella máxima 20cm

Si no hay suficiente iluminación natural, la zona de trabajo se iluminará con luz artificial. Bajo ningún

concepto se utilizarán puentes de un tablón para acceder a la zona de trabajo. Se prohíbe izar

hastiales de gran superficie bajo régimen de fuertes vientos.

Bajo régimen de fuertes vientos que incidan sobre paramentos recién levantados no se trabajará hasta que hayan transcurrido como mínimo 48 horas desde su construcción.

#### Equipos de Protección Individual

Para la realización de los trabajos de obra civil se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Botas de goma con puntera metálica.
- Guantes de seguridad anticorte y de PVC o goma.
- Ropa de trabajo y traje impermeable para ambientes lluviosos.
- Cinturón de seguridad clases A, B, o C.

Riesgos	Medidas preventivas
<b>CAÍDAS A DISTINTO NIVEL</b>	Los grandes huecos se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente. Dichas redes no serán desmontadas hasta estar concluidos en toda su altura los antepechos de cerramiento de los dos forjados que cada paño de red protege. Los huecos permanecerán protegidos constantemente con las protecciones instaladas en la fase de estructuras, reponiéndose aquellas protecciones que se encuentren deterioradas.
<b>CAÍDAS DE CARGAS</b>	Los materiales paletizados que se transporten con la grúa, serán gobernados mediante cabo amarrado a la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos. Está prohibido balancear cargas suspendidas para poder depositarlas. Diariamente se eliminarán los escombros de la zona de trabajo.

<b>CAÍDAS AL MISMO NIVEL</b>	Los materiales sueltos o los escombros y cascotes que deban ser evacuados, se izarán (o se arriarán) apilados ordenadamente en el interior de plataformas emplintadas, vigilando que no puedan caer piezas por desplome durante el transporte.
<b>CAÍDA DE OBJETOS</b>	Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios. Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto. Está prohibido concentrar las cargas de ladrillos y/o escombros sobre vanos. El acopio de paletas y/o cascotes o escombros se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menos resistencia.

### 1.2.7.2 Trabajos de Montaje/Desmontaje

#### 1.2.7.2.1 *Desmontaje de equipos*

##### 1.2.7.2.1.1 Desmontaje de módulos fotovoltaicos e inversores

<b>Riesgos</b>	<b>Medidas preventivas</b>
<b>DESPRENDIMIENTOS, DESPLOME Y DERRUMBE</b>	El mando planificará e informará a los operarios de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ÓRDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones. Se seguirán las instrucciones del fabricante. Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolas en perfecto estado y utilizándolas únicamente para lo que están diseñadas.
<b>SOBRESFUERZOS</b>	En el manejo manual de cargas se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MANIPULACIÓN DE CARGAS"
<b>CAÍDA DE OBJETOS</b>	Se evitará siempre situarse en la vertical de operarios trabajando en altura.
<b>CAÍDAS AL MISMO NIVEL</b>	Los materiales y restos se almacenarán con orden y bien apilados en los lugares (zonas) destinados a tal fin, de forma que no interfieran en la zona de trabajo o sus accesos
<b>ATROPELLOS</b>	Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en apartado "TRABAJOS CON MAQUINARIA"

##### 1.2.7.2.1.2 Desmontaje de estructuras metálicas

Sobre la manipulación de materiales:

- Normalmente, se dispondrá de grúas autopropulsadas para el transporte de material a pie de obra. Una vez allí, las labores de izado y montaje se realizarán por medio de grúas torre.
- La recepción de los materiales en lugares con riesgos de caída eventual, tales como vigas, se realizará con los operarios situados sobre plataformas de trabajo estables, provistas de barandillas resistentes de 90cm de altura, con listón intermedio y rodapié.



- Las piezas irán marcadas con su peso para evitar la sobrecarga accidental de la maquinaria de elevación.

#### Equipos de Protección Individual:

Durante la fase de construcción de la estructura metálica se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Botas de seguridad con puntera metálica.
- Guantes de seguridad anticorte.
- Cinturón de seguridad (sólo en trabajos en altura con riesgo de caída eventual).
- Gafas de Seguridad contra impactos (trabajos de esmerilado).
- Gafas de seguridad o pantallas para soldadores (trabajos de soldadura).
- Manoplas, mandil y polainas para soldador.
- Ropa de trabajo.

#### **1.2.7.3 Manipulación de materiales**

<b>Riesgos</b>	<b>Medidas preventivas</b>
<b>CAÍDAS AL MISMO NIVEL</b>	El material se almacenará en la obra de forma racional y lo más cerca posible de los medios de elevación, para evitar al máximo las manipulaciones de material.
<b>CAÍDAS DE CARGAS</b>	Se establecerá un código de señales con el objeto de obtener una perfecta coordinación entre el personal encargado de las operaciones de maniobra; de esta forma se evitarán situaciones peligrosas. Las cargas nunca se suspenderán o moverán por encima de los lugares de trabajo. Las vigas se transportarán horizontalmente, sujetas en dos puntos de amarre.
<b>CAÍDAS A DISTINTO NIVEL</b>	Se evitará la presencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas, mientras duren los trabajos
<b>CONTACTOS ELÉCTRICOS</b>	Se prestará especial atención a la existencia, en las proximidades de la obra, de líneas eléctricas aéreas.
<b>SOBRESFUERZOS</b>	El material se almacenará en la obra de forma racional y lo más cerca posible de los medios de elevación, para evitar al máximo las manipulaciones de material.

#### 1.2.7.4 Montaje / Desmontaje de Estructuras

Riesgos	Medidas preventivas
<b>CAÍDAS A DISTINTO NIVEL</b>	Todos los trabajos en altura con riesgo de caída eventual se realizarán con los operarios provistos con cinturones de seguridad sujetos a puntos seguros de la estructura (ver ficha de Seguridad correspondiente). Se procurará, en la medida de lo posible, reducir al máximo el número de operaciones de ensamblaje o montaje en altura, procurando realizarlas en tierra. No se permite desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad. Cuando se realicen operaciones con peligro de caída de altura de los trabajadores y no se puedan utilizar cinturones de seguridad o plataformas de trabajo, se colocarán redes de seguridad.
<b>CAÍDAS DE CARGAS</b>	Antes de quitar el cable de sujeción de una pieza suspendida se comprobará que la pieza ha quedado bien asegurada.
<b>CONTACTOS TÉRMICOS</b>	Se evitará el paso de los operarios por zonas en las que exista lluvia de chispas, procedentes de la soldadura.
<b>CAÍDA DE OBJETOS</b>	Nunca se trabajará debajo de otros operarios situados en niveles superiores.

#### 1.2.7.5 Trabajos Eléctricos en Baja Tensión

##### 1.2.7.5.1 *Desmontaje instalación eléctrica*

El montaje de los aparatos eléctricos (magnetotérmicos, diferenciales,...) será efectuado por personal acreditado para este tipo de instalaciones.

##### Equipos de Protección Individual

Para la realización de los trabajos de montaje de la instalación eléctrica se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Botas de seguridad y botas aislantes de la electricidad para el conexionado.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Banqueta de maniobra, alfombra aislante, comprobadores de tensión y herramientas aislantes.

Riesgos	Medidas preventivas
<b>ATRAPAMIENTOS</b>	Las puertas de acceso se anclarán o sujetarán de forma que no se cierren de manera imprevista. No situarse entre la carga y estructuras verticales.
<b>CAÍDAS AL MISMO NIVEL</b>	Las zonas de trabajo y accesos se mantendrán libres de obstáculos. Los equipos, útiles, herramientas y materiales, se almacenarán en el exterior, si los espacios interiores así lo aconsejan.
<b>SOBRESFUERZOS</b>	En el manejo manual de cargas se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MANIPULACION DE CARGAS" El asentamiento de todos los equipos se realizará de forma suave y continua.
<b>ATROPELLOS</b>	Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en apartado "TRABAJOS CON CAMIÓN GRÚA" Se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJOS CON MAQUINARIA"

#### 1.2.7.5.2 Trabajos de montaje/desmontaje y conexión/desconexión de equipos eléctricos

##### 1.2.7.5.2.1 Trabajo con de paneles y cuadros

Riesgos	Medidas preventivas
<b>ATRAPAMIENTOS</b>	El mando Planificará e informará a los operarios de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ÓRDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones. Previamente se realizará un plan del espacio, ubicación, pasillo, puerta o hueco de acceso y proximidad de elementos en tensión durante las maniobras. Los equipos, útiles, herramientas y materiales, se almacenarán en el exterior, si los espacios interiores así lo aconsejan.
<b>SOBRESFUERZOS</b>	En el manejo manual de cargas se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MANIPULACIÓN DE CARGAS" Se elevará y depositará la carga de forma suave y continuada.
<b>ILUMINACIÓN</b>	La zona de trabajo así como sus accesos estarán convenientemente iluminados, atendiendo a las exigencias visuales correspondientes, con contrastes de luminancia adecuada y sin deslumbramientos.
<b>GOLPES</b>	Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolas en perfecto estado y utilizándolas únicamente para lo que están diseñadas.
<b>ATROPELLOS</b>	Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en apartado "TRABAJOS CON CAMIÓN GRÚA"



<b>CAÍDAS A DISTINTO NIVEL</b>	Cuando la realización de ésta actividad requiera la utilización de escalera y/o andamios, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJO CON ESCALERAS y/o ANDAMIOS"
--------------------------------	--

### 1.2.7.6 Manipulaciones de Cargas

PRÁCTICA SEGURA (MANEJO MANUAL DE CARGAS):

- Evitar en lo posible la manipulación manual de cargas utilizando traspaleas manuales y carretillas automotoras.
- Si es preciso realizar labores de manipulación manual de cargas voluminosas, pesadas o irregulares, pedir ayuda de uno o varios compañeros si es posible.
- En labores de carga manual, manipular las cargas con el cuerpo en posición estable.
- Efectuar el levantamiento manual con la espalda recta, usando los músculos de las piernas flexionándolas, nunca los de los brazos o la espalda (no doblarla).
- Al realizar el levantamiento manual de la carga, colocar los pies en frente de la carga, ligeramente paralelos; asir la misma con las palmas de las manos y la base de los dedos, no con la punta de los mismos.
- Cargar los materiales de forma simétrica (levantar enderezando las piernas con la espalda recta y los brazos pegados al cuerpo).
- En el transporte, se tratará de aproximar la carga (su centro de gravedad) lo más posible al cuerpo, andando en pasos cortos y manteniendo el cuerpo erguido.
- Depositar la carga de forma inversa a la carga.
- Cuando haya que mover materiales empujando o tirando, tirar si es posible en lugar de empujar.

EPI's requeridos o recomendados:

- Fajas dorsolumbares

#### 1.2.7.6.1 Carga y descarga manual

<b>Riesgos</b>	<b>Medidas preventivas</b>
<b>CAÍDAS AL MISMO NIVEL</b>	Las zonas de trabajo, así como sus accesos, se mantendrán limpios y libres de obstáculos. Los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.
<b>SOBRESFUERZOS</b>	Para trabajos continuados es obligatorio el uso de CINTURÓN ANTILUMBAGO.
<b>CARGA FÍSICA</b>	En el manejo de cargas se tendrán en cuenta las indicaciones siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se situará la carga cerca del cuerpo.</li> <li>• Se mantendrá la espalda recta</li> </ul> No se doblará la espalda al levantar o bajar una carga. Se usarán los músculos mas fuertes, los de los brazos, piernas y muslos

#### 1.2.7.6.2 Transporte de la carga

Riesgos	Medidas preventivas
<b>SOBREESFUERZOS</b>	Llevar la carga manteniéndose derecho. Aproximar la carga al cuerpo. Para trabajos continuados es obligatorio el uso de CINTURON ANTILUMBAGO.
<b>CAÍDAS AL MISMO NIVEL</b>	En los casos en que se transporte entre 2 o más operarios, sólo uno será el responsable de la maniobra. La carga se transportará de forma que no impida ver y que estorbe lo menos posible el andar natural.

#### 1.2.7.6.3 Carga y descarga con medios mecánicos

Riesgos	Medidas preventivas
<b>ATROPELLOS</b>	Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJOS CON CAMIÓN GRÚA"

#### 1.2.7.7 Trabajos con Maquinaria

La maquinaria que está prevista utilizar en estos trabajos son:

- Excavadora
- Carretilla elevadora
- Camión
- Camión grúa
- Motoniveladora

La prevención sobre la utilización de estas máquinas se basa en los siguientes principios:

- Reglamentación oficial: Se cumplirá todo lo indicado en el Reglamento de máquinas, en los ITC correspondientes, y con las especificaciones de los fabricantes
- Las máquinas a utilizar en obra dispondrán de su folleto de instrucciones de manejo que incluye: riesgos que entraña para los trabajadores y modo de uso con seguridad.

#### Equipos de Protección Individual

- Casco de polietileno (para el conductor en caso de que salga de la cabina, para el personal de carga y descarga siempre)
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Manoplas de cuero.
- Guantes de cuero.

- Salva hombros y cara de cuero (para transporte de cargas a hombro).

#### 1.2.7.7.1 Vehículos de transporte

Riesgos	Medidas preventivas
<b>CAÍDAS A DISTINTO NIVEL</b>	<p>El ascenso y descenso de la cabina se efectuará mediante escalerilla metálica dotada de gancho de inmovilización y seguridad.</p> <p>Utilizar los peldaños y asideros, no subir utilizando las llantas, ruedas o salientes ni trepando por la caja.</p> <p>No saltar nunca directamente de la caja o desde la carga al suelo.</p> <p>Se prohíbe subir o bajarse en marcha y transportar personas en los camiones, furgonetas de transporte.</p>
<b>ATROPELLOS</b>	<p>Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas.</p> <p>Las maniobras de posición correcta (aparcamiento) y expedición (salida) del camión serán dirigidas por un señalista.</p>
<b>CAÍDAS DE CARGAS</b>	<p>Si no hay suficiente iluminación natural, deberá preverse iluminación artificial de la zona de trabajo.</p> <p>Se prohibirá abandonar el camión, furgoneta con el motor en marcha.</p> <p>Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.</p> <p>El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona para evitar que se desprenda la carga.</p> <p>Si debe guiar las cargas en suspensión, hágalo mediante "cabos de gobierno" atados a ellas. Evite empujarlas directamente con las manos.</p>

El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona para evitar que se desprenda la carga.

Si debe guiar las cargas en suspensión, hágalo mediante "cabos de gobierno" atados a ellas. Evite empujarlas directamente con las manos.



## 2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 2.1 Normativa Legal de Aplicación

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980 de 20 de Marzo).
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento e los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud laboral.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 08 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, porque se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, y modificaciones posteriores de 9 de diciembre de 1989 y 26 de mayo de 1990.
- Orden de 30 de junio de 1996 por la que se aprueba el texto revisado del Reglamento de Aparatos Elevadores.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de Noviembre, de seguridad en las Máquinas.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de Noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individuales.

- Reales Decretos por los que se aprueban los Reglamentos sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (R.D. 2216/1985, de 23 de Octubre, y R.D. 1078/1993, de 2 de Julio).
- Resolución del 30 de abril de 1984 sobre las verificaciones de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- R.D. 3275/1982, de 12 de Noviembre e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 668/1980).
- Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/1968, de 28 de Noviembre).

## **2.2 Condiciones de los Medios de Protección**

### **2.2.1 Generalidades**

Es obligatoria la utilización de los Equipos de Protección Individual y Colectivos definidos con medidas preventivas en la identificación de los riesgos por parte de todos los trabajadores, incluyendo al Jefe de Obra y otras personas que pudieran visitar la obra en función de los riesgos existentes.

Durante el transcurso de la obra, se tomarán todas las medidas y precauciones necesarias para que los elementos de Seguridad e Higiene instalados para la ejecución de estas obras y definidos en el presente Plan de Seguridad y Salud se encuentren en todo momento en servicio y en buenas condiciones para su finalidad, siendo responsabilidad de todo el personal en general, y de la línea de mando en especial, el mantener y conservar dichas medidas en perfecto estado de uso y funcionalidad, cambiando o reemplazando de lugar los elementos que así lo requieran, utilizando y exigiendo la utilización a todo el personal de todas las preceptivas protecciones individuales y colectivas.

### **2.2.2 Equipos de Protección Individual**

Los Equipos de Protección Individual serán homologados y llevarán el marcado CE. En caso de que para alguno de ellos no existiese tal identificación, se elegirá aquel que mejor responda a las necesidades y sea garantizada su calidad por el fabricante.

Como Equipos de Protección Individual comunes a todos los trabajos a realizar, los operarios deberán utilizar OBLIGATORIAMENTE cascos, botas y guantes, utilizándose el resto de prendas descritas en las medidas preventivas en función de que se este realizando la actividad para la que están previstos.

A continuación se definen las condiciones de empleo de los Equipos de Protección Individual:

### **2.2.2.1 Protección de la cabeza**

La cabeza puede verse agredida dentro del ambiente laboral por distintas situaciones de riesgo, entre las que cabe destacar:

- Riesgos mecánicos. Caída de objetos, golpes y proyecciones.
- Riesgos térmicos. Metales fundidos, calor, frío...
- Riesgos eléctricos. Maniobras y/u operaciones en alta o baja tensión.

La protección del cráneo frente a estos riesgos se realiza por medio del casco que cubre la parte superior de la cabeza.

### **2.2.2.2 Protección del oído**

Un protector auditivo es un elemento de protección personal utilizado para disminuir el nivel de ruido que percibe un trabajador situado en un ambiente ruidoso.

Los protectores auditivos los podemos clasificar en los siguientes grupos:

- Orejeras
- Tapones

Las orejeras son protectores que envuelven totalmente el pabellón auditivo. Están compuestas por:

- Los CASCOS, que son piezas de plástico duro que cubren y rodean la oreja. Los bordes están recubiertos por unas almohadillas rellenas de espuma plástica con el fin de sellar acústicamente contra la cara. La superficie interior del casco está normalmente recubierta de un material absorbente del ruido.
- El ARNÉS, que es el dispositivo que sujeta y presiona los cascos contra la cabeza o sobre la nuca.

Hay cascos de seguridad que llevan acoplados dos cascos de protección auditiva y que pueden girarse 90º a una posición de descanso cuando no es preciso su uso.

Los TAPONES son protectores auditivos que se utilizan insertos en el conducto auditivo externo, obturándolo. En general, no son adecuados para personas que sufran enfermedades de oído o irritación del canal auditivo. Puede llevar un ligero arnés o cordón de sujeción para evitar su pérdida.

### **2.2.2.3 Protección de los ojos y cara**

Los equipos de protección personal de ojos y cara se pueden clasificar en dos grandes grupos:

PANTALLAS: Las pantallas cubren la cara del usuario, preservándolo de las distintas situaciones de riesgo a que pueda verse sometido. Las pantallas protectoras, en orden a sus características intrínsecas, pueden clasificarse en:

- Pantallas de soldadores. Pueden ser de mano o de cabeza. Las pantallas para soldadores van provistas de filtros especiales inactivos que, de acuerdo con la intensidad de las radiaciones, tendrán una opacidad determinada, indicada por su grado de protección N. Estas pantallas pueden llevar antecristales que protegen también contra los posibles riesgos de impactos de partículas en operaciones de limpieza o preparación de soldaduras. Estos cristales de protección mecánica pueden ser de dos tipos: antecristales y cubrefiltros.
- Pantallas faciales. Están formadas por un sistema de adaptación a la cabeza abatible y ajustable y diferentes variantes de visores. Dependiendo del tipo de visor proporciona protección contra radiaciones, salpicaduras de líquidos corrosivos, proyección de partículas, etc.



GAFAS: Tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador. Las gafas, en función del tipo de riesgos a que se encuentre sometido el trabajador en su puesto de trabajo, debe garantizar total o parcialmente la protección adicional de las zonas inferior, temporal y superior del ojo. Los oculares pueden ser tanto de material mineral como de material orgánico. En cualquier caso, como la montura, requieren una certificación específica. Las gafas pueden ser de los siguientes tipos:

- Gafa tipo universal.
- Gafa tipo cazoleta.
- Gafa tipo panorámica.

#### **2.2.2.4 Protección de las vías respiratorias**

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias tienen como misión hacer que el trabajador que desarrolla su actividad en un ambiente contaminado o con deficiencia de oxígeno, pueda disponer para su respiración de aire en condiciones apropiadas. Estos equipos se clasifican en dos grandes grupos:

- Respiradores purificadores de aire. Son equipos que filtran los contaminantes del aire antes de que sean inhalados por el trabajador. Pueden ser de presión positiva o negativa. Los primeros, también llamados respiradores motorizados, son aquellos que disponen de un sistema de impulsión del aire que lo pasa a través de un filtro para que llegue limpio al aparato respiratorio del trabajador. Los segundos, son aquellos en los que la acción filtrante se realiza por la propia inhalación del trabajador.
- Respiradores con suministro de aire. Son equipos que aíslan del ambiente y proporcionan aire limpio de una fuente no contaminada. Existen:
  - Equipos semi-autónomos.
  - Equipos autónomos.

#### **2.2.2.5 Protección de los brazos y manos**

Un guante es una prenda del equipamiento de protección personal que protege una mano o una parte de ésta de riesgos. También pueden cubrir parte del antebrazo y brazo.

Las extremidades superiores de los trabajadores pueden verse sometidas, en el desarrollo de un determinado trabajo, a riesgos de diversa índole, en función de los cuales la normativa de la Comunidad Europea establece la siguiente clasificación:

- Protección contra riesgos mecánicos.
- Protección contra riesgos químicos y microorganismos.
- Protección contra riesgos térmicos.
- Protección contra el frío.
- Guantes para bomberos.
- Protección contra radiación ionizada y contaminación radiactiva.

Cada guante, según el material utilizado en su confección, tiene sus limitaciones de uso, debiéndose elegir el más adecuado para cada tarea en particular.

#### **2.2.2.6 Protección de los pies**

Son los pies la parte del cuerpo humano con mayor riesgo de daño directo o capaz de transmitir daños a otra parte del organismo por ser los puntos de contacto necesarios con el medio para desplazarnos o desarrollar la mayor parte de nuestras actividades. Esta circunstancia ha hecho que de forma natural la humanidad haya tendido a protegerse en primer lugar de las agresiones del suelo y de los agentes meteorológicos a través del calzado.

El calzado de seguridad pretende ser un elemento que proteja, no solo de las agresiones a los pies, sino que evite además que por éstos lleguen agresiones a otras partes del organismo a través del esqueleto del que constituyen su base. Así, el calzado de seguridad no ha de verse como único elemento de protección contra impactos o pinchazos sino que además, protege contra:

- Vibraciones.
- Caídas mediante la absorción de energía.
- Disminuye el resbalamiento proporcionando una mayor adherencia.
- Disminuye la influencia del medio sobre el que se apoya, calor o frío.
- Previenen de agresiones químicas como derrames, etc.

#### **2.2.2.7 Protección del cuerpo entero**

Es aquella que protege al individuo frente a riesgos que no actúan únicamente sobre partes o zonas determinadas del cuerpo, sino que afectan a su totalidad.

El cubrimiento total o parcial del cuerpo del trabajador tiene por misión defenderlo frente a unos riesgos determinados, los cuales pueden ser de origen térmico, químico, mecánico, radiactivo o biológico.

La protección se realiza mediante el empleo de prendas tales como mandiles, chaquetas, monos, etc., cuyo material debe ser apropiado al riesgo existente.

Las prendas de señalización serán aquellas prendas reflectantes que deban utilizarse, sea de forma de brazaletes, guantes, chalecos, etc., en aquellos lugares que forzosamente tengan que estar oscuros o poco iluminados y existan riesgos de colisión, atropellos, etc.

### **2.2.3 Protecciones Colectivas**

La eliminación/reducción de los riesgos no se conseguirán únicamente con la adecuada Planificación, ejecución de los trabajos y con la utilización de prendas de protección. Es necesario adoptar medidas y elementos protectores de carácter colectivo. Estas protecciones consisten normalmente en:

- Señalizaciones de Peligro y de Zonas Inseguras.
- Pasarelas para Acceso a los Trabajos.
- Sistemas adecuados de Iluminación y Ventilación detectores de Gases.
- Protecciones en instalaciones eléctricas.
- Medios de protección contra incendio.
- Andamios.

- Redes.
- Mamparas.
- Barandillas.
- Plataformas.
- Líneas o cuerdas de vida.

## **2.2.4 Revisión Técnicas de Seguridad**

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Plan, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.