

**MODIFICADO PROYECTO DE EJECUCIÓN
PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA 38MW, 19
AEROGENERADORES 2MW, LÍNEA DE
EVACUACIÓN 30KV Y SUBESTACIÓN
ELEVADORA 220/30KV**



LOCALIZACIÓN:

T.M. HUÉNEJA (GRANADA)

PETICIONARIO:

PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, S.L

CIF:

B-18854067

C/ HUERTAS, 41, piso 2º

28014-MADRID

Tlf.: 620200178

Javier Aparicio Bermejo,

Nº de colegiado 4.836 por el COIMCE

HISTORIAL DE REVISIONES

Fecha	Versión	Cambios
JULIO 2020	1	Versión original

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

CAPITULO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

CAPITULO II. ANEXO DE CÁLCULOS

CAPITULO III. CARACTERÍSTICAS AEROGENERADOR

CAPITULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

CAPITULO VI. PRESUPUESTO DETALLADO

CAPITULO VII. BALIZAMIENTO

CAPITULO VIII. PLANOS

ÍNDICE

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO.....	16
CAPÍTULO I. MEMORIA DESCRIPTIVA	18
1 ANTECEDENTES.....	19
2 OBJETO	20
2.1 TITULAR.....	20
3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	21
4 NORMATIVA	23
5 OBRA CIVIL.....	25
5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	25
5.2 RED DE VIALES	25
5.3 PLATAFORMAS.....	27
5.4 CIMENTACIÓN AEROGENERADORES	27
5.5 ZANJA MEDIA TENSIÓN.....	28
5.5.1 ZANJA EN TIERRA.....	29
5.5.2 ZANJA EN CRUCES.....	29
5.6 OBRAS DE DRENAJE	30
6 DESMANTELAMIENTO.....	32
6.1 OBRA CIVIL Y PLAN DE OBRA	32
6.2 CONSIDERACIONES AMBIENTALES	33
6.2.1 FASE DE DESMONTAJE	34
7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	35
7.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES	35
7.2 COMPONENTES DEL PARQUE EÓLICO.....	35
7.2.1 AEROGENERADOR E103 EP2.....	35
7.2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 30 KV/ 400 V.....	36
7.2.3 RED COLECTORA DE MEDIA TENSIÓN	44
7.2.4 CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE ENERGÍA	46
7.2.5 SISTEMA DE CONTROL DEL PARQUE EÓLICO	46
7.2.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS	46
8 CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE ENERGÍA.....	50
8.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	50
8.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	50
8.2.1 EDIFICIO.....	50
8.2.2 OBRA CIVIL	51
8.2.3 CELDAS DE M.T.....	51
8.2.4 TRAFO DE SS.AA.	54
8.2.5 PROTECCIÓN	54
8.2.6 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN	56
8.2.7 MEDIDA.....	56
8.2.8 BATERÍAS	56

8.2.9	TELECONTROL.....	57
8.2.10	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	57
9	LÍNEA DE EVACUACIÓN	59
9.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	59
9.2	LÍNEA AÉREA 30 KV	60
9.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	60
9.2.2	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA	60
9.3	LÍNEA SUBTERRÁNEA 30 KV	79
9.3.1	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO	79
9.3.2	DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	80
9.3.3	ESQUEMA DE CONEXIÓN	81
9.3.4	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	82
9.3.5	PUESTA A TIERRA	87
9.4	LÍNEA SUBTERRÁNEA 220 KV	88
9.4.1	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO	88
9.4.2	DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....	89
9.4.3	ESQUEMA DE CONEXIÓN	90
9.4.4	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES	91
10	SUBESTACIÓN 220/30 KV	96
10.1	ALCANCE DE LAS INSTALACIONES	96
10.1.1	CONEXIÓN A LA RED	96
10.1.2	CONFIGURACIÓN.....	96
10.2	OBRAS CIVILES, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS, METÁLICAS.....	98
10.3	NORMATIVA.....	101
10.4	PARQUE DE 220 KV	102
10.4.1	DESCRIPCIÓN	102
10.4.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES.	102
10.4.3	CARACTERÍSTICAS DEL INTERRUPTOR.....	103
10.4.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS SECCIONADORES	104
10.4.5	CARACTERÍSTICAS DE LOS PARARRAYOS.....	105
10.5	PARQUE DE 30 KV	105
10.5.1	DESCRIPCIÓN	105
10.5.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES	106
10.5.3	CONDUCTORES	107
10.6	TRANSFORMACIÓN	108
10.6.1	DESCRIPCIÓN	109
10.6.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES	109
10.7	DISTANCIAS DE AISLAMIENTO NOMINALES PARA MATERIALES	109
10.7.1	DISTANCIAS EN EL AIRE FASE-FASE Y FASE-TIERRA	109
10.7.2	DISTANCIAS EN PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN EN	

INSTALACIONES DE INTERIOR	110
10.7.3 DISTANCIAS EN PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN EN INSTALACIONES DE EXTERIOR	111
10.7.4 ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA INSTALACIÓN	111
10.8 PROTECCIONES.....	112
10.8.1 CIRCUITOS AT	112
10.8.2 BARRAS AT Y ACOPLAMIENTO TRANSVERSAL AT	114
10.8.3 BATERÍAS DE CONDENSADORES AT	114
10.8.4 TRANSFORMADORES	115
10.8.5 TRANSFORMADORES AT/MT.....	116
10.8.6 POSICIONES MT.....	117
11 CRONOGRAMA	119
12 CONCLUSIÓN.....	123
CAPÍTULO II. ANEXO DE CÁLCULOS.....	124
1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	125
1.1 FÓRMULAS GENERALES	125
1.1.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN	125
1.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	125
1.1.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	125
1.1.4 DATOS DE PARTIDA	126
1.1.5 RESULTADOS.....	126
2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	127
2.1 FÓRMULAS GENERALES	127
2.1.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN	127
2.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	127
2.1.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	127
2.1.4 DATOS DE PARTIDA	128
2.1.5 RESULTADOS.....	128
3 DIMENSIONES DEL SISTEMA COLECTOR.....	129
3.1 FÓRMULAS GENERALES	129
3.1.1 SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE	129
3.1.2 SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO	129
3.1.3 CAÍDA DE TENSIÓN	130
3.1.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	130
3.2 LÍNEA INTERCONEXIÓN TRAF0-CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (20 KV)	131
3.2.1 DATOS DE PARTIDA	131
3.2.2 TENSIÓN NOMINAL DEL CABLE (U0/U) Y TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO (UP).....	131

3.2.3	RESULTADOS.....	132
3.3	LÍNEAS INTERIORES DE MEDIA TENSIÓN	134
3.3.1	DATOS DE PARTIDA	134
3.3.2	TENSIÓN NOMINAL DEL CABLE (U0/U) Y TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO (UP).....	134
3.3.3	RESULTADOS.....	134
4	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA.....	140
4.1	OBJETO.....	140
4.2	NORMATIVA LEGAL	140
4.3	DATOS DE CÁLCULO	140
4.4	METODOLOGÍA.....	141
4.5	FÓRMULAS GENERALES	141
4.6	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS DE PROTECCIÓN	142
4.6.1	SISTEMA DE TIERRAS DE UN AEROGENERADOR.....	142
4.6.2	SISTEMA DE TIERRAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO	143
4.6.3	SISTEMA DE TIERRAS DEL SISTEMA DE SECCIONAMIENTO M.T.....	144
4.7	INTENSIDAD DE DEFECTO A CONSIDERAR	144
4.7.1	RESULTADO RESISTENCIA PARQUE EÓLICO.....	144
4.8	TENSIONES DE PASO Y CONTACTO PERMISIBLES	145
4.8.1	RESULTADOS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO PERMISIBLES	145
4.9	TENSIONES DE PASO Y CONTACTO REALES	145
4.9.1	TENSIONES DE PASO Y CONTACTO	146
4.9.2	CÁLCULO DE FACTORES KM, KI Y KS.....	146
4.9.3	COMPARACIÓN DE POTENCIALES	147
4.10	SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS A TIERRA DE PROTECCIÓN (MASA) Y DE SERVICIOS (NEUTRO TRANSFORMADOR)	148
4.10.1	EN AEROGENERADORES Y EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO	148
4.10.2	CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL	148
5	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LÍNEA AÉREA DE 30 KV.....	149
5.1	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	149
5.1.1	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR.....	149
5.1.2	CAÍDA DE TENSIÓN	150
5.1.3	POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR	150
5.2	CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO.....	151
5.2.1	TIPOS DE CADENAS	151
5.3	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR	152
5.3.1	DESCRIPCIÓN	152
5.3.2	CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES.....	153
5.3.3	CONSTANTE DE CATENARIA PARA EL TRAZADO DE LA LÍNEA.....	153
5.3.4	VANO DE REGULACIÓN	154

5.3.5	COMPONENTE HORIZONTAL MÁXIMA	155
5.3.6	ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES	155
5.3.7	CÁLCULO DE FLECHAS.....	156
5.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS	157
5.4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS APOYOS	157
5.4.2	CÁLCULO MECÁNICO DE LOS APOYOS.....	157
5.4.3	CIMENTACIONES DE LOS APOYOS	201
5.4.4	TIERRAS.....	203
5.5	DISTANCIAS DE SEGURIDAD	204
5.5.1	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO	204
5.5.2	DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.....	204
5.6	CRUZAMIENTO	206
5.6.1	CRUZAMIENTO Nº	206
5.7	CONCLUSIÓN DEL PROYECTO	206
6	RESULTADOS DE LÍNEA AÉREA DE 30 KV	207
7	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 30 KV	241
7.1	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR	241
7.2	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES.....	242
7.3	INTENSIDADES CIRCULANTE POR LA LÍNEA	247
7.4	POTENCIA A TRANSPORTAR	247
7.5	CAÍDAS DE TENSIÓN	247
7.6	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	248
8	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 220 KV	249
8.1	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR	249
8.2	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES.....	250
8.3	INTENSIDADES CIRCULANTE POR LA LÍNEA	253
8.4	POTENCIA A TRANSPORTAR	254
8.5	CAÍDAS DE TENSIÓN	254
8.6	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	255
	CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS AEROGENERADOR	256
1	AEROGENERADOR.....	257
1.1	DESCRIPCIÓN	257
1.2	DATOS TÉCNICOS	264
1.3	EQUIPAMIENTO OPCIONAL	272
	CAPÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES	275
	A: OBRA CIVIL	276
1	CONDICIONES GENERALES	276
1.1	OBJETO.....	276
1.2	DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA.....	276
1.3	CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN	277
1.4	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	277

1.5	CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS	277
1.6	DIRECCIÓN E INSPECCIÓN	277
1.7	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN	278
1.8	MEDIOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN	278
1.9	MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO	278
1.10	SUMINISTRO DE AGUA.....	279
1.11	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	279
1.12	CONSTRUCCIONES AUXILIARES	279
1.13	MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y LIMPIEZA	279
1.14	INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES	279
1.15	RETIRADA DE MEDIOS AUXILIARES.....	279
1.16	RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO.....	279
1.17	SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL	280
1.18	SUBCONTRATOS	280
1.19	COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS	280
2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	282
3	CONDICIONES DE LOS MATERIALES	283
3.1	PROCEDENCIA.....	283
3.2	MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO.....	284
3.3	EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES	284
3.4	MATERIALES DEFECTUOSOS	284
3.5	TERRAPLENES.....	284
3.6	RELLENOS DE ZANJAS	285
3.7	ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA	285
3.8	ZAHORRA ARTIFICIAL	286
3.9	MADERA.....	286
3.10	HORMIGONES Y MORTEROS	286
3.10.1	AGUA.....	286
3.10.2	CEMENTO	286
3.10.3	ÁRIDOS PARA HORMIGONES.....	286
3.10.4	PRODUCTOS DE ADICIÓN	287
3.11	ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO	287
4	CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN	288
4.1	CONSIDERACIONES GENERALES	288
4.1.1	CONDICIONES DE EJECUCIÓN	288
4.1.2	ORDEN DE EJECUCIÓN.....	288
4.1.3	MATERIALES Y EQUIPOS A EMPLEAR	288
4.1.4	MÉTODOS DE TRABAJO.....	289
4.2	COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO.....	289
4.2.1	DISPOSICIONES GENERALES	289

4.2.2	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	289
4.2.3	COMPROBACIÓN DE LOS TRABAJOS	289
4.2.4	GASTOS DE REPLANTEO.....	290
4.2.5	REPLANTEOS PARCIALES.....	290
4.3	PROGRAMA DE TRABAJO.....	290
4.4	DESVÍO DE SERVICIOS EXISTENTES.....	291
4.5	OCUPACIÓN DE SUPERFICIE	291
4.6	DESPEJE Y DESBROCE	292
4.7	EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS	292
4.8	EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS	292
4.9	TERRAPLENES.....	293
4.10	RELLENOS DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTO DE CIMIENTOS Y OBRAS DE FÁBRICA.....	293
4.11	ZAHORRA ARTIFICIAL	294
4.12	HORMIGONES	294
4.13	MORTEROS DE CEMENTO.....	297
4.14	APEOS, CIMBRAS Y ENCOFRADOS	297
4.15	ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO	298
4.16	OTRAS OBRAS Y TRABAJOS	298
4.17	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA	298
4.18	LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	299
4.19	OBRAS QUE DEBAN QUEDAR OCULTAS	299
4.20	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	299
5	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	300
5.1	MODIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	300
5.2	FIANZA	300
5.3	DAÑOS POR FUERZA JUNIOR	300
5.4	PLAZO DE GARANTÍA	300
5.5	PRECIOS UNITARIOS.....	300
5.6	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL.....	301
5.7	INDEMNIZACIONES DEL CONTRATISTA.....	301
5.8	DESPEJE, DESBROCE Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL	302
5.9	EXCAVACIÓN EN LA EXPLANACIÓN	302
5.10	EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS	302
5.11	ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍAS.....	303
5.12	TERRAPLÉN.....	303
5.13	RELLENO DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS DE CIMIENTOS, TRASDÓS DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA.....	304
5.14	REFINO DE TALUDES	304

5.15	ZAHORRA ARTIFICIAL	304
5.16	HORMIGONES	305
5.17	ENCOFRADOS	305
5.18	ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO	305
5.19	CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS IMPUESTOS EN OBRAS NO PREVISTAS	306
B:	ELECTRICIDAD	307
1	CONDICIONES GENERALES	307
1.1	OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO	307
1.2	REGLAMENTACIÓN, INSTRUCCIONES, NORMATIVA Y RECOMENDACIONES.....	307
1.3	NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA	308
1.4	DISPOSICIONES LEGALES.....	308
1.5	MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD	308
1.6	PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES.....	308
1.7	DISPOSICIONES APLICABLES	308
1.8	SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	309
1.9	LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	309
1.10	GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA.....	309
2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	311
2.1	OBRAS COMPRENDIDAS	311
2.2	OBRAS CIVILES	311
2.3	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	311
2.4	MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES	311
2.5	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	311
2.5.1	INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN	311
2.6	CONSERVACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	312
2.7	COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS	312
3	CONDICIONES DE LOS MATERIALES	313
3.1	PLIEGOS GENERALES.....	313
3.2	CONTROL PREVIO DE LOS MATERIALES	313
3.2.1	MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO	313
3.2.2	MATERIALES DEFECTUOSOS PERO ACEPTABLES.....	313
3.3	CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN.....	313
3.3.1	CONDUCTORES	314
3.4	CONDICIONES TÉCNICAS PARA LOS MATERIALES Y EQUIPAMIENTOS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....	317
3.4.1	NORMAS GENERALES DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.....	317
3.4.2	TRANSFORMADORES	319
3.4.3	PARARRAYOS - AUTOVÁLVULAS.....	325
3.4.4	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	330
3.5	CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL.....	332

4	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	333
4.1	ORDEN DE LOS TRABAJOS	333
4.2	REPLANTEO	333
4.3	CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	333
4.3.1	EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN	333
4.4	COMIENZO DE LAS OBRAS.....	334
4.5	ENSAYOS Y PRUEBAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	335
4.6	ACOPIOS.....	335
4.7	DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS	335
4.8	REPRESENTACIÓN FACULTATIVA DEL CONTRATISTA.....	336
4.9	OBRAS ACCESORIAS	336
4.10	DETALLES OMITIDOS	336
4.11	RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATA	336
5	PRUEBAS PARA RECEPCIONES	337
5.1	CONTROL DE MATERIALES. ENSAYOS.....	337
5.1.1	ENSAYOS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN DE M.T. - MATERIALES ...	337
5.2	PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.....	337
5.2.1	CONDICIÓN PREVIA AL RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS.....	337
5.2.2	PRUEBAS RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	337
5.2.3	PRUEBAS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO	337
6	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	339
6.1	GENERALIDADES.....	339
6.2	ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS	339
6.3	MEDICIÓN Y ABONO DE LA EXCAVACIÓN	340
6.4	MEDICIÓN Y ABONO DEL RELLENO	340
6.5	ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES, DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS.....	340
6.6	MEDICIÓN Y ABONO DE OBRAS NO INCLUIDAS	341
7	DISPOSICIONES FINALES	342
7.1	CARÁCTER DE ESTE CONTRATO	342
	CAPÍTULO V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	343
1	MEMORIA DESCRIPTIVA	345
1.1	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	345
1.2	ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	345
1.3	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN	345
1.3.1	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD E HIGIENE	345
1.3.2	REGLAMENTOS.....	345
1.3.3	NORMAS	346
1.4	EMPRESA RESPONSABLE DEL PLAN DE SEGURIDAD.....	346

1.5	RELACIÓN DE ELEMENTOS A UTILIZAR.....	346
1.6	IMPLANTACIONES DE SALUBRIDAD Y CONFORT	347
1.7	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS	349
2	RIESGOS LABORALES EVITABLES MEDIDAS PREVENTIVAS.....	350
2.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS RIESGOS LABORALES QUE PUEDAN SER EVITADOS	350
2.1.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DE CARÁCTER GENÉRICO MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR	350
2.1.2	RELACIÓN DE LAS FASES DE OBRA E IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES PARTICULARES A CADA UNA DE ELLAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	351
3	RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS – MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS	353
3.1	IDENTIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS	353
3.2	MEDIDAS PREVENTIVAS QUE PALIEN LOS RIESGOS INEVITABLES	354
3.3	EFICACIA DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS.....	355
4	PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS .	356
5	PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	372
5.1	ORDENACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	372
5.1.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS	372
5.1.2	PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN.....	372
5.1.3	COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES	372
5.2	ORGANIGRAMA FUNCIONAL	373
5.2.1	SERVICIOS DE PREVENCIÓN	373
5.2.2	LOS REPRESENTANTES DE LOS TRABAJADORES	373
5.2.3	COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD.....	374
5.2.4	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, TÉCNICOS Y MANDOS INTERMEDIOS.....	374
5.2.5	COORDINACIÓN DE LOS DISTINTOS ÓRGANOS ESPECIALIZADOS.....	374
5.3	NORMAS GENERALES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL	375
5.3.1	TOMA DE DECISIONES.....	375
5.3.2	EVALUACIÓN CONTINUA DE LOS RIESGOS	375
5.3.3	CONTROLES PERIÓDICOS	375
5.3.4	ADECUACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y ADOPCIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS	376
5.3.5	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	376
5.3.6	REGISTRO Y COMUNICACIÓN DE DATOS E INCIDENCIAS	377
5.3.7	COLABORACIÓN CON EL RESPONSABLE DEL SEGUIMIENTO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	377

5.4	REUNIONES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL INTERNO	378
6	FORMACIÓN E INFORMACIÓN.....	380
6.1	ACCIONES FORMATIVAS	380
6.1.1	NORMAS LEGALES.....	380
6.1.2	CONTENIDO DE LAS ACCIONES DE FORMACIÓN	380
6.1.3	ORGANIZACIÓN DE LA ACCIÓN FORMATIVA	381
6.2	INSTRUCCIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS.....	381
6.3	INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN.....	382
6.4	ATRIBUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL FACULTATIVO DE OBRA	384
6.5	FUNCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD	386
6.5.1	DIRECCIÓN DE OBRA.....	386
6.5.2	JEFES Y TÉCNICOS DE OBRA	386
6.5.3	MANDOS INTERMEDIOS.....	388
6.5.4	REPRESENTANTES LEGALES DEL PERSONAL DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA.....	389
6.5.5	DELEGADOS DE PREVENCIÓN	390
6.5.6	TRABAJADORES	390
6.5.7	FUNCIONES DEL “ENCARGADO GENERAL”	391
6.5.8	FUNCIONES DEL “JEFE DE MANIOBRA”	391
6.5.9	FUNCIONES DEL “SEÑALISTA”	392
6.5.10	FUNCIONES DEL “ESTROBADOR”	394
7	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD	395
8	MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA	396
8.1	CONDICIONES GENERALES	396
8.2	INFORMACIÓN PREVIA.....	396
8.3	SERVICIOS AFECTADOS: IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	397
8.4	ACCESOS, CIRCULACIÓN INTERIOR Y DELIMITACIÓN DE LA OBRA	397
9	MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN	399
9.1	PROTECCIONES COLECTIVAS	399
9.1.1	GENERALIDADES.....	399
9.1.2	SEÑALIZACIÓN Y ORDENACIÓN DE TRÁFICO.....	399
9.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (E.P.I.).....	399
9.2.1	GENERALIDADES.....	399
9.2.2	EXIGENCIAS ESENCIALES DE SANIDAD Y SEGURIDAD	399
10	SEÑALIZACIONES.....	401
10.1	NORMAS GENERALES.....	401
10.2	SEÑALIZACIÓN DE LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN	401
10.3	PERSONAL AUXILIAR DE LOS MAQUINISTAS PARA SEÑALIZACIÓN	401

CAPÍTULO VI. PRESUPUESTO.....	402
1 PRESUPUESTO DETALLADO.....	403
CAPÍTULO VII. BALIZAMIENTO.....	405
1 OBJETO DEL PROYECTO.....	406
2 COORDENADAS AEROGENERADORES	407
3 ESPECIFICACIONES DEL BALIZAMIENTO	408
4 SOLUCIÓN PROPUESTA	413
CAPÍTULO VIII. PLANO	414

CAPÍTULO 0. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	Parque Eólico "Dama de Baza"
DATOS PROMOTOR	PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA S.L.
- CIF - DOMICILIO	B-18854067 MADRID
POTENCIA INSTALADA	38 MW
UBICACIÓN	Huéneja/Granada/Andalucía
Nº DE AEROGENERADORES	19
TURBINA EÓLICA	E-103 EP2
TIPO GENERADOR	SYNC WOUNDED
POTENCIA NOMINAL	2 MW
DIÁMETRO DE ROTOR	103 m
ALTURA DE TORRE	138 m
SUBESTACIÓN ELEVADORA	220/30 KV
POTENCIA	40 MVA
LÍNEA DE EVACUACIÓN	3,751 km
- TRAMO 1 - CONFIGURACIÓN - TENSIÓN - CONDUCTOR	3,026 km AÉREA 30 KV LA-180 Duplex
- TRAMO 2 - CONFIGURACIÓN - TENSIÓN - CONDUCTOR	200 m SUBTERRÁNEA 30 KV 2X400 mm2
- TRAMO 3 - CONFIGURACIÓN - TENSIÓN - CONDUCTOR	525 m SUBTERRÁNEA 220 KV 1X630 mm2

CAPÍTULO I. MEMORIA DESCRIPTIVA

1 ANTECEDENTES

Que la mercantil Parque Eólico Dama de Baza, S.L. tiene entre sus actividades la promoción, construcción, y explotación del futuro Parque Eólico “Dama de Baza” y su sistema de evacuación, de 38 MW de potencia, sito en el Término Municipal de Baza (Granada).

Que como consecuencia de un estudio exhaustivo del recurso eólico de la zona se hizo necesario acometer una serie de modificaciones respecto al Anteproyecto original del Parque Eólico. Estas modificaciones fueron plasmadas en el correspondiente Proyecto de Ejecución.

Que, a fecha de 24 de noviembre de 2017, REE concede punto de conexión en su subestación “SET HUÉNEJA”.

Que, a fecha de 17 de septiembre de 2020, se presentó el Proyecto de ejecución del parque eólico “Dama de Baza” ante la Junta de Andalucía y que, a fecha de 22 de septiembre de 2020, se admitió a trámite el Proyecto de ejecución del parque eólico “Dama de Baza” ante la Junta de Andalucía.

Debido a limitaciones técnicas y medioambientales, como es el paralelismo con la vía pecuaria CORDEL DE GUADIX A ALMERÍA y que imposibilitan la realización del proyecto, se presenta ante los organismos sustantivos y en sustitución de los documentos técnicos presentados hasta la fecha el proyecto “MODIFICADO PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA 38MW, 19 AEROGENERADORES 2MW, LÍNEA DE EVACUACIÓN 30KV Y SUBESTACIÓN”.

2 OBJETO

El objeto de este proyecto es exponer ante el Gobierno de Andalucía (Departamento de Industria, Comercio y Turismo) las características principales del Parque Eólico “Dama de Baza”, con la finalidad de obtener su Autorización Administrativa.

Dicho parque consta de los siguientes elementos:

- Potencia de generación: 38 MW.
- 19 aerogeneradores con generador síncrono de velocidad variable 6-15 rpm, 400 V y potencia de 2.350 kW y reducida a 2.000 kW, rotor de 3 palas de 103 m de diámetro, montado sobre torre tubular de 138,00 m. marca Enercon E-103 o similar.
- 19 centros de transformación de 2.222 kVA, 0,4/30 kV, tipo interior, integrados en los aerogeneradores.
- Red subterránea de A.T. a 30 kV, con conductores XLPE 18/30 kV, para interconexión entre aerogeneradores.
- Centro de Seccionamiento de Energía. (CSE).
- Línea de evacuación de 30 kV.
- Subestación elevadora “Dama de Baza” 220/30 kV.
- Línea subterránea de interconexión con Set Venalta 220 kV

Una vez obtenidos los permisos de los distintos organismos de la Administración se desarrollarán los correspondientes proyectos que permitan la ejecución de las obras.

2.1 TITULAR

El petitionerio y promotor de las instalaciones objeto de este documento es la sociedad Parque Eólico Dama de Baza, S.L., CIF. B-18854067, con domicilio en C/ Huertas, nº41, 2ª Planta, 28014, Madrid.

3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El acceso al Parque Eólico, desde Granada, se realiza siguiendo el Camino Nuevo del Gobernador dirección Sur, desde el cruce con el Camino Nuevo Que Cruza del término municipal de Huéneja; una vez en ella, habrá de acceder a las parcelas del a través de pistas convenientemente señalizadas al borde de la carretera.

El Parque Eólico consta de 19 aerogeneradores y un Centro de Seccionamiento de Energía (CSE), distribuidos según los vientos dominantes en la zona.

Los aerogeneradores propuestos se ubican en el Término Municipal de Huéneja, provincia de Granada, en las siguientes coordenadas UTM (Huso 30, ETRS89):

Nº de aerogenerador	Coordenada X	Coordenada Y	Ref. Catastral	Término Municipal
DB-01	508497.00	4120510.00	18099A013000280000QE	HUÉNEJA
DB-02	508452.00	4120254.00	18099A013000280000QE	HUÉNEJA
DB-03	508376.00	4120012.00	18099A013000280000QE	HUÉNEJA
DB-04	508301.00	4119769.00	18099A013000280000QE	HUÉNEJA
DB-05	508222.00	4119529.00	18099A013000280000QE	HUÉNEJA
DB-06	508277.00	4119225.00	18099A013000260000QI	HUÉNEJA
DB-07	508267.00	4118945.00	18099A013000010000QZ	HUÉNEJA
DB-08	509084.00	4119080.00	18099A014000230000QL	HUÉNEJA
DB-09	508217.00	4118409.00	18099A013000010000QZ	HUÉNEJA
DB-10	508183.00	4118143.00	18099A013000010000QZ	HUÉNEJA
DB-11	509737.00	4119126.00	18099A021000780000QW	HUÉNEJA
DB-12	510945.00	4121264.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
DB-13	510817.00	4121039.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
DB-14	510782.00	4120755.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
DB-15	510654.00	4120540.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
DB-16	510529.00	4120322.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
DB-17	510402.00	4120103.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
DB-18	510331.00	4119855.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
DB-19	510307.00	4119582.00	18099A021001910000QM	HUÉNEJA
CSE	508047.00	4117680.00	18099A013000010000QZ	HUÉNEJA

Cada uno de estos aerogeneradores está conectado a su correspondiente transformador instalado en la parte inferior de la torre del mismo.

Los transformadores de cada turbina se conectarán con el Centro de Seccionamiento por medio de circuitos eléctricos. Estos circuitos son trifásicos y van enterrados en zanjas dispuestas a lo largo de los caminos del parque. Los circuitos en los que se agrupan los generadores están diseñados para minimizar las pérdidas por transporte.

Los cables de media tensión y el cable de control discurren enterrados en zanjas dispuestas junto a los caminos, uniendo los aerogeneradores con el Centro de Seccionamiento.

Las actuaciones de la obra civil del parque ocuparán las siguientes superficies:

- Superficie total cimentaciones parque eólico: 3.002 m².
- Superficie total ocupada por las 19 plataformas del parque eólico son: 47.500 m²
- Superficie total viales de 4 m de ancho mínimo: 31.670,96 m²
- Superficie total zanjas: 18.183 m²
- Superficie total: 100.355,96 m².
- Longitud zanjas para red subterránea de A.T. a 30 kV: 30.305 m.

4 NORMATIVA

Serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con las obras objeto de este Anteproyecto, con sus instalaciones complementarias, o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Además, se contemplarán todas aquellas normas que, por la pertenencia de España a la Comunidad Económica Europea, sean de obligado cumplimiento en el momento la presentación del Proyecto Constructivo.

A tal fin, se incluye a continuación una relación no exhaustiva de la normativa técnica aplicable.

- LEY 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- 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.
- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- REAL DECRETO 223/2.008, 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 ITC-LAT 01 a 09.
- 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.
- REAL DECRETO 1110/2007 de 18 de septiembre, por el que se aprueba se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- DECRETO 1964/75 de 23 de mayo por el que se aprueba el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos y sus modificaciones posteriores (DECRETO 114/79 de 11 de enero, por el que se reestructura el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y REAL DECRETO 1797/2003 de 26 de diciembre por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos RC-03).
- ORDEN MINISTERIAL de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG- 3/75) y sus posteriores modificaciones (ORDEN MINISTERIAL de 21 de enero de 1988, ORDEN MINISTERIAL de 8 de mayo de 1989 y ORDEN MINISTERIAL de 28 de septiembre de 1989).
- REAL DECRETO 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 25/10/1997

- REAL DECRETETO-LEY 7/2007, de 23 de junio por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- RESOLUCION de 1 de agosto d 2005, de la Dirección General de Calidad Ambiental, por la que se aprueba un modelo normalizado para la declaración de productor de aparatos eléctricos y electrónicos. BOA 97, de 12-08-2005.
- RESOLUCION de 1 de agosto de 2005, de la Dirección General de Calidad Ambiental, por la que se aprueba un modelo normalizado para la declaración de productor de aparatos eléctricos y electrónicos. BOA 97, de 12-08-2005.

5 OBRA CIVIL

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El objetivo de la red de caminos es el de proporcionar un acceso hasta los aerogeneradores, minimizando las afecciones de los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante natural del terreno, siempre atendiendo al criterio de mínima afección al medio. Además, se primarán las soluciones en desmonte frente a las de terraplén y procurando alcanzar un movimiento de tierras compensado (entre los volúmenes de desmonte y los de terraplén).

El proyecto contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento de los aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos necesarios en algunas zonas.

La explanación del camino y las plataformas constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos o para acopio de materiales.

Para la instalación y mantenimiento del Parque Eólico Dama de Baza es preciso realizar una Obra Civil que cumpla las prescripciones técnicas de ENERCON y contempla los siguientes elementos:

- Red de viales del Parque Eólico.
- Plataformas para montaje de los aerogeneradores.
- Cimentación de los aerogeneradores.
- Zanjias para el tendido de cables subterráneos.
- Obras de drenaje.

5.2 RED DE VIALES

Los accesos se construirán previa la instalación de los aerogeneradores. En cualquier momento, incluso tras el mismo montaje, deberá ser posible acceder al aerogenerador para cualquier reparación o asistencia técnica, con vehículos de mantenimiento y grúa. Los caminos deben ser contruidos de manera que soporten el paso de transportes pesados con una carga por eje de 12 t, un peso máximo de 120 t y grúas con un peso de hasta 96 t.

El trazado de los viales tiene las siguientes afecciones:

AFECCIONES	ÓRGANO AFECTADO	Referencia Catastral
RAMBLA DE LOS CUELLOS	Confederación Hidrográfica del Sur	18099A014090030000QU
RAMBLA DE LOS GUSANOS	Confederación Hidrográfica del Sur	18099A014090030000QU
CAMINO DE LAS MINAS	Excelentísimo Ayuntamiento de Huéneja	18099A014090010000QS
RAMBLA DE GERÓNIMA	Confederación Hidrográfica del Sur	18099A013090030000QG

Todos los viales del parque eólico tienen que cumplir unas especificaciones mínimas que se establecen a continuación:

- Ancho del camino mínimo: 4 m.
- Radio mínimo de curvatura: 28 m en el exterior de la curva.
- Pendientes máximas: 7% en tierra y 12 % en suelo cementado.
- Espesor de firme en vial en tierras: 0,40 m. (0,30 para subbase y 0,10 para base).
- Espesor mínimo de tierra vegetal: 30 cm. (10 cm en el camino de acceso).
- Desmontes: Talud 2/3.
- Terraplenes: Talud 3/2.

En general, se debe construir un camino estable. Los baches se deben reparar de manera regular. Si los caminos se utilizan por muchos vehículos, como los dedicados al suministro de hormigón, transportes y otros vehículos de operación y mantenimiento, se deben habilitar apartaderos o áreas de cruzamiento para asegurar un tráfico fluido.

En cualquier caso, la sección de camino debe determinarse entre el fabricante, la Ingeniería Civil y en algunos casos una empresa de estudios geotécnicos de manera que se asegure que las cargas se transmiten correctamente al subsuelo.

Si el terreno muestra una capacidad portante insuficiente, como pudiera ocurrir en terrenos con turba o arcillosos, podría ser necesario realizar una excavación importante puesto que la capacidad portante de estos terrenos está próxima a 0 N/cm².

Antes de comenzar la construcción del camino de acceso, las carreteras y curvas deben ser definidas y comprobadas por las empresas encargadas del transporte y las grúas.

- Superficie de caminos:

	VIALES A ADAPTAR
Longitud vial (m)	7.917,74
Superficie vial (m²)	31.670,96
Superficie total (m²)	31.670,96

5.3 PLATAFORMAS

El objeto de las áreas de maniobra es permitir los procesos de descarga y ensamblaje, así como el posicionamiento de las grúas para posteriores izados de los diferentes elementos que componen el aerogenerador.

Las plataformas de montaje se sitúan junto a la cimentación del aerogenerador, a una distancia que puede llegar a los 16 metros del centro. Tienen una superficie de 50x50 m y se encuentran a una cota de acabado próxima a la de la cimentación. Serán esencialmente planas, sin pendiente longitudinal ni transversal.

Dado que estas plataformas se emplearán durante un periodo de tiempo muy reducido y con el fin de minimizar la afección al medio, se diseñan mediante un desbroce de tierra vegetal y una posterior compactación del terreno natural para poder dar un asiento firme a grúas y transportes. Esta compactación se hará con rodillos compactadores de 12-14 Tn en tongadas de 1 m como máximo. Con posterioridad al montaje de los aerogeneradores se restituirán las plataformas en las que no haya habido que realizar ningún movimiento de tierras para su formación.

Las áreas construidas sobre terraplenes deberán obtener un Proctor Modificado del 97% y sus taludes serán tratados mediante sistemas de hidrosiembra.

Se ha intentado que la excavación a realizar en todas ellas sea la mínima de forma que una vez finalizada la construcción del parque permita una utilización para uso agrícola y por lo tanto el impacto de las mismas sea el mínimo.

Con esta misma finalidad se ha procurado que todas ellas se ubiquen en las parcelas donde se encuentran los aerogeneradores con objeto de afectar al mínimo número posible de propietarios, así como para minimizar el impacto sobre la vegetación existente.

La superficie total ocupada por las 19 plataformas del parque eólico es: 47.500 m².

5.4 CIMENTACIÓN AEROGENERADORES

La cimentación de los aerogeneradores se realizará mediante una zapata de hormigón armado con la geometría, dimensiones y armado según las recomendaciones de ENERCON. El cálculo y diseño de la cimentación no es objeto de este proyecto, existiendo un proyecto específico para el cálculo de la cimentación a partir de las cargas de cimentación aplicadas al emplazamiento y el estudio geotécnico del terreno.

En la definición de la forma y dimensiones de la cimentación se ha intentado conseguir una buena relación peso/resistencia al vuelco. Los aerogeneradores estarán cimentados por una zapata circular de 16,70 m de diámetro, sobre la que se construirá un pedestal macizo de hormigón de planta circular de 6'60 m de diámetro.

El acceso de los cables al interior de la torre se realiza a través de tubos flexibles embebidos en la peana de hormigón. Asimismo, en el interior de la peana se han colocado tubos de desagüe para evitar que se formen charcos de agua en el interior de la torre. Para facilitar la evacuación del agua a través de los desagües se ha dado una cierta inclinación a la superficie de la cimentación.

Una vez hecha la excavación para la cimentación con las dimensiones adecuadas, se procederá al vertido de una solera de hormigón de limpieza, en un espesor mínimo de 0,10 m por m², se dispondrá la ferralla y se nivelará el carrete por medio de espárragos de nivelación. Se recalca la necesidad de una total precisión en el posicionado y nivelado referido, el cual deberá ser comprobado mediante nivel óptico, no admitiéndose ningún desvío respecto del posicionamiento teórico en dicha comprobación. Ya nivelado el carrete, se procederá al hormigonado.

Tanto la zapata como el pedestal serán de hormigón armado (según EHE).

Durante la realización de la cimentación se tomarán probetas del hormigón utilizado, para su posterior rotura por un laboratorio independiente.

El hueco circundante al pedestal se rellenará con material seleccionado procedente de la excavación o de prestado con densidad mayor o igual a 1,6 Tn/m³.

En cualquier caso, una vez efectuadas las excavaciones, es necesario inspeccionar las condiciones del terreno de apoyo para confirmar sus adecuadas características, como la homogeneidad, etc. y en caso necesario recomendar los ensayos adicionales de comprobación que pudieran requerirse. En el caso de capas subverticales o fuertemente inclinadas deberá hacerse la verificación sin excepción por un profesional geotécnico.

El fabricante del aerogenerador y el estudio geotécnico del terreno nos indicarán las dimensiones óptimas de la cimentación.

La estimación de la cimentación para cada uno de los aerogeneradores es la siguiente:

- Superficie cimentación: 158 m²
- Superficie total cimentaciones parque eólico: 3.002 m²

5.5 ZANJA MEDIA TENSIÓN

Las zanjas para cables de media tensión discurrirán paralelas a los caminos de servicio siempre que sea posible, por un lateral y con el eje a una distancia máxima entre el borde del talud del vial y el centro de la zanja, de 1,2 m para zanjas de anchura de entre 40 y 60 cm y de 0,9 m para zanjas de anchura comprendidas entre 1 y 1,20 m.

Las zanjas que discurran adjuntas a un vial diseñado en terraplén deberán trazarse al pie del mencionado terraplén. En los tramos en los que el vial esté generado con sección en desmonte, deberá preverse un espacio suplementario, en uno de los lados, de 1,50 m de anchura para la futura ejecución de la zanja.

Las zanjas que no vayan solidarias a ningún camino y crucen por terrenos de labor, deberán tener, independientemente de su anchura, una profundidad mínima de 1,50 m.

Para el trazado de las zanjas se ha elegido el criterio de compatibilizar un correcto funcionamiento eléctrico con un bajo coste económico y la protección de la propia zanja. Esta combinación de criterios ha dado lugar a un trazado que intenta minimizar el número de cruces de los caminos de servicio, y a su vez tiene una baja afección tanto al medio ambiente como a los propietarios de las fincas por las que transcurre.

La sección tipo de las zanjas puede verse en el Plano - Secciones Tipo zanjas. Sus características son las siguientes:

5.5.1 ZANJA EN TIERRA

La profundidad de excavación es de 0,90 m y su anchura de 0,40 ó 0,60 dependiendo del número de ternas.

Nº Ternas	Tipo zanja	Anchura (m)
1 terna	A1	0,40
2 ternas	A2	0,60

Sobre el fondo de excavación se coloca un lecho de arena de 10 cm de espesor y sobre éste los cables de media tensión. Los cables serán recubiertos, a su vez, con 30 cm de arena y sobre ésta se colocará una placa de PVC de protección. El resto de la zanja se rellenará con tierras seleccionadas procedentes de la excavación compactadas al 98% P.N. colocándose una baliza de señalización a una cota de 25 cm por encima del ladrillo de protección.

5.5.2 ZANJA EN CRUCES

La profundidad de excavación será de 1,20 m y la anchura de 1 o 1,40 m. Sobre un lecho de 10 cm de hormigón HM-20 se colocarán los tubos de PVC de diámetro 160 mm, que serán recubiertos de hormigón HM-20 hasta la cota -0,60 m. El resto de la zanja se rellenará con tierras seleccionadas procedentes de la excavación y compactadas al 98% P.N. colocándose una baliza de señalización 25 cm por encima del prisma de hormigón.

Las mediciones correspondientes a la ejecución de las zanjas se resumen en la tabla 4.

- Superficie de zanjas:

Tramo	Longitud (m)	Superficie (m ²)
DB08 – DB09	1517	910,2
DB09 – DB10	355	213
DB10 – CSE	579	347,4
DB05 – DB06	382	229,2
DB06 – DB07	360	216
DB07 – CSE	1381	828,6
DB03 – DB04	348	208,8
DB04 – CSE	2207	1324,2
DB01 – DB02	337	202,2
DB02 – CSE	2707	1624,2
DB19 – DB18	351	210,6
DB18 – DB11	1856	1113,6
DB11 – CSE	3022	1813,2
DB16 – DB17	314	188,4
DB17 – CSE	4126	2475,6
DB14 – DB15	348	208,8
DB15 – CSE	4601	2760,6
DB12 – DB13	349	209,4
DB13 – CSE	5165	3099
TOTAL	30.305	18.183

5.6 OBRAS DE DRENAJE

Cuando el camino discurre en desmonte, para la evacuación de las aguas de escorrentía y la infiltrada del firme de estos caminos se ha previsto cunetas laterales a ambos márgenes de los mismos.

En los puntos bajos relativos de la plataforma se disponen obras de paso diseñadas con tubo de hormigón prefabricado de diámetros variables según las necesidades de caudales a desaguar.

Se evitará que el agua recogida por las cunetas se infiltre en las capas de firme, para lo cual se realizará la evacuación del agua de las mismas mediante los siguientes mecanismos:

- Puntos de paso de desmonte a terraplén:

El agua discurrirá por las pendientes naturales del terreno hacia los cauces del mismo. Se evitará que el agua de las cunetas erosione los terraplenes, para lo cual se prolongarán aquellas hasta la base de los mismos.

-Insuficiencia de sección de cuneta:

En estos puntos la evacuación se consigue mediante la construcción de pozos que recogen las aguas provenientes de las cunetas y son conducidas posteriormente a través de una obra de fábrica transversal. Estos pasos se realizarán mediante tubos de hormigón de 40, 60, 80 o 100 cm de diámetro según los casos.

Estas obras consisten en un colector de hormigón vibropresado, revestido de hormigón en masa, de tipo sencillo.

6 DESMANTELAMIENTO

Los aerogeneradores objeto del desmantelamiento se tratan de diecinueve Enercon E-103 EP 2 de 2,35 MW reducidos a 2,00 MW ubicados en el término municipal de Huéneja, provincia de Granada, que luego de un largo tiempo de servicio, se procede al retiro de todos sus componentes, así como de la posterior restauración de la flora del área ocupada del aerogenerador y de la zona circundante.

6.1 OBRA CIVIL Y PLAN DE OBRA

Los trabajos a realizar en el aerogenerador a desmontar consisten en la retirada de palas, buje, nacelle y tramos de torre mediante grúas y camiones.

Se cubrirá con tierra vegetal, formando pendientes suaves, con un espesor medio de 40 cm. Finalmente se realizará una hidrosiembra para recuperar la zona afectada.

El plazo de ejecución de las obras es de 6 meses.

Demolición por corte y desbroce

Un posible método para la demolición controlada de la torre consistiría en su desbroce de cabeza a base de la torre. Existen toda una serie de procedimientos para ello de aplicación común y bien conocida como pueden ser los procedimientos de oxicorte, lanzas térmicas, dispositivos de agua a presión, mordazas demoledoras, discos de corte e incluso robots dirigidos desde control remoto. Los útiles que pueden emplearse son muy diversos, desde los cazos, bivalvas o pinzas abrazadoras, hasta los discos de corte o las cizallas. El poder contar con el interior de la torre para la bajada de los elementos desbrozados a mayor altura facilita el proceso y reduce el impacto y ocupación de espacio.

Este proceso puede en cualquier caso ser laborioso y tiene el inconveniente de que la mayor parte del trabajo debe ejecutarse en altura. Tiene en cambio la ventaja de realizarse en un espacio limitado, con reducido impacto en el entorno y de no requerir elementos auxiliares para el manejo de piezas de gran peso y envergadura.

Un ejemplo próximo de aplicación rápida y eficiente de estos métodos ha sido la reciente demolición del edificio Windsor en Madrid que es muestra de la eficiencia del proceso y de lo controlado de su afección al entorno.

Desmontaje de tramos completos

Otra posible vía de deconstrucción sería la simple inversión del proceso de montaje. Esto es, la división de la torre en cilindros o tramos completos que pasarían a descenderse con grúas de gran potencia para su posterior desbroce a nivel de suelo. Dicha división podría realizarse, apoyando sobre las propias plataformas de trabajo empleadas para la construcción, mediante cortes circulares por encima de las juntas de construcción con sierra a hilo de diamante.

Este proceso es esencialmente análogo a lo que sería el desmontaje de las torres metálicas más convencionales, con el añadido de tener que desbrozar el hormigón tras el descenso de las piezas, pero la ventaja asociada de un transporte posterior más sencillo y convencional.

Este proceso tiene claras ventajas en cuanto a velocidad y sencillez de deconstrucción y reducida afección al entorno, pero pasa por la necesidad de contar con grandes grúas para el manejo de las grandes piezas. Esta desventaja, sin embargo, es relativa puesto que debe partirse de la condición de que el propio desmontaje de la góndola y las palas previo a la deconstrucción de la torre requerirá de estos medios, en cualquier caso.

Derribo por voladura

Una tercera alternativa sería el derribo mediante explosivos, ampliamente empleada en la demolición de edificios y todo tipo de construcciones. El desbroce de la estructura demolida se termina a nivel de suelo. Esta alternativa es de gran sencillez y minimiza los medios auxiliares necesarios, eliminando además el trabajo en altura.

Sus desventajas, sin embargo, son igualmente patentes, dada su gran afección al entorno (gran ocupación de espacio, impactos sonoros y de vibraciones). Es cierto por otro lado que, así como existen parques en los que por dicho impacto ambiental la aplicación de este método no sería viable, también es frecuente que otros parques se emplacen en campo abierto y lejos de núcleos de población, donde estos efectos son menos críticos.

En los casos en que no haya limitaciones de espacio, pero no sea posible el empleo de explosivos, puede también plantearse el derribo de la torre mediante un cable de tiro en cabeza previo debilitamiento estructural de la sección en la base por corte o demolición parcial.

La elección de uno u otro método de los aquí descritos, o de otro de los muy diversos posibles, dependerá lógicamente de las condiciones del emplazamiento, los requerimientos de plazo o los medios y equipos más fácilmente disponibles.

No cabe duda, que combinaciones de los posibles métodos de deconstrucción descritos pueden ser igualmente posibles. Puede resultar favorable, por ejemplo, desmontar completos sólo los tramos más altos de la torre empleando la grúa que debe servir para el descenso de la góndola, y en cambio demoler los tramos más bajos por corte y desbroce ya sin la necesidad de los elementos auxiliares para el trabajo a muy gran altura.

Finalmente, y posterior a la retirada de todo material se cubrirá con tierra vegetal, formando pendientes suaves, con un espesor medio de 40 cm. y se realizará una hidrosiembra para recuperar la zona afectada.

6.2 CONSIDERACIONES AMBIENTALES

En las labores de desmontaje del aerogenerador se tendrán en cuenta los siguientes aspectos desde el punto de vista ambiental, contemplados a fin de reducir la afección en el terreno y al objeto de proceder a la recuperación e integración del terreno en el que se ubica la mencionada torre.

6.2.1 FASE DE DESMONTAJE

La colocación de la maquinaria a utilizar para el desmontaje: grúas, camiones y vehículos del personal de trabajo, se situarán en los terrenos estrictamente necesarios para dichas labores sin que se estacionen en terrenos anteriormente recuperados del entorno del pie de torre. Se utilizará la zona de plataforma existente para la localización de las grúas y el camino para los camiones de transporte de elementos.

Se evitará cualquier tipo de vertido en el terreno, así como el abandono de materiales de obra. Una vez finalizado el desmontaje, si fuera necesario, se realizará una limpieza de todo resto de material procedente de la actuación realizada.

7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

7.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

El parque eólico Dama de Baza consta de 19 aerogeneradores E103 EP2 de 2.350 kW y reducida a 2.000 kW de potencia unitaria. Todos ellos tienen 103 metros de diámetro de palas y 138,00 metros de altura de buje y se encuentran ubicados en el término municipal de Huéneja (Granada). La potencia total instalada será de 38 MW.

Los elementos del sistema de media tensión del parque eólico objeto de estudio son:

- Centros de transformación.
- Red colectora de media tensión.

El sistema eléctrico de M.T. (30 kV), cumplirá las siguientes características eléctricas fundamentales:

Tensión nominal	30 kV
Tensión más elevada del material	36 kV
Tensión de ensayo a impulso	170 kV Cr.
Tensión de ensayo a 50 Hz	70 kV efic.
Intensidad de cortocircuito de corta duración (1s)	20 kA Cr.
Valor de cresta de la corriente de cortocircuito	50/52 kA Cr.
Régimen de neutro	Neutro directo a tierra
Duración de cortocircuito (máxima)	0,1 s (desconexión automático)

7.2 COMPONENTES DEL PARQUE EÓLICO

7.2.1 AEROGENERADOR E103 EP2

El tipo de generador es multipolar síncrono, en anilla directamente acoplado al rotor del aerogenerador, sin conexión directa a red. La tensión de salida y la frecuencia se modifican con la velocidad del rotor y se entrega a la red a través de un circuito de corriente continua y convertidores. Con ello se posibilita la velocidad variable.

Las características fundamentales de los generadores son:

CARACTERÍSTICAS	E103 EP2
Potencia nominal	2000 kW
Potencia aparente máxima	2500 kVA
Velocidad de sincronismo	Variable, de 6 a 15 m/s
Velocidad de arranque	3 m/s
Velocidad nominal	11,7 m/s
Tensión nominal	400 V
Acoplamiento	Triángulo
Protección	IP23

7.2.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 30 KV/ 400 V

El centro de transformación del aerogenerador es un sistema que integra:

- Transformador de 2.222 kVA trifásico en aceite.
- Autoválvulas instaladas en el lado de 30 kV del transformador.
- Cables de media tensión para unión de celda y transformador.
- Celda de 36 kV tipo Mesa o similar con una protección del transformador por medio de interruptor automático, un seccionador en carga y varios seccionadores de puesta a tierra.
- Set de cables de tierra para unión de las celdas de media tensión y tierra.

TRANSFORMADOR

En cada uno de los 19 aerogeneradores del parque eólico Dama de Baza, se prevén los correspondientes transformadores de potencia de 2.222 KVA, relación 400/30.000V, para evacuar la energía generada a través de la red colectora a 30KV.

El transformador eleva la tensión desde 400 V hasta alcanzar media tensión en la turbina. El elemento refrigerante del transformador consiste en un aceite sintético.

Las características eléctricas fundamentales de los transformadores del Parque Eólico, serán las siguientes:

FABRICANTE	Imefy o similar
Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Potencia nominal	2500 kVA
Tensión nominal primaria	400 V
Tensión nominal secundaria	30000 V
Regulación de tensión	+4x2,5%
Tensión de cortocircuito	6%
Grupo de conexión	Dyn11
Servicio	Continuo
Regulación	En vacío
Nivel de desconexión por temperatura	115°C
Nivel de alarma por temperatura	110°C
Calentamiento: Silicona/arrollamientos	65/105
Pérdidas de Vacío máximas	6700
Pérdidas en Cu (75°C) máximas	30000
Peso máximo trafo + carcasa	11000

La envolvente metálica del transformador está herméticamente cerrada y puesta a tierra, lo que garantiza la seguridad frente a contactos para el personal de mantenimiento.

Equipamiento:

- Sensores de temperatura.
- Conexiones de baja y media tensión mediante botellas.
- Elementos de elevación y arrastre.
- Ruedas orientables.
- Conmutador de 5 posiciones, accionamiento en vacío.

Para la protección del lado de media tensión del transformador frente a sobrecargas y cortocircuitos se empleará un interruptor automático accionado por un relé de protección autoalimentado con las funciones de máxima intensidad de fases y neutro.

AUTOVÁLVULAS 30 KV

La función de las autoválvulas es la de proteger el transformador frente a las sobretensiones que puedan ocurrir. Se colocan entre las bornas de alta tensión del transformador (30 kV) y tierra y constituyen lo que se denomina protección interna del parque eólico.

Las autoválvulas de 30 kV estarán montadas en la parte de arriba del transformador, enganchadas en unas pletinas de cobre que deberán ser suministradas por el fabricante del transformador.

El objetivo de la protección interna es evitar los daños de los equipos conectados a las redes de energía y datos de las sobretensiones producidas por la descarga directa del rayo y las inducidas por una descarga cercana, una conmutación de la red de MT, etc. La metodología de protección se basa en la colocación de descargadores de sobretensiones. Estos descargadores están constituidos fundamentalmente por resistencias variables con la tensión (varistores y diodos supresores) y vías de chispas.

Las características principales de estas autoválvulas son:

Tensión nominal	30 kV
Intensidad nominal de descarga	10 kA
Tensión continua de operación (COV)	36 kV.
Sobretensión temporal (TOV a 1 seg)	41,4 kV.
B.1L. del transformador	170 kV.
Longitud	520 mm
Distancia de fuga	760 mm

CABLE DE MEDIA TENSIÓN PARA UNIÓN DE CELDA DE MT Y TRANSFORMADOR

Para la interconexión entre el transformador y su celda de protección se prevé cable unipolar de designación RHZ1 18/30 3x(1x150) mm² Al, provistos de una armadura de cobre de 16 mm². La longitud total del cable será de 10 metros. Según la IEC 332-1, el cable será cero halógeno y no propagador de la llama.

CARACTERÍSTICAS DE CELDAS

Características generales de los tipos de Celdas empleadas en los Centros de Transformación, serán:

Generalidades

Está formada por un conjunto de celdas modulares de Media Tensión, con aislamiento y corte en SF6, unidas entre sí. Sale de fábrica como una celda compacta, ensayada, ensamblada y montada sobre la bancada.

En función del número de entradas–salidas necesarias en cada aerogenerador serán necesarios distintos grupos funcionales.

Configuración de celdas

La entrada de línea hacia el aerogenerador posterior, se instalará un remonte rígido de cables a barras (**0L**).

La salida de línea desde el, o los aerogeneradores anteriores, se utilizará un interruptor-seccionador de tres posiciones (**1L**), lo que facilita las labores de explotación y mantenimiento del parque eólico.

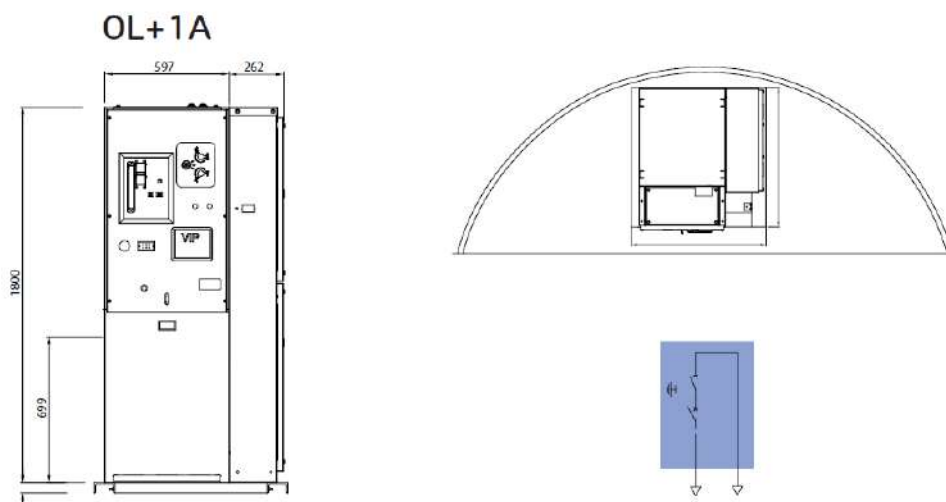
Módulo 0L: Función de remonte a barras.

Módulo 1L: Función de maniobra con interruptor-seccionador.

Módulo 1A: Función de protección con interruptor automático.

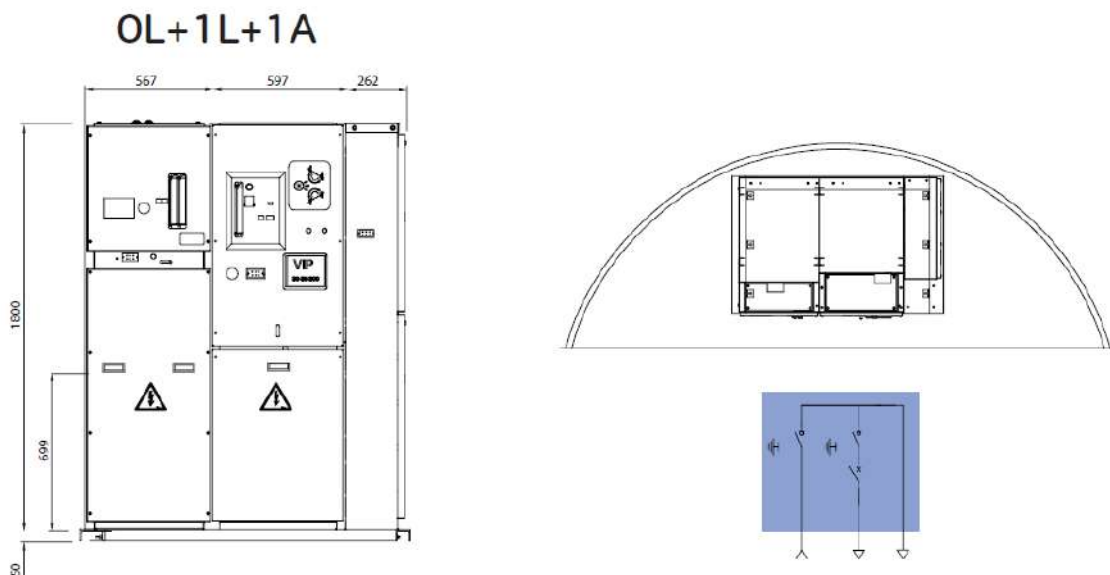
Las configuraciones elegidas para cada aerogenerador indicadas a continuación, están basadas en base a la seguridad, optimización de coste y ahorro de espacio:

- Aero de final de línea: **0L+1A**



Las dimensiones y pesos para esta configuración serían: 859 mm de ancho por 980 mm de fondo por 1.800 mm de alto y 400 kg de peso.

- Aero intermedio: **0L+1L+1A**



Las dimensiones y pesos para esta configuración serían: 1.426 mm de ancho por 980 mm de fondo por 1.800 mm de alto y 675 kg de peso.

➤ PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

La protección del transformador se realiza mediante el interruptor automático.

Incorpora un seccionador de tres posiciones, cuya operación se realiza manualmente mediante palanca de accionamiento.

Enclavamientos

La operación estándar del seccionador se realiza de forma manual mediante palanca de accionamiento.

Selección de función (maniobra admisible) se realiza mediante un selector de tipo bandera.

El diseño tipo bandera del selector, solamente permite que la palanca de accionamiento sea introducida en el punto de accionamiento correspondiente a la función seleccionada.

La palanca de accionamiento no puede ser extraída hasta que la maniobra del seccionador no haya sido totalmente finalizada.

El Interruptor Automático no puede ser cerrado, hasta después de haber puesto el selector de función en la posición neutral, que asegura el final de la maniobra.

El seccionador de 3 posiciones únicamente puede ser accionado cuando el interruptor automático se encuentra en posición abierto.

Combinación entre interruptor automático y seccionador

Todas las maniobras mecánicas y eléctricas sobre el interruptor automático, quedan impedidas mientras el selector de función del seccionador no esté en posición neutral.

Además, la puesta a tierra del seccionador, anula todas las maniobras eléctricas sobre el interruptor. Por su parte, no será posible realizar ninguna maniobra sobre el seccionador de 3 posiciones mientras el interruptor automático esté cerrado.

Acceso a cables MT y recinto del transformador

La función de protección dispone, como opción, de una llave que queda libre cuando dicha función está puesta a tierra.

A su vez, no es posible acceder al compartimento de cables de MT, mientras no esté puesta a tierra dicha unidad funcional.

En segundo lugar, existen enclavamientos internos específicos, que garantizan que con el panel extraído o con la llave extraída, queden impedidas las maniobras sobre el interruptor y el seccionador de puesta a tierra.

Características técnicas y eléctricas

Las características generales de la celda son las siguientes:

Tensión nominal (kV)	36
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad nominal (A)	630
Intensidad de cortocircuito (valor eficaz) (kA/s)	20/3
Intensidad de cortocircuito (valor cresta) (kA)	50/52
Nivel de aislamiento:	
A frecuencia industrial (50/60Hz-1 min)	70
A onda de impulso tipo rayo (kV)	170
Interruptor automático:	
Endurancia eléctrica (Clase)	E2
Endurancia mecánica (Clase)	M1
Capacidad de corte en cortocircuito (valor eficaz) (kA)	20
Seccionador de tres posiciones	
Endurancia eléctrica (Clase)	E0
Endurancia mecánica (Clase)	M0

➤ ENTRADA DE LÍNEA (1L):

Los interruptores-seccionadores son del tipo encapsulados de SF6, de tres posiciones: Conectado, desconectado y puesto a tierra y, por tanto, con seguridad intrínseca contra falsas maniobras.

Son de categoría de usos generales, para maniobra frecuente (100 maniobras). Disponen de capacidad de cierre en cortocircuito, tanto en la operación de cierre del interruptor- seccionador como de la puesta a tierra de cables.

La técnica de corte empleada, es el aislante del gas SF6.

Operación y mando

La velocidad de actuación en todas las maniobras de apertura y cierre (excepto la apertura del seccionador de puesta a tierra) es independiente de la actuación del operario. La operación del Interruptor-seccionador de 3 posiciones, puede ser siempre realizada manualmente mediante palanca de accionamiento.

De forma opcional, el mando de la función interruptor puede ser motorizado y la palanca de accionamiento puede ser del tipo antirretorno. Esta funcionalidad, combinada con los detectores de paso de falta Flair y las protecciones en la subestación colectora, permite aislar remotamente las faltas y restablecer el servicio de forma escalonada.

Enclavamientos

En el diseño del interruptor-seccionador, se han considerado todas las condiciones de operación, garantizando mediante enclavamientos adecuados la máxima seguridad de los operarios y la instalación.

Acceso a cables de MT

Solamente una vez puesto a tierra el circuito, queda liberado el enclavamiento que permite el acceso al compartimento de cables de MT. Opcionalmente puede incorporarse un enclavamiento por cerradura, de tal forma que su llave quede liberada con la puesta a tierra cerrada y el panel desenclavado.

Características técnicas y eléctricas

Las características generales de la celda son las siguientes:

Tensión nominal (kV)	36
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad nominal (A)	630
Intensidad de cortocircuito (valor eficaz) (kA/s)	20/3
Intensidad de cortocircuito (valor cresta) (kA)	50/52
Nivel de aislamiento:	
A frecuencia industrial (50/60Hz-1 min)	70
A onda de impulso tipo rayo (kV)	170
Interruptor - seccionador:	
Endurancia eléctrica (Clase)	E3
Endurancia mecánica (Clase)	M1
Seccionador de puesta a tierra	
Endurancia eléctrica (Clase)	E2
Endurancia mecánica (Clase)	M0

➤ FUNCIÓN DE REMONTE (0L):

La entrada de línea hacia el aerogenerador posterior, se recomienda mediante remonte rígido de cables a barras (0L).

Enclavamientos

Debe prestarse especial atención a la utilización adecuada de enclavamientos que impidan realizar bajo tensión la puesta a tierra accidental de todo el circuito de MT.

Para el acceso a los conectores de la función de remonte, es necesario comprobar que no existe tensión en dicho punto del circuito. Tras haber verificado la ausencia de tensión, proceder a desmontar el panel.

Existen opcionalmente enclavamientos de puesta a tierra con llave.

Indicador de la presencia de tensión

En la parte frontal de los equipos están incorporados los sistemas indicadores de presencia de tensión. El parpadeo de cada lámpara indica la presencia de tensión en el cable correspondiente a la fase indicada (L1-L2-L3).

Módulo de remonte con puesta a tierra 0LT

Se puede requerir únicamente un seccionador de puesta a tierra para la entrada y excepcionalmente incluso para la entrada y salida de las líneas un aerogenerador.

Para ello se puede utilizar un módulo funcional DVCAS 0LT que permite la conexión de hasta 2 cables por fase (3 conectores de dimensiones reducidas) para realizar las entradas y salida de línea.

Los componentes de este módulo, son los mismos que los del módulo de entrada de línea 1L, considerando que no incorpora la función interruptor de línea ni sus elementos asociados.

Características técnicas y eléctricas

Las características generales de la celda son las siguientes:

Tensión nominal (kV)	36
Frecuencia (Hz)	50
Intensidad nominal (A)	630
Intensidad de cortocircuito (valor eficaz) (kA/s)	20/3
Intensidad de cortocircuito (valor cresta) (kA)	50/52
Nivel de aislamiento	
A frecuencia industrial (50/60 Hz-1 min) (kV)	70
A onda de impulso tipo rayo (kV)	170
Categoría del seccionador de puesta a tierra (0LT)	
Endurancia eléctrica (Clase)	E2
Endurancia mecánica (Clase)	M0

7.2.3 RED COLECTORA DE MEDIA TENSIÓN

La función de la red colectora de media tensión es la de recoger toda la energía producida por los aerogeneradores y transportarla hasta el Centro de Seccionamiento, y mediante una línea subterránea/aérea de 30 kV hasta la Subestación Dama de Baza, donde se elevará a 220 kV para su evacuación a la red.

La línea discurre subterránea por el lateral de los caminos, con cables de 150 mm² en aluminio, UNE RHZ1 18/30KV, enlazando los transformadores de cada aerogenerador hasta alcanzar el Centro de Seccionamiento a 30KV.

Por la misma canalización se prevé un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x50mm² en cobre desnudo, que se unirá con la puesta a tierra del Centro de Seccionamiento y un cable de fibra óptica multimodo.

Los cables irán directamente enterrados siendo el acceso a los aerogeneradores bajo tubo de plástico embebido en el hormigón de la cimentación. El paso de viales deberá ser también bajo tubo.

Por cuestiones técnicas, económicas y ambientales, es conveniente que la zanja de cables transcurra paralela a los caminos de acceso a los aerogeneradores. Cuando no haya otra solución, en el caso de que la zanja no discorra al lado de ningún camino, por motivos de seguridad la profundidad de dicha zanja será de 1,50 metros.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de M.T. se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control del Parque Eólico.

Se utilizarán conductores con aislamiento de polietileno reticulado de aluminio y cubierta exterior será de PVC color rojo. Las secciones se describen a continuación:

CIRCUITO	TRAMO	TIPO CABLE	SECCIÓN (mm ²)	LONGITUD (m)
Circuito 1	DB08-DB09-DB10-CSE	RHZ1-18/30	150	1.744
Circuito 2	DB05-DB06-DB07-CSE	RHZ1-18/30	150	2.235
Circuito 3	DB03-DB04-CSE	RHZ1-18/30	150	2.678
Circuito 4	DB01-DB02-CSE	RHZ1-18/30	150	3.447
Circuito 5	DB19-DB18-DB11-CSE	RHZ1-18/30	150	3.761
Circuito 6	DB16-DB17-CSE	RHZ1-18/30	150	4.058
Circuito 7	DB14-DB15-CSE	RHZ1-18/30	150	5.661
Circuito 8	DB12-DB13-CSE	RHZ1-18/30	150	5.868
TOTAL				29.022

En general, se observarán las normas correspondientes que dicte la compañía eléctrica.

La pantalla metálica será puesta a tierra en cada aerogenerador, en el centro de transformación y, en general, en cualquier instalación de media tensión donde el conductor haga entrada o salida.

Las entradas de los cables a las celdas de los aerogeneradores se realizarán con la ayuda de terminales enchufables de conexión reforzada apantallados (atornillables) acodados.

7.2.4 CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE ENERGÍA

Cada circuito de 30 kV entra en una celda colectora del Centro de Seccionamiento instalado próximo al parque eólico. Las diferentes celdas que existirán serán:

- 9 Celdas de línea.
- 1 Celda de Medida
- 1 Celda de protección de transformador de servicios auxiliares.
- 1 Celda de protección con interruptor automático.

(Este apartado se verá en mayor profundidad en el punto 8)

7.2.5 SISTEMA DE CONTROL DEL PARQUE EÓLICO

El control y gestión del parque (hardware y software) se realizará mediante el sistema de control suministrado por ENERCON.

Las comunicaciones entre los aerogeneradores del parque eólico, se realizarán mediante la instalación, en el Centro de Seccionamiento, de un Centro de Control del Parque utilizando fibra óptica multimodo, que deberá ser apta para instalación intemperie y con cubierta no metálica antirroedores, con capacidad de operación remota. El número de fibras en los cables de fibra óptica será tal que queden libres al menos el 50% del número de fibras utilizadas.

Todos los aerogeneradores dispondrán de su propio sistema de control, que estará comandado mediante el sistema de control de ENERCON.

Para mostrar el estado de todas las turbinas del parque utilizando este software se conectará cada una de las turbinas con las demás mediante un cable de fibra óptica, que también se utilizará para comunicar mensajes de error a unidades de mantenimiento.

El sistema de telemando constará, básicamente, de un ordenador central dotado de un software específicamente diseñado para aplicaciones en parques eólicos. Entre sus funciones podemos destacar:

- Visualización de los parámetros de todas las turbinas del parque eólico.
- Visualización de los parámetros de funcionamiento del sistema eléctrico.
- Actuación sobre las turbinas: arrancada, parada, gestión de alarmas, etc.
- Actuación sobre las funciones básicas eléctricas del parque, desconexión de turbinas, desconexión de parque, gestión de alarmas, etc.
- Generación de históricos de todos los parámetros fundamentales.

7.2.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS DE PROTECCIÓN

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad del Parque Eólico, incluyendo el Centro de Seccionamiento de 30 kV y el cable de acompañamiento tendido en la zanja. Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio según la MIE-RAT-13-6.3.

La puesta a tierra, además de asegurar el funcionamiento de las protecciones, garantiza la limitación del riesgo eléctrico en caso de defectos de aislamiento, manteniendo las tensiones de paso y de contacto por debajo de los valores admisibles; según la MIE-RAT 13.

Los objetivos de la red de tierra única son los siguientes:

- Mejorar la seguridad del personal de servicio del Parque, minimizando las tensiones de paso y contacto.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo con objeto de limitar su paso al terreno y minimizar la elevación del potencial de tierra GPR.
- Minimizar los efectos de la ferorresonancia.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo y evitar que ésta retorne por el sistema de comunicaciones, lo que daría lugar a la destrucción del mismo.

Sistema de tierras del generador

Está formado por cinco anillos circulares de conductor de cobre desnudo de 1 x 50 mm² 0,6/1 kV y picas bimetálicas de acero cobreado dispuesto de la siguiente manera:

- Anillo en el interior de la torre a una profundidad de 0,30 m embebido en el hormigón y de 1 metro de diámetro. De este anillo saldrán cuatro conductores conectados al interior de la torre.
- Anillo en el exterior de la torre a una profundidad de 0,30 m embebido en el hormigón y a 0,5 m de distancia de la virola.
- Anillo en el exterior de la torre embebido en el hormigón, a una distancia de 0,30 m por encima del hormigón de limpieza y a 0,30 m de la virola. Este anillo se conectará mediante conductor de Cu 0,6/1 kV 50 mm² al anillo anterior.
- Anillo en el exterior de la torre embebido en el hormigón, a una distancia de 0,30 m por encima del hormigón de limpieza y de un diámetro de 12 m. Este anillo se conectará mediante conductor de Cu 0,6/1 kV 50 mm² al anillo anterior.
- Anillo en el exterior de la cimentación, instalado a una profundidad de 0,60 m y a una distancia de la cimentación de 1 m. Este anillo se conectará mediante conductor de Cu 0,6/1 kV 50 mm² al anillo anterior y además de él saldrán cuatro conductores a la superficie de la cimentación.
- En los puntos de la periferia del anillo exterior, se situarán seis (6) picas bimetálicas de acero cobreado de 6 m de longitud y 14,6 mm de diámetro hincadas en el suelo a una profundidad de 1 m y dispondrán de registros de hormigón para inspección de su toma de contacto.
- Para reducir la resistencia depuesta a tierra, se realizará una malla de 48 x 48 metros con cuadrículas de 4 x 4 metros con cable desnudo de Cu 50 mm² 0,6/1 kV instalado a una profundidad de 0,60 m y 16 picas bimetálicas de acero cobreado de 6 m de longitud y 14,6 mm de diámetro hincadas en el suelo a una profundidad de 1 m indicadas en la periferia del mallazo.

Las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica tipo CADWELD de alto punto de fusión y las derivaciones por las estructuras metálicas de la aparamenta se fijarán por medio de piezas metálicas atornilladas.

El sistema de tierra deberá de conectarse a la armadura de la cimentación en 8 puntos diferentes con la ayuda de conectores transversales.

Las conexiones entre los cables de tierra dentro del hormigón se realizarán con conectores en cruz de 30 mm y 4 tornillos M8x25.

La resistencia total del sistema de puesta a tierra de cada aerogenerador medido de manera individual deberá de resultar menor de 2Ω . En caso de que no se cumpliera, habría que modificar algún parámetro del electrodo de puesta a tierra, añadiendo picas o algún conductor más.

La línea principal de protección será 0,6/1 kV de Cu 50 mm², aislada, conectando todos los elementos metálicos: celdas de M.T.; armadura zapata, torre, plataformas, herrajes, estructura envolvente del transformador, cuadros y otros.

A la principal de servicio, análoga a la anterior, se conectarán los neutros de los transformadores y del generador.

Se prevé colocar, en el interior de la torre de los aerogeneradores, unas pletinas soldadas a la torre en la que se encontrarán conexionados los cables de tierra.

Sistema de tierras del sistema colector

Discurre por el mismo itinerario que las zanjas que contienen las líneas de M.T., enlazando cada uno de los aerogeneradores con el Centro de Seccionamiento; con una longitud aproximada de 983 m.

Se resuelve con cable de cobre aislado RV 0,6/1 kV 1 x 50 mm² de sección, enterrado a 0,90 m de profundidad, hasta alcanzar la caja de verificación del Centro de Seccionamiento.

DESCRIPCIÓN PUESTA DE TIERRA DE SERVICIOS (NEUTRO TRANSFORMADOR) EN AEROGENERADORES

Se dispondrá de tierra para el neutro del transformador del aerogenerador, separada de la tierra de protección, con el fin de no transferir tensiones peligrosas a la instalación de B.T.

Parámetros característicos de la puesta a tierra según la configuración 5/32 elegida:

- Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
- Profundidad 0,5 metros.
- Longitud de las picas 2 metros.
- Sección del conductor 50 mm².
- Diámetro de las picas 14,6 mm.
- Separación entre picas 3 m.
- Número de picas 4.
- $K_r = 0,100$
- $K_p = 0,0127$

Por consiguiente, se dispondrá de una toma de tierra del neutro con cable aislado 0,6/1 Kv 50 mm² en tubo de PVC grado de protección 7 como mínimo y separada 235 m de la toma de tierra de protección.

EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

En la instalación de la puesta a tierra de protección y de servicio, se cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Cada una de ellas llevarán dos bornes accesibles para la medida de la resistencia de tierra.
- b) Todos los elementos que constituyen una instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- c) Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- d) No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores de un CT.
- e) La línea de tierra, que conecta los elementos a poner a tierra con los electrodos, será de 50 mm² de cobre. En el caso de tierras separadas, la línea de tierra del neutro será de cobre de nivel de aislamiento 0,6/1 kV.

8 CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE ENERGÍA

8.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El Centro de Seccionamiento se situará en un edificio prefabricado OrmaSET-M de Ormazabal o similar que albergará las celdas de M.T., los armarios de medida y protección, así como los equipos necesarios para el correcto funcionamiento, maniobra, protección, medida y conexión a la red.

El centro de seccionamiento de estudio está ubicado en las siguientes coordenadas (ETRS89):

$$X = 508047.00, Y = 4117680.00, HUSO = 30$$

Se dispondrá de forma que la entrada se realice a través de una línea subterránea de M.T. que recogerá la potencia generada en el emplazamiento eólico. Así mismo la salida se realizará por medio de una línea subterránea de M.T. a un apoyo junto al centro de seccionamiento desde donde parte una línea aéreo subterránea hasta la subestación Dama de Baza.

Se situará en un lugar del emplazamiento en el que el impacto visual y medioambiental sea el menor posible y a una distancia máxima de 100m de alguno de los aerogeneradores.

8.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se detallan las instalaciones y equipos, junto con sus características técnicas más representativas, que forman parte del centro de seccionamiento.

8.2.1 EDIFICIO

Se construirá un edificio prefabricado de metal OrmaCONTAINER de Ormazabal o similar donde se alojarán los equipos que constituyen el centro de seccionamiento. El edificio estará compuesto por una sala que albergará las celdas de M.T. y los armarios de medida y protección y el trafo de SS.AA. Existirá un acceso desde el exterior con las dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

Características principales

- Estructura portante realizada con perfiles estructurales de acero S235JRG2 (ASTM A36).
- Exterior e interior de techo y paredes realizadas con chapa galvanizada de 1,5mm de espesor (G90).
- Aislamiento en paredes y techo de 50 ÷ 75mm de espesor, con lana mineral, espuma de poliuretano o poliestireno extruido.
- Transmitancia térmica de $K < 0,5 \text{ W/m } 2^{\circ}\text{C}$.
- Aislamiento acústico medio $> 25\text{dB}$.
- Grado de aislamiento IP55.
- Chapas de piso de acero S235JRG2 de 6mm de espesor.
- Canalizaciones de cables por falso suelo.
- Embarrado de tierra con conexión múltiple.
- Sistema de pintura de acuerdo a prescripciones del cliente.
- Resistencia al fuego F60.

- Cálculo resistente sísmico según NCh2369.of2003. Cat. C1. Método estático / UBC Zona 4.
- Medidas: 3.000x2.500x6.100 mm
- Peso: 45.750 kg.

8.2.2 OBRA CIVIL

Para la instalación, se realizará una excavación de 8.800x3.180x560 mm, sobre esta se incorporará un lecho de arena compactada de 100 mm de espesor para evitar asientos diferenciales.

8.2.3 CELDAS DE M.T.

Las celdas de M.T. serán de tipo encapsulado metálico, aislamiento en SF6, para instalación en interior en simple barra. Las celdas serán modulares y estarán compuestas de las siguientes funciones:

- Nueve (9) Celdas de Línea.
- Una (1) Celda de Protección trafo de SS.AA.
- Una (1) Celda de protección con interruptor automático.
- Una (1) Celda de Medida.

Para la conexión de los cables de aislamiento seco a las celdas se utilizarán terminales enchufables apantallados. Cada celda dispondrá de un colector general de tierras ejecutado en cobre electrolítico al que se conectarán todas las partes metálicas no sometidas a tensión.

➤ CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CGM 3 – V: Protección de línea

Celda modular, función de interruptor automático, provista de un interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionador y puesta a tierra).

- Tensión nominal, 36 kV
- Intensidad nominal, 630 A
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial 1 min:
 - A tierra entre dos polos y entre bornas del seccionador abierto, 70 kV
 - A la distancia del seccionamiento, 80 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
 - A tierra entre dos polos y entre bornas del seccionador abierto 170 kV
 - A la distancia del seccionamiento, 195 kV
- Arco Interno, 20 kA 1 s.

Interruptor automático s/IES 62271-100

- Intensidad de corta duración (circuito principal):
 - Valor eficaz 1/3 s, 20 kA
 - Valor de pico, 50 kA
- Poder de corte de corriente principal activa, 630 A
- Poder de corte cabes en vacío, 50 A
- Poder de corte de falta a tierra, 160 A

- Poder de corte de falta a tierra en cables en vacío, 90 A
- Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico), 50 kA

Seccionador de puesta a tierra s/IES 62271-102

- Intensidad de corta duración (circuito de tierras):
 - Valor eficaz 1 s, 20 kA
 - Valor de pico, 50 kA
- Poder de cierre del seccionador de tierra (valor de pico), 50 kA

CGM 3-L	TENSIÓN	ANCHO	FONDO	ALTO	PESO
L	36 kV	418 mm	845 mm	1745 mm	240 kg

CGM 3 – M: Medida

Celda modular, función de medida.

- Tensión nominal, 36 kV
- Intensidad nominal, 630 A
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial 1 min:
 - A tierra entre dos polos y entre bornas del seccionador abierto, 70 kV
 - A la distancia del seccionamiento, 80 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
 - A tierra entre dos polos y entre bornas del seccionador abierto 170 kV
 - A la distancia del seccionamiento, 195 kV
- Con transformadores de tensión e intensidad.

CGM 3-M	TENSIÓN	ANCHO	FONDO	ALTO	PESO
M	36 kV	900 mm	1160 mm	1950 mm	290 kg

CGM 3 – P: Protección de la línea de SS.AA.

Celda modular, función protección con fusibles, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectando seccionador y puesta a tierra, antes y después de los fusibles) y protección con fusibles limitadores.

- Tensión nominal, 36 kV
- Intensidad nominal:
 - En barras e interconexión celdas, 400 A
 - Bajante transformador, 200 A
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial 1 min:
 - A tierra entre dos polos y entre bornas del seccionador abierto, 70 kV
 - A la distancia del seccionamiento, 80 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
 - A tierra entre dos polos y entre bornas del seccionador abierto 170 kV
 - A la distancia del seccionamiento, 195 kV
- Arco interno, 20 kA/1s

Interruptor s/IEC 60265-1

- Intensidad de corta duración:
 - Valor eficaz 1/3 s, 16/20 kA
- Intensidad de corta duración:
 - Valor eficaz 1s, 16/20 kA
 - Valor eficaz 3s, 20 kA
 - Valor de pico, 40 kA
- Poder de corte, Corriente principal activa, 200 A
- Poder de cierre (valor de pico), 40 kA

CGM 3-P	TENSIÓN	ANCHO	FONDO	ALTO	PESO
P	36 kV	480 mm	1160 mm	1010 mm	211 kg

8.2.4 TRAF0 DE SS.AA.

Se instalará, en el Centro de Seccionamiento, un transformador de 100 KVA, relación 30.000/400V, para alimentar a los Servicios Auxiliares.

El transformador disminuye la tensión desde 30.000 V hasta 400 V. El elemento refrigerante del transformador consiste en un aceite sintético.

Las características eléctricas fundamentales del transformador, serán las siguientes:

FABRICANTE	Imefy o similar
FRECUENCIA	50 Hz
NÚMERO DE FASES	3
POTENCIA NOMINAL	100 kVA
TENSIÓN NOMINAL PRIMARIA	30.000 V
TENSIÓN NOMINAL SECUNDARIA	400 V
REGULACIÓN DE TENSIÓN	+4x2,5%
TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO	4,5%
GRUPO DE CONEXIÓN	Dyn11
SERVICIO	Continuo
REGULACIÓN	En vacío
NIVEL DE DESCONEXIÓN POR TEMPERATURA	115°C
NIVEL DE ALARMA POR TEMPERATURA	110°C
CALENTAMIENTO: SILICONA/ARROLLAMIENTOS	65/105
PÉRDIDAS EN VACÍO MÁXIMAS	170 W
PÉRDIDAS EN CU (75°C) MÁXIMAS	1.050 W
PESO MÁXIMO TRAF0+CARCASA	595 kg

8.2.5 PROTECCIÓN

El sistema y equipos de protección se basarán en la configuración que se establece en el esquema unifilar del centro de seccionamiento. Los relés de protección a instalar en el armario de protección serán los siguientes:

- Un relé de máxima y mínima frecuencia (81m, 81M, 81R) conectado entre fases:
Ajustado a 51 Hz y 48 Hz con una temporización de 0,2 y de 3 segundos respectivamente.
- Un relé de máxima tensión (59) conectado entre fases:
Ajustado a 1,10 Un con una temporización de 0,6 segundos
- Un relé trifásico de mínima tensión (27, 27X):
Ajustado a 0,85 Un, con una temporización de 1,6 segundos, de acuerdo a los “Procedimientos de verificación, validación y certificación de los requisitos del PO 12.3 sobre la respuesta de las instalaciones eólicas y fotovoltaicas ante huecos de tensión” versión 10.
- Un relé de máxima tensión homopolar (59, 59N) conectado en triangulo abierto:
Ajustado a 20 voltios para T/t con secundario en triangulo abierto de tensión nominal 110/3 con una temporización en 0,6 segundos.
- Dos relés de fase y uno de neutro de máxima intensidad (50/51/51N):
Tiempo inverso con unidad instantánea y temporizada para detectar faltas en la instalación generadora y provocar el disparo del interruptor de interconexión. El rango de la unidad de disparo instantáneo de fase permitirá su ajuste para el 130% de la intensidad de falta en el lado secundario del transformador de potencia.
- Relé de protección diferencial (87L)
- Dispositivo de sincronización o puest en paralelo (25)
- Relé de protección de tierra (64)
- Automatismo de reposición: (79)

El interruptor automático estará dotado de un automatismo que permitirá su reposición de forma automática si su apertura se ha producido por actuación de las protecciones voltimétricas (27, 59, 59N, 81m/M).

El automatismo permitirá el cierre si se cumplen las siguientes condiciones:

- Presencia de tensión de red, estable como mínimo durante 3 minutos.
- No existe actuación de las protecciones de sobreintensidad 50/51.

El automatismo bloqueará el cierre por actuación de las protecciones de sobreintensidad (50/51) asociadas al interruptor y solo se podrá desbloquear en local, después de identificar el origen de la actuación de esta protección y la eliminación de la causa del disparo.

Si la apertura del interruptor se produce manualmente por personal de la instalación generadora, el automatismo quedará deshabilitado.

- Vigilancia de tensión auxiliar y de estado de la protección:

La celda del interruptor dispondrá de una bobina de vigilancia de la tensión auxiliar de continua que provocará su disparo por fallo de la alimentación de Vcc. El disparo de los interruptores magnetotérmicos de las protecciones de la celda provocará, a su vez el disparo del interruptor de corte general e impedirá su cierre mientras no se rearmen.

El relé o relés de protecciones dispondrán de control por watch-dog y la activación del mismo provocará disparo y enclavamiento de la celda.

8.2.6 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

Se instalarán juegos de tres transformadores inductivos monofásicos, conectados entre fase-tierra, que resulten necesarios de acuerdo con el esquema utilizado. Los transformadores de tensión se conectarán en el lado red del interruptor de corte general.

Podrán instalarse transformadores de dos devanados (protección y triángulo abierto) exclusivamente para la función de protección, o utilizar transformadores de tres devanados (protección, medida y triángulo abierto).

Los devanados utilizados para alimentar la medida, serán de uso exclusivo para el equipo de medida de facturación.

Las características de los transformadores de tensión serán:

- Tensión primaria de acuerdo con la tensión de la red.
- Tensión secundaria: 110:3 V para protección, 110:3 V para medida y 110:3 V para el triángulo abierto (tanto para alimentar al relé de tensión homopolar, 59N, como para la resistencia de protección contra sobretensiones por ferorresonancia)
- Clase de Precisión: 0,2 (productores del Tipo I) o 0,5 (productores del Tipo II y III) para medida de facturación, 0,5 para medida local y la requerida por REE Distribución Eléctrica, 0,5 para protección y 3P para ferorresonancia.
- Potencia de Precisión: para medida y protección, debiendo ajustarse el consumo de los secundarios (para el caso de la medida) según lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida y sus ITCs (Instrucciones Técnicas Complementarias) correspondientes en vigor.
- Los transformadores quedarán conectados a tierra cumpliendo las prescripciones reglamentarias.

8.2.7 MEDIDA

Los equipos que intervienen en la medida de energía eléctrica se alojarán en un armario normalizado que dispondrá de su correspondiente bloque de pruebas para facilitar su verificación y reparación.

Se instalará un armario de medida en el Centro de Seccionamiento.

8.2.8 BATERÍAS

Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida tipo SAI:

- SAI/UPS online doble conversión
- Tecnología de control digital por microprocesador
- Alarmas visuales (led) y acústicas en caso de fallo de red
- Pantalla LCD con completa información sobre el estado del SAI/UPS (6 y 10 KVA)

- Arranque con batería sin presencia de tensión AC
- Protecciones frente a sobrecargas, cortocircuito y mínima tensión de batería
- RS232 + software para una completa monitorización del equipo
- Desconexión programable
- Alto factor de potencia de entrada ≥ 0.98
- By-pass manual opcional (6/10 KVA)
- Tarjeta SNMP opcional / Conversor RS232 Ethernet
- Tiempo de carga: 8h al 90%
- Display LCD ($\geq 6\text{Kva}$) Presencia de red, fallo SAI, sobrecarga, batería baja
Acústico Fallo de red, sobrecarga, batería baja

8.2.9 TELECONTROL

Para la recepción de señales, alarmas y medidas de la instalación de generación eólica y su transmisión al centro remoto de operación, así como para llevar a cabo el soporte de telecontrol, se dispondrá de un equipo de comunicaciones que se alojará en un armario individual para ese fin.

El equipo de comunicaciones estará compuesto por un concentrador de fibra óptica, un convertidor de señal, un modem, una antena situada en el exterior del edificio y un sistema de alimentación ininterrumpida tipo SAI.

8.2.10 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

TIERRA DE PROTECCIÓN

Se construirá una malla de tierra exterior al edificio del Centro de Seccionamiento a un (1) metro de distancia de la cimentación. Estará formado por cable de cobre desnudo 0,6/1 kV de 50 mm² enterrado a una profundidad de 0,90 m.

A esta malla de tierra como especifica la MIE-RAT 13 se conectarán las tierras de protección (partes metálicas de la instalación que no están en tensión normalmente al objeto de dar mayor seguridad al personal que transite por el Centro de Seccionamiento).

Las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica tipo CADWELD de alto punto de fusión y las derivaciones por las estructuras metálicas de la aparamenta se fijarán por medio de piezas metálicas atornilladas. En los puntos de la periferia de dicha malla se situará una pica bimetálica, en total 4 picas, de acero cobreado de 2 m de longitud, y 14,6 mm de diámetro hincadas en el suelo que dispondrán de registros de hormigón para inspección de su toma de contacto.

Asimismo, se conectará a esta puesta a tierra, el cable de cobre desnudo 0,6/1 kV 1 x 50 mm² procedente de los aerogeneradores, así como las pantallas de cobre de los cables subterráneos de las líneas de media tensión. De esta manera, se reducen casi al mínimo los valores de tensión de paso y contacto en la instalación, dadas las dimensiones del electrodo en su conjunto.

TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del transformador de servicios auxiliares, de baja tensión se conectará a una toma de tierra, independiente del sistema, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

Parámetros característicos de la puesta a tierra según la configuración 5/32 elegida:

- Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
- Profundidad 0,5 metros.
- Longitud de las picas 2 metros.
- Sección del conductor 50 mm².
- Diámetro de las picas 14,6 mm.
- Separación entre picas 3 m.
- Número de picas 4.
- $K_r = 0,100$
- $K_p = 0,0127$

Por consiguiente, se dispondrá de una toma de tierra del neutro con cable aislado 0,6/1 kV 50 mm² en tubo de PVC grado de protección 7 como mínimo y separada 235 m de la toma de tierra de protección.

9 LÍNEA DE EVACUACIÓN

9.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La evacuación de la energía eléctrica producida por los aerogeneradores se realiza mediante un circuito de media tensión a 30 kV directamente enterrado que discurrirá por el interior del parque hasta el centro de seccionamiento.

El transporte de la energía hasta el punto de conexión propuesto por Red Eléctrica se divide en los siguientes tramos.

El primer tramo transcurre con una línea aérea partiendo del centro de seccionamiento con una tensión de 30 kV hasta un apoyo de conversión aéreo subterráneo.

El segundo tramo se realiza de forma subterránea para conectar con la subestación elevadora “Dama de Baza” de 220/30 kV desde donde parte el tercer tramo, también subterránea, hasta la Subestación “Venalta” para la conexión a red.

Unido a esto, se ha optado por el soterramiento de la línea en el interior del parque por seguridad y por minimización del impacto ambiental que éstas producirían en caso de ser aéreas.

En el recorrido de los cables directamente enterrados, a lo largo de la zanja, se encontrará una placa de protección en la parte superior de dichos cables.

	Tipo	Longitud (m)	Cable
Tramo 1	Aéreo	3.026	LA-180 a 30 kV Duplex
Tramo 2	Subterráneo	200	XLPE 30kV 2x400 mm ² bajo tubo de Ø200 mm
Tramo 3	Subterráneo	525	XLPE 220kV 1x630 mm ² bajo tubo de Ø200 mm
	Total	3.751 m	

La línea eléctrica de simple circuito discurre, una parte de forma aérea con conductores LA-180, y otro tramo subterráneo con conductores unipolares de 400mm² y 630 mm² Al XLPE bajo tubos de PE de 200 mm de diámetro también a simple circuito.

1º Tramo: Aéreo. Desde el centro de seccionamiento hasta apoyo de conversión aéreo-subterráneo. La longitud de este tramo es de 3.026 m.

2º Tramo: Subterráneo. Desde apoyo de conversión aéreo-subterráneo hasta subestación elevadora “Dama de baza”. La longitud de este tramo es de 200 m.

3º Tramo: Subterráneo. Desde subestación elevadora “Dama de Baza” hasta subestación de enlace “Venalta”. La longitud del tramo es de 525 m.

APOYO DE PASO AÉREO- SUBTERRÁNEO

En el paso aéreo subterráneo y viceversa se instalarán 3 seccionadores unipolares y 3 autoválvulas por circuito, y pararrayos de óxido metálico, para la protección de sobretensiones transitorias.

Los terminales utilizados, serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.

9.2 LÍNEA AÉREA 30 KV

9.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La línea de alta tensión a ejecutar discurre por el término municipal de Huéneja (Granada). El recorrido de las instalaciones a realizar comienza en el centro de seccionamiento de 30 kV del parque eólico y finaliza en el apoyo de paso aéreo subterráneo hasta llegar a la SET Dama de Baza, que funciona como elevadora a 220 kV para conectar en la SET Venalta.

La línea proyectada tiene una longitud total aproximada de 3,026 km.

9.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA

La longitud total aproximada de la línea es de 3,026 km. Los vanos se proyectarán con longitudes entre los 80 y los 380 m, debido a la orografía del terreno, los esfuerzos en los vanos y los cruzamientos con vías de comunicación, ríos, etc., y la localización de edificaciones.

La altitud del terreno en el que se proyecta la línea es de 1080,00 metros de media, por lo que la zona a tener en cuenta en los cálculos será la ZONA C (más de 1.000 m).

Las características más importantes de la línea aérea 30 kV son:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV).....	30
Tensión más elevada de la red (KV).....	36
Nº de circuitos	1
Nº de conductores aéreos por fase.....	2
Tipo de conductor aéreo	LA-180
Intensidad máxima de transporte (A)	431,17
Potencia máxima de transporte en aéreo (MW).....	38 MW (cos ϕ =1)
Longitud (km).....	3,026 km
Zona de aplicación.....	ZONAS C
Tipo de aislamiento.....	Cadenas de aisladores de vidrio LA180-30kV-SIM-VID
Puesta a tierra	Mallazo electrosoldado
Categoría	3ª

TRAZADO

Como se ha indicado anteriormente la traza de la línea discurre por el término municipal de Huéneja (Granada).

La línea aérea objeto del presente proyecto parte del Centro de Seccionamiento del Parque Eólico "Dama de Baza" hasta llegar a un apoyo de paseo aéreo subterráneo próximo a la subestación "Dama de Baza".

La LAAT 30 kV SC duplex para evacuación del centro de seccionamiento tendrá un total de 14 vanos (15 apoyos), con una longitud total de 3,026 Km. Todos los apoyos son de simple circuito duplex y desde el apoyo 15 se realiza un paso aéreo subterráneo para conectar con la subestación "Dama de Baza".

Apoyo nº	Coordenada X UTM	Coordenada Y UTM	Cota
1	508040,00	4117671,00	1084,31
2	507871,65	4117754,87	1093,20
3	507685,86	4117847,43	1095,00
4	507487,94	4117945,87	1092,52
5	507272,87	4118030,76	1102,15
6	507124,33	4118089,40	1106,13
7	506917,94	4118170,87	1098,96
8	506836,94	4118422,87	1106,96
9	506593,54	4118531,97	1118,01
10	506422,80	4118608,51	1122,29
11	506195,90	4118710,23	1123,78
12	505992,53	4118801,39	1125,26
13	505792,26	4118891,17	1125,01
14	505620,93	4118967,97	1123,87
15	505445,98	4119046,40	1125,02

Las parcelas afectadas por la línea aérea son las siguientes:

- Huéneja:** 18099A01109002, 18099A01309003, 18099A01400002, 18099A01409001, 18099A01309002, 18099A01105048, 18099A01100036, 18099A01100035, 18099A01100040, 18099A01100034, 18099A01105071, 18099A01109004, 18099A01105031, 18099A01105037, 18099A01105038, 18099A01105039, 18099A01105040, 18099A01105041, 18099A01105045, 18099A01105046, 18099A01105047, 18099A01105042, 18099A01109009, 18099A01105051, 18099A01105052, 18099A01105053, 18099A01100054, 18099A01109012, 18099A01100054, 18099A01100053, 18099A01109008, 18099A01000024, 18099A01009016, 18099A01000025, 18099A01009012, 18099A01000149, 18099A01000037, 18099A01000038, 18099A01000039, 18099A01000040, 18099A01000041, 18099A01000023

Los cruzamientos producidos por el trazado de la línea aérea son los siguientes:

Cruzamiento	Organismo afectado	Elemento con el que se cruza la línea
C1	Confederación Hidrográfica del Sur	Rambla De Doña Jerónima
C2	Confederación Hidrográfica del Sur	Rambla de las Piletas
C3	Confederación Hidrográfica del Sur	Rambla del Gobernador
C4	REE	Línea Eléctrica
C5	Ayuntamiento de Huéneja	Camino Nuevo del Gobernador

CONDUCTOR DESNUDO

El tendido aéreo se llevará a cabo con cable de aluminio-acero de 181,6 mm² (UNESA LA-180), que posee las siguientes características:

Características 147-AL1/34-ST1A (LA-180)	
Sección total del conductor	181,6 mm ²
Sección Aluminio	147,3 mm ²
Sección Acero	34,4 mm ²
Composición	Aluminio-Acero (30+7)
Número de hilos de aluminio/Diámetro	30/2,50
Número de hilos de acero/Diámetro	7/2,50
Diámetro del cable completo	17,50 mm
Diámetro Alma	7,50 mm
Carga mínima de rotura	6.760 kg
Peso total del cable	634 kg/km
Peso Aluminio	407 kg/km
Peso Acero	227 kg/km
Módulo de elasticidad	7600 kg/km
Coeficiente de dilatación	18*10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Equivalencia en Cobre	97 mm ²
Sección total del conductor	181,6 mm ²

Las características de Equivalencia en Cobre vienen determinadas por la aplicación del artículo 22 del vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

El conductor de tierra/comunicaciones será:

Características OPGW-48	
Nº de fibras	48
Diámetro	17 mm
Peso	624 kg/km
Sección	180 mm ²
Carga mínima de rotura	8.000 Kg
Módulo de elasticidad	12000 kg/mm ²
Coeficiente de dilatación	1,5*10 ⁻⁵ °C ⁻¹

AISLADORES

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:

- 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.

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple y protección avifauna para conductor LA-180 y 30 kV

- Código de la cadena: LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI
- Nº de elementos: 4 Uds
- Tipo de elementos: U40BS
- Longitud: 830,000 mm
- Peso: 9,633 daN
- Línea de fuga: 740,000 mm
- Carga de destrucción electromecánica: 4000,000 daN

- 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.

- Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple y protección avifauna para conductor LA-180 y 30 kV de
 - Código de la cadena: LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI
 - Nº de elementos: 4 Uds
 - Tipo de elementos: U70BS
 - Longitud: 1071,000 mm
 - Peso: 17,846 daN
 - Línea de fuga: 1280,000 mm
 - Carga de destrucción electromecánica: 7000,000 daN

DESCRIPCIÓN DE CADENAS SEGÚN TIPO DE APOYOS

Apoysos de fin de línea

En los apoyos de fin de línea se montarán los siguientes elementos:

3 cadenas simples de aisladores vidrio, – Aisladores tipo LA180-30kV-ANC-SIM-VID 4 Ud. – Grapa de amarre.

Cadenas de amarre. Coeficiente de seguridad = 2,5. Carga rotura grapa $\geq$ 90% R conductor.

Apoysos de alineación-suspensión

En los apoyos con cadena de suspensión se montarán los siguientes elementos:

3 cadenas simples de aisladores vidrio, – Aisladores tipo LA180-30kV-ANC-SIM-VID 4 Ud. – Grapa de amarre.

Cadenas de suspensión. Coeficiente de seguridad = 2,5.

Apoysos de amarre y/o de anclaje

En los apoyos de amarre y/o de anclaje se montarán los siguientes elementos:

3 cadenas simples de aisladores vidrio, – Aisladores tipo LA180-30kV-ANC-SIM-VID 4 Ud. – Grapa de amarre.

Cadenas de amarre. Coeficiente de seguridad = 2,5. Carga rotura grapa $\geq$ 90% R conductor.

HERRAJES

Estarán compuestos por los elementos necesarios para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los de fijación del cable de tierra al apoyo; los elementos de protección eléctrica de los aisladores y finalmente, los accesorios del conductor. Los herrajes serán fundamentalmente de hierro forjado galvanizado en caliente y todos deberán estar tratados adecuadamente frente a la corrosión. Los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador. Las grapas de compresión tendrán una carga de rotura no inferior al 95% de la del cable correspondiente. Se diseñará para soportar los esfuerzos a que están sometidos chapas de unión del apoyo a los grilletes, prestando especial atención al grueso de la chapa, así como la disposición de los taladros. En el caso de que, por la situación del taladro, la cadena resultase girada en relación a su posición se intercalaría la pieza necesaria para su adecuada instalación.

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.

Se adoptará en proyecto un coeficiente de seguridad de los herrajes de 2,5.

La composición de las cadenas del conductor será la siguiente:

Para las cadenas de suspensión: todas serán sencillas. Se instalará:

Ud.	Descripción	Código
1	Horquilla de bola en V	HB-11
4	Aislador de Vidrio	U40BS
1	Rótula	R-11
1	Grapa de suspensión	GS-3

Carga de rotura de horquilla de bola en V: 5.000 kg.

Carga de rotura de aislador: 4.000 kg.

Carga de rotura de rótula: 5.000 kg.

Carga de rotura de grapa de suspensión: 7.500 kg.

Para cadenas de amarre: Las grapas de amarre siempre serán de tipo compresión excepto en los siguientes casos:

- Cuando sea importante reducir el tiempo de ejecución de la grapa.
- Cuando discurra por zonas con criterio de diseño de protección frente a la contaminación salina (Apartado 3.2.1 6 del documento DMRE-LIN-02 de REE).
- Cuando interese que, a la llegada del pórtico de la subestación, el conductor continúe sin interrupción hasta las bornas del aparellaje.

En estos casos las grapas serán del tipo atornilladas.

Serán cadenas sencillas:

Ud.	Descripción	Código
1	Horquilla de bola en V	HB-16
4	Aislador de Vidrio	U70BS
1	Rótula	R-16
1	Grapa de suspensión	GA-3

Carga de rotura de horquilla de bola en V: 12.500 kg.

Carga de rotura de aislador: 7.000 kg.

Carga de rotura de rotula: 12.500 kg.

Carga de rotura de grapa de suspensión: 8.500 kg.

ACCESORIOS

Los accesorios de las líneas son los siguientes:

- Contrapesos para puentes.
- Amortiguadores de protección frente a vibraciones eólicas.
- Separadores.
- Varillas de reparación.
- Empalmes.
- Balizas.
- Salvapájaros.

Contrapesos para puentes

Los contrapesos para los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre, serán de hierro fundido, galvanizados y con un peso aproximado de 10 kg. No deberán dañar al conductor y estarán protegidos contra la corrosión. Se colocarán dos por puente y conductor de fase.

Amortiguadores de protección frente a las vibraciones eólicas.

El viento produce en las líneas aéreas el fenómeno de vibración eólica, debido al efecto de desprendimiento de torbellinos en la estela de los conductores, que produce una oscilación alternativa de los mismos. Este fenómeno se produce con vientos con componente transversal a la línea y con velocidades del orden de 1 a 10 m/s. Por tanto, cualquier línea eléctrica es susceptible de sufrir sus efectos. La flexión dinámica del conductor sujeto a vibración puede producir roturas prematuras por fatiga de sus alambres, con la consiguiente pérdida de conductividad y resistencia mecánica.

La intensidad del fenómeno depende fundamentalmente de las características del conductor, su tensión mecánica y las características del viento.

Dada la imposibilidad práctica de determinar previamente las condiciones de viento en cada vano de una línea, se deben adoptar soluciones generales, desde el lado de la seguridad, para prevenir sus efectos, en función del tipo de conductor y sus condiciones de tendido.

Varillas de reparación

En el caso de que las venas de aluminio del conductor resultasen dañadas o rotas, en la capa exterior, se podrán emplear varillas de reparación, hasta 4. A partir de este número se utilizará el manguito de empalme de compresión.

Empalmes

La unión de conductores entre sí en un vano (y cables de tierra) se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 90% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, al menos igual a la de un cable de la misma longitud. Los del cable de tierra serán de acero inoxidable.

Se cuidarán las prescripciones del actual Reglamento en cuanto al número de empalmes admisibles por vano, especialmente los cruces con autopistas, autovías y carreteras

En caso de que exista OPGW no se admitirán empalmes en vanos.

Balizas

Con objeto de destacar la presencia de tendidos eléctricos en zonas de mayor densidad de tráfico aéreo, se instalarán balizas en el/los hilo/s de tierra, con los siguientes criterios:

En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 metros. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 metros en cada hilo de tierra.

En cruces sobre autovías y autopistas se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de haber dos hilos de tierra se instalarán al tresbolillo.

La fijación de la baliza al hilo de tierra estará protegida con material adecuado (neopreno o similar) para evitar daño en el mismo. Serán preferentemente de material de fibra de vidrio y de forma esférica con un diámetro de 40 cm con posibilidad de oscilar en torno a esa cifra indicativa en función de cada caso y de los suministradores.

Salvapájaros

Se tendrá en cuenta la normativa técnica y de seguridad contemplada en el Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen Normas de Protección de la Avifauna para instalaciones eléctricas de Alta Tensión.

APOYOS

Los apoyos serán metálicos de celosía, formados por perfiles angulares de la serie de fabricación normal en este país, con acero AE-275 (A42b) para las diagonales y AE-355 (A52d) para los montantes, según la norma UNE 36080.8R, siendo su anchura mínima 45 mm y su espesor mínimo 4 mm.

Los tornillos empleados serán de calidad 5.6. La composición de la materia prima, la designación y las propiedades mecánicas cumplen la norma DIN-267, hoja 3. Las dimensiones de los tornillos y las longitudes de apriete se ajustan a las indicadas en la norma DIN-7990, con la correspondiente arandela de 8 mm, según norma DIN- 7989.

Las tuercas hexagonales se ajustarán a la norma DIN-555.

Protección superficial.

Todos los apoyos tendrán protección de superficie a base de zincado a fuego. El galvanizado se hará de acuerdo con la norma UNE 21006. Según la citada norma, la cantidad mínima de zinc será de 5 gramos por decímetro cuadrado de superficie galvanizada. La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad y sin manchas.

Dimensiones.

La altura útil de las torres en cada uno de los puntos del reparto se adaptará para conseguir, como mínimo, las distancias reglamentarias al terreno y demás obstáculos. En cada cantón se ha adoptado una catenaria de flecha máxima correspondiente a las condiciones de flecha más desfavorable.

Hipótesis de viento. Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según el artículo 16, a la temperatura de + 15° C.

Hipótesis de temperatura. Sometidos a la acción de su peso propio, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Se toma +75°C.

Hipótesis de hielo. Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el artículo 17 del Reglamento de Línea Aéreas de Alta Tensión, a la temperatura de 0° C.

Hipótesis de cálculo

Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad de los apoyos serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados. En este sentido, las hipótesis se clasifican de acuerdo con el cuadro siguiente:

Tipo de apoyo	Hipótesis normales	Hipótesis anormales
Alineación	1ª, 2ª	3ª, 4ª
Ángulo	1ª, 2ª	3ª, 4ª
Anclaje	1ª, 2ª	3ª, 4ª
Fin de línea	1ª, 2ª	4ª

Elementos metálicos. El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a: 1,5 para las hipótesis normales, y 1,2 para las hipótesis anormales.

CIMENTACIÓN

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08 (R.D. 1247/2008 de 18 de Julio).

Se proyectarán las cimentaciones de los distintos apoyos de acuerdo con la naturaleza del terreno, cuyas características, caso de no realizar los ensayos adecuados, vendrán definidas por los valores reflejados en los documentos a continuación relacionados, de acuerdo con el tipo de cimentación y el método de cálculo empleado.

Cimentaciones monobloque, constituidas por un único bloque de hormigón en el que se empotrará la parte inferior del apoyo.

El método de cálculo empleado es el de Sulzberger que confía la estabilidad de la cimentación a las reacciones horizontales y verticales del terreno.

Los valores de los coeficientes empleados en este método son los indicados en el apdo. 4 del Art.31 del R.L.A.T.

ZONA C			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga hielo
Tracción máxima viento	-15	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-20	No se aplica	Según el apartado 3.1.3
Tracción máxima hielo + viento (1)	-20	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 60 km/h	Según el apartado 3.1.3.

No se admitirá un ángulo de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones que produzcan el máximo momento de vuelco.

Se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, relación entre el momento estabilizador y el momento de vuelco, el cual no será inferior a los siguientes valores:

Hipótesis normal seguridad normal.....1,5

Hipótesis normal seguridad reforzada.....1,875

Hipótesis anormal 1,2

Sobre estas cimentaciones se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Cimentaciones independientes, constituidas por un bloque de hormigón para cada uno de los anclajes del apoyo.

La estabilidad de estas cimentaciones estará confiada a las reacciones verticales del terreno.

Se emplea en método de cálculo del cono de tierras, adoptando para los valores del ángulo de arranque y de la presión admisible sobre el suelo los que figuran en el documento "La clasificación de suelos en el Proyecto de Líneas de Conducción Eléctrica" publicado por ASINEL (1971).

Se comprobará el coeficiente de seguridad, relación entre el esfuerzo resistente de la cimentación y el esfuerzo de arranque al que está sometida, el cual no será inferior a los siguientes valores:

Hipótesis normal seguridad normal.....1,5

Hipótesis normal seguridad reforzada.....1,875

Hipótesis anormal 1,2

Si durante la apertura de pozos, la Dirección de Obra determina un tipo de terreno diferente al considerado en los cálculos, deberá realizarse el rediseño de las 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.

PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

El sistema de puesta a tierra de los apoyos según establece el “Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión” aprobado mediante Real Decreto 223/2008 en el Consejo de Ministros del 15 de febrero de 2008 en el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07 “Líneas aéreas con conductores desnudos”.

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en este proyecto, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño de su sistema de puesta a tierra deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico.

Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

Apoyos NO frecuentados son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Básicamente los apoyos no frecuentados serán los situados en bosques, monte bajo, explotaciones agrícola o ganaderas, zonas alejadas de los núcleos urbanos, etc.

Apoyos Frecuentados Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

Cuando se aislen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.

Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).

Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

Apoyos frecuentados con calzado (F): se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, R_{a1} , y la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1000Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1,5\rho_s$$

Estos apoyos serán los apoyos frecuentados situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

Apoyos frecuentados sin calzado (F.S.C.): se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . La resistencia adicional del calzado, R_{a1} , será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1,5\rho_s$$

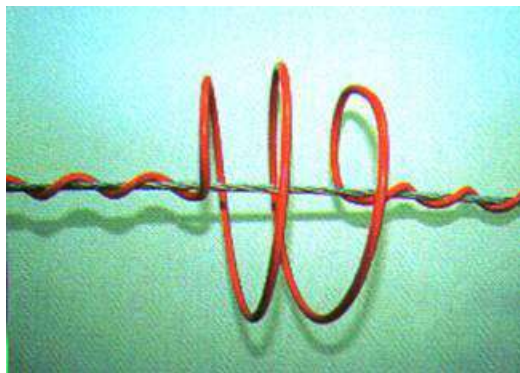
Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

Para el cumplimiento del decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión, se deberán adoptar las siguientes medidas:

Medidas anticolidión:

Se aplicarán estas medidas en los tramos de línea que proceda según lo establecido en el artículo 5 del Decreto, y consistirán en espirales salvapájaros en el cable superior dispuestos cada 5 metros. Estas espirales son accesorios de PVC, por tanto, ligeros y exentos a la corrosión. Debido a su forma geométrica, ofrecen poca resistencia al viento y, debido al agarre firme sobre el conductor que se instala, no deslizan sobre el conductor con las vibraciones que se producen. Las espirales se fabrican cableadas a derecha para cualquier tipo de conductor. Es por esto, por lo que el sentido del cableado deberá ser el mismo que el de capa externa del conductor sobre el que vaya aplicado.



Espirales salvapájaros, fabricante Andel o similar.

Medidas antielectrocución:

En los apoyos con cadenas de aisladores de amarre deberá existir una distancia mínima accesible de seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 metro. Para lo cual se utilizarán alargadores de horquilla de una distancia tal que la alargadera más la cadena de aisladores sea menor de 1 metro.

La distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 metros.

Los puentes de unión con las autoválvulas y botellas terminales del cable aislado seco deberán ser aislados, así como los propios terminales de las autoválvulas y de las botellas.

Como elementos de aislamiento se utilizarán materiales polímeros aptos para este tipo de instalación, los cuales deberán garantizar los niveles de aislamiento requeridos.

Para el aislamiento de los conductores se podrá utilizar cinta olit-m de andel o similar, que deberá ser instalada según especificaciones del fabricante para un nivel de aislamiento de 36 kV.

Para el aislamiento de grapas y terminales se podrán utilizar piezas premoldeadas de características adecuadas, que deberán ser instaladas según especificaciones del fabricante para un nivel de aislamiento de 36 kV.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD Y CRUZAMIENTOS

Se adoptarán medidas disuasorias de nidificación efectivas con el fin de evitar la construcción de nidos sobre las crucetas o sobre la cúpula soporte del cable de tierra. Para ello se instalarán varillas en las crucetas y en la cúpula del apoyo, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Distancias de seguridad

Se aplicarán las distancias mínimas de seguridad marcadas por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas aéreas de alta tensión (R.D. 223/08 de 15 de febrero).

Para la distribución de apoyos, en la hipótesis de flecha máxima, se tomará como máxima temperatura del conductor 75°C.

El RD223/2008, ITC-LAT 07 establece como distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas las siguientes.

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

Del

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 externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

Dpp

Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Dpp es una distancia interna.

asom

Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Se aplicarán las siguientes consideraciones para determinar las distancias internas y externas:

La distancia eléctrica Del, previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.

La distancia eléctrica, Dpp, previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos.

Es necesario añadir a la distancia externa, Del, una distancia de aislamiento adicional, Dadd, para que en las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, a zonas de arbolado, etc. se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que Del de la línea eléctrica.

La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna, $asom$, debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Así, para cadenas de aisladores muy largas, el riesgo de descarga debe ser mayor sobre la distancia interna $asom$ que a objetos externos o personas. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ($D_{add} + D_{el}$) deben ser siempre superiores a 1,1 veces $asom$.

Los valores de D_{el} y D_{pp} , en función de la tensión más elevada de la línea U_s , serán los indicados en la tabla 15 de ITC-LAT 07 y que se recogen a continuación:

- Distancia de aislamiento

En este apartado se expone las distancias de aislamiento marcadas por el R.D. 223/08.

Distancia mínima entre conductores y partes puestas a tierra:

Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas aéreas de alta tensión (R.D. 223/08)

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
36	0,35	0,40

Distancia al terreno:

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Apto. 5.5), la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis de temperatura y de hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de:

$H=5,3+D_{el}$ con un mínimo de 6 m.

$H=5,3+0,35=5,65$ m por lo que se mantendrán los 6 m.

Distancia de conductores entre sí:

De acuerdo con lo establecido en el aptdo. 5.4.1. de la ITC-LAT 07 del R.D. 223/08, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores vendrá dada por la siguiente expresión:

$$D = K * \sqrt{F + L} + K' * D_{pp}$$

Siendo:

D Distancia mínima entre conductores en m.

F Flecha máxima en m.

L Longitud de la cadena en m (para amarre $L=0$).

K Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según la tabla adjunta.

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

K' Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de líneas.

- Distancias verticales en cruzamientos

Cruzamiento a caminos, sendas y a cursos de agua no navegable.

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Apto. 5.5), la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis de temperatura y de hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de:

$H=5,3+Del$ con un mínimo de 6 m.

$H=5,3+0,35=5,65$ m por lo que se mantendrán los 6 m.

Bosques, árboles y masas de arbolado

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Apto. 5.12.1), para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

Con un mínimo de 2 m.

Distancia mínima a arbolado $=1,5+0,35=1,85$ m, por lo que se mantendrán los 2 m.

Edificios, construcciones y zonas urbanas

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados.

Distancia conductor edificio (servidumbre de vuelo): 3,3 + Del metros, con un mínimo de 5 metros.

Distancia conductor edificio = $3,3 + 0,35 = 3,65$ m

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Apto. 5.12.2), no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales. No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del metros, con un mínimo de 6 metros.

Distancia punto accesible = $5,5 + 0,35 = 5,85$ m

Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del metros, con un mínimo de 4 metros.

Distancia punto no accesible = $3,3 + 0,35 = 3,65$ m

Distancia vertical mínima edificios, construcciones y zonas urbanas adoptada en proyecto: 6,0 m para punto accesible y 4,0 para no accesible.

Cruzamiento a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación:

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Apto. 5.6), se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$H = 1,5 + \text{Del}$

con un mínimo de:

2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV

3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV Y hasta 66 kV

4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV Y hasta 132 kV

5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV Y hasta 220 kV

7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV Y hasta 400 kV

$H = 1,5 + 0,35 = 1,85$ m.

La mínima distancia entre conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior adoptada en el proyecto no será inferior a:

Tensión (kV)	Distancia adoptada (m)
36	2,00

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a la especificada en el RLAT ($D_{add} + D_{pp}$ en metros) aumentada en 0,5 m.

A la distancia de aislamiento adicional, D_{add} , se le aplicarán los valores de la siguiente tabla:

Distancias de aislamiento adicional D_{add} a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	Dadd (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1,8	2,5
45 o 66	2,5	
110, 132, 150	3	
220	3,5	
400	4	

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

el $H = 1,5 + D_{el}$ con un mínimo de 2 m.

Distancia mínima vertical entre los conductores de fase-tierra $= 1,5 + 0,35 = 1,85$ m.

Bosques, árboles y masas de arbolado

Distancia vertical con bosques, árboles y masa de arbolado

Tomaremos como criterio para la distancia mínima vertical con bosques, árboles y masas de arbolado, las indicadas para altura mínima al terreno por:

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Aptdo. 5.5), la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según la hipótesis de temperatura y de hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de:

el $H = 5,3 + D_{el}$ Con un mínimo de 6 m.

$H = 5,3 + D_{el} = 5,3 + 0,35 = 5,65$ m por lo que se mantendrán los 6 m.

Distancia horizontal con bosques, árboles y masa de arbolado

Según el R.L.A.T. (ITC-LAT 07 Apto. 5.12.1), para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

el 1,5 + Del con un mínimo de 2 m.

Distancia mínima a arbolado = $1,5 + 0,35 = 1,85$ m

9.3 LÍNEA SUBTERRÁNEA 30 KV

9.3.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

El trazado de la línea aérea subterránea de media tensión tiene su recorrido por el término municipal de Huéneja (Granada).

Esta línea forma parte del sistema de evacuación del parque eólico “Dama de Baza”, con una longitud de 200 metros, partiendo del apoyo aéreo subterráneo hasta la Subestación “Dama de Baza”.

El tramo cuentan con un conductor de 400 mm² de sección denominado:

RH5Z1 (S) 18/30 kV 2x400 k Al

Las arquetas de ayuda al tendido han sido ubicadas de tal manera que los esfuerzos de tracción que se alcancen en el tendido de los cables sean inferiores a los máximos admisibles, según se justifica en el anexo de cálculos. en la siguiente tabla se indica la ubicación de las arquetas de ayuda al tendido.

El trazado de la línea atraviesa las siguientes parcelas catastrales:

Huéneja: 18099A00500085, 18099A00509012, 18099A00505006, 18099A00500083, 18099A00509018, 18099A00709009, 18099A00700048, 18099A00709006, 18099A00700047, 18099A00700046, 18099A00705000, 18099A00705008, 18099A00700044, 18099A00709002, 18099A00700005, 18099A00700004, 18099A01100037, 18099A01109003, 18099A02209015, 18099A90009300, 18099A01409001, 18099A01309003, 18099A01309002

Los cruzamientos producidos por el trazado de la línea subterránea son los siguientes:

Cruzamiento	Organismo afectado	Elemento
C1	REE	Línea 220 kV
C2	Adif	Puente ferrocarril
C3	Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía	Cordel de Guadix a Almería

9.3.2 DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Al tender el cable en la zanja se estará bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro, cumpliendo la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada o no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo.

A lo largo de todo el recorrido de las canalizaciones se dispondrá tubos de protección de reserva de las mismas características de los indicados anteriormente.

Si fuese necesario se construirán arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos, así como en alineaciones superiores a 40 metros, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas, así como en los puntos donde sea necesario la realización de empalmes. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. Para las tapas de fundición modelo A-1, los marcos serán de fundición independientemente de su instalación en acera o en calzada, para las tapas A-2 (dos tapas A-1 juntas) los marcos podrán ser también de perfilaría metálica galvanizada. Los dispositivos de cubrimiento y cierre de fundición con grafito esferoidal, de uso en aceras y calzadas, tendrán la clasificación de clase D400, o sea carga de control 400 kN, para todas las tapas. Todas las piezas de fundición, estarán construidas con material de fundición con grafito esferoidal tipo 500-7 según la Norma ISO 1083.

Las arquetas serán del tipo A-2, salvo en tramos de alineación en los que se podrían instalar A-1.

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.

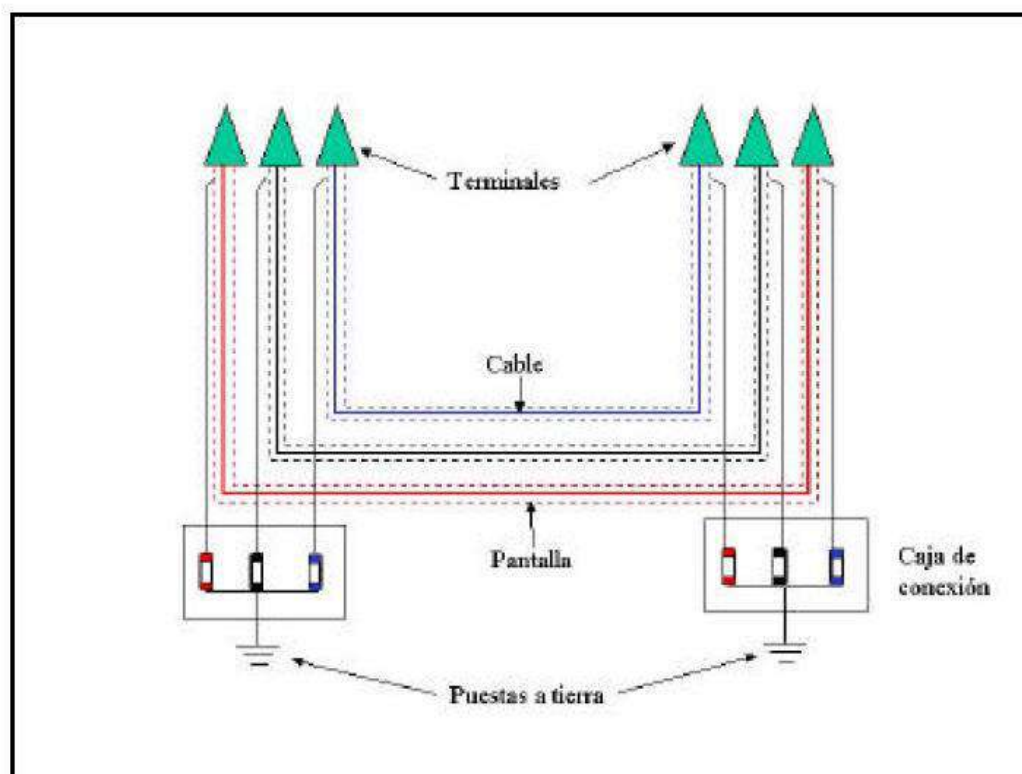
Las fases estarán dispuestas al tresbolillo, y cada uno de los cables irá por el interior de los tubos anteriormente descritos, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón.

La anchura de la zanja será de 0,6 m como mínimo.

9.3.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN

CONEXIÓN A TIERRA DE LAS PANTALLAS DE LOS CONDUCTORES

La conexión de las pantallas elegida es la conexión rígida a tierra (solidly bonded), con la cual se consiguen anular los voltajes y corrientes inducidas en las pantallas. Se ha elegido esta configuración, dada la longitud de los circuitos. En la conexión solidly bonded la conexión de las pantallas de los cables están conectadas a tierra en ambos extremos, formando un circuito cerrado y ligado electro-magnéticamente con el circuito formado por los conductores.

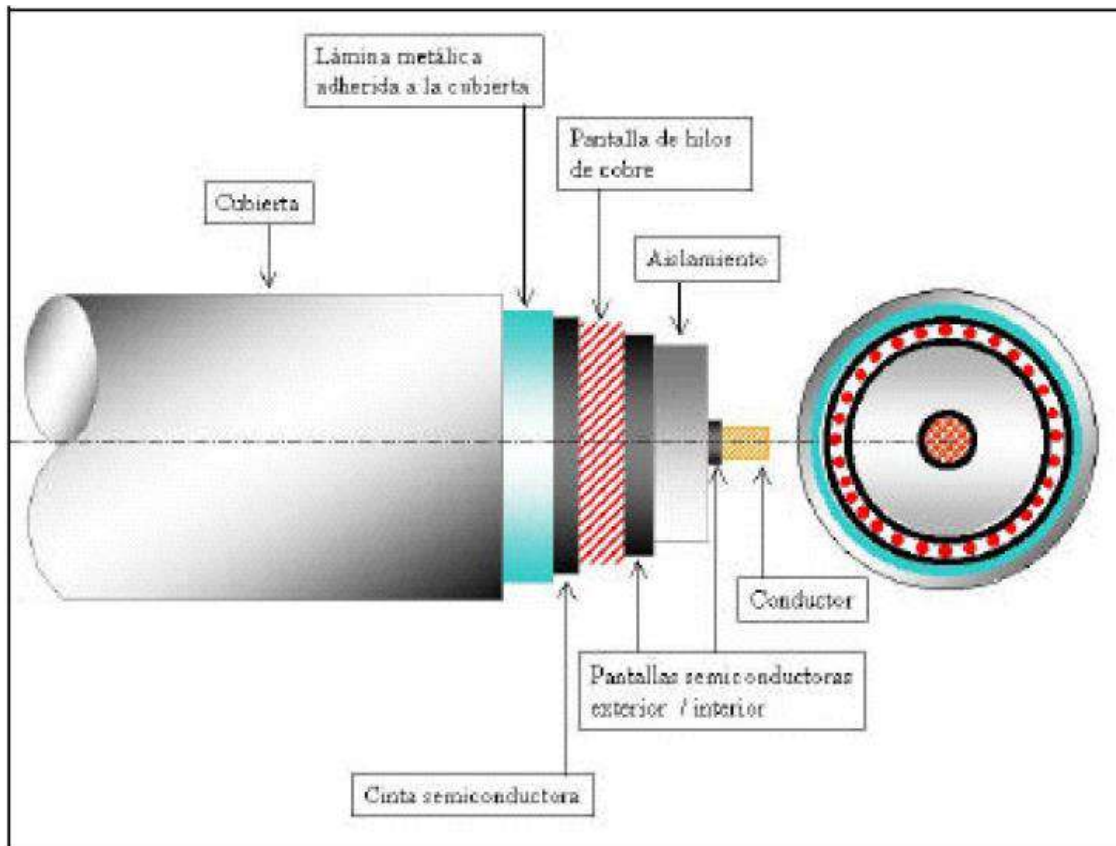


LISTADO DE MATERIALES

La lista principal de los materiales que componen la instalación son los siguientes:

- Cable aislado de potencia Al 2x400 mm² para circuitos de 30 kV.
- Terminales, que serán de exterior termorretráctiles para conexión en el apoyo de paso aéreo-subterráneo y en la posición de salida del centro de seccionamiento del parque eólico "Dama de Baza".
- Autoválvulas-pararrayos de óxido de zinc.

9.3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES



CABLE AISLADO DE POTENCIA

Descripción del cable

La línea de 30 kV está constituida por dos ternas de cables dispuestos en triángulo o al tresbolillo.

El cable está constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: conductor de aluminio clase 2 de 400 mm² de sección. el conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con una 21022.
- Semiconductor interior: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Aislamiento: El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.
- Pantalla semiconductora externa: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Pantalla sobre el conductor: Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una

capa semiconductor, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 1 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.

- Pantalla sobre el aislamiento: La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable. Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 0,3 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 5 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.
- Cubierta exterior no metálica: La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora REE GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E. El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

Características nominales

Tensión nominal	18/30 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 30 min entre conductor y pantalla	70 kV
Tensión soportada a los impulsos	170 kV
Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal	90°C
Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito	250°C

Composición

Sección del conductor	400 mm ²
Material del conductor	Aluminio
Material del aislamiento	XLPE
Tipo de pantalla	Hilos de cobre
Material de la pantalla	Cobre
Sección de la pantalla	50 mm ²
Material de cubierta	Poliolefina

Dimensiones

Diámetro sobre aislamiento	42 mm
Diámetro exterior nominal	51,5 mm
Radio de curvatura durante tendido	1030 mm
Radio de curvatura posición final	772 mm
Peso aproximado del cable	4 kg/m

Características del cable

Resistencia del conductor en c.c. a 20°C	0,078 ohm/km
Reactancia inductiva	0,106 ohm/km
Intensidad máxima admisible enterrado	415 A
Capacidad	0,285 µF/km

TERMINALES APANTALLADOS DE INTERIOR

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado, y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

Sus características son: **18/30kV 400 mm²** .

	150/240 mm ²	400 mm ²
Tensión nominal U ₀ /U:	18/30 kV	
Tensión más elevada de la red U _m :	36 kV	
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta	
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV	
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	>= 408 mm.	
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	>= 600 mm.	
Intensidad nominal:	400 A	630 A
Límite térmico (1s):	28 kA	28 kA
Sobrecarga admisible (8 horas):	600 A	900 A

Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplieran la norma UNE-HD 629.1-S1.

EMPALMES

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo REE DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión.

Las características principales son: 18/30kV 400 mm².

	150 mm ²	240 mm ²	400 mm ²
Tensión nominal	18/30 kV		
Tensión máxima	36 kV		
Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min)	72 kV		
Tensión de ensayo onda tipo rayo	170 kV		
Intensidad máxima	315 A	415 A	550 A
Limite térmico (T= 160°C, 1 s)	13 kA	21 kA	25 kA
Limite dinámico	38 kA	50 kA	50 kA

CONVERSIONES AÉREAS SUBTERRÁNEAS

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, cumpliendo con esto en lo prescrito en el capítulo V apartado 5.7.7 de las normas particulares de REE, junto con el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 4.7:

- La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable, quedando el seccionador a menos de 50 m de la conexión aérea-subterránea.
- En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.
- Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

Dichas protecciones deberán cumplir las reglas de coordinación de aislamiento establecidas en las normas UNE-EN 60071-1:2006, UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010, UNE-EN 60071-2:1999 y UNE-EN 60099-5:2013.

AUTOVÁLVULAS - PARARRAYOS

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099-4:2016, UNE-EN 60099-5:2013, UNE 21087-3:1995. Las características exigidas serán las siguientes:

- Tensión nominal: Un: 30 kV; Ur: 36 kV

	150 mm ²	240 mm ²	400 mm ²
Tensión nominal Uo/U:	18/30 kV		
Tensión más elevada de la red Um:	36 kV		
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta		
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV		
Línea de fuga:	>= 550 mm.		
Intensidad nominal:	315 A	415 A	530 A
Limite térmico (T=160 °C 1s):	13 kA	21 kA	25 kA

TUBOS DE POLIETILENO

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido.
- Diámetro interior: 165 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 200 mm.
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante designación, año de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086-2-4.
- Resto de características: Según Norma GE CNL002.

9.3.5 PUESTA A TIERRA

En los extremos de la línea subterránea se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

Un (kV)	Ur (kV)	Uc (kV)	Ures (kV) máximo	Sistema de neutro red
6	9	7,65	19,8	Puesto a tierra
10	12	10,2	39,6	Aislado
11	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
13,2	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
15	18	15,3	59,4	Aislado
15,4	18	15,3	59,4	Puesto a tierra
17,5	21	17	69,3	Aislado
20	21	17	69,3	Puesto a tierra
	24	19,5	69,3	Aislado
25	30	25	79,2	Puesto a tierra
	30	25	99	Aislado
30	36	30	118,8	Aislado

Un Tensión nominal de la red.

Ur Tensión asignada del pararrayos.

Uc Tensión de servicio continuo del pararrayos.

Ures Tensión residual del pararrayos con onda tipo rayo 8/20 μ s y con corriente nominal de descarga 10 kA.

(*) Valores máximos según la tabla 8 de la CIE 60099-1.

9.4 LÍNEA SUBTERRÁNEA 220 KV

9.4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

El trazado de la línea aéreo subterránea de alta tensión tiene su recorrido por el término municipal de Huéneja (Granada).

Esta línea forma parte del sistema de evacuación del parque eólico “Dama de Baza”, con una longitud de 525 metros, partiendo desde la Subestación “Dama de Baza” hasta un apoyo de paso aéreo subterráneo junto a la subestación Venalta donde conectara en sus barras de 220 kV.

El tramo cuenta con un conductor de 630 mm² de sección denominado:

RH5Z1 (S) 127/220 kV 1x630 k Al

Las arquetas de ayuda al tendido han sido ubicadas de tal manera que los esfuerzos de tracción que se alcancen en el tendido de los cables sean inferiores a los máximos admisibles, según se justifica en el anexo de cálculos. en la siguiente tabla se indica la ubicación de las arquetas de ayuda al tendido.

El trazado de la línea atraviesa las siguientes parcelas catastrales:

Huéneja: 18099A00505002, 18099A00505001, 18099A00509012, 18099A00500089

Esta línea únicamente produce afección sobre una acequia perteneciente a la comunidad de regantes de Huéneja. Este cruzamiento se produce al final de este tramo, junto a la SET Venalta, donde el vano aéreo que conecta el apoyo con la SET Venalta sobrevuela la acequia respetando en todo momento las distancias verticales indicadas en el R.L.A.T.

Los cruzamientos producidos por el trazado de la esta línea únicamente es :

9.4.2 DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

Al tender el cable en la zanja se estará bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro, cumpliendo la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada o no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo.

A lo largo de todo el recorrido de las canalizaciones se dispondrá tubos de protección de reserva de las mismas características de los indicados anteriormente.

Si fuese necesario se construirán arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos, así como en alineaciones superiores a 40 metros, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas, así como en los puntos donde sea necesario la realización de empalmes. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. Para las tapas de fundición modelo A-1, los marcos serán de fundición independientemente de su instalación en acera o en calzada, para las tapas A-2 (dos tapas A-1 juntas) los marcos podrán ser también de perfilaría metálica galvanizada. Los dispositivos de cubrimiento y cierre de fundición con grafito esferoidal, de uso en aceras y calzadas, tendrán la clasificación de clase D400, o sea carga de control 400 kN, para todas las tapas. Todas las piezas de fundición, estarán construidas con material de fundición con grafito esferoidal tipo 500-7 según la Norma ISO 1083.

Las arquetas serán del tipo A-2, salvo en tramos de alineación en los que se podrían instalar A-1.

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.

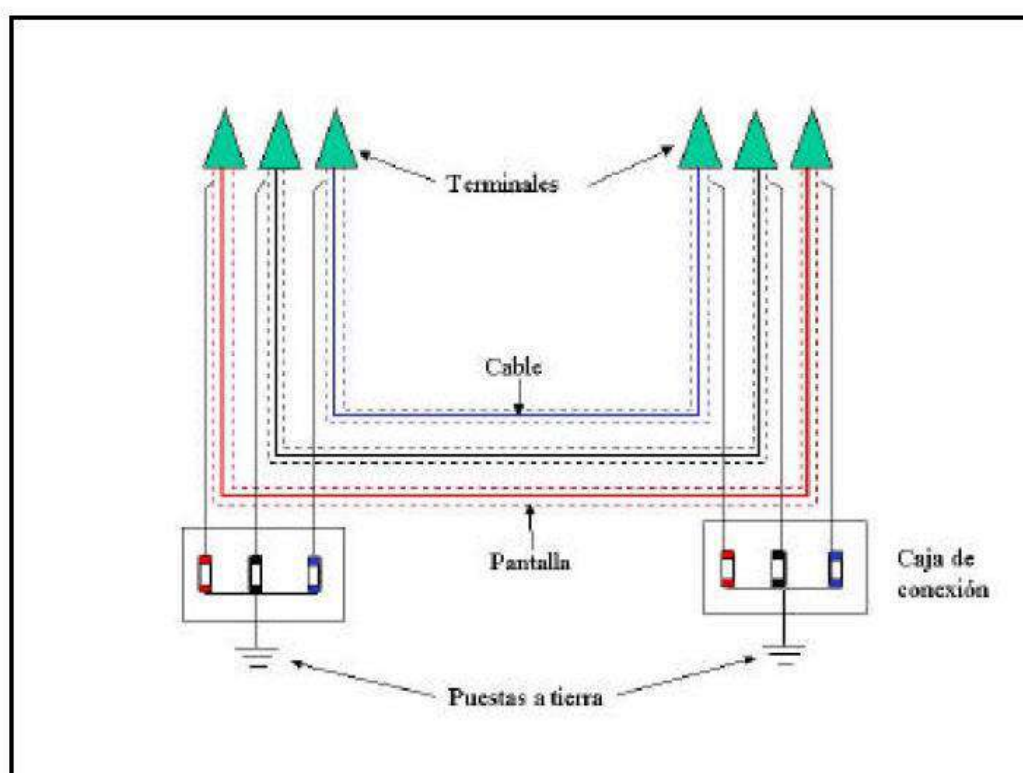
Las fases estarán dispuestas al tresbolillo, y cada uno de los cables irá por el interior de los tubos anteriormente descritos, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón.

La anchura de la zanja será de 0,6 m como mínimo.

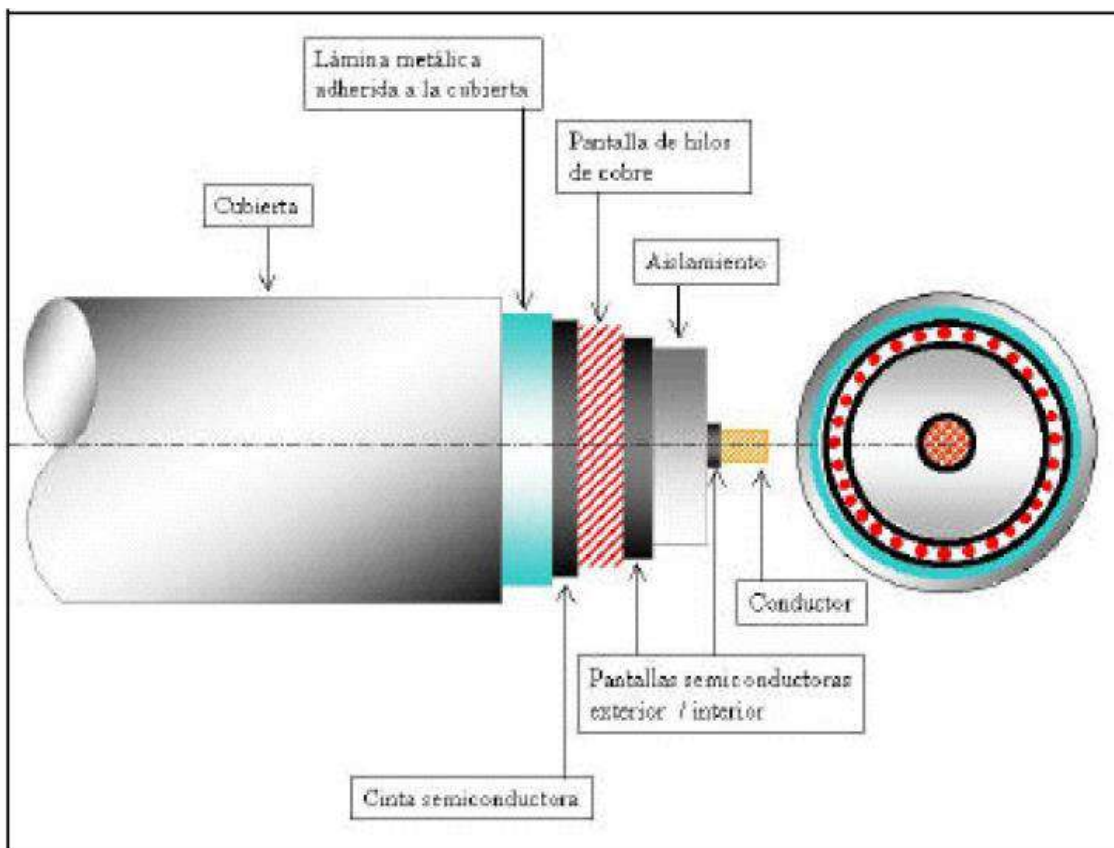
9.4.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN

CONEXIÓN A TIERRA DE LAS PANTALLAS DE LOS CONDUCTORES

La conexión de las pantallas elegida es la conexión rígida a tierra (solidly bonded), con la cual se consiguen anular los voltajes y corrientes inducidas en las pantallas. Se ha elegido esta configuración, dada la longitud de los circuitos. En la conexión solidly bonded la conexión de las pantallas de los cables están conectadas a tierra en ambos extremos, formando un circuito cerrado y ligado electro-magnéticamente con el circuito formado por los conductores.



LISTADO DE MATERIALES



La lista principal de los materiales que componen la instalación son los siguientes:

- Cable aislado de potencia AI 1x630 mm² para circuitos de 220 kV.
- Terminales, que serán de exterior termorretráctiles para conexión en el apoyo de paso aéreo-subterráneo.
- Autoválvulas-pararrayos de óxido de zinc.

9.4.4 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

CABLE AISLADO DE POTENCIA

Descripción del cable

La línea de 220 kV está constituida por dos ternas de cables dispuestos en triángulo o al tresbolillo.

El cable está constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: conductor de aluminio clase 2 de 630 mm² de sección. el conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con una 21022.
- Semiconductor interior: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

- Aislamiento: El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.
- Pantalla semiconductora externa: Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- Pantalla sobre el conductor: Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductora, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 1 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.
- Pantalla sobre el aislamiento: La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable. Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 1 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 5 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.
- Cubierta exterior no metálica: La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora REE GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E. El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

Características nominales

Tensión nominal	127/220 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 30 minutos entre conductor y pantalla	245kV
Tensión soportada a los impulsos	1050 kV
Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal	90°C
Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito	250°C

Composición

Sección del conductor	630 mm ²
Material del conductor	Aluminio
Material del aislamiento	XLPE
Tipo de pantalla	Hilos de cobre
Material de la pantalla	Cobre
Sección de la pantalla	185 mm ²
Material de cubierta	Poliolefina

Dimensiones

Diámetro sobre aislamiento	42 mm
Diámetro exterior nominal	24 mm
Radio de curvatura durante tendido	1280 mm
Radio de curvatura posición final	960 mm
Peso aproximado del cable	5 kg/m

Características del cable

Resistencia del conductor en c.c. a 20°C	0,028 ohm/km
Reactancia inductiva	0,219 ohm/km
Intensidad máxima admisible enterrado	657 A
Capacidad	0,154 µF/km

TERMINALES APANTALLADOS DE INTERIOR

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado, y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplirán la norma UNE-HD 629.1-S1.

EMPALMES

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo REE DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión.

CONVERSIONES AÉREAS SUBTERRÁNEAS

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, cumpliendo con esto en lo prescrito en el capítulo V apartado 5.7.7 de las normas particulares de REE, junto con el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 4.7:

- La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable, quedando el seccionador a menos de 50 m de la conexión aérea-subterránea.
- En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.
- Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

Dichas protecciones deberán cumplir las reglas de coordinación de aislamiento establecidas en las normas UNE-EN 60071-1:2006, UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010, UNE-EN 60071-2:1999 y UNE-EN 60099-5:2013.

AUTOVÁLVULAS - PARARRAYOS

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099-4:2016, UNE-EN 60099-5:2013, UNE 21087-3:1995.

TUBOS DE POLIETILENO

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido.
- Diámetro interior: 165 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 200 mm.
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante designación, año de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086-2-4.
- Resto de características: Según Norma GE CNL002.

PUESTA A TIERRA

En los extremos de la línea subterránea se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.

Un (kV)	Ur (kV)	Uc (kV)	Ures (kV) máximo	Sistema de neutro red
6	9	7,65	19,8	Puesto a tierra
10	12	10,2	39,6	Aislado
11	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
13,2	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
15	18	15,3	59,4	Aislado
15,4	18	15,3	59,4	Puesto a tierra
17,5	21	17	69,3	Aislado
20	21	17	69,3	Puesto a tierra
	24	19,5	69,3	Aislado
25	30	25	79,2	Puesto a tierra
	30	25	99	Aislado
30	36	30	118,8	Aislado

Un Tensión nominal de la red.

Ur Tensión asignada del pararrayos.

Uc Tensión de servicio continuo del pararrayos.

Ures Tensión residual del pararrayos con onda tipo rayo 8/20 μ s y con corriente nominal de descarga 10 kA.

(*) Valores máximos según la tabla 8 de la CIE 60099-1.

10 SUBESTACIÓN 220/30 KV

La línea subterránea procedente del centro de seccionamiento del Parque Eólico "Dama de Baza" se conecta a la subestación elevadora "Dama de Baza" para elevar su tensión de 30 kV a 220 kV y conectar con las barras de la Subestación Venalta.

La subestación de estudio está ubicada en las siguientes coordenadas (ETRS89):

$$X = 504895.00, Y = 4119055.00, HUSO = 30$$

La subestación transformadora 30/220 kV, contará con un transformador de potencia de 40 MVA.

10.1 ALCANCE DE LAS INSTALACIONES

10.1.1 CONEXIÓN A LA RED

La Subestación vendrá alimentada mediante línea subterránea de simple circuito en 30kV procedente de la Parque Eólico "Dama de Baza", entrará a la subestación, de la cual salen la línea subterránea hasta la subestación Venalta.

10.1.2 CONFIGURACIÓN

La Subestación estará constituida por:

- Parque de 220 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

PARQUE DE 220 KV.

Tipo:	Exterior Convencional
Esquema:	Simple barra
Alcance:	Una (1) posición de transformador

PARQUE DE 30 KV

Tipo:	Cabinas interior blindadas aisladas en gas SF6
Esquema:	Simple barra
Alcance:	Una (1) posición de transformador
	Una (1) posiciones de línea
	Una (1) posición de Servicios Auxiliares
	Una (1) posición de medida

TRANSFORMACIÓN

Estará constituida por:

- Un (1) Transformador 220/30 kV 40 MVA, con regulación en carga.
- Una (1) Reactancia de puesta a tierra
- Una (1) Resistencia de puesta a tierra

SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIONES

Se instalará un sistema integrado de control (SICOP) que integrará las funciones de control local, protecciones y telecontrol.

SISTEMA DE MEDIDA

La medida para facturación se realizará en 220 kV. Para ello se dispondrá de contadores estáticos (principal y redundante) combinados de energía activa y reactiva.

SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

Estará constituido por:

- Un (1) Transformador de 100 kVA. 30.000/400 V.
- Un armario rectificador-batería 125 V. c.c. 100 Ah.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Red de tierra inferior.

El sistema de puesta a tierra que se adopta es el de un electrodo de puesta a tierra en forma de conductores de cobre enterrados, dispuestos en forma de malla y unidos mediante soldadura exotérmica.

La red general de tierras estará constituida por conductor de cobre desnudo enterrado a una profundidad de 0.8 metros. La zanja por la que discurra el cable de tierra estará rellena con tierra vegetal procedente de la excavación o aportada para el relleno.

Las puestas a tierra de las estructuras metálicas, de la aparamenta y de los armados de las cimentaciones de los edificios se realizarán mediante conexiones del mismo material que la red de tierras:

- **Electrodo de puesta a tierra:** que será una malla enterrada de cable de cobre de 95 mm². 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 según la ITC-RAT-13.
- **Líneas de tierra:** que serán conductores de cobre desnudo de 95 mm² 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. En caso de que sea susceptible de robos se podrá sustituir por otro material según la *ITC-RAT-13, Aptd 3.1*.

En caso de que las nuevas subestaciones se construyan al lado de subestaciones existentes, las redes de tierras de ambas se unirán mediante puntos de soldadura, siempre y cuando el conductor que conforma la red de tierras de una instalación resulte adecuado para disipar la intensidad de cortocircuito de las demás instalaciones.

Como norma general, para obtener valores admisibles desde el exterior de la valla metálica de la subestación, la red general de tierras se extenderá 1 metro por fuera de dicha valla y el vallado se conectará a la red de tierras en tramos regulares mediante latiguillos de tierra. Para otros casos deberá realizarse un análisis conforme al IEEE Std80 "Guide for Safety in AC Substation Grounding" que justifique que no se superan los límites admisibles de tensión de paso y contacto en ningún punto de la valla.

El terreno de la subestación estará cubierto de una capa de 10cm de espesor de grava en las zonas donde no existan viales, así como en el exterior de la SE, hasta un metro, junto al murete de hormigón. El objetivo de la capa superficial es aumentar la resistencia de contacto de los pies con el suelo y por lo tanto disminuir la tensión de paso y contacto aplicada al cuerpo humano.

Los cálculos necesarios para determinar las tensiones de paso y contacto, así como la metodología para el diseño de la malla de puesta a tierra vienen definidos en la *norma de referencia SDZ001*.

Las instrucciones generales sobre los elementos de la instalación que deben conectarse a tierra serán los indicados en la ITC-RAT-13.

Red de tierra superior.

Como protección contra descargas atmosféricas directas sobre la subestación se utilizará un sistema de apantallamiento con puntas Franklin que asegure, mediante un cálculo avalado, la seguridad de los equipos y de las personas.

SISTEMAS DE SEGURIDAD

Formado por protección contra incendios y antiintrusismo.

10.2 OBRAS CIVILES, EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS, METÁLICAS

OBRAS CIVILES PARQUE INTEMPERIE

Movimiento de tierras

Se realizarán los movimientos de tierra necesarios hasta obtener la cota (o cotas) de nivelación. Para ello será necesario ejecutar trabajos de desbroce, limpieza y excavación de terreno, así como apertura y cierre de zanjas para la red de tierra subterránea.

Cimentaciones para soportes metálicos y pórticos

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de apartamento 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.

Saneamientos y drenajes

El drenaje de las aguas pluviales se realizará mediante una red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas a través de un colector hasta el exterior de la sub- estación, vertiendo en las cunetas próximas.

Se instalará una fosa séptica prefabricada en subsuelo con volumen total de 2000L.

Vallado perimetral

El cerramiento que delimitará el terreno destinado a alojar la subestación estará formado por valla metálica de 2 metros de altura, rematada en su parte superior con alambre de tres filas, con postes metálicos, embebidos sobre murete de hormigón de 0,5m de altura.

Se instalará para el acceso a la subestación una puerta corredera de 6m de anchura.

Conducciones de cables de control y potencia

Se construirán todas las canalizaciones eléctricas necesarias para el tendido de los correspondientes cables de potencia y control.

Las zanjas se construirán con bloques de hormigón prefabricado, colocados sobre un relleno filtrante en el que se dispondrá un conjunto de tubos porosos que constituirán parte de la red de drenaje, a través de la cual se evacuará cualquier filtración manteniéndose las canalizaciones libres de agua.

Cimentación para transformador y sistema de recuperación y recogida de aceite.

Para la instalación del transformador de potencia previsto se construirá una bancada, formada por una cimentación de apoyo, y una cubeta para recogida del aceite, que en caso de un hipotético derrame se canalizará hacia un depósito en el que quedará confinado.

Urbanizado de la zona y viales.

Se construirán los viales interiores necesarios para permitir el acceso de los equipos de transporte y mantenimiento requeridos para el montaje y conservación de los elementos de la sub estación. Serán de firme rígido de 21 cm de espesor con hormigón HA-20/P/12 sobre una base de zahorra compactada, disponiendo en el mismo de una malla electrosoldada. El ancho de los mismos será de 4 metros.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para el abastecimiento de agua corriente se instalarán un depósito de al menos 2000L, grupo compresor y canalizaciones.

EDIFICIO

Se instalará un edificio formado por elementos modulares prefabricados de hormigón armado con aislamiento térmico, realizándose in situ la cimentación y solera para el asiento y fijación de dichos elementos prefabricados y de los equipos interiores del edificio, así como la organización de las canalizaciones necesarias para el tendido de cables de potencia y control.

Este edificio constará de una sola planta y se distribuirá de la siguiente manera:

- Sala de Control. Irán ubicados en ella los equipos correspondientes al control, protección y servicios auxiliares en BT.
- Sala de Celdas. Se ubicarán en ellas las celdas de MT (30kV)
- Sala de SS.AA., donde se instalará el transformador de servicios auxiliares.
- Almacén.

Exteriormente, el edificio irá rematado con una acera perimetral de 0,70m de anchura como mínimo.

Para el acceso exterior a las distintas salas se instalarán cuatro puertas metálicas de dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

El edificio estará dotado de un sistema de climatización por bomba de calor con termostato situado en la zona de control del edificio que permitirá conservar unas condiciones uniformes de temperatura en el interior del edificio.

También estará dotado de un sistema de detección de incendios a base de detectores termovelocimétricos 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 antiintrusismo con alarma.

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.

ESTRUCTURA METÁLICA

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte del aparellaje.

Todo el aparellaje de la instalación eléctrica de intemperie irá sobre soportes metálicos.

Tanto la estructura del pórtico como los soportes del aparellaje se realizarán en base a estructuras de perfiles normalizados (UPN, HEB...)

Toda la estructura metálica prevista será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, una vez construida, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión, cumpliendo con un espesor no inferior a 90 micras.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de caja de centralización sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Las estructuras de soporte se suministrarán, como ya se ha dicho, galvanizadas y totalmente construidas y taladradas, no admitiéndose realización de ningún tipo de taladro sobre las mismas, en la propia obra. Tampoco se permitirá el escariado de taladros, eliminación de aristas producto del galvanizado ni tratamientos autogalvanizantes posteriores.

La estructura metálica necesaria consta en esencia de:

- Tres (3) soportes para transformador de tensión inductivos 220 kV
- Un (1) soporte para seccionador tripolar 220 kV
- Tres (3) soportes para transformadores de intensidad 220 kV
- Un (1) soporte para interruptor tripolar 220 kV incluida plataforma
- Tres (3) soportes para aisladores de apoyo y/o autoválvulas de 220 kV

- Un (1) soporte salida MT del transformador de potencia
- Un (1) soportes para aisladores de barras
- Un (1) soporte para la reactancia de puesta a tierra.
- Un (1) soporte para la resistencia de puesta a tierra.
- Dos (2) soportes para alumbrado

10.3 NORMATIVA

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT 01 a 51.
- 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.
- RD 1110/2007: Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Orden 12 de abril de 1999).
- RD 2267/2004: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- RD 1066/2001: Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitarias frente a emisiones radioeléctricas.
- RD 1367/2007: Real Decreto por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 22/2011 de Residuos y suelos contaminados.
- RD 1890/2008: Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01).
- Especificaciones Particulares y Proyectos Tipo de Subestaciones de EDE publicados en el Ministerio.
- Normas UNE y cualquier otra reglamentación nacional, autonómica o local vigente.

10.4 PARQUE DE 220 KV

10.4.1 DESCRIPCIÓN

El parque de 220 kV será intemperie de simple barra y estará formado por:

- Una (1) posición de transformador compuesta por:
 - Un (1) Seccionador tripolar dos columnas giratorias con apertura central.
 - Tres (3) Transformadores de Intensidad
 - Tres (3) Transformadores de Tensión inductivos
 - Un (1) Interruptor tripolar de corte en SF6
 - Tres (3) Autoválvulas

Como criterio general, el tendido de cables por el parque de la subestación se realizará siguiendo las siguientes indicaciones:

- Los circuitos de los transformadores irán en zanjas separadas de los de las líneas. Igual ocurrirá si existen circuitos de acoplamiento entre edificios o Containers.
- Existirá un único circuito de Transformador por zanja o canal.
- Siguiendo el mismo criterio de separación de circuitos por zanjas, los circuitos de cables de potencia irán en zanjas independientes de los circuitos de control. En el caso de que no se pudiera cumplir esta condición, podrán discurrir por la misma zanja siempre que esos últimos estén debidamente protegidos mediante tabiques de separación o en el interior de canalizaciones o tubos metálicos puestos a tierra.
- Los cables se instalarán siempre en configuración de triángulo dentro de tubulares, embebidos en prisma de hormigón, permitiéndose la colocación de 1 circuito por zanja o como máximo dos circuitos por zanja de acuerdo con las zanjas tipo, recogidas en el documento KRZ001, “Especificaciones Técnicas Particulares para Líneas Subterráneos de Alta Tensión”.

10.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES.

Los valores normalizados para los niveles de tensión utilizados en EDE son:

Tensión Nominal U_n (kV)	Niveles aislamiento $U_m/U_f/U_i$ (kV)	I_{ter} kA (1 seg) *	Valor cresta I_{cc} (kA)
220	245/460/1050	40/50/63	100/125/158
132	145/275/650	25/31,5/40	63/80/100
110	145/275/650	25/31,5/40	63/80/100
66	72,5/140/325	25/31,5	63/80
50	72,5/140/325	25/31,5	63/80
45	52/95/250	25/31,5	63/80
30	36/70/170	25/31,5	63/80
25	36/70/170	25/31,5	63/80
20	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80
15	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80
13,2	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80
11	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80

10	24/50/125	16**/25/31,5	40**/63/80

(*) La elección de la I_{ter} vendrá determinada por la potencia de cortocircuito en el punto de conexión de la instalación. Este valor será facilitado por EDE.

(**) Se utilizará I_{ter}=16kA en aquellas instalaciones en las que la aparamenta de media tensión instalada esté limitada a esta intensidad (Apartado 7.3.5. SISTEMAS DE MEDIA TENSIÓN. Container). En este caso se contemplará, además, un tiempo de defecto de 0.5 segundos.

U_n: Tensión nominal

U_m: Tensión más elevada para el material

U_r: Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef)

U_i: Tensión soportada con onda de choque tipo rayo (kV cresta)

I_{ter}: Intensidad térmica de cortocircuito

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito

De la anterior tabla obtenemos las siguientes características:

Características asignadas comunes

Esquema	Simple barra	
Tensión nominal de la red	KV	220
Tensión más elevada para el material	KV	245
Tensión soportada de corta duración a f.i. (valor eficaz)	KV	460
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	KV	1050
Frecuencia	Hz	50
Corriente en servicio continuo salida de línea, transformador y acoplamiento	A	2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	KA	50
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	KA	125
Línea de fuga mínima	mm	7491,66

10.4.3 CARACTERÍSTICAS DEL INTERRUPTOR

Los interruptores automáticos que se instalen en nuevas subestaciones estarán constituidos por:

- Tres polos, con una cámara propia de extinción por polo, cuyo fluido de extinción será preferentemente SF6. En su defecto también podrá ser utilizado, en acuerdo con EDE, el vacío u otros gases no incluidos en el Anexo I de gases regulados del Reglamento UE 517/2014 sobre gases fluorados de efecto invernadero o normativa que lo sustituya.
- Un mecanismo de accionamiento electromecánico tripolar alimentado en corriente continua.
- Dispositivos y circuitos auxiliares de señalización, eléctricos y mecánicos.
- Un bastidor común para los tres polos y mecanismo de accionamiento.

La apertura y cierre del interruptor se efectuará por la acción de resortes tensados cuya tensión de alimentación será siempre en corriente continua de 125V +10% -15%.

El interruptor estará dotado de dos bobinas independientes para la apertura, suficientes cada una de ellas para producir la actuación de los mecanismos de accionamiento. Para el cierre contará con una única bobina.

Se instalará una caja de control donde estarán alojados los equipos auxiliares y de control, así como el accionamiento. Será posible la maniobra de forma manual, local o remota. El circuito de mando dispondrá de un sistema antibombeo.

Las características asignadas a los interruptores tomarán como referencia las indicadas en la norma EDE GSH001. En el caso de interruptores de 45kV será de referencia la norma EDE SNE039.

Características asignadas del interruptor automático

Tensión más elevada para el material	Tipo de fluido para aislamiento y corte	kV	245
Corriente en servicio continuo salida de línea, transformador y acoplamiento		A	SF6 2000
Corriente admisible de corta duración (1 seg)		kA	50
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (limite dinámico)		kA	125
Secuencia de maniobra		msec	O-0,3s-CO-1min-CO
Tiempo de apertura		msec	< 50
Tiempo de cierre		msec	< 150
Tiempo de cierre-apertura		msec	< 150
Tensión auxiliar alimentación motor		Vcc	125 +10% -15%
Tensión auxiliar bobinas de apertura		Vcc	125 +10% -30%
Tensión auxiliar bobinas de cierre		Vcc	125 +10% -15%

10.4.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SECCIONADORES

Las características funcionales y constructivas de los seccionadores serán las siguientes:

- Los seccionadores serán de tres polos de dos columnas giratorias cada uno, con apertura central.
- En ampliaciones de subestaciones existentes los seccionadores podrán ser de dos o tres columnas por polo.
- En 132-110 kV la maniobra será preferentemente manual, pudiendo ser también eléctrica tripolar simultánea. El accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra será siempre manual.
- En el resto de niveles de tensión todos los seccionadores, incluyendo los de puesta a tierra, serán de accionamiento manual.
- Los seccionadores que tengan cuchillas de puesta a tierra, dispondrán de un dispositivo de enclavamiento mecánico entre éstas y las cuchillas principales.

En caso de haber cuchillas de puesta a tierra, éstas deberán soportar los efectos de la intensidad térmica y dinámica de cortocircuito y no existirá posibilidad alguna de que estas cuchillas puedan abrirse o cerrarse intempestivamente aunque las cuchillas principales estén abiertas.

Tanto la maniobra de las cuchillas principales como de las cuchillas de puesta a tierra se realizará de forma simultánea en los tres polos del seccionador.

Las características asignadas a los seccionadores tomarán como referencia lo indicado en la norma EDE GSH003. En el caso del parque de 45kV será de referencia la norma EDE SNE034.

Características asignadas de los seccionadores

Tensión más elevada para el material	kV	245
Corriente asignada	A	1.250
Tensión soportada frecuencia industrial	kV	460
Tensión soportada rayo Accionamiento cuchillas principales	kV	1050 Manual

10.4.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS PARARRAYOS

Con objeto de limitar las sobretensiones y los efectos producidos por éstas, se situarán en la entrada de las líneas AT, junto a las bornas AT y MT de los transformadores y en los neutros AT (excepto si éstos están conectados rígidamente a tierra o en aquellos casos en los que, siendo el neutro aislado, el aislamiento del transformador es pleno).

Los pararrayos estarán constituidos por:

- Resistencia no lineal, de óxido de cinc, conectada en serie sin explosores.
- Un contador de descargas.

Los pararrayos estarán constituidos como máximo por un elemento, excepto en 220kV que podrá ser como máximo de dos elementos.

Las características asignadas de los pararrayos tomarán como referencia lo indicado en la norma EDE GSH005. En el caso del parque de 45kV será de referencia la norma EDE SNE020.

10.5 PARQUE DE 30 KV

10.5.1 DESCRIPCIÓN

El parque de 30 kV será interior de simple barra y constará de un número determinado de celdas dispuestas de forma contigua una al lado de la otra formando una sola fila. En cualquier caso, deberá permitir una ampliación futura por uno de los extremos.

El alcance de las celdas a instalar será el siguiente:

- Una (1) celda de transformador
- Una (1) celda de línea
- Una (1) celda de servicios auxiliares
- Una (1) celda de medida

La composición de los diferentes tipos de celdas que constituyen el conjunto de la instalación blindada de simple barra con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF6) es la siguiente:

Celda de transformador

- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.

- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 2x 400 mm² por fase
- 3 Transformadores de intensidad.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.

Celdas de línea

- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para seccionamiento de barras y para puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x240 mm² por fase.
- 3 Transformadores de intensidad
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Compartimento para elementos de control.
- 1 Relé

Celda de servicios auxiliares

- 1 Interruptor-Seccionador tripolar de funcionamiento asociado con fusibles.
- 3 Fusibles
- 3 Conectores enchufables para la conexión de cable subterráneo de hasta 1x95 mm² por fase.
- 3 Detectores de control de presencia de tensión.
- 1 Relé multifunción

Celda de medida

- 3 Transformadores de tensión
- 3 Transformadores de intensidad

10.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS COMUNES

Características asignadas

Tensión nominal de la red	KV	30
Tensión más elevada para el material	KV	36
Tensión soportada de corta duración a f.i.(valor eficaz)	KV	70
Tensión soportada con impulsos tipo rayo (valor de cresta)	KV	170
Frecuencia	Hz	50
Corriente en servicio continuo salida de línea	A	630
Corriente en servicio continuo transformador	A	1250
Corriente en servicio continuo barras	A	1250
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	KA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración	KA	80

CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS DE LOS COMPONENTES

Características asignadas de los interruptores automáticos

Tensión más elevada para el material Tipo de fluido para aislamiento y corte	kV	36 SF6
Corriente asignada en servicio continuo transformadores	A	1250
Corriente asignada en servicio continuo líneas	A	630
Corriente admisible de corta duración (1 seg)	kA	31,5
Valor de cresta de la corriente admisible de corta duración (limite dinámico)	kA	80
Secuencia de maniobra	msec	O-0,3s-CO-15 seg-CO
Tiempo de apertura Tiempo de cierre	msec	< 65
Tiempo de cierre-apertura	msec	< 150
	msec	< 65

Características asignadas de los transformadores de tensión

Tensión más elevada para el material	kV	36
Relación de transformación Potencias y clases de precisión 1º Arrollamiento	V	30:√3/0,11:√3-0,11:√3 25 VA cl.0,2
2º Arrollamiento Factor de tensión		25 VA cl 0,5-3P 1,2 continuo – 1,5 30 seg

Características asignadas de los interruptores de intensidad

Tensión más elevada para el material	kV	36
Tipo		Toroidal
Relación de transformación celda transformador	A	200-400-800/5-5-5A
Potencias y clases de precisión 1º Arrollamiento		10 VA cl.0,2S
2º Arrollamiento		10 VA cl.5P20
3º Arrollamiento		10 VA cl.5P20
Relación de transformación celda línea	A	300-600/5-5A
1º Arrollamiento		10 VA cl.0,2S
2º Arrollamiento		20 VA cl.5P20

10.5.3 CONDUCTORES

Las conexiones de MT entre los distintos equipos de las subestaciones se realizarán como se resume a continuación y siguiendo las normas de referencia: *SND013, SND015, DND001 y NFI006 "Criterios funcionales y de diseño para el tendido de cables subterráneos de media tensión en subestaciones"*.

CABLES SUBTERRÁNEOS				
CONEXIÓN	SECCIÓN (mm²)	Nº TERNAS	INSTALACIÓN	INTENSIDAD (A)
M.T. TRAF0 40MVA	630 Cu	2	ENTERRADA	2x850
B.T. TRAF0 60MVA	500 Cu 630 Cu	3 2	ENTERRADA	3x760 2x850
TRAF0- RESISTENCIA/REACTANCIA	240 Al	1	ENTERRADA	-

U. BARRAS TRANSVERSAL	630 Cu	2 3	AIRE	2x975 3x975
CABINAS SALIDA RED	240 Al (400 Al)*	1	ENTERRADA	345 445
TRAFO SERVICIOS AUXILIARES	95 Al	1	ENTERRADA	205
BATERÍA DE CONDENSADORES	240 Al	1	ENTERRADA	345

(*): Uso excepcional, grandes clientes,...

El tendido por el parque será en zanja, con protección de arena u hormigón, según la norma de referencia *NF1006*.

La conexión del transformador de potencia en MT kV con su correspondiente cabina se realizará con conductor aislado de las siguientes características:

Características asignadas

Tensión nominal de la red	kV	30
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	18/30
Sección	mm ²	400
Naturaleza del conductor		Aluminio
Nº de conductores por fase		2
Sección mínima de la pantalla	mm ²	16

El cable elegido para la conexión del transformador de Servicios Auxiliares es:

Características asignadas

Tensión nominal de la red	kV	30
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	18/30
Sección	mm ²	95
Naturaleza del conductor Nº de conductores por fase		Aluminio 1
Sección mínima de la pantalla	mm ²	16

Mientras que para las líneas MT

Características asignadas

Tensión nominal de la red	kV	30
Tensión asignada del cable (Uo/U)	kV	18/30
Sección	mm ²	400
Naturaleza del conductor Nº de conductores por fase		Aluminio 1

10.6 TRANSFORMACIÓN

Para la elección de los transformadores se tomarán como referencia los criterios definidos en la norma EDE *GST002*.

Como referencia para el diseño de los nuevos transformadores AT/MT a instalar se tomarán las siguientes potencias estandarizadas: 16MVA, 25MVA, 40MVA ó 63MVA.

Además, el valor de la impedancia de cada transformador seleccionado se elegirá de entre los normalizados de manera que cumpla que el máximo valor de cortocircuito en el lado de MT sea 16 kA.

Se instalarán siempre muros cortafuegos para reducir el riesgo de incendio, salvo en aquellos casos en los que la distancia entre transformadores AT/MT, definida en la IE6C 61936-1, así lo permita.

En la salida de MT se instalarán pararrayos para proteger dichos devanados. Estos pararrayos podrán estar instalados en un bastidor (bornas al aire del transformador) o directamente sobre el transformador (pararrayos Pfisterer).

El transformador de intensidad (TI) de la puesta a tierra AT del neutro se instalará sólo en aquellos casos en que así lo requiera la correspondiente protección de neutro.

10.6.1 DESCRIPCIÓN

Se instalará un transformador 220 /30 kV de 40 MVA. El neutro de MT kV se conectará a tierra a través de una reactancia.

10.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

Características asignadas Transformador de potencia 220/30 kV

Tensiones en vacío		
AT	V	220.000
BT (Triangulo)	V	30.000
Potencia nominal	MVA	40
Grupo de conexión AT/BT		YNd11
Regulación en el primario		En carga $\pm 10\%$
Clase de refrigeración		ONAN-ONAF

Características asignadas Reactancia de puesta a tierra

Instalación		Exterior
Tensión nominal de la red	kV	30
Tensión asignada de la reactancia	kV	36
Intensidad homopolar(10s)	A	1000
Conexión arrollamientos		Zig-Zag
Refrigeración		ONAN

Características asignadas Resistencia de puesta a tierra

Instalación		Exterior
Tensión nominal de la red	kV	30
Tensión asignada de la resistencia	kV	36
Nivel de aislamiento	kV	70/170
Intensidad de paso	A	50
Intensidad máxima admisible(10s)	A	1000

10.7 DISTANCIAS DE AISLAMIENTO NOMINALES PARA MATERIALES

10.7.1 DISTANCIAS EN EL AIRE FASE-FASE Y FASE-TIERRA

Las distancias en el aire fase a fase y fase a tierra son determinadas de acuerdo al nivel de aislamiento al impulso tipo rayo seleccionado en el punto anterior. En las siguientes tablas se muestran las distancias mínimas en el aire de acuerdo al nivel de aislamiento al impulso tipo rayo para los equipos de grupo A y B extraídas de la ITC-RAT 12.

10.7.2 DISTANCIAS EN PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN EN INSTALACIONES DE INTERIOR

De acuerdo con el punto 6.1.1. de la ITC-RAT 14, sobre instalaciones de interior, la anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)		Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)			
		Lista 1	Lista 2	Lista 1		Lista 2	
				instalación en interior	instalación en exterior	instalación en interior	instalación en exterior
3,6	10	20		60	120		
			40			60	120
7,2	20	40		60	120		
			60			90	120
12	28	60		90	150		
			75			120	150
17,5	38	75		120	160		
			95			160	160
24	50	95		160	160		
			125			220	220
			145			270	270
36	70	145		270	270		
			170			320	320

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica según los casos:

- Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m.
- Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m.

En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m, y la de los pasillos de inspección a 0,8 m.

Estos valores deben ser aplicados en las instalaciones de la caseta de control y equipamiento de celdas de media tensión de la subestación.

De acuerdo con el punto 6.1.2 de la ITC-RAT-14, los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima «h» sobre el suelo medida en centímetros, igual a $250 + d$. El valor de la distancia “d” es la distancia mínima de aislamiento fase-tierra para instalaciones de interior, expresada en cm, según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación kV (U_i)	≤ 20	30	45	66	110	132	220	400
«d» en centímetros	22	32	48	63	110	130	210	340

10.7.3 DISTANCIAS EN PASILLOS Y ZONAS DE PROTECCIÓN EN INSTALACIONES DE EXTERIOR

Para la anchura de los pasillos de servicio es válido lo dicho en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14, indicados en el punto anterior de este documento.

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima “H” sobre el suelo, medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Siendo “d” la distancia expresada en centímetros de la tabla 2 de la ITC-RAT-12, dada en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación. Entonces para la zona de 220 kV:

$$H = 250 + 210 = 460 \text{ cm}$$

En las zonas donde se prevea el paso de aparatos o máquinas deberá mantenerse una distancia mínima entre los elementos en tensión y el punto más alto de aquellos, en la zona de 220 kV, no inferior a:

$$T = d + 10 = 220 \text{ cm}$$

En las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores estará situado a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm.

10.7.4 ZONAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ACCIDENTALES DESDE EL EXTERIOR DEL RECINTO DE LA INSTALACIÓN

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberán existir entre éstos y el cierre las distancias mínimas de seguridad, medidas en horizontal y en centímetros, que a continuación se indica:

De los elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura $k \geq 220$ cm.

$$G = d + 150 = 360 \text{ cm}$$

La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50 x 50 mm.

Si la altura sobre el suelo a la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores, es inferior a 230 cm,

no podrán establecerse pasillos de servicio, a no ser que se disponga de una protección situada entre los aparatos y el cierre exterior de la instalación, de modo que se cumpla simultáneamente lo indicado en el apartado 4.2 sobre zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación.

10.8 PROTECCIONES

Las posiciones que se van a especificar en este documento son:

Posiciones AT:

- Circuitos
- Barras
- Baterías de condensadores AT

Transformadores:

- Transformadores AT/MT

Posiciones MT:

- Circuitos
- Medida
- Acoplamiento
- Servicios Auxiliares
- Batería de condensadores

En general, los relés multifunción de las posiciones de AT se alojarán en los armarios de protecciones. En el caso de la MT, el relé multifunción estará incorporado en la propia celda, salvo casos particulares, e incorporará además de las funciones protectivas correspondientes, funciones de control de la posición.

10.8.1 CIRCUITOS AT

Las funciones protectivas se agruparán en dos niveles y se usarán, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción. Estos relés multifunción deberán ser de diferente marca y modelo. En el caso de una línea-cable se deberá aplicar:

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
87L	Diferencial longitudinal, fases segregadas
21	Distancia
25	Sincronismo
79	Reenganchador
49	Imagen Térmica
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Oscilografía

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
21	Distancia
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
25	Sincronismo
79	Reenganchador
49	Imagen Térmica
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Discordancia de polos
	Oscilografía

Las funciones 51 y 51N serán protecciones exclusivamente de apoyo ante faltas entre fases (51) y entre fase y tierra (51N), según características I/t. Solo podrán ser utilizadas en posiciones de distribución cuya explotación sea de tipo radial, no interconectadas con generación o conectadas con generación débil.

Para aquellas líneas cuya longitud sea inferior a 10 Km, deberá estar siempre habilitada, tanto como función principal como secundaria, la función diferencial longitudinal (87L) utilizando para ello, si fuese necesario, un equipo multifunción 1 como equipo multifunción 2. Con motivo de prestar apoyo remoto, se deberá activar en ambos equipos la función distancia (21) y, utilizando las vías de comunicación existentes, se dotará a esta función de comunicación.

Para líneas de mayor distancia, se podrá optar por los siguientes esquemas protectivos siguiendo ese orden de preferencia:

Opción A:

- Funciones protectivas principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.
- Funciones protectivas secundarias: función 87L (utilizando RMF1 como RMF2 en caso de ser necesario) y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.

Opción B:

- Funciones protectivas principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación. En caso de no ser posible la activación de la 87L, se quedará como reserva activándose como principal la función 21 con comunicación.
- Función protectora secundaria: función 21 con comunicación.

Sin perjuicio de lo anterior, como función protectora de apoyo y siempre y cuando exista interruptor de acoplamiento, podrá activarse la función 21 *Tacón* con direccionalidad a espaldas, es decir hacia la subestación local, cuya orden de disparo se hará exclusivamente sobre dicho interruptor de acoplamiento.

Los relés multifunción con función 87L se interconectarán mediante fibra óptica directa punto a punto. Adicionalmente, sobre el mismo soporte, dichos relés podrían transmitir/recibir órdenes de teledisparo por actuación funciones 50S-62 y/o 87B.

10.8.2 BARRAS AT Y ACOPLAMIENTO TRANSVERSAL AT

Se tendrán dos grupos de funciones protectivas y se usarán, a ser posible, dos únicos relés multifunción.

FUNCIONES DE PROTECCION DE BARRAS	
87B	Diferencial de barras
50s-62	Fallo de Interruptor
	Oscilografía

FUNCIONES DE PROTECCION DE INTERRUPTOR	
3	Vigilancia de bobinas
25	Sincronismo
	Oscilografía

El relé multifunción de protección de barras podrá ser de tecnología concentrada (máximo 6+1 posiciones) o distribuida.

Para la captación y telemedida de las tensiones procedentes de los transformadores de tensión de barras, se utilizan UCPs de medida.

Estas protecciones se instalarán en todas las nuevas subestaciones, si bien se podrá analizar la no instalación en aquellas de Esquema Simplificado. En los parques que se requiera, se aplicará la función 21 (acoplamiento), realizada por la función 21 "Reverse" de alguno de los relés multifunción de circuitos AT. En cada instalación se indicarán los circuitos implicados.

10.8.3 BATERÍAS DE CONDENSADORES AT

Las funciones protectivas se agruparán en dos niveles y se usarán, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción. Estos relés multifunción deberán ser de diferente marca y modelo.

En el caso de las baterías de condensadores se deberá aplicar:

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
51	Máxima intensidad no direccional de fases
51, TD	Máxima intensidad no direccional de fases, tiempo definido
50	Máxima intensidad no direccional de fases, instantánea
51N	Máxima intensidad no direccional de neutro
51N TD	Máxima intensidad no direccional de neutro, tiempo definido
50N	Máxima intensidad no direccional de neutro, instantánea
51TD	Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente
27	Subtensión compuesta a tiempo definido
59	Sobretensión compuesta a tiempo definido
59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
51	Máxima intensidad no direccional de fases
51, TD	Máxima intensidad no direccional de fases, tiempo definido
50	Máxima intensidad no direccional de fases, instantánea
51N	Máxima intensidad no direccional de neutro
51N TD	Máxima intensidad no direccional de neutro, tiempo definido
50N	Máxima intensidad no direccional de neutro, instantánea
51TD	Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente
27	Subtensión compuesta a tiempo definido
59	Sobretensión compuesta a tiempo definido
59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

En las baterías de condensadores, existirá el denominado Bloqueo de conexión interruptores (86BC). Éste se energizará cuando alguna de las protecciones críticas de máxima intensidad y desequilibrio haya actuado.

Cada elemento condensador tendrá un sistema de descarga que reduzca la tensión entre bornes a un valor inferior o igual a 75 V desde su desconexión al cabo de 10 minutos para baterías de condensadores de tensión asignada superior a 1 kV.

10.8.4 TRANSFORMADORES

Las funciones protectivas se realizarán, a ser posible, mediante dos relés multifunción, de diferente marca y modelo.

Además de las funciones realizadas por los relés multifunción, se tendrán que tener en cuenta las protecciones propias de las máquinas transformadoras, éstas son:

49	Imagen térmica
63	Gases transformador
63	Gases regulador de tomas
63L	Válvula sobrepresión cuba transformador
63L	Sobrepresión cambiador de tomas
	Termómetro / termostato aceite
	Detección circulación de aceite

En todos los transformadores, existirá el denominado Bloqueo de conexión interruptores (86T). Éste se energizará por las siguientes protecciones de transformador: gases, chimenea expansión y protecciones diferenciales.

10.8.5 TRANSFORMADORES AT/MT

En el caso de los transformadores AT/MT se tendrá:

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
87T	Diferencial de transformador
50/51 F-N AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) y sobreintensidad instantánea (3 fases + neutro) AT
51G AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva) puesta a tierra neutro AT
51 F-N MT	Sobreintensidad (3 fases + neutro) a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) MT
51G MT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) puesta a tierra neutro MT
50/51G MT	Detector intensidad impedancia puesta a tierra MT
81m	Subfrecuencia
81df/dt	Derivada de frecuencia
59N MT	Sobretensión homopolar (a tiempo definido) MT
49 Zpat MT	Imagen térmica impedancia puesta a tierra neutro MT
3	Vigilancia de Bobinas
	Oscilografía

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
87T	Diferencial de transformador
50/51 F-N AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) y sobreintensidad instantánea (3 fases + neutro) AT
51G AT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva) puesta a tierra neutro AT
51 F-N MT	Sobreintensidad (3 fases + neutro) a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) MT
51G MT	Sobreintensidad a tiempo dependiente (curva, tiempo definido) puesta a tierra neutro MT
50/51G MT	Detector intensidad impedancia puesta a tierra MT
81m	Subfrecuencia
81df/dt	Derivada de frecuencia
59N MT	Sobretensión homopolar (a tiempo definido) MT
49 Zpat MT	Imagen térmica impedancia puesta a tierra neutro MT
3	Vigilancia de Bobinas
	Oscilografía

Para el correcto funcionamiento de la función de protección 51G AT, de deberá prestar especial atención en la elección del transformador de intensidad. Será preferentemente de tipo toroidal y con objeto de mantener la precisión de la medida, se tomará la relación Ip/Is de modo que la intensidad prevista de la posición sea próxima, aunque inferior, a la intensidad nominal del transformador de intensidad en su primario. Así mismo, y dado el bajo nivel de carga que suelen tener conectado los secundarios de estos transformadores, se deberá asegurar que el consumo no sea inferior al 25% de su

potencia de precisión, en caso contrario, se deberá actuar tal como se indica en el apartado de correspondiente de Transformadores de Medida de este documento.

Para los transformadores AT/MT se instalará un tercer equipo denominado Regulador automático de tomas en carga (90).

10.8.6 POSICIONES MT

Para las posiciones de MT, se dispondrá de un único relé multifunción por posición. A continuación, se indican las funciones protectivas a aplicar en cada caso:

Circuito

51F	Sobreintensidad de fases, curva
51F, TD	Sobreintensidad de fases, tiempo definido
50F	Sobreintensidad de fases, instantánea
51N	Sobreintensidad de neutro, curva, sumatorio 3TT/I fases
51N TD	Sobreintensidad de neutro, tiempo definido, sumatorio 3TT/I fases
50N	Sobreintensidad de neutro, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
46	Desequilibrio entre fases/fase abierta
67F	Sobreintensidad de fases: direccional curva, tiempo definido, instantáneo
67N1	Sobreintensidad de neutro: direccional curva, tiempo definido, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
67N2	Sobreintensidad de neutro sensible: direccional curva, tiempo definido, instantáneo, Tierra resistente, toroidal neutro
51NS	Sobreintensidad de neutro sensible: curva, tiempo definido, Tierra resistente, toroidal neutro
79	Reenganchador
59B	Automatismo Cogenerador
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía
	Recepción de disparo externo

Medida

59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
	Oscilografía

Acoplamiento

59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

Servicios Auxiliares

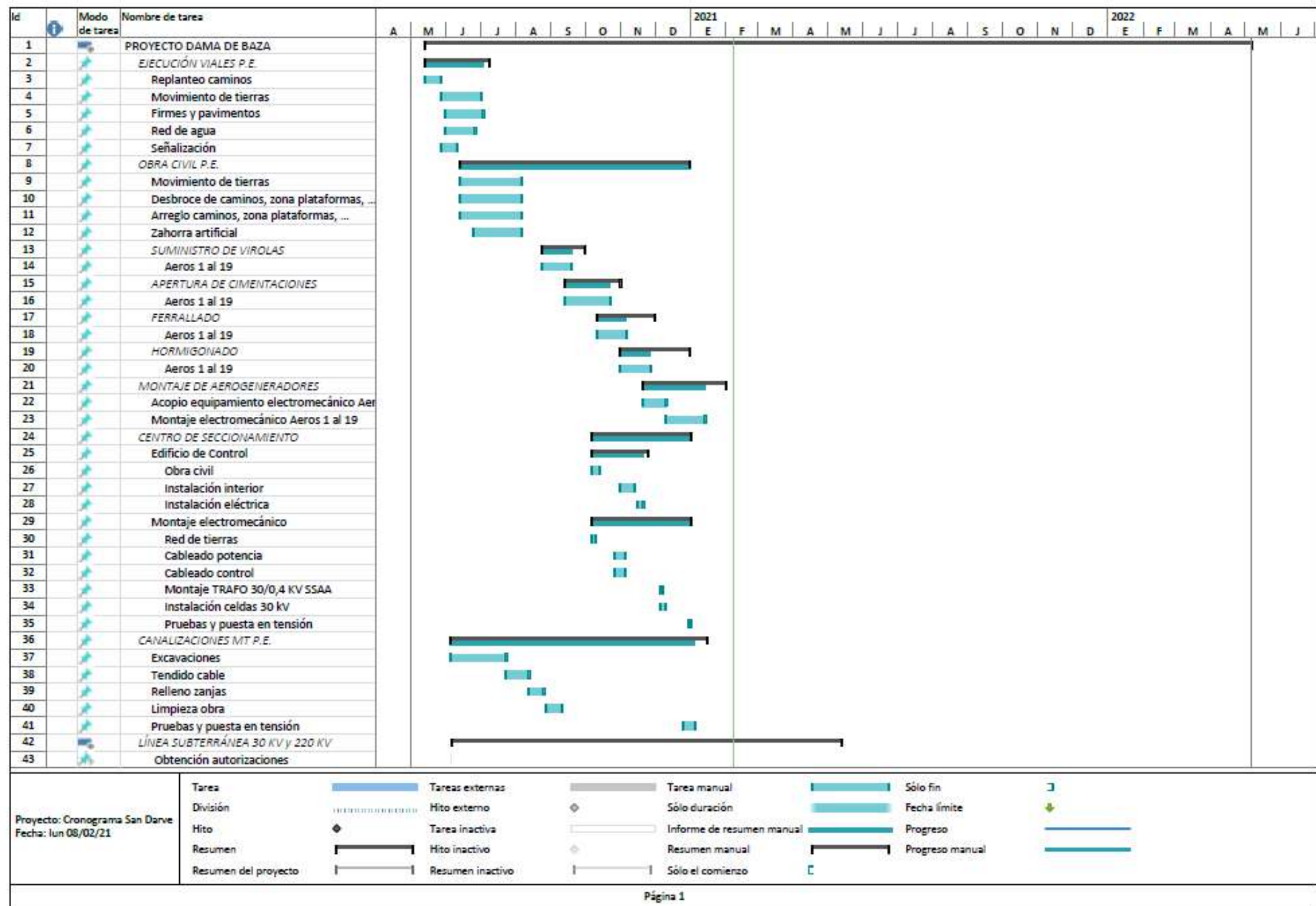
51F	Sobreintensidad de fases, curva
51F, TD	Sobreintensidad de fases, tiempo definido
50F	Sobreintensidad de fases, instantánea
51N	Sobreintensidad de neutro, curva, sumatorio 3TT/I fases
51N TD	Sobreintensidad de neutro, tiempo definido, sumatorio 3TT/I fases
50N	Sobreintensidad de neutro, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

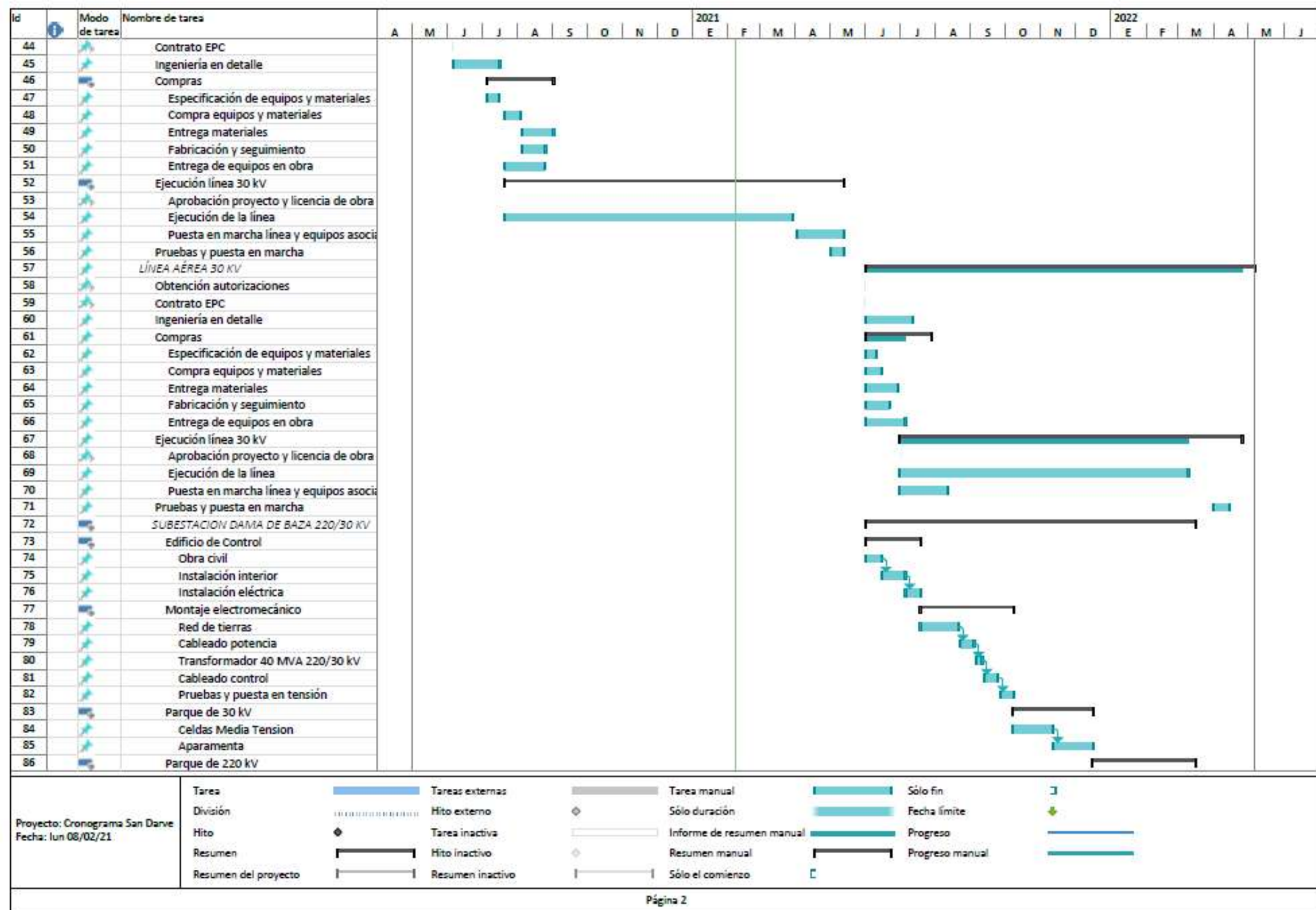
Baterías de condensadores

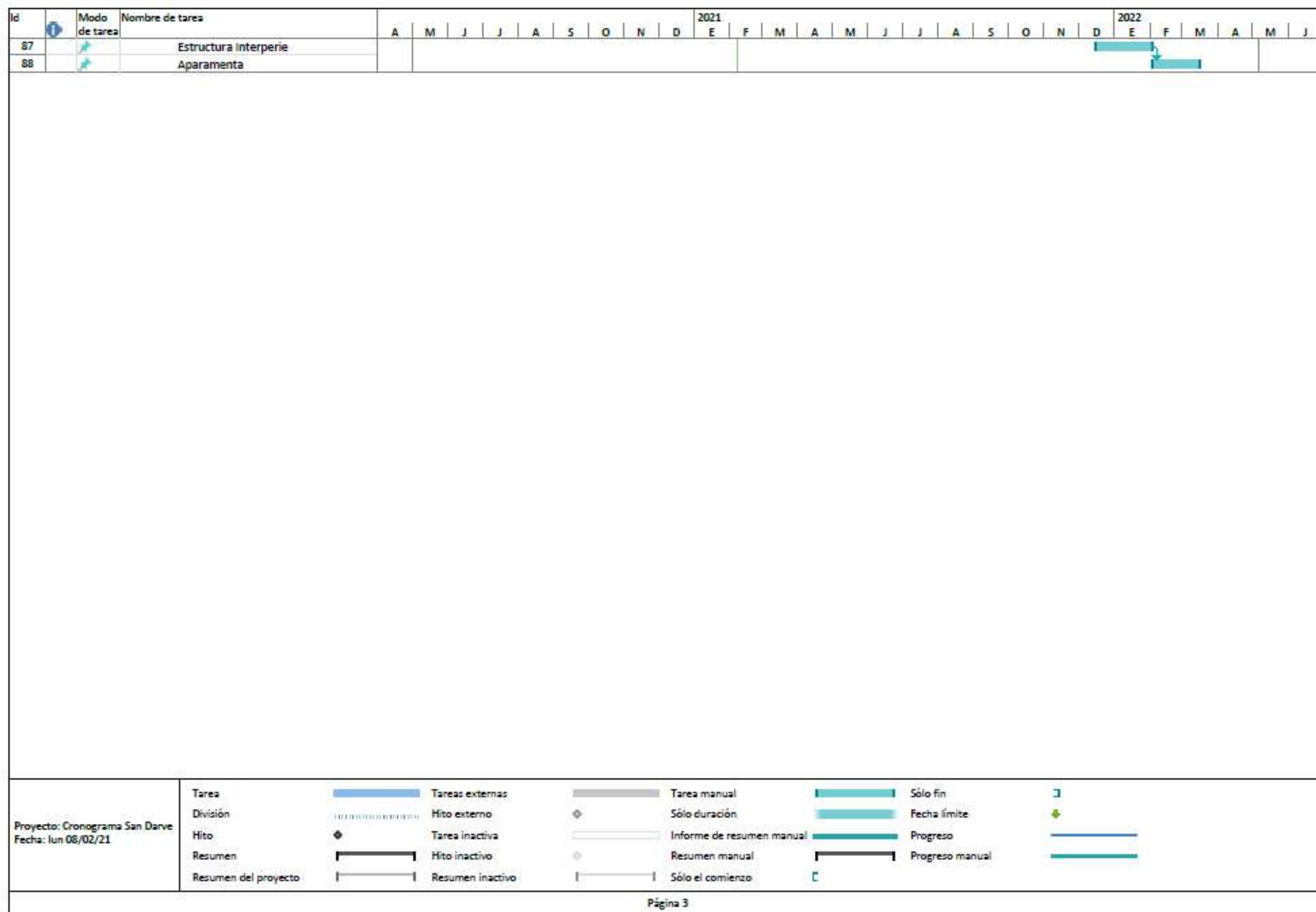
51F	Sobreintensidad de fases, curva
51F, TD	Sobreintensidad de fases, tiempo definido
50F	Sobreintensidad de fases, instantánea
51N	Sobreintensidad de neutro, curva, sumatorio 3TT/I fases
51N TD	Sobreintensidad de neutro, tiempo definido, sumatorio 3TT/I fases
50N	Sobreintensidad de neutro, instantáneo, sumatorio 3TT/I fases
51TD	Desequilibrio neutro entre estrellas BBCCEE, detección 3I0/Tierra resistente
27	Subtensión compuesta a tiempo definido
59	Sobretensión compuesta a tiempo definido
59N	Sobretensión homopolar a tiempo definido
3	Vigilancia circuitos de disparo
	Oscilografía

11 CRONOGRAMA

En el presente Apartado se ha realizado un Cronograma, mediante un diagrama de Gantt, con todas las fases de ejecución del proyecto del Parque Eólico Dama de Baza 38 MW y su Línea de Evacuación de 30 kV aérea y subterránea, para conexión en SET Dama de Baza junto con su enlace a SET Venalta, indicando las fechas previstas de comienzo y finalización.





 Tarea manual
 Sólo fin

12 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes actuaciones a realizar para llevar a cabo las obras de ejecución del Parque Eólico Dama de Baza y su línea de evacuación de 30 kV, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

En Madrid, julio del 2020

El Ingeniero Técnico Industrial

Javier Aparicio Bermejo,

Nº de colegiado 4836 por el COIMCE



CAPÍTULO II. ANEXO DE CÁLCULOS

1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.1 FÓRMULAS GENERALES

1.1.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en el transformador trifásico del aerogenerador viene dada por la expresión:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} * U_P}$$

Donde:

P: Potencia del transformador (kVA)

Up: Tensión primaria (kV)

Ip: Intensidad primaria (A)

1.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad primaria en el transformador trifásico del aerogenerador viene dada por la expresión:

$$I_S = \frac{P}{\sqrt{3} * U_S}$$

Donde:

P: Potencia del transformador (kVA)

Us: Tensión primaria (kV)

Is: Intensidad primaria (A)

1.1.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} * U_P}$$

Donde:

Scc: potencia de cortocircuito de la red (MVA)

Up: tensión de servicio (kV)

Iccp: corriente de cortocircuito (kA)

La corriente de cortocircuito del secundario del transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * \epsilon_{cc} * U_S}$$

Donde:

P: potencia de transformador (kVA)

ϵ_{cc} : tensión de cortocircuito del transformador (%)

Us: tensión en el secundario (V)

I_{ccs}: corriente de cortocircuito (kA)

1.1.4 DATOS DE PARTIDA

Los siguientes datos serán los necesarios para poder obtener la sección del conductor de MT que une el trafo y las celdas de Media Tensión.

- Tensión nominal de la red (Up): 30 kV.
- Tensión nominal BT (Us): 400 V.
- Potencia a transportar (S): 2,222 MVA.
- Factor de potencia ($\cos \phi$): 0,90.
- Tensión de cortocircuito transformador: 6%.
- Potencia de cortocircuito en el parque eólico (S_{cc}): 250 MVA.

1.1.5 RESULTADOS

Intensidad MT I _p (A)	Intensidad BT I _s (A)	Intensidad de cortocircuito MT I _{ccp} (kA)	Intensidad de cortocircuito BT I _{ccs} (kA)
42,77	3207,50	4,81	55,33

2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

2.1 FÓRMULAS GENERALES

2.1.1 INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en el transformador trifásico del aerogenerador viene dada por la expresión:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} * U_P}$$

Donde:

P: Potencia del transformador (kVA)

Up: Tensión primaria (kV)

Ip: Intensidad primaria (A)

2.1.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad primaria en el transformador trifásico del aerogenerador viene dada por la expresión:

$$I_S = \frac{P}{\sqrt{3} * U_S}$$

Donde:

P: Potencia del transformador (kVA)

Us: Tensión primaria (kV)

Is: Intensidad primaria (A)

2.1.3 INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} * U_P}$$

Donde:

Scc: potencia de cortocircuito de la red (MVA)

Up: tensión de servicio (kV)

Iccp: corriente de cortocircuito (kA)

La corriente de cortocircuito del secundario del transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 * P}{\sqrt{3} * \epsilon_{cc} * U_S}$$

Donde:

P: potencia de transformador (kVA)

ϵ_{cc} : tensión de cortocircuito del transformador (%)

Us: tensión en el secundario (V)

I_{ccs}: corriente de cortocircuito (kA)

2.1.4 DATOS DE PARTIDA

Los siguientes datos serán los necesarios para poder obtener la sección del conductor de MT que une el trafo y las celdas de Media Tensión.

- Tensión nominal de la red (Up): 30 kV.
- Tensión nominal BT (Us): 400 V.
- Potencia a transportar (S): 100 kVA.
- Factor de potencia ($\cos \phi$): 0,90.
- Tensión de cortocircuito transformador: 4,5%.
- Potencia de cortocircuito en el parque eólico (S_{cc}): 250 MVA.

2.1.5 RESULTADOS

Intensidad MT I _p (A)	Intensidad BT I _s (A)	Intensidad de cortocircuito MT I _{ccp} (kA)	Intensidad de cortocircuito BT I _{ccs} (kA)
1,92	144,34	4,81	55,33

3 DIMENSIONES DEL SISTEMA COLECTOR

3.1 FÓRMULAS GENERALES

3.1.1 SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE

La intensidad máxima admisible que llevaría el conductor se determina por el cálculo siguiente:

$$I = \frac{S(\text{kVA})}{\sqrt{3} \cdot U(\text{kV})}$$

Donde:

I: Intensidad del conductor. (A)

S: Potencia a transportar. (MVA)

U: Tensión nominal de la red. (kV)

3.1.2 SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO

La intensidad máxima admisible en cortocircuito que llevaría el conductor se determina por el cálculo siguiente:

$$I = \frac{S_{cc}(\text{kVA})}{\sqrt{3} \cdot U(\text{kV})}$$

Donde:

I_{cc}: Intensidad máxima admisible en cortocircuito del conductor. (A)

S_{cc}: Potencia de cortocircuito a transportar. (MVA)

U: Tensión nominal de la red. (kV)

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I_{cc}: Intensidad máxima admisible en cortocircuito del conductor. (A)

S: Potencia a transportar. (MVA)

K: Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

t_{cc}: Duración del cortocircuito. (seg.)

3.1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

Para evaluar la caída de tensión se utiliza la fórmula siguiente:

$$e = \sqrt{3} * I * \left[\left(\frac{L * \cos \varphi}{k * S} \right) + \left(\frac{X_u * L * \sin \varphi}{1000} \right) \right]$$

Siendo:

e: Caída de tensión. (V)

S: Sección del conductor. (mm²)

L: Longitud de cálculo. (m)

k: Conductividad a 20°C. Cobre 56, Aluminio 35, Aluminio-Acero 28, Aleación-Aluminio 31.

$\cos \varphi$: Coseno de φ . Factor de potencia.

X_u : Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

Para evaluar la caída de tensión porcentual se utiliza la fórmula siguiente:

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * U^2 * (R + X * \tan \varphi)}$$

Siendo:

$\Delta U\%$: Caída de tensión porcentual. (%)

P: Potencia máxima. (kW)

L: Longitud. (km)

R: Resistencia. (Ω/km)

X: Reactancia. (Ω/km)

U: Tensión. (kV)

ϕ : Ángulo de desfase.

3.1.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule se obtienen por la expresión siguiente:

$$P_p = 3 * R * L * I^2$$

Siendo:

P_p : Pérdidas de potencia máxima por Efecto Joule. (kW)

R: Resistencia. (Ω/km)

L: Longitud. (km)

I: Intensidad nominal conductor. (A)

Las pérdidas porcentuales se obtienen por la expresión que se describe:

$$\Delta P\% = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \phi}$$

Siendo:

$\Delta P\%$: Pérdida de potencia porcentual. (%)

P: Potencia máxima. (kW)

L: Longitud. (km)

R: Resistencia. (Ω/km)

U: Tensión. (kV)

ϕ : Ángulo de desfase.

3.2 LÍNEA INTERCONEXIÓN TRAFIO-CELDA DE MEDIA TENSIÓN (20 KV)

3.2.1 DATOS DE PARTIDA

Los siguientes datos serán los necesarios para poder obtener la sección del conductor de MT que une el trafio y las celdas de Media Tensión.

- Tensión nominal de la red (U): 30 kV.
- Potencia a transportar (P): 2 MW.
- Factor de potencia ($\cos \phi$): 0,90.
- Tipo de cable: Al – RHZ1 18/30.
- Distancia transporte: 10 m.
- Frecuencia (f): 50 Hz.
- Caída de tensión máxima admisible en régimen permanente (u): 1,5%.
- Sistema de instalación: 3 cables unipolares al aire.
- Potencia de cortocircuito. (Scc): 250 MVA.
- Tiempo disparo de las protecciones a cortocircuitos y defectos a tierra: 0,8 s.

3.2.2 TENSIÓN NOMINAL DEL CABLE (U0/U) Y TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO (UP)

Las principales características serán:

- Categoría de la red: A
- Tensión nominal (U0/U): 18/30 kV
- Tensión más elevada (Us): 36 kV
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (Up): 170 kV

3.2.3 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/Xu (m0/m)	Canal.	Desig. UNE	Polar.	I Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I Admisi. (A)/Fci
Trafo	Celda	10	Al/0,121	Al aire	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,76	3x1x150 mm ²	292/0,8

Nudo	Long. (m)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga nudo
Celda	10	0,206	0,121	0,24	-29.999,83	0,000553 %	-42,76 A (-2.222 KVA)

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
Trafo	Celda	0,011(0,00055%)

Resultados obtenidos para las protecciones:

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	I. Aut In (A)
Trafo	Celda	36	170	70	630

$I_n(A)$. Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

$I_{reg}(A)$. Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

$I_{ter}(A)$. Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

$I_{Fus}(A)$. Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

$U_n(kV)$. Tensión más elevada de la red.

$U_1(kV)$. Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.

$U_2(kV)$. Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$S_{cc} = 250 \text{ MVA}$.

$U = 30 \text{ kV}$.

$t_{cc} = 0,8 \text{ s}$.

$I_{pccM} = 4.811 \text{ A}$.

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm ²)	$I_{ccs} (A)$	Prot. Térmica / I_n	PdeC (kA)
Trafo	Celda	3x1x150	15.764	630	20

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I_{pcc} en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 25 mm².

I_{cc} admisible en pantalla = 4.630 A.

3.3 LÍNEAS INTERIORES DE MEDIA TENSIÓN

3.3.1 DATOS DE PARTIDA

Los siguientes datos serán los necesarios para poder obtener la sección del conductor de MT que une los Aerogeneradores con el Centro de Seccionamiento.

- Tensión nominal de la red (U): 30 kV.
- Potencia a transportar (P): 3, 6, 9 MW.
- Factor de potencia ($\cos \phi$): 0,90.
- Tipo de cable: Al - RHZ1 18/30.
- Profundidad de enterramiento: 0,9 m.
- Temperatura del terreno: 40°C
- Tipo de terreno: piedra caliza.
- Frecuencia (f): 50 Hz.
- Caída de tensión máxima admisible en régimen permanente (u): 5%.
- Sistema de instalación: 3 cables unipolares enterrados en zanja.
- Potencia de cortocircuito. (Scc): 250 MVA.
- Tiempo disparo de las protecciones a cortocircuitos y defectos a tierra: 0,8 s.

3.3.2 TENSIÓN NOMINAL DEL CABLE (U0/U) Y TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO (Up)

Las principales características serán:

- Categoría de la red: A.
- Tensión nominal (U0/U): 18/30 kV.
- Tensión más elevada (Us): 36 kV.
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (Up): 170 kV.

3.3.3 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Circuito	Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/Xu (m0/m)	Canal.	Desig.UNE	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm²)	I. Admisi. (A)Fci
1	1	DB08	DB09	1517	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	2	DB09	DB10	355	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8
	3	DB10	CSE	579	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	128,31	3x1x150	292/0,8
2	4	DB05	DB06	382	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	5	DB06	DB07	360	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8
	6	DB07	CSE	1381	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	128,31	3x1x150	292/0,8
3	7	DB03	DB04	348	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	8	DB04	CSE	2207	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8
4	9	DB01	DB02	337	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	10	DB02	CSE	2707	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8
5	11	DB19	DB18	351	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	12	DB18	DB11	1856	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8
	13	DB11	CSE	3022	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	128,31	3x1x150	292/0,8
6	14	DB16	DB17	314	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	15	DB17	CSE	4126	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8
7	16	DB14	DB15	348	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	17	DB15	CSE	4601	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8
8	18	DB12	DB13	349	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	42,77	3x1x150	292/0,8
	19	DB13	CSE	5165	Al/0,121	Sin entubar	RHZ1 18/30 H25	Unip.	85,54	3x1x150	292/0,8

Nudo	Long. (m)	R (Ω /Km)	X (Ω /Km)	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga nudo
DB01	337	0,206	0,121	11,19	-29.988,81	0,037	42,77 A (-2.222 kVA)
DB02	2707	0,206	0,121	134,85	-29.865,15	0,450	85,54 A (-4.444 kVA)
DB03	348	0,206	0,121	11,56	-29.988,44	0,039	42,77 A (-2.222 kVA)
DB04	2207	0,206	0,121	109,94	-29.890,06	0,366	85,54 A (-4.444 kVA)
DB05	382	0,206	0,121	6,34	-29.993,66	0,021	42,77 A (-2.222 kVA)
DB06	360	0,206	0,121	11,96	-29.988,04	0,040	85,54 A (-4.444 kVA)
DB07	1381	0,206	0,121	68,80	-29.931,20	0,229	128,31 A (-6.666 kVA)
DB08	1517	0,206	0,121	25,19	-29.974,81	0,084	42,77 A (-2.222 kVA)
DB09	355	0,206	0,121	11,79	-29.988,21	0,039	85,54 A (-4.444 kVA)
DB10	579	0,206	0,121	28,84	-29.971,16	0,096	128,31 A (-6.666 kVA)
DB11	3022	0,206	0,121	150,54	-29.849,46	0,502	128,31 A (-6.666 kVA)
DB12	349	0,206	0,121	11,59	-29.988,41	0,039	42,77 A (-2.222 kVA)
DB13	5165	0,206	0,121	257,30	-29.742,70	0,858	85,54 A (-4.444 kVA)
DB14	348	0,206	0,121	11,56	-29.988,44	0,039	42,77 A (-2.222 kVA)
DB15	4601	0,206	0,121	229,20	-29.770,80	0,764	85,54 A (-4.444 kVA)
DB16	314	0,206	0,121	10,43	-29.989,57	0,035	42,77 A (-2.222 kVA)
DB17	4126	0,206	0,121	205,54	-29.794,46	0,685	85,54 A (-4.444 kVA)
DB18	1856	0,206	0,121	61,64	-29.938,36	0,205	85,54 A (-4.444 kVA)
DB19	351	0,206	0,121	5,83	-29.994,17	0,019	42,77 A (-2.222 kVA)
CSE	-	-	-	65,82	-29.934,18	0,219	128,31 A (-6.666 kVA)
	-	-	-	87,09	-29.912,91	0,290	128,31 A (-6.666 kVA)
	-	-	-	121,50	-29.878,50	0,405	128,31 A (-6.666 kVA)
	-	-	-	146,04	-29.853,96	0,487	128,31 A (-6.666 kVA)
	-	-	-	218,01	-29.781,99	0,727	128,31 A (-6.666 kVA)
	-	-	-	215,97	-29.784,03	0,720	128,31 A (-6.666 kVA)
	-	-	-	240,76	-29.759,24	0,803	128,31 A (-6.666 kVA)
	-	-	-	268,89	-29.731,11	0,896	128,31 A (-6.666 kVA)

A continuación, se muestran las pérdidas de potencia activa en kW:

Circuito/Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2 (W)$	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario $3RI^2 (W)$
1	DB08	DB09	1007,17	8502,29
	DB09	DB10	1605,05	
	DB10	CSE	5890,07	
2	DB05	DB06	253,62	15929,96
	DB06	DB07	1627,65	
	DB07	CSE	14048,69	
3	DB03	DB04	1573,40	24024,86
	DB04	CSE	22451,46	
4	DB01	DB02	1523,67	29061,54
	DB02	CSE	27537,88	
5	DB19	DB18	233,04	39366,82
	DB18	DB11	8391,46	
	DB11	CSE	30742,32	
6	DB16	DB17	1419,68	43392,81
	DB17	CSE	41973,14	
7	DB14	DB15	1573,40	48378,63
	DB15	CSE	46805,23	
8	DB12	DB13	1577,92	54120,64
	DB13	CSE	52542,72	

Resultados obtenidos para las protecciones:

Circuito/Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	I. Aut In (A)
1	DB08	DB09	36	170	70	630
	DB09	DB10	36	170	70	630
	DB10	CSE	36	170	70	630
2	DB05	DB06	36	170	70	630
	DB06	DB07	36	170	70	630
	DB07	CSE	36	170	70	630
3	DB03	DB04	36	170	70	630
	DB04	CSE	36	170	70	630
4	DB01	DB02	36	170	70	630
	DB02	CSE	36	170	70	630
5	DB19	DB18	36	170	70	630
	DB18	DB11	36	170	70	630
	DB11	CSE	36	170	70	630
6	DB16	DB17	36	170	70	630
	DB17	CSE	36	170	70	630
7	DB14	DB15	36	170	70	630
	DB15	CSE	36	170	70	630
8	DB12	DB13	36	170	70	630
	DB13	CSE	36	170	70	630

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

I_{ter}(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

I_{Fus}(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

Un(kV). Tensión más elevada de la red.

U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.

U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- Circuito 1

CSE-DB08-DB09-DB10= 0,118%

- Circuito 2

CSE-DB07-DB06-DB05 = 0,278%

- Circuito 3

CSE-DB04-DB03 = 0,429%

- Circuito 4

CSE-DB02-DB01 = 0,545%

- Circuito 5

CSE-DB011-DB18-DB19 = 0,754%

- Circuito 6

CSE-DB17-DB16 = 0,651%

- Circuito 7

CSE-DB15-DB14 = 0,918%

- Circuito 8

CSE-DB13-DB12 = 0,959%

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

$S_{cc} = 250 \text{ MVA}$.

$U = 30 \text{ kV}$.

$t_{cc} = 0,8 \text{ s}$.

$I_{pccM} = 4.811 \text{ A}$.

Circuito/Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm²)	Iccs (A)	Prot. Térmica/In	PdeC (kA)
1	DB08	DB09	3x1x150	15.764	630	20
	DB09	DB10	3x1x150	15.764	630	20
	DB10	CSE	3x1x150	15.764	630	20
2	DB05	DB06	3x1x150	15.764	630	20
	DB06	DB07	3x1x150	15.764	630	20
	DB07	CSE	3x1x150	15.764	630	20
3	DB03	DB04	3x1x150	15.764	630	20
	DB04	CSE	3x1x150	15.764	630	20
4	DB01	DB02	3x1x150	15.764	630	20
	DB02	CSE	3x1x150	15.764	630	20
5	DB19	DB18	3x1x150	15.764	630	20
	DB18	DB11	3x1x150	15.764	630	20
	DB11	CSE	3x1x150	15.764	630	20
6	DB16	DB17	3x1x150	15.764	630	20
	DB17	CSE	3x1x150	15.764	630	20
7	DB14	DB15	3x1x150	15.764	630	20
	DB15	CSE	3x1x150	15.764	630	20
8	DB12	DB13	3x1x150	15.764	630	20
	DB13	CSE	3x1x150	15.764	630	20

Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I_{pcc} en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 25 mm².

I_{cc} admisible en pantalla = 4.630 A.

4 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

4.1 OBJETO

El objeto de este apartado establece y justifica las configuraciones de electrodo y medidas adoptadas para la puesta a tierra que han de emplearse en el Parque Eólico Dama de Baza 38 MW para proteger al personal en la proximidad de sistemas o equipos conectados a tierra, de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla.

Las principales funciones de la red de tierras son:

- Proveer los medios para disipar las corrientes a tierra, sin que se excedan los límites de operación de los equipos.
- Proveer una conexión a tierra para el punto neutro de los equipos que así lo requieran (transformadores, reactores, tableros, etc.).
- Proveer un medio de descarga y desenergización de equipos antes de proceder a tareas de mantenimiento.
- Facilitar, mediante la operación de los relevadores y otros dispositivos de protección, la eliminación de fallas a tierra en el sistema.

El objetivo de estos cálculos es verificar que los potenciales de contacto y de paso en la red de tierras de la subestación no excedan los valores límites de los potenciales tolerables por el cuerpo humano.

Verificar, también, que la resistencia a tierra de la red se encuentre dentro del rango de valores recomendados por las normas.

4.2 NORMATIVA LEGAL

- 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.
- “Instalaciones de Puesta a Tierra en Centros de Transformación” y su hoja de aplicación a la red de Compañía de Electricidad, publicado por el Dr. Ingº Industrial D. Julián Moreno Clemente (2ª edición, Málaga 1991).
- “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” publicado por UNESA.
- Norma IEEE 80-2000 en el diseño de sistemas de puesta a tierra para subestaciones.

4.3 DATOS DE CÁLCULO

Resistividad del terreno (pt)	300 Ω m. (Zona rocosa sobre cerro)
Resistividad superficial (ps)	3.000 Ω m. (Hormigón)
Régimen de neutro	Conectado directo a tierra
Resistencia Puesta a Tierra Máxima	2 Ω .
Tiempo máximo de desconexión	0,8 seg.
Potencia de cortocircuito	250 MVA.
Conductor Cu	50 mm ² 0,6/1 kV

Pica Longitud:	6 m
Diámetro:	14,6 m

4.4 METODOLOGÍA

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra lo suficientemente aproximado con electrodo mixto, se opera de la siguiente manera:

Cálculo de la resistencia del conjunto de picas y conductores, utilizando el método de las superficies equipotenciales indicadas en el libro *“Instalaciones de Puesta a Tierra en Centros de Transformación” y su hoja de aplicación a la red de Compañía de Electricidad, publicado por el Dr. Ingº Industrial D. Julián Moreno Clemente (2ª edición, Málaga 1991).*

4.5 FÓRMULAS GENERALES

A continuación, se indican las ecuaciones utilizadas con el método de las superficies equipotenciales:

- Resistencia de pica con la cabeza enterrada a una profundidad h. acopladas en paralelo.

$$R = \frac{\rho}{2 \times 2 \times \pi \times L} \ln \frac{h(2a + L)}{a(2h + L)} + \frac{\rho}{4\pi(L + h)} \left(\ln \frac{2h + L}{h} + \ln \frac{D + h + L}{D} \right)$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno. (Ω m)

L = Longitud de la pica. (m)

A = Radio de la pica. (m)

h = Profundidad de enterramiento de la cabeza de la pica. (m)

D = Distancia entre picas. (m)

- Resistencia de un conductor enterrado horizontalmente a una profundidad h.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{h(2a + L)}{a(L + 2h)} + \frac{\rho}{\pi(L + 2h)} \ln \frac{4h + L}{2h}$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno. (Ω m)

L = Longitud del cable. (m)

a = Radio del cable. (m)

h = Profundidad de enterramiento. (m)

A continuación, se indican las ecuaciones a utilizar según el MIE-RAT:

- Resistencia de pica vertical:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno. (Ω m)

L = Longitud de la pica. (m)

- Resistencia de conductor enterrado horizontalmente:

$$R = 2 * \frac{\rho}{L}$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno. (Ω m)

L = Profundidad de enterramiento. (m)

La puesta a tierra de cable de cobre desnudo de 0,6/1 kV 50 mm² de los aerogeneradores, el cable de cobre aislado procedente de los aerogeneradores, así como las pantallas de cobre de los cables subterráneos de las líneas de media tensión y el cable de cobre desnudo del centro de seccionamiento, se unirán, y de esta manera se reducen casi al mínimo los valores de tensión de paso y contacto en la instalación, dadas las dimensiones del electrodo en su conjunto.

4.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS DE PROTECCIÓN

El sistema de puesta a tierra de protección será único para la totalidad del Parque Eólico, incluyendo los Centros de Transformación de los aerogeneradores, la del Centro de Seccionamiento y el cable de acompañamiento tendido en zanja.

4.6.1 SISTEMA DE TIERRAS DE UN AEROGENERADOR

Está formado por cinco anillos circulares de conductor de cobre desnudo de 1 x 50 mm² 0,6/1 kV y picas bimetálicas de acero cobreado dispuesto de la siguiente manera:

- Anillo en el interior de la torre a una profundidad de 0,30 m embebido en el hormigón y de 1 metro de diámetro. De este anillo saldrán cuatro conductores conectados al interior de la torre.
- Anillo en el exterior de la torre a una profundidad de 0,30 m embebido en el hormigón y a 0,5 m de distancia de la virola.
- Anillo en el exterior de la torre embebido en el hormigón, a una distancia de 0,30 m por encima del hormigón de limpieza y a 0,30 m de la virola. Este anillo se conectará mediante conductor de Cu 0,6/1 kV 50 mm² al anillo anterior.
- Anillo en el exterior de la torre embebido en el hormigón, a una distancia de 0,30 m por encima del hormigón de limpieza y de un diámetro de 12 m. Este anillo se conectará mediante conductor de Cu 0,6/1 kV 50 mm² al anillo anterior.

- Anillo en el exterior de la cimentación, instalado a una profundidad de 0,60 m y a una distancia de la cimentación de 1 m. Este anillo se conectará mediante conductor de Cu 0,6/1 kV 50 mm² al anillo anterior y además de él saldrán cuatro conductores a la superficie de la cimentación.
- En los puntos de la periferia del anillo exterior, se situarán seis (6) picas bimetálicas de acero cobreado de 6 m de longitud y 14,6 mm de diámetro hincadas en el suelo a una profundidad de 1 m y dispondrán de registros de hormigón para inspección de su toma de contacto.
- Para reducir la resistencia depuesta a tierra, se realizará una malla de 48 x 48 metros con cuadrículas de 4 x 4 metros con cable desnudo de Cu 50 mm² 0,6/1 kV instalado a una profundidad de 0,60 m y 16 picas bimetálicas de acero cobreado de 6 m de longitud y 14,6 mm de diámetro hincadas en el suelo a una profundidad de 1 m hincadas en la periferia del mallazo.

Las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica tipo CADWELD de alto punto de fusión y las derivaciones por las estructuras metálicas de la aparamenta se fijarán por medio de piezas metálicas atornilladas.

El sistema de tierra deberá de conectarse a la armadura de la cimentación en 8 puntos diferentes con la ayuda de conectores transversales.

Las conexiones entre los cables de tierra dentro del hormigón se realizarán con conectores en cruz de 30 mm y 4 tornillos M8x25.

La resistencia total del sistema de puesta a tierra de cada aerogenerador medido de manera individual deberá de resultar menor de 2 Ω . En caso de que no se cumpliese, habría que modificar algún parámetro del electrodo de puesta a tierra, añadiendo picas o algún conductor más.

La línea principal de protección será 0,6/1 kV de Cu 50 mm², aislada, conectando todos los elementos metálicos: celdas de M.T.; armadura zapata, torre, plataformas, herrajes, estructura envolvente del transformador, cuadros y otros.

A la principal de servicio, análoga a la anterior, se conexionarán los neutros de los transformadores y del generador.

Se prevé colocar, en el interior de la torre de los aerogeneradores, unas pletinas soldadas a la torre en la que se encontrarán conexicionados los cables de tierra.

4.6.2 SISTEMA DE TIERRAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Se construirá una malla de tierra exterior al edificio del Centro de Seccionamiento a un (1) metro de distancia de la cimentación. Estará formado por cable de cobre desnudo 0,6/1 kV de 50 mm² enterrado a una profundidad de 0,90 m.

A esta malla de tierra como especifica la MIE-RAT 13 se conectarán las tierras de protección (partes metálicas de la instalación que no están en tensión normalmente al objeto de dar mayor seguridad al personal).

Las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica tipo CADWELD de alto punto de fusión y las derivaciones por las estructuras metálicas de la aparamenta se fijarán por medio de piezas metálicas atornilladas. En los puntos de la periferia de dicha malla se situará una pica bimetálica, en total 4 picas, de acero cobreado de 2 m de longitud, y 14,6 mm de diámetro hincadas en el suelo que dispondrán de registros de hormigón para inspección de su toma de contacto.

Asimismo, se conectará a esta puesta a tierra, el cable de cobre desnudo 0,6/1 kV 1 x 50 mm² procedente de los aerogeneradores, así como las pantallas de cobre de los cables subterráneos de las líneas de media tensión. De esta manera, se reducen casi al mínimo los valores de tensión de paso y contacto en la instalación, dadas las dimensiones del electrodo en su conjunto.

4.6.3 SISTEMA DE TIERRAS DEL SISTEMA DE SECCIONAMIENTO M.T.

Discurre por el mismo itinerario que las zanjas que contienen las líneas de M.T., enlazando cada uno de los aerogeneradores con el Centro de Seccionamiento; con una longitud aproximada de 983 m.

Se resuelve con cable de cobre aislado RV 0,6/1 kV 1 x 50 mm² de sección, enterrado a 0,90 m de profundidad, hasta alcanzar la caja de verificación del Centro de Seccionamiento.

4.7 INTENSIDAD DE DEFECTO A CONSIDERAR

$$I_d = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 4,81 \text{ kA}$$

Donde:

S_{cc} = Potencia Cortocrcuito. (MVA)

U_n = Tensión entre fases. (KV)

4.7.1 RESULTADO RESISTENCIA PARQUE EÓLICO

EMPLAZAMIENTO	RESISTENCIA R (Ω m)
RESISTENCIA DE CADA AEROGENERADOR	0.22
RESISTENCIA SISTEMA COLECTOR M.T.	1.15
RESISTENCIA CENTRO DE SECCIONAMIENTO	0.28
RESISTENCIA TOTAL PARQUE EÓLICO	1,87

4.8 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO PERMISIBLES

Tensión de paso:

Es la diferencia de potencial entre dos puntos de un terreno que pueden ser tocados simultáneamente por una persona; su valor permisible esta dado por:

$$V_p = 10 * \frac{K}{t^n} * (1 + \frac{6 * \rho_s}{1000})$$

Donde:

K = Constante. K=72 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

t = Tiempo de duración de la falla.

n = Constante. n=1 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

ρ_s = Resistividad superficial.

Tensión de contacto:

Es la diferencia de potencial entre un punto en la superficie del terreno y cualquier otro punto que se pueda ser tocado simultáneamente por una persona; su valor permisible está dado por:

$$V_c = \frac{K}{t^n} * (1 + \frac{1,5 * \rho_s}{1000})$$

Donde:

K = Constante. K=72 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

t = Tiempo de duración de la falla.

n = Constante. n=1 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

ρ_s = Resistividad superficial.

4.8.1 RESULTADOS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO PERMISIBLES

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO PERMISIBLES		
TENSIÓN AEROGENERADORES Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO (INTERIOR)	Vp	17.100 V
	Vc	495 V
TENSIÓN AEROGENERADORES Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO (EXTERIOR)	Vp	2.520 V
	Vc	130 V

4.9 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO REALES

4.9.1 TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

La tensión de paso real está dada por:

$$E_p = k_s * k_i * \frac{\rho * I}{L}$$

Donde:

E_p = Tensión de paso real en voltios.

k_s = Coeficiente que tiene en cuenta, la influencia combinada de la profundidad y del espaciamiento de la malla.

k_i = Coeficiente de irregularidad del terreno.

ρ = Resistividad del suelo (Ω -m)

I = Corriente máxima de falla (Amp)

L = Longitud total del conductor (m)

La tensión de contacto real está dada por:

$$E_c = k_m * k_i * \frac{\rho * I}{L}$$

Donde:

E_c = Tensión de contacto en voltios.

k_m = Coeficiente que tiene en cuenta las características geométricas de la malla.

4.9.2 CÁLCULO DE FACTORES k_m , k_i Y k_s

Cálculo de la longitud total de conductores:

$$L = L_r + L_c$$

Donde:

L_c = Longitud de conductores enterrados en la malla.

L_r = Longitud total de las varillas de tierra.

Longitud total de varillas:

$L_r = 1,15$ (nº. varillas x Longitud de las varillas)

El factor 1,15 refleja el hecho de que la densidad de corriente es mucho mayor en las varillas cerca del perímetro que en los conductores de la malla.

Cálculo del factor k_m :

$$k_m = \frac{1}{2\pi} \ln \left(\frac{D^2}{16hd} \right) + \frac{1}{\pi} \ln \left(\frac{3}{4} * \frac{5}{6} * \frac{7}{8} * \dots \right) \text{ n-2 términos}$$

Cálculo del factor k_i :

$$k_i = 0,65 + 0,172n \quad n \leq 7$$

$$k_i = 2n > 7$$

Cálculo del factor k_s :

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \dots \right)$$

Donde:

D= Espaciamiento entre conductores (m).

h= Profundidad de enterramiento (m).

d= Diámetro del conductor (m)

Según la configuración tomada de la puesta a tierra del parque eólico, los factores **Km**, **Ki** y **Ks**, son:

- Km: 1,1336
- Ki: 0,828
- Ks: 0,2549

4.9.3 COMPARACIÓN DE POTENCIALES

TENSIONES DE PASO Y CONTACTO				
EMPLAZAMIENTO	TENSIONES	TENSIONES PERMISIBLES (V)	TENSIONES REALES (V)	$V_p \leq V_p$ $V_c \leq V_c$ SI - CUMPLE NO - NO CUMPLE
TENSIÓN AEROGENERADORES Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO (INTERIOR)	TENSIÓN DE PASO	17.100 V	24	SI
	TENSIÓN DE CONTACTO	495 V	109	SI
TENSIÓN AEROGENERADORES Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO (EXTERIOR)	TENSIÓN DE PASO	2.520 V	24	SI
	TENSIÓN DE CONTACTO	130 V	109	SI

Con estos resultados se comprueba que la red de tierras sí ofrece la seguridad que se requiere.

4.10 SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS A TIERRA DE PROTECCIÓN (MASA) Y DE SERVICIOS (NEUTRO TRANSFORMADOR)

4.10.1 EN AEROGENERADORES Y EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Se dispondrá de tierra para el neutro del transformador del aerogenerador y neutro del trafo de SS.AA. ubicado en el Centro de Seccionamiento, separada de la tierra de protección, con el fin de no transferir tensiones peligrosas a la instalación de B.T.

La distancia mínima entre electrodos será de:

$$D = \frac{\rho \cdot Id}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 235 \text{ m}$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno. (Ω m)

Id = Intensidad de defecto a tierra en el lado de AT del CT. (A)

U = Tensión de ensayo. (V)

El neutro del transformador no tendrá una resistencia que produzca una tensión superior a 24 V con un diferencial de 650 mA.

$$R_{PTN} = K_r \cdot \rho \leq 37 \Omega$$

Parámetros característicos de la puesta a tierra según la configuración 5/32 elegida:

- Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
- Profundidad 0,5 metros.
- Longitud de las picas 2 metros.
- Sección del conductor 50 mm².
- Diámetro de las picas 14,6 mm.
- Separación entre picas 3 m.
- Número de picas 4.
- $K_r = 0,100$
- $K_p = 0,0127$

$$R_{PTN} = 0,100 \cdot 300 = 30 \Omega \leq 37 \Omega$$

Por consiguiente, se dispondrá de una toma de tierra del neutro con cable aislado 0,6/1 Kv 50 mm² en tubo de PVC grado de protección 7 como mínimo y separada 235 m de la toma de tierra de protección.

4.10.2 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Al ser los valores de la resistividad estimados, después de construir la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas y se realizarán los cambios que sean necesarios para alcanzar los valores reglamentarios.

5 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LÍNEA AÉREA DE 30 KV

5.1 Cálculos Eléctricos

La reactancia kilométrica de la línea viene dada por la siguiente ecuación.

$$X_K = \omega L_K = 2\pi f L_K$$

(A.C 1)

En donde:

X_K : Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km .

ω : Pulsación de la corriente eléctrica.

L_K : Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.

f : Frecuencia de la red en Hz.

Para calcular el coeficiente de autoinducción por kilómetro de la línea utilizamos la expresión.

$$L_K = \frac{1}{n_{Cir}} * \left[\frac{\mu}{2 * n} + 4,605 * \log_{10} \frac{DMG}{r_{eq}} \right] * 10^{-4}$$

(A.C.2)

En donde:

L_K : Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.

n_{cir} : Número de circuitos de la línea.

μ : Permeabilidad magnética del conductor. Que para el cobre, aluminio, aluminio-acero tiene un valor de 1.

n : Número de conductores por fase.

DMG : Separación media geométrica en milímetros.

r_{eq} : Radio equivalente del conductor en milímetros.

5.1.1 Intensidad máxima admisible en el conductor

De acuerdo con el punto 4.2.1 de la ITC-LAT 07, para el conductor utilizado en la presente línea eléctrica de sección 181,60 mm² la densidad máxima de corriente permitida es de 2,374 A/mm². Por tanto la intensidad máxima admitida por el conductor se obtendrá mediante la ecuación.

$$I_{M\acute{a}x.} = \delta * S$$

(A.C.3)

En donde:

$i_{M\acute{a}x.}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

δ : Densidad máxima de corriente en A/mm².

S: Sección del conductor en milímetros.

5.1.2 Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea, despreciando la capacidad viene dada por:

$$\Delta V = I [R_K \cos(\varphi) + X_K \sin(\varphi)] L$$

(A.C.4)

En donde:

ΔV : Caída de tensión en voltios.

I: Intensidad de la línea en A.

R_K : Resistencia kilométrica de la línea en Ω/km .

X_K : Reactancia kilométrica de la línea en Ω/km .

φ : Factor de potencia.

L: Longitud de la línea en km.

5.1.3 Potencia máxima a transportar

Potencia máxima por intensidad máxima admisible en el conductor

Para calcular la potencia que máxima que se puede transportar por la línea por intensidad se utilizará el valor de intensidad máxima obtenido según el apartado 5.1.1, ecuación (A.C.3) del presente anexo, por tanto para calcular la potencia aparente se utilizará la expresión:

$$S_{M\acute{a}x} = \sqrt{3} * I_{M\acute{a}x} * V$$

(A.C.5)

En donde:

$S_{M\acute{a}x}$: Potencia aparente máxima por límite térmico en kVA.

$I_{M\acute{a}x}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

V: Tensión eléctrica de la línea en kV.

Y para la potencia aparente:

$$P_{M\acute{a}x} = \sqrt{3} * I_{M\acute{a}x} * V * \cos(\varphi)$$

(A.C.6)

En donde:

$P_{M\acute{a}x}$: Potencia activa máxima por límite térmico en kW.

$I_{M\acute{a}x.}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.

V : Tensión eléctrica de la línea en kV.

Potencia máxima a transportar por caída de tensión

Para comprobar la potencia que se puede transportar con la longitud de la línea con una determinada caída de tensión. Para ello utilizaremos el momento eléctrico, que nos ofrece la siguiente ecuación.

$$P_{Max} = \frac{U^2 * u\%}{(R_K + X_k * tg(\varphi)) * L_{Linea} * 100}$$

(A.C.7)

En donde:

$P_{M\acute{a}x.}$: Potencia activa máxima por caída de tensión en kW.

U : Tensión eléctrica de la línea en kV.

u : Caída de tensión porcentual en %.

R_K : Resistencia kilométrica de la línea en Ω /km.

X_K : Reactancia kilométrica de la línea en Ω /km.

φ : Factor de potencia.

L_{Linea} : Longitud de la línea en km.

5.2 Características del Aislamiento

5.2.1 Tipos de cadenas

Cadenas de suspensión

Las características y especificaciones son en función del tipo de cadena:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple y protección avifauna para conductor LA-180 y 30 kV

Código de la cadena: LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI

Nº de elementos: 4 Uds

Tipo de elementos: U40BS

Longitud: 830,000 mm

Peso: 9,633 daN

Línea de fuga: 740,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 4000,000 daN

Cadenas de suspensión de cruce

Este tipo de cadena solo se usará en apoyos de alineación con seguridad reforzada por cruzamiento de accidentes que así lo precisen, como: carreteras, ríos, ramblas, ferrocarril, casas, naves, invernaderos, etc.

Doble cadena y varilla preformada, cada cadena estará compuesta por:

No hay cadeanas de este tipo en la línea

Cadenas de anclaje-amarre

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple y protección avifauna para conductor LA-180 y 30 kV de

Código de la cadena: LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI

Nº de elementos: 4 Uds

Tipo de elementos: U70BS

Longitud: 1071,000 mm

Peso: 17,846 daN

Línea de fuga: 1280,000 mm

Carga de destrucción electromecánica: 7000,000 daN

Cadenas de anclaje-amarre de cruce

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

No hay cadeanas de este tipo en la línea

5.3 Características del Conductor

5.3.1 Descripción

Se proyecta la línea con cable de Aluminio-Acero de 181,60 mm² de sección total, con las características que a continuación se citan.

Conductor LA-180 (181,60 mm²):

- Designación: LA-180
- Sección (mm²): 181,60
- Diámetro (mm): 17,500
- Carga de rotura (daN): 6517
- Peso (daN/m): 0,675
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8200
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001784
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,194

- Composición: 30+7

5.3.2 Cálculo mecánico de los conductores

El trazado de la línea esta comprendido entre las cotas 1125,0 m. y 1083,0 m. por lo que según el vigente Reglamento esta línea se encuentra en ZONA C.

5.3.3 Constante de catenaria para el trazado de la línea

La constante de catenaria viene definida por la siguiente expresión:

$$C = \frac{T}{p}$$

(A.C.8)

En donde:

C: Constante de la catenaria en m.

T: Tensión mecánica en daN.

p: Peso del conductor en daN/m.

Para el trazado de la línea se deberá utilizar la curva catenaria que produzca las flechas verticales máximas, dichas flechas máximas se producirán en cada zona en las hipótesis que muestra la siguiente tabla:

Zona	Hipótesis
A	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor
B	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor - 0° más la sobrecarga de hielo
C	- Temperatura considerada con el peso propio del conductor - 0° más la sobrecarga de hielo

La constante menor y más vertical determinará la constante con la que se dibujara la línea eléctrica. Estas dos constantes son.

$$c_{Temp.} = \frac{T_{Temp.}}{p_{Cond}}$$

(A.C.9)

$$c_{0+H} = \frac{T_{0+H}}{S_H}$$

(A.C.10)

En donde:

C : Constante de la catenaria en m.

T_{Temp} : Tensión mecánica en las condiciones de temperatura máxima fijada para el conductor en daN.

p : Peso del conductor sin sobrecarga en daN/m.

T : Tensión mecánica en las condiciones de 0° y la sobrecarga de hielo en daN.

S_H : Peso del conductor mas el manguito de hielo considerado en las zonas B y C en daN/m.

Se escogerá la menor constante de las hipótesis anteriores, que por otra parte será la que produzca una curva más vertical, o más cerrada, que origina unas flechas máximas mayores y tensiones menores. Esta constante es aproximada y posteriormente se calculará la constante real en cada alineación o vano de regulación existentes en la línea. Este valor de la constante de catenaria real en cada alineación figura en la tabla del anexo de cálculos.

5.3.4 Vano de regulación

Los tramos de línea que se encuentran entre apoyos con de amarre y anclaje, de alineación ao ángulo y final/principio de línea, que proporcionan puntos fuertes a la línea, tramos entre los cuales se encuentran colocados apoyos de alineación-suspensión o ángulo-suspensión, que deben tener las cadenas perfectamente verticales, se deben igualar las componentes horizontales de la tensión en cada uno de los vanos para que estas cadenas no sufran desviación alguna. Si varían las condiciones de equilibrio aparecen diferencias entre las componentes horizontales de la tensión en los distintos vanos, situación que queda en la realidad compensada por la desviación de las cadenas, que en estas condiciones dejan de estar perfectamente en equilibrio. Por tanto como se puede demostrar las condiciones de equilibrio al modificarse hacen que las componentes horizontales de los vanos que componen la alineación varíen en la misma magnitud, del mismo modo que lo harían las componentes horizontales de un vano con una longitud ficticia denominado vano de regulación. El cálculo de este vano de regulación se realiza para cada una de las alineaciones de las que está compuesta la línea eléctrica, para este cálculo utilizamos la siguiente ecuación.

$$a_r = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^2}{a_i}} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

(A.C.11)

En donde:

a_r : Longitud del vano de regulación en m.

- b_i : Longitud real de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación en m.
- a_i : Longitud proyectada de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación en m.

5.3.5 Componente horizontal máxima

Cuando se ha realizado el trazado de la línea utilizando la constante de catenaria de flechas máximas para trazado elegida, se calcularán las componentes horizontales máximas para cada una de las alineaciones de que consta la línea. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación.

$$T_0 = \frac{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right) + \sqrt{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right)^2 - \frac{b^2 * p^2}{2}}}{2 * \frac{b}{a}}$$

(A.C.12)

En donde:

- T_0 : Componente horizontal máxima en daN.
- T_A : Tensión en el punto mas elevado de fijación del conductor, correspondiente a la carga de rotura del conductor dividida por un coeficiente de seguridad de la línea en daN.
- a : Longitud proyectada del vano en m.
- b : Longitud real del vano en m.
- h : Desnivel del vano en m.
- p_z : Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Esta ecuación se aplicará a cada uno de los vanos que componen cada alineación, escogiendo en cada una de las alineaciones el valor más pequeño de la componente horizontal de la tensión, ya que esta componente horizontal de valor menor dará lugar a tensiones menores y por tanto a flechas verticales mayores.

5.3.6 Ecuación de cambio de condiciones

Para el cálculo de las tensiones en la línea eléctrica se utilizará la ecuación de cambio de condiciones, dicha ecuación es la siguiente.

$$\delta * a * (t - t_0) + \frac{a}{S * E} * (T - T_0) = \frac{a^3}{24} * \left(\frac{p^2}{T^2} - \frac{p_0^2}{T_0^2}\right)$$

(A.C.13)

En donde:

- δ : Coeficiente de dilatación lineal en °C⁻¹.
- a : Longitud proyectada del vano en m.

- t : Temperatura en las condiciones finales de cálculo de la tensión en °C.
 t_0 : Temperatura de correspondiente a la zona de cálculo en °C.
 S : Sección del conductor en mm².
 E : Módulo de elasticidad en daN/mm².
 T : Componente horizontal en las condiciones finales de cálculo en daN.
 T_0 : Componente horizontal máxima en cada alineación en daN.
 p : Peso del conductor en las condiciones finales de cálculo en daN/m.
 p_0 : Sobrecarga correspondiente a la sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Operando con la ecuación de cambio de condiciones se puede obtener otra ecuación que permita el cálculo de la tensión buscada, como resultado se obtiene la siguiente ecuación.

$$T^2 * (T + A) = B$$

(A.C.14)

Ecuación en la que los coeficientes A y B se pueden obtener fácilmente de la ecuación de cambio de condiciones aplicándose las siguientes ecuaciones.

$$A = \delta * (t - t_0) * S * E - T_0 + \frac{a^2 * p_0^2}{24 * T_0^2} * S * E$$

(A.C.15)

$$B = \frac{a^2 * p^2}{24} * S * E$$

(A.C.16)

Resolviendo la ecuación de tercer grado se obtienen tres soluciones, dos imaginarias conjugadas y una tercera real que corresponderá al valor de la tensión en las condiciones de cálculo buscadas.

5.3.7 Cálculo de flechas

Para el cálculo de flechas se utiliza la longitud real del vano, la ecuación que permite el cálculo de la flecha se obtiene a partir del desarrollo en serie por la fórmula de Mac Laurin de la función.

$$y = c * ch \frac{x}{c}$$

(A.C.17)

En donde:

- X : Longitud en m.

C: Constante de la catenaria.

Desarrollando esta ecuación por Mac Laurin hasta el tercer término se obtiene la expresión a utilizar para el cálculo de flechas en las hipótesis de cálculo requeridas y cuya forma es.

$$f = \frac{a * b * p}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2} \right)$$

(A.C.18)

En donde:

- f: Valor de la flecha en metros.
- p: Peso del conductor en la hipótesis de cálculo en daN/m.
- a: Longitud proyectada del vano en metros.
- b: Longitud real del vano en metros.
- T: Valor de la tensión en las condiciones de cálculo en daN.

El resumen de cálculos de tensiones y flechas, tanto para las hipótesis Reglamentarias, como para la tabla de tendido, figuran en las tablas del anexo de cálculos.

5.4 Características de los Apoyos

5.4.1 Descripción de los apoyos

Creo que aquí hay que hacer una parte para media con apoyos RU y otra para los apoyos de transporte

5.4.2 Cálculo mecánico de los apoyos

Aquí pasa igual que en el caso anterior la introducción esta hecha para RU, habría que hacer una para cada uno e introducirlo desde el programa.

Como es conocido en los apoyos metálicos contruidos sobre la base de perfiles laminados en los cuales sus características resistentes están determinadas por los esfuerzos que pueden soportar en dos direcciones perpendiculares, que como es lógico coinciden con la dirección de los dos ejes de simetría del apoyo, y que coinciden con la dirección de la línea y su perpendicular.

Si algún esfuerzo a los que se somete el apoyo no coincide con estas dos direcciones, no se podría utilizar la hipótesis de que el esfuerzo se reparte por igual en las caras de apoyo, dando como resultado en los montantes un esfuerzo superior al que estaría sometido el apoyo si dicho esfuerzo tuviera la dirección de alguno de los ejes de simetría. Por tanto se deberá obtener el esfuerzo equivalente dirigido según el eje de simetría que produzca el mismo esfuerzo aplicado sobre el montante más cargado. Este esfuerzo equivalente se puede calcular con la siguiente expresión.

$$F = F' \left(\cos(\alpha) + \frac{d_1}{d_2} \sin(\alpha) \right) = F'_X + \frac{d_1}{d_2} F'_Y$$

(A.C.19)

En donde:

F : Esfuerzo equivalente en la dirección del eje de simetría en daN.

F' : Esfuerzo actuante en daN que no se encuentra en la dirección del eje de simetría.

d_1 y d_2 : Distancia entre perfiles en las caras del apoyo en m.

F'_X y F'_Y : Componentes del esfuerzo en los ejes de simetría del apoyo en daN.

α : Ángulo formado por el esfuerzo con el eje de simetría.

En la línea objeto del proyecto se han utilizado apoyos metálicos de sección cuadrada, apoyos en los cuales d_1 es igual a d_2 , por tanto la ecuación anterior como es fácil de deducir para apoyos metálicos de sección cuadrada queda.

$$F = F'_X + F'_Y$$

(A.C.20)

Esfuerzos verticales que actúan sobre los apoyos

Para el cálculo de las cargas verticales se deberán distinguir dos hipótesis, la de viento y la de hielo, y la opcional de viento y hielo combinadas en líneas de categoría no especial y obligatoria en las de categoría especial, por tanto para cada una de ellas utilizaremos una ecuación diferente.

La ecuación de viento se utilizará en todas las hipótesis de cálculo de apoyos en la zona A y la primera hipótesis de las zonas B y C. Por el contrario la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo se utilizará para el cálculo de las hipótesis 2ª, 3ª y 4ª de las hipótesis de cálculo de apoyos reglamentarias para las zonas B y C.

Si la hipótesis de viento mas hielo está presente, se utilizará en la segunda correspondiente en las zonas B y C, en las 3ª y 4ª de las líneas de categoría especial.

Veamos las ecuaciones a utilizar en el cálculo de las cargas verticales o permanentes que gravitan sobre el apoyo.

Hipótesis de viento

Para esta hipótesis de viento tendremos:

$$V_{Viento} = p * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + c_v * [tg(n_1) \pm tg(n_2)] \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.21)

En donde:

V_{Viento} : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

- p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_V : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Se debe recordar en este punto la ecuación de cálculo de la constante de la catenaria.

$$C = \frac{T}{p}$$

(A.C.22)

En donde:

- C : Constante de la catenaria en m.
- T : Tensión mecánica en daN.
- p : Peso del conductor en daN/m.

Que para las condiciones de cálculo de la hipótesis de viento quedará en la siguiente forma.

$$C_V = \frac{T_V}{p_V}$$

(A.C.23)

En donde:

- C_V : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.
- T_V : Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.
- p_V : *Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.*

El valor de la sobrecarga debida a la acción del viento se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$p_v = \sqrt{p^2 + (v * d)^2}$$

(A.C.24)

En donde:

- p_v : Sobrecarga de viento en daN/m.
- p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- d : Diámetro en m del conductor.

Para el cálculo de las dos tangentes utilizaremos las siguientes expresiones:

$$tg(n_1) = \frac{h_1}{a_1}$$

(A.C.25)

$$tg(n_2) = \frac{h_2}{a_2}$$

(A.C.26)

En donde:

- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- h_1 : Desnivel del vano anterior al apoyo en m.
- h_2 : Desnivel del vano posterior al apoyo en m.

Hipótesis de hielo

Para la hipótesis de hielo tendremos:

$$V_{Hielo} = p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * [tg(n_1) \pm tg(n_2)] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.27)

En donde:

- V_{Hielo} : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El cálculo de la sobrecarga de hielo se obtiene utilizando las siguientes expresiones para las zonas B y C.

$$p_H = p + M_H * \sqrt{d}$$

(A.C.28)

En donde:

p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

M_H : Manguito de hielo mínimo según zona en daN.

d : Diámetro del conductor en mm.

El manguito de hielo tendrá un valor mínimo de 0,18 daN/m y 0,36 daN/m para las zonas B y C respectivamente, por último d es el valor del diámetro del conductor.

Para altitudes superiores a 1500 m, ha de justificarse el valor del manguito de hielo mediante estudios realizados sobre la zona por donde transcurre la línea, no pudiendo en ningún caso considerar valores inferiores a los indicados anteriormente.

Hipótesis combinada de viento y hielo

En este caso utilizaremos.

$$V_{V+H} = p_H * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + c_{VH} * [tg(n_1) \pm tg(n_2)] \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.29)

En donde:

V_{V+H} : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta ocasión la constante de catenaria se tendrá que calcular en las condiciones de viento mas hielo según sigue:

$$C_V = \frac{T_{VH}}{p_{VH}}$$

(A.C.30)

En donde:

C_V : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como minimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

C_{VH} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

p_{VH} : Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento y hielo combinado según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

La sobrecarga de viento mas hielo, se obtiene como muestra la siguiente ecuación:

$$p_{VH} = \sqrt{p_H^2 + (V_{VH} * d_{MH})^2}$$

(A.C.31)

En donde:

p_{VH} : Sobrecarga de viento mas hielo en daN/m.

p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

d_{MH} : Diámetro en m del manguito de hielo en m.

Esfuerzos producidos por la acción de los conductores sobre los apoyos

Esfuerzo del viento

El esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea eléctrica se considera que actúa en la dirección perpendicular a esta, la ecuación que permite el cálculo del esfuerzo del viento sobre los conductores es la siguiente.

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.32)

En donde:

E_V : Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.

d : Diámetro del conductor en m.

v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Esta ecuación es válida para apoyos que tengan sus vanos orientados en la dirección de la línea como ocurre en los apoyos de alineación en suspensión, amarre y ángulo, además de principio/final de línea. Pero en los apoyos de ángulo la acción del viento no se produce en la dirección perpendicular a la línea eléctrica sino que lo hace en la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea. Por tanto será necesario en estos casos multiplicar el esfuerzo anterior por un coeficiente modificándose por tanto la ecuación para el cálculo del esfuerzo del viento en la siguiente forma para los apoyos de ángulo.

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.33)

En donde:

E_V : Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.

d : Diámetro del conductor en m.

v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Desequilibrio de tracciones

El desequilibrio de tracciones actúa en la dirección de la línea y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$D_T = \%P * T$$

(A.C.34)

En donde:

D_T : Esfuerzo producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

P : Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 8% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 15% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión, 15% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 25% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre, 100% para apoyos de final/principio de línea y 50% para apoyos de anclaje.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los apoyos de amarre y anclaje, tanto en alineación como ángulo dividen dos alineaciones sucesivas de la línea por lo cual en cada uno de sus lados existe una componente horizontal diferente de la tensión, de esta forma el criterio de cálculo seguido en estos tipos de apoyos es utilizar en la ecuación anterior el valor de la componente horizontal de la tensión máxima mayor de las dos alineaciones anterior y posterior al apoyo en cuestión, obteniendo así el esfuerzo mayor que se podría producir por desequilibrio de tracciones.

Esta ecuación solo es válida para apoyos metálicos de sección cuadrada que son los utilizados en esta línea.

Rotura de conductores

Según lo indicado anteriormente en esta memoria se puede prescindir del cálculo del esfuerzo de torsión de rotura de conductores para los apoyos de suspensión y amarre, si se cumplen las condiciones impuestas en la ITC-LAT 07 en su punto 3.5.3. Por el contrario si se calculan para los apoyos de anclaje, final/principio de línea en todas las ocasiones.

Como indica el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5, se deberá calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de un conductor, para calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores utilizaremos la siguiente expresión.

$$R_C = \%P * T_0$$

(A.C.35)

En donde:

R_C : Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

P : Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 100% para apoyos de final/principio de línea, 100% para apoyos de anclaje, 100% para apoyos de amarre y 50% para apoyos de suspensión de ángulo o alineación.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Resultante de ángulo

En los apoyos de ángulo es necesario calcular la resultante de ángulo para las hipótesis 1ª y 2ª, correspondiente a las condiciones de viento, hielo y en caso de estar presente en viento mas hielo. También será necesario en la 3ª y 4ª hipótesis. Las ecuaciones de cálculo de la resultante de ángulo son las siguientes.

Hipótesis de viento

Esta ecuación se aplicará en la 1ª hipótesis de la zona A, B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis de la zona A. La ecuación es la siguiente.

$$R_{AV} = \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.36)

En donde:

R_{AV} : Resultante de ángulo en las condiciones de viento en daN.

T_V : Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, como mínimo en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Hipótesis de hielo

En esta caso la expresión que sigue a continuación será aplicable en la 2ª hipótesis de hielo en las zonas B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis en líneas de categoría no especial en zonas B y C.

$$R_{AH} = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.37)

En donde:

R_{AH} : Resultante de ángulo en las condiciones de hielo en daN.

T_H : Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura -15°C como mínimo y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona B, y -20°C como mínimo y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona C

en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Hipótesis combinada de viento más hielo

Si esta hipótesis es considerada en líneas de categoría no especial, se aplicará la ecuación de cálculo en la 2ª hipótesis de viento más hielo en zonas B y C. En líneas de categoría especial, se aplicará además de la anteriormente mencionada de 2ª hipótesis de viento mas hielo en la 3ª y 4ª para línea situadas en zonas B y C.

$$R_{AVH} = \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.38)

En donde:

R_{AH} : Resultante de ángulo en las condiciones de viento mas hielo en daN.

T_{VH} : Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura – 15°C como mínimo y sobrecarga debida al viento mas hielo según zona para la zona B, y –20°C como mínimo y sobrecarga debida al viento mas hielo según zona para la zona C en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación-suspensión por la acción del viento

Es necesario calcular el ángulo máximo que se desvían las cadenas de aisladores del tipo suspensión bajo la acción del viento para que los conductores y sus partes en tensión nunca superen la distancia mínima a los apoyos.

Para el cálculo de esta desviación de las cadenas de aisladores se considerará según ITC-LAT 07 apartado 5.4.2 del Reglamento una presión debida a la mitad de la acción del viento, la ecuación que proporciona el ángulo que se desvían las cadenas de alineación debido a la acción del viento en los apoyos de alineación es la siguiente.

$$\tan(\gamma) = \frac{\frac{v}{2} * d * \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{E_{Vcad}}{2}}{p * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{VM} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) + \frac{P_{Cad}}{2}}$$

(A.C.39)

En donde:

γ : Ángulo de desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación bajo la acción del viento.

- d : Diámetro del conductor en m.
- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16 mm.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{VM} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de – 5°C, –10°C y –15°C, para las zonas A, B y C respectivamente y sobrecarga debida a la mitad de la presión del viento, con una velocidad de 120 km/h en daN.
- p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- E_{Vcad} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

Desviación de la cadena de aisladores en apoyos de ángulo-suspensión por la acción del viento

En este caso la ecuación a aplicar es.

$$\tan(\gamma) = \frac{2 * T_{VM} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + \frac{v}{2} * d * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + \frac{E_{Vcad}}{2}}{p * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{VM} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) + \frac{P_{Cad}}{2}}$$

(A.C.40)

En donde:

- γ : Ángulo de desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación bajo la acción del viento.
- d : Diámetro del conductor en m.
- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16 mm.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{VM} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de – 5°C, –10°C y –15°C, para las zonas A, B y C respectivamente y sobrecarga debida a la mitad de la presión del viento, con una velocidad de 120 km/h en daN.

p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

E_{Vcad} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Cálculo de los esfuerzos que actúan sobre los apoyos

En este apartado se va a tratar el cálculo de los apoyos con sus diferentes hipótesis según fija el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.5.3. Para ello se van a exponer el cálculo de los diferentes tipos de apoyos que fija este artículo del Reglamento.

En estos apartados se van a desarrollar los esfuerzos para el conductor de fase, si la línea estuviera construida con conductor de tierra, los cálculos serían análogos, simplemente con cambiar los parámetros del conductor de tierra por los del conductor de fase.

Apoyo de alineación-suspensión

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C , -10°C y -15°C , respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.41)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_V : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C , -10°C y -15°C , en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.42)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

d : Diámetro del conductor en m.

v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no esta presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.43)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_H : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en daN.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Los esfuerzos transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento más hielo

Esta hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.44)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

(A.C.45)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

d_M : Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60} : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo, en líneas de categoría no especial, y como la 2ª hipótesis de viento mas hielo en las líneas de categoría especial.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.1, cuyo valor es el 8% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 15% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{8}{100} * T_0$$

(A.C.46)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(A.C.47)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

(A.C.48)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

Apoyo de alineación-amarre

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.49)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en

zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.50)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

d : Diámetro del conductor en m.

v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.51)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{H1} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
- T_{H2} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento mas hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.52)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_{VH1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- C_{VH2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

(A.C.53)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

d_M : Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60} : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(A.C.54)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * T_0$$

(A.C.55)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = T_0$$

(A.C.56)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

Apoyo de alineación-anclaje

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C , -10°C y -15°C , respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.57)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_{V1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.
- C_{V2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.58)

En donde:

- T : Esfuerzo transversal en daN.
- d : Diámetro del conductor en m.
- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.59)

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{H1} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
- T_{H2} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento mas hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.60)

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_{VH1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- C_{VH2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

(A.C.61)

En donde:

- T : Esfuerzo transversal en daN.
- d_M : Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v_{60} : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- E_{VCAD60} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

Para calcular el esfuerzo por desequilibrio de tracciones utilizaremos la expresión propuesta anteriormente, y que según ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 del Reglamento tiene un porcentaje del 50%.

$$L = \frac{50}{100} T_0$$

(A.C.62)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores para los de amarre o suspensión si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar se tendrán que calcular los esfuerzos verticales que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se calcularán igual que las correspondientes a la primera hipótesis, y como las correspondientes a la segunda hipótesis si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias, en función de si la línea es o no de categoría especial.

Según fija en la ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto la expresión de cálculo quedará.

$$L = T_0$$

(A.C.63)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

Apoyo de ángulo-suspensión

1ª hipótesis viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en la tres zonas de cálculo reglamentarias, en las condiciones de -5°C , -10°C y -15°C de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento.

En primer lugar según la ITC-LAT 07 3.5.3 del Reglamento se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, para ello utilizaremos la ecuación correspondiente a la hipótesis de viento.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.64)

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a₁: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a₂: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_V: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.
- n₁: Pendiente del vano anterior.
- n₂: Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. Además en este caso al ser un apoyo de ángulo será necesario valorar también la resultante de ángulo, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + 2 * T_V * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(A.C.65)

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
- d: Diámetro del conductor en m.
- v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a₁: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a₂: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- E_{VCAD}: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
- N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.
- T_V: Componente horizontal en las condiciones de viento en daN.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis hielo

La segunda hipótesis de cálculo para apoyos de ángulo solo será necesario su cálculo en las zonas B y C reglamentarias ya que en la zona A no existe la hipótesis de hielo. En primer lugar se tendrán que calcular las cargas permanentes aplicando la ecuación correspondiente a las condiciones de hielo.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.66)

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_H : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Al ser un apoyo de ángulo si aplica el esfuerzo transversal, que en este caso será.

$$T = 2 * T_H * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(A.C.67)

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
- T_H : Componente horizontal de la tensión en condiciones de hielo en daN.
- α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento más hielo

Esta hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.68)

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_H : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_{VH} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal, que combinará el esfuerzo por viento sobre el manguito de hielo más la resultante de ángulo correspondiente, y deberá calcular como sigue.

$$T = d_{MH} * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD60} * N_{CAD} + 2 * T_{VH} * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(A.C.69)

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
- d_M : Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v_{60} : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- E_{VCAD60} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{VH} : Componente horizontal en las condiciones de viento mas hielo en daN.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo, en líneas de categoría no especial, y como la 2ª hipótesis de viento mas hielo en las líneas de categoría especial.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = 2 * T_0 * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(A.C.70)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.1, cuyo valor es el 8% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 15% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{8}{100} * T_0$$

(A.C.71)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(A.C.72)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

(A.C.73)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los esfuerzos verticales y transversales serán los mismos que para la tercera hipótesis.

Apoyo de ángulo-amarre

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.74)

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a₁: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a₂: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_{V1}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.
- C_{V2}: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.
- n₁: Pendiente del vano anterior.
- n₂: Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. En este caso habrá que combinarlo con la acción de la resultante de ángulo que se produce en este tipo de apoyos, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.75)

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
- d: Diámetro del conductor en m.
- v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a₁: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a₂: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{V1} : Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{V2} : Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.76)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_H : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H1} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.

T_{H2} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.77)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

T_{H1} : Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{H2} : Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento mas hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.78)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{VH1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.

C_{VH2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{F60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD\ 60} * N_{CAD} \\ + \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.79)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

d_M : Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.

v_{60} : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD60} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{VH1} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{VH2} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

En cuanto al esfuerzo transversal será en correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de esta tercera hipótesis, según sigue:

$$T = \sqrt{\left[(T_{01} + T_{02}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{01} - T_{02}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.80)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

T_{01} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{02} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular el esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

(A.C.81)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * T_0$$

(A.C.82)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.

- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = T_0$$

(A.C.83)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los esfuerzos verticales y transversales serán los mismos que para la tercera hipótesis.

Apoyo de ángulo-anclaje

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C , -10°C y -15°C , respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.84)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C , -10°C y -15°C , en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

C_{V2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C , -10°C y -15°C , en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. En este caso habrá que combinarlo con la acción de la resultante de ángulo que se produce en este tipo de apoyos, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.85)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

d : Diámetro del conductor en m.

v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{V1} : Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{V2} : Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.86)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_H : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{H1} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
- T_{H2} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

(A.C.87)

En donde:

- T : Esfuerzo transversal en daN.
- T_{H1} : Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.
- T_{H2} : Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.
- α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento mas hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.88)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- C_{VH1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- C_{VH2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{F60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD 60} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.89)

En donde:

- T : Esfuerzo transversal en daN.
- d_M : Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v_{60} : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- E_{VCAD60} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

T_{VH1} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{VH2} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

En cuanto al esfuerzo transversal será en correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de esta tercera hipótesis, según sigue:

$$T = \sqrt{\left[(T_{01} + T_{02}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{01} - T_{02}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

(A.C.90)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

T_{01} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.

T_{02} : Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Para calcular el esfuerzo por desequilibrio de tracciones utilizaremos la expresión propuesta anteriormente, y que según ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 del Reglamento tiene un porcentaje del 50%.

$$L = \frac{50}{100} T_0$$

(A.C.91)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores para los de amarre o suspensión si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar se tendrán que calcular los esfuerzos verticales que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se calcularán igual que las correspondientes a la primera hipótesis, y como las correspondientes a la segunda hipótesis si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias, en función de si la línea es o no de categoría especial.

Según fija en la ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto la expresión de cálculo quedará.

$$L = T_0$$

(A.C.92)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

Apoyo principio/final de línea

1ª hipótesis viento

Como en los demás apoyos la primera hipótesis de cálculo será aplicable en las tres zonas de cálculo, pero en este caso como ocurría con el apoyo de ángulo actúan dos esfuerzos simultáneamente como se verá mas adelante. En primer lugar se deberá calcular el esfuerzo vertical debido a la acción del viento sobre conductores y cadenas de aisladores, a la temperatura de -5°C , -10°C y -15°C , para las zonas A, B y C, cuya expresión es la que sigue.

- Principio de línea.

$$V = p * \left[\frac{a_2}{2} - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.93)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

C_{V2} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C , -10°C y -15°C , en

zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- Final de línea.

$$V = p * \left[\frac{a_1}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.94)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

C_{V1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.

n_1 : Pendiente del vano anterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Como se dijo anteriormente en esta hipótesis se dan simultáneamente dos esfuerzos que son la presión del viento sobre conductores y cadena de aisladores y el desequilibrio de tracciones. En primer lugar calcularemos el esfuerzo transversal debido a la acción del viento, para los conductores utilizaremos la ecuación que sigue.

$$T = d * v * \frac{a}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.95)

En donde:

T : Esfuerzo transversal en daN.

d : Diámetro del conductor en m.

v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a : Longitud proyectada del vano en m.

E_{VCAD} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Seguidamente tendremos que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones, que en este caso de la primera hipótesis se tendrá que calcular bajo las condiciones de -5°C , -10°C y -15°C de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento, por otra parte el porcentaje a aplicar en este tipo de apoyos según al ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.4 del Reglamento será del cien por cien de las tracciones unilaterales de los conductores, así pues la ecuación quedará en la forma.

$$L = \%P * T_0$$

(A.C.96)

En donde:

L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en la hipótesis en daN.

2ª hipótesis hielo

La segunda hipótesis para el apoyo final/principio de línea difiere un poco de las de los demás apoyos ya que en ella se integra el cálculo del esfuerzo debido al desequilibrio de tracciones. En primer lugar se tendrá que calcular los esfuerzos verticales que gravitan sobre el apoyo, como en anteriores casos utilizaremos la ecuación propuesta para el caso de la hipótesis de hielo, dicha ecuación es la que sigue.

- Principio de línea.

$$V = \left[p_H * \frac{a_2}{2} - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.97)

En donde:

V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p_H : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

T_{H2} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.

n_2 : Pendiente del vano posterior.

P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- Final de línea.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.98)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- T_{H1} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Aquí tenemos también que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones de acuerdo a la siguiente expresión.

$$L = \%P * T_0$$

(A.C.99)

En donde:

- L : Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
- T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión a aplicar en la hipótesis en daN.

2ª hipótesis viento mas hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

- Principio de línea.

$$V = p_H * \left[\frac{a_2}{2} - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.100)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{H2} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.101)

En donde:

- V : Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p_h : Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- C_{VH1} : Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- P_{CAD} : Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{60} * \frac{a}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

(A.C.102)

En donde:

- T : Esfuerzo transversal en daN.
- d_{MH} : Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v_{60} : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a : Longitud proyectada del vano en m.
- E_{VCAD60} : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.
- N_{CAD} : Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Aquí tenemos también que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones de acuerdo a la siguiente expresión.

$$L = T_0$$

(A.C.103)

En donde:

- L : Esfuerzo producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
- T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión a aplicar en la hipótesis en daN.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

Esta hipótesis queda anulada en este tipo de apoyos ya que como se ha visto en anteriores apartados queda integrada dentro de la primera y segunda hipótesis por tanto ya esta calculada y el Reglamento prescinde de ella.

4ª hipótesis rotura de conductores

Esta hipótesis es de obligado cálculo en las tres hipótesis reglamentarias, en primer lugar se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, que para el caso de la zona A se procederá de la igual forma que en la primera hipótesis y para las zonas B y C de igual forma que en la segunda hipótesis de cálculo en las líneas de categoría no especial y como la segunda de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

El porcentaje a aplicar en el cálculo de esta hipótesis según dicta el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4, es del cien por cien, por tanto la ecuación a utilizar es la siguiente.

$$L = T_0$$

(A.C.104)

En donde:

L : Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El número de conductores que actúan sobre el apoyo será de uno, excepto en el caso del montaje tresbolillo que serán dos, ya que al romper el conductor que se encuentra solo en uno de los lados, son dos conductores los que no encuentran equilibrio, por tanto son los que producen momento de torsión sobre el apoyo, por tanto en este caso del montaje tresbolillo la rotura de conductores se obtendrá.

$$L = T_0 * 2$$

(A.C.105)

En donde:

L : Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

T_0 : Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

En el anexo de cálculo, se ilustran los resultados de cálculo para la presente línea, que definen el árbol de cargas específicas, resultantes de las condiciones de trabajo de cada uno de los apoyos utilizados en este proyecto, de los cuales la empresa fabricante suministradora, ha de certificar y garantizar que sus productos elegidos a tal efecto han de cumplir con dichas especificaciones.

5.4.3 Cimentaciones de los apoyos

Cimentaciones monobloque

Sobre el apoyo se producen dos momentos flectores que debe soportar el macizo de cimentación que sustenta al apoyo. En primer lugar se produce el momento flector debido a la acción del tiro de conductores y que se calculará mediante la siguiente expresión.

$$M_{VC} = E_{Cond} * \left(H_{RC} + \frac{2}{3} * h \right)$$

(A.C.106)

En donde:

M_{VC} : Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.

E_p : Esfuerzo transversal más longitudinal producido por los conductores en daN.

H_{RC} : Altura del punto de aplicación del esfuerzo en metros.

h : Altura del macizo de cimentación en metros.

El segundo momento de vuelco que actúa sobre el apoyo es el debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo, que se calculará con la ecuación.

$$M_{VV} = E_{VApoyo} * \left(\frac{H_T}{2} + \frac{2}{3} * h \right)$$

(A.C.107)

En donde:

M_{VV} : Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.

E_{VApoyo} : Esfuerzo producido por el viento sobre la superficie del apoyo en daN.

H_T : Altura de la silueta del apoyo expuesta al viento en metros.

h : Altura del macizo de cimentación en metros.

Para el cálculo de la cimentación se utiliza el método utilizado por la asociación de ingenieros suizos, el método se basa en la ecuación de Sulzberger. Según la ITC-LAT 07 apartado 3.6.1 del Reglamento, se fija un coeficiente de seguridad para las hipótesis normales de 1,5.

$$M_{VC} + M_{VV} \leq \frac{M_{ABS}}{1,5}$$

(A.C.108)

En donde:

M_{VC} : Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.

M_{VV} : Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.

M_{ABS} : Momento estabilizador absorbido por la cimentación en daNm.

Se adopta como forma para el cimientto del apoyo un prisma de sección cuadrada, prolongándose este 20 cm por encima del nivel del terreno de forma que sirva de

protección para el apoyo. Por otra parte se establece un ángulo de giro máximo para el cimientado definido por su tangente de 0,01.

El momento estabilizador del cimientado está formado por dos componentes, el primero es el debido al empotramiento lateral del macizo en el terreno y el segundo es el que ofrece la reacción del terreno debido al peso del macizo de cimentación, apoyos, cables y cadenas de aisladores con sus herrajes correspondientes. Estos dos momentos dan lugar al momento estabilizador de la cimentación según la ecuación de Sulzberger.

$$M_{ABS} = 139 * C_2 * a * h^4 + a^3 * (h + S) * R_H * \left(0,5 - \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{1,1 * h}{10 * a * C_2}} \right)$$

(A.C.109)

En donde:

M_{ABS} : Momento estabilizador absorbido por la cimentación en daNm.

a : Anchura del cimientado en metros.

b : Largo del cimientado en metros.

h : Profundidad del cimientado en metros.

C_2 : Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad en daN/cm³.

5.4.4 Tierras

Todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 50 mm² de cobre y picas de cobre.

Dada la naturaleza del terreno, y no pudiendo prever la resistencia de difusión de la puesta a tierra que se obtendrá en cada uno de los apoyos, se ha proyectado esta instalación de acuerdo con la ITC-LAT 07 en su apartado 7.

Asimismo, en los apoyos emplazados en zonas de pública concurrencia, las tomas de tierra se dispondrán en anillo cerrado y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia de las aristas del macizo de la cimentación.

De esta forma también será ejecutada la instalación de toma de tierra en anillo en aquellos apoyos que soporten elementos de maniobra de cualquier tipo.

Teniendo en cuenta que el sistema de protecciones existente en todas las Subestaciones de esta Empresa suministradora, está concebido de tal forma que los relés de protección están tarados para una intensidad de arranque del 6% de la intensidad nominal del transformador de intensidad y puesto que los transformadores de intensidad usados son los de relación 400/5 ó 200/5 A, en el caso más desfavorable, el de relación 400/5 A, el umbral de funcionamiento es de 0,06 x 400 = 24 A.

Como la intensidad de defecto a tierra está limitada a 300 A. en las líneas de distribución (por la resistencia de puesta a tierra del transformador), el 50% de esta intensidad es de 150 A, valor muy superior a los 24 A de intensidad de arranque del sistema de protecciones.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será totalmente reglamentaria la existencia de resistencias de difusión a tierra con valores superiores a 20Ω en aquellos apoyos que no estén en zonas de pública concurrencia, ni soporten aparatos de maniobra.

Los cálculos de la puesta a tierra se dan en los anexos de cálculo correspondientes.

5.5 Distancias de Seguridad

5.5.1 Distancia de los conductores al terreno

Según la ITC-LAT 07 apartado 5.5 del Reglamento los apoyos deben tener una altura suficiente para que los conductores cuando se produzca su flecha máxima vertical, queden siempre por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegable, dicha altura mínima viene fijada por la siguiente ecuación:

$$5,3 + d_{el}(m)$$

(A.C.110)

En donde:

d_{el} : 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. Puede ser tanto interna como externa, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

Con un mínimo de 6 metros, para el caso del proyecto que nos ocupa será de 6,00.

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 7,53 m m, en el caso mas desfavorable de este proyecto.

5.5.2 Distancia entre conductores

Viene definida por la longitud del vano, para cada caso se define, según el programa, la separación de crucetas más adecuada.

El Reglamento de líneas en su ITC-LAT 07 apartado 5.4 obliga a que los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, la distancia tiene que ser suficiente para que no exista riesgo de cortocircuito entre fases ni a tierra. Teniendo siempre presentes los efectos de oscilación de los conductores debidos a la acción del viento y al desprendimiento de la nieve que se pueda acumular en la superficie de estos. La expresión que calcula según Reglamento esta distancia mínima entre conductores es la que sigue:

$$D = K * \sqrt{F + L} + K' * D_{pp}$$

(A.C.111)

En donde:

D : Separación entre conductores en metros.

- K : Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.
- F : Flecha máxima en metros según ITC-LAT 07 apartado 3.2.3 del Reglamento de líneas.
- L : Longitud de la cadena de suspensión en metros. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores fijos esta longitud de cadena será de cero metros.
- K' : Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea $K'=0,85$ para líneas de categoría especial y $K'=0,75$ para el resto de líneas.
- D_{pp} : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido

Para el cálculo del coeficiente K , se utilizará la siguiente expresión en la zona A:

$$tg(\gamma) = \frac{v * d}{p}$$

(A.C.112)

En donde:

- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16mm.
- d : Diámetro en metros del conductor.
- P : Peso del conductor en daN/m.

Y para las zonas B y C:

$$tg(\gamma) = \frac{v * d}{S_H}$$

(A.C.113)

En donde:

- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16mm.
- d : Diámetro en metros del conductor.
- S_H : Peso del conductor mas el manguito de hilo según zona en daN/m.

Con el valor del ángulo resultante del ángulo de oscilación y utilizando la tabla siguiente extraída de la ITC-LAT 07 apartado 5.4.1 del Reglamento se obtendrá el valor correspondiente para el coeficiente K a aplicar la ecuación del cálculo de la distancia entre conductores.

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40 y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 2,40 m, en el caso mas desfavorable de este proyecto.

5.6 Cruzamiento

5.6.1 Cruzamiento nº

5.7 Conclusión del Proyecto

Considerando suficiente lo expuesto, esperamos que este proyecto merezca la aprobación de la Administración, concediendo la correspondiente autorización administrativa.

Madrid, 07/2020

El Ingeniero Técnico Industrial

Javier Aparicio Bermejo,

Nº de colegiado 4.836 por el COIMCE



6 RESULTADOS DE LÍNEA AÉREA DE 30 KV

Cuadro nº 1

Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Hipótesis de cálculo para tensiones máximas:

Zona A
-5°C+V(120km/h)

Zona B
-10°C+V(120km/h), -15°C+H

Zona C
-15°C+V(120km/h), -20°C+H

Tramo	Conductor	Zon a	Van o (m)	Desnivel (m)	Van o Reg . (m)	Const . Caten .	E.D.S.			T.H.F. %	Tensiones y Flechas									
							Cálc.	Valor máxi.	Temp .		T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+vient o	T.Viento 1/2 (120km/h)	15°C+V (120km/h)		0°C+H		50°C	
							%	%	°C		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2			18 8	3,83											3,52		4,09		3,82	
2- 3	LA-180	C	20 8	2,83	20 7	1082	15,6 5	22,0 0	10	20,4 6	1654	2538	—	1375	1378	4,31	2345	5,00	765	4,68
3- 4			22 1	4,21												4,86		5,65		5,28
4- 5			23 1	3,12												5,32		6,16		5,77
5- 6	LA-180	C	16 0	3,96	21 1	1084	15,5 0	22,0 0	10	20,0 8	1642	2539	—	1357	1375	2,55	2350	2,95	765	2,77
6- 7			22 2	-3,41												4,92		5,69		5,33
7- 8	LA-180	C	26 5	12,02	26 5	1099	14,0 8	22,0 0	10	16,5 0	1506	2523	—	1177	1336	7,22	2383	8,00	762	7,63
8- 9			26 7	2,80												7,18		8,18		7,71
9- 10			18 7	7,35												3,52		4,02		3,78
10- 11	LA-180	C	24 9	-0,15	22 8	1090	14,9 7	22,0 0	10	18,7 0	1593	2535	—	1290	1362	6,25	2363	7,12	765	6,71
11- 12			22 3	0,09												5,01		5,71		5,38
12- 13			21 9	0,15												4,83		5,50		5,19
13- 14			18 8	-2,79												3,56		4,06		3,82

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

14- 15	LA-180	C	19 2	5,64	19 2	1074	16,2 3	22,0 0	10	21,9 7	1704	2539	—	1448	1390	3,64	2328	4,30	764	3,99

Cuadro nº 2

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 1

Sección del conductor 181,60mm²

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2			188,0 9	3,83			2,58		2,69		2,81		2,93		3,04		3,16
2- 3	LA-180	C	207,5 6	2,83	207,00	1134	3,16	1085	3,30	1041	3,44	999	3,58	961	3,72	926	3,86
3- 4			221,0 5	4,21			3,56		3,72		3,88		4,04		4,20		4,36
4- 5			231,2 2	3,12			3,95		4,12		4,29		4,46		4,63		4,80
5- 6	LA-180	C	159,6 9	3,96	211,28	1119	1,89	1072	1,97	1030	2,06	990	2,14	954	2,22	921	2,30
6- 7			221,8 9	-3,41			3,64		3,80		3,96		4,12		4,27		4,43
7- 8	LA-180	C	264,7 0	12,02	265,00	969	6,00	944	6,16	921	6,31	899	6,47	879	6,62	859	6,77
8- 9			266,7 3	2,80			5,56		5,76		5,97		6,17		6,37		6,57
9- 10			187,1 1	7,35			2,73		2,83		2,93		3,03		3,13		3,22
10- 11	LA-180	C	248,6 5	-0,15	227,93	1062	4,83	1024	5,01	989	5,19	956	5,36	926	5,54	898	5,71
11- 12			222,8 7	0,09			3,87		4,02		4,16		4,30		4,44		4,58
12- 13			219,4 7	0,15			3,74		3,88		4,01		4,15		4,28		4,42
13- 14			187,7 6	-2,79			2,75		2,86		2,96		3,06		3,16		3,26
14- 15	LA-180	C	191,7 3	5,64	192,00	1198	2,55	1140	2,68	1086	2,81	1037	2,94	992	3,08	950	3,21

Cuadro nº 3

Cálculo de conductores de fase - tabla de tendido nº 2

Sección del conductor 181,60mm²

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Tensiones en daN - Flechas en m

Tramo	Conductor	Zona	Vano (m)	Desnivel (m)	Vano Regulación (m)	Tensiones y Flechas											
						25°C		30°C		T (daN)	35°C	40°C		45°C		50°C	
						T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)		F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2			188,0 9	3,83			3,27		3,38		3,50		3,61		3,72		3,82
2- 3	LA-180	C	207,5 6	2,83	207,00	894	4,00	864	4,14	836	4,28	811	4,42	787	4,55	765	4,68
3- 4			221,0 5	4,21			4,52		4,68		4,83		4,99		5,14		5,28
4- 5			231,2 2	3,12			4,96		5,13		5,29		5,45		5,61		5,77
5- 6	LA-180	C	159,6 9	3,96	211,28	890	2,38	861	2,46	834	2,54	810	2,62	787	2,69	765	2,77
6- 7			221,8 9	-3,41			4,58		4,74		4,89		5,04		5,18		5,33
7- 8	LA-180	C	264,7 0	12,02	265,00	841	6,92	824	7,06	807	7,21	791	7,35	777	7,49	762	7,63
8- 9			266,7 3	2,80			6,77		6,96		7,15		7,34		7,53		7,71
9- 10			187,1 1	7,35			3,32		3,42		3,51		3,60		3,69		3,78
10- 11	LA-180	C	248,6 5	-0,15	227,93	872	5,88	848	6,05	825	6,22	804	6,38	784	6,55	765	6,71
11- 12			222,8 7	0,09			4,72		4,85		4,99		5,12		5,25		5,38
12- 13			219,4 7	0,15			4,55		4,68		4,81		4,94		5,06		5,19
13- 14			187,7 6	-2,79			3,35		3,45		3,54		3,64		3,73		3,82
14- 15	LA-180	C	191,7 3	5,64	192,00	912	3,34	877	3,48	845	3,61	816	3,74	789	3,87	764	3,99

Cuadro nº 4

Cálculo de apoyos nº1

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Coeficie n. de segurida d	Conduct.	1ª Hipótesis Viento			2ª Hipótesis						3ª Hipótesis Desequilibrio de tracciones			4ª Hipótesis Rotura de conductores								
								Hielo			Hielo+Viento						Fases no afectadas			Fases afectadas			Esf.to r. aplica · daN		
					Vertic · daN	Trans · daN	Longi · daN	Vertic · daN	Trans · daN	Longi · daN	Vertic · daN	Trans · daN	Longi · daN	Vertic · daN	Trans · daN	Longi · daN	Vertic. daN	Trans · daN	Longi · daN						
1	P.Línea	—	N	Fase	119	203	3308	339	—	5077	—	—	—	—	—	—	—	—	1269	—	—	—	1269		
2	Ali-Sus	—	N	Fase	294	367	—	911	—	—	—	—	911	—	406	911	—	—	456	—	1269	1269			
3	Ali-Sus	—	N	Fase	292	396	—	921	—	—	—	—	921	—	406	921	—	—	461	—	1269	1269			
4	Áng-Anc	176	N	Fase	380	755	—	1078	438	—	—	—	1078	438	2539	1078	438	—	539	219	2536	2536			
5	Ali-Sus	—	N	Fase	255	362	—	809	—	—	—	—	809	—	406	809	—	—	405	—	1269	1269			
6	Ali-Sus	—	N	Fase	351	355	—	1050	—	—	—	—	1050	—	406	1050	—	—	525	—	1269	1269			
7	Áng-Anc	130	N	Fase	279	3164	—	819	4329	—	—	—	819	4329	2539	819	4329	—	409	2165	2295	2295			
8	Áng-Anc	132	N	Fase	484	3028	—	1399	4117	—	—	—	1399	4117	2535	1399	4117	—	699	2059	2315	2315			
9	Ali-Sus	—	N	Fase	264	418	—	857	—	—	—	—	857	—	406	857	—	—	428	—	1267	1267			
10	Ali-Sus	—	N	Fase	384	402	—	1166	—	—	—	—	1166	—	406	1166	—	—	583	—	1267	1267			
11	Ali-Sus	—	N	Fase	329	433	—	1037	—	—	—	—	1037	—	406	1037	—	—	518	—	1267	1267			
12	Ali-Sus	—	N	Fase	311	407	—	976	—	—	—	—	976	—	406	976	—	—	488	—	1267	1267			
13	Ali-Sus	—	N	Fase	318	376	—	980	—	—	—	—	980	—	406	980	—	—	490	—	1267	1267			
14	Ali-Ama	—	N	Fase	232	409	—	669	—	—	—	—	669	—	762	669	—	—	335	—	2539	2539			
15	F.Línea	—	N	Fase	222	206	3408	600	—	5078	—	—	—	—	—	—	—	1269	—	—	—	1269			

Cuadro nº 5

Cálculo de apoyos nº2

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo	Coeficiente n. de seguridad	Alt. cond. en perfil necesario m	Altura conducto real m	Desviaci. cadena	Flecha máxima m	Separaci. conduct. m	Contrap.e. daN	Coeficientes L, N, S		
										Semi suma vanos L	Diferencia tangentes N	Coeficiente ángulo S
1	P.Línea	—	N	17,61	18,00	—	4,09	1,41	—	94,00	0,020	—
2	Ali-Sus	—	N	12,55	13,81	32	5,00	1,63	—	198,00	0,007	—
3	Ali-Sus	—	N	13,58	15,77	33	5,65	1,70	—	214,50	-0,005	—
4	Áng-Anc	176	N	20,27	21,78	—	6,16	1,67	—	226,00	0,006	0,070
5	Ali-Sus	—	N	13,76	15,75	37	6,16	1,75	—	195,50	-0,011	—
6	Ali-Sus	—	N	13,74	15,79	24	5,69	1,70	—	191,00	0,040	—
7	Áng-Anc	130	N	17,49	18,00	—	8,00	1,86	—	243,50	-0,061	0,845
8	Áng-Anc	132	N	21,52	24,00	—	8,18	1,87	—	266,00	0,035	0,813
9	Ali-Sus	—	N	13,26	13,67	46	8,18	1,95	—	227,00	-0,029	—
10	Ali-Sus	—	N	16,34	17,79	26	7,12	1,85	—	218,00	0,040	—
11	Ali-Sus	—	N	14,70	15,62	36	7,12	1,85	—	236,00	-0,001	—
12	Ali-Sus	—	N	13,30	15,61	32	5,71	1,71	—	221,00	-0,000	—
13	Ali-Sus	—	N	13,70	15,78	31	5,50	1,68	—	203,50	0,016	—
14	Ali-Ama	—	N	12,05	14,04	—	4,30	1,44	—	190,00	-0,044	—
15	F.Línea	—	N	16,55	18,00	—	4,30	1,44	—	96,00	-0,029	—

Cuadro nº 6

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Separa fases norma l m	Altura de refere ncia m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic al daN	Trans. daN	Longi tudinal daN						Vertic al daN	Trans. daN	Longi tudinal daN				
1	P.Línea	—	N	C	17,61	Tres . 1,41	1ª Viento	Fase	119	203	3308	Andel A.T. TE 33000- S.33.31	1ª Viento	1,5	2,16	Fase	2000	203	6095	55,79	6,60	18,00	18,00
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hielo	Fase	339	—	5077		2ª Hielo	1,5	1,76	Fase	2000	—	6150	82,55			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª Dese tracción	Fase	—	—	—		3ª Dese tracción	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—		Tie. 2	—	—	—							
								4ª Rotu cond.	Fase	—	—		1269	4ª Rotu cond.	1,2	2,17	Fase	—	—	6720			
							Tie. 1		—	—	—		Tie. 1			—	—	—					
							Tie. 2		—	—	—		Tie. 2			—	—	—					
2	Ali-Sus	—	N	C	12,55	Tres . 1,63	1ª Viento	Fase	294	367	—	Andel Serie C C-2000	1ª Viento	1,5	2,23	Fase	294	763	—	51,20	2,40	20,00	13,81
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hielo	Fase	911	—	—		2ª Hielo	1,5	2,74	Fase	911	—	—	17,47			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª Dese	Fase	911	—	406		3ª Dese	1,2	1,91	Fase	911	—	717	40,83			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

							trac. 2	Tie. 2	—	—	—		trac. 2	—	—	—								
							4 ^a Rotu. cond.	Fase	456/ 911	—	1269		4 ^a Rotu. cond.	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,3 4				
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—					

Cuadro nº 7

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Separ . fases norm a. m	Altura de refere . m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN						Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN				
3	Ali-Sus	—	N	C	13,58	Tres . 1,70	1ª Vien .	Fase	292	396	—	Andel Serie C C-2000	1ª Vien .	1,5	2,18	Fase	292	764	—	54,70	2,40	22,00	15,77
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hiel o	Fase	921	—	—		2ª Hiel o	1,5	2,74	Fase	921	—	—	17,66			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª Dese . trac .	Fase	921	—	406		3ª Dese . trac .	1,2	1,91	Fase	921	—	715	41,02			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							4ª Rotu . cond .	Fase	461/ 921	—	1269		4ª Rotu . cond .	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,34			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
4	Ang-Anc	176	N	C	20,27	Tres . 1,67	1ª Vien .	Fase	380	755	—	Andel Serie C C-9000	1ª Vien .	1,5	2,63	Fase	400	3236	—	24,58	2,40	28,00	21,78
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hiel o	Fase	1078	438	—		2ª Hiel o	1,5	2,74	Fase	1078	3326	—	17,00			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª Dese .	Fase	1078	438	2539		3ª Dese .	1,2	1,76	Fase	1078	787	2539	53,47			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

							trac. 2	Tie. 2	—	—	—		trac. 2			Tie. 2	—	—	—				
							4 ^a Rotu. cond.	Fase	539/ 1078	219/438	2536		4 ^a Rotu. cond.	1,2	1,53	Fase	400/ 400	5550/5550	2827	72,8 8			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				

Cuadro nº 8

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Separ . fases norm a. m	Altura de refere . m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN						Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN				
5	Ali-Sus	—	N	C	13,7 6	Tres . 1,75	1ª Vien .	Fase	255	362	—	Andel Serie C C-2000	1ª Vien .	1,5	2,25	Fase	255	770	—	49,8 6	2,40	22,0 0	15,7 5
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							2ª Hiel o	Fase	809	—	—		2ª Hiel o	1,5	2,77	Fase	809	—	—	15,5 2			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							3ª Dese . trac .	Fase	809	—	406		3ª Dese . trac .	1,2	1,93	Fase	809	—	734	38,8 8			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4ª Rotu . cond .	Fase	405/ 809	—	1269		4ª Rotu . cond .	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,3 6			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
6	Ali-Sus	—	N	C	13,7 4	Tres . 1,70	1ª Vien .	Fase	351	355	—	Andel Serie C C-2000	1ª Vien .	1,5	2,24	Fase	351	754	—	50,8 5	2,40	22,0 0	15,7 9
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							2ª Hiel o	Fase	1050	—	—		2ª Hiel o	1,5	2,70	Fase	1050	—	—	20,1 4			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							3ª	Fase	1050	—	406		3ª	1,2	1,88	Fase	1050	—	694	43,5 0			

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

							Dese . trac .	Tie. 1	—	—	—		Dese . trac .			Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4ª Rotu . cond .	Fase	525/ 1050	—	1269		4ª Rotu . cond .	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,3 6			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				

Cuadro nº 9

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o nº	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Sepa r. fases norm a. m	Altura de refere m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic daN	Trans. daN	Longi daN						Vertic daN	Trans. daN	Longi daN				
7	Áng-Anc	130	N	C	17,4 9	Tres . 1,86	1ª Vien .	Fase	279	3164	—	Andel A.T. AN 18000R- S.15.21	1ª Vien .	1,5	2,26	Fase	1000	6450	—	49,0 5	3,00	18,0 0	18,0 0
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hiel o	Fase	819	4329	—		2ª Hiel o	1,5	2,05	Fase	1500	6840	—	63,2 9			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª Dese . trac .	Fase	819	4329	2539		3ª Dese . trac .	1,2	1,58	Fase	1500	4329	3870	68,2 8			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
							4ª Rotu . cond .	Fase	409/ 819	2165/4329	2295		4ª Rotu . cond .	1,2	1,56	Fase	375/ 2047	2165/4329	4238	69,6 5			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
8	Áng-Anc	132	N	C	21,5 2	Tres . 1,87	1ª Vien .	Fase	484	3028	—	Andel A.T. AN 14000R- S.15.21	1ª Vien .	1,5	2,11	Fase	1000	5080	—	59,6 0	3,00	24,0 0	24,0 0
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hiel o	Fase	1399	4117	—		2ª Hiel o	1,5	1,86	Fase	1500	5400	—	76,2 4			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª Dese .	Fase	1399	4117	2535		3ª Dese .	1,2	1,46	Fase	1500	4117	2747	78,4 4			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

							trac. 2	Tie. 2	—	—	—		trac. 2	—	—	—							
							4 ^a Rotu. cond.	Fase	699/ 1399	2059/4117	2315		4 ^a Rotu. cond.	1,2	1,38	Fase	375/ 3497	2059/4117	3095	84,8 7			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				

Cuadro nº 10

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Separ . fases norm a. m	Altura de refere . m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN						Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN				
9	Ali-Sus	—	N	C	13,2 6	Tres . 1,95	1ª Vien .	Fase	264	418	—	Andel Serie C C-2000	1ª Vien .	1,5	2,15	Fase	264	768	—	56,8 2	2,40	20,0 0	13,6 7
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							2ª Hiel o	Fase	857	—	—		2ª Hiel o	1,5	2,75	Fase	857	—	—	16,4 3			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							3ª Dese . trac .	Fase	857	—	406		3ª Dese . trac .	1,2	1,92	Fase	857	—	726	39,7 5			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4ª Rotu . cond .	Fase	428/ 857	—	1267		4ª Rotu . cond .	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,2 4			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
10	Ali-Sus	—	N	C	16,3 4	Tres . 1,85	1ª Vien .	Fase	384	402	—	Andel Serie C C-2000	1ª Vien .	1,5	2,14	Fase	384	748	—	57,3 5	2,40	24,0 0	17,7 9
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							2ª Hiel o	Fase	1166	—	—		2ª Hiel o	1,5	2,66	Fase	1166	—	—	22,3 6			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							3ª	Fase	1166	—	406		3ª	1,2	1,85	Fase	1166	—	674	45,6 9			

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

							Dese . trac .	Tie. 1	—	—	—		Dese . trac .			Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4 ^a Rotu . cond .	Fase	583/ 1166	—	1267		4 ^a Rotu . cond .	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,2 4			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				

Cuadro nº 11

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Separa fases norm a. m	Altura de refere ncia m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic daN	Trans. daN	Longi daN						Vertic daN	Trans. daN	Longi daN				
11	Ali-Sus	—	N	C	14,70	Tres . 1,85	1ª Viento	Fase	329	433	—	Andel Serie C C-2000	1ª Viento	1,5	2,10	Fase	329	757	—	60,10	2,40	22,00	15,62
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	1037	—	—		2ª Hielo	1,5	2,70	Fase	1037	—	—	19,88			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							3ª Dese. tracción	Fase	1037	—	—		3ª Dese. tracción	1,2	1,88	Fase	1037	—	696	43,20			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4ª Rotu. cond.	Fase	518/ 1037	—	1267		4ª Rotu. cond.	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,24			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
12	Ali-Sus	—	N	C	13,30	Tres . 1,71	1ª Viento	Fase	311	407	—	Andel Serie C C-2000	1ª Viento	1,5	2,15	Fase	311	760	—	56,49	2,40	22,00	15,61
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							2ª Hielo	Fase	976	—	—		2ª Hielo	1,5	2,72	Fase	976	—	—	18,70			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							3ª	Fase	976	—	406		3ª	1,2	1,90	Fase	976	—	706	42,03			

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

							Dese . trac .	Tie. 1	—	—	—		Dese . trac .			Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4 ^a Rotu . cond .	Fase	488/ 976	—	1267		4 ^a Rotu . cond .	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,2 4			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				

Cuadro nº 12

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Separa ción fases norma l m	Altura de refere ncia m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic al daN	Trans. daN	Longi tudinal daN						Vertic al daN	Trans. daN	Longi tudinal daN				
13	Ali-Sus	—	N	C	13,70	Tres . 1,68	1ª Viento	Fase	318	376	—	Andel Serie C C-2000	1ª Viento	1,5	2,21	Fase	318	759	—	52,87	2,40	22,00	15,78
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hielo	Fase	980	—	—		2ª Hielo	1,5	2,72	Fase	980	—	—	18,78			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª Dese. tracción	Fase	980	—	406		3ª Dese. tracción	1,2	1,89	Fase	980	—	706	42,11			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							4ª Rotu. cond.	Fase	490/ 980	—	1267		4ª Rotu. cond.	1,2	1,46	Fase	250/ 250	—	1620	78,24			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
14	Ali-Ama	—	N	C	12,05	Tres . 1,44	1ª Viento	Fase	232	409	—	Andel Serie C C-4500-TR	1ª Viento	1,5	2,60	Fase	270	1650	—	26,41	2,40	20,00	14,04
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							2ª Hielo	Fase	669	—	—		2ª Hielo	1,5	2,91	Fase	669	—	—	6,23			
								Tie. 1	—	—	—				Tie. 1	—	—	—					
								Tie. 2	—	—	—				Tie. 2	—	—	—					
							3ª	Fase	669	—	762		3ª	1,2	2,07	Fase	669	—	1678	27,51			

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

							Dese . trac .	Tie. 1	—	—	—		Dese . trac .			Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4 ^a Rotu . cond .	Fase	335/ 669	—	2539		4 ^a Rotu . cond .	1,2	1,32	Fase	270/ 270	—	2813	90,2 6			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				

Cuadro nº 13

Elección de apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoy o n°	Tipo	Valor ángul o (Sexa .)	Co e. de seg .	Zo na	Altura libre m	Mont a. y sep. cond u.	Esfuerzo por fase y tierra					Refer. del apoyo	Árbol de cargas del apoyo							Utiliz a. del apoy o %	Separ . fases norm a. m	Altura de refere . m	Altura libre real m
							Hipót.	Cond u.	Esfuerzo				Hipót.	Coe. seg. apo.	Coe. seg. real	Cond u.	Esfuerzo						
									Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN						Vertic . daN	Trans. daN	Longi . daN				
15	F.Línea	—	N	C	16,5 5	Tres . 1,44	1ª Vien .	Fase	222	206	3408	Andel A.T. TE 33000- S.33.31	1ª Vien .	1,5	2,14	Fase	2000	206	6094	57,4 0	6,60	18,0 0	18,0 0
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							2ª Hiel o	Fase	600	—	5078		2ª Hiel o	1,5	1,76	Fase	2000	—	6150	82,5 7			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							3ª Dese . trac .	Fase	—	—	—		3ª Dese . trac .	1,2	—	Fase	—	—	—	—			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				
							4ª Rotu . cond .	Fase	—	—	1269		4ª Rotu . cond .	1,2	2,17	Fase	—	—	6720	18,8 9			
								Tie. 1	—	—	—					Tie. 1	—	—	—				
								Tie. 2	—	—	—					Tie. 2	—	—	—				

Cuadro nº 14

Cálculo de cadenas de aisladores

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Apoyo nº	Tipo	Cadena adoptada	Cálculo eléctrico		Cálculo mecánico				
			Nivel de aislamiento		Datos para cálculo			Coef. seguridad	
			Apoyo cm/kV	Calculado cm/kV	C. rotura daN	Pesos daN	T. máxima daN	C. normal.	C. anorma.
1	P.Línea	LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	3,56	7000	170	1269	41,28	5,52
2	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	456	1269	8,78	3,15
3	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	461	1269	8,68	3,15
4	Ang-Anc	LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	3,56	7000	539	2536	12,99	2,76
5	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	405	1269	9,88	3,15
6	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	525	1269	7,62	3,15
7	Ang-Anc	LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	3,56	7000	409	2295	17,10	3,05
8	Ang-Anc	LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	3,56	7000	699	2315	10,01	3,02
9	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	428	1267	9,34	3,16
10	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	583	1267	6,86	3,16
11	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	518	1267	7,72	3,16
12	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	488	1267	8,20	3,16
13	Ali-Sus	LA180-30kV-SUS-SIM-VID-AVI	1,80	2,06	4000	490	1267	8,16	3,16
14	Ali-Ama	LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	3,56	7000	335	2539	20,92	2,76
15	F.Línea	LA180-30kV-ANC-SIM-VID-AVI	1,80	3,56	7000	300	1269	23,32	5,51

Cuadro nº 15

Cálculo de cimentaciones

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Apoy o nº	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos		Momentos de vuelco				Coefi c. de comp r. sibilid · daN/ m²	Cimentación				
		Esfuerzo útil daN	Altura sobre terreno				Conductor daNm	Viento sobre apoyos daNm	Total daNm	Total absorbido cimentació n daNm		Lado A m	Lado B m	Alto m	Volúmenes	
			Cogoll a m	Resulta conduc · m	Esfuerzo daN	Altura m									Excavac i. m³	Hormig ón m³
2	Ali-Sus	2151	17,64	15,01	—	—	35671	—	35671	35980	8	1,40	1,40	2,36	4,63	5,02
3	Ali-Sus	2145	19,60	16,97	—	—	39833	—	39833	39950	8	1,45	1,45	2,40	5,05	5,47
4	Ang-Anc	9977	24,78	22,98	—	—	250701	—	250701	251249	8	2,68	2,68	3,22	23,13	24,56
5	Ali-Sus	2202	19,58	16,95	—	—	40876	—	40876	41185	8	1,45	1,45	2,42	5,09	5,51
6	Ali-Sus	2082	19,62	16,99	—	—	38677	—	38677	38745	8	1,45	1,45	2,38	5,00	5,42
9	Ali-Sus	2303	17,50	14,87	593	10,67	38084	6329	44412	44521	8	1,40	1,40	2,50	4,90	5,29
10	Ali-Sus	2022	21,62	18,99	—	—	41606	—	41606	41766	8	1,54	1,54	2,38	5,64	6,12
11	Ali-Sus	2270	19,45	16,82	670	11,70	42040	7837	49877	49970	8	1,45	1,45	2,55	5,36	5,78
12	Ali-Sus	2279	19,44	16,81	670	11,71	42199	7841	50041	50702	8	1,45	1,45	2,56	5,38	5,80
13	Ali-Sus	2118	19,61	16,98	—	—	39338	—	39338	39344	8	1,45	1,45	2,39	5,02	5,45
14	Ali-Ama	5033	17,04	15,24	—	—	86626	—	86626	87657	8	1,45	1,45	2,96	6,22	6,64

Cuadro nº 16

Cálculo de Cimentaciones fraccionadas

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Apoyo o nº	Tipo	Patatas a flexión					Patatas a compresión				Coefic. comp. terreno daN/cm ²	Cimentación						
		Peso macizo hormi. kg	Peso Tierras arrastra · kg	Peso tierras s.hor. kg	Tracción sobre pata daNm	Coeficiente segur idad	Peso apoyo kg	Esfuer. sobre pata kg	Super f. base m²	Coefic. comp. daN/cm ²		Datos de las patas				Volúmenes		Tipo de cimentación
												D./Lado B m	D./Lado B m	Alto maciz o m	Alto base m	Excav. m³	Hormi. m³	
1	P.Línea	66259	58326	—	80471	1,55	7417	91179	7.44	1,55	2,00	2,73	—	3,75	—	111,55	120,47	Cuadrada sin cueva
7	Ang-Anc	40623	41414	—	132578	0,62	4066	13986 ₁	4.80	0,62	2,00	2,19	—	3,55	—	68,10	73,86	Cuadrada sin cueva
8	Ang-Anc	31164	36375	—	118361	0,57	4528	12587 ₅	3.88	0,57	2,00	1,97	—	3,35	—	52,00	56,66	Cuadrada sin cueva
15	F.Línea	66259	58326	—	80471	1,55	7417	91179	7.44	1,55	2,00	2,73	—	3,75	—	111,55	120,47	Cuadrada sin cueva

Cuadro nº 17**Mediciones según cálculo**

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

1	Excavación para cimentación de apoyos	m³	418,63
2	Hormigonado para cimentación de apoyos	m³	452,53
3	Longitud total de la línea	m	3026,21
4	Tipo de conductor		LA-180
5	Longitud de conductor	m	9078,62
6	Peso total del conductor	kg	6128,07
7	Cadenas de amarre de vidrio		60
8	Cadenas de amarre poliméricas		0
9	Cadenas de suspensión de vidrio		54
10	Cadenas de suspensión poliméricas		0
11	Toma de tierra con picas		15
12	Toma de tierra en anillo		0
13	Peso de los apoyos	kg	38178,00
14	Nº de tramos		5
15	Nº vanos de regulación		5
16	Tipo de apoyos (Andel)		Andel A.T.
17	Nº de apoyos a instalar		15
18	Zona de tendido A	m	0,00
19	Zona de tendido B	m	0,00
20	Zona de tendido C	m	3026,21
21	Distancia mínima de seguridad adoptada		(V. nº 7) 11,42

Cuadro nº 18

Cálculos eléctricos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Intensidad máxima							Caída de tensión							Potencias máximas		Pérdidas de potencia	
Densidad máxima corriente A/mm²	Sección conduct. mm²	Intensidad A	Frecuencia de la red Hz	Distancia media geométrica mm	Diámetro del conduct. mm	Reactancia. Ohm/km	Resistencia eléctrica conduct. Ohm/km	Tensión de la línea kV	Intensidad de la Línea A	Longitud de la línea km	Factor de potencia	Caída de tensión		Por intensidad máxima kW	Por c.tensión (5%) kW	Valor kW	Porcentaje.
												Valor V	Porcentaje. %				
2,374	181,60	431,17	50	6879	17,500	0,307	0,194	30,00	812,6	3,019	0,898	1313	4,38	40	182,2	579,97	1,53

Cuadro nº 19

Apoyos y crucetas normalizadas Andel S. A.

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Apoyo nº	Apoyo elegido				Armado y cruceta elegida						
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz m	Recrecid o cabeza daN	Altura total daN	Armado base	Longitud crucetas m	Referenc armado	Separació n crucetas m	Separació n conductor es m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
1	Andel A.T. TE.33000-S.33.31	18,00	—	18,00	(Cruceta fuera de catálogo, consulte fabricante.)						
2	Andel Serie C C-2000	20,00	—	20,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
3	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
4	Andel Serie C C-9000	28,00	—	28,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
5	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
6	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
7	Andel A.T. AN.18000R-S.15.21	18,00	—	18,00	(Cruceta fuera de catálogo, consulte fabricante.)						
8	Andel A.T. AN.14000R-S.15.21	24,00	—	24,00	(Cruceta fuera de catálogo, consulte fabricante.)						
9	Andel Serie C C-2000	20,00	—	20,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
10	Andel Serie C C-2000	24,00	—	24,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
11	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
12	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
13	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
14	Andel Serie C C-4500-TR	20,00	—	20,00	Tresbolillo	1,25	TB-12	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
15	Andel A.T. TE.33000-S.33.31	18,00	—	18,00	(Cruceta fuera de catálogo, consulte fabricante.)						

Cuadro nº 20

Relación de materiales para presupuesto - Apoyos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Apoyo elegido			
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normaliz · m	Recrecid o cabeza daN	Altura total daN
1	Andel A.T. AN.14000R-S.15.21	24,00	—	24,00
1	Andel A.T. AN.18000R-S.15.21	18,00	—	18,00
2	Andel A.T. TE.33000-S.33.31	18,00	—	18,00
2	Andel Serie C C-2000	20,00	—	20,00
6	Andel Serie C C-2000	22,00	—	22,00
1	Andel Serie C C-2000	24,00	—	24,00
1	Andel Serie C C-4500-TR	20,00	—	20,00
1	Andel Serie C C-9000	28,00	—	28,00

Cuadro nº 21

Relación de materiales para presupuesto - Armados

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Los apoyos normalizados Andel que figuran en este cuadro se han seleccionado en base a su resistencia mecánica superior en muchos casos a los esfuerzos nominales de la especificación AENOR EA 0015:2003, por lo tanto esta selección no es directamente aplicable a apoyos de la misma denominación UNESA de otros fabricantes.

Cantidad	Armado y cruceta elegida						
	Armado base	Referencia armado	Longitud crucetas m	Separación crucetas m	Separación conductores m	Referencia cruceta	Cruceta tipo
1	Tresbolillo	S.15.21	2,10	1,50	3,00		
1	Tresbolillo	S.15.21	2,10	1,50	3,00		
11	Tresbolillo	TB-12	1,25	1,20	2,40	TB45-S12	ATC-12
2	Tresbolillo	S.33.31	3,10	3,30	6,60		

Cuadro nº 22

Cálculo de eolovanos y gravivanos

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro
Esfuerzos por fase.

Apoyo nº	Tipo	Valor ángulo (Sexa.)	Cota apoyo m	Altura libre m	Desni. poster. m	Vano poster. m	Tipo de condu.	Eolo-vano m	1ª Hipótesis viento			2ª Hipótesis						Hipótesis de flecha mínima		
									Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Hielo			Hielo+Viento			Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN
												Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN	Gravi. m	P.ver. daN	Tense daN			
1	P.Línea	—	1084,31	17,61	3,83	188,1	Fase	94,04	65,62	72,00	1654,15	2538,34	70,24	152,34	—	—	—	53,88	35,64	1306,51
2	Ali-Sus	—	1093,20	12,55	2,83	207,6	Fase	197,83	207,19	227,46	1654,15	2538,34	205,67	446,39	—	—	—	211,05	139,69	1306,51
3	Ali-Sus	—	1095,00	13,58	4,21	221,1	Fase	214,31	206,80	227,03	1654,15	2538,34	208,02	451,52	—	—	—	203,69	134,82	1306,51
4	Áng-Anc	176	1092,52	20,27	3,12	231,2	Fase	226,14	234,01	256,97	1641,71	2538,71	232,61	505,05	—	—	—	237,55	157,25	1282,40
5	Ali-Sus	—	1102,15	13,76	3,96	159,7	Fase	195,46	179,81	197,44	1641,71	2538,71	182,25	395,66	—	—	—	173,60	114,92	1282,40
6	Ali-Sus	—	1106,13	13,74	-3,41	221,9	Fase	190,79	246,45	270,64	1641,71	2538,71	237,75	516,22	—	—	—	268,56	177,80	1282,40
7	Áng-Anc	130	1098,96	17,49	12,02	264,7	Fase	243,29	164,30	180,32	1505,88	2522,68	172,59	374,44	—	—	—	141,29	93,49	1053,60
8	Áng-Anc	132	1106,96	21,52	2,80	266,7	Fase	265,72	309,27	340,06	1593,06	2534,97	306,19	665,82	—	—	—	319,00	211,44	1194,44
9	Ali-Sus	—	1118,01	13,26	7,35	187,1	Fase	226,92	188,21	206,73	1593,06	2534,97	193,30	419,82	—	—	—	174,99	115,88	1194,44
10	Ali-Sus	—	1122,29	16,34	-0,15	248,7	Fase	217,88	271,56	298,32	1593,06	2534,97	264,49	574,52	—	—	—	289,89	191,98	1194,44
11	Ali-Sus	—	1123,78	14,70	0,09	222,9	Fase	235,76	234,39	257,38	1593,06	2534,97	234,57	509,28	—	—	—	233,92	154,84	1194,44
12	Ali-Sus	—	1125,26	13,30	0,15	219,5	Fase	221,17	220,80	242,43	1593,06	2534,97	220,85	479,39	—	—	—	220,67	146,06	1194,44
13	Ali-Sus	—	1125,01	13,70	-2,79	187,8	Fase	203,61	224,55	246,55	1593,06	2534,97	221,78	481,43	—	—	—	231,68	153,37	1194,44
14	Ali-Ama	—	1123,87	12,05	5,64	191,7	Fase	189,74	127,40	139,79	1703,98	2538,93	137,96	299,20	—	—	—	100,53	66,51	1403,34
15	F.Línea	—	1125,02	16,55	—	—	Fase	95,86	141,52	155,45	—	—	130,27	282,95	—	—	—	153,69	101,75	—

Cuadro nº 23

Cálculo de puesta a tierra

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Apoyo nº	Tipo	Corriente de Falta A	Tensión de puesta a tierra V	Resis. de puesta a tierra		Tensiones de contacto				Tensiones de paso				Tensiones de paso en el acceso				Medidas correctoras adoptadas
				Coef. de resisten · Ohm/(O hm*m)	Valor Ohm	Coef. de t. contac. V/(Ohm *m)	Tensión Reglam · V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t. paso V/(Ohm *m)	Tensión Reglam · V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	Coef. de t.p.acc. V/(Ohm *m)	Tensión Reglam · V	T. cálculo apoyo V	Diseño válido	
1	P.Línea	214,56	1205,19	0,05617	5,62	0,04694	438,60	Nula	Corre c.	0,00685	42840,00	Nula	Corre c.	0,04694	26520	1782,40	Corre c.	Mallazo electrosoldado
2	Ali-Sus	113,19	1523,18	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
3	Ali-Sus	143,75	1934,44	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
4	Áng-Anc	208,97	2273,32	0,10879	10,88	0,09773	438,60	Nula	Corre c.	0,01570	42840,00	Nula	Corre c.	0,09773	26520	3326,88	Corre c.	Mallazo electrosoldado
5	Ali-Sus	193,21	2600,02	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
6	Ali-Sus	213,00	2866,28	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
7	Áng-Anc	462,02	2967,26	0,06422	6,42	0,05534	438,60	Nula	Corre c.	0,00745	42840,00	Nula	Corre c.	0,05534	26520	2064,73	Corre c.	Mallazo electrosoldado
8	Áng-Anc	504,81	3092,92	0,06127	6,13	0,05283	438,60	Nula	Corre c.	0,00724	42840,00	Nula	Corre c.	0,05283	26520	1983,73	Corre c.	Mallazo electrosoldado
9	Ali-Sus	254,76	3428,32	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
10	Ali-Sus	264,78	3563,17	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
11	Ali-Sus	273,36	3678,56	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
12	Ali-Sus	280,76	3778,15	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
13	Ali-Sus	287,22	3865,14	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
14	Ali-Ama	292,71	3938,95	0,13457	13,46	0,13110	438,60	Nula	Corre c.	0,01493	42840,00	Nula	Corre c.	0,13110	26520	4247,87	Corre c.	Mallazo electrosoldado
15	F.Línea	648,86	3644,69	0,05617	5,62	0,04694	438,60	Nula	Corre c.	0,00685	42840,00	Nula	Corre c.	0,04694	26520	1782,40	Corre c.	Mallazo electrosoldado

Cuadro nº 24

Cálculo de distancias a partes metálicas

Proyecto: Línea aérea 30 kV Dama de Baza.pro

Apoyo nº	Tipo	Apoyos de ángulo				Apoyos de suspensión				
		Distancia eléctrica (del) m	Distancia latiguillo m	Ángulo mínimo posible (Sexa.)	Ángulo apoyo (Sexa.)	Ángulo desviación cadena máximo º	Ángulo desviación apoyo º	Distancia cruceta inferior m	Distancia cruceta superior m	Distancia a cabeza m
2	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	32,26	1,49	0,52	0,55
3	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	33,46	1,49	0,52	0,54
4	Áng-Anc	0,35	0,95	66,56	175,06	—	—	—	—	—
5	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	36,76	1,49	0,52	0,50
6	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	24,38	1,49	0,52	0,65
7	Áng-Anc	0,35	1,09	77,22	129,36	—	—	—	—	—
8	Áng-Anc	0,35	1,11	77,22	131,96	—	—	—	—	—
9	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	46,06	1,49	0,52	0,40
10	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	25,51	1,49	0,52	0,64
11	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	36,04	1,49	0,52	0,51
12	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	32,45	1,49	0,52	0,55
13	Ali-Sus	0,35	—	—	—	51,27	30,65	1,49	0,52	0,57

7 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 30 KV

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable,
2. Caída de tensión de tensión,
3. Capacidad de transporte,
4. Pérdidas de potencia.

7.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR

A continuación, se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}C} * (1 + \alpha * (\theta - 20^{\circ}C))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90° C.

Para los conductores normalizados en el presente proyecto las resistencias serán:

Tabla 1. Resistencia de los conductores

Conductor	Sección nominal (mm ²)	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
RH5Z1 y RHZ1-OL 12/20 y 18/30 kV	150	0,206	0,264
	240	0,125	0,161
	400	0,0778	0,100

Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor, las reactancias de los cables especificados en el presente proyecto serán:

Tabla 2. Reactancia de los conductores

Conductor	Sección nominal (mm ²)	Reactancia cable 12/20 kV (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1 y RHZ1-OL 12/20 y 18/30 kV	150	0,114	0,123
	240	0,106	0,114
	400	0,099	0,106

Capacidad

La capacidad depende de la geometría y diseño del conductor, las capacitancias de los cables especificados en el presente proyecto serán:

Tabla 3. Conductividad de los conductores

Conductor	Sección nominal (mm ²)	Capacitancia cable 12/20 kV		Capacitancia cable 18/30 kV	
		(uF/km)	(S·km)	(uF/km)	(S·km)
RH5Z1 y RHZ1-OL 12/20 y 18/30 kV	150	0,254	$7,980 \cdot 10^{-5}$	0,192	$6,032 \cdot 10^{-5}$
	240	0,306	$9,613 \cdot 10^{-5}$	0,229	$7,194 \cdot 10^{-5}$
	400	0,376	$1,181 \cdot 10^{-5}$	0,277	$8,702 \cdot 10^{-5}$

La intensidad capacitiva que circulará por un conductor será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3}} * Y_c * L \left(\frac{A}{km} \right)$$

Siendo:

I = Intensidad capacitiva en el inicio de un conductor de longitud L, en A.

U = Tensión de línea, en kV.

Y_c = Conductividad, en S·km

L = Longitud total del conductor, en km.

7.2 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada. Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ _{cc}	Cortocircuito θ _{cc} (t ≤ 5s)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Intensidad máxima admisible en servicio permisible

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados podrán admitir una intensidad permanente según ICT-LAT 06 Tabla 06. Los conductores entubados podrán admitir una intensidad permanente según ITC-LAT 06 tabla 12:

Tabla 5. Intensidades máxima admisibles en conductores XLPE Al

Sección	Intensidad de servicio (A)*	
	Directamente enterrados	Bajo tubo
150	260	245
240	345	320
400	445	415

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1,5·m/W.

En el presente proyecto el circuito se compondrá de seis conductores de aluminio homogéneo unipolares de tensión nominal de 18/30 kV, cuya denominación es:

RH5Z1 (S) 18/30 kV 2x(3x400) mm Al

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 400 mm² de sección le corresponde una intensidad máxima admisible $I_{máxadm} = 415$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficientes de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2 de la ITC-LAT-06:

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

Temperatura del terreno (Fct)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 06.

Resistividad térmica del terreno (Fcrt)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.

Agrupación de circuitos (Fca)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 6.

Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 6.

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I * Fct * Fcrt * Fca * Fcp$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

Fct = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

Fcrt = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

Fca = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

F_{cp} = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad máxima admisible permanente en cada conductor será:

$$I_{máxadm} = 415 * 1 * 1,13 * 0,8 * 0,98 = 367,66 \text{ A}$$

Por lo que la intensidad máxima admisible del cable será de 367,66 A x 2 = 735,31 A

Esta es la intensidad máxima admisible del cable, es decir, la intensidad máxima que es capaz de soportar el cable con los distintos factores de corrección, no obstante, en el apartado 1.3 se justificará con la intensidad real que circula por la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte.

Intensidad de cortocircuito máxima admisible

En primer lugar, el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Con carácter general, se fija el valor de la intensidad asignada de corta duración (1 s) en 16 kA para la red de Media Tensión.

Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito por ser más desfavorable, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,

En cualquier caso, el valor de la Intensidad de Cortocircuito (I_{cc}), en el punto del tramo objeto, deberá ser confirmado por REE.

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito, dato que deberá ser proporcionado por REE.

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión, según norma UNE 21192:1992:

$$I = \varepsilon * I_{AD}$$

Donde:

- I: es la intensidad de cortocircuito admisible.

- I_{AD}: es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática.

- ε : es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes. En régimen adiabático $\varepsilon = 1$.

Intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 * t = K^2 * S^2 * \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Donde:

- I_{AD} es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A).

- t : es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 1 s.

- K : es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.

o Para el aluminio se utilizará un valor de 148 As-1/2/mm².

o Para el cobre se utilizará un valor de 226 As-1/2/mm².

- S : es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.

- θ_f : es la temperatura final (°C). En el conductor se utilizarán 250 °C y en la pantalla se utilizarán 210°C.

- θ_i : es la temperatura inicial (°C). En el conductor se utilizarán 90 °C y en la pantalla se utilizarán 80°C.

- β : es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a °C (K);

o Para el aluminio se utilizará un valor de 228 °C (K).

o Para el cobre se utilizará un valor de 234,5 °C (K).

Como se refleja en la tabla 26 correspondiente el apartado 6.2 de la ITC-LAT 06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio y un $\Delta\theta = 160$ °C, es de 94 A/mm².

Tabla 7. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas en kA.

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,81	31,69	25,87	20,04	18,29	14,17	11,57	10,02	8,96	8,18
240	71,71	50,7	41,4	32,06	29,27	22,67	18,51	16,03	14,34	13,09
400	119,51	84,51	69,00	53,44	48,79	37,79	30,85	26,72	23,9	21,82

A continuación, se indican los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto:

Por tanto, en nuestro caso, para una sección de 400 mm² el conductor será capaz de soportar una corriente de cortocircuito de 37,79 kA.

A continuación, realizamos una comprobación para ver que el conductor elegido en la línea subterránea cumple con la intensidad de cortocircuito de la red:

Tabla comparativa entre la I _{cc} del conductor y la I _{cc} de la red				
Conductor	I _{cc} de la red (kA)	<	I _{cc} del conductor (kA) a duración del cortocircuito 1s	Condición
RH5Z1 (S) 18/30 kV 2x400 K Al	4,81		37,79	CUMPLE

De los valores obtenidos se extrae que los conductores cumplen el criterio de intensidad de cortocircuito.

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas del cable

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Para el conductor 3x(2x400) mm² Al RH5Z1 18/30kV, la pantalla metálica está compuesta por cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta.

En la siguiente tabla, según el fabricante Prysmian, se muestra la intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas para éste tipo de conductor según las normas de diseño IEC 60502-2:2014, UNE 211620:2017 y GE DND003:

RH5Z1 18/30 kV 1x240 mm² Al

1x sección conductor (Al) (mm ²)	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95 (1)	190	205	255	8930	2240	2690
1x150 (2)	245	260	335	14100	2540	2990
1x240 (2)	320	345	455	22560	2990	3440
1x400 (2)	415	445	610	37600	3440	3890

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV.

(2) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV.

*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 Km/W.

**Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

Para una sección de 400 mm² y un tiempo de duración del cortocircuito de 1 segundo, obtenemos que la intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla será de 3.890 A, superior a los 1.000 A exigidos por el apartado 6.3. de la ITC-LAT 06.

7.3 INTENSIDADES CIRCULANTE POR LA LÍNEA

La intensidad máxima que transporta la línea será la aportada por la totalidad de la energía generada por el parque eólico, siendo la siguiente:

$$I_{máxcabecera} = 731,3 \text{ A}$$

Siendo:

$I_{máxcabecera}$ = Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A.

7.4 POTENCIA A TRANSPORTAR

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será la potencia generada por el parque eólico Dama de Baza, que como máximo será de 38 MW.

La potencia a transportar por el cable deberá ser inferior en todo momento a la potencia máxima admisible, según la intensidad máxima admisible del cable, que en este caso es de:

Tensión (kV)	I máxadm	Cos ϕ	Padm (kW)	$\geq$	Ptot real (kW)	Condición
30	735,31	1	38.200	$\geq$	38.000	CUMPLE

7.5 CAÍDAS DE TENSIÓN

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

La caída de tensión se calculará como:

$$\Delta U = L * I * \sqrt{3} * [(R_{50} * \cos\varphi) + (X * \sin\varphi)]V$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R₉₀ = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

X = Reactancia de la línea, en Ω/km .

$\cos \varphi$ = Coseno de φ de la instalación, admi.

$\sin \varphi$ = Seno de φ de la instalación, admi.

Para nuestro caso tenemos:

$$L = 0,2 \text{ km}$$

$$I_{\text{máxcabecera}} = 731,3 \text{ A}$$

$$\text{Al 400 (R90} = 0,0997 \text{ } \Omega / \text{km; X} = 0,106 \text{ } \Omega / \text{km)}$$

Considerando un factor de potencia de 1 obtenemos una caída de tensión:

$$\Delta U = 25,37 \text{ V}$$

Donde la caída de tensión porcentual es de:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{U(V)} = \frac{25,37 \text{ V}}{30.000 \text{ V}} * 100 = 0,084\%$$

Obteniendo una caída de tensión, inferior al 7% de la tensión de servicio de la línea, según indica el artículo 104 en su punto 3 del Real Decreto 1955/2000.

7.6 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

I = Intensidad de la línea, en A.

Sustituyendo valores tenemos, para nuestro tramo:

$$\Delta P = 3 * 0,0997 * 0,2 * 731,3^2 = 32 \text{ kW}$$

8 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 220 KV

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable,
2. Caída de tensión de tensión,
3. Capacidad de transporte,
4. Pérdidas de potencia.

8.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR

A continuación, se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

Resistencia eléctrica

La resistencia R del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura θ de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} * (1 + \alpha * (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

$\alpha = 0,00403$ para el aluminio.

θ = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a 90°C .

Para los conductores normalizados en el presente proyecto las resistencias serán:

Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor, las reactancias de los cables especificados en el presente proyecto serán:

- $X_{630\text{mm}} = 0,179 \Omega/\text{km}$.

Capacidad

La capacidad depende de la geometría y diseño del conductor, las capacitancias de los cables especificados en el presente proyecto serán:

La intensidad capacitiva que circulará por un conductor será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3}} * Y_c * L \left(\frac{\text{A}}{\text{km}} \right)$$

Siendo:

I = Intensidad capacitiva en el inicio de un conductor de longitud L, en A.

U = Tensión de línea, en kV.

Yc = Conductividad, en S·km

L = Longitud total del conductor, en km.

8.2 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada. Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

Intensidad máxima admisible en servicio permisible

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados podrán admitir una intensidad permanente según ICT-LAT 06 Tabla 06. Los conductores entubados podrán admitir una intensidad permanente según ITC-LAT 06 tabla 12:

Tabla 4. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ_{cc}	Cortocircuito θ_{cc} (t $\leq$ 5s)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, temperatura del terreno de 25°C y resistividad del terreno de 1,5·m/W.

En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores de aluminio homogéneo unipolar de tensión nominal de 127/220 kV, cuya denominación es:

RH5Z1 (S) 127/220 kV 1x(3x630) mm Al

Según la tabla anterior, un conductor de aluminio de 630 mm² de sección le corresponde una intensidad máxima admisible $I_{máxadm} = 558$ A.

A este valor se le aplicarán los coeficientes de corrección correspondientes en función de la temperatura, resistividad térmica del terreno, agrupación de conductores y profundidad de la instalación, según el apartado 6.1.2.2 de la ITC-LAT-06:

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

Temperatura del terreno (F_{ct})

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 06.

Resistividad térmica del terreno (F_{crt})

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.

Agrupación de circuitos (F_{ca})

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 6.

Profundidades de instalación (F_{cp})

Se aplicarán los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 6.

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I * Fct * Fcrt * Fca * Fcp$$

Dónde:

I_{adm} = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

I = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

F_{ct} = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

F_{crt} = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

F_{ca} = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

F_{cp} = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

Para el tipo de instalación objeto de este proyecto la intensidad máxima admisible permanente en cada conductor será:

$$I_{máxadm} = 558 * 1 * 1,1 * 0,80 * 0,98 = 481,22 \text{ A}$$

Por lo que la intensidad máxima admisible del cable será de 481,22 A

Esta es la intensidad máxima admisible del cable, es decir, la intensidad máxima que es capaz de soportar el cable con los distintos factores de corrección, no obstante, en el apartado 1.3 se justificará con la intensidad real que circula por la línea contemplando todas las cargas existentes en el anillo del que forma parte.

Intensidad de cortocircuito máxima admisible

En primer lugar, el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Con carácter general, se fija el valor de la intensidad asignada de corta duración (1 s) en 16 kA para la red de Media Tensión.

Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito por ser más desfavorable, se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Dónde:

I_{cc3} = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

U = Tensión de línea, en kV,

En cualquier caso, el valor de la Intensidad de Cortocircuito (**I_{cc}**), en el punto del tramo objeto, deberá ser confirmado por REE.

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250 °C, la sección del conductor y tiempo máximo de duración del cortocircuito, dato que deberá ser proporcionado por REE.

La intensidad de cortocircuito admisible viene dada por la expresión, según norma UNE 21192:1992:

$$I = \varepsilon * I_{AD}$$

Donde:

- I: es la intensidad de cortocircuito admisible.
- I_{AD}: es la intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática.
- ε : es el factor que tiene en cuenta la pérdida de calor en los componentes adyacentes. En régimen adiabático $\varepsilon = 1$.

Intensidad de cortocircuito adiabático

La fórmula del calentamiento adiabático, se presenta bajo la siguiente forma general:

$$I_{AD}^2 * t = K^2 * S^2 * \ln \left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Donde:

- I_{AD} es la intensidad de cortocircuito (valor eficaz durante el cortocircuito) calculada en una hipótesis adiabática (A).
- t: es la duración del cortocircuito (s). Se tomará el valor de 1 s.
- K: es la constante que depende del material del componente conductor de corriente.
 - o Para el aluminio se utilizará un valor de 148 As-1/2/mm².
 - o Para el cobre se utilizará un valor de 226 As-1/2/mm².
- S: es la sección geométrica del componente conductor de corriente; para los conductores se tomará la sección nominal, y para las pantallas la sección de 1 alambre.
- θ_f : es la temperatura final (°C). En el conductor se utilizarán 250 °C y en la pantalla se utilizarán 210°C.
- θ_i : es la temperatura inicial (°C). En el conductor se utilizarán 90 °C y en la pantalla se utilizarán 80°C.
- β : es la inversa del coeficiente de variación de resistencia con la temperatura del componente conductor de corriente a °C (K);

o Para el aluminio se utilizará un valor de 228 °C (K).

o Para el cobre se utilizará un valor de 234,5 °C (K).

Como se refleja en la tabla 26 correspondiente el apartado 6.2 de la ITC-LAT 06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio y un $\Delta\theta = 160$ °C, es de 94 A/mm².

A continuación, se indican los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto:

- $I_{cc} 630 \text{ mm}^2 = 59,5 \text{ kA}$

Por tanto, en nuestro caso, para una sección de 630 mm² el conductor será capaz de soportar una corriente de cortocircuito de 59,5 kA.

A continuación, realizamos una comprobación para ver que el conductor elegido en la línea subterránea cumple con la intensidad de cortocircuito de la red:

Tabla comparativa entre la I_{cc} del conductor y la I_{cc} de la red				
Conductor	I_{cc} de la red (kA)	<	I_{cc} del conductor (kA) a duración del cortocircuito 1s	Condición
RH5Z1 (S) 127/220 kV kV 1x630 K Al	4,81		59,5	CUMPLE

De los valores obtenidos se extrae que los conductores cumplen el criterio de intensidad de cortocircuito.

Intensidad de cortocircuito máxima admisible en las pantallas del cable

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Para el conductor 1x(630) mm² Al RH5Z1 127/220 kV, la pantalla metálica está compuesta por cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta.

En la siguiente tabla, según el fabricante Prysmian, se muestra la intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas para éste tipo de conductor según las normas de diseño IEC 60502-2:2014, UNE 211620:2017 y GE DND003

Para una sección de 630 mm² y un tiempo de duración del cortocircuito de 1 segundo, obtenemos que la intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla será superior a los 1.000 A exigidos por el apartado 6.3. de la ITC-LAT 06.

8.3 INTENSIDADES CIRCULANTE POR LA LÍNEA

La intensidad máxima que transporta la línea será la aportada por la totalidad de la energía generada por el parque eólico, siendo la siguiente:

$$I_{\text{máxcabecera}} = 100,18 \text{ A}$$

Siendo:

$I_{\text{máxcabecera}}$ = Intensidad máxima dada en cabecera de subestación, en A.

8.4 POTENCIA A TRANSPORTAR

En el presente proyecto la potencia máxima a transportar será la potencia generada por el parque eólico Dama de Baza, que como máximo será de 38 MW.

La potencia a transportar por el cable deberá ser inferior en todo momento a la potencia máxima admisible, según la intensidad máxima admisible del cable, que en este caso es de:

Tensión (kV)	I máxadm	Cos ϕ	Padm (kW)	$\geq$	Ptot real (kW)	Condición
220	558	1	212.500	$\geq$	38.000	CUMPLE

8.5 CAÍDAS DE TENSIÓN

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

La caída de tensión se calculará como:

$$\Delta U = L * I * \sqrt{3} * [(R_{50} * \cos\phi) + (X * \sin\phi)]V$$

Dónde:

L = Longitud de la línea, en km,

U = Tensión nominal de la línea, en kV,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

X = Reactancia de la línea, en Ω/km .

$\cos \phi$ = Coseno de ϕ de la instalación, admi.

$\sin \phi$ = Seno de ϕ de la instalación, admi.

Para nuestro caso tenemos:

L = 0,525 km

$I_{\text{máxcabecera}} = 100,18 \text{ A}$

Al 630 (R90 = 0,00601 Ω/km ; X = 0,0179 Ω/km)

Considerando un factor de potencia de 1 obtenemos una caída de tensión:

$$\Delta U = 5,48 \text{ V}$$

Donde la caída de tensión porcentual es de:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U (V)}{U(V)} = \frac{5,48 \text{ V}}{220.000 \text{ V}} * 100 = 0\%$$

Obteniendo una caída de tensión, inferior al 7% de la tensión de servicio de la línea, según indica el artículo 104 en su punto 3 del Real Decreto 1955/2000.

8.6 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Los cálculos de la caída de tensión se realizarán conforme a la potencia total que circula por el tramo.

Las pérdidas de potencia de una línea vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 * R * L * I^2$$

Dónde:

ΔP = Pérdida de potencia, en W,

L = Longitud de la línea, en km,

R90 = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km ,

I = Intensidad de la línea, en A.

Sustituyendo valores tenemos, para nuestro tramo:

$$\Delta P = 3 * 0,0601 * 0,525 * 100,18^2 = 949,98 \text{ W}$$

En Madrid, julio del 2020

El Ingeniero Técnico Industrial

Javier Aparicio Bermejo,

Nº de colegiado 4.836 por el COIMCE



CAPÍTULO III. CARACTERÍSTICAS **AEROGENERADOR**

1 AEROGENERADOR

El aerogenerador es una central eléctrica con la única particularidad de que el par mecánico motriz proviene de la fuerza del viento. Por tanto, constará de un generador y unos servicios auxiliares que permiten la operación de aquel.

Cada aerogenerador está dotado de un transformador en seco que se aloja en la góndola. Éste se conecta mediante cable aislado a la celda de protección, la cual se encuentra en la parte inferior de la torre. Junto a éste, se encuentran las celdas de salida. Los tipos generales de celdas empleados son modulares de aislamiento y corte en SF6.

1.1 DESCRIPCIÓN

Se trata de un aerogenerador con rotor de tres palas, sistema de control del ángulo de paso y funcionamiento de velocidad variable con una potencia nominal de 2.000 kW. Con un diámetro del rotor de 103 m y una altura de torre de 98,00 m, realiza un uso eficiente de las condiciones predominantes del viento en cada emplazamiento, para así generar energía eléctrica.

El objetivo principal durante el desarrollo y el diseño de estos aerogeneradores ha sido la minimización de las cargas. Así, todos los componentes se han desarrollado y diseñado conforme a este objetivo. El resultado es una turbina que se caracteriza, entre otras cosas, por sus reducidas cargas y por su larga vida útil.

El control de la potencia mediante el sistema de velocidad variable permite que aerogenerador funcione con una eficacia óptima, pero sin que se produzcan cargas operativas superiores, incluso en el rango de carga parcial; además evita la aparición de picos de potencia no deseados. De este modo, se garantiza un buen rendimiento energético y una alta calidad de la energía suministrada a la red.

La energía producida por el generador se vierte a la red de distribución a través del sistema de conexión a la red; el aerogenerador puede adaptarse a los principales parámetros de la red, como la tensión y la frecuencia, para así garantizar la calidad deseada de la energía y contribuir al buen funcionamiento de la red, si fuera necesario.



Figura 1: Boceto de la góndola

Rotor

El rotor, fabricado en resina epoxi reforzada con fibra de vidrio (GRP), determina el rendimiento del aerogenerador y las emisiones de ruido.

Por ello, la forma y el perfil de las palas del rotor se han desarrollado de acuerdo con los siguientes criterios:

- alta eficiencia;
- larga vida útil;
- contaminación acústica reducida;
- bajo consumo de materiales.

Las palas del rotor están especialmente diseñadas para el funcionamiento con un ángulo de paso y una velocidad variables. Los nuevos perfiles y la geometría especial de la raíz de las palas optimizan el aprovechamiento del flujo del viento alrededor de la pala y de la góndola. La esbeltez de las palas permite a su vez minimizar las cargas mecánicas y mejorar las condiciones de transporte.

Las palas del rotor están fabricadas con fibra de vidrio y resina epoxi. El uso de estos materiales resulta beneficioso debido a su resistencia frente a posibles contracciones, incluso con condiciones medioambientales extremas, como cuando hay una alta radiación solar. Así, las palas del rotor mantienen su forma y, por tanto, sus propiedades con respecto al ángulo de ataque y la efectividad durante mucho tiempo garantizando de este modo un funcionamiento estable y duradero de la turbina.

La resina epoxi presenta unas propiedades higroscópicas reducidas, por lo que no absorbe el agua. Esta característica es crucial, ya que si bien las palas del rotor están protegidas en su cara externa por una capa de barniz PUR en gel (sellado de superficie), esto no es así en su cara interna, con lo que se evita que se condense la humedad.

De este modo, se puede impedir que se produzcan daños por congelación del agua, simplemente por medio de una selecta elección de los materiales.

Las palas del rotor están sometidas a cargas variables durante la rotación debido a su propio peso. En teoría, las palas podrían estar sometidas a más de 30.000 ciclos de carga al día. Si estimamos una vida útil de 20 años, deben considerarse alrededor de 1.2×10^8 ciclos de carga. Esto es más que para ninguna otra aplicación de los materiales de fibra de vidrio.

Gracias a sus propiedades de baja fluencia, los laminados de resina epoxi resultan muy adecuados para casos que precisen bridas simples. Las palas del rotor están conectadas al buje con una simple combinación de un perno transversal y un tirante, y realizada por medio del adaptador de la pala y el cojinete de la corona de giro.

El ángulo de paso de las palas, controlado por microprocesadores, se obtiene mediante tres sistemas de control del ángulo de paso independientes y mediante continuas mediciones de este ángulo. Esto permite que el ángulo de paso se pueda ajustar rápidamente y con precisión en función de las condiciones del viento dominante.

Generador

El generador alcanza su potencia nominal cuando la velocidad del viento es de 12 m/s. Con este fin se ha diseñado específicamente el generador multipolo, cuyo funcionamiento se basa en un generador asíncrono. Gracias a los avances realizados sobre el modelo de generador asíncrono clásico, se ha logrado una eficiencia muy elevada, al mismo tiempo que se ha reducido el peso del generador. El generador alcanza unos niveles de eficiencia de alrededor del 94 % durante su rango completo de funcionamiento.

Las fluctuaciones de temperaturas bajas durante su actividad, las bajas temperaturas incluso cuando se alcanza la potencia nominal y el hecho de evitar las cargas variables reducen los esfuerzos mecánicos y el correspondiente deterioro de los componentes del generador.

Durante el proceso de fabricación, se presta especial atención a que el generador pueda ofrecer una larga vida útil.

Antes de insertar los devanados de cobre en las ranuras, el estator se recubre con la primera protección contra la corrosión cuando se han finalizado las laminaciones del estator. Únicamente entonces se insertan los devanados de cobre (aislamiento de tipo F para 155 °C). Para el aislamiento entre los devanados y las ranuras, se utiliza un material de varias capas. Así se garantiza una baja absorción de humedad, así como una buena resistencia térmica y química.

El cable de cobre viene protegido con un primer recubrimiento resistente al calor y un sobrerrevestimiento complementario. El aislamiento resultante es una combinación de dos componentes barnizados distintos. Con esta técnica de doble capa (técnica de sobrerrevestimiento), se consigue una protección óptima del hilo de cobre.

Tras el devanado, el estator se impregna con resina en un gran baño de impregnación en vacío. El método de impregnación en vacío garantiza que la resina entre en todos los minúsculos espacios del devanado mediante la succión del aire que hay en su interior. El estator impregnado se cura, posteriormente, en un gran horno de curado.

Posteriormente, se le aplica al devanado un barnizado adicional (revestimiento en polvo) que protege los devanados de cobre de la acción mecánica y de la hidrostática.

Para finalizar el proceso de fabricación del generador, los devanados se someten a un control exhaustivo conforme a las normativas más actuales.

Sistema de conexión a la red

El sistema de conexión a la red convierte la corriente generada por el generador en corriente alterna de acuerdo con los requerimientos y los estándares facilitados por la compañía del servicio público y; a continuación, vierte la corriente a la red a través de un transformador.

La forma de la corriente vertida es sinusoidal y no presenta oscilaciones armónicas. Un filtro de alta frecuencia se encarga del cumplimiento de todos los requerimientos referentes a la compatibilidad electromagnética (CEM). El sistema electrónico controlado por microprocesadores y el sistema electrónico de potencia generan la corriente en relación con la tensión de referencia. Este valor se compara constantemente con el valor real y se corrige si fuera necesario.

La unidad de conexión a la red se desacopla del generador por medio de un circuito intermedio de CC.

Hablando de manera figurada, el rotor del aerogenerador está conectado a la red eléctrica a través de una “banda de goma flexible”. Esta conexión “elástica” permite que el sistema electrónico equilibre las fluctuaciones de corriente de baja frecuencia, de forma que la potencia se puede controlar con gran precisión desde 20 kW a 2.000 kW y se consiguen evitar los coeficientes importantes de flickers. Esta combinación de tecnologías permite un funcionamiento en paralelo con la red incluso cuando se dan condiciones difíciles de conexión a la misma. Diversos certificados expedidos por organismos independientes dan fe de este hecho.

El rango permitido de funcionamiento para la operación en paralelo con la red se encuentra limitado por las tensiones máxima y mínima facilitadas por cada compañía eléctrica. Estos dos valores (subtensión y sobretensión), al igual que el valor del tiempo para el intervalo de medición, pueden preestablecerse por separado como valores límites, según los requerimientos de las compañías eléctricas. Además, también se pueden preestablecer los valores máximo y mínimo de la frecuencia.

El aerogenerador se desconecta de la red inmediatamente en el caso de que no se respeten estos valores límites preestablecidos. Dado que no existen condensadores de compensación, el inversor se desconecta de la red en 10 ms. Por tanto, se evitan los picos de corriente incluso de corto plazo.

Por otro lado, el aerogenerador puede funcionar en el llamado modo de “alimentación de corriente dependiente de la tensión de la red”.

La tensión de la red se mide y se controla de forma constante. Si se produce un aumento de la tensión, debido, por ejemplo, a una falta de carga durante la noche, la potencia se reduce de inmediato. Un circuito de control regula rápidamente la corriente para que así no se produzca ningún otro aumento de la tensión. Con estos sensores de tensión activos, siempre se suministra el máximo de energía que la red puede recibir. En otras palabras, la energía suministrada viene determinada por la capacidad receptiva de la red. De este modo no resulta necesaria la detención de la turbina.

Cuando un aerogenerador o todo un parque eólico se conecta a la red, se suele producir un aumento de la tensión. Normalmente, esta situación se tiene que equilibrar con transformadores ajustables de generadores de gasóleo. Este aerogenerador incluye un sistema de entrada de datos con el que se puede preseleccionar el gradiente de potencia (dP/dt). De esta manera los transformadores ajustables (más lentos) o los generadores de gasóleo se pueden adaptar a la nueva situación. Este control del gradiente de potencia se activa de forma automática, por ejemplo, cuando se detectan velocidades de viento muy variables o cuando hay ráfagas de viento, para así descargar la red.

El ángulo de fase entre la tensión de la red y la corriente permanece constante a $\cos \phi = 1$ durante todo el rango de potencia entre 0 y 3000 kW. La red sólo recibe potencia activa. Los posibles pagos compensatorios por potencia reactiva que algunas compañías eléctricas cargan no se aplican en este caso.

No obstante, existe la posibilidad de que funcione la turbina con $\cos \phi = 1$ si se considera oportuno.

Mecanismo de orientación

El cojinete de orientación se ensambla directamente a la conexión superior de la torre utilizando una corona dentada y un cojinete de giro de la corona. El accionamiento se realiza mediante seis motores eléctricos ("motores de orientación") que engranan en la corona dentada para que la góndola se oriente con respecto al viento. El peso de la góndola también se transfiere a la torre mediante este cojinete de orientación. El soporte principal está ensamblado directamente al cojinete de orientación.

Los cambios rápidos de dirección del viento provocan momentos dinámicos de orientación que afectan al mecanismo de orientación. En el aerogenerador, los momentos de orientación se controlan, de forma activa, con los motores de orientación. De este modo, el mecanismo de orientación y su engranaje quedan claramente aliviados de los picos de carga.

Sistema de seguridad

El sistema de seguridad garantiza el funcionamiento seguro del aerogenerador de acuerdo con lo estipulado por las normativas y por los institutos de ensayo independientes.

Sistema de frenado

Los aerogeneradores frenan de forma aerodinámica. Así se reducen las fuerzas y los momentos que soporta la turbina durante el frenado del rotor y se consigue reducir la velocidad de la turbina "con suavidad". Incluso aunque no esté funcionando, el rotor no se bloquea. La turbina puede rotar libremente para que el rotor y el sistema de transmisión no soporten apenas sobrecargas. Un freno adicional (hidráulico) puede activarse manualmente para trabajos de mantenimiento cuando se bloquea el rotor, o automáticamente como apoyo del sistema de frenado cuando se utiliza el botón de parada de emergencia (como medida de seguridad del personal durante las tareas de mantenimiento).

Conforme a los requisitos del certificado de la aeroturbina, este aerogenerador, cuenta con, al menos, dos sistemas de frenado independientes, con los que se puede disminuir la velocidad del rotor o incluso detener.

Los tres accionamientos independientes del sistema de control del ángulo de paso se utilizan, durante el frenado, para girar las palas hasta la posición de bandera (posición de desaprovechamiento del viento) en tan sólo unos segundos. Las palas entran en pérdida de sustentación aerodinámica, y la velocidad del rotor decrece rápidamente.

Tenga en cuenta que, para detener la turbina, basta con poner en posición de bandera dos de las tres palas del rotor.

De esta forma, incluso si uno de los sistemas de control del ángulo de paso falla por completo, se garantiza el efecto de frenada aerodinámica del sistema.

Por si hubiera un fallo del suministro de la red, el aerogenerador tiene instalado un sistema de almacenamiento de energía autónomo para cada uno de los tres sistemas de control del ángulo de paso; así se pueden girar las palas a la posición de bandera incluso cuando hay un fallo general del suministro eléctrico. Cada sistema de control del ángulo de paso de las palas viene provisto de su propia unidad de ajuste de emergencia. La disponibilidad de estas unidades está garantizada gracias a su carga automática y al control de la carga por medio de pruebas periódicas. La activación de los sistemas del ángulo de paso mediante las unidades de emergencia se realiza de forma sincronizada mediante una conexión electromecánica.

La combinación de un suministro eléctrico redundante (suministro de la red o almacenamiento energético) con tres sistemas de control del ángulo de paso completamente autónomos ofrece un concepto de seguridad que cumple a la perfección la necesidad de que haya dos sistemas de frenado independientes.

Sistema de protección contra rayos.

El aerogenerador está equipado con el sistema de protección contra rayos que desvía los posibles impactos de los rayos a las palas u otros componentes de la turbina sin causar daño alguno. Los impactos de los rayos pasan de las puntas de las palas del rotor (o de la góndola) a la base de la turbina a través de un sistema conductor continuo.

A continuación, se describe el sistema de protección contra rayos:

- Las puntas de las palas del rotor están fabricadas con aluminio fundido. Los bordes de ataque y de salida de la pala del rotor están equipados con perfiles de aluminio bajo la superficie. Estos perfiles conectan la punta de aluminio con un anillo del mismo material localizado en la raíz de la pala. Este anillo está situado a distancia suficiente de los componentes conductores en la brida de la pala (adaptador de la pala, cojinetes, etc.), lo que asegura su aislamiento con respecto a la pala. Cuando se produce el impacto del rayo, el desvío tiene lugar en la raíz de la pala, por lo que no se transmite al buje ni a los cojinetes del rotor, los cuales quedan protegidos de cualquier posible daño.
- El paso desde los componentes rotativos se produce a través de un pararrayos (ranura de disrupción) que conduce el rayo directamente a la parte no rotativa de la turbina. El rayo sigue su curso, pasando por el soporte principal y la torre, hasta llegar a la base de la turbina.

Gracias a este sistema, el rayo se deriva a los componentes no rotativos, con independencia de la posición del rotor o del ángulo de paso de las palas del rotor en ese momento.

El sistema electrónico de la turbina está separado eléctricamente y situado en carcasas metálicas. Por otro lado, todos los sistemas de entrada y salida de datos se desconectan mediante optoacopladores o relés. Si se produce el impacto de un rayo o incluso un pico de tensión extraordinario, los componentes eléctricos y electrónicos están protegidos por dispositivos que absorben la energía derivada.

Sistema de sensores

Un exhaustivo sistema de vigilancia garantiza el funcionamiento seguro de la turbina. Todas las funciones relacionadas con la seguridad se controlan electrónicamente, así como mediante sensores mecánicos que proporcionan una júnior precisión. Si uno de los sensores detecta una avería grave, la turbina se detiene de inmediato.

Sistema de control

El sistema de control se basa en un sistema de microprocesador, que controla constantemente los sensores de varios componentes, así como, por ejemplo, los datos de dirección y velocidad del viento, para, a continuación, adaptar el modo de funcionamiento del aerogenerador según corresponda. Esto se lleva a cabo, por ejemplo, mediante la optimización de la velocidad del rotor, del ángulo de paso de las palas, de la posición de orientación de la góndola y de la potencia del generador.

El mecanismo de orientación de la góndola funciona con cualquier velocidad del viento por encima de la velocidad de arranque. La veleta a la altura del buje mide de manera continua la dirección del viento. Si la divergencia medida en minutos de la dirección de la góndola comparada con la dirección medida del viento es júnior que cierto ángulo, la góndola corrige su posición con la ayuda de los motores de orientación. El movimiento de orientación se controla mediante el recuento de las revoluciones del motor de orientación y la comprobación del tiempo de orientación.

Si la velocidad medida del viento durante un intervalo de tres minutos es suficiente para el funcionamiento del aerogenerador, se iniciará el procedimiento automático de arranque.

La góndola se situará en una posición específica para permitir la comprobación de todos los sensores. A continuación, la góndola se alinea con la dirección del viento y las palas del rotor adaptan su ángulo de paso al mismo.

Durante esta breve maniobra se consumen 3 kW de la red. No se consumen las típicas corrientes de arranque. Si se alcanza el límite inferior de la velocidad de rotación de funcionamiento del rotor, comienza el suministro de energía a la red de distribución. Durante su funcionamiento, se controlan todos los sensores de forma permanente para que se puedan emprender las medidas necesarias (como la detención del sistema o una parada de emergencia) en caso de que surja una irregularidad. Cuando se alcanza el límite superior de la velocidad de rotación del rotor, ésta se mantiene mediante la adaptación del ángulo de paso de las palas. Para ello, se selecciona el mejor ángulo de paso de las palas utilizando como guía la evaluación de las mediciones de velocidad y aceleración.

En el caso de que el sistema deba detenerse (de forma manual o por medio del sistema de control), se regula el ángulo de paso de la pala, con lo que se reduce la superficie de contacto efectivo del viento y así el aerogenerador se detiene lentamente.

1.2 DATOS TÉCNICOS

Machine parameters:	
Power regulation:	Three independent electrcomechanical pitch systems
Rotor orientation:	Upwind
Number of rotor blades:	3
Rotor tilt:	5°
Cone angle:	0°
Rated power:	2350 kW
Rated wind speed V_r :	11.7 m/s
Rotor diameter:	103 m
Hub height(s):	78 m / 85 m / 98 m / 108 m / 138 m
Hub height operating wind speed range $V_{in} - V_{out}$:	3 m/s – 34 m/s
Design life time:	25 y 20 y (control and protection system)
Software version:	CS82b
Wind conditions: (wind turbine class III_A – applicable for all hub heights and tower variants)	
Characteristic turbulence intensity I_{ref} at $V_{hub} = 15$ m/s:	0.16
Annual average wind speed at hub height V_{ave} :	7.5
Reference wind speed V_{ref} :	37.5 m/s
Mean flow inclination:	8°
Hub height 50-year extreme wind speed V_{50} :	52.5 m/s
Wind conditions: (wind turbine class S – additionally applicable for hub height 98 m with tubular steel tower)	
Characteristic turbulence intensity I_{ref} at $V_{hub} = 15$ m/s:	0.1135
Annual average wind speed at hub height V_{ave} :	8.6
Reference wind speed V_{ref} :	38 m/s
Mean flow inclination:	8°
Hub height 50-year extreme wind speed V_{50} :	53.2 m/s

Electrical network conditions:

Normal supply voltage and range:	400 V $\pm$ 20%
Normal supply frequency and range:	50/60 Hz (35...75 Hz)
Voltage imbalance:	N/A
Maximum duration of electrical power network outages:	6 hrs
Number of electrical network outages	20/yr

Other environmental conditions (where taken into account):

Design conditions in case of offshore WT :	N/A
Normal and extreme temperature ranges:	-10°C to +40°C -20°C to +50°C
Relative humidity of the air:	95% max
Air density:	1,225 kg/m ³
Solar radiation:	1000 W/m ²
Lightning protection system (standard and protection class):	IEC 61400-24-2010 protection class 1
Earthquake model and parameters (standard and key parameters e.g. spectrum, model, seismic zone, soil class, etc.):	N/A
Other design conditions :	N/A

Major components:

**If not otherwise stated, the certificate holder is the manufacturer.

Blade:

Type:	E-103 EP2-RB-01 with optional aerodynamic add-on parts (trailing edge serrations)
Material:	Fiber reinforced plastic
Blade length:	49.98 m
Number of blades:	3
Manufacturer:	ENERCON
Drawing / Data sheet / Part No.:	R1031.110.10001

Blade bearing:

Type:	Double-row ball bearing slewing ring
Manufacturer:	Liebherr Components Biberach GmbH
Drawing / Data sheet / Part No.:	KUD02037-050WA18-001-900

Blade bearing:

Type:	Double-row ball bearing slewing ring
Manufacturer:	Hanse Drehverbindungen GmbH
Drawing / Data sheet / Part No.:	21502037000

Pitch System:

Motor / Actuator Type:	Electro mechanical with DC-motors and capacitor backups
Pitch Controller Type:	Electromechanical
Manufacturer:	Liebherr Components Biberach GmbH

Type:	Cast
Manufacturer:	ENERCON
Material:	EN-GJS-400-18-LT
Drawing / Data sheet / Part No.:	EP2.01.034-4
Main bearing (fixed):	
Type:	Double row tapered roller bearing
Manufacturer:	PSL a.s.
Drawing / Data sheet / Part No.:	PSL612-408-PV
Main bearing (fixed):	
Type:	Double row tapered roller bearing
Manufacturer:	Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Drawing / Data sheet / Part No.:	EDD F-624723.TR2 000 (FAG)
Main bearing (fixed):	
Type:	Double row tapered roller bearing
Manufacturer:	SKF GmbH
Drawing / Data sheet / Part No.:	SK-LE 16-81
Main bearing (floating):	
Type:	Cylindrical roller bearing
Manufacturer:	PSL a.s.
Drawing / Data sheet / Part No.:	PSL412-318-PV
Main bearing (floating):	
Type:	Cylindrical roller bearing
Manufacturer:	Schaeffler Technologies AG & Co. KG
Drawing / Data sheet / Part No.:	EDD F-624724.ZL 000 (FAG)
Main bearing (floating):	
Type:	Cylindrical roller bearing
Manufacturer:	SKF GmbH
Drawing / Data sheet / Part No.:	SK-LE 16-82
Gearbox:	
Type:	N/A
Gear Ratio:	N/A
Manufacturer:	N/A
Drawing / Data sheet / Part No.:	N/A
Yaw System:	
Drive Type:	6 electro-mechanical drives with AC motors
Manufacturer:	ENERCON
Drawing / Data sheet / Part No.:	EP2.00.024-0
Bearing Type:	
Manufacturer:	Double-row ball bearing slewing ring
Drawing / Data sheet / Part No.:	Liebherr Components Biberach GmbH KUD02194-060WA18-001-900
Gear Type:	
Manufacturer:	Multi stage planetary gear with motor
Drawing / Data sheet / Part No.:	Liebherr Components Biberach GmbH DAT 450/3407-4000
Brake Type:	
Manufacturer:	N/A
Drawing / Data sheet / Part No.:	N/A
Generator:	

Type	E-103 EP2-GE-01
Manufacturer:	ENERCON
Drawing / Data sheet / Part No.:	D0577461-0
Rated Power:	2550kW
Rated Frequency:	9.0 Hz
Rated Speed:	15 rpm
Max. speed:	29 rpm
Rated Voltage:	530 V
Rated Current:	1390 A
Insulation Class:	F
Degree of Protection:	IP23

Converter:	
Type:	LS300kW (8 or 9 units)
Manufacturer:	ENERCON
Drawing / Data sheet / Part No.:	D0127611
Rated Voltage (grid side):	400 V
Rated Current (grid side):	4041 A
Degree of Protection:	IP23

Transformer:	
Type:	N/A
Manufacturer:	N/A
Drawing / Data sheet / Part No.:	N/A
Rated Voltage:	N/A
Rated Power:	N/A
Degree of Protection:	N/A
Location (e.g. tower bottom):	N/A

Tower:	
Type:	E-103 EP2-ST-78-FB-C-01
Sections:	5
Length:	76.76
Drawing / Data sheet / Part No.:	EP2.00.039-1

Tower:	
Type:	E-103 EP2-ST-85-FB-C-01
Manufacturer:	ENERCON
Sections:	5
Length:	82.93
Drawing / Data sheet / Part No.:	EP2.00.018-1

Tower:	
Type:	E-103 EP2-ST-98-FB-C-01
Manufacturer:	ENERCON
Sections:	5
Length:	96.37
Drawing / Data sheet / Part No.:	D0531177-2

Tower:	
Type:	E-103 EP2-HT-98-ES-C-01
Manufacturer:	ENERCON
Sections:	2 steel / 18 concrete
Length:	96.76
Drawing / Data sheet / Part No.:	EP2.00.036-2

Tower:	
Type:	E-103 EP2-HT-108-IS-C-01
Manufacturer:	ENERCON
Sections:	1 steel / 28 concrete
Length:	106.67
Drawing / Data sheet / Part No.:	EP2.00.022-3

Tower:	
Type:	E-103 EP2-HT-138-IS-C-01
Manufacturer:	ENERCON
Sections:	3 steel / 22 concrete
Length:	138.87
Drawing / Data sheet / Part No.:	EP2.00.007-2
Foundation:	
Type:	N/A
Manufacturer:	N/A
Drawing / Data sheet / Part No.:	N/A
Foundation Adaptor:	
Type:	N/A
Manufacturer:	N/A
Drawing / Data sheet / Part No.:	N/A
Manuals:	
Operation & maintenance manual:	D0538491-0 (operation) D621214 0 (maintenance)
Transport manual:	PLM-TES-DC008-VH_Sträß&e_EP2- Rev007-de-de.docx
Installation & commissioning manual:	D0564147-0 (installation) D0569734-2_1 (commissioning)

Activación de los sensores importantes para la seguridad

En los siguientes apartados se explica cómo reacciona el aerogenerador ante la activación de cada sensor. Si se activa un sensor que afecta a la seguridad, el aerogenerador pondrá en marcha un procedimiento de parada automática. En todo caso, el tipo de desconexión y el tiempo que tardará en producirse el nuevo arranque dependen de la avería de que se trate.

La fiabilidad de los sensores se supervisa continuamente a través del sistema de control. Si se produce un fallo en alguno de los sensores, el sistema de control remoto recibe un mensaje de error. Según el sensor, el aerogenerador podrá seguir funcionando durante un tiempo. Sin embargo, en el caso de ciertos sensores, el aerogenerador se detiene de inmediato para que la avería se solucione antes de que se vuelva a reiniciar el sistema.

Puesta en marcha del aerogenerador

A menos que se especifique de otro modo, las disposiciones que se citan a continuación se aplicarán tanto a la puesta en marcha que se produce después de una parada automática como a la que se realiza mediante el botón de arranque y parada.

Cuando el aerogenerador se conecta, en la pantalla del armario de control aparece, pasados unos segundos, el mensaje “Converter ready” (aerogenerador preparado), siempre y cuando el sistema de control no detecte ninguna avería, 90 segundos después de arrancar, las palas del rotor avanzan desde la posición de bandera (aprox. 90º) hasta la posición de modo de funcionamiento en vacío (véase más abajo). En este momento, el aerogenerador empieza a girar a una velocidad reducida.

El aerogenerador comienza el procedimiento real de puesta en marcha (cambio del ángulo de paso de las palas y aumento de la velocidad) cuando, durante tres minutos seguidos, la velocidad media del viento es superior a la velocidad de arranque necesaria.

Una vez finalizado el procedimiento de puesta en marcha, el aerogenerador pasará al modo de funcionamiento normal. Mientras el aerogenerador está en funcionamiento, se determinan constantemente las condiciones del viento para, a continuación, adaptar la posición de la góndola con respecto a la dirección del viento, se optimizan la velocidad del rotor, la potencia y la excitación del generador y se registran los estados de todos y cada uno de los sensores.

Funcionamiento por debajo de la potencia nominal

Durante el funcionamiento a carga parcial, la velocidad y la energía generada se adaptan continuamente a las condiciones cambiantes del viento. En el margen superior del rango de carga parcial, las palas del rotor giran unos grados para evitar el efecto de pérdida aerodinámica (pérdida de sustentación).

Si la velocidad del viento aumenta, también aumenta la velocidad del rotor y, en consecuencia, la cantidad de energía generada.

Funcionamiento normal a plena carga

Por encima de la velocidad nominal del viento, la velocidad del rotor se mantiene aproximadamente en su valor nominal (unas 16 rpm) mediante el ajuste del ángulo de paso de las palas, por lo que la energía tomada del viento se limita a 3.000 kW (funcionamiento normal a plena carga, “automatic control mode”). En este punto, los valores de velocidad y aceleración determinan los cambios que deben realizarse en el ángulo de paso de las palas, que se transfieren, a continuación, a los accionamientos de ajuste del ángulo de paso. De este modo, la potencia se mantiene en su valor nominal.

Por otro lado, el aerogenerador también puede en un modo de operación en el que el suministro de la energía dependa de la tensión de la red. En este caso, la tensión de la red se supervisa de forma constante; si la tensión aumenta, debido a un bajo consumo nocturno, por ejemplo, el aerogenerador reduce inmediatamente el suministro de energía.

Funcionamiento en vacío

Cuando el aerogenerador está desconectado (por ejemplo, porque la velocidad del viento es insuficiente o existe una avería), las palas del rotor están en la posición de 60° con respecto a la posición de servicio. En este momento, el aerogenerador gira a una velocidad muy lenta. Si se supera dicha velocidad (aprox. 3 rpm), las palas del rotor giran hasta la posición de bandera (90°). Este modo de operación recibe el nombre de “funcionamiento en vacío”.

Con él, se reducen las sobrecargas y se vuelve a arrancar el aerogenerador en el menor tiempo posible. El motivo de la desconexión del aerogenerador y de la activación del modo de funcionamiento en vacío se explica en el mensaje de estado.

Parada del aerogenerador

El aerogenerador se puede detener de forma manual o automática. El sistema de control detiene el aerogenerador si se produce una avería o si las condiciones del viento no son las apropiadas.

Parada automática

Durante el modo de funcionamiento automático, los aerogeneradores se detienen ajustando adecuadamente el ángulo de paso de las palas del rotor (frenado aerodinámico). Con la rotación de las palas, se reduce la fuerza aerodinámica y así se frena el rotor. Los accionamientos de control del ángulo de paso son capaces de girar las palas hasta la posición de bandera en tan sólo unos segundos.

Por otro lado, el aerogenerador se detiene automáticamente cuando se producen averías o incidencias concretas en el funcionamiento. Algunas averías activan una parada rápida mediante las unidades de emergencia de las palas del rotor. Otras provocan una parada normal del aerogenerador.

En función del tipo de avería de que se trate, puede que sea posible volver a arrancar el aerogenerador de forma automática. En cada uno de los casos, el transformador se desconecta de la red cuando se produce la desconexión.

Parada manual

El aerogenerador puede detenerse mediante el interruptor de arranque y parada del armario de control.

Cuando esto ocurre, el sistema de control coloca las palas en la posición de bandera y el aerogenerador reduce su velocidad hasta detenerse. El freno mecánico (hidráulico) no se acciona y el mecanismo de orientación sigue en marcha, por lo que el aerogenerador puede optimizar su posición con respecto al viento.

Parada manual en situaciones de emergencia

Si existe algún riesgo para el personal o para los componentes del aerogenerador, éste puede detenerse accionando el botón de parada de emergencia (EMERGENCY STOP) o el interruptor principal. Encontrará un botón de parada de emergencia en el armario de control y en la góndola. Este botón acciona el freno de emergencia sobre el rotor mediante un cambio rápido del ángulo de paso de las palas; dicho cambio se realiza con las unidades de emergencia de control del ángulo de paso de las palas y el freno hidráulico. En este caso, todos los componentes siguen recibiendo tensión de alimentación.

Los botones quedan encajados al activarlos; al terminar la situación de emergencia, es preciso tirar de los mismos para colocarlos de nuevo en su posición inicial y, así, volver a poner en marcha el aerogenerador.

Si el interruptor principal del armario de control o de la góndola se coloca en la posición de apagado, todos los componentes del aerogenerador se desconectan, a excepción de la iluminación de la torre y del armario de control, así como los interruptores de luz y los enchufes independientes. El aerogenerador realiza un ajuste rápido del ángulo de paso a través de las unidades de ajuste de emergencia.

Falta de viento

Si el aerogenerador se encuentra en funcionamiento y la velocidad del rotor disminuye notablemente debido a la falta de viento, el aerogenerador pasa al modo de funcionamiento en vacío mediante el giro progresivo del ángulo de paso de las palas del rotor hasta situarse a 60°. Aparece el mensaje de estado de falta de viento ("lack of wind").

El aerogenerador vuelve a ponerse en marcha automáticamente en cuanto se alcanza otra vez la velocidad de arranque.

Cuando la temperatura es baja, la turbina trata de arrancar cada hora para comprobar si la velocidad del viento es suficiente para funcionar. La congelación del anemómetro no impediría el arranque, siempre y cuando la veleta se encuentre en funcionamiento. En cuanto el aerogenerador arranca y comienza a generar energía, pasa al modo de funcionamiento normal. Las velocidades del viento no se pueden registrar correctamente, puesto que el sensor congelado no puede transmitir datos fiables.

Temporal

Los aerogeneradores están equipados con el llamado sistema de control de ráfagas. Este sistema reduce la velocidad rotación y la producción energética en condiciones de fuertes vientos (> 25 m/s), aunque no detiene la turbina. Se mantienen la conexión a la red y la producción (reducida) de energía, de forma que no se da una pérdida de potencia derivada del tiempo consumido durante los procesos de detención y arranque (la conocida como histéresis de vientos fuertes). Si desea más información, este sistema dispone de una descripción propia.

Mecanismo de orientación

El aerogenerador cuenta con un sensor para el viento (anemómetro y veleta) instalado en la parte superior de la góndola, para determinar la velocidad y la dirección del viento.

El mecanismo de orientación del aerogenerador funciona incluso por debajo de la velocidad de arranque del viento. Aun cuando la turbina esté desconectada, ésta siempre se orienta con respecto al viento. La orientación hacia el viento se produce cuando la divergencia media entre la orientación del rotor y la dirección medida del viento es junior que un ángulo predeterminado. Este ángulo y el período de medición dependen de la velocidad del viento y de la potencia del aerogenerador.

El procedimiento de orientación se determina en función del número de vueltas que ha dado el motor, comprobando que el tiempo requerido para esta operación sea aceptable. Si el sistema de control detecta irregularidades en el mecanismo de orientación o en el enrollado de los cables (consulte el apartado siguiente), el aerogenerador se detendrá.

Desenrollado de los cables

Los cables de control y de potencia del aerogenerador pasan de la góndola a la torre por medio de un dispositivo de inversión y se sujetan después en la pared de la torre. Los cables cuentan con suficiente libertad de movimiento como para permitir que la góndola pueda girar varias veces en el mismo sentido alrededor de su propio eje.

De este modo, los cables se van enrollando poco a poco. El sistema de control del aerogenerador se encarga de que los cables se desenrollen automáticamente.

Cuando los cables han dado entre dos y tres vueltas, el sistema de control emplea el siguiente período con viento débil para volver a desenrollarlos. Si las condiciones del viento han aplazado esta operación y el cable se ha enrollado más de tres vueltas, el aerogenerador se detiene para desenrollar el cable, independientemente de la velocidad del viento. El desenrollado de los cables dura aproximadamente media hora. Una vez finalizado el proceso, el aerogenerador reanuda su actividad.

Los sensores que registran el enrollado de los cables se encuentran en los interruptores cuentavueltas y están conectados a la corona dentada de orientación. Las modificaciones de la orientación de la góndola se transmiten al sistema de control.

Además, los interruptores límites a la derecha y a la izquierda detectan si se sobrepasa el margen de ajuste permitido en uno u otro sentido (interruptor límite cuentavueltas derecho o izquierdo). De este modo, se evita que los cables de la torre sigan enrollándose. En este caso, el aerogenerador se detiene y no puede volverse a arrancar de forma automática.

1.3 EQUIPAMIENTO OPCIONAL

Información general

Normalmente existen dos tipos de luces de navegación, según los requerimientos de las autoridades gubernamentales: las luces de señalización de obstáculos y las luces de balizamiento. El fabricante ofrece ambos sistemas para sus instalaciones.

Todas las luces que se utilizan como iluminación de navegación en los equipos del fabricante han sido certificadas por el Ministerio de Transporte, Construcción y Vivienda de la República Federal de Alemania.

Los sistemas de activación, de supervisión y de suministro eléctrico de emergencia (si los hay) se encuentran en un armario de interruptores centrales. Los equipos y la maquinaria exterior están limitados al sensor de luz para el control de la luz diurna y las lámparas. El armario de control del sistema de luces de navegación se halla en la góndola; de esta manera, se puede reducir la longitud necesaria para las líneas eléctricas que suministran de energía a estos componentes.

Los sistemas de luces de navegación que estén equipados con un suministro eléctrico de emergencia incluyen un armario de control para el climatizador. De esta manera, la temperatura del armario de control se controla permanentemente para que ésta se mantenga dentro de los límites operativos permitidos para los acumuladores. En el sistema de suministro eléctrico de emergencia, sólo se pueden utilizar baterías con una vida útil de 10 años y que estén producidas por fabricantes reconocidos. Los acumuladores están sellados y no necesitan ningún tipo de mantenimiento, con lo que no es necesario el proceso de reposición de agua. El suministro eléctrico de emergencia se estima, por lo general, para 10 horas de avería de la red, lo que corresponde a la media de las fases de horario nocturno.

Las fases diurnas y nocturnas las determina la unidad de control de luz diurna. El umbral de conexión está configurado, normalmente, a 50 lux, aunque se puede ajustar a cualquier valor entre 2 y 200 lux. Según la visibilidad, la iluminación de navegación se conectará o se desconectará mediante el empleo de dispositivos de medición de la visibilidad, cuando las normativas locales así lo requieran.

Además de una exhaustiva comprobación previa a la entrega del dispositivo y de una posterior prueba para verificar su larga vida útil, los siguientes dispositivos, máquinas y/o modos de funcionamiento se someten a un control permanente para garantizar que éstos ofrecen los más altos niveles de seguridad para el tráfico aéreo y marítimo:

- Suministro de tensión
- Luces de navegación
- Sistema de control de la luz diurna

- Suministro eléctrico de emergencia (opcional)
- Temperatura del armario de interruptores (opcional)
- Dispositivo de medición de la visibilidad (opcional)

Los fallos se pueden reconocer en etapas tempranas mediante la comparación de los valores reales y nominales, de forma que no se lleguen a producir averías generales. Si se detecta una diferencia entre el valor real y el nominal, la empresa del servicio técnico recibe un mensaje de aviso; sólo en el caso de que se produzca una avería general, se envía un mensaje de avería.

Los mensajes de aviso y/o de avería se envían automáticamente a través de la conexión del sistema de control de la instalación, en forma de SMS, fax o correo electrónico. Para dicho envío, no se necesitan redes de radio o telefonía adicionales.

Luces de señalización de obstáculos

Las luces de señalización de obstáculos son luces fijas omnidireccionales de color rojo con una intensidad luminosa media de, como mínimo, 10 cd en sentido horizontal (-2° a $+8^\circ$). Por lo general, las luces de señalización de obstáculos son obligatorias cuando la distancia entre dichas luces y la punta de la pala del rotor en vertical no sobrepasa los 15 metros. Las luces de señalización de obstáculos para la navegación están compuestas por dos lámparas activadas simultáneamente en posición escalonada sobre el techo de la caseta del equipo. De esta forma, se garantiza que ninguna pala pueda ocultar las luces de señalización de obstáculos cuando el rotor se ha detenido.

La vida útil de las luces de señalización de obstáculos, las cuales no cuentan con sistemas redundantes debido a su escasa probabilidad de fallo, está registrada y se controla constantemente. Si la probabilidad de fallo supera el valor límite del 5 %, rápidamente se genera un mensaje de aviso. En este caso, la fuente luminosa y/o la lámpara es sustituida en la siguiente revisión de mantenimiento.

Luces de balizamiento

Las luces de balizamiento son luces omnidireccionales que emiten flashes de color rojo o señales parpadeantes. Por lo general, los sistemas de luces de balizamiento son obligatorios en los equipos de energía eólica cuya altura total supere los 100 metros, cuando la parte no iluminada de la instalación eólica supere los 15 metros de altura. Las luces de balizamiento están compuestas por dos lámparas activadas simultáneamente en posición escalonada sobre el techo de la caseta del equipo. Es imprescindible que dichas luces parpadeen al mismo tiempo para garantizar que no quedan ocultas por las palas del rotor cuando parpadean. La vida útil de las luces de balizamiento, las cuales no cuentan con sistemas redundantes debido a su escasa probabilidad de fallo, está registrada y se controla constantemente. Si la probabilidad de fallo supera el valor límite del 5 %, rápidamente se genera un mensaje de aviso.

En este caso, la fuente luminosa y/o la lámpara es sustituida en la siguiente revisión de mantenimiento.

Identificación durante el día

Según la situación de cada obstáculo, se puede autorizar el uso de luces de balizamiento con flash de color blanco como señal diurna, siempre que se disponga del consentimiento de las autoridades responsables de la navegación aérea. Estas luces deben utilizarse durante el día y nunca durante el período de funcionamiento identificado como nocturno.

Por regla general, las luces de balizamiento con flash de color blanco se colocan en los puntos más altos de los obstáculos. Si, por cuestiones técnicas, no se pueden colocar ahí, entonces la parte no iluminada del obstáculo no puede superar los 50 metros por encima de las luces de balizamiento; en las zonas aeroportuarias, este límite se reduce a los 3 m.

Está prohibido que las luces de balizamiento queden totalmente ocultas por el obstáculo desde cualquier dirección. Hay que prestar especial atención para que, al menos, una de las luces sea visible en todo momento desde todas las direcciones, incluso cuando el rotor no esté funcionando y cuando las rpm estén sincronizadas con la frecuencia de parpadeo. Una posible solución es doblar el número de luces de balizamiento.

La vida útil de las luces de balizamiento, las cuales no cuentan con sistemas redundantes debido a su escasa probabilidad de fallo, está registrada y se controla constantemente. Si la probabilidad de fallo supera el valor límite del 5 %, rápidamente se genera un mensaje de aviso. En este caso, la fuente luminosa y/o la lámpara es sustituida en la siguiente revisión de mantenimiento.

En Madrid, julio del 2020

El Ingeniero Técnico Industrial

Javier Aparicio Bermejo,

Nº de colegiado 4.836 por el COIMCE



CAPÍTULO IV. PLIEGO DE CONDICIONES

A: OBRA CIVIL**1 CONDICIONES GENERALES****1.1 OBJETO**

El objeto de este Pliego es la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de las obras relativas a movimiento de tierras y obra civil del Parque Eólico "DAMA DE BAZA".

1.2 DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

El presente Pliego será completado por las condiciones que puedan fijarse en el anuncio del concurso o subasta, bases de ejecución de las obras y en el contrato o escritura.

Las condiciones de este Pliego serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas, en forma expresa, por los anuncios o bases, contratos o escritura, antes citados.

Serán asimismo de aplicación las siguientes disposiciones:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Obras Públicas PG-3.
- Instrucción para la recepción de cementos.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, EF- 88, aprobada por Decreto 824/1988 de 15 de Julio.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, del M.O.P.U. Orden de 28 de Julio de 1974.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de tuberías de saneamiento para poblaciones (MOPU 1986).
- Normas U.N.E.
- Normas básicas de la edificación, N.B.E.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, N.T.E.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Pliego de Condiciones particulares y económicas que se establezcan para la contratación de estas obras.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora de la energía eléctrica.
- Las disposiciones referentes a la Seguridad y Salud Laboral.

Asimismo, el Contratista está obligado al cumplimiento de todas las Instrucciones, Pliegos o Normas de toda índole promulgadas con anterioridad a la fecha de licitación y que sean de aplicación a los trabajos a realizar, tanto si están especificadas como si no lo están en la relación anterior.

Si algún concepto fuera condicionado de manera distinta en el presente Pliego y cualquiera de las disposiciones a las que se ha hecho referencia anteriormente, prevalecerá lo establecido en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En caso de discrepancia entre algunas condiciones impuestas por las normas señaladas, y no existiendo en el presente Pliego definición concreta de la aplicable, prevalecerá la más restrictiva.

1.3 CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACIÓN

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el presente Pliego de Prescripciones, prevalecerá lo prescrito en este último, salvo criterio en contra del Director de las Obras.

Las omisiones en planos y Pliego de Prescripciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y Pliego de Prescripciones, o que, por uso y costumbre, deben 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 el Pliego de Prescripciones y en los planos.

1.4 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Las prescripciones contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo, que se adjunta en el Proyecto, se considerarán a todos los efectos como formando parte del presente Pliego.

1.5 CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, los planos y demás documentos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente a la propiedad sobre cualquier contradicción o error.

1.6 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN

La propiedad designará al Ingeniero Director que ha de dirigir e inspeccionar las obras, así como el resto del personal adscrito a la Dirección de Obra.

Las órdenes del Ingeniero Director deberán ser aceptadas por el Contratista como emanadas directamente de la propiedad, la cual podrá exigir que las mismas le sean dadas por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico-administrativas.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones de la Dirección de Obra, crea oportuna hacer el Contratista, deberá ser formulada por escrito, dentro del plazo de quince (15) días después de dictada la orden.

El Ingeniero Director decidirá sobre la interpretación de los planos y de las condiciones de este Pliego y será el único autorizado para modificarlos.

El Ingeniero Director o sus representantes tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el Contratista les prestará la información y ayuda necesarias para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución a expensas del Contratista, de toda la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección del Ingeniero Director o sus representantes.

El contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación y facilitando los medios necesarios para la inspección.

El Ingeniero Director podrá exigir que el Contratista retire de las obras a cualquier empleado u operario que no sea competente, falto de subordinación, o que sea susceptible de cualquier otra objeción similar.

Lo que no se expone respecto a la inspección de las obras y los materiales en este Pliego no releva a la Contrata de sus responsabilidades en la ejecución de las obras.

1.7 FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará al Ingeniero Director o sus subalternos o delegados, toda clase de facilidades tanto en medios como en mano de obra para replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales y equipos o se realicen trabajos para las obras.

1.8 MEDIOS Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

A menos que se indique expresamente en los planos y documentación contractual, los medios y métodos de construcción serán elegidos por el Contratista, si bien reservándose el Ingeniero Director el derecho de rechazar aquellos medios o métodos propuestos por el Contratista que:

1. Constituyan o pueden causar un riesgo al trabajo, personas o bienes.
2. Que no permitan lograr un trabajo terminado conforme a lo exigido en el contrato.

Dicha aprobación del Ingeniero Director o en su caso silencio, no eximirá al Contratista de la obligación de cumplir el trabajo conforme a lo exigido en el contrato. En el caso de que el Ingeniero Director rechace los medios y métodos del Contratista no se considerará como una base de reclamaciones por daños causados.

1.9 MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES DEL PLIEGO

Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o lleguen al objeto a que se destinan.

Estos materiales se retirarán por el Contratista y los gastos serán de su cuenta.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden del Ingeniero Director para que retire de las obras los materiales defectuosos no ha sido cumplida, procederá a verificar esta operación la entidad Contratante y los gastos serán abonados por el Contratista.

Si los materiales o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se recibirán, pero con la rebaja de precio que el mismo determine, a menos que el Contratista prefiera sustituirlos por otros adecuados.

1.10 SUMINISTRO DE AGUA

El Contratista tendrá obligación de montar y conservar por su cuenta un suministro de agua, tanto para las obras como para uso del personal, instalando y conservando los elementos precisos para este fin.

1.11 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro de energía eléctrica es por cuenta del Contratista, quien deberá establecer la línea o líneas de suministro en alta tensión, subestaciones, red de baja, etc.

1.12 CONSTRUCCIONES AUXILIARES

El Contratista queda obligado, por su cuenta, a construir y a desmontar y retirar al final de las obras todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, caminos de servicio, etc., que sean necesarios para la ejecución de los trabajos.

Todas estas construcciones estarán supeditadas a la aprobación del Ingeniero Director de la obra en lo que se refiere a su ubicación, dimensiones, etc.

1.13 MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y LIMPIEZA

El Contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el período de construcción y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, explosivos, etc., cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

1.14 INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES

El Contratista construirá y conservará las debidas instalaciones sanitarias provisionalmente, adaptadas en número y características a las exigidas por la reglamentación vigente, para ser utilizadas por los obreros y empleados en la obra en la forma y lugares debidamente aprobados por el Ingeniero Director.

A la terminación de la obra serán retiradas estas instalaciones procediendo a la limpieza de los lugares ocupados por las mismas y dejando en todo caso éstos limpios y libres de inundaciones.

1.15 RETIRADA DE MEDIOS AUXILIARES

A la terminación de las obras, el Contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc. y procederá a la limpieza general de la obra.

1.16 RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO

El Contratista deberá obtener todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras excepto aquellos que, por su índole específica sean competencia de la Administración.

La señalización de las obras, durante su ejecución, será de cuenta del Contratista que, asimismo, estará obligado a balizar, estableciendo incluso vigilancia permanente en aquellos puntos o zonas que, por su peligrosidad, puedan ser motivo de accidentes y en especial las zanjas abiertas y los obstáculos en vías abiertas al tráfico de vehículos o peatones.

Será también de cuenta del Contratista las indemnizaciones y responsabilidades que tuvieran lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización insuficiente o defectuosa.

El Contratista, bajo su responsabilidad, asegurará el tráfico durante la ejecución de las obras, bien por caminos existentes o por las desviaciones construidas a su cargo que sean necesarias, atendiendo a la conservación de las vías utilizadas en condiciones tales que el tráfico se efectúe dentro de las exigencias mínimas de seguridad.

Finalmente, correrán a cargo del Contratista todos aquellos gastos que se deriven de daños o perjuicios a terceros con motivo de las operaciones que requieran la ejecución de las obras o que se deriven de una actuación culpable o negligente del mismo.

1.17 SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

El Contratista antes de iniciar la ejecución de las obras deberá contratar, a su cargo, seguro contra todo daño, pérdida o lesión que pueda producirse a cualesquiera bienes o cualquier persona por la ejecución o causa de la ejecución de las obras o en cumplimiento del contrato.

1.18 SUBCONTRATOS

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin consentimiento previo de la Dirección de las obras.

1.19 COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS

Antes de verificarse la recepción de las obras, se someterán a pruebas de resistencia, estabilidad, impermeabilidad, compactación, etc. y se procederá a toma de muestras para la realización de ensayos. Todos los ensayos y pruebas a realizar en la obra serán por cuenta del Contratista, estando incluidas en el precio de las diferentes unidades, hasta un 1% del presupuesto líquido vigente de las obras, incluidos todos los posibles adicionales que puedan producirse.

Si el Ingeniero Director exigiera un número de ensayos de los especificados en este Pliego y dieran resultados positivos, su costo será por cuenta de la Propiedad.

Los ensayos y pruebas de materiales y unidades de obra serán realizados por laboratorios especializados y reconocidos oficialmente que serán propuestos por el Contratista para su aprobación por la Dirección Facultativa de las obras.

En todo caso, la Propiedad se reserva el derecho de encargar, a costa de la Contrata, la ejecución de las pruebas y análisis preceptivos al Organismo Oficial que proceda.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista en la forma antes indicada, quien facilitará todos los medios que para ellos se requiera, y se entiende que no están verificadas totalmente hasta que den resultados satisfactorios.

Serán por cuenta del Contratista los asientos y averías, accidentes o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o falta de precauciones.

Los ensayos o reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción de las obras, es decir, la admisión de materiales o unidades de obra en cualquier forma que se realice antes de la recepción no atenúa las obligaciones que tiene el Contratista de subsanar o reponer las obras o instalaciones que resultaron inaceptables parcial o temporalmente en el acto de reconocimiento parcial, pruebas de recepción o plazo de garantía.

Si, de las comprobaciones efectuadas, los resultados no fueran satisfactorios, la Propiedad podrá optativamente dar por recibida provisionalmente la obra, recogiendo en el Acta las incidencias, o retrasar la recepción hasta tanto el Contratista acondicione debidamente las obras dejándolas en perfectas condiciones de funcionamiento.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras relativas a movimiento de tierras y obra civil constan, esencialmente de lo siguiente:

- Ejecución de los caminos de acceso y de servicio del parque, formados por plataforma de 4 m. de ancho, con firme de zahorra.
- Ejecución de las plataformas de maniobra junto a los aerogeneradores.
- Excavación y cimentaciones de los aerogeneradores, de acuerdo con lo expuesto en su proyecto constructivo particular.
- Ejecución de zanjas para la colocación de los cables eléctricos y extensión de los mismos.

3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

3.1 PROCEDENCIA

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista y procederán de los lugares, fábricas o marcas que, elegidas por dicho Contratista, hayan sido previamente aprobadas por el Director de las Obras. Cuando existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de licitación.

El Contratista bajo su única responsabilidad y siempre que no se indique nada al respecto en los diferentes documentos del Proyecto, elegirá los lugares apropiados para la extracción de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, para la producción de los áridos para morteros y hormigones, para rellenos de zanjas u otros elementos, entendiéndose directamente con los propietarios de los terrenos en que yacen.

El Director de la obra, podrá aceptar o rehusar dichos lugares de extracción según sean los resultados de los ensayos de laboratorio, realizados con las muestras de materiales que el Contratista está obligado a entregar a requerimiento de aquel, o que los lugares elegidos pudieran afectar al paisaje del entorno. En su caso, si fuera preceptivo, el Contratista deberá realizar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, sin cargo alguno para la Propiedad.

La aceptación por parte del Ingeniero Director del lugar de extracción de los materiales, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de los mismos y al volumen explotable.

El Contratista está obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de los yacimientos, y si durante la ejecución de las obras los materiales dejasen de cumplir las condiciones establecidas por el presente Pliego, o si la producción resultase insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista deberá buscar otro lugar de extracción, siguiendo las normas anteriores.

Si en algún caso se dispusiera de materiales aprobados para su utilización en zonas de la obra que no estuviesen preparados para su ejecución inmediata, el Contratista estará obligado a acopiarlos adecuadamente para su posterior utilización, sin que esta operación de retoma suponga, en ningún caso, un suplemento en el precio de las unidades de obra a construir.

Las zonas que proponga el Contratista para el acopio de estos materiales deberán ser de pendiente suave, habiéndose explanado las irregularidades que presenten hasta obtener una superficie razonablemente llana.

Antes de proceder a depositar los acopios, deberán eliminarse de la zona todos los elementos que, por su naturaleza, pudieran contaminar los materiales que se vayan a depositar.

Todas las zonas de acopios deberán ser aprobadas por el Director de las Obras, antes de su utilización.

3.2 MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL PRESENTE PLIEGO

Los materiales que sin especificarse en el presente Pliego hayan de ser empleados en la obra serán de probada calidad, debiendo presentar el Contratista para recabar la aprobación del Ingeniero Director cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos para identificar la calidad de los materiales a emplear, pudiendo, en cualquier caso, admitirlos o rechazarlos el Ingeniero Director, sin que el Adjudicatario de las Obras tenga derecho a reclamación alguna.

3.3 EXÁMENES Y PRUEBAS DE LOS MATERIALES

Los materiales que se han de emplear en obra, podrán ser sometidos a todas las pruebas y ensayos que estime conveniente la Dirección de la Obra para conocer sus condiciones. A este fin, el Contratista estará obligado a presentar, con la anticipación debida, muestras o ejemplares de los distintos materiales.

Los ensayos se realizarán en el Laboratorio que designe el Ingeniero Director de las Obras.

Serán a cargo del Contratista todos los gastos de pruebas y ensayos de las distintas unidades de obra, que se realicen durante la ejecución de éstos, hasta un importe máximo del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución por Contrata.

Aquellos ensayos que no hayan dado resultado satisfactorio o que no ofrezcan la debida garantía, a juicio del Director de Obra, deberán repetirse a cargo del Contratista, aun cuando con ello se rebase el importe máximo anteriormente indicado.

Realizados los ensayos y aceptado el material, no podrá emplearse otro que el de la muestra o ejemplar aceptado, sin que la aceptación exima de responsabilidad al Contratista, la cual subsistirá hasta que la obra sea recibida definitivamente.

3.4 MATERIALES DEFECTUOSOS

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación en él exigida para cumplir con su finalidad, o cuando a falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que a su costa se reemplacen por otros que satisfagan las mismas condiciones o cumplan el objeto a que se destinen.

Si los materiales fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, podrán emplearse, siendo la Administración quien, después de oír al Contratista, señalará el precio a que deben cobrarse los materiales. Si el Contratista no estuviera conforme con el precio así fijado, estará obligado a sustituir dichos materiales por otros que cumplan con las condiciones señaladas en este Pliego.

3.5 TERRAPLENES

El material a emplear en cimientos y núcleo de terraplén será suelo tolerable que se obtendrá de las excavaciones o de préstamos, con las siguientes características:

- No contendrá más de un veinticinco por ciento (25%) en peso, de piedras cuyo tamaño exceda de quince centímetros (15 cm).
- Su límite líquido será inferior a cuarenta ($LL < 40$), o simultáneamente: líquido menor de sesenta y cinco ($LL < 65$) e índice de plasticidad junior de seis décimas de límite líquido menos nueve ($IP > 0,6 LL - 9$).
- La densidad máxima Proctor Normal no será inferior a mil cuatrocientos cincuenta kilos por metro cúbico (1.450 kg/m³).
- El índice C.B.R. será junior de tres ($C.B.R > 3$).
- El contenido en materia orgánica será inferior al dos por ciento (2%).

En los 0,50 m superiores el material a emplear será suelo seleccionado, cuando el suelo natural se encuentre dentro de la categoría de “tolerables” según el PG-3.

3.6 RELLENOS DE ZANJAS

En las zanjas, la primera capa de relleno a colocar sobre la arena, hasta veinte centímetros (20 cm.) sobre la generatriz superior exterior del tubo, se efectuará con un material que reúna las condiciones indispensables para el buen trabazón y apisonado. No contendrá fangos, ni gruesos superiores a cinco centímetros (5 cm), así como raíces o residuos orgánicos. Se compactará al 95% P.N.

El tamaño máximo del relleno superior no contendrá más de un 25% en peso de tamaño máximo veinte centímetros.

Estas condiciones son válidas siempre y cuando el relleno no vaya a constituir explanada de algún pavimento, en cuyo caso el tamaño máximo se limitará a 8 cm.

En el caso de que la zanja atraviese un camino, calle o carretera, o en el caso de que el relleno localizado forme parte de la infraestructura de los mismos, los cincuenta centímetros superiores bajo la subrasante serán suelos seleccionados compactados al 98% P.N.

En el caso de que la zanja discurra por tierra de labor, la capa superior estará constituida por la tierra vegetal que previamente se haya extraído en la excavación.

En el caso de cauces de barrancos, se seleccionará para el relleno el material grueso.

3.7 ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍA

La arena a utilizar para asiento de tuberías de abastecimiento podrá ser natural, de machaqueo o mezcla de ambas debiendo cumplir, en cualquier caso, las siguientes condiciones:

- El equivalente de arena será superior a setenta (70).
- El índice de plasticidad inferior a cinco (5).
- Por el tamiz número cinco (5) UNE, deberá pasar el cien por cien (100 %)

- El contenido de partículas arcillosas no excederá del uno (1 %) por cien del peso total.
- El contenido de azufre expresado en SO₄ y referido al árido seco, no excederá del uno con veinte (1,20%) por ciento del peso total.
- Los finos que pasen por el tamiz, 0,08 UNE, serán inferiores en peso al cinco (5 %) por cien del total.

3.8 ZAHORRA ARTIFICIAL

La composición granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de los límites del huso ZA (25) para, según la clasificación establecida en el PG-3.

Cumplirá asimismo las prescripciones señaladas en el Artículo 501, "Zahorra artificial".

3.9 MADERA

Las maderas a emplear en entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados, demás elementos auxiliares y carpintería de armar, cumplirá las prescripciones del Artículo 286 "Madera" del mencionado PG-3.

3.10 HORMIGONES Y MORTEROS

El tipo de hormigón a emplear en cada una de las unidades de obra proyectadas será el indicado en los planos y presupuesto en cada caso.

El tipo de mortero a emplear en fábricas de ladrillo, mampostería y bloques de hormigón, asiento de piezas prefabricadas, enfoscados y enlucidos se ajustará a lo indicado en el apartado 3, del Artículo 611 del PG-3.

3.10.1 AGUA

El agua para la confección de los morteros y hormigones deberá ser limpia y dulce, cumpliendo las condiciones recogidas en la Instrucción E.H.E.

La que se utilice para el lavado de áridos será sometida a la aceptación del Facultativo Director de la obra. Por cada procedencia de agua no garantizada por la práctica, se realizará un análisis químico.

3.10.2 CEMENTO

El cemento satisfará las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas para la recepción de cementos y en el artículo 26 de la Instrucción de Hormigón Estructural. Además, el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a éste se le exigen en el Artículo 30º de la citada Instrucción.

3.10.3 ÁRIDOS PARA HORMIGONES

Los áridos para la fabricación de hormigones cumplirán las prescripciones impuestas en la Instrucción de Hormigón Estructural, E.H.E.

Los áridos una vez limpios y clasificados, se almacenarán de forma que no se mezclen con materiales extraños. El Facultativo Director de la obra podrá precisar la capacidad de almacenamiento de las diferentes categorías de áridos teniendo en cuenta el ritmo de hormigonado. Se tomarán todas las precauciones necesarias para que los finos que se puedan acumular sobre el área del almacenamiento o silos, no puedan entrar a formar parte de los hormigones.

Los áridos más finos serán almacenados al abrigo de la lluvia, y el Facultativo Director de la obra fijará el límite por debajo del cual se tomarán dichas precauciones.

Los compuestos de azufre de los áridos referidos a su peso total en seco y expresados en porcentaje de SO₄ serán inferiores al uno con dos por ciento (1,2 %).

3.10.4 PRODUCTOS DE ADICIÓN

Podrán utilizarse, con autorización previa del Facultativo Director de la obra, plastificantes y aceleradores del fraguado, si la correcta ejecución de las obras lo aconseja. Para ello se exigirá al Contratista que realice una serie completa de ensayos sobre probetas con el aditivo que se pretenda utilizar, comprobándose en qué medida las sustancias agregadas en las proporciones previstas producen los efectos deseados. En particular los aditivos satisfarán las siguientes exigencias:

1. Que la resistencia y la densidad seca sean iguales o inferiores que las obtenidas en hormigones fabricados sin aditivos.
2. Que no disminuya la resistencia a las heladas.
3. Que el producto de adición no represente un peligro para las armaduras, en su caso.

3.11 ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras a emplear en hormigón armado estarán constituidas por acero B-400-S o B-500-S, según se define en los planos y en el Artº. 31, 3 de la Instrucción E.H.E. y se realizarán con sujeción a lo prescrito en los artículos 241 y 600 del PG3.

Las características mecánicas mínimas garantizadas del acero serán las siguientes:

	B-500-S	B-400-S
Límite elástico (kg/cm ²)	5100	4100
Carga de rotura (kg/cm ²)	5600	4500
Alargamiento de rotura	12%	14%
Relación de carga de rotura a límite elástico	1,05	1,05

4 CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

4.1.1 CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Las obras se ejecutarán de acuerdo con las dimensiones e instrucciones de los Planos, las prescripciones contenidas en el Pliego y las órdenes del Director de Obra, quien resolverá las cuestiones que se planteen referentes a la interpretación y/o falta de definición.

El Director de la obra suministrará al Contratista, a petición de éste, cuantos datos posea de los que se incluyen habitualmente en la Memoria, que puedan ser de utilidad en la ejecución de las obras y no hayan sido recogidos en los documentos contractuales. Dichos datos no podrán ser considerados nada más que como complemento de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios, por lo que éste deberá comprobarlos y la Propiedad no se hará responsable, en ningún caso, de los posibles errores que pudieran contener ni de las consecuencias que de ellos pudieran derivarse.

4.1.2 ORDEN DE EJECUCIÓN

El orden de ejecución de los trabajos será propuesto por el Contratista dentro de su programa de trabajo, redactado de acuerdo con el Artículo 128 del Reglamento General de Contratación, y compatible con los plazos programados y el Plan de Seguridad y Salud. Aunque la Entidad Contratante haya aprobado el programa de trabajo, deberá el Contratista poner en conocimiento del Director de Obra su intención de iniciar cualquier obra parcial y recabar su autorización para ello, al menos con diez (10) días de anticipación.

4.1.3 MATERIALES Y EQUIPOS A EMPLEAR

Los materiales a utilizar en las obras cumplirán las prescripciones que para ellos se especifican en este Pliego. El empleo de aditivos o productos auxiliares (activantes y adiciones de caucho para ligantes, desencofrantes, etc.) no previstos explícitamente en el Proyecto, deberá ser autorizado expresamente por el Director de la obra, quien fijará en cada caso las especificaciones a tener en cuenta.

Las dosificaciones que se reseñan en los distintos documentos del Proyecto tienen carácter meramente orientativo.

Todas las dosificaciones y sistemas de trabajo a emplear en la obra deberán ser aprobados antes de su utilización por el Director de la obra, quien podrá modificarlas a la vista de los ensayos y pruebas que se realicen y de la experiencia obtenida durante la ejecución de los trabajos, sin que dichas modificaciones afecten a los precios de las unidades de obra correspondientes cuando su objeto sea, únicamente, obtener las condiciones de trabajo previstas en el Proyecto para las mismas.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los equipos necesarios para ejecutar las obras en los Artículos del Pliego, todos los que se empleen deberán cumplir las condiciones generales siguientes:

- a) Estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente, para que puedan ser examinados y aprobados a su juicio, en su caso, por el Director de Obra.
- b) Una vez aprobado el equipo por el Director de Obra, deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias a su juicio, haciendo las sustituciones y/o reparaciones necesarias para ello.
- c) Si durante la ejecución de las obras el Director de las mismas observase que, por cambio de las condiciones de trabajo o por cualquier otro motivo, el equipo o equipos aprobados no son idóneos al fin propuestos, deberán ser sustituidos por otros que sí lo sean.

4.1.4 MÉTODOS DE TRABAJO

La aprobación por parte del Director de Obra de cualquier método de trabajo, o maquinaria para la ejecución de las obras, no responsabilizará a éste de los resultados que se obtuviesen, ni exime al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales o total señalados, si con tales métodos o maquinaria no se consiguiese el ritmo o fin perseguido.

4.2 COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO

4.2.1 DISPOSICIONES GENERALES

En el Acta que se ha de levantar del mismo, el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado, a plena satisfacción suya, la completa correspondencia, en planta y cota relativas, entre la situación de las señales fijas, tanto de planimetría como de altimetría, que se han construido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos en general y que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente, en planta y alzado, cualquier parte de la obra proyectada de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto. En el caso que las señales construidas en el terreno, no fuesen suficientes para poder determinar perfectamente alguna parte de la obra, o hubieran desaparecido desde la redacción del Proyecto, se construirán las que se precisen con cargo al correspondiente presupuesto.

4.2.2 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a completar por sí mismo el replanteo de las obras según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los Planos o los que le proporcione el Director de Obra en caso de modificaciones aprobadas. Para ello fijará al terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado al replanteo de la obra a ejecutar.

4.2.3 COMPROBACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Director de Obra podrá ejecutar por sí u ordenar cuantas comprobaciones estime oportunas. También podrá, si así lo considera conveniente, replantear directamente las partes de la obra que desee, así como introducir las modificaciones precisas en los datos de replanteo del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, también se levantará Acta de estos replanteos parciales, debiendo quedar indicados en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción y posterior medición de la obra ejecutada.

4.2.4 GASTOS DE REPLANTEO

Todos los gastos de replanteo general y su comprobación, así como los que se ocasionen en la verificación de los replanteos parciales serán de cuenta del Contratista.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y las que le indique el Director de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que sin dicha conformidad se inutilice alguna señal, el Director de Obra las sustituirá por otras, siendo por cuenta del Contratista los gastos de las partes de obra que queden indeterminadas a causa de la inutilización de una o varias señales fijas hasta que dichas señales sean sustituidas por otras.

4.2.5 REPLANTEOS PARCIALES

El Contratista llevará a cabo durante la ejecución de las obras cuantos replanteos parciales sean necesarios, ateniéndose al replanteo general previamente efectuado, siendo de su cuenta todos los gastos que ocasionen tanto su realización como las comprobaciones que el Director de la obra juzgue conveniente practicar. Cuando al efectuar una comprobación, sea cualquiera la fecha y época en que se realice, se encontraran errores de traza, de nivelación o de otra clase, el Director de la obra podrá ordenar la demolición de la obra erróneamente ejecutada; restituir a su estado anterior todo aquello que indebidamente haya sido excavado o demolido y la ejecución de las obras accesorias o de seguridad para la obra definitiva que pudieran ser precisas como consecuencia de las falsas operaciones hechas. Todos los gastos de demoliciones, restitución a su primitivo estado de lo mal ejecutado y obras accesorias o de seguridad son, en este caso, de cuenta del Contratista, sin derecho a ningún abono por parte de la Administración y sin que nunca pueda servir de excusa que el Director de la obra haya visto o visitado con anterioridad y sin hacer observación alguna las obras que ordene demoler o rectificar, o, incluso, el que hubieran sido abonadas en relaciones o certificaciones anteriores.

Con carácter general siempre que lo ordene el Director de Obra, deberá replantearse el terreno natural sobre el que se hayan de realizar excavaciones o rellenos. En ausencia de tal replanteo confrontado será la base topográfica que figura en los planos de proyecto la única fuente de información contractual.

4.3 PROGRAMA DE TRABAJO

En el programa de trabajo a presentar en su caso por el Contratista, se deberán incluir los siguientes datos: a Ordenación en partes o clases de obra de las unidades que integran el proyecto con expresión del volumen de éstas.

- a. Determinación de los medios necesarios tales como personal, instalaciones, equipo y materiales con expresión de sus rendimientos medios.
- b. Estimación en días calendario de los plazos de ejecución de las diversas obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y de los de ejecución de las diversas partes o clases de obra.
- c. Gráfico de las diversas actividades o trabajos.
- d. El programa de trabajo será sometido a la aprobación del Director de Obra que propondrá al Contratista las modificaciones que estime oportunas para la mejor realización de los trabajos. El programa finalmente aprobado será obligatorio para el Contratista, necesitando la aprobación del Director de Obra para introducir cualquier variación en el mismo.

4.4 DESVÍO DE SERVICIOS EXISTENTES

Antes de comenzar las obras, el Contratista, basándose en los planos y datos de que disponga por reconocimientos efectuados, y en la información que necesariamente deberá recabar de los diferentes organismos, deberá estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones existentes (eléctricos, telefónicos, telegráficos, gaseoductos, etc.), considerando la mejor forma de ejecutar los trabajos para no dañarlos y señalando los que, en último extremo, considere necesario modificar. Si el Director de la obra se muestra conforme, solicitará de las Empresas u Organismos correspondientes la modificación de estas instalaciones, abonándose contra factura los trabajos que sea necesario realizar, en el caso de que no estén recogidos en alguna parte del Proyecto.

4.5 OCUPACIÓN DE SUPERFICIE

Si para la ejecución de las obras, y muy especialmente en las zonas de trabajo a cielo abierto y caminos de accesos, fuese preciso la ocupación temporal de superficies, el Contratista de acuerdo con su programa de trabajo y medios propondrá al Director las superficies que precise ocupar.

El Ingeniero Director estudiará su posibilidad en función de los intereses generales afectados y/o autorizará su ocupación o, si no fuera posible, modificará la propuesta, la que deberá ser aceptada por el Contratista, sin que ello pueda significar derecho a una variación en el precio o en el plazo.

Las superficies ocupadas serán libres de cargo para el Contratista, si están dentro de la zona expropiada, y su ocupación tendrá carácter de precario y provisional y finalizará automáticamente al concluir los trabajos que la motivaron.

En el caso de tener que modificar la superficie ocupada o tener que cambiar el emplazamiento, todos los gastos que se produzcan serán por cuenta del Contratista.

Durante la ocupación de superficies, éstas se mantendrán por el Contratista y a su cargo, perfectamente señalizadas y valladas, manteniendo los accesos provisionales.

Al concluir la ocupación deberá dejarse en perfecto estado de limpieza, libre de obstáculos y reparado los desperfectos que se hubieran podido producir.

Todos los gastos que se produzcan por estos motivos, será a cargo del Contratista.

4.6 DESPEJE Y DESBROCE

Incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.
- Excavación de la capa de tierra vegetal.

Los escombros y subproductos forestales que no sean susceptibles de aprovechamiento serán eliminados. Los restantes materiales serán eliminados o utilizados, según las instrucciones que en su momento dicte la Dirección de la Obra, de común acuerdo con la entidad Contratante.

En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

4.7 EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN Y PRÉSTAMOS

Se cumplirán las prescripciones del Artículo 320 "Excavación de la explanación y préstamos", apartados 1, 2, 3, del PG-3.

Las excavaciones están referidas a cualquier clase de terreno, incluso roca, en cualquier profundidad. Igualmente se refiere a la excavación de terreno existente con objeto de sanearlo en la profundidad que se indique por la Dirección de la Obra. Comprende esta unidad, asimismo, la nivelación, reperfilado, escarificado y compactación de la superficie resultante, así como el escarificado del terreno en una profundidad de quince (15) centímetros en los casos que juzgue necesarios la Dirección de la Obra.

La tierra vegetal se mantendrá separada del resto de los materiales excavados para posterior utilización o retirada a vertedero.

En el precio de esta unidad de obra, se consideran incluidas las demoliciones de aquellas obras de fábrica que tengan alguna dimensión inferior a treinta (30) centímetros, y la de aquellas cuya consistencia no sea lo suficientemente alta a juicio de la Dirección de la Obra.

4.8 EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjás, pozos, emplazamiento de cimientos, estructuras y obras de fábrica, siempre y cuando no se refiera a grandes superficies.

Las excavaciones están referidas a cualquier clase de terreno, incluso roca, a cualquier profundidad, comprendiendo los medios necesarios para llevarlas a cabo, tales como entibaciones y acodalamientos o bien los agotamientos, si se precisasen. Esta unidad, incluye además de las operaciones señaladas, el despeje y desbroce, el refino, nivelación y compactación de las superficies resultantes hasta el porcentaje señalado en los planos y cuadros de precios, y el transporte a depósito o al lugar de empleo o al indicado por el Director Facultativo de cuantos productos u objetos extraídos tengan futuros aprovechamientos.

En el precio de esta unidad de obra, se consideran incluidas las demoliciones de aquellas obras de fábrica que tengan alguna dimensión inferior a treinta (30) centímetros, y la de aquellas cuya consistencia no sea lo suficientemente alta a juicio de la Dirección de la Obra.

No deberán transcurrir más de siete (7) días entre la excavación de la zanja y la colocación de las tuberías.

A la vista de las características del fondo de la excavación, el Director Facultativo podrá limitar el tiempo que deba transcurrir entre la excavación de los últimos 30 m. y la colocación de la tubería u obra de fábrica correspondiente.

Los excesos de excavación se consideran como no justificados y, por tanto, no computables ni tampoco su posterior relleno, a efectos de medición y abono. La realización de los taludes señaladas en los planos, no exime al Contratista de efectuar cuantas entibaciones sean precisas.

Deberán respetarse todos los servicios existentes, adoptando las medidas y medios complementarios necesarios.

Igualmente, se mantendrán las entradas y accesos a fincas o locales. El acopio de las tierras excavadas, se realizarán a suficiente distancia de la excavación para evitar los desprendimientos y accidentes.

El material excavado que no haya de emplearse en rellenos será retirado a vertedero.

4.9 TERRAPLENES

Se cumplirán las prescripciones del artículo 330, "Terraplenes", apartados 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del PG-3/75, 88, 89, así como las indicadas en los correspondientes artículos del presente pliego.

La ejecución de terraplenes se suspenderá cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea igual o inferior a dos grados centígrados (2°C).

La superficie acabada no podrá tener irregularidades superiores a quince (15) milímetros.

4.10 RELLENOS DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTO DE CIMIENTOS Y OBRAS DE FÁBRICA

Cumplirá las prescripciones del artículo 332, Apartados 1, 2, 3, 4, 5 y 6, del PG-3.

El relleno de las zanjas para tuberías en la zona de contacto directo con los laterales y la parte superior de la tubería hasta 10 cm por encima de la generatriz superior, se efectuará con arena. Los 20 cm de material a colocar sobre la arena será tierra seleccionada, que deberá reunir las condiciones indispensables para el buen trabazón y apisonado. No podrá contener fangos y deberán separarse de él las piedras y material grueso superior a cinco (5) centímetros, así como las raíces o residuos orgánicos y en general todo aquel material que a juicio del Ingeniero Director no reúna las características adecuadas.

El resto del relleno, se compactará mecánicamente por tongadas no superiores a veinticinco (25) centímetros. En los tramos de zanja que atraviesen terreno de labor, se colocará la tierra vegetal que se hubiere extraído previamente de la misma, para lo cual deberá ser acopiada y cuidadosamente separada del resto del terreno durante los trabajos de apertura y relleno de la zanja.

Se repondrá el perfil de terreno tal como estuviera antes de iniciar las obras, manteniendo los desniveles entre fincas, en su caso con muro de contención, acequias, etc.

Las densidades de compactación exigidas serán del noventa y cinco por cien (95%) del Proctor Normal salvo que, en las capas contiguas, la compactación sea junior, en cuyo caso se alcanzará la que éstas posean.

En el caso de que la zanja atraviere caminos, calles o carreteras, la densidad de compactación en los cincuenta centímetros (50 cm) superiores será del 98% P.M., y estará constituido por suelo seleccionado según la definición del PG-3.

4.11 ZAHORRA ARTIFICIAL

Se ejecutará con arreglo a las prescripciones de los apartados 3, 4 y 5 del artículo 501 "Bases granulares", del PG-3.

La compactación exigida será del 100 % de la obtenida en el ensayo Proctor Modificado y se realizará por tongadas convenientemente humedecidas de un espesor tal que con los medios disponibles se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

Su ejecución deberá evitar la segregación del material, creará las pendientes necesarias para el drenaje superficial y contará con una humectación uniforme. Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos (2°C) grados centígrados. La superficie acabada, no podrá tener irregularidades superiores a diez (10) milímetros y no podrá rebasar a la superficie teórica en ningún punto.

4.12 HORMIGONES

Condiciones Generales

En todo lo referente a hormigones, será de aplicación el artículo 610, "Hormigones", Apartado 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 del PG-3, y la "Instrucción de Hormigón estructural o armado" EHE.

En caso de contradicción prevalecerá lo prescrito en el presente Pliego sobre los otros dos.

Tipos de Hormigón

Para su empleo en las distintas partes de la obra y de acuerdo con su resistencia característica, determinada según las Normas UNE 7.240 y UNE 7-242, se establecen los siguientes tipos de hormigón:

TIPO	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE MINOR.	ÁRIDO M/M	CEMENTO	CONSISTENCIA	7.2.1.1.1 UTILIZACIÓN
HM-15	Normal	-	20 o 40	I/32,5	Seca o plástica	Presoleras, zanjas, cimientado de bordillos
HM-20	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Pequeñas obras de fábrica, hormigón en masa
HM-25	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HM-30	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado
HM-35	Normal	1,5	20	I/42,5	Plástica	Hormigón armado

Tipos de cemento

En la fabricación de hormigones se utilizarán los tipos de cementos indicados en el punto anterior.

A la vista de las características del terreno, el Director Facultativo podrá modificar el tipo de cemento a emplear.

Las unidades y zonas de empleo de los diferentes hormigones, sus resistencias características y niveles de control de ejecución, se detallan en los correspondientes planos.

Dosificación

Las dosificaciones se ajustan a las cantidades de cemento que especifica la EHE.

Ejecución

No se podrá verter libremente el hormigón desde una altura superior a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m.), ni distribuirlo con pala a gran distancia, ni rastrillarlo. Queda prohibido el empleo de canaletas o trompas para el transporte y puesta en obra del hormigón, sin autorización del Director de la Obra, quien podrá prohibir que se realicen trabajos de hormigonado sin su presencia, o la de un facultativo o vigilante a sus órdenes.

No se podrá hormigonar cuando la presencia de agua pueda perjudicar la resistencia y demás características del hormigón, a menos que lo autorice el Ingeniero Director de la obra, previa la adopción de las precauciones y medidas adecuadas.

Nunca se colocará hormigón sobre un suelo que se encuentre helado.

Los paramentos deben quedar lisos, con formas perfectas y buen aspecto, sin defectos o rugosidades, y sin que sea necesario aplicar en los mismos enlucidos, que no podrán, en ningún caso, ser ejecutados sin previa autorización del Ingeniero Director de la obra. Las irregularidades máximas admisibles serán las que autorice el Ingeniero Director de la obra.

Las operaciones precisas para dejar las superficies vistas en buenas condiciones de aspecto, serán de cuenta del Contratista.

La base de apoyo de la pieza prefabricada deberá quedar perfectamente nivelada para garantizar una adecuada colocación de dichas piezas.

En obras de hormigón armado se cuidará especialmente de que las armaduras queden perfectamente envueltas y se mantengan los recubrimientos previstos, removiendo, a tal fin, enérgicamente el hormigón después de su vertido, especialmente en las zonas en que se reúna gran cantidad de acero.

Limitaciones de la ejecución

El hormigonado se suspenderá, como norma general, siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, la temperatura ambiente pueda descender por debajo de los cero grados centígrados. A estos efectos, el hecho de que la temperatura registrada a las nueve horas de la mañana, hora solar, sea inferior a cuatro grados centígrados puede interpretarse como motivo suficiente para prever que el límite prescrito será alcanzado en el citado plazo.

En los casos en que por absoluta necesidad y previa autorización del Ingeniero Director de las obras se hormigonara a temperaturas inferiores a las anteriormente señaladas, se adoptarán las medidas necesarias para que el fraguado de las masas se realice sin dificultad.

En el caso de hormigonado en tiempo caluroso, se cuidará especialmente que no se produzca la desecación de los amasijos durante el transporte. A tal fin, si éste dura más de treinta minutos se adoptarán las medidas oportunas, tales como cubrir los camiones o amasar con agua enfriada, para conseguir una puesta en obra correcta sin necesidad de alterar la relación agua/cemento.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de agua en las masas de hormigón. Eventualmente la continuación de los trabajos en la forma que se proponga deberá ser aprobada por el Ingeniero Director de las obras.

Juntas y Terminación

Las juntas de hormigonado, deberán ajustarse siempre que sea posible a las de retracción, y en caso contrario, deberán adoptarse las medidas necesarias para asegurar la perfecta unión de las masas en contacto y obtener una correcta superficie vista.

La parada en el proceso de hormigonado superior a treinta minutos (30 min.), requerirá realizar una junta de hormigonado correctamente dispuesta en el punto en que se encuentra la unidad, si técnicamente es admisible. Si no fuera admisible dicha junta, deberá demolerse lo ejecutado hasta el punto donde se pueda realizar.

La tolerancia de las superficies vistas de hormigón, será inferior a seis (6) milímetros, debiendo corregirse los defectos por cuenta del Contratista, de acuerdo con las indicaciones del Facultativo Director.

4.13 MORTEROS DE CEMENTO

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. En la fabricación de morteros se tendrá en cuenta el Pliego PG-3, artículo 611.

Las dosificaciones dadas para los morteros en los diferentes documentos del Proyecto son simplemente orientativas y, en cada caso, la Dirección de la Obra podrá modificarlas de acuerdo con las necesidades de la misma.

4.14 APEOS, CIMBRAS Y ENCOFRADOS

Se cumplirán las prescripciones del apartado 2 del artículo 681 "Apeos y cimbras" artículo 680, "Encofrado y moldes" apartado 2 del PG-3 y los artículos 65 y 75 EHE, incluso en lo que se refiere a desencofrado y descimbramiento, fijándose como límites de movimiento los que en dichas Instrucciones se indican.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ella puedan aplicarse para facilitar el trabajo, no contendrán sustancias agresivas para el hormigón.

Los enlaces entre los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifique con facilidad, sin requerir golpes ni tirones. Los moldes ya usados que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificadas y limpios antes de cada empleo.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón moldeadas en aquellos no presenten defectos, bombeos, resaltos y rebabas.

Los plazos de desencofrado y retirada de cimbras y apeos, nunca serán inferiores a los prescritos por el Director de la Obra.

4.15 ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras para el hormigón armado deberán limpiarse cuidadosamente sin que queden señales de calamina, de óxido no adherente, de pintura, de grasa, de cemento o de tierra, cumpliendo todas las prescripciones impuestas en los artículos correspondientes de la EHE.

Una vez limpiadas, las barras se enderezarán o doblarán sobre plantilla en frío, hasta darles la forma debida.

Las uniones y solapes de las armaduras se atenderán a lo especificado en la EHE.

Las armaduras tendrán exactamente las dimensiones y formas proyectadas, y ocuparán los lugares previstos en los planos de ejecución. Las desviaciones toleradas en la posición de cada armadura no deberán sobrepasar de un centímetro (1 cm.). Para obtener este resultado, se colocarán dentro de los encofrados sujetándose provisionalmente por medio de alambres o separadores.

Sobre las barras principales se ajustarán, atadas con alambres, las armaduras secundarias previamente dobladas y limpias.

4.16 OTRAS OBRAS Y TRABAJOS

En la ejecución de las obras, fábricas, construcciones y equipos para las cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego, el Contratista se atenderá en primer término a lo que resulte de los planos, cuadros de precios y presupuesto; en segundo término, a las reglas que dicte el Ingeniero Director; y el tercer término a las buenas prácticas seguidas en fábricas y trabajos análogos por los mejores constructores.

4.17 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS DURANTE SU EJECUCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA

El adjudicatario queda comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidas provisionalmente todas las obras que integran el Proyecto.

Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el cual deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado.

Este plazo de garantía, será de un año a partir de la fecha de recepción de las obras, siempre y cuando no se especifique un plazo diferente en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

La conservación no será objeto de abono independiente, y se considerará que los gastos ocasionados por estas operaciones quedan incluidos en los precios unitarios correspondientes a las distintas unidades de obra.

4.18 LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista limpiar la obra y sus inmediaciones de escombros y materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas y adoptar los medios y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio del Director de la misma.

4.19 OBRAS QUE DEBAN QUEDAR OCULTAS

Sin autorización del Director de la Obra, o subalterno en quien delegue, no podrá el Contratista proceder al relleno de las zanjas abiertas para cimentaciones o alojamiento de tuberías, ni en general, a ocultar cualquier unidad de obra, debiéndose comprobar que las alineaciones y rasantes ejecutadas en cada caso por el Contratista se hallan de acuerdo con las establecidas en Planos.

Cuando el Contratista hubiese procedido al relleno u ocultación sin la debida autorización, el Director de la Obra podrá ordenarle descubrir lo ejecutado sin derecho a indemnización y, en todo caso, el Contratista será responsable de las equivocaciones que pudiese haber cometido o se derivasen de su actuación.

4.20 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras deberán quedar terminadas en el plazo de nueve (9) meses, a partir de la orden de iniciación, siempre y cuando no se especifique un plazo diferente en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

5 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1 MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

La Propiedad podrá introducir en el Proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se haya previsto en el Proyecto y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o distribución y aún supresión de las cantidades de obra marcadas en el presupuesto.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista siempre que, a los precios del contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más de un veinte (20) por ciento, tanto por exceso como por defecto.

En este caso, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ningún género por supuestos perjuicios que pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.

5.2 FIANZA

Se constituirá de acuerdo con las normas que se fijen en bases del contrato o subasta.

5.3 DAÑOS POR FUERZA JUNIOR

Se interpretarán los casos de fuerza junior con arreglo a los preceptos vigentes para la contratación de obras públicas.

Estos casos de fuerza junior podrán dar lugar a una ampliación del plazo de ejecución que se fijará por el Director de la Obra, después de oír al Contratista y siempre y cuando no hubieran podido ser evitados por haber tomado las oportunas medidas o no haber existido retrasos previos.

5.4 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de un (1) año a partir de la fecha de recepción de las obras, siendo de cuenta del Contratista la conservación y reparación de las obras, así como de todos los desperfectos que pudiesen ocurrir desde la terminación de éstas hasta que finalice el plazo de garantía.

5.5 PRECIOS UNITARIOS

Precios del proyecto

Todos los precios unitarios a que se refieren las normas de medición y abono contenidas en el presente Pliego de Condiciones, se entenderá que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes, a menos que específicamente se excluya en el artículo correspondiente.

Asimismo, se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de la maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transportes, herramientas, limpieza de las obras y todas cuantas operaciones directas o incidentales sean necesarias.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamación fundándose en insuficiencias de precios o en la falta de expresión explícita, en los precios o en el Pliego, de algún material u operación necesarios para la ejecución de una unidad de obra.

En caso de duda en la aplicación de los precios, se seguirá el mismo criterio aplicado en la medición y valoración del presente Proyecto.

En el abono de las unidades debe considerarse que el uno por ciento (1%) (al menos) está destinado a los ensayos y control de Calidad que fije la Dirección de las Obras, siendo este gasto a cuenta del Contratista.

Igualmente se entenderán incluidos, los gastos ocasionados por la señalización de las obras y la conservación durante el plazo de garantía.

Precios contradictorios

En el caso de que haya de ejecutar obras no previstas en el Proyecto, se establecerán de acuerdo con la Propiedad los precios contradictorios que han de regir para dichas unidades de obra, levantándose relaciones en las que figuren los precios unitarios descompuestos en sus elementos en la misma forma en que hizo para los precios que sirvieron de base al Proyecto e indicando en dichas relaciones las partes de obra en que son de aplicación dichos precios.

En los precios contradictorios que se establezcan antes de realizarse las obras, el porcentaje de gastos generales será igual que para los precios unitarios del Proyecto y con la misma descomposición.

5.6 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL

Serán de cuenta del Contratista los gastos de cualquier clase ocasionados con motivo de la práctica de replanteo general o su comprobación y de los replanteos parciales, que exija el curso de las obras, así como las de recepción, liquidación y cualesquiera que se deriven de la marcha de las obras. Asimismo, serán de cuenta del Contratista los ensayos de materiales y ensayos en obra de los elementos e instalaciones; los de construcción, desmonte y retirada de las construcciones auxiliares, los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, los de limpieza de los espacios interiores y exteriores y evacuación de desperdicios y basura y los de limpieza general de la obra.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de jornales y materiales necesarios para las mediciones periódicas, para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la medición final y los de las pruebas, ensayos de reconocimiento y tomas de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales o definitivas de las obras.

En los casos de rescisión del contrato, cualquiera que sea la causa que los motive, serán de cuenta del Contratista los gastos de jornales y materiales ocasionados por la liquidación de las obras y los de las actas notariales que sea necesario levantar.

5.7 INDEMNIZACIONES DEL CONTRATISTA

Será de cuenta del Contratista indemnizar a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que causen con la perturbación del tráfico en las vías públicas, la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres y depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte de aquellos o para apertura y desviación de cauces y, finalmente los que exijan las demás operaciones que requieran la ejecución de las obras.

5.8 DESPEJE, DESBROCE Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL

No se abonará independientemente por estar incluido en el precio de la unidad de obra correspondiente a la excavación o relleno.

5.9 EXCAVACIÓN EN LA EXPLANACIÓN

La excavación será no clasificada, es decir, en cualquier clase de terreno, incluso roca, y profundidad.

- a) El volumen se medirá en metros cúbicos, por el método del área media de las secciones extremas y en base a los puntos topográficos de control, establecidos sobre redes horizontales y verticales.
- b) El abono se hará a los precios unitarios correspondientes, estipulados en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico, y calculando el volumen, por el método indicado en el apartado a). Incluye la excavación propiamente dicha y los posibles agotamientos, entibaciones, despeje, desbroce, escarificado y compactación del fondo, refinados y separación o acopio de los productos útiles para rellenos y terraplenes y tierra vegetal, la carga, el transporte a vertedero, acopio o lugar de empleo y canon de vertido, reposición de servicios existentes y todos los materiales, mano de obra y maquinaria necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones tipo, que no sean expresamente autorizados por el Director de Obra.

El precio unitario no se modificará, aunque los porcentajes de los diferentes materiales incluidos en su descomposición tuvieran alguna variación respecto de los porcentajes orientativos tomados en su justificación.

5.10 EXCAVACIÓN EN ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS Y CIMIENTOS

La excavación será no clasificada, es decir, en cualquier clase de terreno, incluso roca, y profundidad.

- a) La excavación en zanjas, pozos, emplazamientos y cimientos se medirá en metros cúbicos obtenidos aplicando a las profundidades realmente ejecutadas las dimensiones fijadas en las secciones tipo de zanja para cada conducto.

- b) El abono se hará al precio unitario estipulado para cada tipo en el cuadro de precios del contrato por metro cúbico, calculando el volumen como se indica en el apartado a). Incluye la excavación propiamente dicha, los posibles agotamientos, entibaciones, transportes a vertedero y separación y acopio de los productos útiles para rellenos y terraplenes y tierra vegetal, refino de taludes, refino y nivelación de soleras, reposición de servicios afectados, canon de vertido y todos los materiales, mano de obra y maquinaria necesarios para la correcta ejecución de la unidad de obra.

Incluye asimismo las demoliciones indicadas en el apartado correspondiente de este capítulo del Pliego.

También se considera incluida la realización, por medios manuales o mecánicos, de las catas necesarias para su localización de los servicios existentes a fin de evitar su afección, y el posterior relleno compactado de la cata.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones tipo, que no sean expresamente autorizadas por el Director de Obra.

El precio unitario no se modificará, aunque los porcentajes de los diferentes materiales incluidos en su descomposición tuvieran alguna variación respecto de los porcentajes orientativos tomados en su justificación.

5.11 ASIENTO GRANULAR PARA TUBERÍAS

- a) Se medirá en metros cúbicos realmente ejecutados según las dimensiones fijadas en las secciones tipo.
- b) El abono se realizará al precio estipulado para cada tipo en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico, calculado el volumen por el método indicado en el apartado a). El precio incluye el canon de extracción, el transporte, la carga y descarga, extensión, compactación y nivelación para posterior colocación de tuberías.

5.12 TERRAPLÉN

- a) El volumen se medirá en metros cúbicos, por el método del área media de las secciones extremas y en base a los puntos topográficos de control, establecidos sobre redes horizontales y verticales.
- b) El abono se hará al precio unitario correspondiente, estipulado en el cuadro de precios del contrato para cada tipo, por metro cúbico y calculando el volumen por el método indicado en el apartado a). El precio incluye el suministro y empleo de los materiales, despeje, desbroce, escarificado y acondicionamiento de la superficie de apoyo, extensión, humectación y compactación, refino de coronación y taludes, acabado final y todos los materiales, mano de obra y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de la unidad de obra. Cuando el terraplén se realice con productos de préstamos, dicho precio incluirá el canon de extracción, el transporte, la carga y descarga.

Incluye el suelo seleccionado que se extiende tanto en secciones de desmonte como en secciones de terraplén.

El precio unitario no se modificará, aunque los porcentajes de la procedencia del material incluidos en su descomposición tuvieran alguna variación respecto de los porcentajes orientativos tomados en su justificación.

5.13 RELLENO DE ZANJAS, POZOS, EMPLAZAMIENTOS DE CIMIENTOS, TRASDÓS DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA

- a) La medición se hará en metros cúbicos por diferencia entre el volumen de excavación realizado y medido según se indica en el artículo referente a “Excavación en zanjas, pozos, ...” descontando el volumen del asiento y el del conducto.
- b) El abono se hará a los precios unitarios correspondientes estipulados en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico y calculando el volumen como se indica en el apartado a). El precio incluye la selección y suministro del material, la extensión y compactación por tongada previa humectación, refino, acabado final y parte proporcional de la preparación de asiento. Cuando el relleno se realice con productos de préstamos, dichos precios incluyen también el canon de extracción, el transporte, la carga y descarga. Cuando la excavación atravesase terrenos de labor, los precios incluyen la reposición de la tierra vegetal, separada y acopiada al realizar la excavación.

Incluye, asimismo, todas las operaciones necesarias para que el perfil longitudinal del terreno sea el mismo que antes de empezar las obras, tanto en la zona afectada directamente por la excavación como la zona de ocupación temporal, manteniendo los desniveles entre fincas, reponiendo en su caso los pequeños muros de contención, etc.

No se abonarán los excesos por aumento de la excavación respecto a las secciones tipo o por deficiencias por parte del Contratista que no sean expresamente autorizadas por la Dirección Facultativa.

5.14 REFINO DE TALUDES

El refino de taludes, bien sea para obras de explanación o se trate de excavaciones en zanjas para cimentaciones y servicios, no se abonará independientemente por considerarse incluido en el precio de la unidad de obra correspondiente a la excavación, o relleno o caminos.

5.15 ZAHORRA ARTIFICIAL

- a) La medición de la zahorra artificial se realizará por metro cúbico utilizado, colocado y compactado.
- b) El volumen se medirá en metros cúbicos, por el método del área media de las secciones extremas y a partir de las secciones tipo detalladas en los Planos, o las que indique la Dirección Facultativa.

- c) El abono se hará al precio unitario correspondiente, estipulado en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico y calculado el volumen por el método indicado en el apartado b). El precio comprende el suministro de los materiales, la puesta en obra, humectación y compactación y perfilado de la zahorra artificial, e incluye la parte proporcional del rasanteado, limpieza y preparación de la superficie de apoyo.

5.16 HORMIGONES

- a) El hormigón se medirá en metros cúbicos de cada tipo de hormigón ejecutado según Planos del Proyecto.
- b) El abono se hará al precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato por el número de metros cúbicos de cada tipo de hormigón ejecutado. En dichos precios unitarios están incluidos la fabricación, transporte, colocación y vibrado, juntas, curado con filmógeno y todas las operaciones necesarias para la total terminación de la obra.
- c) Los enfoscados y enlucidos de superficie de hormigón no serán objeto de abono independiente, por considerarse incluido en las unidades de que forman parte. En el precio se incluye el mortero necesario, así como la mano de obra, maquinaria y medios auxiliares precisos para su confección y puesta en obra.
- d) No se medirán ni abonarán las adiciones que se suponen incluidas en el precio del contrato.

5.17 ENCOFRADOS

El encofrado se medirá en metros cuadrados realmente encofrados, y se abonará a los precios indicados para cada tipo en el Cuadro de Precios.

Al realizar la medición, no se contabilizarán los planos horizontales en contacto con el terreno, ni los que tengan una inclinación tan ligera que no exija encofrado. Tampoco se contabilizarán las superficies que deban ser hormigonadas contra obras ya construidas.

Los precios incluyen los apeos y cimbras que puedan resultar necesarios, y todos los materiales auxiliares, y se aplicará a todos los casos, cualquiera que sea la forma de la superficie a encofrar.

Todas las operaciones de desencofrado y descimbrado, deberán realizarse con arreglo a las órdenes del Director de las Obras, y sus costes no serán objeto de abono independiente por considerarse ya incluidos en los correspondientes precios de encofrado.

5.18 ARMADURAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ARMADO

Las armaduras se medirán multiplicando para cada diámetro, las longitudes que figuran en los planos de construcción por el peso de kilogramos por metro del catálogo que indique el Ingeniero Director. Al realizar esta medición, se contabilizarán las longitudes correspondientes a anclajes, pero no las de los solapes, ni recortes o ataduras que fueran necesario realizar.

El abono se efectuará aplicando a los kilogramos así obtenidos el precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato, que incluye la adquisición de acero, su transporte, acopio, corte, doblado y puesta en obra, así como el atado o la soldadura precisos para la formación de los cuchillos de armadura y la parte proporcional de separadores, elementos de anclaje, maquinaria, energía y de cuantos otros materiales y operaciones sean precisos para garantizar, tanto durante el acopio y construcción, como posteriormente durante la vida útil de las obras, su perfecta adaptación al fin para el que han sido proyectadas, sin detrimento de las características de homogeneidad, calidad y capacidad resultante.

5.19 CONDICIONES PARA FIJAR PRECIOS IMPUESTOS EN OBRAS NO PREVISTAS

La fijación del precio deberá hacerse precisamente antes de que se ejecute la obra a que debe aplicarse. Si por cualquier causa la obra hubiera sido ejecutada antes de llenar este requisito, el Contratista quedará obligado a conformarse con el precio que para la misma señale la Propiedad.

B: ELECTRICIDAD**1 CONDICIONES GENERALES****1.1 OBJETO DEL PRESENTE PLIEGO**

El presente Pliego será de aplicación a todas las instalaciones eléctricas que comprenden el PROYECTO DEL PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA DE 38 MW EN T.M. DE HUÉNEJA.

En él se señalan los criterios generales que serán de aplicación, se describen las instalaciones comprendidas y se fijan las características de los materiales a emplear, las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para la recepción, las formas de medición y abono de las obras.

1.2 REGLAMENTACIÓN, INSTRUCCIONES, NORMATIVA Y RECOMENDACIONES

Para la realización de las instalaciones eléctricas descritas en este Proyecto se tendrán en cuenta los Reglamento y Normas, en su edición vigente, que se citan a continuación:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de junio, 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.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000KVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- 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.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- EHE. Instrucción de hormigón estructural.
- O.C. 1/88 de 30 de Diciembre sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.
- R.D. 1.627/97 de 24 de Octubre de Seguridad y Salud.
- 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.

- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10/11/1995.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Eléctrica en general.

Los reglamentos y normas indicados se complementan con los que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas del presente Proyecto, tanto en el apartado de Obra Civil como en el apartado de Instalaciones Eléctricas.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga fecha de aprobación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

1.3 NORMAS DE LA EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA

El presente Proyecto, ha sido redactado teniendo en cuenta las normas de la Empresa Suministradora de energía y las consultas puntuales realizadas. No obstante, el Contratista, se obliga a mantener con ella el debido contacto a través del Director de Obra para evitar, siempre que sea posible, criterios dispares y complicaciones posteriores.

1.4 DISPOSICIONES LEGALES

El Contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo y de cuantas disposiciones legales, de carácter social, y otras que rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

1.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; se incluye el Estudio de Seguridad y Salud para su ejecución, en base al cual cada contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado el efecto por el promotor y por la Dirección facultativa, según proceda, previo al inicio de las obras.

Asimismo, se dispondrá de cuanto fuera preciso para el mantenimiento de máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

1.6 PERMISOS, LICENCIAS Y DICTÁMENES

El Contratista deberá obtener los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras y deberá abonar los cargos, tasas e impuesto derivados de la obtención de aquellos.

1.7 DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones contenidas en este Pliego, serán de aplicación en todo lo no especificado en él, las siguientes:

El Contratista está obligado a cumplir la Ley de Contrato de Trabajo vigente y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrono y obreros, las de accidentes de trabajo, incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social y vigente o que en lo sucesivo se dicten.

Así mismo, el Contratista vendrá obligado a cumplir las Cláusulas Administrativas Particulares que se establezcan para la Contratación de estas obras.

En tal sentido, cuidará los árboles, hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, para que sean debidamente protegidos en evitación de posibles destrozos que, de producirse, serán restaurados a su costa. Así mismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

1.8 SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista adjudicatario, vendrá obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Será de obligación del Contratista, igualmente, la colocación de dos cartelones indicadores de las obras en la situación que disponga la inspección Facultativa de las mismas y del modelo que se determine.

1.9 LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios contruidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Todo se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acorde con el paisaje circundante.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abono por su realización.

1.10 GASTOS DE CARÁCTER GENERAL A CARGO DEL CONTRATISTA

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra, contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes, los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación durante el plazo de utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso, los de conservación de las señales y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras; los de reposición de instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación; los de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para las obras, así como la adquisición de dicha agua y energía; los de demolición de las instalaciones provisionales, los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

Así mismo, el Contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y la liquidación de las obras.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1 OBRAS COMPRENDIDAS

Comprende el presente Proyecto, la Ejecución de las obras de suministro e instalación de los materiales necesarios para las instalaciones de Baja y Media Tensión, así como la conservación y reparación de las obras hasta su recepción. Todo ello de acuerdo con la descripción que a continuación se expresa y hasta conseguir su total adecuación al contenido de los distintos documentos del Proyecto y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

2.2 OBRAS CIVILES

a) Obras de tierra

Comprenden la excavación y relleno de las zanjas para albergar los cables subterráneos de las Líneas de distribución de Media Tensión, sistema de Tierras y Fibra Óptica.

b) Obras de fábrica

Comprenden las protecciones mecánicas, tubos de P.E. y hormigonado en las zanjas de los cables subterráneos de Media Tensión, Sistema de Tierras y Fibra Óptica.

2.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Baja tensión

Se contemplan las instalaciones de B.T. a realizar en el interior de las torres de los aerogeneradores.

Media tensión

Comprende la instalación de líneas subterráneas, sistema de tierras y centros de transformación en aerogeneradores.

2.4 MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES

Están incluidos en la Contrata, la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución, conservación y reparación de las obras principales y para garantizar la seguridad en las mismas tales como: herramientas, aparatos, maquinaria, vehículos, grúas, andamios, cimbras, entubaciones, desagües y protecciones para evitar la entrada de aguas superficiales en las excavaciones y centros de transformación, desvío o taponamiento de cauces y manantiales, extracciones de agua, agotamiento, barandillas y otros medios de protección para peatones en las excavaciones, avisos y señales de peligro durante el día y la noche, establecimiento de pasos provisionales, apeos de conducciones de agua, electricidad y otros servicios o servidumbres que aparezcan en las excavaciones, etc.

2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Este Proyecto comprenderá las obras e instalaciones especificadas en el presupuesto correspondiente, con los siguientes trabajos:

2.5.1 INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

- Centros de Transformación de 3.150 KVA y celdas prefabricadas compactas de M.T. en aerogeneradores.
- Instalaciones de B.T. que comprende, cuadros y baterías de condensadores, control y líneas de interconexión.
- Línea de interconexión en M.T: de transformador a celda compacta.
- Sistema de puesta a tierra: en aerogeneradores y líneas de enlace con el Centro de Entrega.
- Materiales de Prevención y Seguridad.
- Líneas subterráneas Colectoras en Media Tensión.
- Celdas de MT en Centro de Seccionamiento.

2.6 CONSERVACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El adjudicatario vendrá obligado a realizar las labores de conservación durante un año a partir de la recepción de la instalación eléctrica.

Dichas operaciones comprenden:

- La vigilancia diaria de las instalaciones.
- La reparación o reposición de aquellos elementos que puedan resultar dañados ya sea intencionado, accidental o por su mismo uso.
- La limpieza de la instalación, una vez en el año.

2.7 COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas y omitido en Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción prevalecerá lo determinado en el Pliego.

Las omisiones en Planos o Pliegos de Prescripciones Técnicas o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu e intención expuesta en dichos Documentos o que, por uso o 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 Pliego de Prescripciones Técnicas.

3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

3.1 PLIEGOS GENERALES

En general son válidas todas las prescripciones que referentes a las condiciones que deben satisfacer los materiales aparecen en las Instrucciones, Pliegos de Condiciones o Normas oficiales que reglamentan la recepción, transporte, manipulación o empleo de cada uno de los materiales que se utilizan en las obras de este Proyecto, siempre que no se opongan a las prescripciones particulares del presente Capítulo.

3.2 CONTROL PREVIO DE LOS MATERIALES

Todos los materiales empleados, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de la instalación, el Contratista presentará al Director de la Obra los catálogos, cartas, muestras, etc., que se relacionan en la recepción de los distintos materiales. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por el Director de la Obra.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por el Director de Obra, aunque estos no estén indicados en este Pliego, los cuales se ejecutarán en los Laboratorios que elija el Director de Obra, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata, hasta un importe máximo del uno por ciento (1%) del Presupuesto de Ejecución por Contrata.

3.2.1 MATERIALES QUE NO SEAN DE RECIBO

Podrán desecharse todos aquellos materiales que no satisfagan las condiciones impuestas en el Pliego para cada uno de ellos en particular.

El Contratista se atenderá, en todo caso, a lo que por escrito ordene el Director de las Obras para el cumplimiento de las prescripciones del presente Pliego. La retirada de la obra de los materiales desechados será llevada a cabo por el Contratista en el plazo que le señale el Director de las Obras. En caso de incumplimiento de esta circunstancia, se procederá a su retirada, pasando cargo del importe de la misma al Contratista.

3.2.2 MATERIALES DEFECTUOSOS PERO ACEPTABLES

Si los materiales fueran defectuosos pero aceptables a juicio de la Dirección de Obra podrán emplearse, siendo el Ingeniero Director quien después de oír al Contratista, señale el precio a que deben valorarse.

Si el Contratista no estuviese conforme con el precio fijado, vendrá obligado a sustituir dichos materiales por otros que cumplan todas las condiciones señaladas en este Pliego.

3.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LAS LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN

3.3.1 CONDUCTORES

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Conductor aislado 18/30 KV - 1x150 mm² en aluminio para 0 KV

Tensión (U _o /U)	18/30KV
Normas de Construcción y ensayo	UNE-21123 CEI/IEC-60502 Recomendación UNESA 3305C
Designación UNE	RHZ1 18/30KV
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Poliofina (Z1)
Característica ecológica	Cero en halógenos
Tensión nominal	18/30 KV
Tensión de prueba	36.000 V
Sección Unipolar	150 mm ² en Al
Intensidad admisible permanente:	
- al aire a 40°C	335 A
- enterrado a 25°C (a 1m)	260 A

Densidad máxima de cortocircuito en A/mm², temperatura inicial 90°C, final 250°C y duración cortocircuito en sg. para Al:

Seg.	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0
A/mm ²	294	208	170	132	93

Pantalla	Corona de alambres de cobre de 16mm ²
Diámetro exterior	32,5 mm.
Resistencia a 20°C	0,206 Ω/Km.
Coeficiente de autoinducción	0,38 mH/Km.

NORMAS PARA CABLES DE M.T.

Los cables objeto de esta Especificación deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación. Estas normas se entenderán en su última edición vigente en el momento del pedido.

UNE 21-022 Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.

UNE 21-123 Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.

UNE 21-143 Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.

UNE 21-170 Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos.

UNE 21-175 Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Ensayos de descargas parciales.

UNE 21-191 Cálculo de las capacidades de transporte de los cables para regímenes de cargas cíclicos y sobrecarga de emergencia. Factor de capacidad de transporte cíclico para cables de tensiones inferiores o iguales a 18/30 (36) kV.

ENSAYOS PARA CABLES DE M.T.

Durante la fabricación del cable se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos del mismo se realizarán de acuerdo con las Normas UNE 21-123, 143, 170 y 175.

Estas Normas dividen los ensayos a realizar en los grupos siguientes:

Los ensayos individuales se realizarán sobre todo el cable terminado y consiste en:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.

Los ensayos especiales se realizarán sobre dos muestras de cada tipo de conductor y diferentes bobinas, que consisten en:

- Examen del conductor.
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de tensión durante 4 horas.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Los ensayos tipo no es necesario practicarlos pues se supone que ya han sido realizados por el fabricante antes de su comercialización y se justificarán mediante la entrega de sus protocolos correspondientes.

También se realizarán pruebas del conductor una vez instalado, para lo cual se ejecutarán las que procedan, con la valoración incluida en oferta y aportando los medios necesarios para su realización.

EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- N° de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Sección del conductor.
- Longitud de la pieza en metros.
- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- N° de Bobina.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas se eligen de forma, que se puedan realizar las diferentes tiradas, sin necesidad de realizar empalmes intermedios.

DOCUMENTACIÓN

Documentación a facilitar con la oferta

El oferente deberá incluir en su oferta la siguiente documentación además de, lógicamente, las condiciones generales comerciales y plazos de entrega:

- Lista de excepciones y/o matizaciones a la presente Especificación. Las excepciones no incluidas en la lista de excepciones que se solicita no tendrán validez contractual.
- Un ejemplar de las Hojas de Datos debidamente cumplimentadas.
- Folleto descriptivo de los cables ofertados.
- Folleto descriptivo de los terminales ofertados.

Documentación técnica que debe facilitar el fabricante después de cursado el pedido

El contratista del cable de potencia, terminales y accesorios deberá someter para su aprobación, dentro de las tres (3) primeras semanas a partir de la fecha en que sea cursado el pedido la siguiente información por triplicado:

- Plano certificado de dimensiones generales del cable de potencia, terminales y accesorios incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:
 - Diámetro exterior de los cables de potencia.
 - Dimensiones de los terminales.
 - Radios mínimos de curvatura de los cables.
 - Pesos de los mismos.
- Instrucciones de almacenamiento en obra, montaje y mantenimiento.

- Plan de fabricación y acopios.
- Certificados de ensayos.
- Protocolos de ensayos de recepción en fábrica.
- Protocolos de ensayo de rutina.
- Protocolos completos de ensayo tipo.

Toda la documentación deberá llevar indicación de confirmación de pedido y el número del mismo.

Una vez aprobada la documentación y planos específicos de los equipos, el fabricante deberá enviar a la PROPIEDAD 5 copias en papel y 1 reproducible de cada plano, así como un disquete con ficheros DWG de todos los planos.

Toda la documentación se entregará en castellano.

3.4 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LOS MATERIALES Y EQUIPAMIENTOS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

3.4.1 NORMAS GENERALES DE LA APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN

La aparamenta a utilizar en el Centro de Transformación cumplirán en todo, las “Normas de Obligado cumplimiento” cuya relación aparece en el ANEXO de la INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA MIE RAT 02

del vigente “Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación”.

Se adjunta una copia con listado de estas NORMAS (UNE) de obligado cumplimiento:

Relación de normas UNE que se declaran de obligado cumplimiento

UNE 20 004 76 (0): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia. Índice alfabético.

UNE 20 004 74 (1): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia. Símbolos literales.

UNE 20 004 68 (2): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia. Naturaleza de la corriente, sistemas de distribución, modos de conexión y elementos de circuitos.

UNE 20 004 73 (6): Símbolos literales y gráficos y esquemas utilizados en electrotecnia. Centrales generadoras, subestaciones, líneas de transporte y distribución.

UNE 20 099 74: Aparamenta de alta tensión bajo envolvente metálica.

UNE 20 100 80: Seccionadores de corriente alterna para alta tensión y seccionadores de puesta a tierra.

UNE 20 101 81 (1) 1R: Transformadores de potencia. Generalidades.

UNE 20 101 81 (2) 1R: Transformadores de potencia. Calentamiento.

- UNE 20 101 82 (4) 1R: Transformadores de potencia. Tomas y conexiones.
- UNE 20 101 82 (5) 1R: Transformadores de potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE 20 104 75: Interruptores de corriente alterna para alta tensión.
- UNE 20 104 75 1C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para batería única de condensadores.
- UNE 20 104 75 2C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para líneas en vacío.
- UNE 20 104 75 3C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Ensayos para la verificación del poder de corte para cables en vacío.
- UNE 20 104 80 4C: Interruptores de corriente alterna para alta tensión. Nuevas definiciones, tablas y ensayos.
- UNE 20 138 82: Transformadores trifásicos en baño de aceite para distribución en baja tensión.
- UNE 20 141 78: Aparata de alta tensión bajo envolvente metálica para tensiones nominales de 72,5 V y superiores.
- UNE 20 324 78 1R: Clasificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes.
- UNE 21 062 80 (1) 1R: Coordinación de aislamiento. Términos, definiciones, principios y reglas.
- UNE 21 062 80 (2) 1R: Coordinación de aislamiento. Guías de aplicación.
- UNE 21 087 70: Pararrayos de resistencia variable.
- UNE 21 087 81 (1): Pararrayos de resistencia variable. Guía de aplicación.
- UNE 21 088 81 (1): Transformadores de medida y protección. Transformadores de intensidad.
- UNE 21 088 81 (2): Transformadores de medida y protección. Transformadores de tensión.
- UNE 21 110 74 (1): Aisladores de apoyo para interior y exterior de materia cerámica o vidrio destinados a instalaciones de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones y ensayos.
- UNE 21 110 83 (2): Dimensiones de los aisladores de apoyo y elementos de aisladores de apoyo de interior y de exterior, para instalaciones de tensión nominal superior a 1.000 V.
- UNE 21 308 76 (1) 1R: Ensayos de alta tensión. Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
- UNE 21 308 76 (2) 1R: Ensayos de alta tensión. Modalidades de ensayo.
- UNE 21 308 77 (3) 1R: Ensayos de alta tensión. Dispositivos de medida.

UNE 21 308 81 (4): Ensayos de alta tensión. Guía de aplicación para los dispositivos de medida.

3.4.2 TRANSFORMADORES

Datos técnicos

Características de servicio:

Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Potencia nominal	3.150 kVA
Tensión nominal primaria	400 V
Tensión nominal secundaria	30.000V+4x2,5%
Tensión de cortocircuito	≈ 6%
Grupo de conexión	Estrella-Triángulo
Servicio	Continuo
Regulación	En vacío
Nivel de ruido	<72dB (A)
Calentamiento	100K
Del punto más caliente (CEI/IEC 905)	125K
Aislamiento	F
Grado de protección “trafo”	IP-00
Grado de protección con envolvente metálica	IP-315

Devanado secundario:

Tensión nominal toma principal	30.000 V (Servicio 30 kV)
Número de escalones	5
Tensión de escalón	500 V
Campo de regulación	30÷ 32 KV
Nivel de aislamiento	36 KV
a) Ensayo impulso tipo rayo	170 KVc
b) Ensayo a frecuencia industr.	70 KVef
Acoplamiento	Triángulo
Neutro	No accesible

Devanado primario:

Tensión nominal	400 V

Nivel aislamiento:

Ensayo a frecuencia industrial	3 KVef
Acoplamiento	Estrella
Neutro	Accesible

Refrigeración

Modo	Refrigeración natural (AN)
Dieléctrico	Aceite

Características constructivas y ensayos

Construcción y ensayos según normas:

Los transformadores objeto de esta Especificación deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación y que les sean aplicables en tanto en cuanto no se opongan a lo indicado en este pliego.

UNE 20-101 (1): Transformadores de potencia. Generalidades.

UNE 20-101 (2): Transformadores de potencia. Calentamiento.

UNE 20-101 (3): Transformadores de potencia. Niveles de Aislamiento y Ensayos Dieléctricos.

UNE 20-101 (4): Transformadores de potencia. Tomas y conexiones.

UNE 20-101 (5): Transformadores de Potencia. Aptitud para soportar cortocircuitos.

UNE 20102: Ensayos de recepción de transformadores de potencia.

UNE 20 305: Evaluación y clasificación térmica del aislamiento eléctrico.

UNE 20 315: Medida de los niveles de ruido de los transformadores y reactancias de potencia.

UNE 20 178: Transformadores de potencia de tipo seco.

CEI 216: Ensayos de envejecimiento del aislamiento.

CEI 92-101: Autoextinguibilidad.

CENELEC: HD 464.

VIDE 0472: Análisis de resinas.

NI 00.06.10: Recubrimientos galvanizados en caliente para piezas y artículos diversos.

Otras normas de aplicación: CEI 726, CEI 76.1 a 76.5, UNE 21.538 y DIN 42.523.

En el caso de que el fabricante no cumpla las normas que se indican o existan puntos no definidos por éstas, se aplicarán las normas usuales del fabricante, citando en este caso en la oferta las normas utilizadas por el mismo, así como los puntos concretos en que se aplicarán estas normas y su diferencia, con las requeridas, quedando a criterio la PROPIEDAD su aprobación definitiva.

Conexión lado primario:

Situación	A la vista
Tipo	Interior
Cantidad	4

Conexión lado secundario:

Situación	A la vista
Tipo	Interior
Cantidad	3

Equipamiento

- Bornas de toma de tierra.
- Sondas térmicas (1) con alarma a cuadro de control y disparo a la bobina del interruptor y termómetro digital en control.
- Conexiones para terminal enchufable.
- Envolvente de carcasa metálica.
- Elementos de elevación y arrastre.
- Ruedas orientables.

Regulación de tensión en vacío

La máquina estará dotada de un conmutador sobre tapa de cuatro posiciones, siendo la posición central la correspondiente a la tensión nominal primaria.

La potencia de la máquina no será inferior a la nominal en cualquier posición del conmutador.

Datos técnicos a definir (Propuesta del contratista)

- Pérdidas en carga y en vacío
- Tensión de cortocircuito
- Rendimiento
- Caídas de tensión
- Sobrecargas admisibles
- Peso
- Croquis con las dimensiones principales.

Pintura y tratamiento superficial

Todas las superficies férricas serán limpiadas de óxido por granallado hasta un grado de casi blancas (grado SA2,5 de ASTM) y tratadas a continuación con una imprimación a base de pintura y cromato o fosfato de zinc, según UNE 20-175-85.

- Toda la tornillería exterior empleada será inoxidable.
- El espesor mínimo aceptable final del transformador será de 60 micras en todos los puntos que se midan.
- Deberá realizarse prueba de adherencia.
- Deberá someterse para aprobación de la PROPIEDAD, el procedimiento de limpieza, preparación y pintura del transformador.

Ensayos

Todos los transformadores serán montados en fábrica y sometidos a los ensayos (presenciados) y comprobaciones que a continuación se especifican.

Ensayos de rutina

- Comprobación de dimensiones y disposición de los diferentes accesorios.
- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de tensión inducida.
- Medida de la resistencia de aislamiento de los arrollamientos.
- Ensayo de vacío.
- Ensayo de cortocircuito.
- Ensayo de relación de transformación.
- Ensayo de medida de la resistencia de los devanados.
- Ensayo de grupo de conexión y polaridad.
- Medida de descargas parciales.

Ensayos tipo

- Ensayo de impulso.
- Ensayo de calentamiento por el método de cortocircuito, a la potencia nominal.
- Nivel de ruido.

Los ensayos tipo se realizarán independientes, uno a uno.

El fabricante deberá suministrar los protocolos de los ensayos de tipo y especiales que se exigen en la norma CEI-76 o UNE 20101.

Embalaje, marcado y envío

El fabricante presentará a la PROPIEDAD para su aprobación o comentarios su procedimiento de embalaje, marcado y envío.

Los equipos deberán transportarse hasta el parque ubicado en los términos municipales de Montefrío e Íllora en la provincia de Granada.

Garantías y Penalidades:

El fabricante garantiza todo el material objeto el suministro hasta la fecha de la recepción definitiva, contra cualquier defecto de diseño, de material, de fabricación o montaje, que pudiera presentarse a consecuencia de uso normal bajo las condiciones estipuladas en la Especificación Técnica.

La recepción definitiva se efectuará doce meses después de la puesta en servicio de los equipos, siempre y cuando durante este tiempo no se observe ninguna anomalía.

Si se comprobara dentro del período de garantía que algún elemento o dispositivo fuese defectuoso, el fabricante está obligado a repararlo o sustituirlo, dejando nuevamente el material en perfectas condiciones de servicio, por su cuenta y riesgo, y en el plazo más breve posible.

Se establecerá un nuevo período de garantía, igual al primero, para todo elemento reparado o instalado en sustitución del defectuoso, así como para todo el material restante que pudiera resultar afectado.

Si, a pesar de las modificaciones realizadas por el constructor, no se cumplirán los valores garantizados por el mismo, se aplicarán las siguientes penalidades y rechazos:

Pérdidas: Para las pérdidas totales referidas a una temperatura de 75° se estipula una tolerancia de más menos diez por ciento sobre los valores garantizados, siendo rechazado el transformador cuando las pérdidas sobrepasen en más de 25% las garantizadas. Se conviene una prima o penalidad del medio por ciento del precio en fábrica del transformador en el momento de expedición, por cada uno por ciento de falta o exceso sobre la tolerancia con un tope de un 5% sobre la prima.

Relación de transformación: Se admite una tolerancia de un más menos 0,5% sobre el valor de la relación garantizada. Si esta tolerancia es sobrepasada, quedaría a libre criterio de la Dirección de la Obra, que, el transformador sea o no rechazado.

Tensión de cortocircuito: Se admite una tolerancia de $\pm 10\%$ sobre el valor garantizado sobre la toma principal. Si esa tolerancia es sobrepasada, quedará al libre criterio de la Dirección de la Obra, la aceptación o rechazo.

Calentamiento: Los calentamientos indicados anteriormente deben entenderse como límite y no deberán, por tanto, ser sobrepasados. En caso de que esto ocurriera, el transformador sería rechazado.

Documentación

Documentación técnica que se debe presentar con la oferta

El ofertante deberá presentar en su propuesta, la siguiente información por triplicado:

- Lista de excepciones del presente Pliego. Las excepciones no incluidas en esta lista de excepciones no tendrán validez contractual.
- Croquis de dimensiones, incluyendo detalle de las bornas, esfuerzos máximos soportados por las bornas, detalles de anclaje, peso total de la máquina etc.
- Memoria o folleto descriptivo del procedimiento de diseño y fabricación de los transformadores, pintura y de todos los accesorios.
- Relación de normas y reglamentos en su última edición, que se tendrán en cuenta para la fabricación y ensayos del equipo.
- Lista valorada de los repuestos recomendados para 5 años.
- El ofertante deberá además incluir en su oferta un ejemplar totalmente cumplimentado de las Hojas de Datos Técnicos, requisito sin el cual la oferta no será tomada en consideración.

Documentación técnica que debe facilitar el fabricante después de cursado el pedido

El fabricante de los transformadores deberá someter para su aprobación, dentro de las tres (3) primeras semanas a partir de la fecha en que sea cursado el pedido o télex de adjudicación, la siguiente documentación por triplicado:

- Planos certificados de dimensiones generales de los transformadores y de sus accesorios incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:
 - Dimensiones de los transformadores.
 - Detalles de las bornas.
 - Pesos.
 - Situación de accesorios.
 - Listas de materiales.
- Instrucciones de almacenamiento del equipo, montaje y mantenimiento, incluyendo en este último apartado indicación expresa de regulaciones para alarma y disparo de termostatos, etc. y las averías o problemas más usuales (según experiencia del fabricante), su solución y prevención. Este libro de instrucciones será presentado de forma sencilla y didáctica y deberá referirse a todos y cada uno de los distintos componentes del transformador.
- Plan de fabricación y acopios.

Toda la documentación deberá llevar indicación de confirmación de pedido y el número del mismo.

De toda la documentación deberán entregarse seis copias (6). De los planos se entregará, además, un ejemplar reproducible y un disquete con ficheros DWG de los mismos.

Toda la documentación se entregará en castellano.

3.4.3 PARARRAYOS - AUTOVÁLVULAS

Características eléctricas

Próximo a las barras de 30 kV del transformador se instalarán tres pararrayos – autoválvulas de las siguientes características eléctricas:

– Instalación/tipo	Interior/ZnO
– Tensión máxima de servicio entre fases	36 kV
– Tensión nominal	30 kV
– Frecuencia nominal	50 Hz
– Nivel de aislamiento del equipo a proteger	150 kVcr
– Intensidad nominal de descarga (8/20µs)	10 kAcr
– Sobretensión temporal (TOV a 1 seg)	45,1 kV
– Tipo de servicio	Continuo
– Temperatura ambiente admisible	-40...+40°C

Normas

Los pararrayos objeto de esta Especificación, deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las normas que se indican a continuación y que les sean aplicables en tanto no se opongan a lo indicado en esta

Especificación. Estas normas se entenderán en su última edición, vigente en el momento del pedido.

UNE 21-087-89 (1) (Concuerda con CEI-99-1/1970): Pararrayos de resistencia variable para redes de corriente alterna.

UNE 21-087-81 (1) 1C (Concuerda con CEI-99-1A/1965): Pararrayos de resistencia variable. Guía de aplicación.

UNE 21-087-89 (1) 2C: Pararrayos de resistencia variable. Guía de aplicación.

CEI 99-4-1991: Pararrayos de óxidos metálicos sin descargadores para sistemas de corriente alterna.

ANSI/IEEE C62: Pararrayos de óxidos metálicos para redes de corriente alterna.

UNE 20-509-85 (1) (Concuerda con CISPR 18-1/1982): Características de las líneas y aparata de alta tensión, relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Descripción del fenómeno.

UNE 20-509-90 (2) (Concuerda con CISPR 18-1/1986): Características de las líneas y aparata de alta tensión, relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Métodos de medida y procedimiento para establecer los límites.

UNE 20-509-90 (3) (Concuerda con CISPR 18-3/1986): Características de las líneas y aparata de alta tensión relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Código práctico para minimizar la generación de ruido radioeléctrico.

Real Decreto 186/2016, de 6 de junio, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

En el caso de que el fabricante no cumpla las normas que se indican o existan puntos no definidos por éstas, en su oferta deberá indicar las normas usuales que utiliza, los puntos concretos en que se aplicarán estas normas y su diferencia con las requeridas, quedando a criterio de La PROPIEDAD su aprobación definitiva.

Características constructivas

Los pararrayos deberán ser del tipo de óxido de zinc. Estarán constituidos por una columna de elementos activos formados por una o varias unidades montadas unas sobre otras y conectadas eléctricamente en serie. Cada unidad de elementos activos estará alojada en una envuelta cilíndrica de porcelana o silicona, herméticamente cerrada y deberá estar provista de un limitador de presión que impida una rotura violenta de la envuelta provocada por un posible defecto del pararrayos.

Los pararrayos deberán suministrarse dispuestos para anclaje a soportes metálicos mediante tornillos, estando éstos excluidos del suministro. También estarán provistos de un terminal de puesta a tierra en la parte inferior de los mismos.

Deberán tener también una placa de características y esquema de conexiones fijada en un lugar visible. La placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella como mínimo y de forma indeleble las características que se indican a continuación:

- Fabricante.
- Tipo e identificación del pararrayos completo.
- Nº de fabricación.
- Año de fabricación.
- Normas.
- Peso total.
- Tensión más elevada de la red.
- Tensión de operación continua (COV).
- Tensión nominal.
- Frecuencia nominal.
- Corriente de descarga nominal.
- Corriente asignada al limitador de presión en kA eficaces.

- Clase de descarga de la línea.
- Nivel de contaminación soportado por la porcelana.

Todas las piezas exteriores metálicas de naturaleza férrica irán galvanizadas en caliente.

Caso de que el fabricante proponga algún aparato especial para verificación del estado del pararrayos, deberá documentar su propuesta de forma adecuada, así como incluir los accesorios para la realización de las verificaciones.

Ensayos

Todos los pararrayos se montarán completamente en fábrica y serán sometidos a los siguientes ensayos, de – Ensayo de soportabilidad del aislamiento.

Los ensayos de tipo serán los siguientes:

- Ensayo de soportabilidad de impulso de corriente de larga duración.
- Ensayos de tensión residual:
 - Con impulso de frente escarpado (1/20 μ s).
 - Con impulso tipo rayo.
 - Con impulso de maniobra.
- Ensayo en condiciones de servicio.
- Ensayos para determinar la característica tensión a frecuencia industrial frente al tiempo.
- Ensayo del limitador de presión.
- Ensayos de dispositivos de desconexión para los pararrayos.
- Ensayo de polución artificial.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de estanqueidad (si es aplicable).
- Ensayo de medida del nivel de radiointerferencias según norma UNE-20-509. acuerdo con la norma CEI 99-4: Ensayos tipo (CEI 99-4 Secc. 7)

Estos ensayos podrán ser sustituidos por el correspondiente certificado de ensayo, para pararrayos iguales a los especificados, emitido por un laboratorio de prestigio reconocido.

Ensayos de rutina (CEI 99-4 Apdo. 8.1)

Los ensayos de rutina a efectuar por el fabricante serán como mínimo:

- Medida de la tensión de referencia.
- Ensayo de la tensión residual.
- Ausencia de descargas parciales y ruido de contactos.
- Ensayo de estanqueidad sobre cada elemento del pararrayos.

Ensayos de recepción (CEI 99-4 Apdo. 8.2)

Los siguientes ensayos serán efectuados sobre uno de los pararrayos del pedido:

- Medida de la tensión a frecuencia industrial del pararrayos completo a la corriente de referencia.
- Medida de la tensión residual ante impulso tipo rayo para el pararrayos completo a la corriente de descarga nominal.
- Ensayo de descargas parciales, sometiendo el pararrayos completo a su tensión nominal y después de al menos 10 sg. bajar hasta 1,05 veces la tensión de operación continua (COV).
- Ensayo de estabilidad térmica.
- Ensayo de la medida de la corriente de fuga resistiva a tensión nominal.

Embalaje, marcado y envío

El fabricante presentará a la PROPIEDAD para su aprobación o comentarios su procedimiento de embalaje, marcado y envío.

Los equipos deberán transportarse hasta el término municipal de Íllora y Montefrío (Granada), donde estará ubicado el entro de seccionamiento, con el embalaje apropiado para resistir su almacenamiento a la intemperie durante el período de montaje.

Documentación

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA QUE SE DEBE PRESENTAR CON LA OFERTA

El ofertante deberá incluir en su oferta, la siguiente información por triplicado.

- Lista de excepciones a la presente Especificación, Las excepciones no incluidas en la lista de excepciones no tendrán validez contractual.
- Croquis de dimensiones de los pararrayos y contadores de descarga, incluyendo detalle de las bornas, esfuerzos máximos soportados por la borna de línea, detalles de anclaje, detalle de borna de tierra y peso total del aparato.
- Memoria o folleto descriptivo de los pararrayos y de los contadores de descarga ofertados.
- Descripción de los procedimientos de los ensayos requeridos en el punto 7.
- Copia de protocolos de ensayos tipo.
- Relación de normas y reglamentos en su última edición, que se tendrán en cuenta para la fabricación del equipo.
- Lista de referencias.

El ofertante deberá además incluir en su oferta un ejemplar de las Hojas de Datos totalmente cumplimentadas, requisito sin el cual la oferta no será tomada en consideración.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA QUE DEBE DE FACILITAR EL FABRICANTE DESPUÉS DE CURSADO EL PEDIDO

El suministrador de los pararrayos deberá entregar para someter a su aprobación, dentro de las tres (3) primeras semanas a partir de la fecha en que sea cursado el fax de intención, tres (3) copias de la siguiente información:

- Plano certificado de dimensiones generales de los pararrayos y contadores de descargas incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:
 - Dimensiones de los pararrayos.
 - Detalle de las bornas de línea y tierra.
 - Esfuerzos máximos soportados por la borna de línea.
 - Detalles de anclaje.
 - Peso total del pararrayos.
- Plano de la placa de características.
- Plano de las placas de identificación.
- Instrucciones de almacenamiento del equipo en obra, montaje y mantenimiento.
- Plan de fabricación y acopios.
- Certificados de ensayos.
- Certificado de calibración del contador de descargas.
- Protocolos de ensayos de recepción en fábrica.
- Protocolos de ensayo de rutina.
- Protocolos completos de ensayo tipo.

De toda la documentación, una vez aprobada por la PROPIEDAD deberán entregarse seis (6) copias. De los planos se entregará además un ejemplar reproducible y un cd con ficheros DWG de los mismos.

Toda la documentación se entregará en castellano.

Garantía

El fabricante garantiza todo el material objeto el suministro hasta la fecha de la recepción definitiva, contra cualquier defecto de diseño, de material, de fabricación o montaje, que pudiera presentarse a consecuencia de uso normal bajo las condiciones estipuladas en la Especificación Técnica.

La recepción definitiva se efectuará doce meses después de la puesta en servicio de los equipos siempre y cuando durante este tiempo no se observe ninguna anomalía.

Si se comprobara dentro del período de garantía que algún elemento o dispositivo fuese defectuoso, el fabricante está obligado a repararlo o sustituirlo, dejando nuevamente el material en perfectas condiciones de servicio, por su cuenta y riesgo, y en el plazo más breve posible.

Se establecerá un nuevo período de garantía, igual al primero, para todo elemento reparado o instalado en sustitución del defectuoso, así como para todo el material restante que pudiera resultar afectado.

3.4.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

OBJETO

El suministro y montaje se considera integrado por 2 unidades de Puestas a Tierra de aerogeneradores.

Línea de acompañamiento o de enlace de la P.a.T.

REGLAMENTACIÓN Y NORMAS

La instalación de puesta a tierra cumplimentará la reglamentación y normativa siguiente, que es de aplicación:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, según el Real Decreto 337/2014, de 9 de junio. En particular la ITC MIE-RAT 13 “Instalaciones de puesta a tierra”.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e Instrucciones complementarias. En particular la MI- BT039 “Puestas a tierra”.
- Norma UNE-21017.- Cables de cobre desnudos, semirígidos, para conductores eléctricos.
- “Instalaciones de Puesta a Tierra en Centros de Transformación” y su hoja de aplicación a la red de Compañía de Electricidad, publicado por el Dr. Ingº Industrial D. Julián Moreno Clemente (2ª edición, Málaga 1991).
- “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” publicado por UNESA.
- Norma IEEE 80-2000 en el diseño de sistemas de puesta a tierra para subestaciones.

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Características de la red:

• Tensión nominal	30 KV.
• Tensión máxima	36 KV.
• Intensidad de cortocircuito simétrico	16 KA.
• Intensidad de defecto	4,81 kA.
• Régimen de neutro	Conectado directo a tierra

Características de la Puesta a tierra:

- Puesta a tierra para protección y servicio aislada.
- Resistividad media del terreno ρS .
- Resistencia de difusión a tierra, individual para cada aerogenerador, exigida por la PROPIEDAD $R_t \leq 2 \Omega$.
- Diseño: 5 Anillos perimetral al aerogenerador de cable de cobre desnudo de 50 mm². Las conexiones entre cables se resolverán con soldadura aluminotérmica.
- El paso de los cables de tierra a través de la armadura del zócalo de la cimentación se resolverá mediante tubos pasacables flexibles de PVC. Si es preciso se cortarán en obra las barras de la parrilla afectadas por los citados tubos.
- Sistema general de puesta a tierra único: compuesto por la P. a T. de todos los aerogeneradores, líneas de enlace y malla centro de seccionamiento.

MONTAJE DE LA PUESTA A TIERRA

Para la ejecución del montaje se deberá realizar las siguientes operaciones:

- Suministro y transporte de los materiales a utilizar, hasta el Parque Eólico Dama de Baza.
- Montaje coordinado con los trabajos de obra civil de las cimentaciones de los aerogeneradores.
- Tendido del anillo con derivaciones a las picas y realización de las soldaduras aluminotérmicas.
- La conexión entre cables subterráneos se resolverá mediante soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión, con el auxilio de moldes en “T” o en “cruz” necesarios, según sus características de utilización. Tanto los cables como los moldes, en el momento del montaje deberán estar libres de impurezas y secos, en evitación de posibles porosidades en las soldaduras.
- Hincado de picas acero-cobre con los accesorios adecuados y conexión con apriete de doble tornillo.
- Colocación de tubos pasacables, a través de la parrilla de la cimentación, previo corte de aquellas por el contratista de la obra civil, si es necesario.
- Tendido de la línea de enlace de tierras con cable de cobre desnudo de 50 mm², se realizará por la misma zanja que la red de media tensión, con soldaduras aluminotérmicas para las derivaciones a cada uno de los aerogeneradores. Se efectuará en coordinación con la apertura de zanjas y con el tendido de los conductores de M.T. y de fibra óptica.

Conviene resaltar que las pletinas de cobre para conexión a la red de tierras con cable desnudo, no se posarán ni rozarán directamente sobre la torre u otros elementos metálicos, para evitar la oxidación de aquellos por formación de “par galvánico”. Esta condición se hará extensiva a las conexiones en general, que deberán resolverse mediante terminales en bronce con tornillería galvanizada. La limpieza del cable y de las superficies objeto de P.a.T., así como el terminal empleado, deberá formar un conjunto cuya resistencia de contacto eléctrico sea inferior a $2\ \Omega$.

ENSAYOS Y PRUEBAS

Se comprobará la continuidad de la línea de enlace de tierras, entre aerogeneradores y centro de seccionamiento.

Se procederá a la comprobación de las soldaduras aluminotérmicas, mediante corte de un muestreo ($\approx 5\%$) de las mismas para verificar la ausencia de porosidades.

Se verificará, mediante telurómetro, la resistencia de difusión a tierra del sistema general de tierras y de cada de aerogenerador.

Mediante inyección de 5 A, como mínimo, se procederá a la medición de las tensiones de paso y de contacto, en los puntos de acceso al C.T. de la torre y en la periferia de ésta. Los resultados deberán ser inferiores a los admisibles según los cálculos.

Si los valores obtenidos, no fueran los adecuados, se adoptarán las reformas o ampliaciones necesarias de acuerdo con la Dirección de Obra.

3.5 CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL

Cumplirán lo estipulado en Pliego específico de obra civil.

4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1 ORDEN DE LOS TRABAJOS

El técnico Director de Obra dispondrá el orden en que deberán realizarse las obras y a la vista de las incidencias que puedan presentarse, introducir las modificaciones y adecuaciones que considere necesarias para la correcta ejecución de las mismas, siempre y cuando los materiales y unidades de obra se ajusten a lo establecido.

4.2 REPLANTEO

El Director de Obra podrá exigir con carácter previo al replanteo, la presentación para su inspección de prototipos o modelos de los materiales a instalar con la finalidad de confrontarlos con los materiales proyectados, así como las certificaciones de calidad que estime conveniente, pudiendo ordenar la realización de cuantas pruebas y ensayos considere necesarios, hasta un máximo del 1% del presupuesto de ejecución material, que serán por cuenta del Contratista adjudicatario de las obras.

El replanteo será una operación minuciosa definiendo, la correcta ubicación de las torres de los aerogeneradores, detallando la situación de las cimentaciones, trazado de las zanjas, redes eléctricas y otras, procediendo a situar las correspondientes señales en cantidad y situación adecuadas, quedando desde dicho momento la responsabilidad del mantenimiento de dichas señales al cargo del Contratista adjudicatario.

El replanteo deberá realizarse por el Director de Obra en presencia del Contratista adjudicatario de las mismas, acompañado del Técnico encargado de su ejecución y del titular o solicitante de las instalaciones.

De todo lo actuado se levantará acta de replanteo, en la que se hará constar, en su caso, los cambios de los materiales y unidades de obra admitidos, plazos de ejecución y plan de obra y, en general, cuantas incidencias se estimen oportunas. Dicha acta de replanteo será suscrita por el Técnico Director de Obra, por el Contratista adjudicatario y por el titular o solicitante de las instalaciones.

4.3 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se realizarán de acuerdo con el Programa de Trabajo, con estricta sujeción a lo establecido en el presente Proyecto, con los materiales y unidades de obra definidos en este Pliego, y previamente aceptados por el Director de la Obra. Su ejecución, en general, se ajustará a lo que se considere buena práctica.

4.3.1 EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

Líneas de Media Tensión en tierra

Se instalarán en zanjas de una profundidad de 0,90 m. Con anchuras de 0,60m hasta 2 líneas, de 0,80m para 3 líneas y de 1 m para 4 y 5 líneas. En su caso, el fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, colocando un lecho de arena tamizada o lavada de río suelta y áspera, inerte, de 10 cm. Seguidamente se tenderán los cables agrupados en ternas, recubriéndolos con una capa de arena de 20 cm. compactada, y sobre ella ladrillos testigo, rellenándola con tierras seleccionadas procedentes de la excavación compactada mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 30 cm., densidad 95% P.M. como mínimo.

A 30cm de la superficie se colocarán las cintas de señalización de peligro.

Líneas de Media Tensión en cruces de calzada y de paso por áreas de maniobra

Se instalarán en zanjas de una profundidad de 0,90 m y una anchura de 1,00 m. El fondo de la zanja se dejará limpio de piedras y cascotes, preparando un lecho de hormigón HM-20 de 10 cm., colocando tantos tubos de polietileno de alta densidad, PE.AD., corrugado de doble capa, 160 mm Ø como líneas, rellenándolos a la vez con hormigón formando un dado de 0,60m de profundidad por 1,00m de anchura.

El resto de zanja se rellenará con tierra de excavación debidamente compactada según los criterios ya indicados, previamente a su terminación se tenderán unas cintas de señalización de peligro a 0,30m de la superficie.

Instalación de los conductores de M.T.

En las bobinas, que serán de origen y en el conductor, figurarán el tipo del mismo, la sección y el nombre del fabricante.

Se realizarán al menos ensayos de aislamiento, de propagaciones de llama y agua, verificación dimensional, medida de resistencia eléctrica y control de continuidad una vez instalado.

Cada línea será conductores unipolares agrupados en ternas y en posición de triángulo equilátero para igualar impedancias, atadas por cremalleras de plástico cada metro.

El tendido de conductores se realizará con sumo cuidado, sobre rodillos, evitando roces perjudiciales y tracciones exageradas, no dándose en ellos curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo, con especial atención a los pasos de caminos y entrada-salida a los centros de los aerogeneradores.

Su conexionado y empalmes se realizarán con terminales adecuados al tipo de instalación, características y sección del cable.

Los extremos de los conductores almacenados o en fase de montaje deberán encintarse adecuadamente para evitar la entrada de humedad.

4.4 COMIENZO DE LAS OBRAS

Las obras se iniciarán después de la adjudicación, salvo en caso de que el Contratista indique como resultado el mismo que debe modificar el programa de trabajo incluido en su oferta. En este caso una vez aprobado el programa de trabajo, las obras deben iniciarse dentro de los dos días siguientes a la aprobación del programa de trabajo definitivo.

En cualquier caso, serán prioritarias las condiciones del contrato y la coordinación con la obra civil general.

4.5 ENSAYOS Y PRUEBAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Durante el transcurso de las obras el Técnico Director de Obra realizará, entre otras, las siguientes comprobaciones:

- Confrontación de los distintos materiales de los Centros de transformación y de las redes de Media Tensión, tales como, conductores, aparellajes, equipos y otros.
- Verificación de los cruzamientos y trazados de las redes eléctricas subterráneas, comprobando el cumplimiento del régimen mínimo de distancias con otros servicios e instalaciones.
- Medición de las unidades de obra antes de su cerramiento o terminación.
- Comprobación de la instalación y estética general.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la realización de la instalación no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales u obras, en cualquier forma que se realicen, no atenúan las obligaciones a subsanar o reponer que el Contratista contrae si las instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el acto de reconocimiento final y pruebas de recepción.

4.6 ACOPIOS

Queda terminantemente prohibido efectuar acopios de materiales cualquiera que sea su naturaleza, sin haber solicitado previamente autorización al Director de las Obras, sobre el lugar a efectuar dichos acopios.

Los materiales se acopiarán en forma tal, que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en obra, y de la forma que el Ingeniero Director prescriba.

Los daños que pudieran derivarse de la ocupación de terrenos, así como de los cánones que pudieran solicitarse por los propietarios de los mismos al ser utilizados como lugares de acopio, serán de absoluta carga para el Contratista, no responsabilizándose la Dirección ni del abono de dichos cánones ni de los daños que pudieran derivarse de su uso.

4.7 DIRECCIÓN E INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista está obligado a prestar su colaboración al Ingeniero Director de las Obras, para el mejor cumplimiento de las funciones de éste. Es decir, facilitará el acceso a todas las unidades de obra en ejecución, tanto en el campo como en talleres y los medios necesarios para efectuar las comprobaciones o ensayos que el Ingeniero Director estime pertinentes.

Todas estas comprobaciones se harán en presencia de un representante legal del Contratista, que éste deberá nombrar antes de dar comienzo a los trabajos y que actuará como tal ante la Dirección de la Obra a todos los efectos a que se le requiera durante la ejecución de los trabajos.

Siempre que para ello sea requerido, el Contratista deberá dar su conformidad a los partes de obra haciendo constar los reparos que pudiera oponer a dichos partes.

Todos los planos de detalle preparados durante la ejecución de las obras deberán estar aprobados por el Ingeniero Director de las Obras, sin cuyo requisito no podrían ejecutarse los trabajos correspondientes.

4.8 REPRESENTACIÓN FACULTATIVA DEL CONTRATISTA

La representación facultativa del Contratista en la obra deberá ser a nivel de técnico industrial competente, con conocimientos, experiencia y atribuciones suficientes para poder realizar la instalación bajo las órdenes del Director de Obra.

4.9 OBRAS ACCESORIAS

Será obligación de la Contrata, la ejecución de las obras de recibido de aparatos, aparellaje, cuadros, mecanismos, etc., y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones, cuya liquidación se hará en la forma que se detalla en el capítulo correspondiente.

4.10 DETALLES OMITIDOS

Todos aquellos detalles que por su minuciosidad pueden haberse omitido en este Pliego y resulten necesarios para la completa y perfecta terminación de las obras, quedan a la determinación exclusiva de la Dirección de las Obras, en tiempo oportuno, y la Contrata se halla obligada a su ejecución y cumplimiento sin derecho a reclamación alguna.

4.11 RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATA

La Contrata será la única responsable de la ejecución de las Obras, no teniendo derecho a indemnización de ninguna clase por errores que pudiera cometer y que serán de su cuenta y riesgo.

Aún después de la recepción la Contrata viene obligada a rectificar toda deficiencia que sea advertida por la Dirección de Obra. El desmontaje o reparación precisa, será de exclusivo cargo de la Contrata. Así mismo, la Contrata se responsabilizará ante los Tribunales de los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución de las obras.

5 PRUEBAS PARA RECEPCIONES

5.1 CONTROL DE MATERIALES. ENSAYOS

El adjudicatario pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra todos los acopios de material que realice para que ésta compruebe que corresponden al tipo y fabricante aceptados y que cumplen las Prescripciones Técnicas correspondientes.

La ejecución de los ensayos y pruebas necesarias para comprobar la calidad de los materiales empleados se ordenará por la Dirección de Obra y se realizará a cargo del Contratista.

5.1.1 ENSAYOS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN DE M.T. - MATERIALES

Para recepcionar las instalaciones se realizarán como mínimo las pruebas y ensayos indicados en el Capítulo III, de este Pliego.

5.2 PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Para la recepción de las obras, una vez terminadas, la Dirección de la Obra, procederá en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente Proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de la Obra.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión de servicio normal y demostrado su perfecto funcionamiento.

5.2.1 CONDICIÓN PREVIA AL RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS

Antes del reconocimiento de las obras, el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas completamente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

5.2.2 PRUEBAS RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN

Durante la obra y una vez finalizada la misma, la Dirección Técnica verificará que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes de Aparellaje y Conductores.

5.2.3 PRUEBAS DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SECCIONAMIENTO

Celdas de Media Tensión

Las pruebas y ensayos a que han de ser sometidas las celdas de M.T. una vez terminada su fabricación, son los siguientes:

Prueba de operación mecánica:

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores, seccionadores y demás aparellaje, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos

Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación. Se probará cinco veces cada sistema.

Verificación de cableado

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

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.

Ensayo a onda de choque 1,2/50 μ seg.

Se deberá disponer del protocolo de pruebas realizadas a la tensión (1,2/50 μ seg) especificada en la columna 2 de la tabla II de la norma UNE-20.099. El procedimiento de ensayo se realizó según lo especificado en el punto 24.3 de dicha norma.

Verificación del grado de protección

El grado de protección será verificado de acuerdo con el punto 30.1 de la norma UNE-20.099.

Generales de los Centros de Transformación

- Se medirán la resistencia de difusión a tierra individualmente para cada C.T., debiendo alcanzar un valor $R_t \leq 2 \Omega$.
- Medición del sistema general único de la red de tierras.
- Medición de las tensiones de paso y de contacto en cada centro.

6 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

6.1 GENERALIDADES

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o, simplemente, por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el Presupuesto y se abonarán a los precios señalados en el mismo, o prioritariamente a los que figuren en el contrato con la PROPIEDAD.

En los precios se consideran incluidos:

- a) Los materiales con todos sus accesorios, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- b) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- c) En su caso, los gastos de personal, combustible, energía, amortización, conservación, etc. de la maquinaria que se prevea utilizar en la ejecución de la unidad de obra.
- d) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificaciones de almacenes y talleres, los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra; los causados por los medios y obras auxiliares, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos que, al ejecutar las obras deben ser utilizados o realizados.

La medición y abono al Contratista, de obras ejecutadas, deben referirse a unidades totalmente terminadas, a juicio exclusivo del Director de Obra. Solamente en casos excepcionales, con autorización de la PROPIEDAD se incluirán obras incompletas y acopios de materiales.

Las unidades de obra que por una junior facilidad al confeccionar los presupuestos se hayan agrupado para construir un presupuesto parcial, deberán medirse y abonarse individualmente.

La medición de las unidades de obra ejecutadas se llevará a cabo conjuntamente por el Director de Obra y el Contratista siendo a cuenta de este último todos los gastos de materiales y personal que se originen.

6.2 ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas, en su caso, en el presupuesto, serán de abono íntegro, salvo que en el título de la partida se indique expresamente que es a justificar, lo que deberá hacerse con precios del Proyecto, siempre que sea posible y, en caso contrario, con precios contradictorios.

El abono íntegro de la partida alzada se producirá cuando hayan sido, completa y satisfactoriamente, ejecutadas todas las obras que en conjunto comprende. En ningún caso podrá exigirse por el Contratista cantidad suplementaria alguna sobre el importe de la partida alzada, a pretexto de un junior coste de las obras a realizar con cargo a la misma.

6.3 MEDICIÓN Y ABONO DE LA EXCAVACIÓN

La excavación se medirá por su volumen referido al terreno y no a los productos extraídos.

El precio en m3 de excavación comprende:

- Todas las operaciones necesarias para la ejecución de la excavación, cualquiera que sea la naturaleza del terreno.
- El transporte a vertedero de los productos sobrantes, con independencia de la distancia a que se encuentre y, si es necesario, el extendido o arreglo de los productos vertidos.
- El refino de la superficie de la excavación.
- La limpieza de las calzadas y caminos que hayan resultado ensuciadas por los productos resultantes de la excavación.
- Cuantos medios y obras auxiliares sean precisos, tales como accesos provisionales, entibaciones, desagües, desvío de cauces, extracciones de agua, agotamientos, pasos provisionales, apeos de canalizaciones, protecciones, señales, etc.

No se tendrá en cuenta la profundidad de la excavación cuando no se indique en el precio.

No serán abonables los excesos de excavación que ejecute el Contratista sobre los volúmenes teóricos deducidos de los planos órdenes de la Dirección de la Obra y perfiles reales del terreno, ni tampoco los desprendimientos.

No obstante, prevalecerán los criterios plasmados en el pliego específico de la Obra civil.

6.4 MEDICIÓN Y ABONO DEL RELLENO

El relleno se medirá y abonará por su volumen, referido al terreno y no a los productos sueltos necesarios.

El precio del m3 de relleno comprende: todas las operaciones necesarias para formar el relleno con los productos indicados, la compactación o consolidación de los mismos, el refino de la superficie, el transporte a vertedero de los productos no utilizados y cuantos medios y obras auxiliares sean necesarios.

No serán abonables los excesos de rellenos ejecutados por el Contratista sobre los volúmenes teóricos deducidos de los planos, órdenes de la Dirección de las Obras y perfiles reales del terreno.

Prevalecerán los criterios indicados en el Pliego de la Obra civil.

6.5 ABONO DE LOS MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES, DE LOS ENSAYOS Y DE LOS DETALLES IMPREVISTOS

No serán de abono independiente:

Los medios y obras auxiliares indicadas.

Los gastos ocasionados por la realización de los ensayos hasta un 1% del presupuesto.

6.6 MEDICIÓN Y ABONO DE OBRAS NO INCLUIDAS

Cuando sea necesario ejecutar unidades de obra no incluidas en el presente Proyecto, el precio contradictorio correspondiente será calculado, siempre que sea posible, tomando como base los mismos precios de los elementos descompuestos que han servido para formar los que figuran en este Proyecto.

Para estas unidades especificará claramente la forma de medición al convenir el precio contradictorio y, si no es así, se estará a lo admitido en la práctica habitual.

7 DISPOSICIONES FINALES

7.1 CARÁCTER DE ESTE CONTRATO

Es voluntad de ambas partes contratantes, que una vez aceptados el presente Pliego de Condiciones en sus apartados “A” OBRA CIVIL y “B” ELECTRICIDAD, tenga, respecto a su cumplimiento la misma fuerza y valor que una escritura pública, debidamente otorgada con el reintegro correspondiente a la Hacienda. Tanto la PROPIEDAD, como la Contrata, se reservan la facultad de elevar este documento a escritura pública, en cualquier estado de la obra.

Los impuestos, serán del exclusivo cargo de la Contrata, así como todas las demás contribuciones.

En Madrid, julio del 2020

El Ingeniero Técnico Industrial

Javier Aparicio Bermejo,

Nº de colegiado 4.836 por el COIMCE



CAPÍTULO V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se adjunta el presente Estudio de Seguridad y Salud a efectos de dar cumplimiento al RD. 1627/1997 de 24 de Octubre, que en su art.4 nos dice:

1.- El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2.- En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio de Seguridad y Salud laboral (en lo sucesivo E.S.S.), tiene por objeto cumplimentar las previsiones contenidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS, con la descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hallas de utilizarse en la presente obra, así como con los sistemas de ejecución de las empresas subcontratadas, trabajadores autónomos, industriales y oficios que han de intervenir en dichos trabajos.

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La vigencia del Estudio de Seguridad y Salud se inicia desde la fecha en que se produzca el visado del proyecto base de ejecución por el Colegio Oficial Correspondiente y la aprobación expresa del Plan de Seguridad, por el Coordinador en materia de Seguridad e Higiene durante la ejecución de la Obra, responsable de su control y seguimiento.

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa constructora, el dependiente de otras empresas subcontratadas por esta y los distintos trabajadores autónomos, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

1.3 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN

- Ley 31/1.995, Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.

1.3.1 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD E HIGIENE

- R.D. 1627/97 por el que se establece la obligatoriedad de la inclusión de un estudio básico de seguridad e higiene en el trabajo, en los proyectos de construcción (B.O.E de 25/10/97).

1.3.2 REGLAMENTOS

- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11/03/2006.
- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (R.D 485/97 B.O.E 23/04/97). Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (R.D 842 de 2/8/02. B.O.E de 18/9/02).
- R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs).

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 B.O.E de 12/06/97.
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 B.O.E de 07/07/97.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, B.O.E de 31/01/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de Abril B.O.E de 23/04/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de Abril, B.O.E de 23/04/97.
- R.D. 171/04 de 30/01/04, por el que se desarrolla el Artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, B.O.E. 31/01- 04, de prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de Actividades Empresariales y sus correcciones.
- Protección de la Salud de los Trabajadores contra los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo corrección de erratas. (R.D. 374/01 de 6 de Abril, B.O.E.01/05/01).
- Disposiciones mínimas para la protección de la Salud y Seguridad de los trabajadores frente al Riesgo Eléctrico, R.D.614/01 de 8 de Junio, B.O.E. 21/06/01.
- Modificación del R.D. 665/97, de 12 de Junio, sobre la protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los Agentes Mutágenos, R.D.349/03 de 21 de Marzo, B.O.E. 05/04/03.
- Protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores Expuestos a los Riesgos Derivados de las Atmósferas Explosivas en el lugar de trabajo, R.D. 681/03 de 12 de Junio, B.O.E. 18/06/03.

1.3.3 NORMAS

- Norma Básica de la Edificación.
- Normas NTE que les sean de aplicación, según fase de obra. Normas UNE que les sean de aplicación.

1.4 EMPRESA RESPONSABLE DEL PLAN DE SEGURIDAD

No se ha determinado a fecha actual la empresa responsable.

1.5 RELACIÓN DE ELEMENTOS A UTILIZAR

Está previsto que se utilicen durante el transcurso de la obra la siguiente maquinaria, máquinas herramientas y herramientas siguientes:

Movimiento de tierras.

Martillo rompedor Retroexcavadora Pala cargadora

Excavadora de draga de arrastre Zanjadora continua

Transporte horizontal.

Carretilla por pinzas elevadoras o torito Camión basculante

Maquinaria de elevación.

Cabrestante (maquinillo) Puente grúa

Maquinaria para hormigones.

Bomba de hormigón hidráulica Camión hormigonera Autohormigonera

Proyectadora de mortero y hormigones

Maquinaria para compactación y pavimentación.

Extendedora

Rodillo vibrante autopropulsado Explanadora

Maquinaria transformadora de energía.

Motor eléctrico

Máquinas herramientas.

Martillo neumático.

Electroesmeriladora (radial)

Tronzadora de metal

Tronzadora de cerámica

Sierra de cinta

Amasadora

Herramientas.

Eléctricas portátiles

Hidráulicas portátiles

De corte y soldadura de metales

Herramientas de mano

1.6 IMPLANTACIONES DE SALUBRIDAD Y CONFORT

La contrata principal, así como las empresas subcontratadas vinculadas contractualmente con ella, asume en primera instancia la dotación y mantenimiento de la implantación para albergar, en condiciones de salubridad y confort equivalentes, a la totalidad del personal que participe en esta obra.

El cargo de amortización, alquileres y limpieza, derivados de la dotación y equipamiento de estas instalaciones provisionales del personal en obra, se prorrateará por parte de la empresa constructora en función de las necesidades de utilización tanto del personal propio como del subcontratado en condiciones de una utilización no discriminatoria, funcional y digna.

El cálculo estimativo de las condiciones de utilización de este tipo de implantación provisional de obra será el siguiente:

Comedores colectivos:

Se dotará cuando más de 10 trabajadores tomen su comida en la obra. Superficie aconsejable: 1,20 m por persona.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Bancos corridos y mesas de superficie fácil de limpiar (hule, tablero fenólico o laminado). Dimensiones previstas: 0,65 m lineal por persona.

Dotación de agua: Un grifo y fregadero por cada 10 usuarios del refectorio y un botijo por cada 5 productores.

Plancha, hornillo o parrilla a gas, electricidad o de combustión de madera para calentar la comida, a razón de un punto de calor para cada 12 operarios.

Recipiente hermético de 60 l de capacidad y escoba con recogedor para facilitar el acopio y retirada de desperdicios, por cada 20 productores.

Retretes:

Estarán separados por sexos

Situados en lugar aislado de los comedores y vestuarios. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación continua.

Una placa turca o inodoro de taza alta cada 25 hombres o fracción. Un inodoro de taza alta cada 15 mujeres o fracción.

Espacio mínimo por cabina de evacuación: 1,5 m x 2,3 m con puertas de ventilación inferior y superior.

Equipamiento mínimo por cabina: papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a la red de saneamiento o fosa séptica. Disponer de productos para garantizar la higiene y limpieza.

Vestuarios:

Separados por sexos

Superficie aconsejable: 1,25 m² por persona. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno.

Útiles de limpieza: Serrín, escobas, recogedor, cubo de basura con tapa hermética, fregona y ambientador.

Suelo liso y aislado térmicamente.

Una taquilla guardarropa dotada de cierre individual mediante clave o llave y doble compartimento (separación del vestuario de trabajo y el de calle) y dos perchas por cada trabajador contratado o subcontratado directamente por la empresa constructora

Bancos corridos o sillas.

Una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.

Pileta corrida para el aseo personal: Un grifo por cada 10 usuarios. Jaboneras, portarrollos, toalleros, según el número de duchas y grifos. Un espejo de 40 x 50 cm mínimo, por cada 25 trabajadores o fracción. Rollos de papel, toalla o secadores automáticos.

Instalaciones de agua caliente y fría.

“En caso de obras o instalaciones en el interior de locales o de adecuación de los mismo, se justificará para ese proyecto, el cumplimiento del R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en lugares de Trabajo”.

1.7 BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

Es obligatorio en todos los centros de trabajo.

Equipamiento mínimo aconsejable del armario botiquín:

Desinfectantes y antisépticos autorizados

Gasas estériles. Algodón hidrófilo.

Venda.

Esparadrapo. Apósitos adhesivos.

Tijeras.

Pinzas.

Guantes desechables.

2 RIESGOS LABORALES EVITABLES MEDIDAS PREVENTIVAS

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS RIESGOS LABORALES QUE PUEDAN SER EVITADOS

El análisis con detenimiento de la obra nos permitirá conocer y evaluar los distintos riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores, este análisis nos conducirá a poder adoptar en la obra un proceso de actuación preventiva, estableciendo las condiciones de seguridad óptimas que garanticen la integridad de los trabajadores no solo físicamente sino en el más amplio concepto de salud laboral.

Es por tanto premisa previa indispensable esta identificación de los riesgos laborales en las obras para afrontar con éxito los compromisos mediante los cuales la empresa constructora desarrollará desde el punto de vista preventivo cada una de las distintas actuaciones constructivas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud para esta obra.

Esta evaluación inicial de riesgos, que su vez viene contemplada en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Profesionales, tendrá a efectos reales, el carácter de NORMA DE SEGURIDAD de obligado cumplimiento en el interior del recinto de la obra, por lo que viene a representar en la práctica un Plan Específico de Seguridad para cada actividad o fase constructiva que intervenga en el proceso de realización de este proyecto.

La evaluación e identificación de los riesgos laborales, establece, divulga e impone para esta obra, una serie de medidas preventivas y determina el comportamiento que se debe seguir o al que se deben ajustar las operaciones y la forma de actuación del trabajador y sus compañeros en cada uno de los tajos, comportamiento este extensivo a todas las empresas contratadas directa o indirectamente para esta obra por la empresa constructora principal.

La evaluación inicial de riesgos elaborada en el Estudio de Seguridad y Salud, es solamente un documento informativo y genérico de los riesgos a que están expuestos los trabajadores, el posterior Plan de Seguridad y Salud elaborado por la empresa constructora y adaptado a las posibilidades de la misma, tendrá el carácter de verdadera Evaluación Inicial de Riesgos laborales que hace mención la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DE CARÁCTER GENÉRICO MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Identificación de los riesgos

Caída de operarios a mismo nivel. (Tránsito por la obra)

Caída de operarios a distinto nivel (Andamios, escaleras de mano, huecos, etc.)

Caída de objetos sobre operarios en manipulación de los mismos.

Caída de objetos sobre operarios (Trabajos a distintos niveles.)

Choques o golpes contra objetos móviles

Choques o golpes contra objetos inmóviles.

Atrapamientos.

Aplastamientos

Contactos eléctricos directos e indirectos.

Proyección de partículas a ojos.

Cortes en manos y pies por objetos o herramientas.

Pisadas sobre objetos cortantes o punzantes Atropello de vehículos.

Medidas preventivas a adoptar

Las medidas preventivas a adoptar con carácter general en una obra están encaminadas a ofrecer una protección colectiva y eliminar los riesgos detectados, por tanto, con carácter general, en la obra se adoptarán las medidas preventivas señaladas en el Anexo 1 adjunto y que le sean de aplicación.

2.1.2 RELACIÓN DE LAS FASES DE OBRA E IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES PARTICULARES A CADA UNA DE ELLAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Esta obra la estudiaremos dividida en las siguientes fases de obra, que serán objeto de estudio detallado en anejos independientes:

Demolición mecánica

Desbroce mecánico

Desbroce manual

Demolición especial

Demolición manual

Excavación manual

Excavación mecánica

Excavación a cielo abierto

Hormigonado con bomba

Hormigonado directo

Muros pantalla

Taludes

Hormigonado de cimientos con cubilote

Encofrado de pilares

Encofrado de forjados y losas

Ferrallado de muros y pantallas

Ferrallado de soportes y pilares

Forjados de viguetas y bovedillas

Consolidación de terrenos

Entibaciones

Estructura metálica

Estructura de hormigón armado, cubilote

Estructura de hormigón armado, bomba

Albañilería

Carpintería metálica

Montaje de líneas eléctricas en alta tensión

3 RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS – MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS

Existe la máxima de seguridad que dice “Se ha de proteger la obra de forma que el trabajador este protegido, hasta el punto de que, aunque quiera accidentarse, no pueda”.

Esta norma es claramente una quimera, pues en la práctica, por muy bien protegida que tengamos la obra y por muy bien estudiado y puesta en marcha que este el Plan de Seguridad de una obra, siempre habrá una multitud de causas que pueden originar un accidente. Bien conocido por todos es la gran movilidad que existe en una obra, llegado el caso de decirse que una obra es un ser vivo, que crece día a día y que está en continua evolución.

Es por esto por lo que intentar llegar a la protección integral total es prácticamente imposible. Por ello se ha de prever una serie de riesgos de carácter inevitables, los cuales hemos de intentar minimizar fundamentalmente con equipos de protección personal, prendas estas que por sí solas son claramente insuficientes pero que junto a los sistemas de protección colectiva hacen y logran una protección integral, mejorable con la propia evolución de la obra, pero que pueden ser considerado como el único realmente viable y constatable.

Entre estos riesgos inevitables, cabe destacar:

Lumbalgias por sobreesfuerzos

Contaminaciones acústicas

Lesiones por exposición a vibraciones.

Contactos eléctricos.

Vuelcos de maquinaria o vehículos.

Cuerpos extraños en ojos.

Contactos con sustancias corrosivas.

Caída de materiales en proceso de manipulación.

Caída de materiales por desplome.

Golpes o cortes con herramientas y/o materiales.

Pisadas sobre objetos punzantes.

Inhalación de sustancias tóxicas.

Caída de operarios a mismo nivel.

Caída de operarios a distinto nivel, por/en/desde:

Zanjas

Escaleras fijas o móviles.

Huecos de forjado.

Andamios. Etc.

3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS QUE PALIEN LOS RIESGOS INEVITABLES

Las medidas preventivas que palien los efectos de los riesgos inevitables son tan diversas como fases de obra estemos ejecutando, así hemos de tener en cuenta:

Talud natural del terreno.

Entibaciones.

Limpieza.

Apuntalamientos.

Redes.

Mallazos

Pasos o pasarelas.

Iluminación adecuada.

Carcasas o resguardos de máquinas.

Protección de escaleras.

Sistemas de evacuación de escombros.

Limpieza de zona de trabajo.

Plataformas de descarga de materiales.

Caminos de circulación.

Andamios de seguridad.

Barandillas.

Etc.

También se ha de tener en cuenta que, aunque todos estos sistemas de seguridad estén correctamente ejecutados, hemos de prever el fallo y por tanto se ha de tener en cuenta la protección individual con el único fin de minimizar las consecuencias que puede originar un accidente de trabajo.

Por ello se ha de dotar a los trabajadores de las prendas de protección o equipos de protección individual que sean imprescindibles y que ello no sea en detrimento de la protección colectiva, única arma eficaz de combatir con cierto rigor técnico y eficaz la lacra de los accidentes en las obras de construcción, entre estas prendas tenemos:

Casco de seguridad

Botas o calzado de seguridad.

Gafas de seguridad

Mascarilla de filtro mecánico.

Mascarillas de filtros químicos

Guantes de lona y piel

Protectores auditivos.

Cinturón de seguridad.

Cinturón antivibratorio

Ropa de trabajo.

Traje de agua

Pantallas de soldador.

Herramientas aislantes.

Etc.

3.3 EFICACIA DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

La eficacia de las medidas preventivas de los riesgos inevitables, no se puede evaluar de forma independientemente de las de los riesgos evitables, ya que partiremos de la base de que todos los riesgos han de ser evitados, por lo que evaluaremos la eficacia de las medidas adoptadas cuando o bien no se produzcan accidentes, en cuyo caso presumiremos que las mismas han sido eficaces, o por el contrario en la fatal consecución de un accidente, en la que una vez analizado el mismo adoptaremos las medidas pertinentes para que no pueda originarse nuevamente.

ANEXO 1.- MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENÉRICO**4 PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS****Redes de seguridad**

Paños de dimensiones ajustadas al hueco a proteger, de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla 7,5 x 7,5 cm, diámetro de hilo 4 mm y cuerda de recercado perimetral de 12 mm de diámetro, de conformidad a norma UNE 81- 650 - 80.

Pescantes de sustentación de redes en fachadas

Horcas metálicas comerciales, homologadas o certificadas por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, constituidas por un mástil vertical (de 8 m de longitud generalmente) coronado por un brazo acartelado (de 2 m de voladizo generalmente), confeccionado con tubo rectangular en chapa de acero de 3mm de espesor y 5 x 10 cm de sección, protegido anticorrosión y pintado por inmersión.

El conjunto del sistema queda constituido por paños de red de seguridad según norma UNE 81-650-80, colocadas con su lado menor (7 m) emplazado verticalmente, cubriendo la previsible parábola de caída de personas u objetos desde el forjado superior de trabajo y cuerdas de izado y ligazón entre paños también de poliamida de alta tenacidad de 10 mm de diámetro, enanos de anclaje y embolsamiento inferior del paño confeccionados con "caliqueños" de redondo corrugado de 8 mm de diámetro, embebidos en el canto del forjado y distanciados 50 cm entre sí; cajetines sobre el forjado u omegas de redondo corrugado de 12 mm de diámetro, situadas en voladizo y en el canto del forjado para el paso y bloqueo del mástil del pescante, sólidamente afianzados todos sus elementos entre sí, capaz de resistir todo el conjunto la retención puntual de un objeto de 100 kg. de peso, desprendido desde una altura de 6 m por encima de la zona de embolsamiento, a una velocidad de 2 m/seg.

Montaje

Deberá instalarse este sistema de red cuando se tengan realizados la solera de planta baja y un forjado.

Una vez colocada la horca, se instalará un pasador en el extremo inferior para evitar que el brazo pueda girar en sentido horizontal.

Ciclo normal de utilización y desmontaje

Los movimientos posteriores de elevación de la red a las distintas plantas de la obra, se ejecutarán siguiendo los movimientos realizados en la primera. El desmontaje se efectúa siguiendo el ciclo inverso al montaje. Tanto en el primer caso como en el segundo, los operarios deberán estar protegidos contra las caídas de altura mediante protecciones colectivas, cuando por el proceso de montaje y desmontaje las redes pierdan la función de protección colectiva.

NOTA: El sistema tradicional de protección de mástiles y redes puede ser sustituido, si así se ha previsto en el Proyecto, por pasarelas perimetrales en voladizo, tipo consola o ménsulas de soporte para redes horizontales. En cualquiera de los sistemas de protección colectiva contra caídas de altura que se adopte será preceptiva la homologación o certificación de idoneidad expedido por el fabricante.

Condena de huecos horizontales con mallazo

Confeccionada con mallazo electrosoldado de redondo de diámetro mínimo 3 mm y tamaño máximo de retícula de 100 x 100 mm, embebido perimetralmente en el zuncho de hormigón, capaz de garantizar una resistencia $> 1.500 \text{ N/m}^2$ (150 Kg/m²).

Marquesinas rígidas

Apantallamiento en previsión de caídas de objetos, compuesto de una estructura de soporte generalmente metálica en forma de ménsula o pies derechos, cuajada horizontalmente de tablonos durmientes de reparto y tableros, capaces de retener, sin colapsarse, un objeto de 100 Kg de peso, desprendido desde una altura de 20 m, a una velocidad inicial de 2 m/s.

Plataforma de carga y descarga

La carga y descarga de materiales se realizará mediante el empleo de plataformas metálicas en voladizo.

Estas plataformas deberán reunir las características siguientes:

Muelle de descarga industrial de estructura metálica, emplazable en voladizo, sobresaliendo de los huecos verticales de fachada, de unos 2,5 m² de superficie.

Dotado de barandilla de seguridad de 1 m de altura en sus dos laterales y cadena de acceso y tope de retención de medios auxiliares desplazables mediante ruedas en la parte frontal.

El piso de chapa industrial lagrimeada de 3mm de espesor, estará emplazada al mismo nivel del forjado de trabajo sin rampas ni escalones de discontinuidad.

Podrá disponer opcionalmente de trampilla practicable para permitir el paso del cable de la grúa torre si se opta por colocar todas las plataformas bajo la misma vertical.

El conjunto deberá ser capaz de soportar descargas de 2.000 Kg/m² y deberán tener como mínimo un certificado de idoneidad, resistencia portante y estabilidad, garantizado por el fabricante, si se siguen sus instrucciones de montaje y utilización.

Barandillas de protección

Antepechos provisionales de cerramiento de huecos verticales y perímetro de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m, constituidos por balaustre, rodapié de 20 cm de altura, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 1 m de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal suficiente.

Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular

Previamente a su montaje se habrán de examinar en obra que todos sus elementos no tengan defectos apreciables a simple vista, calculando con un coeficiente de seguridad igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje, estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el Responsable Técnico del Contratista Principal a pie de obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

En el andamio de sujeción por pernos no se deberá aplicar a los mismos un par de apriete superior al fijado por el fabricante, a fin de no sobrepasar el límite elástico del acero restando rigidez al nudo.

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tabloncillos, carriles (perfiles en "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Se comprobará durante el montaje la verticalidad de los montantes. La longitud máxima de los montantes para soportar cargas comprendidas entre 125 Kg/m², no será superior a 2.00 m.

Para soportar cargas inferiores a 125 kg/m², la longitud máxima de los montantes será de 2,30 m.

Se comprobará durante el montaje la horizontalidad entre largueros. La distancia vertical máxima entre largueros consecutivos no será superior a 2 m.

Los montantes y largueros estarán grapados sólidamente a la estructura, tanto horizontal como verticalmente, cada 3 m como mínimo. Únicamente pueden instalarse aisladamente los andamios de estructura tubular cuando la plataforma de trabajo esté a una altura no superior a cuatro veces el lado más pequeño de su base.

En el andamio de pórticos, se respetará escrupulosamente las zonas destinadas a albergar las zancas interiores de escaleras, así como las trampillas de acceso al interior de las plataformas. En el caso de tratarse de algún modelo antiguo, carente de escaleras interiores, se dispondrá lateralmente y adosada, una torre de escaleras completamente equipada, o en último extremo una escalera "de gato" adosada al montante del andamio, equipada con aros salvacaídas o sirga de amarre tensada verticalmente para anclaje del dispositivo de deslizamiento y retención del cinturón anticaídas de los operarios.

Las plataformas de trabajo serán las normalizadas por el fabricante para sus andamios y no se depositarán cargas sobre los mismos salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Quedará un pasaje mínimo de 0,60 m libre de todo obstáculo (anchura mínima de la plataforma con carga 0,80 m). El peso sobre la plataforma de los materiales, máquina, herramientas y personas, será inferior a la carga de trabajo prevista por el fabricante.

Reparto uniforme de cargas, sin provocar desequilibrios.

La barandilla perimetral dispondrá de todas las características reglamentarias de seguridad enunciadas anteriormente.

El piso de la plataforma de trabajo sobre los andamios tubulares de pórtico, será la normalizada por el fabricante. En aquellos casos que excepcionalmente se tengan que realizar la plataforma con madera, esta será escuadrada con tabloncillos sanos, sin nudos y sin pintar y ofrecerá una resistencia suficiente para el objeto a que se destina.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de las mismas, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m, distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical.

Excepcionalmente la barandilla interior del lado del paramento vertical podrá tener en este caso 0,60 m de altura como mínimo.

Las pasarelas o rampas de intercomunicación entre plataformas de trabajo tendrán las características enunciadas más adelante.

Andamio de Borriquetas

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera o sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasará sin arriostrar los 3 m, y entre 3 y 6 m se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de suficiente resistencia.

Andamios colgados móviles

NOTA: Su empleo debe ser restringido al máximo.

Los sistemas de sujeción, soportes, cables, mecanismos de elevación y plataformas de trabajo, deben estar avalados por algún organismo de certificación nacional o extranjero de solvencia técnica contrastada.

Se seguirán las instrucciones de montaje conforme a las especificaciones del fabricante, quedando prohibido intercambiar elementos entre sistemas y efectuar lastrados con materiales fungibles o inestables.

Los pescantes no deben contrapesarse de no ser homologados por el fabricante e instalados conforme a sus instrucciones de montaje. Por regla general, se anclarán al forjado mediante pernos roscados y piezas metálicas (en los forjados unidireccionales deberán abarcar tres viguetas), o bien redondos embutidos en el forjado que abracen la cola del pescante, provistos de tetones soldados para impedir el deslizamiento del cable portante.

Es básico en este tipo de andamiaje el que se efectúen revisiones antes de su empleo, principalmente en lo que se refiere a los cables de sustentación de la plataforma y el mecanismo de elevación de la misma.

El aparejo deberá disponer de los siguientes sistemas de seguridad:

- Trinquete de retención que actúa sobre el mecanismo interior, impidiendo su descenso.
- Trinquete que evita a la manivela girar en el sentido de descenso, a no ser que se accione intencionadamente el embrague.
- Freno de expansión accionado por el propio peso del andamio.
- Dispositivo de guías interiores para los cables, impidiendo que éstos se traben.

Se rechazarán todos los cables en los que se encuentren más del 10 % de hilos rotos, asimismo éstos estarán siempre libres de nudos, torceduras, "jaulas" u otros defectos.

Se deberá efectuar periódicamente (máximo 1 año) el desmontaje para la limpieza y cambio de piezas si fuera necesario, del mecanismo de elevación.

Se someterán siempre a una prueba a plena carga uniformemente repartida del doble a la que se prevea vaya a soportar, durante 24 horas a 1 m del suelo, manteniendo horizontalmente la andamiada. Para trabajos habituales comúnmente utilizados, ésta carga viene a ser de 500 kg.

Si los módulos de andamio se unen entre sí, la máxima longitud horizontal de la andamiada no superará en ningún caso 8 m. Es decir, si los módulos son de 2,65 m de longitud, no sobrepasarán las tres unidades.

En todo caso, la unión de andamios se efectuará mediante dispositivos de seguridad o trinquetes dispuestos en los puntos de articulación que rigidicen la andamiada en caso de rotura de cables o aparejos.

Al montar la andamiada se dispondrán en los extremos liras extremas, y en los intermedios liras intermedias, que permitan el paso de los operarios.

Efectuar la operación de ascenso y descenso con tantos operarios como mecanismos de elevación existan para que, de esta forma, la plataforma ascienda o descienda asegurando en todo momento su horizontalidad.

La plataforma deberá permanecer horizontal durante los trabajos.

No sobrecargar las plataformas de trabajo con materiales u otros elementos.

Se controlará el buen estado de la superficie de tránsito de la plataforma, no debiéndose pintar si ésta es de madera salvo con barnices transparentes, para evitar que queden ocultos posibles defectos.

En andamios colgados aislados, así como en los módulos de esquina y retranqueo, se añadirán verticales y paralelos a los cables de suspensión, otros segundos cables que quedarán en su parte superior amarrados sólidamente a la estructura, pero en lugar diferente a los pescantes de los cables de suspensión, equipados con dispositivos tipo "seguricable" fijado al andamio con independencia del aparejo de elevación y descenso. Este sistema es el único que garantiza la estabilidad de la plataforma en caso de fallo o rotura de los elementos de sustentación.

Los operarios que trabajen sobre estos andamios deben utilizar cinturón de seguridad anticaídas (dotados de arnés tipo paracaidista), que sujetarán a puntos fijos de la estructura o a sirga de seguridad dotada de nudo de seguridad deslizante y autoestrangulable al entrar en carga, o dispositivo de deslizamiento y anclaje anticaídas, suspendida y amarrada a un punto fijo de la estructura del edificio, situado por encima de la plataforma de trabajo. Esta medida de seguridad, aconsejable para todo trabajo en altura sobre plataformas móviles, será rigurosamente obligatoria en tajos sobre andamios colgantes aislados y módulos esquineros que carezcan del segundo cable de seguridad y dispositivo "seguricable" perfectamente instalado.

Cargas

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

La barandilla perimetral estará equipada con rodapiés de 0,20 m de altura.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m de la línea de alta tensión más próxima, o 3 m en baja tensión.

Características de las tablas o tablonos que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos: Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4 x 15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lías a las borriquetas.

Estará prohibido el uso de esta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.

A partir de 2 m de altura habrá que instalar barandilla perimetral completa o, en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable de acero tensas.

Plataformas de trabajo

Durante la realización de los trabajos, las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características:

- Anchura mínima 60 cm (tres tablonos de 20 cm de ancho).

- La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadría de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm si se trata de abeto).
- Longitud máxima entre apoyos de tablonos 2,50 m.
- Los elementos de madera no pueden montar entre si formando escalones ni sobresalir en forma de llantas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.
- No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm), únicamente rebasarán esta distancia cuando tenga que volar 0.60 m, como mínimo de la arista vertical en los ángulos formados por paramentos verticales de la obra.
- Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg/ml.

Altura mínima a partir del nivel del suelo

La distancia entre el pavimento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el pavimento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 2.00 m.

Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 2.00 m.

Pasarelas

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre huecos, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto, realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnalda de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

- Su anchura útil mínima será de 0,80 m.
- Dispondrá de barandillas completas a alturas de acceso con diferencias de nivel superiores a 2 m
- Inclinación máxima admisible: 25 %.
- La nivelación transversal debe estar garantizada.
- Su superficie debe ser lisa y antideslizante.

Protecciones y resguardos en máquinas

Toda la maquinaria utilizada durante la fase de obra objeto de este procedimiento, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

Escaleras portátiles

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera, en función a la tarea a que esté destinado.

Las escaleras de mano deberán de reunir las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas. Como mínimo deberán reunir las siguientes condiciones:

- Largueros de una sola pieza.
- Peldaños bien ensamblados, no clavados.
- En las de madera el elemento protector será transparente.
- Las bases de los montantes estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante. Y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Espacio igual entre peldaños y distanciados entre 25 y 35 cm Su anchura mínima será de 50 cm
- En las metálicas los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.
- Las escaleras de mano nunca se apoyarán sobre materiales sueltos, sino sobre superficies planas y resistentes.
- Se apoyarán sobre los montantes.
- El ascenso y descenso se efectuará siempre frente a las mismas.
- Si la escalera no puede amarrarse a la estructura, se precisará un operario auxiliar en su base.

En las inmediaciones de líneas eléctricas se mantendrán las distancias de seguridad. Alta tensión: 5 m. Baja tensión: 3 m.

Las escaleras de tijeras estarán provistas de cadenas o cables que impidan su abertura al ser utilizadas, así como topes en su extremo superior.

Escaleras de mano de un solo cuerpo

No deberán salvar más de 5 m de altura, a no ser que estén reforzadas, siempre se acuerdo con las condiciones y limitaciones establecidas por el fabricante.

La inclinación de la escalera apoyada deberá estar en torno a los 75 grados.

La parte superior de los montantes debe sobrepasar en un metro su punto superior de apoyo. Escaleras de mano telescópicas:

- Dispondrán como máximo de dos tramos de prolongación, además del de base, cuya longitud máxima total del conjunto no superará los 12 m.
- Estarán equipadas con dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud de la escalera en cualquier posición, de forma que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.
- La anchura de su base no podrá ser nunca inferior a 75 cm, siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que amplíen esta distancia.

Cuerda de retenida

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la trayectoria de los equipos, en su aproximación a la zona de colocación o acopio, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

Aparatos elevadores (Grúas torre)

Básicamente deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos de reglaje durante su utilización:

- Traslación.
- Momento de vuelco.
- Carga máxima.
- Final de recorrido de gancho de elevación.
- Final de recorrido de carro.
- Final de recorrido de orientación.
- Anemómetro.
- Seguridad eléctrica de sobrecarga.
- Puenteado para paso de simple a doble reenvío.
- Seguridades físicas para casos especiales.
- Seguridades físicas de los medios auxiliares accesorios para el transporte y elevación de cargas.

Seguridad de traslación

Se coloca en la parte inferior de la grúa torre, adosada a la base y consiste normalmente en un microrruptor tipo "lira" o similar que, al ser accionado por un resbalón colocado en ambos extremos de la vía, detiene la traslación de la grúa en el sentido deseado y permite que se traslade en sentido opuesto. Los resbalones se colocan como mínimo 1 m antes de los topes de la vía y éstos un metro antes del final del carril, de esta forma queda asegurada eléctrica y mecánicamente la parada correcta de la traslación de la grúa.

Seguridad de momento de vuelco

Es la medida preventiva más importante de la grúa, dado que impide el trabajar con cargas y distancias que pongan en peligro la estabilidad de la grúa.

En las grúas torre normales, la seguridad de momento consiste en una barra situada en alguna zona de la grúa que trabaje a tracción (p.e. atado de tirante) y que dicha tracción sea proporcional al momento de vuelco de la carga. En las grúas autodesplegables, este dispositivo de seguridad va colocado en el tirante posterior. En ambos casos, se gradúa la seguridad de tal forma que no corte con la carga nominal en punta de flecha e impide los movimientos de "elevación y carro adelante", al sobrecargar por encima de la carga nominal en punta de flecha.

En grúas de gran tamaño, puede ser interesante el disponer de dos sistemas de seguridad antivuelco, graduados para carga en punta y en pie de flecha, por variación de sensibilidad. A su vez, el sistema de seguridad puede ser de una etapa (o corte directo) o de tres etapas con aviso previo (bocina, luz y corte).

Seguridad de carga máxima

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cabrestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pié de flecha.

Normalmente van montadas en pié de flecha o contraflecha y están formadas por arandelas tipo "Schnrr", accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un microrruptor que impide la ELEVACION de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia ADELANTE. Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10%.

Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descensor del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De esta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

Seguridad de final de recorrido de carro

Impide que el carro se traslade más adelante o más atrás que los puntos deseados en ambos extremos de la flecha. Su actuación se realiza mediante un reductor que acciona dos levas excéntricas que actúan sobre dos microrruptores, que cortan el movimiento ADELANTE en punta de flecha y ATRAS en pie de flecha.

Como complemento, y más hacia los extremos, se encuentran los topes elásticos del carro que impiden que éste se salga de las guías, aunque fallen los dispositivos de seguridad.

Seguridad de final de recorrido de orientación

Este sistema de seguridad es de sumo interés cuando se hace preciso regular el campo de trabajo de la grúa en su zona de orientación de barrido horizontal (p.e. en presencia de obstáculos tales como edificios u otras grúas).

Normalmente consiste en una rueda dentada accionada por la corona y que, a través de un reductor, acciona unas levas que actúan sobre los correspondientes microrruptores.

Funciona siempre con un equipo limitador de orientación, que impide que la grúa de siempre vueltas en el mismo sentido. El campo de reglaje es de 1/4 de vuelta a 4 vueltas y permite que la "columna montante" del cable eléctrico no se deteriore por torsión.

En las grúas con cabestraste en mástil o "parte fija" ayuda a la buena conservación del cable de elevación.

Anemómetro

Sirve para avisar y detener la grúa cuando la velocidad del viento sobrepasa determinados valores. Se taran normalmente para avisar (bocina) entre 40/50 Km/h y para parar la grúa entre 50/60 Km/h.

Consiste en un anemómetro provisto de 2 microrruptores colocados de forma que su accionamiento se efectúe a las velocidades previstas.

Debe colocarse en los lugares de la grúa más expuestos a la acción del viento (p.e. en punta de torreta).

Seguridades eléctricas de sobrecarga

Sirven para proteger los motores de elevación de varias velocidades, impidiendo que se puedan elevar las cargas pesadas a velocidades no previstas. Para ello, existe un contactor auxiliar que sólo permite pasar por ejemplo de 2ª a 3ª velocidad, cuando la carga en 2ª da un valor en Amperios menor al predeterminado. Este sistema de seguridad suele ser independiente de los relés térmicos.

Normas de carácter general

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.

En las fases de transporte y colocación de las armaduras, en ningún momento los operarios estarán debajo de la carga suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas o ganchos con pestillo de seguridad.

El gruista, antes de iniciar los trabajos, comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los limitadores de giro, si los tuviera.

Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra.

Se seguirán las siguientes normas de seguridad:

- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se realizarán tiros sesgados.
- No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería deberá ser subsanado por personal especializado.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.
- Nunca se dará más de una vuelta a la orientación en el mismo sentido, para evitar el retorcimiento del cable de elevación.
- Cuando existan zonas del centro de trabajo que no queden dentro del campo de visión del gruista, será asistido por uno o varios trabajadores que darán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento y parada.

- Al terminar el trabajo se dejará desconectada la grúa y se pondrá la pluma en veleta. Si la grúa es sobre raíles se sujetará mediante las correspondientes mordazas.
- Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

Eslingas de cadena

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

Eslinga de cable

A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

Cable "de llamada"

Seguricable paralelo e independiente al principal de izado y sustentación de las cestas sobre las que tenga que trabajar el personal: Variables según los fabricantes y los dispositivos de afianzamiento y bloqueo utilizados.

Adecuación del tajo en el lugar de carga

Establecer un canal de entrada y salida de las unidades de acopio y evacuación de materiales en general Establecer un ritmo de trabajo que evite las acumulaciones.

Trabajar desde la cota superior hacia la inferior para aprovechar la fuerza de la gravedad.

Caída de objetos

Se evitará el paso de persona bajo las cargas suspendidas en todo caso se acotarán las áreas de trabajo.

Las parrillas de armaduras empleadas para la realización de muros pantalla se colgarán para su transporte por medio de vigas de reparto o eslingas de brazos múltiples para asegurar el izado sin tensiones, bien eslingadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

El izado de los materiales alargados, se realizará manteniendo la horizontalidad de los mismos.

Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza

Las aperturas de huecos horizontales, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

En verano, proceder al regado previo de las zonas de paso y de trabajo que puedan originar polvareda durante el trasiego de armaduras.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.,) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

La distancia mínima entre las partes móviles más salientes de la maquinaria empleada para el preformado, acopios de armaduras y alcance de las mismas, y los obstáculos verticales más próximos, será de 70 cm en horizontal y 2,50 m en altura en los obstáculos horizontales para evitar alcances a personas.

Protección de personas contra contactos eléctricos

La instalación eléctrica estará ajustada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por instalador homologado.

Cables adecuados a la carga que han de soportar, conexicionados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindadas e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque.

Fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 78 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas a instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Los cables eléctricos que presenten defectos de recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{tensión (en KV)}/100$.

Tajos en condiciones de humedad muy elevada: es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

Prevención de incendios, orden y limpieza

Junto a los acopios de materiales combustibles, en oficinas y almacenes, se dispondrá de unos extintores adecuados en número y capacidad al riesgo de incendio de la zona.

El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios. Como es obvio, no se debe utilizar jamás agua o espumas, para combatir conatos de incendio en grupos electrógenos o instalaciones eléctricas en general.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de aparcamiento de maquinaria en general.

Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo

Establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.

Estará terminantemente prohibido colocar focos para alumbrado reposando sobre las armaduras.

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, redes, mallazo o ménsula que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

Se efectuarán apuntalamientos cuando los encofrados no tengan garantías de estabilidad durante la fase de colocación de armaduras. Se ejecutarán recalces cuando el comportamiento de la cimentación contigua o el terreno inestable contiguo a la zona de armado lo exija.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de conformación y montaje de armaduras y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

Señalización de seguridad

El Real Decreto 485/97 de 14 de Abril, BOE de 23/4/97 establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad.

Señales de prohibición

Forma:	Circulo
Color de seguridad:	Rojo
Color de contraste:	Blanco
Color de Símbolo:	Negro

Señales de indicación de peligro

Forma:	Triángulo equilátero
Color de seguridad:	Amarillo

Color de contraste: Negro

Color de símbolo: Negro

Señales de información de seguridad

Forma: Rectangular

Color de seguridad: Verde

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

Señales de obligación

Forma: Circulo

Color de seguridad: Azul

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

Señales de información

Forma: Rectangular

Color de seguridad: Azul

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

Señalización y localización equipos contra incendios

Forma: Rectangular

Color de seguridad: Rojo

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

Las dimensiones de las señales serán las siguientes:

La superficie de la señal, S (m²), ha de ser tal que $S > L^2/2000$, siendo L la distancia máxima en (m) de observación prevista para una señal (formula aplicable para $L < 50$ m).

En general se adoptarán los valores normalizados por UNE 175, serie A.

Las señales de seguridad pueden ser complementadas por letreros preventivos auxiliares que contienen un texto proporcionando información complementaria. Se utiliza conjuntamente con la señal normalizada de seguridad. Son de forma rectangular, con la misma dimensión máxima de la señal que acompañan, y colocadas debajo de ellas.

Este tipo de señales se encuentran en el mercado en diferentes soportes (plásticos, aluminio, etc.) y en distintas calidades y tipos de acabado (reflectante, fotoluminescente, etc.).

Cinta de señalización y de delimitación de zona de trabajo

En caso de señalizar obstáculos, zonas de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinándose 60° con la horizontal.

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalizar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

Señales óptico acústicas de vehículos de obra

Las máquinas autoportantes que ocasionalmente puedan intervenir en la evacuación de materiales de la excavación manual deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lantas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

Iluminación

Se atenderá a lo dispuesto por el R.D. 486/1.997 Zonas de paso: 50 lux

Zonas de trabajo: 200 lux

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad. Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

5 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

5.1 ORDENACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

5.1.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

Identificar los riesgos laborales que puedan ser evitados, con indicación de las medidas preventivas. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.

Combatir los riesgos en su origen.

Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud (ergonomía).

Tener en cuenta la evolución de la técnica.

Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.

Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores, formación e información.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

5.1.2 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, orientando esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponiendo de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas.

La empresa constructora deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de Seguridad y Salud laboral, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

5.1.3 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

Se adoptarán las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Se comprobará que los subcontratistas o empresas con las que se contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre Seguridad y Salud laboral en el trabajo.

Se vigilará que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

Se vigilará que los trabajadores autónomos cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

5.2 ORGANIGRAMA FUNCIONAL

5.2.1 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

En los términos y con las modalidades previstas en las disposiciones vigentes, dispondrán de servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos. El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio será organizado por el contratista directamente.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.

Evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores. Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia. La asistencia para la correcta información y formación de los trabajadores.

Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinar, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, el personal de estos servicios, en cuanto a su formación, especialidad, capacitación, dedicación y número, así como los recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar en función del tamaño de la empresa, tipos de riesgo a los que puedan enfrentarse los trabajadores y distribución de riesgos en la obra, todo ello al amparo de dispuesto por el R.D. 39/97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

5.2.2 LOS REPRESENTANTES DE LOS TRABAJADORES

Los representantes del personal que en materia de prevención de riesgos hayan de constituirse según las disposiciones vigentes, contarán con una especial formación y conocimiento sobre Seguridad y Salud laboral en el Trabajo, de acuerdo con el anexo IV del R.D. 39/97.

El contratista deberá proporcionar a los representantes de los trabajadores la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de "sus funciones, por sus propios medios o por entidades especializadas en la materia. Dicha formación se reitera con la periodicidad necesaria.

5.2.3 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se constituirá obligatoriamente un Comité de Seguridad y Salud cuando la obra cuente con más de 50 trabajadores. Estará compuesto por los representantes de los trabajadores y por el contratista o sus representantes, en igual número. Su organización, funciones, competencias y facultades serán las determinadas legalmente.

5.2.4 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, TÉCNICOS Y MANDOS INTERMEDIOS

El contratista deberá nombrar, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del Estudio de Seguridad y Salud laboral y será su representante e interlocutor ante el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, en el supuesto de no ejercitar por sí mismo tales funciones de manera permanente y continuada.

Antes del inicio de la obra, el contratista habrá de dar conocimiento al Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra, de quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas del mismo, caso que se produzcan.

La persona asignada para ello deberá estar especializada en prevención de riesgos profesionales y acreditar tal capacitación mediante la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El coordinador de la seguridad deberá ejercer sus funciones de manera permanente y continuada, para lo que le será preciso prestar la dedicación adecuada, debiendo acompañar en sus visitas a la obra al responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud y recibir de éste las órdenes e instrucciones que procedan, así como ejecutar las acciones preventivas que de las mismas pudieran derivarse.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, encargados y capataces adscritos a la obra, tanto de la empresa principal como de las subcontratas, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso, el contratista deberá determinar, antes del inicio de la obra, los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma.

5.2.5 COORDINACIÓN DE LOS DISTINTOS ÓRGANOS ESPECIALIZADOS

Los distintos órganos especializados que coincidan en la obra, deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva, estableciéndose por parte del contratista la programación de las diversas acciones, de modo que se consiga una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso y se posibilite el desarrollo de sus funciones y competencias en la Seguridad y Salud laboral del conjunto de la obra.

El contratista de la obra o su representante en materia de prevención de riesgos deberán poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud cuantas acciones preventivas hayan de tomarse durante el curso de la obra por los distintos órganos especializados.

El contratista principal organizará la coordinación y cooperación en materia de seguridad y salud que propicien actuaciones conjuntas sin interferencias, mediante un intercambio constante de información sobre las acciones previstas o en ejecución y cuantas reuniones sean necesarias para contraste de pronunciamientos y puesta en común de las actuaciones a emprender.

5.3 NORMAS GENERALES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

5.3.1 TOMA DE DECISIONES

Con independencia de que por parte del contratista, su representante, los representantes legales de los trabajadores o Autoridad Laboral se pueda llevar a cabo la vigilancia y control de la aplicación correcta y adecuada de las medidas preventivas recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud, la toma de decisiones en relación con el mismo

corresponderá al responsable de la prevención, salvo que se trate de casos en que hayan de adoptarse medidas urgentes sobre la marcha que, en cualquier caso, podrán ser modificadas con posterioridad si el referido técnico no las estima adecuadas.

En aquellos otros supuestos de riesgos graves e inminentes para la salud de los trabajadores que hagan necesaria la paralización de los trabajos, la decisión deberá tomarse por quien detecte la anomalía referida y esté facultado para ello sin necesidad de contar con la aprobación previa del responsable de la Seguridad y Salud, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

5.3.2 EVALUACIÓN CONTINUA DE LOS RIESGOS

Por parte del contratista principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado, antes de reiniciar los trabajos afectados.

Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el contratista deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsible y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

5.3.3 CONTROLES PERIÓDICOS

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciaren indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el contratista deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el contratista deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias.

La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplen la normativa de protección de la salud de los trabajadores y las previsiones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, en la ejecución de los trabajos que desarrollen en la obra.

El personal directivo de la empresa principal, delegado o representante del contratista, técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra deben cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud laboral y las normas o disposiciones vigentes sobre la materia.

5.3.4 ADECUACIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y ADOPCIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se apreciase por el contratista la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable de la Seguridad y Salud laboral su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

Cuando el responsable de la Seguridad y Salud laboral observase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral y requiriese la adopción de las medidas correctoras que procedan, vendrá obligado su ejecución en el plazo que se fije para ello. A la empresa constructora, no le será exigible por la Autoridad Laboral ni por la Propiedad, la responsabilidad "in vigilando", de las diversas empresas de contrata no vinculadas contractualmente, de forma directa o indirecta con ella.

5.3.5 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando se observase la existencia de riesgo de especial gravedad o de urgencia, se dispondrá la paralización de los tajos afectados o de la totalidad de la obra, en su caso, debiendo la empresa principal asegurar el conocimiento de dicha medida a los trabajadores afectados.

Si con posterioridad a la decisión de paralización se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo motivador de tal decisión o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas paralizadas mediante la orden oportuna.

El personal directivo de la empresa principal o representante del mismo, así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, habrán de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes o de otros siniestros profesionales.

A su vez, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud, siempre que se hubiese informado al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información los casos en que el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. En los supuestos reseñados no podrá pedirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado. De todo ello deberá informarse, por parte del contratista principal o su representante, a los trabajadores, con antelación al inicio de la obra o en el momento de su incorporación a ésta.

5.3.6 REGISTRO Y COMUNICACIÓN DE DATOS E INCIDENCIAS

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral. Las anotaciones en el referido libro sólo podrán ser efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección facultativa, por el contratista principal, por los subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los Organismos de la Administración autónoma, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de Seguridad y Salud laboral y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el contratista principal deberá remitir en el plazo máximo de 24 horas copias a la Inspección de Trabajo de la provincia en que se realiza la obra, al responsable del seguimiento y control del Plan, al Comité de Salud y Seguridad y al representante de los trabajadores. Conservará las destinadas a sí mismo, adecuadamente agrupadas, en la propia obra, a disposición de los anteriormente relacionados.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la Seguridad y salud laboral que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral. Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del contratista, y a ellos deberán tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

5.3.7 COLABORACIÓN CON EL RESPONSABLE DEL SEGUIMIENTO DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

El contratista deberá proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral cuantos medios sean precisos para que pueda llevar a cabo su labor de inspección y vigilancia.

El contratista se encargará de coordinar las diversas actuaciones de seguimiento y control que se lleven a cabo por los distintos órganos facultados para ello, de manera que no se produzcan interferencias y contradicciones en la acción preventiva y deberá, igualmente, establecer los mecanismos que faciliten la colaboración e interconexión entre los órganos referidos.

El contratista habrá de posibilitar que el responsable del seguimiento y control del Plan pueda seguir el desarrollo de las inspecciones e investigaciones que lleven a cabo los órganos competentes.

Del resultado de las visitas a obra del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se dará cuenta por parte del contratista principal a los representantes de los trabajadores.

5.4 REUNIONES DE SEGUIMIENTO Y CONTROL INTERNO

Las reuniones de seguimiento y control interno de la Seguridad y Salud laboral de la obra tendrán como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como propiciar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la Seguridad y Salud laboral de la obra.

En las reuniones del Comité de S. y S., participarán, con voz, pero sin voto, además de sus elementos constitutivos, los responsables técnicos de la seguridad de la empresa. Pueden participar en las mismas condiciones, trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones a debatir en dicho órgano, o técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones del Comité.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueren, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o las que se estimen convenientes por quienes estén facultados para ello.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente o por los Convenios Colectivos Provinciales, las reuniones se celebrarán en la propia obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

Por cada reunión que se celebre se extenderá el acta correspondiente, en la que se recojan las deliberaciones y acuerdos adoptados. El contratista o su representante vienen obligados a proporcionar al responsable de Seguridad y Salud laboral cuanta información o documentación le sea solicitada por el mismo sobre las cuestiones debatidas.

Se llevará, asimismo, un libro de actas y se redactará una memoria de actividades, y en casos graves y especiales de accidentes, o enfermedades profesionales se emitirá un informe completo con el resultado de las investigaciones realizadas y la documentación se pondrá a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, el contratista principal deberá promover, además, las que sean necesarias para posibilitar la debida coordinación entre los diversos órganos especializados y entre las distintas empresas o subcontratas que pudieran concurrir en la obra, con la finalidad de unificar criterios y evitar interferencias y disparidades contraproducentes.

6 FORMACIÓN E INFORMACIÓN

6.1 ACCIONES FORMATIVAS

6.1.1 NORMAS LEGALES

Como mínimo los Delegados de Prevención y sucesivamente todo el personal recibirá formación de acuerdo con el Anexo IV del R.D. 39/97 El contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

6.1.2 CONTENIDO DE LAS ACCIONES DE FORMACIÓN

- a) A nivel de mandos intermedios, el contenido de las sesiones de formación estará principalmente integrado, entre otros, por los siguientes temas:
 - Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra.
 - Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes y estadillos de régimen interior.
 - Normativa sobre Seguridad y Salud laboral. Factores técnicos y humanos.
 - Elección adecuada de los métodos de trabajo para atenuar el trabajo monótono y repetitivo. Protecciones colectivas e individuales.
 - Salud laboral.
 - Socorrismo y primeros auxilios.
 - Organización de la Seguridad y Salud laboral de la obra. Responsabilidades.
 - Obligaciones y derechos de los trabajadores.
- b) A nivel de operarios, el contenido de las sesiones de formación se seleccionará fundamentalmente en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado principalmente, entre otros, por los siguientes temas:
 - Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de Seguridad y Salud laboral Causas y consecuencias de los accidentes.
 - Normas de Seguridad y Salud laboral (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc).

- Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
 - Socorrismo y primeros auxilios.
 - Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
 - Salud laboral.
 - Obligaciones y derechos.
- c) A nivel de representantes de los trabajadores en materia de SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, el contenido de las sesiones de formación estará integrado, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:
- Investigación de los accidentes y partes de accidentes. Estadística de la siniestralidad.
 - Inspecciones de seguridad.
 - Legislación sobre Seguridad y Salud laboral. Responsabilidades.
 - Coordinación con otros órganos especializados.

6.1.3 ORGANIZACIÓN DE LA ACCIÓN FORMATIVA

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud laboral contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia específica de Seguridad y Salud laboral sean los más aconsejables en cada caso.

En el Plan de Seguridad y Salud laboral que haya de presentar el contratista se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con lo preceptuado en el presente Pliego y según lo establecido, en su caso, por los Convenios Colectivos, precisándose de forma detallada: número, duración por cada sesión, períodos de impetración, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

6.2 INSTRUCCIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del contratista o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El contratista habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento y otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el contratista o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

6.3 INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN

El contratista o sus representantes en la obra deberán informar a los trabajadores de:

Los resultados de las valoraciones y controles del medio-ambiente laboral correspondientes a sus puestos de trabajo, así como los datos relativos a su estado de salud en relación con los riesgos a los que puedan encontrarse expuesto.

Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas o deban adoptarse por el contratista, en su caso, especialmente aquéllas cuya ejecución corresponde al propio trabajador y, en particular, las referidas a riesgo grave e inminente.

La existencia de un riesgo grave e inminente que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas o que deban adoptarse en materia de protección, incluyendo las relativas a la evacuación de su puesto de trabajo.

Esta información, cuando proceda, deberá darse lo antes posible.

El derecho que tienen a paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud y no se hubiesen podido poner en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico o, habiéndoselo comunicado a éste, no se hubiesen adoptado las medidas correctivas necesarias.

Las informaciones anteriormente mencionadas deberán ser proporcionadas personalmente al trabajador, dentro del horario laboral o fuera del mismo, considerándose en ambos casos como tiempo de trabajo el empleado para tal comunicación.

Asimismo, habrá de proporcionarse información a los trabajadores, por el contratista o sus representantes en la obra, sobre:

Obligaciones y derechos del contratista y de los trabajadores.

Funciones y facultades de los Servicios de Prevención, Comités de Salud y Seguridad y delegados de Prevención. Servicios médicos y de asistencia sanitaria con indicación del nombre y ubicación del centro asistencial al que acudir en caso de accidente.

Organigrama funcional del personal de Seguridad y Salud laboral de la empresa adscrita a la obra y de los órganos de prevención que inciden en la misma.

Datos sobre el seguimiento de la siniestralidad y sobre las actuaciones preventivas que se llevan a cabo en la obra por la empresa.

Estudios, investigaciones y estadísticas sobre la salud de los trabajadores.

Toda la información referida se le suministrará por escrito a los trabajadores o, en su defecto, se expondrá en lugares visibles y accesibles a los mismos, como oficina de obra, vestuarios o comedores, en cuyo caso habrá de darse conocimiento de ello.

El contratista deberá disponer en la oficina de obra de un ejemplar del Plan de Seguridad y Salud laboral aprobado y de las normas y disposiciones vigentes que incidan en la obra.

En la oficina de obra se contará, también, con un ejemplar del Plan y de las normas señaladas, para ponerlos a disposición de cuantas personas o instituciones hayan de intervenir, reglamentariamente, en relación con ellos.

El contratista o sus representantes deberán proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral toda la información documental relativa a las distintas incidencias que puedan producirse en relación con dicho Plan y con las condiciones de trabajo de la obra.

El contratista deberá colocar en lugares visibles de la obra rótulos o carteles anunciadores, con mensajes preventivos de sensibilización y motivación colectiva. Deberá exponer, asimismo, los que le sean proporcionados por los organismos e instituciones competentes en la materia sobre campañas de divulgación.

El contratista deberá publicar mediante cartel indicado, en lugar visible y accesible a todos los trabajadores, la constitución del organigrama funcional de la Seguridad y Salud laboral de la obra y de los distintos órganos especializados en materia de prevención de riesgos que incidan en la misma, con expresión del nombre, razón jurídica, categoría a cualificación, localización y funciones de cada componente de los mismos. De igual forma habrá de publicar las variaciones que durante el curso de la obra se produzcan en el seno de dichos órganos.

6.4 ATRIBUCIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL PERSONAL FACULTATIVO DE OBRA

Independiente de las atribuciones, obligaciones y responsabilidades que el R.D.1426/97 establece para los Responsables de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra y durante la elaboración del proyecto, las cuales vienen definidas en el mismo.

La empresa constructora en su estructura de gestión empresarial tiene fijado para todos sus Centros de Trabajo, el sistema de "Seguridad Integrada", es decir considera que la Seguridad, la Higiene, la Prevención de Pérdidas y el Control de la Calidad Total, son tareas directivas a realizar por las diferentes "Líneas de Mando" habituales en la misma y que incluyen desde la Alta Dirección hasta Jefes de Equipo, Capataces así como los Responsables Técnicos a pie de obra de las empresas subcontratadas, siendo todos ellos, y a su nivel, Supervisores de Seguridad. Por principio, el Supervisor es responsable de cuantas actividades se desarrollen en su área de competencia, incluyendo naturalmente, la seguridad de las personas e instalaciones a su cargo.

A la hora de establecer prioridades, la Prevención de Accidentes ocupa el mismo nivel de importancia que la Producción, la Calidad y los Costos.

A continuación, van descritas las más relevantes funciones de tipo general, entre las que destacan:

1. Encargados de que todos los que participan en una operación bajo su mando reciben el entrenamiento adecuado para la realización de los trabajos a ellos encomendados con un grado aceptable de aseguramiento de la calidad y del control de los riesgos para las personas y las cosas.
2. Encargados de que los Planes de Seguridad que afecten a su área de trabajo estén actualizados, a disposición de los ejecutantes y que sea exigido su cumplimiento.
3. Encargados de que exista la información suficiente sobre los riesgos de exposición a los productos, medios auxiliares, máquinas y herramientas utilizadas en su área de responsabilidad. Si no existiese, deberá solicitarla al suministrador o departamento competente para facilitarla, y en última instancia, al Director o Responsable de su Centro de Trabajo.
4. Encargados de que en su área se cumpla con el programa de Seguridad, previamente establecido.
5. Encargados de que exista en su área de responsabilidad y se realice prácticamente un programa rutinario de comprobación del entorno laboral, los medios, aparatos y dispositivos que existan en relación con la Prevención. En particular:

Prendas y Equipos de Protección Individual, su estado y mínimos de utilización. Sistemas de Protección Colectiva y su eficacia preventiva.

Equipos de detección de riesgos higiénicos y comprobación del medio ambiente de trabajo.

Estado de limpieza y salubridad de las instalaciones de implantación provisional a utilizar por el personal de obra. Estado y funcionamiento de los recipientes de gases a presión, retimbrado de los mismos y válvulas de seguridad.

Mangueras y juntas de expansión.

Maquinaria, máquinas herramientas, instrumentos críticos, medios auxiliares, aparatos de elevación, herramientas y en general todos aquellos sistemas o equipos que se consideren problemáticos o peligrosos en condiciones normales de trabajo.

Condiciones climatológicas adversas.

Almacenamiento de productos tóxicos, contaminantes y/o peligrosos. Etc.

1. Encargados de efectuar las revisiones de Seguridad del área a su cargo, en relación con las distintas operaciones que allí se realicen. En el caso de que su realización se salga fuera de su competencia, solicitarla de los correspondientes Servicios o Especialistas, propios o concertados.
2. Encargados de informar, mediante reuniones de seguridad, charlas de tajo u otros medios, siempre que ocurra un accidente o incidente potencialmente importantes en su área de responsabilidad, para su estudio y análisis o cuando lo crea oportuno para la motivación o la formación en Prevención.
3. Encargados de solicitar a su superior jerárquico y cumplir las revisiones de seguridad de nuevas instalaciones, así como sugerir mejoras para la modificación de las existentes.
4. Encargados asimismo de garantizar la clasificación de los riesgos y la prelación de los distintos niveles preventivos en la utilización de todos los productos y energías incluidos en los procesos de trabajo desarrollados en su área.
5. Encargados de preparar los trabajos e instalaciones para realizar las tareas de Mantenimiento Preventivo, proporcionando a los ejecutantes la información y los medios necesarios para su realización con seguridad.
6. Encargados de cumplir y hacer cumplir la reglamentación vigente en materia de seguridad, las Normas Internas de Seguridad de su propia empresa y las contenidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en lo que respecta al personal propio como al subcontratado.

7. Encargados de notificar jerárquicamente a su Dirección la producción de cualquier incidente o accidente que ocurra en sus instalaciones e iniciar la investigación técnica del mismo, así como el establecimiento de medidas preventivas, con independencia de que se hayan producido o no daños.

8. Realización de la parte que les corresponda de las tareas y actividades señaladas en el estudio de seguridad y salud y controles administrativos. En aras del perfeccionamiento y simplificación de los mismos, aportará las sugerencias de mejora y simplificación que estime necesarios, a sus superiores jerárquicos.

9. Establecer un programa básico de Mantenimiento preventivo de las instalaciones, utillaje, máquinas, herramientas y equipos de protección individual y colectivos correspondientes a su área de responsabilidad.

6.5 FUNCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD

6.5.1 DIRECCIÓN DE OBRA

La empresa constructora y Responsables Técnicos de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen la máxima responsabilidad en materia de Producción y Condiciones de Trabajo, en función de sus atribuciones sobre la "Línea Ejecutiva".
2. Asignan responsabilidad y autoridad delegada a los Mandos en materia de prevención de accidentes y control de aseguramiento de la calidad del personal y actividades sometidos a su jurisdicción.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de Seguridad atendiendo las sugerencias de los especialistas, propios o externos, asesores de seguridad, así como a los restantes órganos ejecutivos de la Empresa competentes en la mejora de las Condiciones de Trabajo.
4. Promulgan las políticas en materia de prevención de la siniestralidad y mejora de las condiciones de trabajo en la empresa, y las hace cumplir.
5. Dentro de sus respectivas competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar las políticas de mejora de las condiciones de trabajo.
6. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención, adecuado para cualificar a los Técnicos y Cuadros de Mando bajo su jurisdicción.
7. Aprueban, a iniciativa propia o propuesta del Comité de Seguridad e Higiene, la concesión de premios o sanciones de los Cuadros de Mando que dependan jerárquicamente de él, y que a su juicio sean acreedores a las mismas, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

6.5.2 JEFES Y TÉCNICOS DE OBRA

Los responsables Técnicos de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen responsabilidad y autoridad delegada en materia de Producción y Condiciones de Trabajo en función de sus competencias sobre el personal de la "Línea Productiva" sometido a su jurisdicción, y de las Empresas de Subcontrata que estén a su mando.
2. Asignan responsabilidades y autoridad delegada en materia de prevención de accidentes a los Cuadros de Mando y Técnicos, del personal a su cargo, tanto propios como subcontratado.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad, según lo recomendado por la Dirección de la empresa, Dirección Facultativa de la Obra y Mutuas Patronales de Accidentes de Trabajo (propia y de las empresas subcontratadas).
4. Supervisan y colaboran en el análisis y propuestas de solución de la investigación técnica de los accidentes ocurridos en la obra (tanto del personal propio como subcontratado), mediante la cumplimentación del documento establecido al efecto, adoptando de inmediato las medidas correctoras que estén a su alcance.
5. Divulgan la política general de la empresa en materia de seguridad y medicina preventiva, dentro de su jurisdicción, y velan por su cumplimiento, así como de mantener unos niveles altos en la relación productividad y condiciones de trabajo.
6. Dentro de sus competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar la política de prevención en las obras a su cargo.
7. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención adecuado para cualificar a los Técnicos, Cuadros de Mando y Personal de Producción, dentro de su jurisdicción.
8. Presiden el órgano colegiado de seguridad que, en función del volumen e importancia de la obra, se considere oportuno establecer (p.e. Comisión General de Seguridad e Higiene de Empresas de Contrata, Comisión de Seguridad e Higiene de Subcontratistas, Círculos de Seguridad o Comité de Seguridad e Higiene). En obras de menor volumen despachará regularmente con el o los Delegados de Prevención.
9. Controlan el cumplimiento y materialización de los compromisos adquiridos en el E.B.S.S. de aquellas obras que lo tengan establecido por ley.
10. Proponen a sus superiores jerárquicos y/o al Comité de S. e H. los nombres y circunstancias del personal a su mando, que a su juicio sean acreedores de premio o sanciones graves o muy graves, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.
11. Exigirán a las empresas contratadas o subcontratadas el cumplimiento riguroso de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora.

6.5.3 MANDOS INTERMEDIOS

Los mandos intermedios, Encargados, Capataces, Jefes de Equipo o de Brigada y Técnicos Especialistas a pie de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Son responsables de la seguridad y condiciones de trabajo de su grupo de trabajadores.
2. Son responsables de la seguridad del lugar de trabajo, orden y limpieza, iluminación, ventilación, manipulación y acopio de materiales, recepción, utilización y mantenimiento de equipos.
3. Cuidarán de que se cumplan las normas relativas al empleo de prendas y equipos protectores.
4. Son responsables de que se presten con rapidez los primeros auxilios a los lesionados.
5. Deben informar a su Mando Superior e investigar técnicamente todos los accidentes producidos en su área de responsabilidad, analizando las causas y proponiendo soluciones, mediante el documento establecido al efecto en el presente E.S.S. "Informe Técnico de Investigación de Accidente" (ITIA).
6. Facilitarán gratuitamente a los trabajadores los medios de protección personal homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizados para todo el personal de la empresa constructora. Entra dentro de sus competencias, asegurarse el acopio suficiente y suministro de estos materiales, así como el control documental de su entrega y seguimiento de su correcta utilización. Los operarios de empresas subcontratadas que incumplan con el compromiso de su empleador respecto a la correcta utilización de Equipos de Protección Individual y Sistemas de Protección Colectiva, para la realización de sus trabajos, fijados en las cláusulas de seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora, verán subsanadas por parte de la misma, las situaciones de riesgo voluntariamente asumidas, imputando íntegramente la repercusión de su coste en la certificación a abonar al subcontratista del cual dependa.
7. Mantendrá reuniones informales de seguridad con sus productores y responsables de las empresas subcontratadas, tratando también de los temas de seguridad con los trabajadores por separado.
8. Fomentarán y estimularán los cometidos de los Delegados de Prevención a su cargo.
9. Colaborará con los Representantes legales de los Trabajadores en cuantas sugerencias de carácter preventivo puedan aportar.
10. Cumplirán personalmente y harán cumplir al personal y subcontratistas a sus órdenes la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad de carácter interno de la empresa constructora, así como las específicas para cada Centro de Trabajo fijadas por el Estudio de seguridad y Salud y el Plan de seguridad y salud.

11. Tienen responsabilidad y autoridad delegada de la Alta Dirección de su empresa en materia de seguridad en función de sus atribuciones sobre el personal de la Línea Productiva y subcontratistas sometidos a su jurisdicción.
12. Asignan responsabilidades y autoridad delegada al personal de producción cualificado en materia de prevención de accidentes, sobre los trabajadores y subcontratistas que estén a cargo de ellos.
13. Darán a conocer al personal a su cargo y subcontratistas, las directrices de prevención que sucesivamente adopte la Empresa y la Dirección Facultativa de la Obra, velando por su cumplimiento.
14. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad que afecten a este Centro de Trabajo, según lo recomendado por los órganos de la empresa constructora y de la Dirección Facultativa, competentes en materia de prevención.
15. Dentro de sus competencias autorizarán los gastos necesarios para desarrollar la política en su Centro de Trabajo.
16. Procederán a una acción correctora cuando observen métodos o condiciones de trabajo inseguras e interesarán a aquellas personas, departamentos, empresas subcontratadas, Dirección Facultativa o Propiedad, según proceda, que por su situación o competencias puedan intervenir en la solución de aquellos problemas que escapen a sus medios y competencias técnicas.
17. Tienen la facultad de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes, siempre que no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos o minimizarlos.
18. Realizarán y supervisarán mensualmente la inspección de seguridad y de mantenimiento preventivo de los diferentes tajos y equipos de la obra a su cargo.
19. Intervendrán con el personal a sus órdenes en la reducción de las consecuencias de siniestros que puedan ocasionar víctimas en el Centro de Trabajo y prestarán a éstos los primeros auxilios que deban serles dispensados. Fomentará y estimulará los cometidos de los Socorristas del Centro de Trabajo a su cargo.
20. Promocionarán y facilitarán el adiestramiento profesional de sus trabajadores, seleccionándolos y controlando se observen las prácticas de trabajo habituales para el correcto desempeño de cada oficio.
21. Dentro de sus posibilidades, promocionarán y facilitarán la formación en materia de prevención del personal a su cargo.
22. Exigirán a las empresas contratadas y Subcontratistas el cumplimiento de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora

6.5.4 REPRESENTANTES LEGALES DEL PERSONAL DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA

Corresponde a los órganos de representación del Personal y los Representantes Sindicales, de acuerdo con lo dispuesto en el Estatuto de los Trabajadores y la Ley Orgánica de Libertad Sindical, la vigilancia y control de la puesta en práctica de la normativa de aplicación en materia de seguridad, patología laboral y condiciones de trabajo, formulando en su caso, y en su calidad de representantes, las acciones legales oportunas ante la empresa y los órganos de jurisdicción competentes.

Las funciones básicas de los Representantes legales de los Trabajadores en el área de la Prevención de Riesgos en la empresa serán la definidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

6.5.5 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

La empresa constructora y cada una de las empresas contratadas, con más de 5 trabajadores a pie de obra, tendrá nombrado un Delegado de Prevención.

Su cualificación técnica estará avalada por documento expedido por el Servicio de Seguridad de su Mutua de Accidentes de Trabajo, con antelación a su nombramiento definitivo, que deberá estar acreditado ante la Inspección Provincial de Trabajo.

Sus funciones como Delegados de Prevención, serán compatibles con las que normalmente preste en la Línea Productiva el trabajador designado al efecto y tendrán las competencias legales que dicta la citada Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

6.5.6 TRABAJADORES

1. Los trabajadores de la empresa constructora, de las empresas subcontratadas y los trabajadores autónomos, realizarán su actividad de conformidad con las prácticas de seguridad establecidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud. y aceptadas en la especialidad que desarrolle.
2. Deben dar cuenta a su Encargado de las condiciones, averías o prácticas inseguras apreciadas en equipos, personal propio o ajeno que puedan implicar directamente a la empresa constructora o a terceros en las inmediaciones de la obra.
3. Hacer sugerencias de mejora de las medidas de prevención y protección a los mandos responsables de su materialización.
4. Usar correctamente los Equipos de Protección Individual (EPI), homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizado en la obra, cuidando de su perfecto estado y conservación.
5. Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos y a las vacunaciones ordenadas por las Autoridades Sanitarias competentes o por el Servicio Médico de Empresa.
6. Cuidar y mantener su higiene personal, en evitación de enfermedades contagiosas o molestas para sus compañeros.
7. Comprometerse a no introducir bebidas u otras sustancias no autorizadas en los Centros de Trabajo, no presentarse o permanecer en los mismos en estado de embriaguez o de cualquier otro género de intoxicación.

8. Recibir las enseñanzas sobre prevención de accidentes y sobre extinción de incendios, salvamento y socorrismo en los Centros de Trabajo que les sean facilitados por la empresa, Mutua Patronal o por las instituciones competentes de la Administración.
9. Proponer a su Mando Inmediato superior la demora o sustitución de la realización de trabajos que impliquen riesgo de accidentes o enfermedad profesional en el caso de que no se disponga de los medios adecuados para llevarlas a cabo con las suficientes garantías para su integridad física o la de sus compañeros.
10. Pedir asesoramiento suficiente a su Mando Inmediato superior sobre la realización de aquellas tareas que no comprenda o no se sienta capacitado para llevarlas a término en condiciones de seguridad.
11. Si el trabajador conociese la existencia de posibles incompatibilidades entre sus características personales y las condiciones de determinados puestos de trabajo a los que pudiera ser destinado, deberá poner tal hecho en conocimiento del empresario. La omisión de esta comunicación tendrá la consideración de transgresión de la buena fe contractual.
12. Cumplirá personalmente la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad internas de la Empresa y de la Dirección Facultativa de la obra donde presta sus servicios.
13. Cooperará en la extinción de incendios y en el salvamento de las víctimas de accidentes de trabajo en las condiciones que, en cada caso, sean racionalmente exigibles.

6.5.7 FUNCIONES DEL “ENCARGADO GENERAL”

En cualquier fase el Encargado General deberá realizar la formación específica de su personal, haciendo especial hincapié en su disciplinada integración a los usos y costumbres preventivos del sector de la construcción.

Velará por todos los medios que sus hombres estén en todo momento bajo la cobertura de protecciones de carácter colectivo; cuando esto no fuera posible por las especiales circunstancias del tajo o escasa duración de los trabajos con exposición a riesgo, obligará al empleo de la totalidad de los equipos de protección individual (EPI) recomendados para minimizar las consecuencias de los previsibles incidentes y/o accidentes.

Es responsable de que la construcción de los andamios y plataformas a utilizar por su personal se haga conforme a la normativa técnica del fabricante y reglamentación legal vigente. Velará constantemente por el estado reglamentario y de estabilidad de utilización de andamios, plataformas de trabajo y plataformas de apoyo y accesos. En su calidad de "Jefe de Maniobra" vigilará constantemente la forma de elevación del material.

6.5.8 FUNCIONES DEL “JEFE DE MANIOBRA”

Es el responsable de la coordinación de un equipo compuesto por el "Señalista" y el "Estrobador" durante las operaciones de preparación de equipos, materiales, apilado, eslingado, aplomo, ajuste, embridado, deslingado, descarga, acopio y posicionado de los mismos.

Dará las instrucciones y comprobará personalmente las condiciones de utilización o rechazo de:

Accesorios, suplementos, trabazón, monolitismo de los materiales, para su transporte y sistemas de elevación y mantenimiento mecánica.

Balizado y señalización de zonas de acopio de los materiales y zonas de paso elevado durante la trayectoria de las maniobras.

Estado de las cuerdas de retenida, eslingas planas (de banda textil de fibra), de cable o cadenas, ganchos y sus cierres de seguridad, anclajes de los equipos, conexión de los elementos hidráulicos, estado de los cables y condiciones de utilización de sus distintos elementos como sistema de trabajo.

Conjuntamente con el "Gruista", comprobará la zona de partida de la maniobra, la zona intermedia a seguir por la trayectoria de la misma y la zona de destino final, cerciorándose de:

Que el piso esté plano y su superficie resista la carga a acopiar y las dinámicas de trabajo de la propia máquina. Que, en las máquinas accionadas por cable, en la posición nominal más baja del bloque diferencial queden aún dos vueltas de cable en el enrollamiento del tambor de elevación.

Que en las máquinas hidráulicas las articulaciones no tengan holguras y los bombines, manguitos y émbolos transmitan la presión correcta sin descompresiones por pérdidas o fugas.

Que la trayectoria de la maniobra no pueda dañar conducciones, instalaciones, equipos ni personas. Que los medios auxiliares los equipos y accesorios sean los adecuados a la maniobra a realizar.

El "Jefe de Maniobra" indica al "Señalista" de viva voz (sin gesto ni ademán alguno que pueda ser mal interpretado por el "Gruista"), el momento en que puede iniciarse la maniobra, su destino y eventualmente, el itinerario y precauciones especiales a adoptar.

Si el "Jefe de Maniobra" realiza conjuntamente otras funciones como las de "Señalista" o las correspondientes al "Estrobador", debe prestar especial atención en que las señales que pueda hacer con las manos a sus ayudantes no puedan nunca ser confundidas con los ademanes dirigidos al "Gruista"

6.5.9 FUNCIONES DEL "SEÑALISTA"

El "Señalista" es un auxiliar de "Jefe de Maniobra" de quien recibe las órdenes, cuya misión consiste en dirigir al "Gruista" en cada una de las fases de la maniobra.

El "Señalista" pasa a ser el "Jefe del Gruista", desde el momento en que hace el ademán normalizado de toma de mando y este ha contestado "entendido".

Desde que se inicia la maniobra, durante su trayectoria, y si tiene jurisdicción en la zona de llegada, el "Señalista" tiene la responsabilidad de las órdenes dadas al "Gruista".

El "Señalista" ha de comunicarse con el "Gruista" mediante señales normalizadas, utilizando ambos brazos.

Salvo en los casos de movimientos lentos de aproximación, el "Señalista" no debe repetir ningún ademán (excepto si el "Gruista" da la señal de repetición).

No es misión del "Señalista" indicar al operador de la grúa cuáles son las palancas o mandos a accionar para efectuar determinado movimiento.

Durante el desplazamiento en la zona de su mando, el "Señalista" guía el movimiento de cargas y elementos articulados, para evitar golpes con obstáculos, ya que el gruista carece de la adecuada referencia de relieve.

El "Señalista" no abandona el mando hasta la llegada al destino final de la maniobra o al límite de su jurisdicción. Antes de dar la orden de bajada, el "señalista" se asegurará de que no hay persona alguna en la zona sobre la que se ha de depositar la carga.

Para el cumplimiento correcto de su función, el "Señalista" se situará en un lugar que le permita: Ser visto perfectamente por el "Gruista".

Ver por su parte, y en las mejores condiciones posibles, todos los sistemas implicados en la maniobra, y poder seguirla con la vista durante su desplazamiento en la zona que tiene asignada.

No encontrarse él mismo amenazado por los desplazamientos de la maniobra, si ésta pasa por las inmediaciones de donde se encuentra situado.

La plataforma de señalización u observatorio situado a más de 2 m de altura, dispondrá de las protecciones colectivas perimetrales reglamentarias, y si esto no es posible, el "Señalista" utilizará cinturón anticaídas a una sirga de afianzamiento que le facilite los desplazamientos horizontales sin dificultad. El suelo estará limpio y libre de obstáculos.

El "Señalista" debe permanecer constantemente a la vista del "Gruista". En los casos necesarios, pedirá al "Jefe de Maniobra" un auxiliar como enlace, para que le informe sobre la situación de determinado punto de acción de la maniobra.

El "Señalista" debe disponer de una indumentaria suficientemente vistosa e identificativa de su misión (P.e. casco y guantes en color fosforito, brazalete, chaleco fotoluminiscente, parka de señalista de O.P., etc.).

6.5.10 FUNCIONES DEL “ESTROBADOR”

El "Estrobador" es un auxiliar del "Jefe de Maniobra", de quien recibe las órdenes, su misión consiste en elegir los medios auxiliares y equipos para asegurar la correcta operatividad de la maniobra y la estabilidad del conjunto durante su trayectoria. Su función puede coincidir con la del "Señalista".

Al comenzar la jornada, comprobará la inexistencia de defectos que descalifiquen la utilización de medios o equipos para la realización de las maniobras previstas.

Procederá a la retirada, etiquetaje e inutilización de los elementos aportados por equipos de trabajo, designados como "fuera de servicio".

Distribuirá los pesos y cargas de forma racional y uniformemente repartida para no castigar los equipos empleados. Se asegurará de que el equipo o medio auxiliar a utilizar, no sobrepase la capacidad de la máquina que tiene que utilizarlo.

Empleará solo señales convenidas para dirigir al "Señalista" y permanecerá donde el "Gruista" o, en su defecto el "Señalista", puedan verle.

No pasará nunca por debajo de cargas suspendidas, ni permitirá que otros lo hagan.

No arrastrará descolgará o dejará caer las eslingas o equipos acoplados, antes bien, apilará y acuñará los elementos de forma que no puedan deslizarse o desequilibrarse.

No permitirá el izado, suspensión, sostenimiento o descenso de ninguna armadura, uña portapalets, cangilón o tolva, por medio de cadena o eslinga de cable metálico que tenga un nudo en cualquier parte sometida a tracción directa, ni tampoco con cadenas acortadas o empalmadas provisionalmente o de forma inadecuada.

Exigirá y comprobará los certificados de control de calidad realizados por los fabricantes respecto a sus equipos, medios auxiliares y accesorios de estrobado.

El transporte suspendido de cargas, debe realizarse de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores responsables de la maniobra estrobado y aparejado de armaduras irán provistos de guantes anticorte y antiabrasión, casco, calzado de seguridad y chalecos reflectantes de señalista.

7 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, Ley 31/1995, de 8 de Noviembre; BOE de 10 de Noviembre/1995.
- REAL DECRETO 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE nº 60 11/03/2006 - Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 485/97 BOE 23/04/97).
- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs).
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 BOE de 12/06/97.
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 BOE de 07/07/97.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, BOE de 31/01/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de Abril BOE de 23/04/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbales, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de Abril, BOE de 23/04/97.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-5-52) (B.O.E.] 5-6-52).
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-11-59) (B.O.E. 27-11-59).
- 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.

Aparte de las disposiciones legales citadas, se tendrá en cuenta las normas contenidas en el Reglamento de Régimen Interior de la empresa, así como las que provienen del Comité de Seguridad e Higiene y en el caso de los Convenios Colectivos y por su interés, el repertorio de recomendaciones prácticas de la O.I.T.

8 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA

8.1 CONDICIONES GENERALES

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud laboral y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el Estudio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores. Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el contratista tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

8.2 INFORMACIÓN PREVIA

Antes de acometer cualquier de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el contratista deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de Seguridad y Salud laboral requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.

Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de Seguridad y Salud laboral de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

8.3 SERVICIOS AFECTADOS: IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen el solar o estén próximas a él se interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. A tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio.

Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

8.4 ACCESOS, CIRCULACIÓN INTERIOR Y DELIMITACIÓN DE LA OBRA

Antes del inicio de la obra deberán quedar definidos y ejecutados su cerramiento perimetral, los accesos a ella y las vías de circulación y delimitaciones exteriores.

Las salidas y puertas exteriores de acceso a la obra serán visibles o debidamente señalizadas y suficientes en número y anchura para que todos los trabajadores puedan abandonar la obra con rapidez y seguridad. No se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Los accesos a la obra serán adecuados y seguros, tanto para personas como para vehículos y máquinas.

Deberán separarse, si es posible, los de estos últimos de los del personal. Dicha separación, si el acceso es único, se hará por medio de una barandilla y será señalizada adecuadamente.

El ancho mínimo de las puertas exteriores será suficiente para el número de personas que se prevea los utilicen normalmente.

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso del casco" y "Prohibido aparcar" y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Se procederá a ejecutar un cerramiento perimetral que delimite el recinto de la obra e impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. Dicho cerramiento deberá ser suficientemente estable, tendrá una altura mínima de 2 metros y estará debidamente señalizado.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas tendrán un ancho mínimo de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas. Sus pendientes no serán inferiores del 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvas. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que se utilicen. Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios, almacenamiento y las de acción de los vehículos y máquinas dentro de la obra. Habrán de quedar previamente definidos y debidamente señalizados los trazados y recorridos de los itinerarios interiores de vehículos, máquinas y personas, así como las distancias de seguridad y limitaciones de zonas de riesgo especial, dentro de la obra y en sus proximidades.

9 MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN

9.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

9.1.1 GENERALIDADES

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente).

Mantenimiento

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

9.1.2 SEÑALIZACIÓN Y ORDENACIÓN DE TRÁFICO

La señalización será visible y sencilla que, con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes. Se emplearán colores, avisos, señales, balizamientos, etc., para facilitar la atención visual.

Se considerará una zona de 5 cm. alrededor de la máquina como zona de peligrosidad.

Cuando trabajan varias máquinas en el mismo tajo, la distancia mínima entre ellas será de 30 m.

Las rampas de acceso serán estables y con el talud adecuado, el borde la rampa estará reforzado con un retablo que sirve de tope a los camiones en la circulación. Las rampas estarán señalizadas con stop, limitación de velocidad, pendiente, etc.

9.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (E.P.I.)

9.2.1 GENERALIDADES

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los E.P.I. que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los E.P.I. que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

9.2.2 EXIGENCIAS ESENCIALES DE SANIDAD Y SEGURIDAD

Los E.P.I. deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del E.P.I. se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Los materiales de que estén compuestos los E.P.I. y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario.

Cualquier parte de un E.P.I. que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los E.P.I. ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas.

Los E.P.I. posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán estos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los E.P.I. se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los E.P.I. serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier E.P.I. habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.

Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los E.P.I. ni en el usuario.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los E.P.I.

Accesorios que se pueden utilizar en los E.P.I. y características de las piezas de repuesto adecuadas. Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes. Fecha o plazo de caducidad de los E.P.I. o de algunos de sus componentes.

Tipo de embalaje adecuado para transportar los E.P.I.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

10 SEÑALIZACIONES

10.1 NORMAS GENERALES

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento.

Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra.

Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

10.2 SEÑALIZACIÓN DE LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

10.3 PERSONAL AUXILIAR DE LOS MAQUINISTAS PARA SEÑALIZACIÓN

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

En Madrid, julio del 2020

El Ingeniero Técnico Industrial

Javier Aparicio Bermejo,

Nº de colegiado 4.836 por el COIMCE



CAPÍTULO VI. PRESUPUESTO

1 PRESUPUESTO DETALLADO

1	Parque Eólico Dama de Baza				€
1.1	Parque Eólico	Unidad	Mediciones	€	24.364.118,84 €
1.1.1	Maquinaria y equipos				20.900.000,00 €
1.1.1.1	Aerogenerador 2 MW	Unidades	19,00	1.100.000,00	20.900.000,00 €
1.1.2	Obra civil				2.933.933,84 €
1.1.2.1	Montaje de aerogenerador	Unidades	19,00	47.500,00	902.500,00 €
1.1.2.2	Plataformas (50mx50m):	Unidades	19,00	46.000,00	874.000,00 €
	- Desmonte y terraplenado de terrenos				
	- Uso de zavorras				
1.1.2.3	Cimentaciones de Aerogenerador:	Unidades	19,00	6.400,00	121.600,00 €
	- Diámetros de 16 m				
1.1.2.4	Viales	m2	31.670,96	4,00	126.683,84 €
	- Desmonte y terraplenado de terrenos				
	- Uso de zavorras				
1.1.2.4	Zanjas	m2	18.183,00	50,00	909.150,00 €
	- Movimiento de Tierra				
	- Arquetas registrables				
1.1.3	Instalación eléctrica				530.185,00 €
1.1.3.1	Sistema colector	m	30.305,00	15,00	454.575,00 €
	- Conductor 150 mm				
1	Sistema de comunicación	m	30.305,00	2,00	60.610,00 €
	- Fibra óptica				
1.1.3.3	Sistema de tierras	unidades	1,00	15.000,00	15.000,00 €
1.2	Línea de Evacuación	Unidad	Mediciones	€	188.070,00 €
1.2.1	Maquinaria y equipos				158.070,00 €
1.2.1.1	Apoyos de línea aérea 30 kV	unidades	15,00	7.850,00	117.750,00 €
	- Herrajes	unidades	138		
	- Cadena de aisladores	unidades	138		
	- Conductor LA-180	km	20,55		
1.2.1.2	Línea Subterránea 30 kV	m	630,00	64,00	40.320,00 €
	- Conductor 2x400 mm2	m	630,00		
1.2.1.2	Línea Subterránea 220 kV	m	308,00	74,00	22.792,00 €
	- Conductor 1x630 mm2	m	308,00		
1.2.2	Obra civil				30.000,00 €
1.2.2.1	Cimentaciones y colocación de apoyos	unidades	15,00	2.000,00	30.000,00 €
1.2.2.2	Zanjas	m2	1.860,00	50,00	93.000,00 €
	- Movimiento de Tierra				
	- Arquetas registrables				

PARQUE EÓLICO 38MW DAMA DE BAZA

1.3	Subestación Dama de Baza	Unidad	Mediciones	€	757.790,00 €
1.3.1	<u>Maquinaria y equipos</u>				599.790,00 €
1.3.1	Parque de 30 kV	Unidades	2,00	74.520,00	149.040,00 €
1.3.2	Parque de 220 kV	Unidades	1,00	315.750,00	315.750,00 €
1.3.3	Transformador 40 MW	Unidades	1,00	135.000,00	135.000,00 €
1.3.2	<u>Obra civil</u>				158.000,00 €
1.3.1.1	Construcción y montaje de SET	Unidades	1	158.000,00 €	158.000,00 €
TOTAL PARQUE DAMA DE BAZA					25.309.978,84 €

RESUMEN DE PRESUPUESTO:

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	21.532 €
TOTAL PROYECTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	25.309.978,84 €
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS	21.657.860,00 €
TOTAL OBRA CIVIL	3.121.933,84 €
TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA	530.185,00 €

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL: 25.332.594,00 €

CAPÍTULO VII. BALIZAMIENTO

1 OBJETO DEL PROYECTO

Dicho parque eólico se encuentra en el Término Municipal de Íllora y Montefrío, en la provincia de Granada.

Está constituido por 6 aerogeneradores de 3.000 kW de diámetro de palas 82 m y altura de buje 98,10 m.

La señalización e iluminación de parques eólicos deberá realizarse atendiendo a las directrices dadas en la Guía de señalamiento e iluminación de parques eólicos, elaborada por la AESA. Esta guía se establece como desarrollo del capítulo 6 del Anexo 14 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), transpuesto a la legislación española mediante el "Real Decreto 862/2009, de 14 de junio, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado", y será de aplicación para todos aquellos parques eólicos comunicados a la AESA y para los que aún no se haya emitido resolución a fecha de 3 de septiembre de 2010, fecha de aprobación del documento.

El parque eólico objeto del presente proyecto no se encuentra en zona de servidumbre aeronáutica, pero al ser la altura de los aerogeneradores junior de 100 m existe obligación de comunicar y autorizar por parte de la agencia estatal de seguridad aérea la instalación del mismo.

El objeto del presente documento es informar a AVIACIÓN CIVIL de la situación y el balizamiento de los dos aerogeneradores que forman el futuro Parque Eólico Dama de Baza.

2 COORDENADAS AEROGENERADORES

A continuación, se adjunta el listado de coordenadas de las turbinas del parque eólico Dama de Baza, especificándose la altura de la punta de la pala sobre el nivel del terreno y la altura del terreno sobre el nivel del mar de cada una de ellas.

Nº Turbina	Coord X (mE)	Coord Y (mN)	Altura sobre nivel del mar (m)	Altura de la punta de la pala (m)	Altura de la punta de la pala sobre nivel del mar (m)
DB01	508497.00	4120510.00	1207,00	189,50	1.396,50
DB02	508452.00	4120254.00	1199,00	189,50	1.388,50
DB03	508376.00	4120012.00	1188,00	189,50	1.377,50
DB04	508301.00	4119769.00	1177,00	189,50	1.366,50
DB05	508222.00	4119529.00	1166,00	189,50	1.355,50
DB06	508277.00	4119225.00	1151,00	189,50	1.340,50
DB07	508267.00	4118945.00	1140,00	189,50	1.329,50
DB08	509084.00	4119080.00	1175,00	189,50	1.364,50
DB09	508217.00	4118409.00	1116,00	189,50	1.305,50
DB10	508183.00	4118143.00	1106,00	189,50	1.295,50
DB11	509737.00	4119126.00	1173,00	189,50	1.362,50
DB12	510945.00	4121264.00	1324,00	189,50	1.513,50
DB13	510817.00	4121039.00	1306,00	189,50	1.495,50
DB14	510782.00	4120755.00	1281,00	189,50	1.470,50
DB15	510654.00	4120540.00	1262,00	189,50	1.451,50
DB16	510529.00	4120322.00	1248,00	189,50	1.437,50
DB17	510402.00	4120103.00	1243,00	189,50	1.432,50
DB18	510331.00	4119855.00	1226,00	189,50	1.415,50
DB19	510307.00	4119582.00	1209,00	189,50	1.398,50

3 ESPECIFICACIONES DEL BALIZAMIENTO

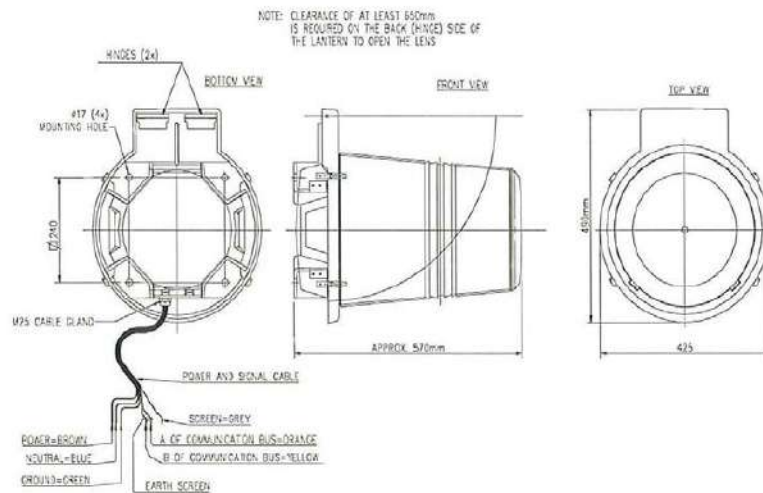
A continuación, se indican las características de los equipos de balizamiento, pudiéndose utilizar los indicadas a continuación o similares.

orga

L303-865 & L303-866 MEDIUM INTENSITY WHITE FLASHING STROBE OBSTRUCTION LIGHT	
Key features • High reliability with long life time, low cost of ownership and low power consumption • Effective Intensity 20.000 candela white day mode and 2.000 candela white night mode • Uses Orga special technology for the ignition of xenon lamps control for long lamp life and very low UV and ozone generation • Internal photocells for automatic day/night intensity control • Orga Strobeline™ cable wiring system configuration combines power and control wires into a single protected cable • Lightweight and easy to install • Level indicators provided to help with correct installation Standards • <u>Certified to:</u> Federal Aviation Administration AC 150 5345/43E Type L865 & L866 obstacle light • ICAO Annex 14 Volume 1, Third edition, July 1999, Chapter 6, Medium Intensity, Type A obstacle light • <u>Approved by:</u> STNA of France DGAC of Mexico Civil Aviation of Germany Civil Aviation of The Netherlands Optical characteristics • 40 (L865) flashes per minute (factory set as per table) • 60 (L866) flashes per minute (factory set as per table) • Automatic day/night intensity control by internal photocells • Lens colour: Clear • Horizontal beam pattern 360° • Vertical beam pattern 3° • High accuracy Fresnel lens Electrical characteristics • 110 – 240 V_{AC} (± 10%) 50/60 Hz operating voltage • Power consumption (see table) • Safety switches to disconnect power and discharge capacitors when unit opened • A high voltage warning LED is provided • Light "fail" remote monitoring output • Failure indication LED • Supplied with an Orga Strobeline™ combined power and data connection cable • Two stage over voltage protection Physical characteristics • Polyurethane body • IP65 degree of ingress protection (by design) • Operating temperature range -55°C to +55°C • Height 570 mm, diameter 425 mm • Mounting holes at 240 x 240 mm • Weight (excluding packaging) 12 kg • Shipping dimensions: 700 x 550 x 750 mm / 16 kg) System Design, Control and Monitoring • Combine L303-865 / L303-866 medium intensity lights with L1000 high intensity lights or L810 low intensity lights for optimum system design • Connect L1000 high intensity, L303 & L350 medium intensity and L810 low intensity lights to a single CIP200 control unit • Local and remote monitoring facilities provided by a CIP200 or CIP100 controller • No-Wire multiple system flash character synchronisation option with the GPS020 • Catenary crossing system configuration options available	

EAFSA

Type numbering		Additional information						
L303-	Extension	Flashes per minute			Power consumption (W)			Comment
		Day	Twilight	Night	Day	Twilight	Night	
L303-865		40	40	40	90	90	35	Standard configuration
L303-865	d	40	40	off	90	90	12	Day time only operation
L303-865	n	off	off	40	12	12	35	Night time only operation
L303-865	D	40	40	off	90	90	12	Dual Lighting operation, according to FAA standards
L303-866		60	60	60	135	135	50	Standard configuration
L303-866	d	60	60	off	135	135	12	Daytime only operation
L303-866	n	off	off	60	12	12	50	Night time only operation
L303-866	D	60	60	off	135	135	12	Dual Lighting operation, according to FAA standards
	EMC							Additional EMC protection



GPS SYNCHRONISER UNIT, GPS020

DATASHEET

Key features

- Multiple system flash character synchroniser for use with Orga
- Medium Intensity Obstruction Light Systems
- Very Low power consumption
- Power supply from Orga CIP200 controller
- Standard (GPS010) and offshore (GPS020) versions available
- Easy to install
- Single cable connection to CIP controller
- Internal LED status indicators



Specifications

- ICAO Annex 14 Volume 1, Third Edition July 1999 chapter 6
- Federal Aviation Authority AC 70/7460-1K and AC 150/5345-43E

Function

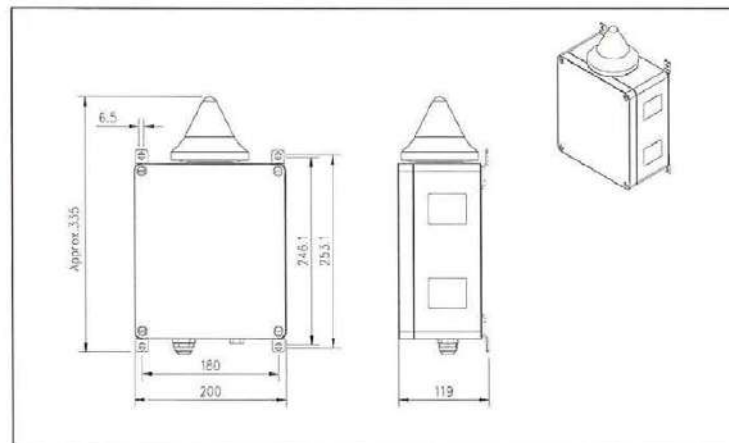
- Uses GPS system to provide synchronising time signal to Orga CIP based control systems so that all lights connected to a CIP/GPS controller flash in unison

Electrical characteristics

- Power consumption < 10VA at 7Vdc from CIP200 controller

Mechanical characteristics

- Standard GPS020 version has painted aluminium alloy enclosure and external antenna
- IP66 Degree of Ingress Protection
- Operating temperature range -40...+55 °C
- GPS020 dimensions 335 x 200 x 119 mm incl. antenna: 3kg



CIP200 OBSTRUCTION LIGHT SYSTEM CONTROLLER

Key features

- Comprehensive system control and monitoring device in an easy to install compact unit
- Connect Orga L1000-xxx high intensity lights, L303-8xx & L350-xxx medium intensity lights and MLM26 marker light monitoring units (for use with AOL11/12, L101 & L810 type low intensity lights) to a single CIP200 control unit for optimum system design
- Low power consumption
- Orga Strobeline™ cable wiring system configuration combines power and control wires into a single protected cable
- Interaction with clients system using optional IOM2409 I/O interface module
- Optional internal modem (using either telephone line or GSM service) to allow remote support and service from Orga
- LCD information screen and keyboard
- Reduced light intensity steps options available

Standards

- Federal Aviation Authority AC 70/7460-1K and AC 150/5345-43E
- ICAO Annex 14 Volume 1 Third Edition July 1999 Chapter 6

Function

- System controller and monitor for Orga High, Medium and Low Intensity Obstacle Lights
- System wide intensity step control (day/twilight/night)
- System wide flash character synchronisation
- Remote monitoring outputs for system status (light fail, marker alarm, photocell status, external horn connection, power supply status)
- Optional remote monitoring output for system status (general system alarm)
- Remote (client) system input for remote fail/alarm accept signal
- LCD information screen giving system status and details of all fault and alarm conditions
- System status indication multi colour LED (green-normal operation; yellow-alarm; red-fail)
- Optional no-wire multiple system flash character synchronisation using optional GPS020
- Different software options for use in complex systems

Electrical characteristics

- 100 - 240 VAC 50/60 Hz operating voltage
- Power consumption < 10W
- Two stage over voltage protection
- Complies with generic EMI (EN 50082-2 part 2) and EMC (EN 50081-2 part 2) RF immunity and emission standards.

Physical characteristics

- AISI12 alloy painted body
- IP65 Degree of Ingress Protection (by design)
- EMC type of cable glands
- Breather on the bottom side of the enclosure
- Operating temperature range -20°C to +55°C
- Optional enclosure with heater (20W) for ambient temperatures -40°C to -20°C
- Size: 404 x 313 x 119 mm
- Mounting holes at 456 x 262 mm
- Weight (excluding packaging) 6 kg
- Shipping dimensions: 500 x 450 x 200 mm / 8 kg

System Design

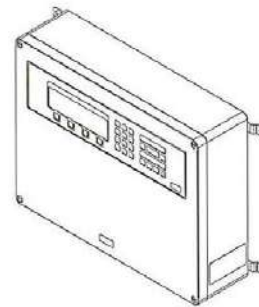
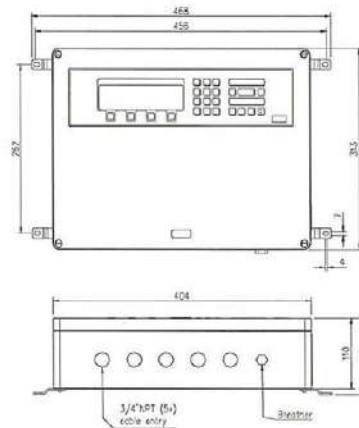
Use the CIP200 controller in obstacle light systems with:

- Orga L1000-xxx high intensity lights
- Orga L303-8xx and L350-xxx medium intensity lights
- Orga MLM26 marker light monitoring unit (for control and monitoring of AOL11/12, L101, L810 low intensity lights)
- Orga Strobeline™ cable
- Orga GPS020 multiple system synchronisers



orga

Type numbering		Additional information	
CIP200	Extension	Power consumption (W)	Comment
CIP200		<10W (continuous)	Standard configuration
CIP200	G	<10W (continuous)	Standard configuration including GPS synchronisation facility (requires Orga GPS020 synchroniser)
CIP200	I	<10W (continuous)	Standard configuration including I/O board for additional input (6) / output (6) contacts
CIP200	IG	<10W (continuous)	Standard configuration including I/O board for additional input (6) / output (6) contacts and GPS synchronisation facility (requires Orga GPS020 synchroniser)



4 SOLUCIÓN PROPUESTA

Según la GUÍA DE SEÑALAMIENTO E ILUMINACIÓN DE TURBINAS Y PARQUES EÓLICOS, por ser la altura del aerogenerador 139,1 m, por defecto, en todos los casos se debe disponer de un sistema Dual Media A / Media B.

En el supuesto de que otras Administraciones en el ejercicio de sus competencias, consideren que la solución descrita en el párrafo anterior pueda plantear afecciones medioambientales significativas, la Agencia Estatal admitirá la utilización de un Sistema Dual Media A / Media C en lugar del anteriormente citado Sistema Dual Media A / Media B, siempre que la referida Administración así lo comunique al interesado razonadamente y por escrito.

Para el supuesto planteado en el párrafo anterior, será dentro de la Declaración de Impacto Ambiental, donde el organismo competente de la Comunidad Autónoma podrá proponer la solución alternativa de balizamiento (Dual Media A / Media C), siempre que se justifique debidamente por razones de impacto sobre el entorno.

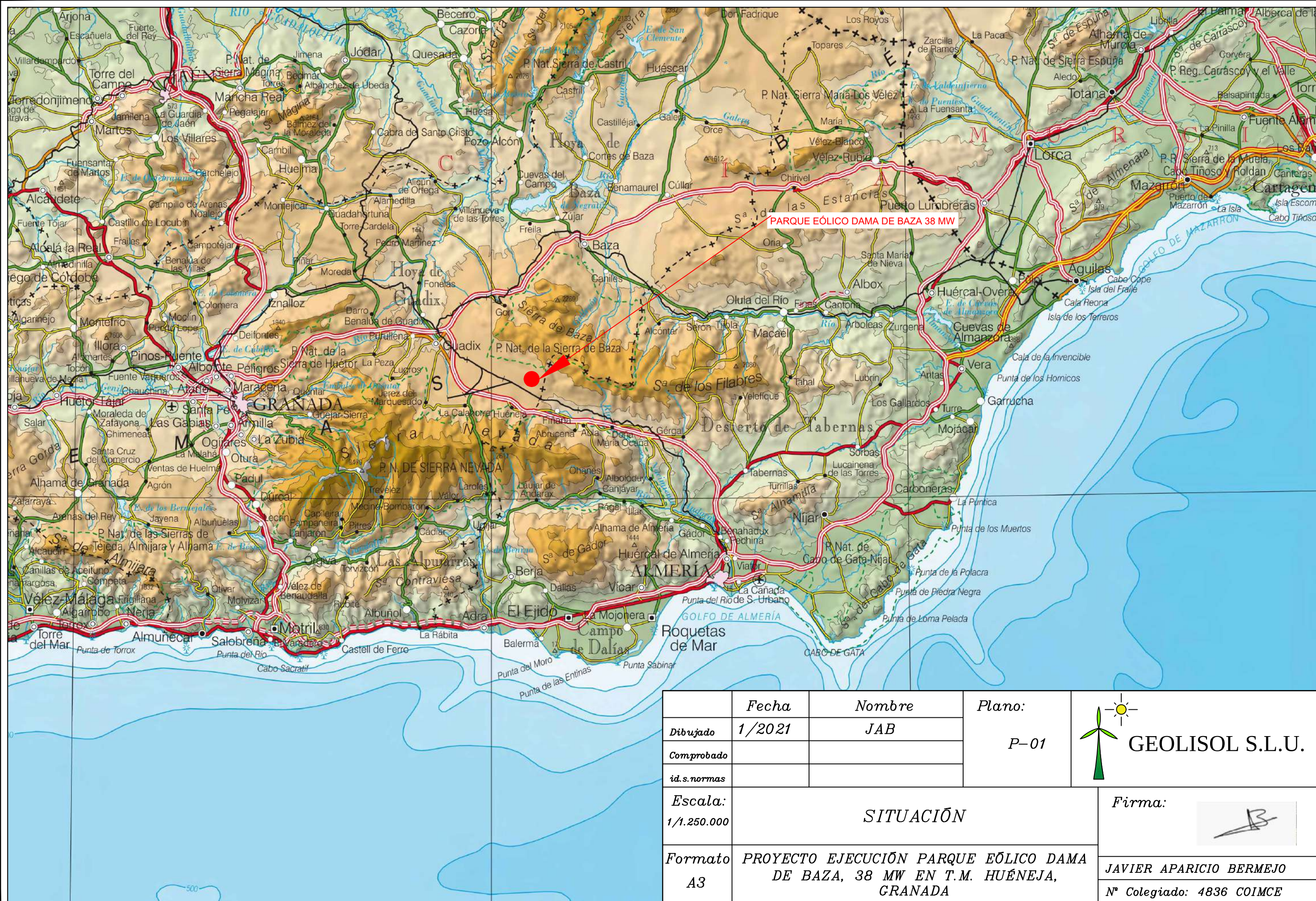
Por ello se propone balizar los aerogeneradores 1 y 2 con sistema Dual Media A/Media C, siempre que la autorización ambiental no determine lo contrario.

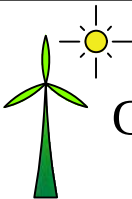
La iluminación se instalará en todos los casos en la parte superior de la góndola del aerogenerador.

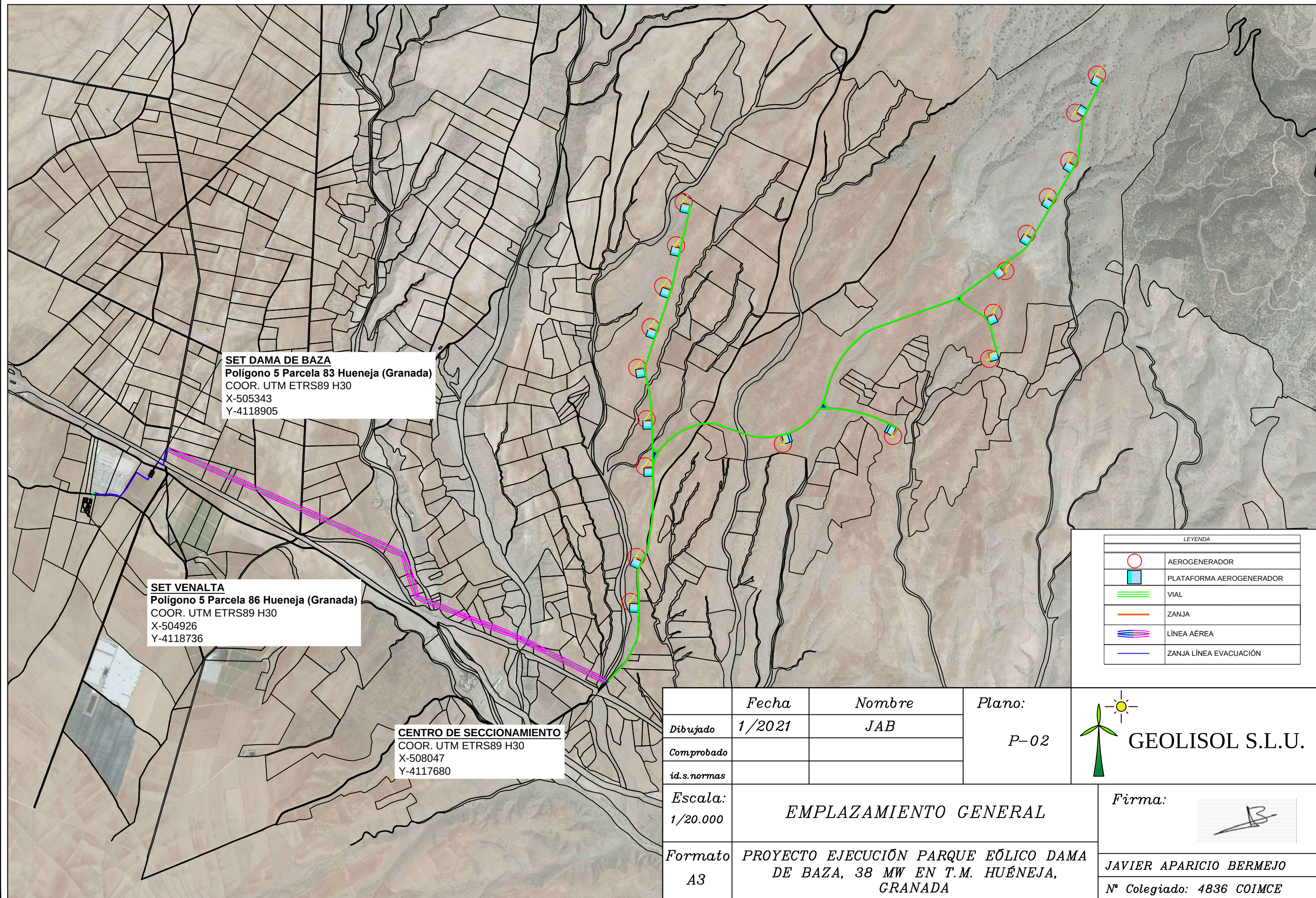
Los aerogeneradores cuya altura sea igual o inferior a los 150 m, como es nuestro caso, no requerirán de luces adicionales intermedias en su torre.

Las características de las luces de balizamiento cumplirán las condiciones marcadas por el RD 862 / 2009, de 14 de junio, "Normas Técnicas de Diseño y Operación de Aeródromos de Uso Público"; Capítulo 6; Tabla 6.3.

CAPÍTULO VIII. PLANO



	Fecha	Nombre	Plano: P-01	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: 1/1.250.000	SITUACIÓN			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE



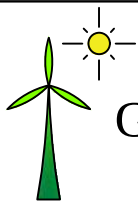
SET DAMA DE BAZA
Polígono 5 Parcela 83 Hueneja (Granada)
COORD. UTM ETRS89 H30
X-505343
Y-4118905

SET VENALTA
Polígono 5 Parcela 86 Hueneja (Granada)
COORD. UTM ETRS89 H30
X-504926
Y-4118736

CENTRO DE SECCIONAMIENTO
COORD. UTM ETRS89 H30
X-508047
Y-4117680

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Plano:</i> <i>P-02</i>
<i>Dibujado</i>	<i>1/2021</i>	<i>JAB</i>	
<i>Comprobado</i>			
<i>id.s.normas</i>			
<i>Escala:</i> <i>1/20.000</i>	<i>EMPLAZAMIENTO GENERAL</i>		
<i>Formato</i> <i>A3</i>	<i>PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA</i>		

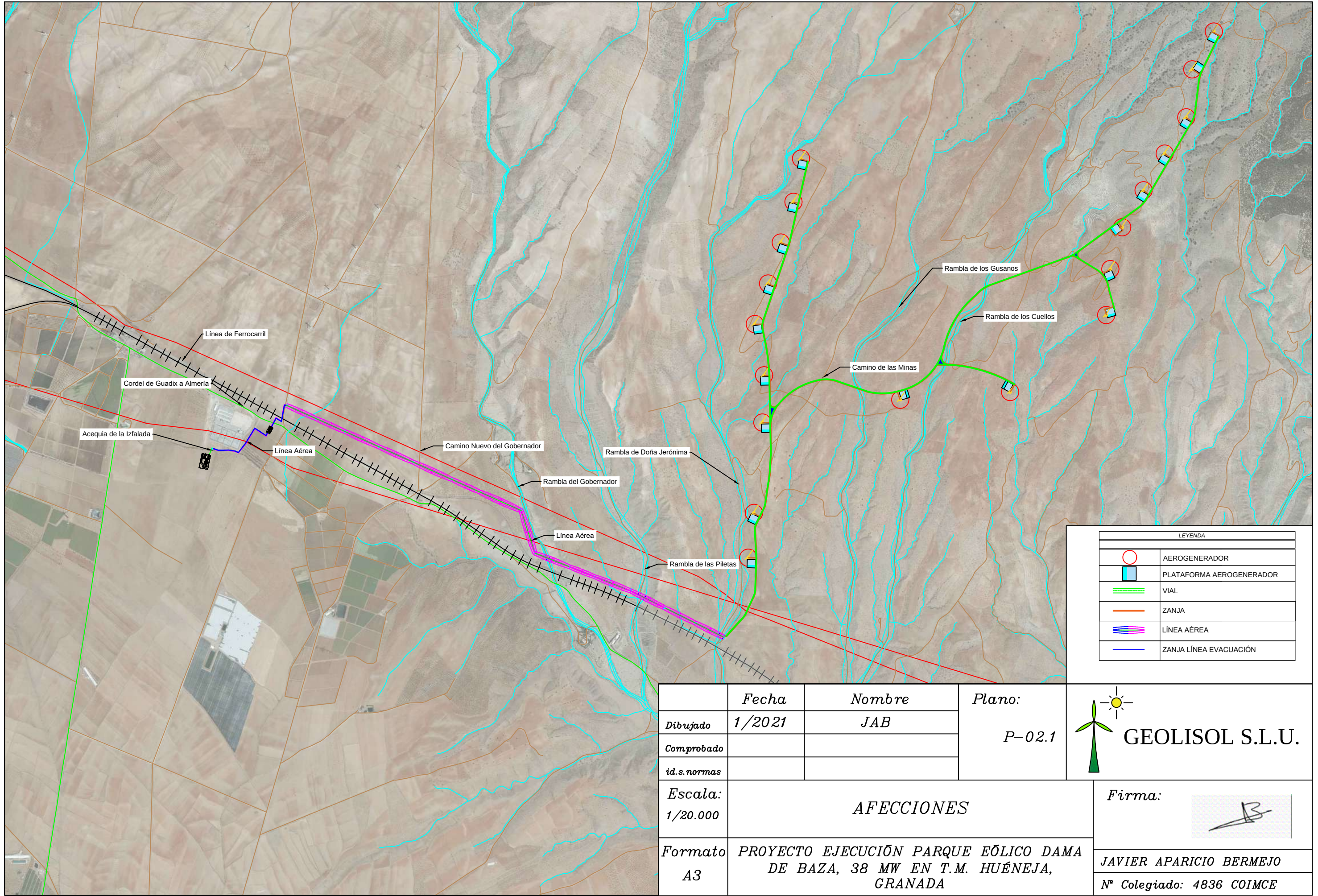


GEOLISOL S.L.U.

Firma: 

JAVIER APARICIO BERMEJO

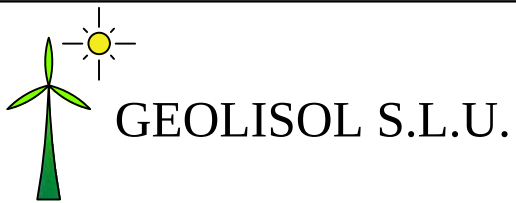
Nº Colegiado: 4836 COIMCE



LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

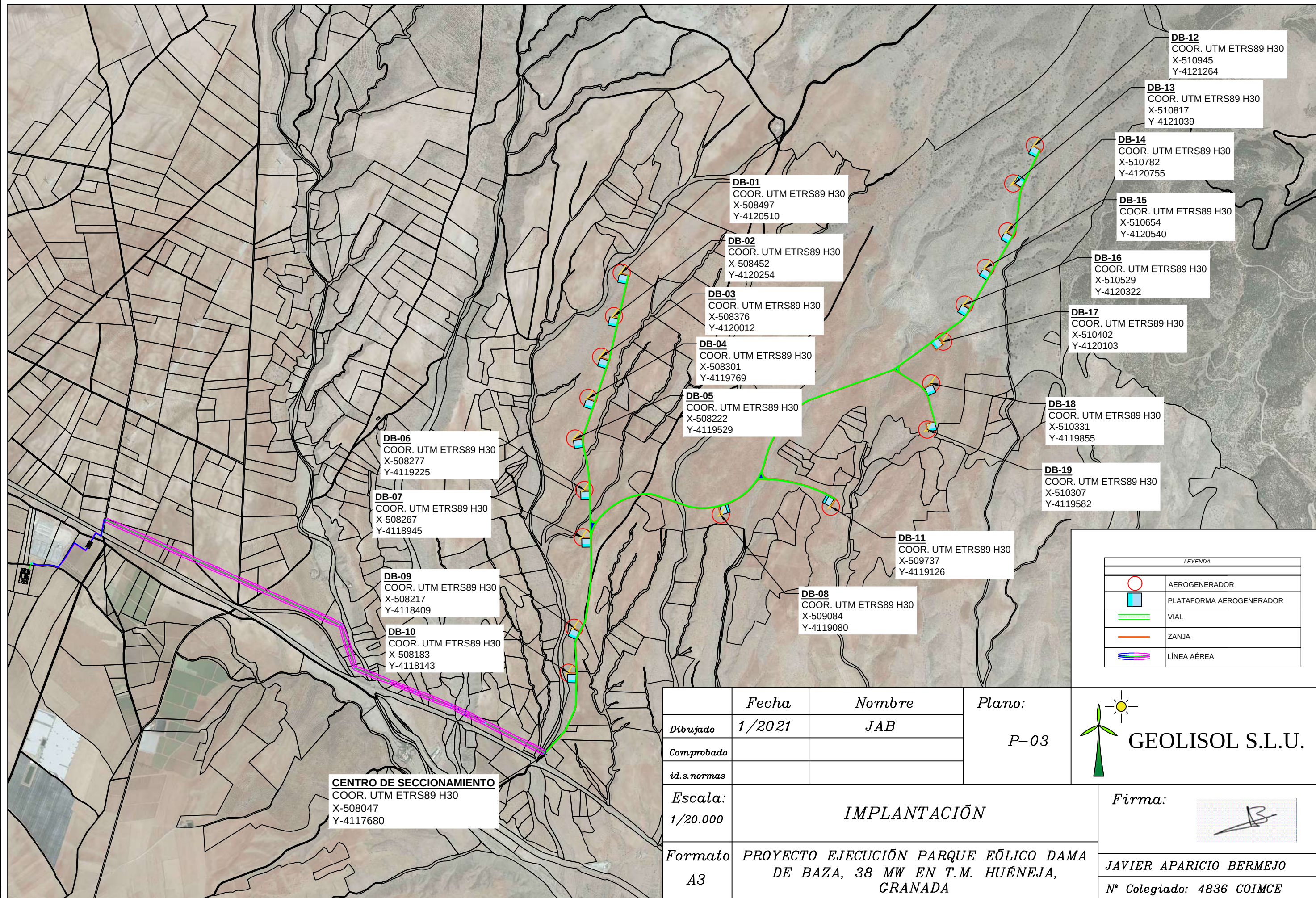
	Fecha	Nombre
Dibujado	1/2021	JAB
Comprobado		
id.s.normas		

Plano:
P-02.1

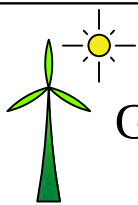


Escala:	AFECCIONES
1/20.000	
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA
A3	

Firma:	
JAVIER APARICIO BERMEJO	
Nº Colegiado: 4836 COIMCE	



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Plano:</i> <i>P-03</i>
<i>Dibujado</i>	<i>1/2021</i>	<i>JAB</i>	
<i>Comprobado</i>			
<i>id.s.normas</i>			
<i>Escala:</i> <i>1/20.000</i>	<i>IMPLANTACIÓN</i>		
<i>Formato</i> <i>A3</i>	<i>PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA</i>		



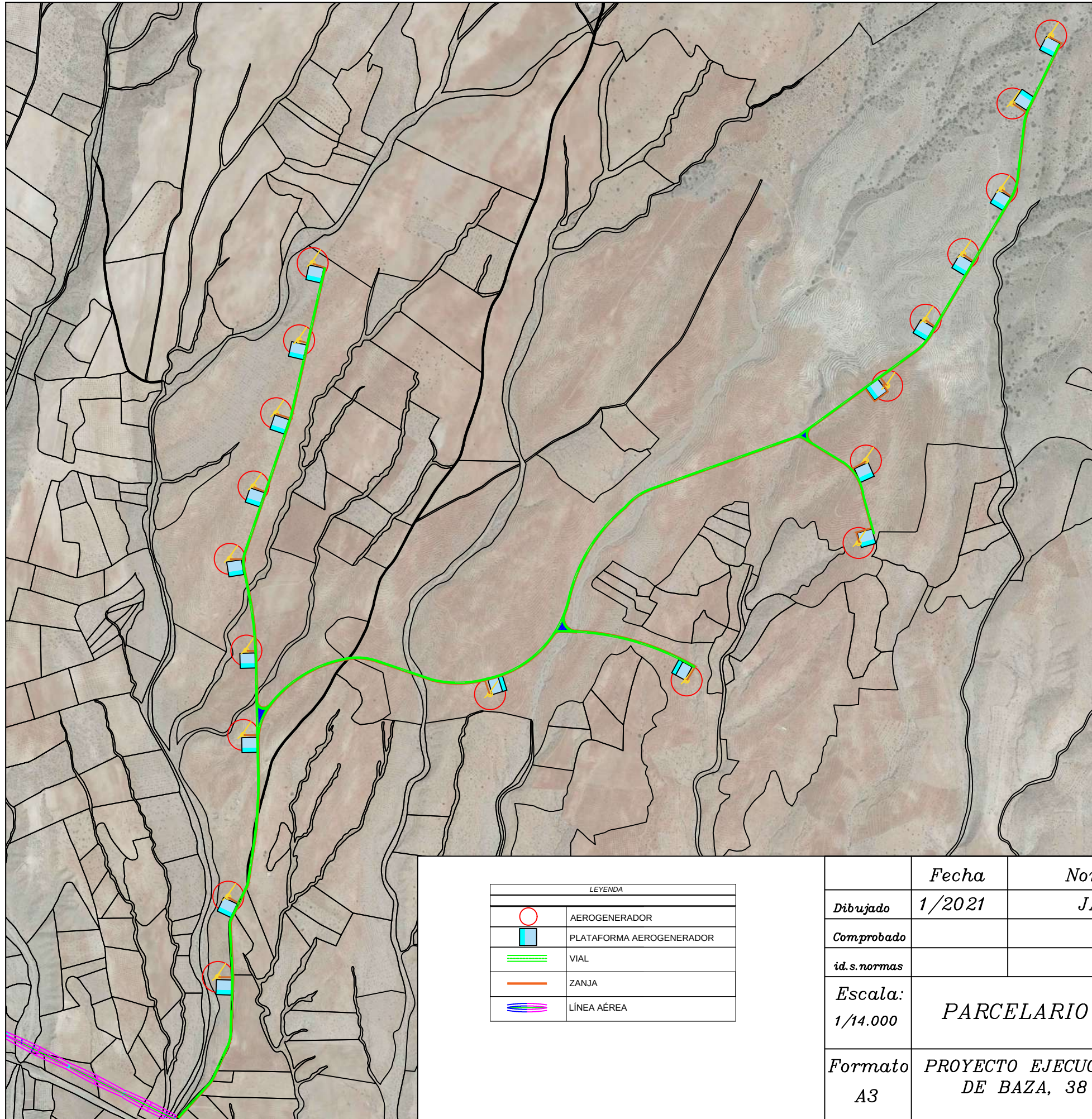
GEOLISOL S.L.U.

Firma:



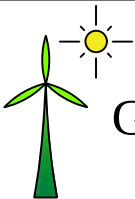
JAVIER APARICIO BERMEJO

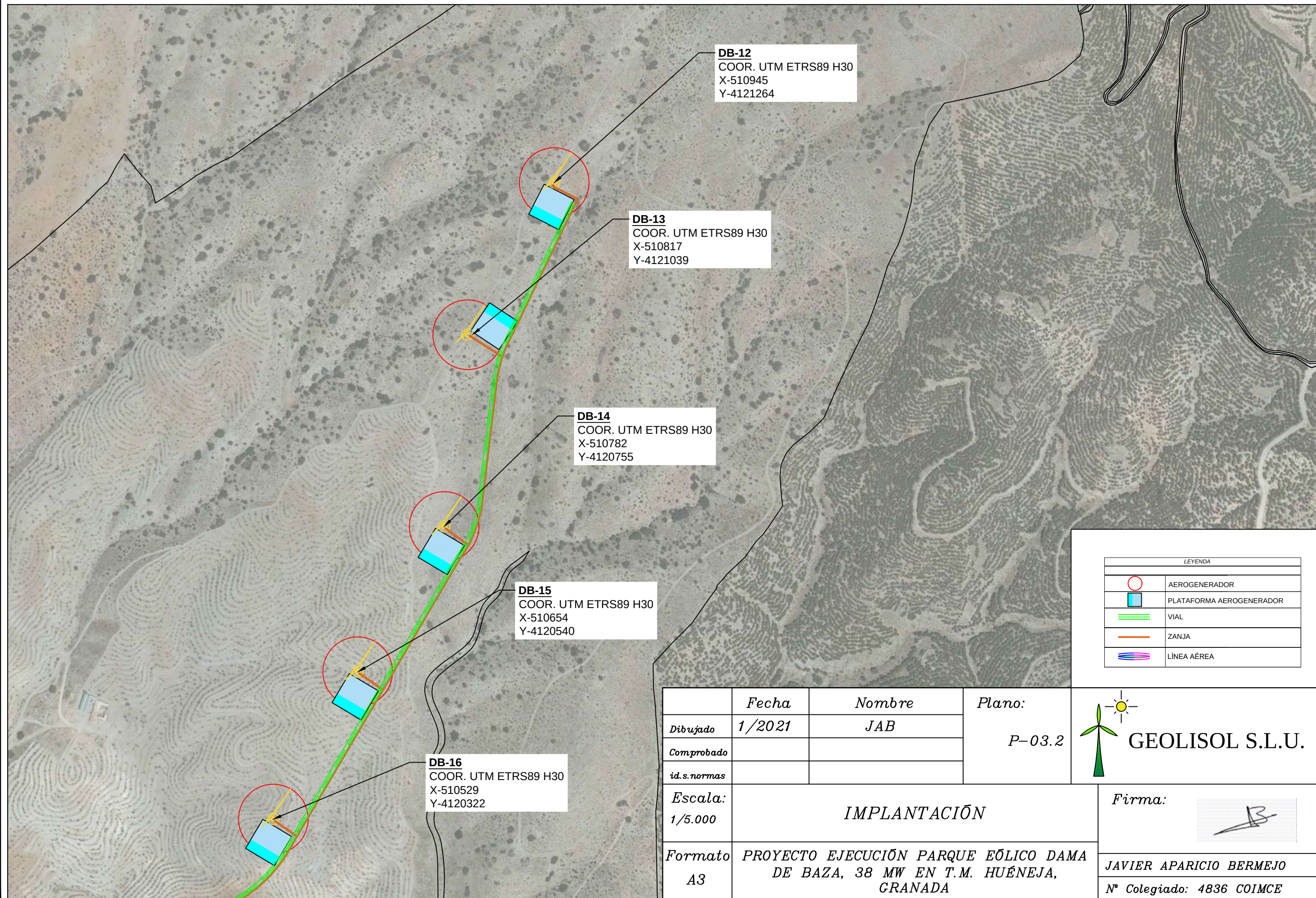
Nº Colegiado: 4836 COIMCE



NUMERO AFECCIO N	DATOS PARCELA			
	Termino Municipal	Poligono	Parcela	Ref Catastral
1	HUENEJA	13	1	18099A01300001
2	HUENEJA	13	2	18099A01300002
3	HUENEJA	13	15	18099A01300015
4	HUENEJA	13	26	18099A01300026
5	HUENEJA	13	28	18099A01300028
6	HUENEJA	14	3	18099A01400003
7	HUENEJA	14	7	18099A01400007
8	HUENEJA	14	8	18099A01400008
9	HUENEJA	14	9	18099A01400009
10	HUENEJA	14	12	18099A01400012
11	HUENEJA	14	13	18099A01400013
12	HUENEJA	14	18	18099A01400018
13	HUENEJA	14	20	18099A01400020
14	HUENEJA	14	22	18099A01400022
15	HUENEJA	14	23	18099A01400023
16	HUENEJA	14	32	18099A01400032
17	HUENEJA	21	78	18099A02100078
18	HUENEJA	21	79	18099A02100079
19	HUENEJA	21	81	18099A02100081
20	HUENEJA	21	82	18099A02100082
21	HUENEJA	21	84	18099A02100084
22	HUENEJA	21	85	18099A02100085
23	HUENEJA	21	88	18099A02100088
24	HUENEJA	21	191	18099A02100191
25	HUENEJA	21	195	18099A02100195
26	HUENEJA	11	9002	18099A01109002
27	HUENEJA	13	9002	18099A01309002
28	HUENEJA	13	9003	18099A01309003
29	HUENEJA	14	9001	18099A01409001
30	HUENEJA	14	9003	18099A01409003

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA

	Fecha	Nombre	Plano: P-03.1	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: 1/14.000	PARCELARIO AEROGENERADORES			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE



DB-12
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510945
Y-4121264

DB-13
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510817
Y-4121039

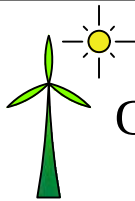
DB-14
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510782
Y-4120755

DB-15
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510654
Y-4120540

DB-16
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510529
Y-4120322

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA

	Fecha	Nombre	Plano: P-03.2
Dibujado	1/2021	JAB	
Comprobado			
id.s.normas			
Escala:	IMPLANTACIÓN		
1/5.000			
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA		
A3			

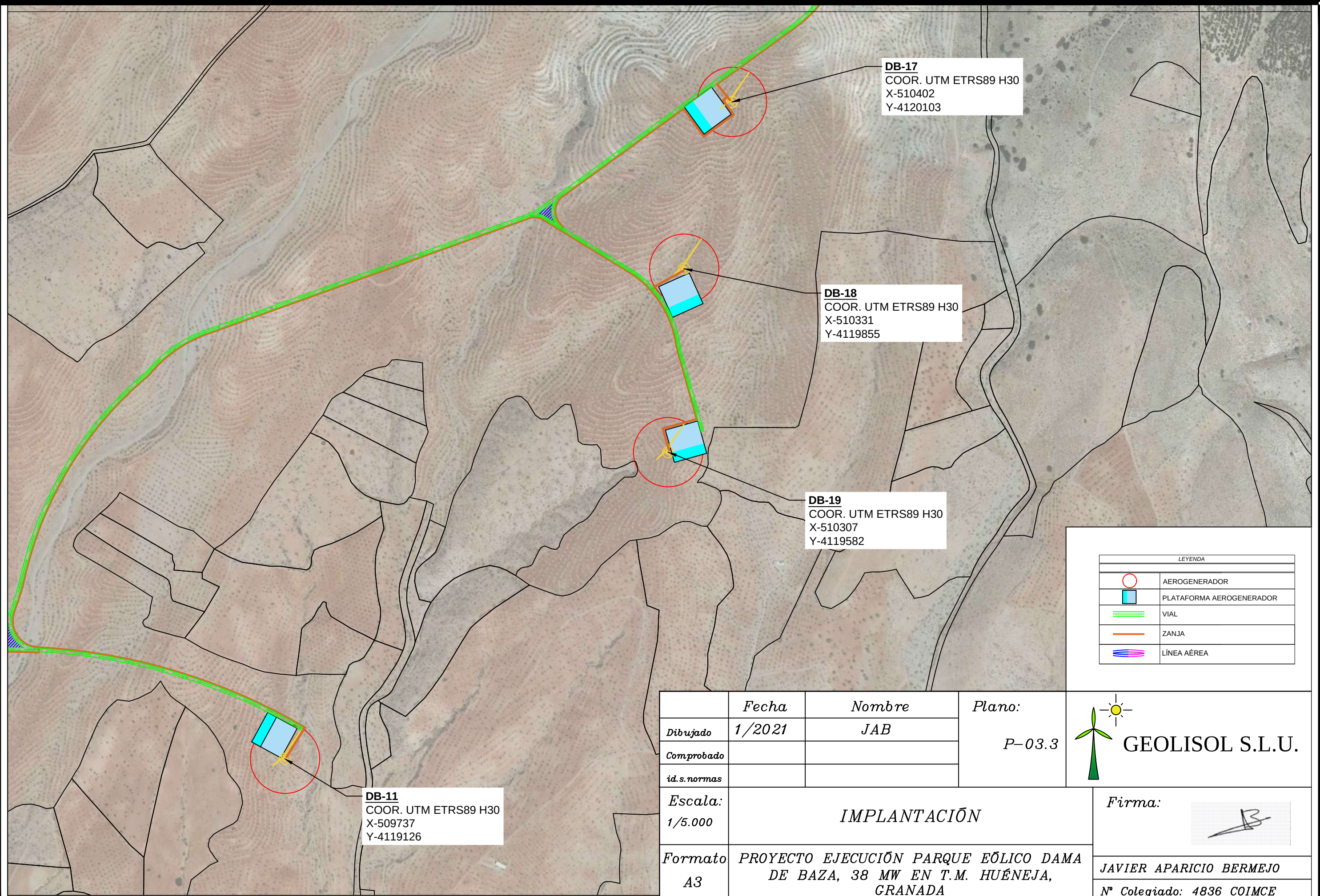


GEOLISOL S.L.U.

Firma:

JAVIER APARICIO BERMEJO

Nº Colegiado: 4836 COIMCE



DB-17
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510402
Y-4120103

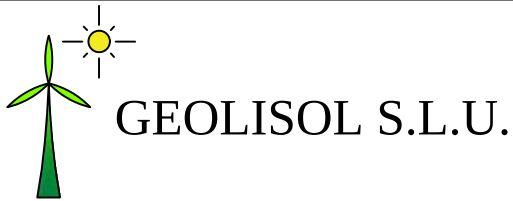
DB-18
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510331
Y-4119855

DB-19
COOR. UTM ETRS89 H30
X-510307
Y-4119582

DB-11
COOR. UTM ETRS89 H30
X-509737
Y-4119126

LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA

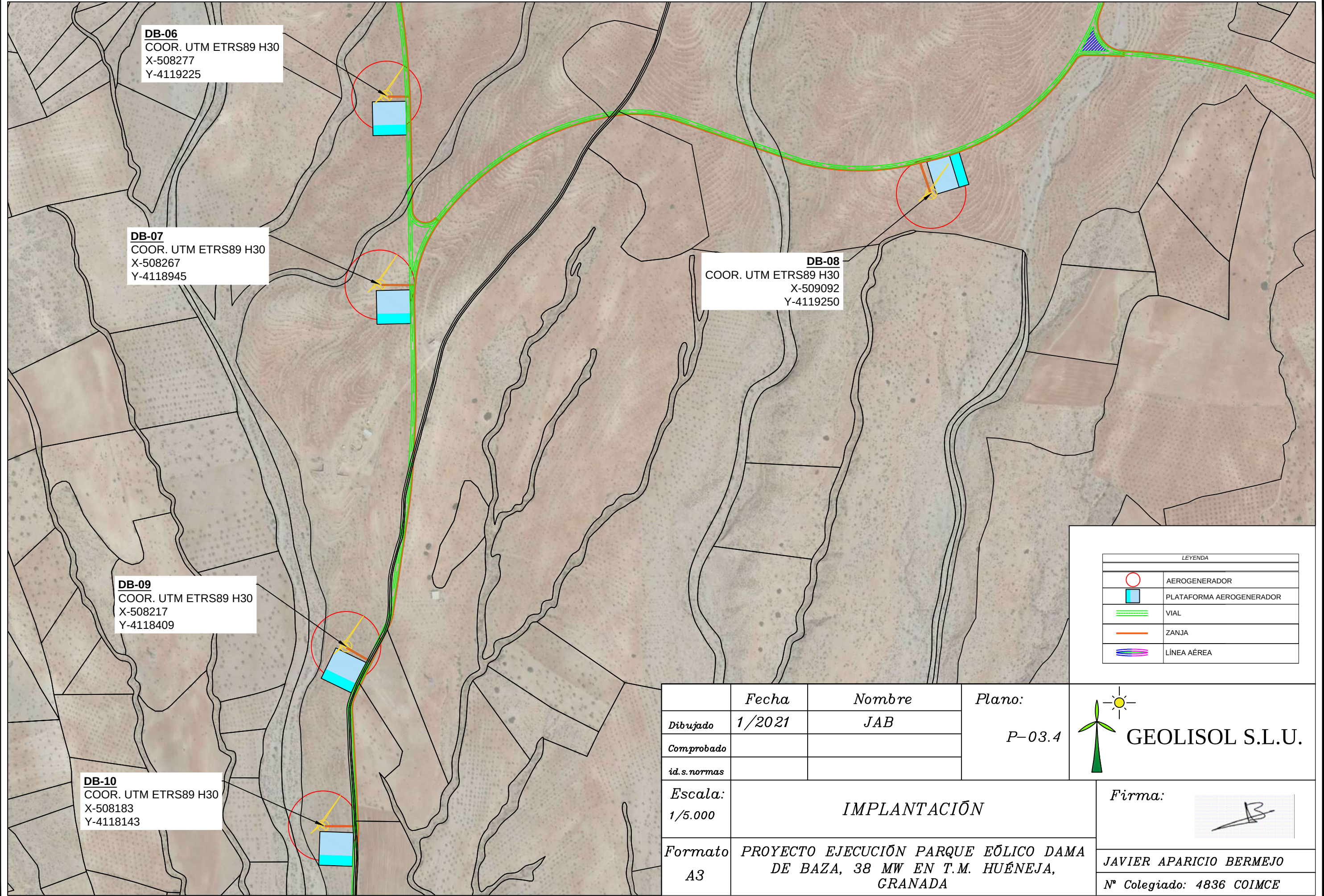
	Fecha	Nombre	Plano:
Dibujado	1/2021	JAB	P-03.3
Comprobado			
id.s.normas			

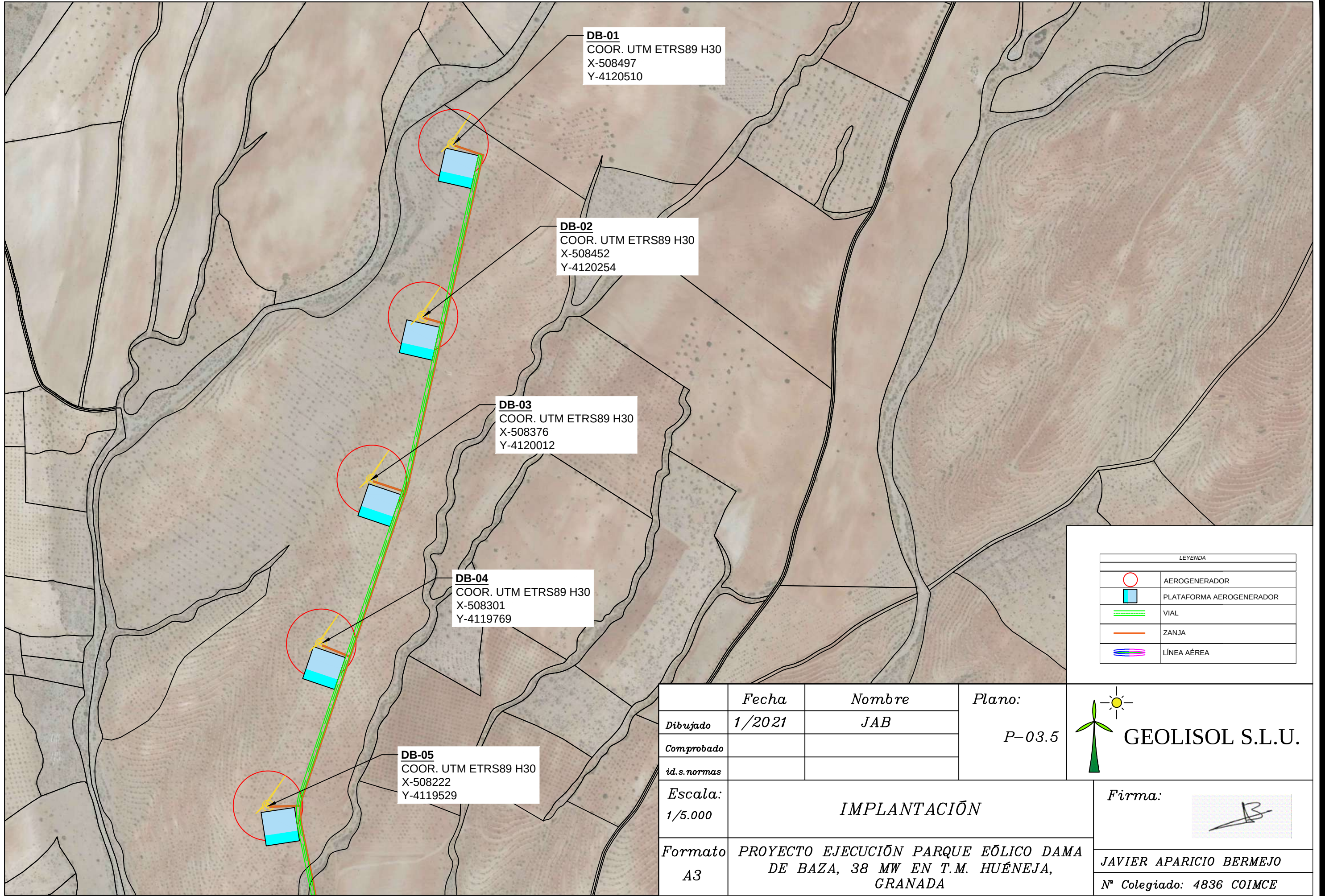


<i>Escala:</i> <i>1/5.000</i>	<i>IMPLANTACIÓN</i>
<i>Formato</i> <i>A3</i>	<i>PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA</i>

Firma:

JAVIER APARICIO BERMEJO
Nº Colegiado: 4836 COIMCE





DB-01
COORD. UTM ETRS89 H30
X-508497
Y-4120510

DB-02
COORD. UTM ETRS89 H30
X-508452
Y-4120254

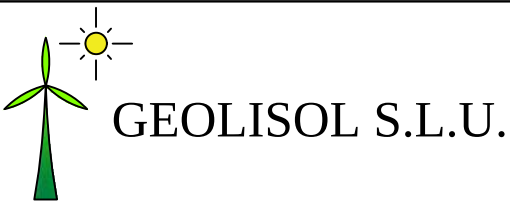
DB-03
COORD. UTM ETRS89 H30
X-508376
Y-4120012

DB-04
COORD. UTM ETRS89 H30
X-508301
Y-4119769

DB-05
COORD. UTM ETRS89 H30
X-508222
Y-4119529

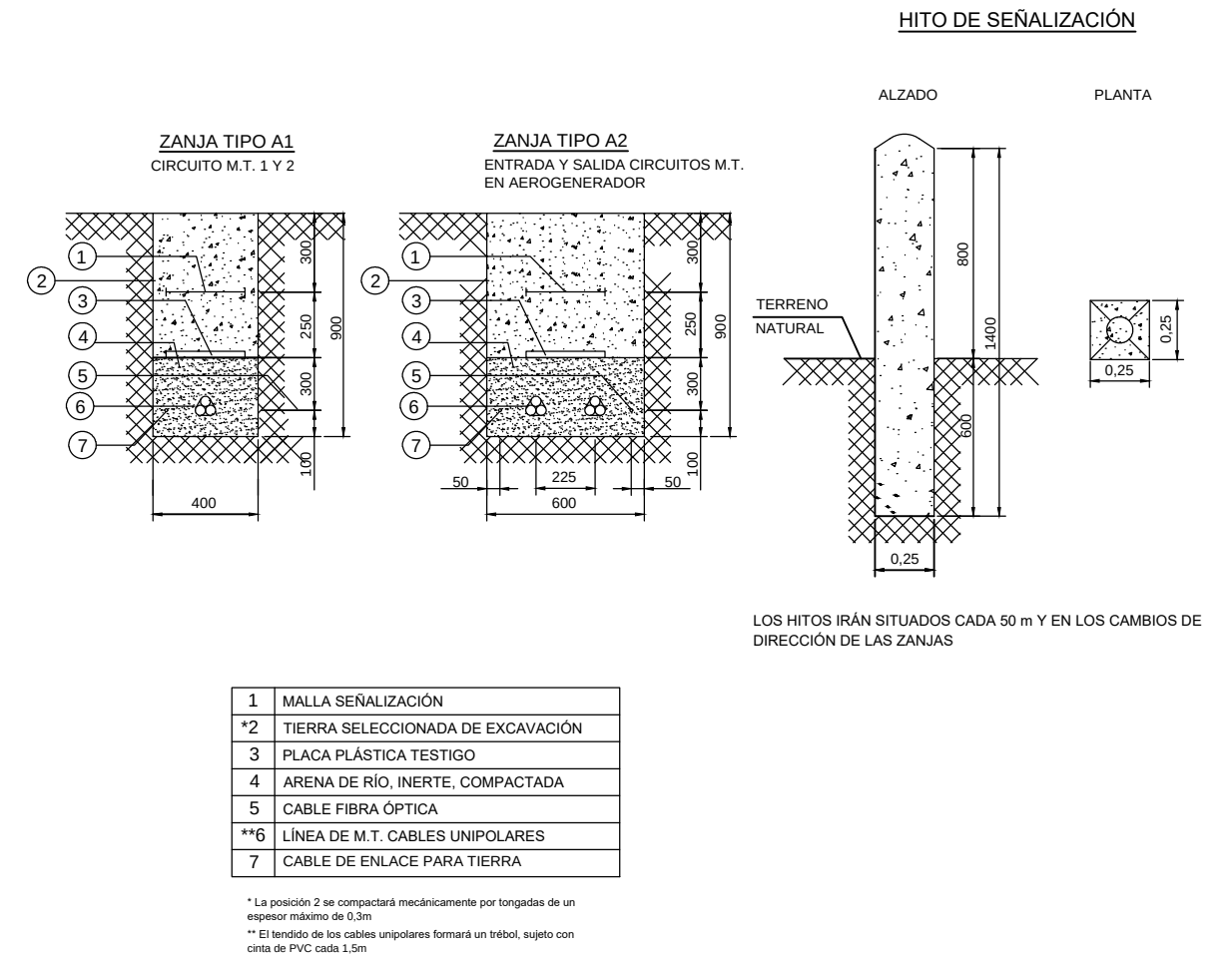
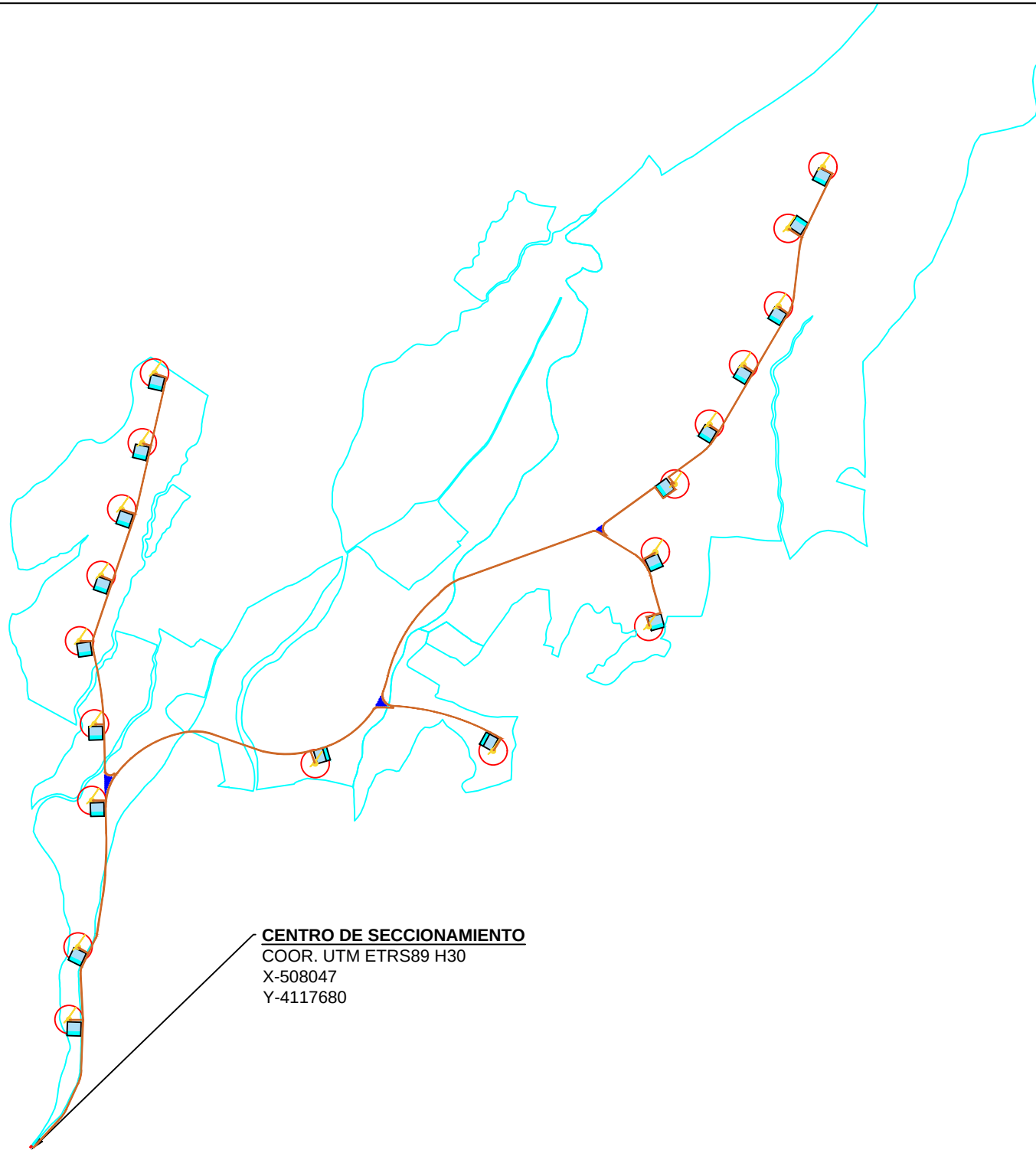
LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA

	Fecha	Nombre	Plano: P-03.5
Dibujado	1/2021	JAB	
Comprobado			
id.s.normas			
Escala:	IMPLANTACIÓN		
1/5.000			
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA		
A3			

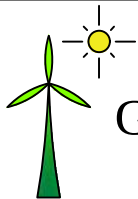


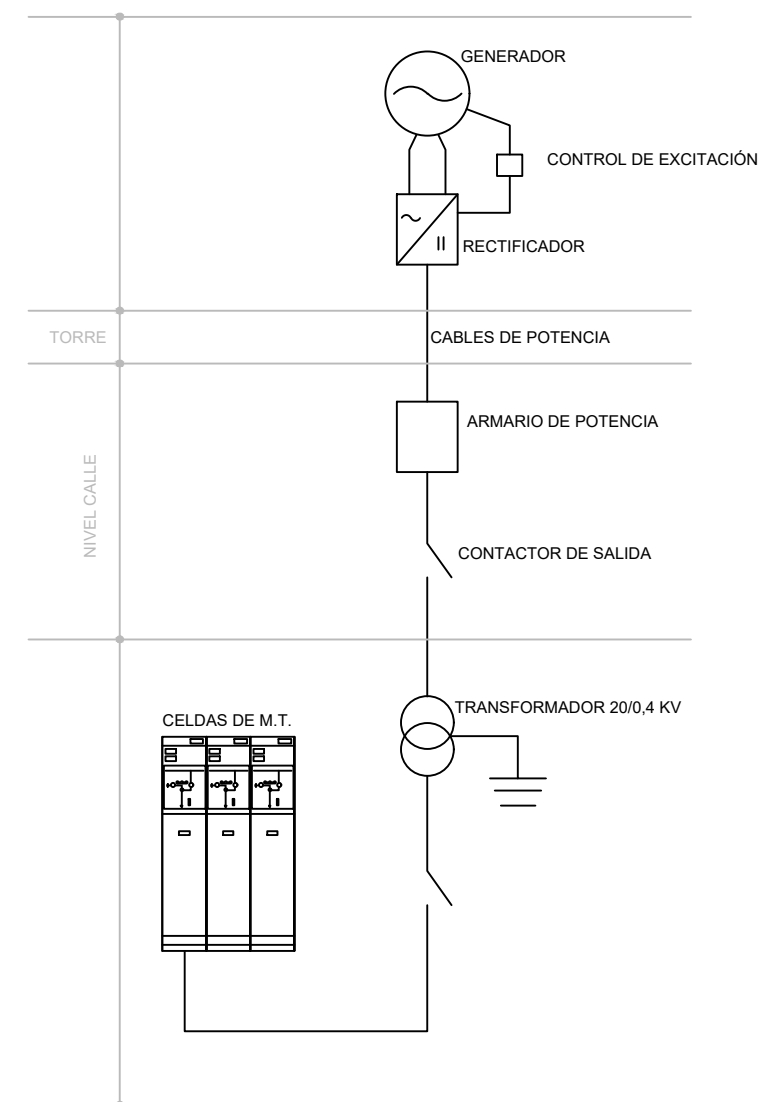
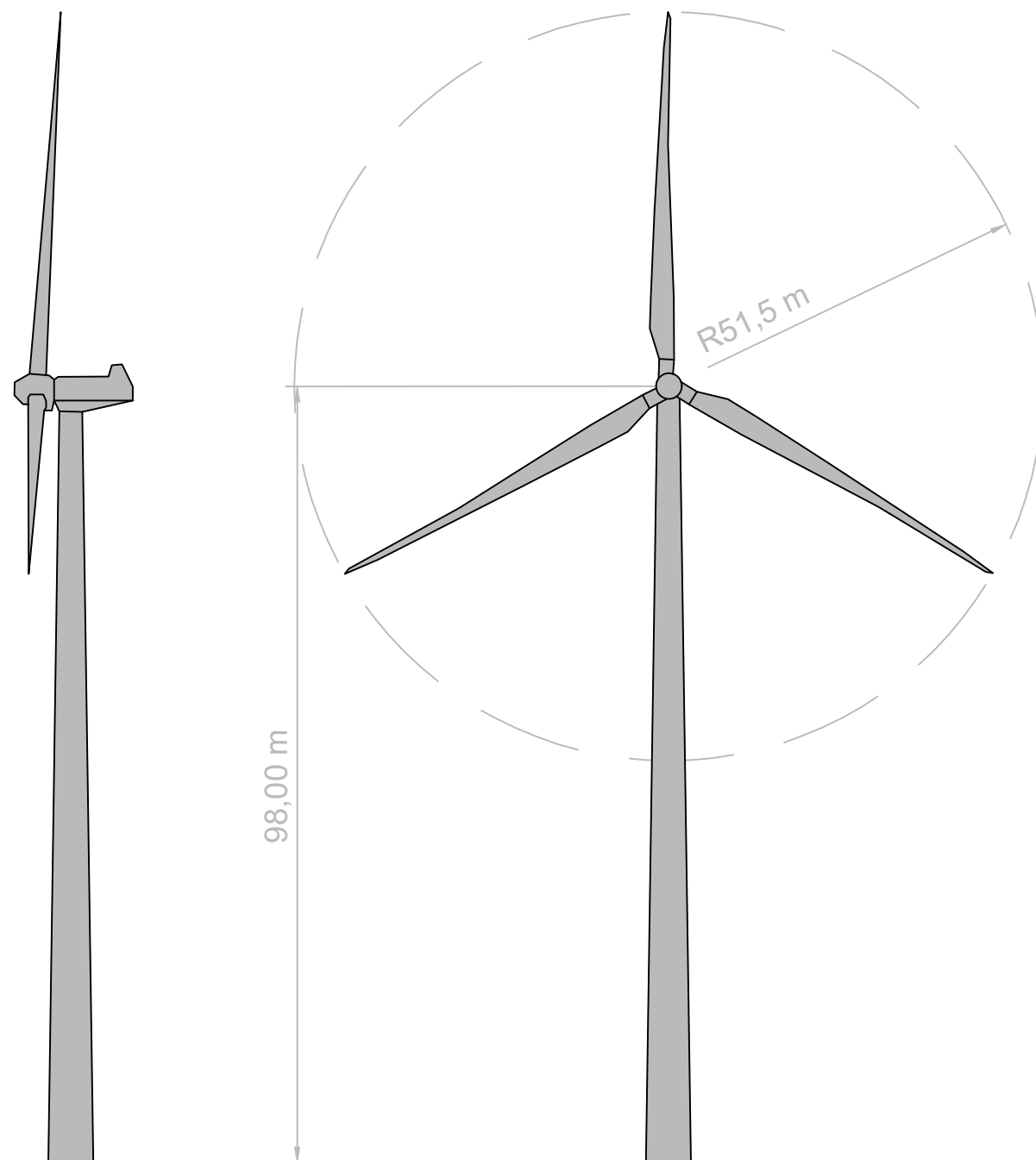
Firma:

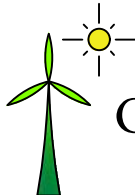
JAVIER APARICIO BERMEJO
Nº Colegiado: 4836 COIMCE

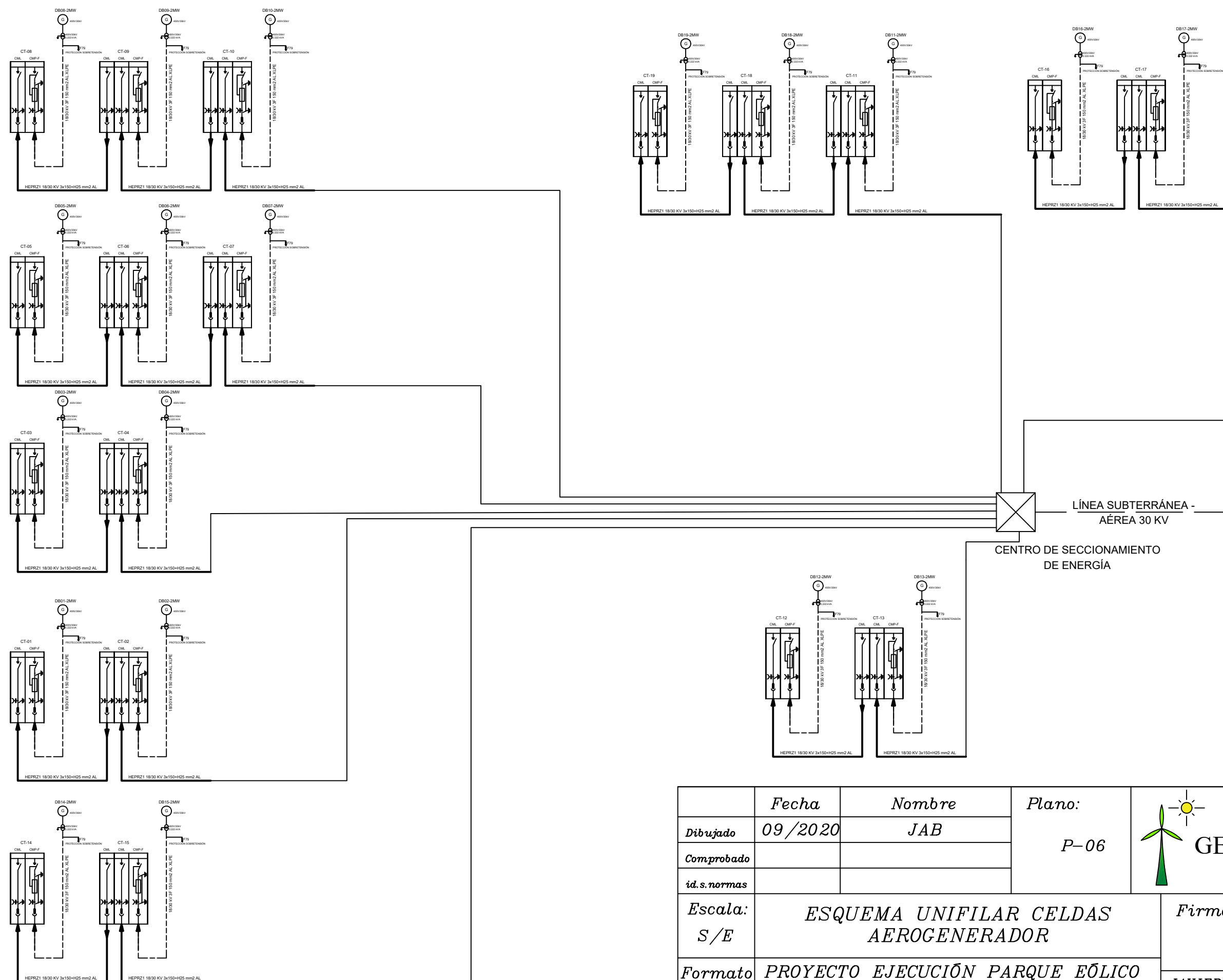


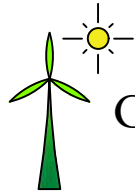
LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA

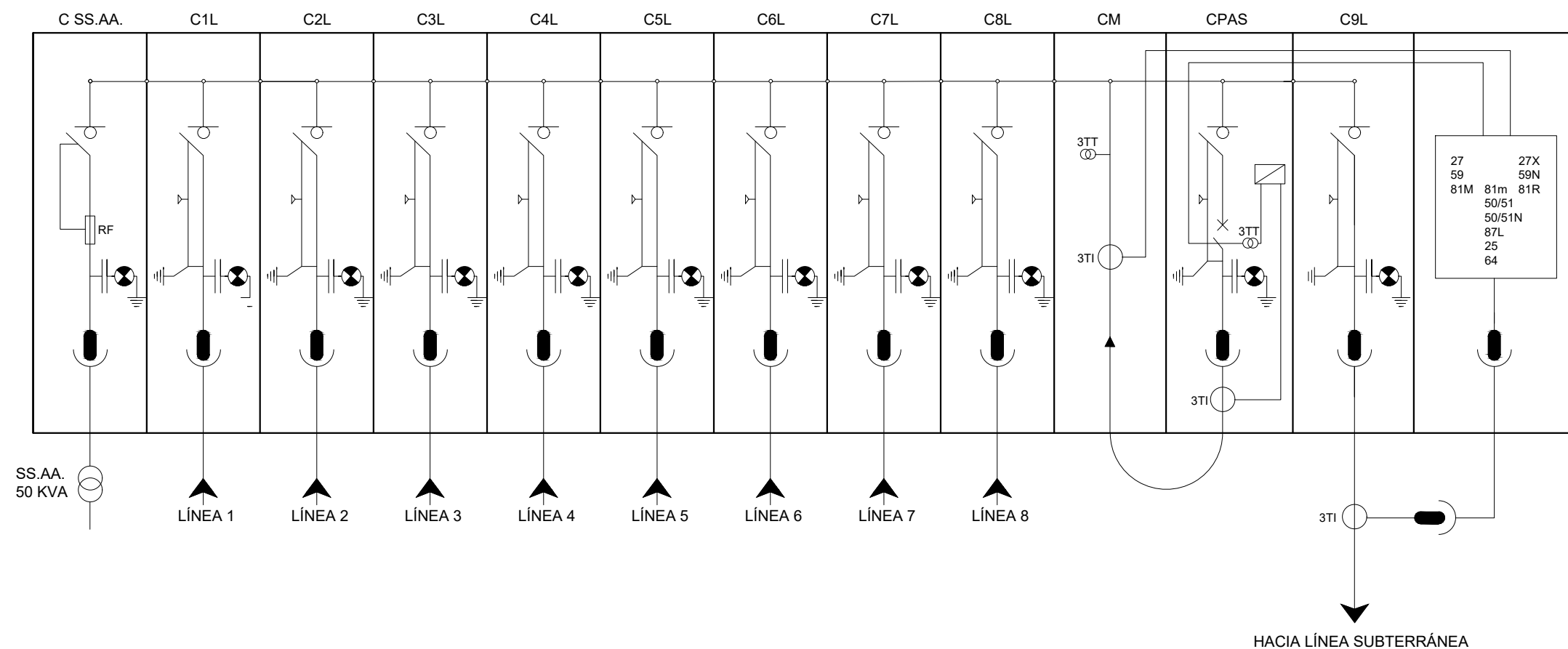
	Fecha	Nombre	Plano: P-04	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: S/E	DETALLES ZANJA			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
				Nº Colegiado: 4836 COIMCE



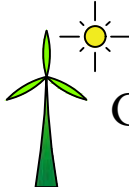
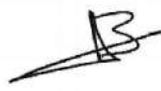
	Fecha	Nombre	Plano: P-05	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2020	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: 1/5.000	ESQUEMA UNIFILAR, PLANTA Y ALZADO AEROGENERADOR			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4.836 COIMCE

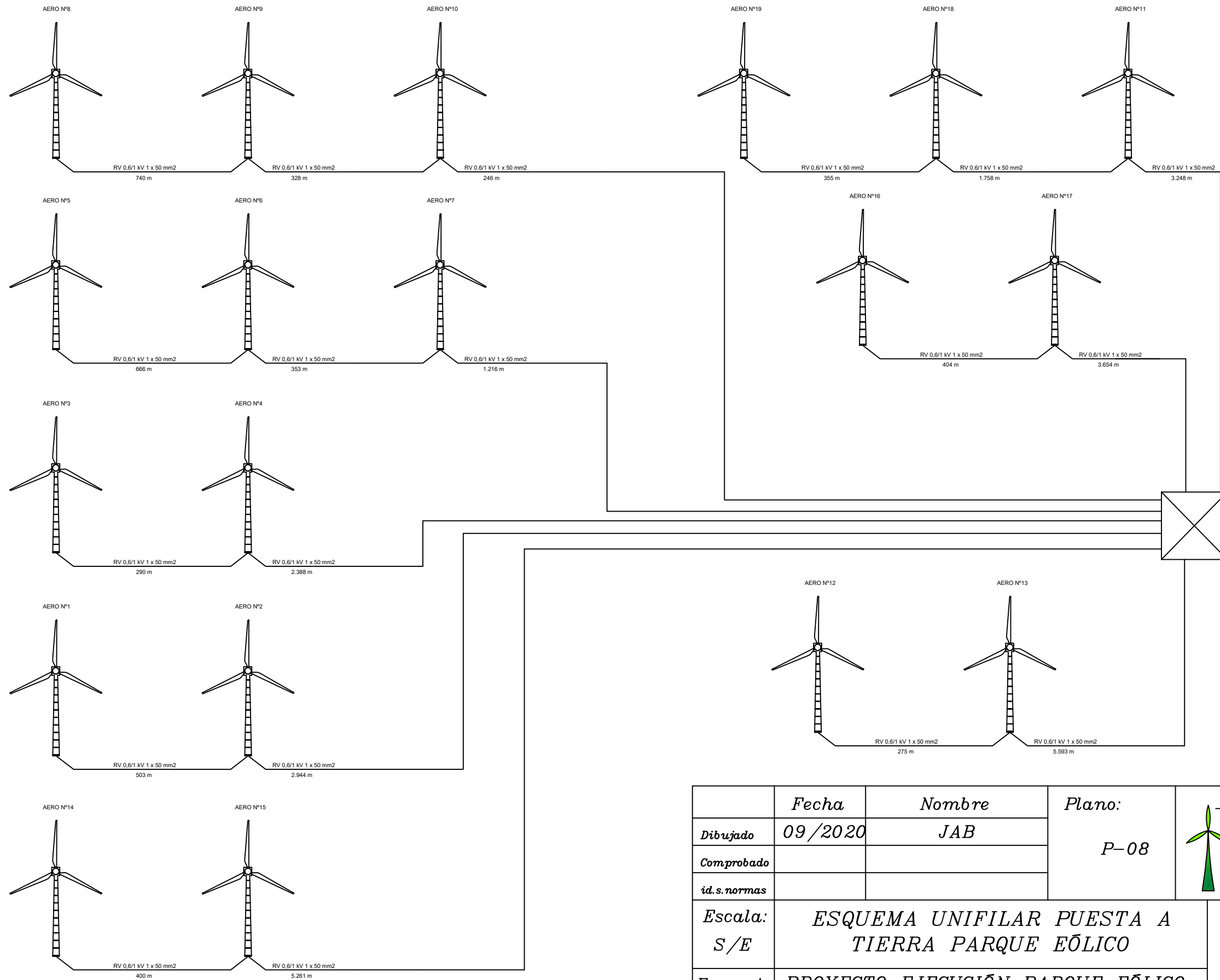


	Fecha	Nombre	Plano:	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2020	JAB	P-06	
Comprobado				
id. s. normas				
Escala:	ESQUEMA UNIFILAR CELDAS AEROGENERADOR			Firma:
S/E				
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
A3				Nº Colegiado: 4.836 COIMCE

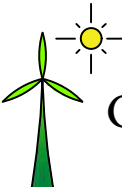


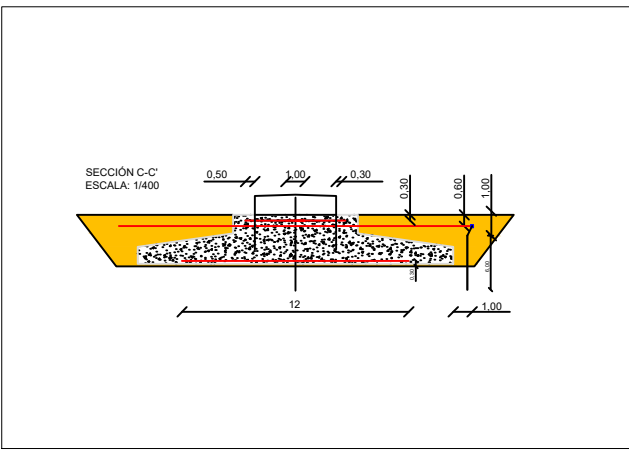
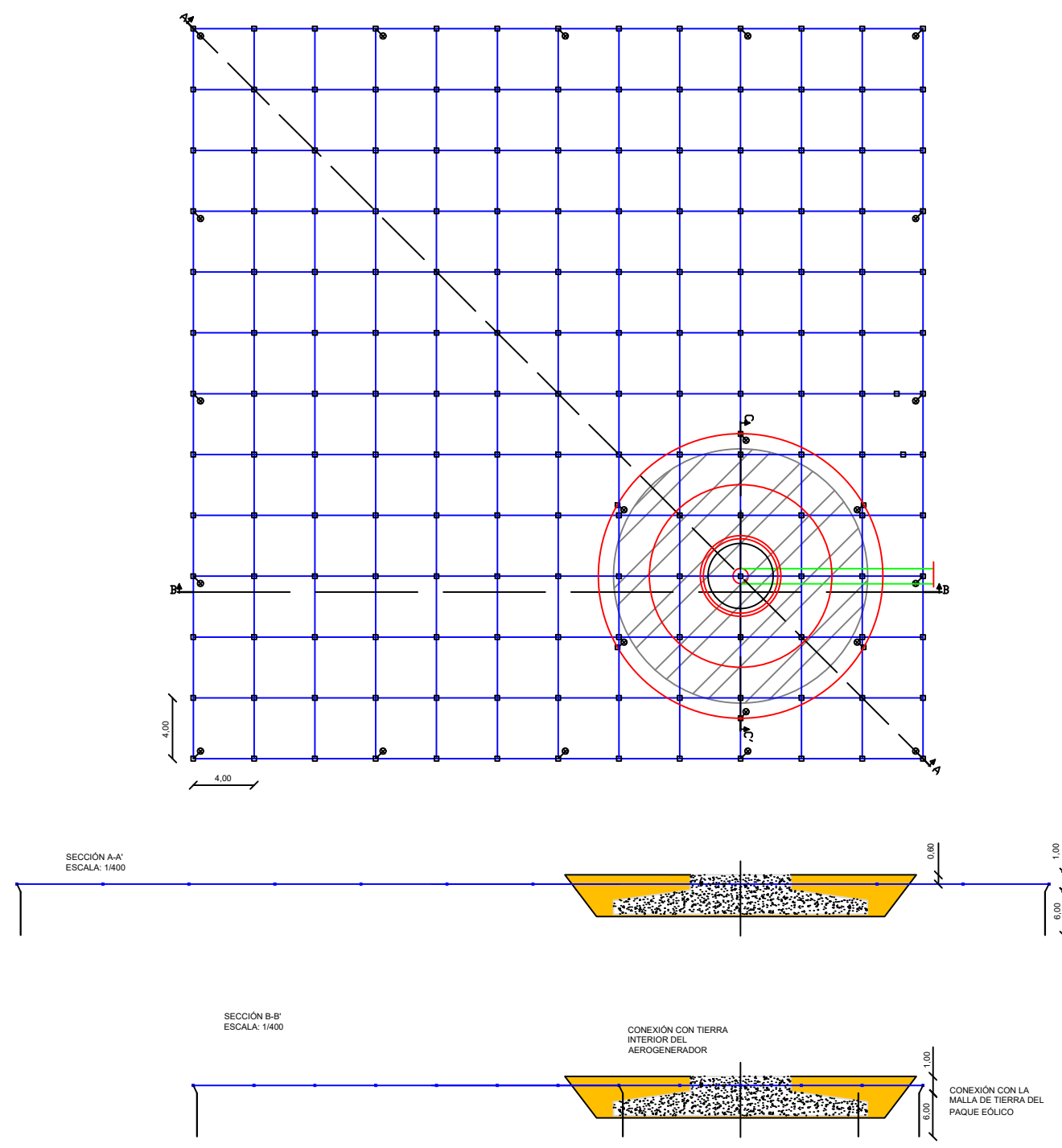
LEYENDA	
	Interruptor
	Interruptor seccionador
	Terminal Media Tensión
	Toma de tierra
	Capacitador o detector de tensión luminoso
	Transformador de tensión
	Transformador de intensidad

	Fecha	Nombre	Plano:	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2020	JAB	P-07	
Comprobado				
id. s. normas				
Escala:	ESQUEMA UNIFILAR CELDAS CENTRO DE SECCIONAMIENTO			Firma:
S/E				
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
A3				Nº Colegiado: 4.836 COIMCE



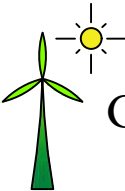
CENTRO DE
SECCIONAMIENTO
DE ENERGÍA
DAMA DE BAZA

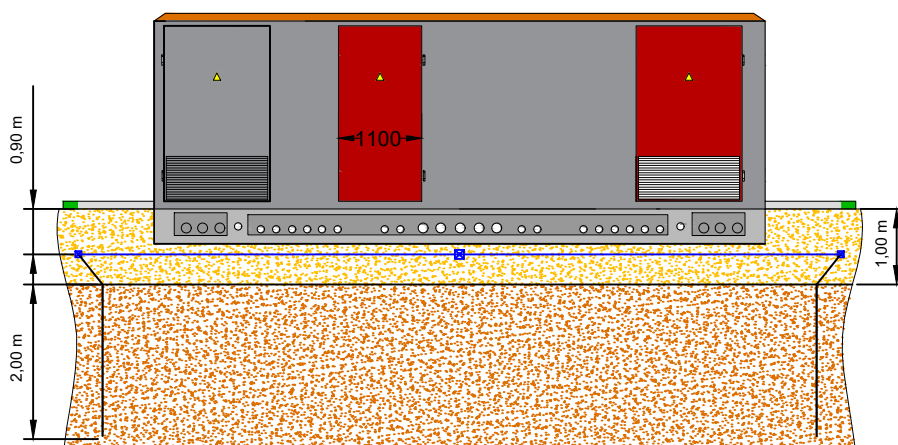
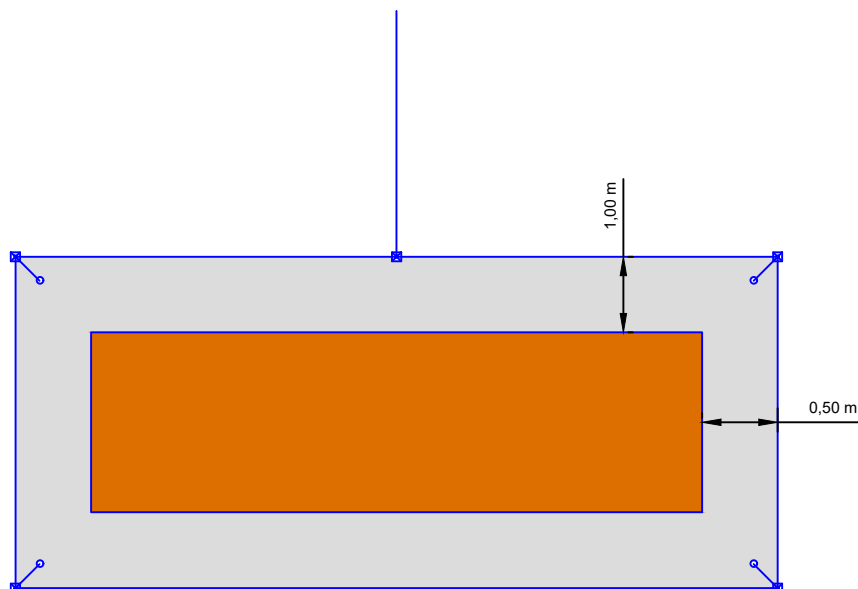
	Fecha	Nombre	Plano: P-08	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2020	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: S/E	ESQUEMA UNIFILAR PUESTA A TIERRA PARQUE EÓLICO			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4.836 COIMCE

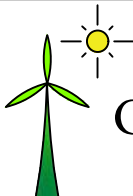


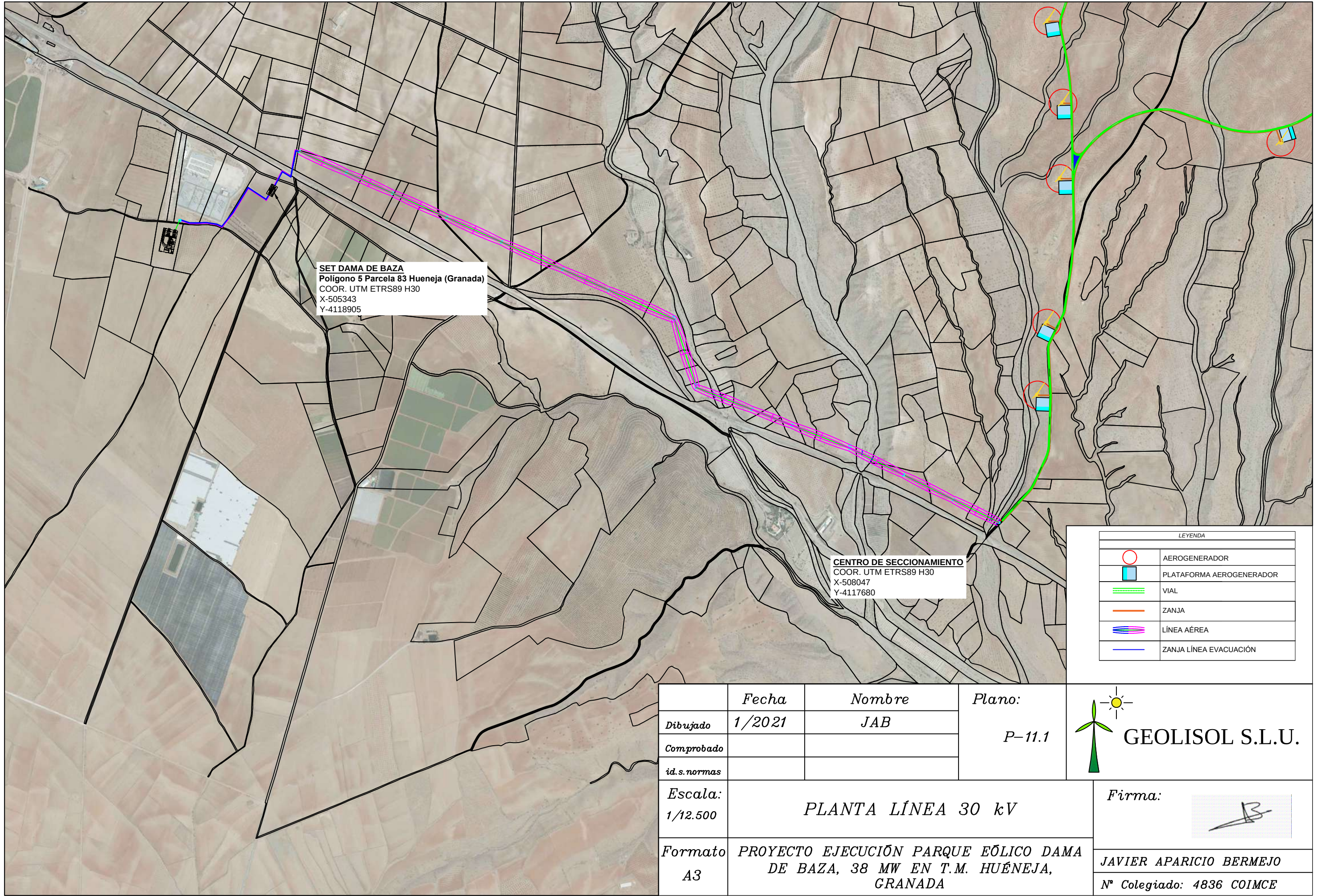
LEYENDA	
SIGNO	DESCRIPCIÓN
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM ² TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM ² TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA INSTALADA EN AEROGENERADOR
	PICA DE COBRE DE 6 M DE LONGITUD INSTALADA RECUBIERTA DE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
	SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA
	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE SECCIÓN 50 MM ² PARA CONEXIÓN MALLA DE TIERRA AEROGENERADOR CON MALLA DE TIERRA PARQUE EÓLICO

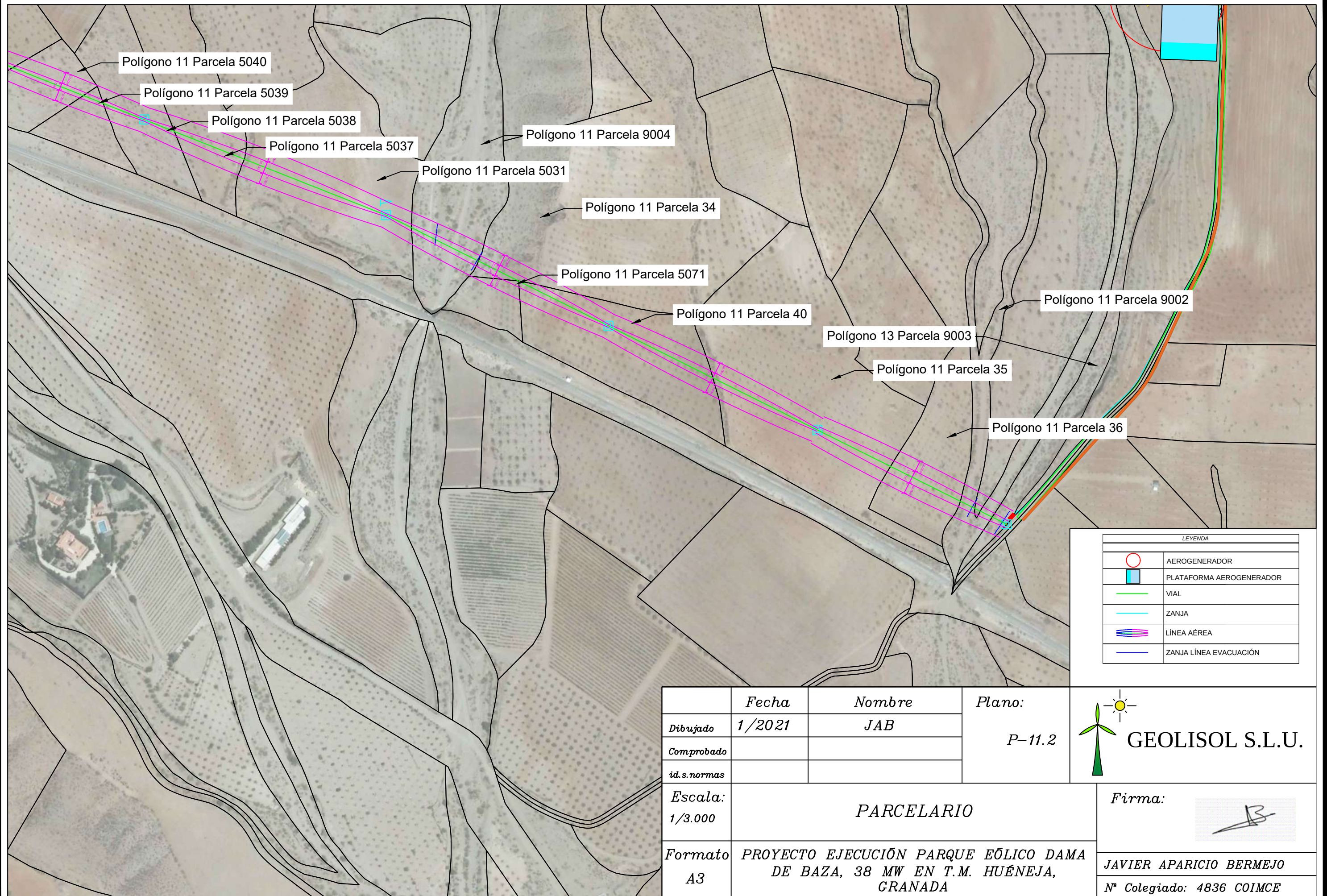
NOTA: EL CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TENDIDO SOBRE PRODUCTO PARA EL TRATAMIENTO ARTIFICIAL REDUCTOR DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA, SE INSTALARÁ FUERA DE LA ZONA DE ACTUACIÓN DE VIALES Y PLATAFORMAS

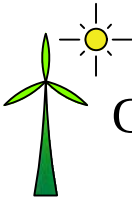
	Fecha	Nombre	Plano: P-09	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2020	JAB		
Comprobado				
id. s. normas				
Escala: 1/400	PUESTA A TIERRA AEROGENERADOR			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			
Nº Colegiado: 4.836 COIMCE				

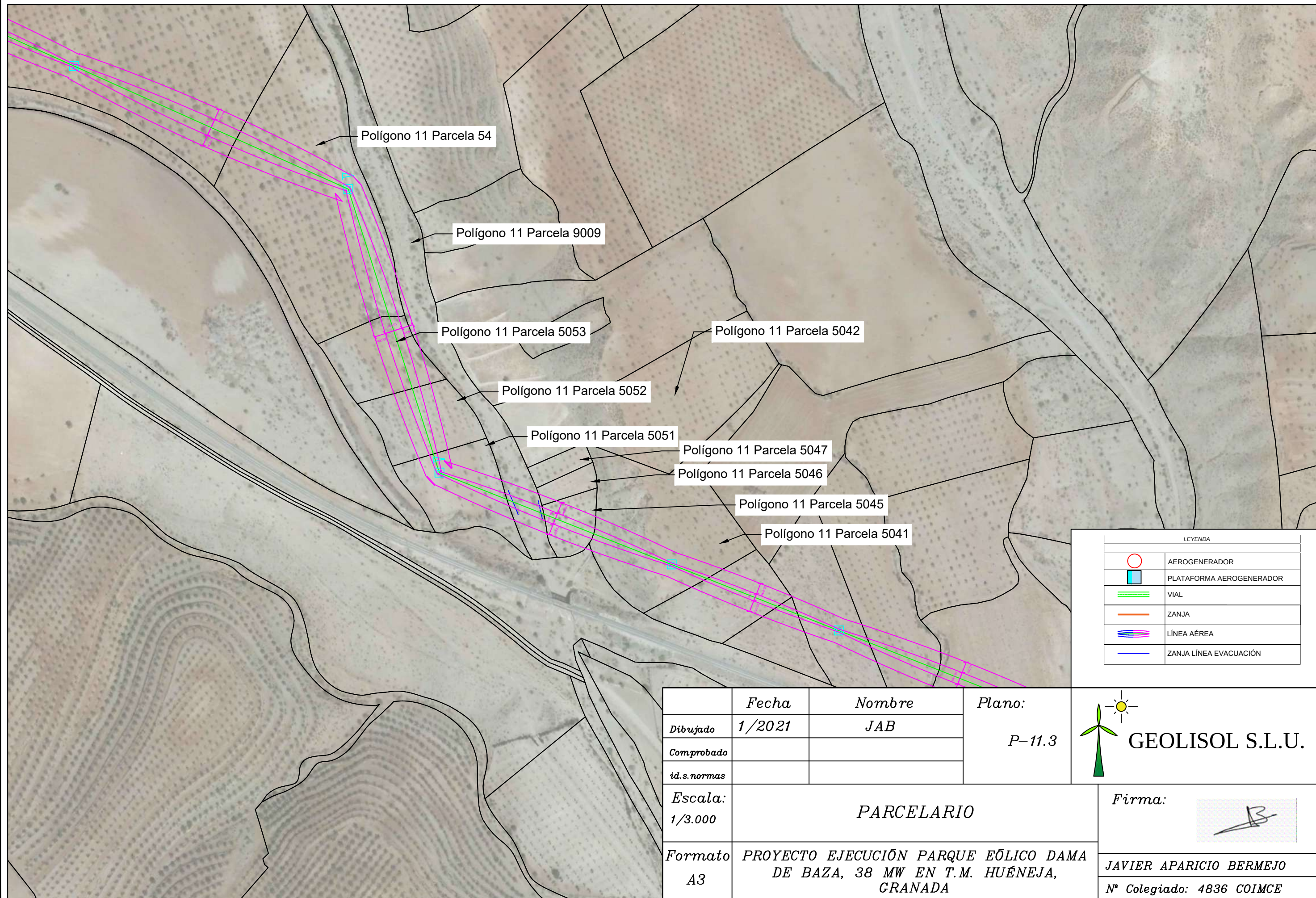


	Fecha	Nombre	Plano: P-10	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2020	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: 1/100	PUESTA A TIERRA CENTRO DE SECCIONAMIENTO			Firma: 
Formato A4	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
				Nº Colegiado: 4.836 COIMCE

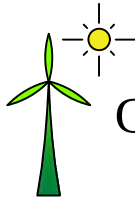
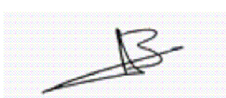


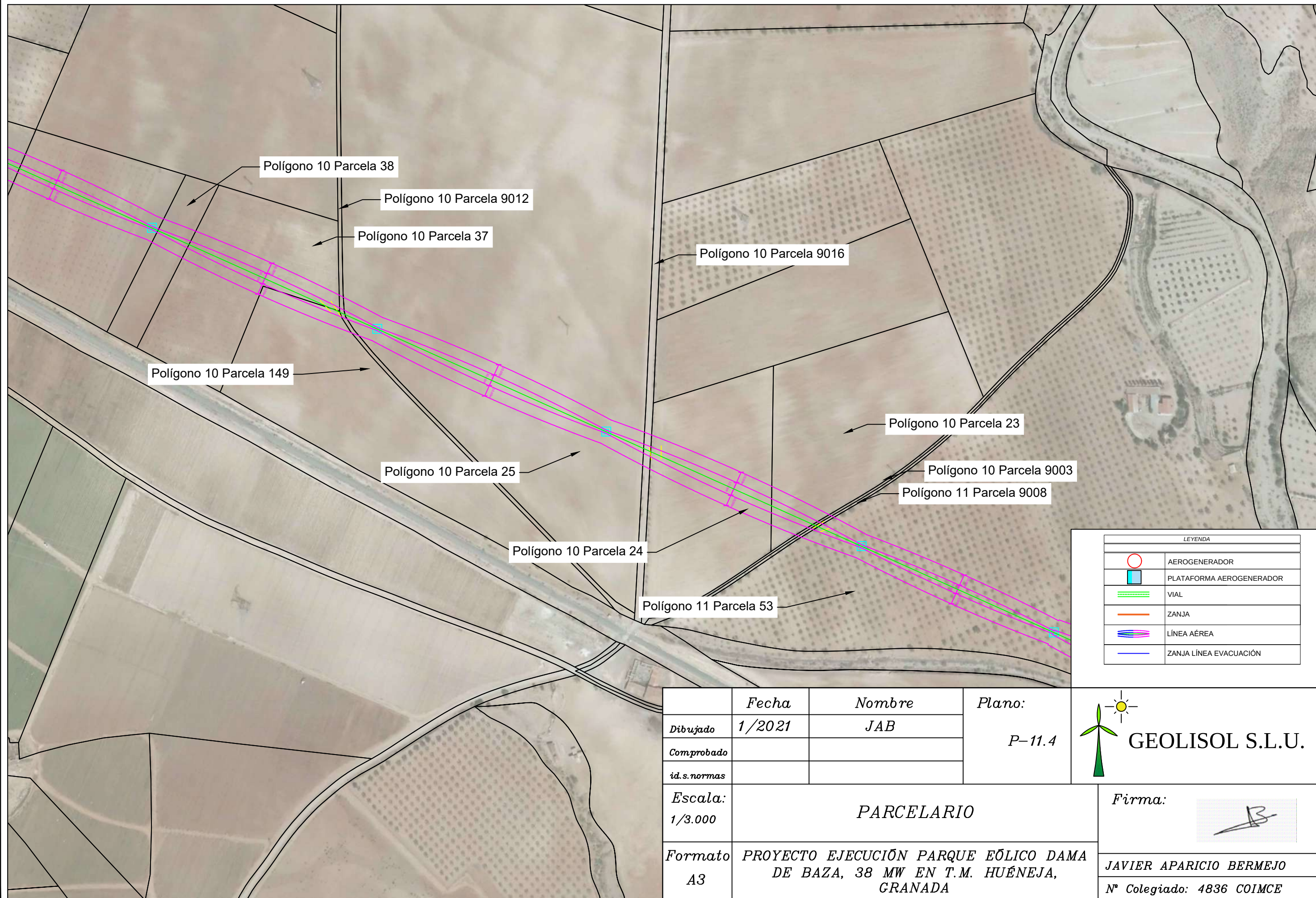


	Fecha	Nombre	Plano: P- 11.2	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: 1/3.000	PARCELARIO			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
				Nº Colegiado: 4836 COIMCE



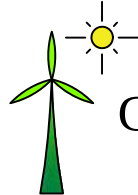
LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

	Fecha	Nombre	Plano: P-11.3	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id. s. normas				
Escala: 1/3.000	PARCELARIO			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
				Nº Colegiado: 4836 COIMCE



LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

	Fecha	Nombre	Plano: P-11.4
Dibujado	1/2021	JAB	
Comprobado			
id.s.normas			
Escala:	PARCELARIO		
1/3.000			
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA		
A3			

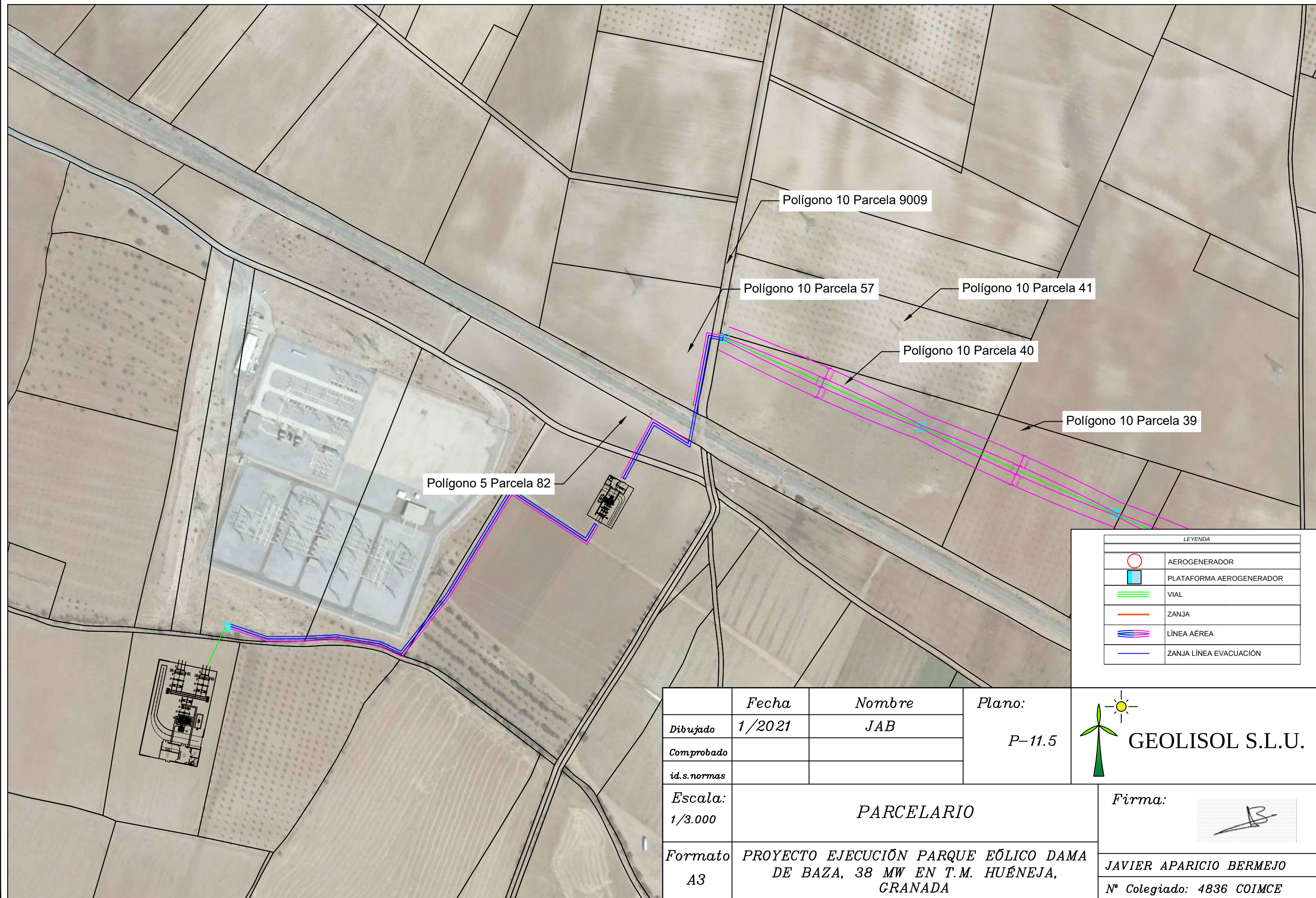


GEOLISOL S.L.U.

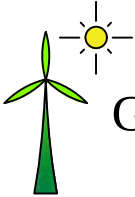
Firma: 

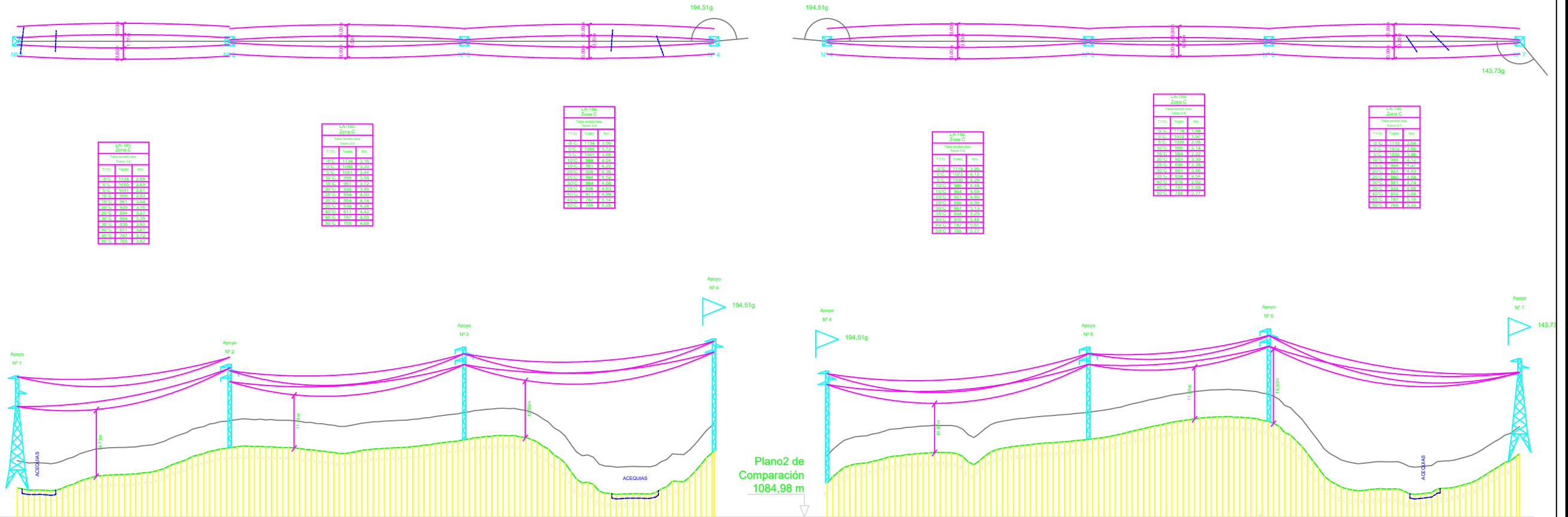
JAVIER APARICIO BERMEJO

Nº Colegiado: 4836 COIMCE

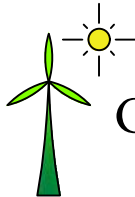


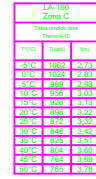
LEYENDA	
	AEROGENERADOR
	PLATAFORMA AEROGENERADOR
	VIAL
	ZANJA
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

	Fecha	Nombre	Plano:	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB	P-11.5	
Comprobado				
id.s.normas				
Escala:	PARCELARIO			Firma:
1/3.000				
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
A3				Nº Colegiado: 4836 COIMCE



Datos topográficos	Estaciones y punto kilométrico								
	Distancias	Parciales	0,0	188,1	207,6	221,1	221,1	231,2	221,9
	Al origen		0,0	188,1	395,7	616,7	616,7	847,9	1069,0
Apoyos	Cotas del terreno		1084,3	1083,2	1086,0	1092,5	1092,5	1102,2	1106,1
	Num. y longitud de las parcelas								
	Número	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6		
Cimentación	Ángulo	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tipo	TE.33000-S.33.31-18	C-2000-20	C-2000-22	C-9000-28	C-2000-22	C-2000-22		
	Función	P.Línea	Alt-Suspensión	Alt-Suspensión	Ang-Anclaje	Alt-Suspensión	Alt-Suspensión		
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo		
	Separación de fases	6,60	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40		
	Tipo armado	TE.33000-S.33.31-	TB-12-ATC-12	TB-12-ATC-12	TB-12-ATC-12	TB-12-ATC-12	TB-12-ATC-12		
	Altura útil cruceta inferior	18,00 m	14,64 m	16,60 m	21,78 m	16,58 m	16,62 m		
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Suspensión	Suspensión	Amarre	Suspensión	Suspensión		
	Lado	2,73 m	1,40 m	1,45 m	2,68 m	1,45 m	1,45 m		
	Profundidad	3,75 m	2,36 m	2,40 m	3,22 m	2,42 m	2,38 m		
Vanos regul.	Excavación	27,89 m3	4,63 m3	5,05 m3	23,13 m3	5,09 m3	5,00 m3		
	Hormigonado	29,37 m3	5,02 m3	5,47 m3	24,56 m3	5,51 m3	5,42 m3		
Vano regul.	Número		Nº 1						
	Longitud		188,09 m						
	Desnivel		3,83 m						
	Número								
Vano regul.	Cons. de catenaria y longitud								
	Apoyo inicial y final								

	Fecha	Nombre	Plano: P-12.1	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: H:1/4.000 V:1/1.000	PERFIL LÍNEA 30 KV			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Plano:</i> <i>P-12.2</i>	 GEOLISOL S.L.U.
<i>Dibujado</i>	<i>1/2021</i>	<i>JAB</i>		
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> <i>H:1/4.000</i> <i>V:1/1.000</i>	<i>PERFIL LÍNEA 30 KV</i>			<i>Firma:</i> 
<i>Formato</i> <i>A3</i>	<i>PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA</i>			<i>JAVIER APARICIO BERMEJO</i>
				<i>Nº Colegiado: 4836 COIMCE</i>

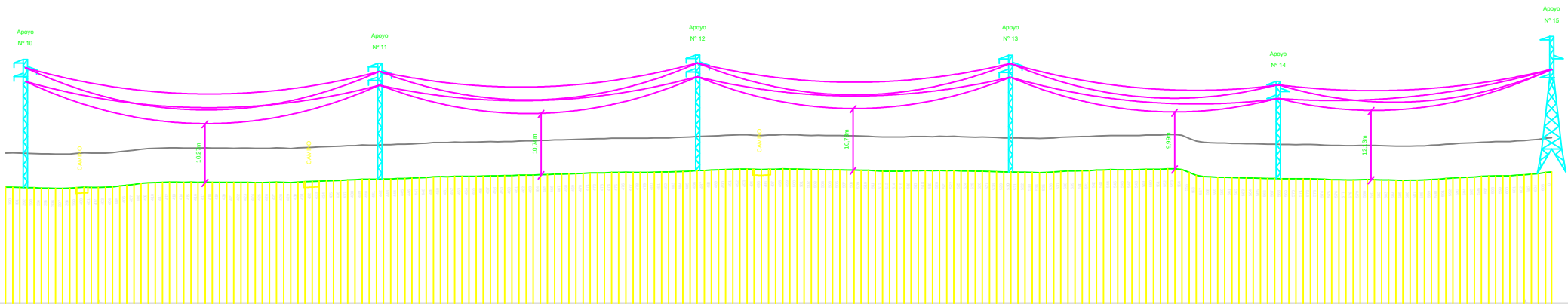
LA-100 Zona C		
Tabla de datos de terreno		
Tramo	Longitud (m)	Altura (m)
100-101	100	100
101-102	100	100
102-103	100	100
103-104	100	100
104-105	100	100
105-106	100	100
106-107	100	100
107-108	100	100
108-109	100	100
109-110	100	100
110-111	100	100
111-112	100	100
112-113	100	100
113-114	100	100
114-115	100	100
115-116	100	100
116-117	100	100
117-118	100	100
118-119	100	100
119-120	100	100

LA-100 Zona C		
Tabla de datos de terreno		
Tramo	Longitud (m)	Altura (m)
100-101	100	100
101-102	100	100
102-103	100	100
103-104	100	100
104-105	100	100
105-106	100	100
106-107	100	100
107-108	100	100
108-109	100	100
109-110	100	100
110-111	100	100
111-112	100	100
112-113	100	100
113-114	100	100
114-115	100	100
115-116	100	100
116-117	100	100
117-118	100	100
118-119	100	100
119-120	100	100

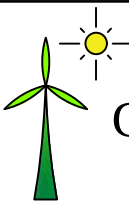
LA-100 Zona C		
Tabla de datos de terreno		
Tramo	Longitud (m)	Altura (m)
100-101	100	100
101-102	100	100
102-103	100	100
103-104	100	100
104-105	100	100
105-106	100	100
106-107	100	100
107-108	100	100
108-109	100	100
109-110	100	100
110-111	100	100
111-112	100	100
112-113	100	100
113-114	100	100
114-115	100	100
115-116	100	100
116-117	100	100
117-118	100	100
118-119	100	100
119-120	100	100

LA-100 Zona C		
Tabla de datos de terreno		
Tramo	Longitud (m)	Altura (m)
100-101	100	100
101-102	100	100
102-103	100	100
103-104	100	100
104-105	100	100
105-106	100	100
106-107	100	100
107-108	100	100
108-109	100	100
109-110	100	100
110-111	100	100
111-112	100	100
112-113	100	100
113-114	100	100
114-115	100	100
115-116	100	100
116-117	100	100
117-118	100	100
118-119	100	100
119-120	100	100

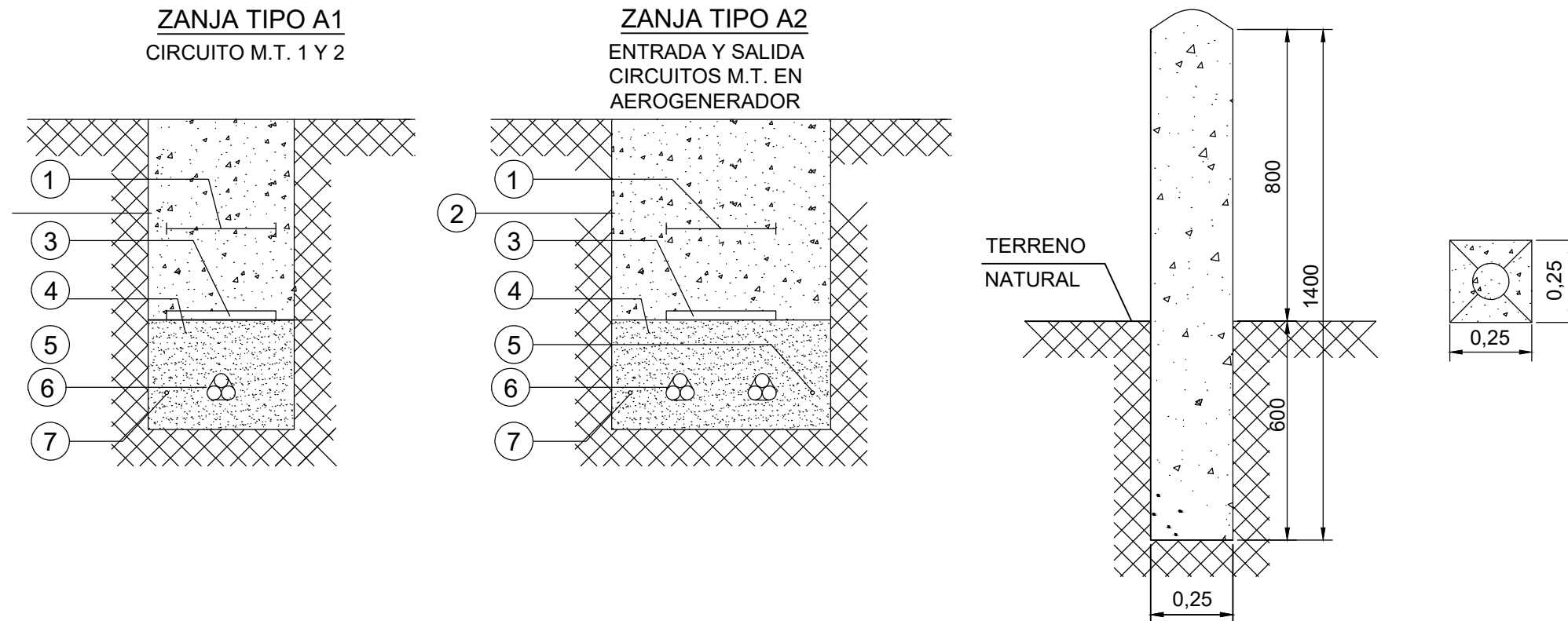
LA-100 Zona C		
Tabla de datos de terreno		
Tramo	Longitud (m)	Altura (m)
100-101	100	100
101-102	100	100
102-103	100	100
103-104	100	100
104-105	100	100
105-106	100	100
106-107	100	100
107-108	100	100
108-109	100	100
109-110	100	100
110-111	100	100
111-112	100	100
112-113	100	100
113-114	100	100
114-115	100	100
115-116	100	100
116-117	100	100
117-118	100	100
118-119	100	100
119-120	100	100



Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico		km nº 2										km nº 3									
	Distancias	Parciales	187,1		248,7		222,9		219,5		187,8		191,7									
		Al origen	1948,1		2186,7		2419,6		2639,0		2856,8		3018,5									
Cotas del terreno		1122,3		1123,8		1125,3		1125,0		1123,9		1125,0										
Apoyos	Num. y longitud de las parcelas																					
	Número	Nº 10	Nº 11		Nº 12		Nº 13		Nº 14		Nº 15											
	Ángulo	--	--		--		--		--		--											
	Tipo	C-2000-24	C-2000-22		C-2000-22		C-2000-22		C-4500-TR-20		TE.33000-S.33.31-18											
	Función	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión		Ali-Suspensión		Ali-Suspensión		Ali-Suspensión		F.Línea											
	Montaje	Tresbolillo	Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo		Tresbolillo											
	Separación de fases	2,40	2,40		2,40		2,40		2,40		6,60											
	Tipo armado	TB-12-ATC-12	TB-12-ATC-12		TB-12-ATC-12		TB-12-ATC-12		TB-12-ATC-12		TE.33000-S.33.31-											
	Altura útil cruceta inferior	18,62 m	16,45 m		16,44 m		16,61 m		14,04 m		18,00 m											
	Tipo de cadena-elementos	Suspensión	Suspensión		Suspensión		Suspensión		Amarre		Amarre											
Cimen- tación	Lado	1,54 m	1,45 m		1,45 m		1,45 m		1,45 m		2,73 m											
	Profundidad	2,38 m	2,55 m		2,56 m		2,39 m		2,96 m		3,75 m											
	Excavación	5,64 m3	5,36 m3		5,38 m3		5,02 m3		6,22 m3		27,89 m3											
	Hormigonado	6,12 m3	5,78 m3		5,80 m3		5,45 m3		6,64 m3		29,37 m3											
Vano regul.	Número	Nº 10		Nº 11		Nº 12		Nº 13		Nº 14												
	Longitud	248,65 m		222,87 m		219,47 m		187,76 m		191,73 m												
	Desnivel	-0,15 m		0,09 m		0,15 m		-2,79 m		5,64 m												
	Número	Nº 4								Nº 5												
	Cons. de catenaria y longitud	K=1090 a 0°C+H - 228 m								K=1074 a 0°C+H - 192 m												
Apoyo inicial y final		Nº 8 - Nº 14								Nº 14 - Nº 15												

	Fecha	Nombre	Plano: P-12.3	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: H:1/4.000 V:1/1.000	PERFIL LÍNEA 30 KV			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
				Nº Colegiado: 4836 COIMCE

HITO DE SEÑALIZACIÓN

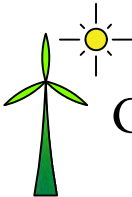


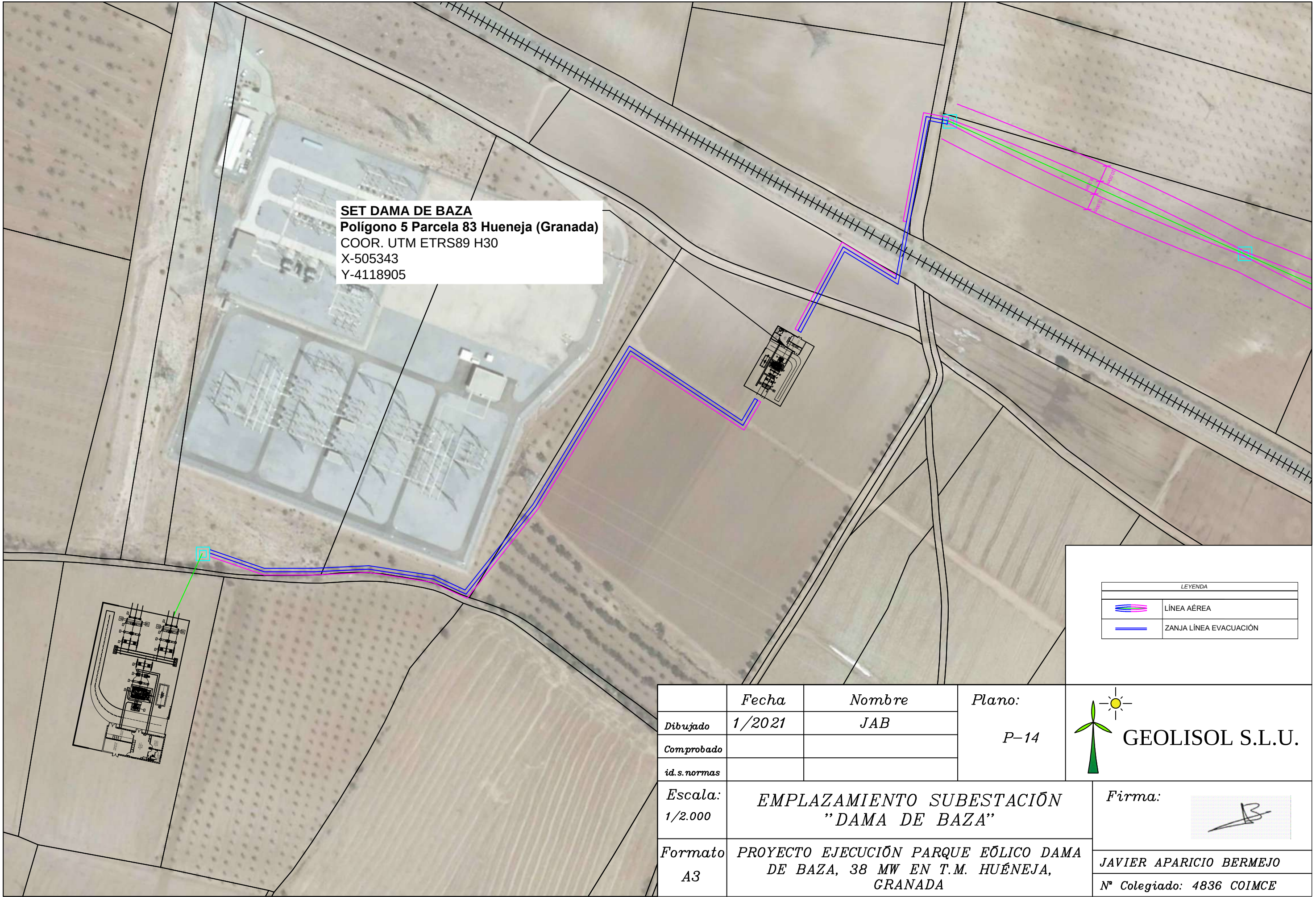
LOS HITOS IRÁN SITUADOS CADA 50 m Y EN
LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LAS ZANJAS

1	MALLA SEÑALIZACIÓN
*2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	PLACA PLÁSTICA TESTIGO
4	ARENA DE RÍO, INERTE, COMPACTADA
5	CABLE FIBRA ÓPTICA
**6	LÍNEA DE M.T. CABLES UNIPOLARES
7	CABLE DE ENLACE PARA TIERRA

* La posición 2 se compactará mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 0,3m

** El tendido de los cables unipolares formará un trébol, sujeto con cinta de PVC cada 1,5m

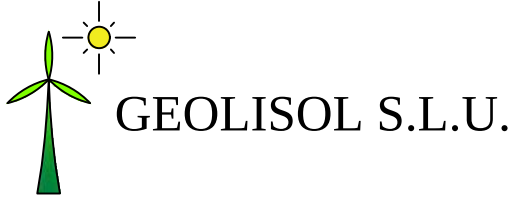
	Fecha	Nombre	Plano: P-13	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id. s. normas				
Escala: S/E	DETALLES ZANJAS LÍNEA SUBTERRÁNEA			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE



SET DAMA DE BAZA
Polígono 5 Parcela 83 Hueneja (Granada)
COOR. UTM ETRS89 H30
X-505343
Y-4118905

LEYENDA	
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

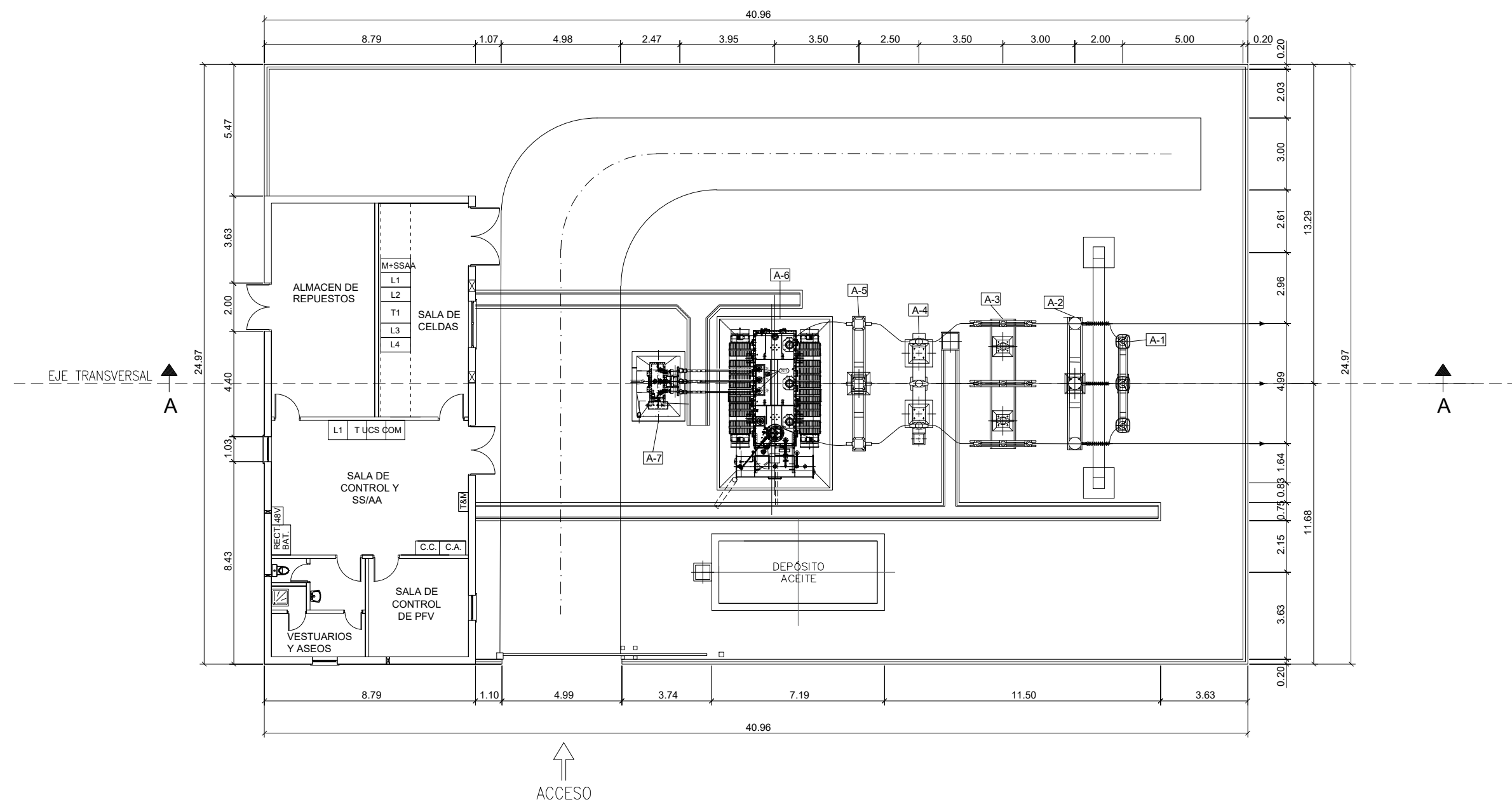
	Fecha	Nombre	Plano: P-14
Dibujado	1/2021	JAB	
Comprobado			
id.s.normas			



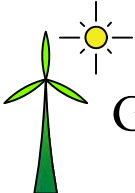
Escala:	EMPLAZAMIENTO SUBESTACIÓN "DAMA DE BAZA"
1/2.000	
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA
A3	

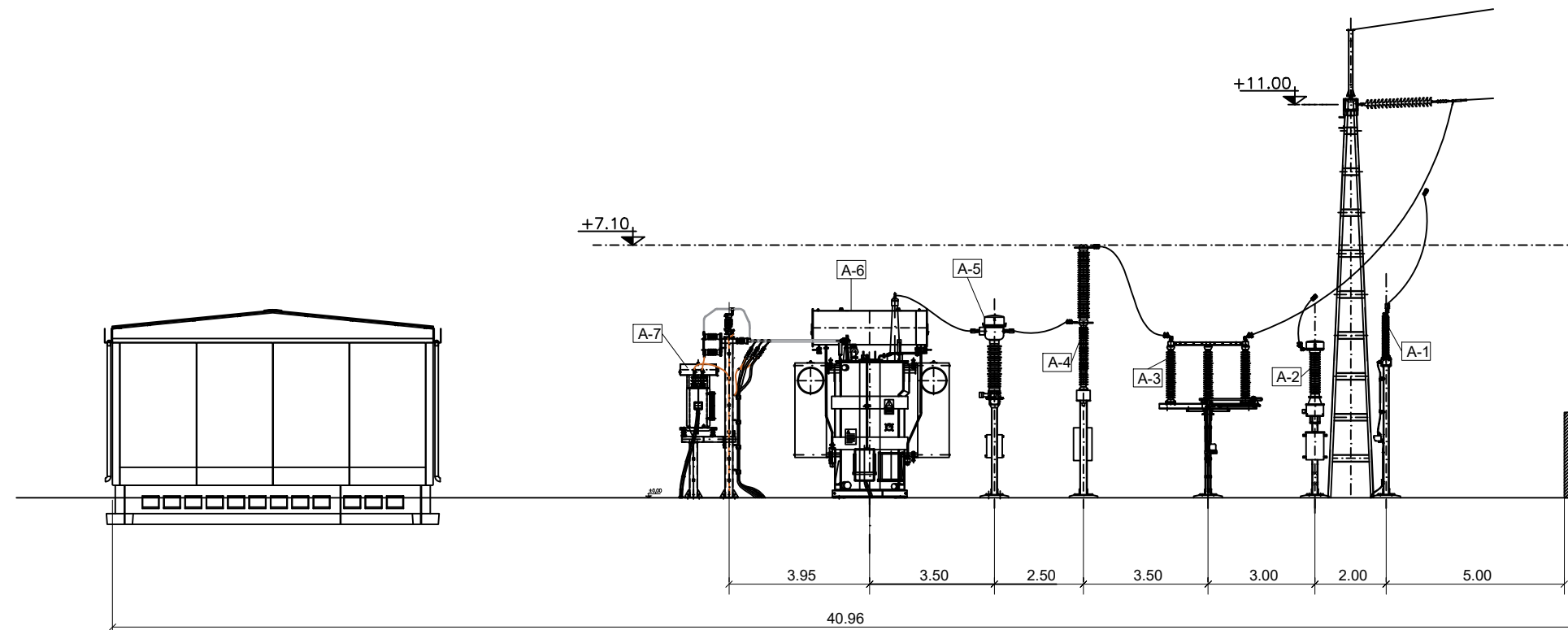
Firma: 

JAVIER APARICIO BERMEJO
Nº Colegiado: 4836 COIMCE



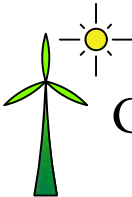
LEYENDA	
A-1	AUTOVALVULAS
A-2	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
A-3	SECCIONADOR
A-4	INTERRUPTOR
A-5	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
A-6	TRANSFORMADOR
A-7	REACTANCIA

	Fecha	Nombre	Plano: P-15	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: 1/200	PLANTA SUBESTACIÓN ELEVADORA			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE

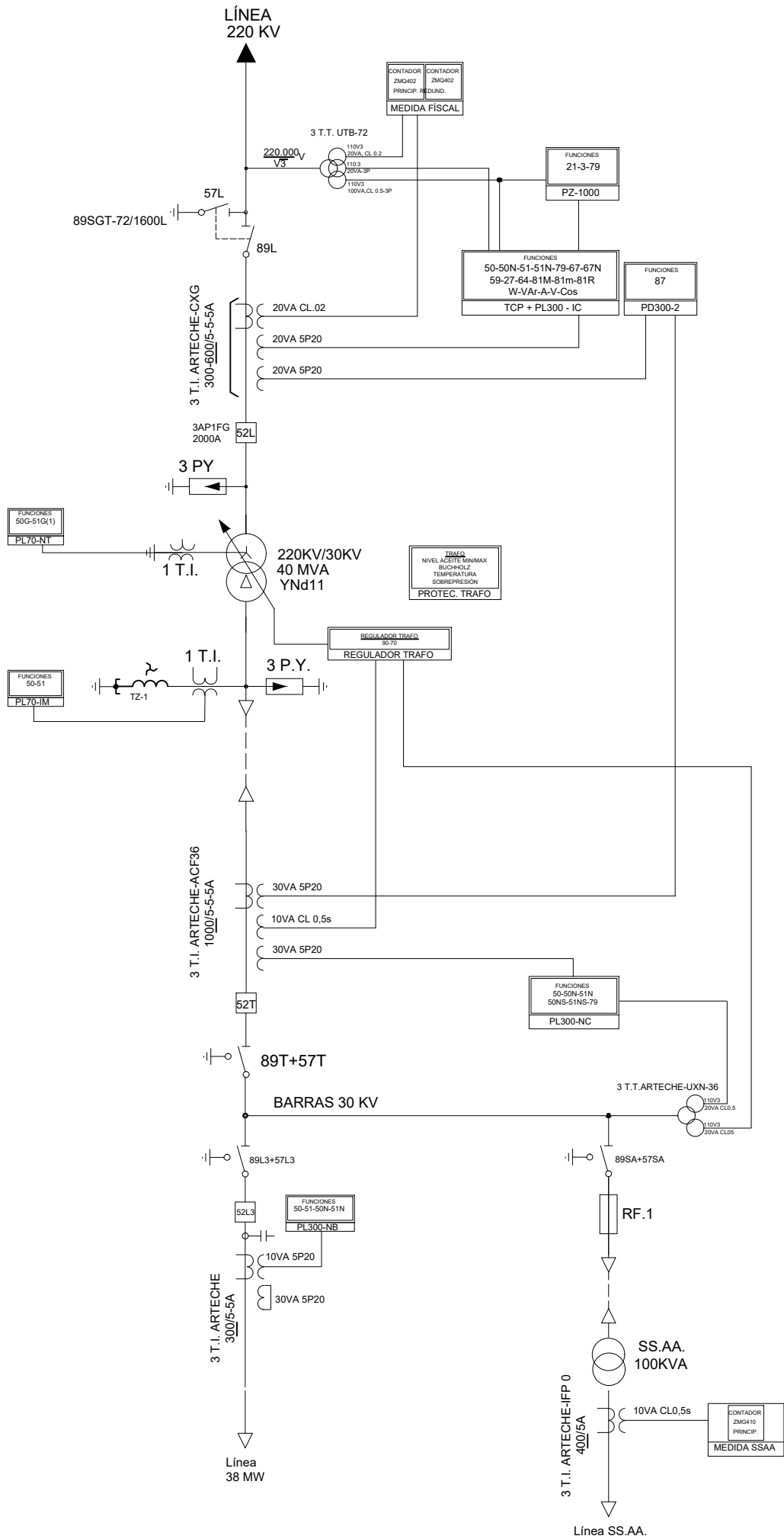


SECCION A-A

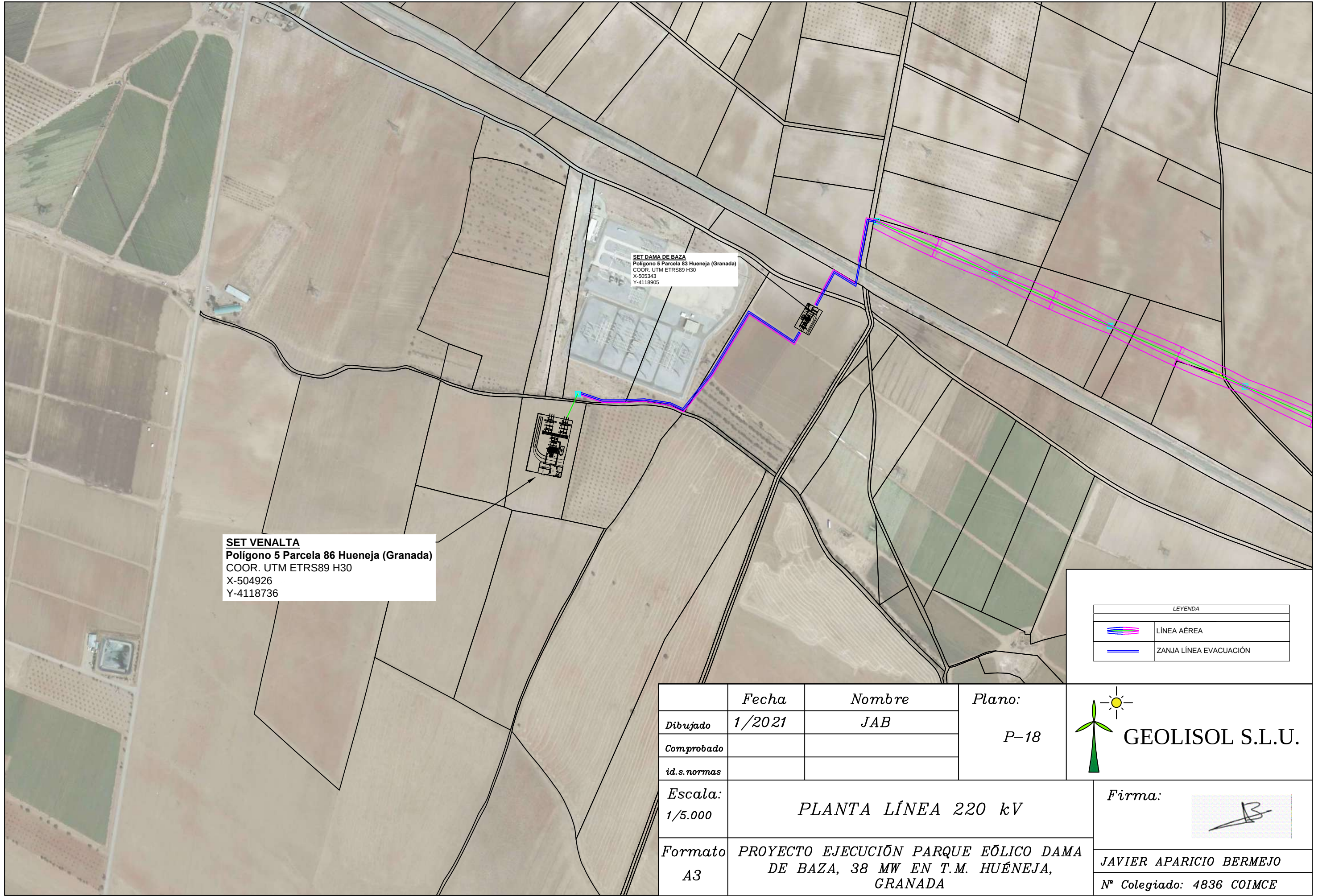
LEYENDA	
A-1	AUTOVALVULAS
A-2	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
A-3	SECCIONADOR
A-4	INTERRUPTOR
A-5	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
A-6	TRANSFORMADOR
A-7	REACTANCIA

	Fecha	Nombre	Plano: P-16	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	09/2020	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: S/E	ALZADO DE SUBESTACIÓN			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE

LEYENDA	
	3 T.T. Transformador de tensión.
	52 Interruptor
	3 T.I. Transformador de intensidad.
	Seccionador de línea con p.a.t.
	3 PY Autoválvulas
	Transformador de potencia con regulador en carga.
	Reactancia de cierre de estrella.
	89 Seccionador.
	Línea subterránea.
	Puesta a tierra.
	Transformador de SS.AA. con Ruptofusible.



	Fecha	Nombre	Plano:	
Dibujado	01/2021	JAB	P-17	
Comprobado				
id.s.normas				
Escala:	ESQUEMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN DE EVACUACIÓN			Firma:
S/N				
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO
A3				Nº Colegiado: 4836 COIMCE



SET VENALTA
Polígono 5 Parcela 86 Hueneja (Granada)
COOR. UTM ETRS89 H30
X-504926
Y-4118736

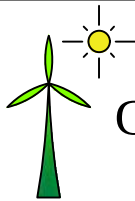
SET DAMA DE BAZA
Polígono 5 Parcela 83 Hueneja (Granada)
COOR. UTM ETRS89 H30
X-505343
Y-4118905

LEYENDA	
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

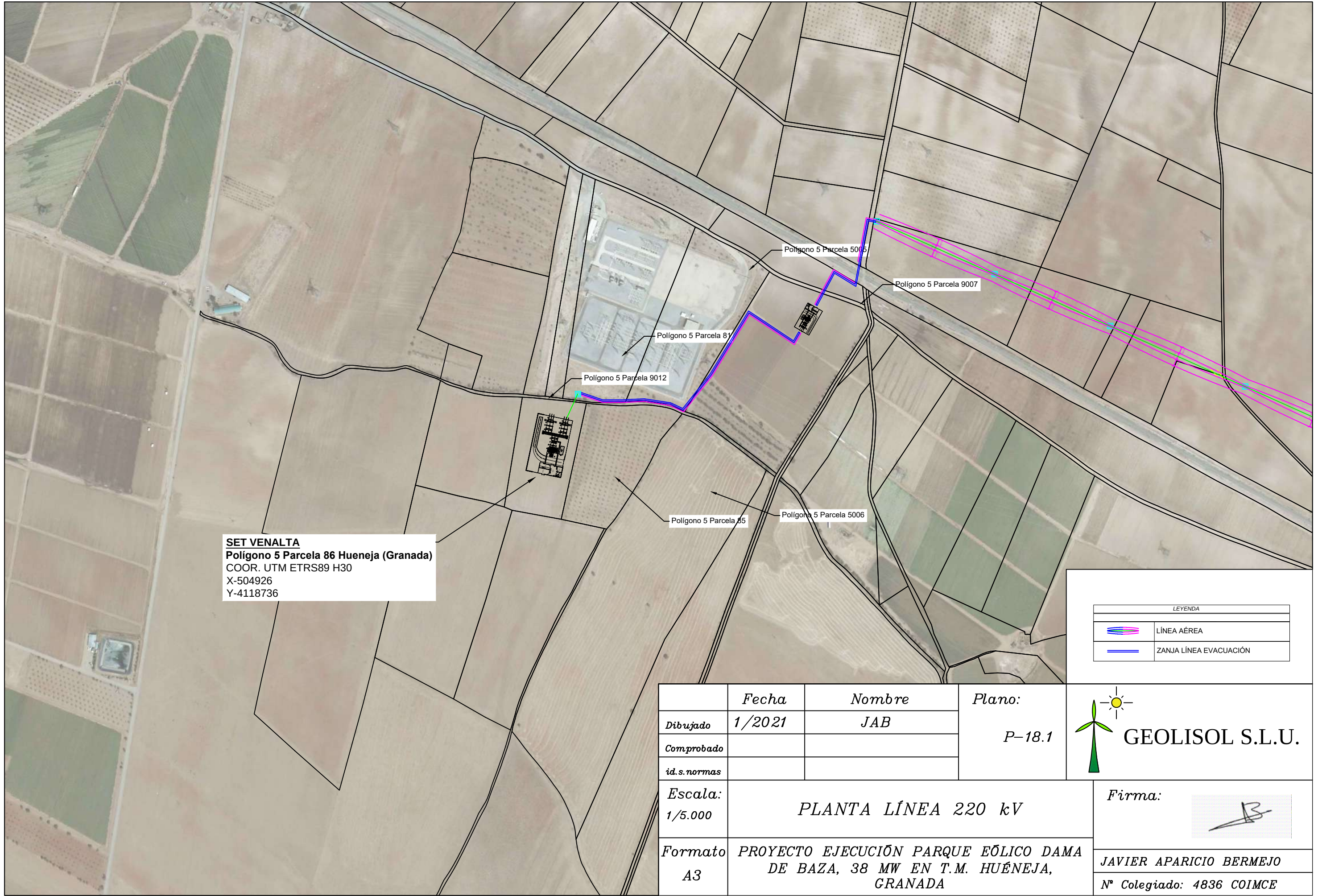
	Fecha	Nombre	Plano: P-18
Dibujado	1/2021	JAB	
Comprobado			
id.s.normas			

Escala:	PLANTA LÍNEA 220 kV	Firma:
1/5.000		

Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA	JAVIER APARICIO BERMEJO
A3		Nº Colegiado: 4836 COIMCE



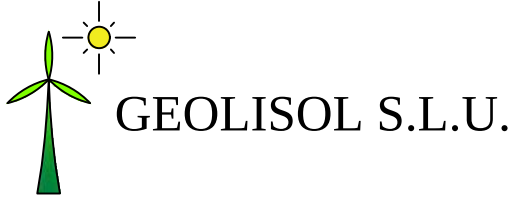
GEOLISOL S.L.U.



SET VENALTA
Polígono 5 Parcela 86 Hueneja (Granada)
COOR. UTM ETRS89 H30
X-504926
Y-4118736

LEYENDA	
	LÍNEA AÉREA
	ZANJA LÍNEA EVACUACIÓN

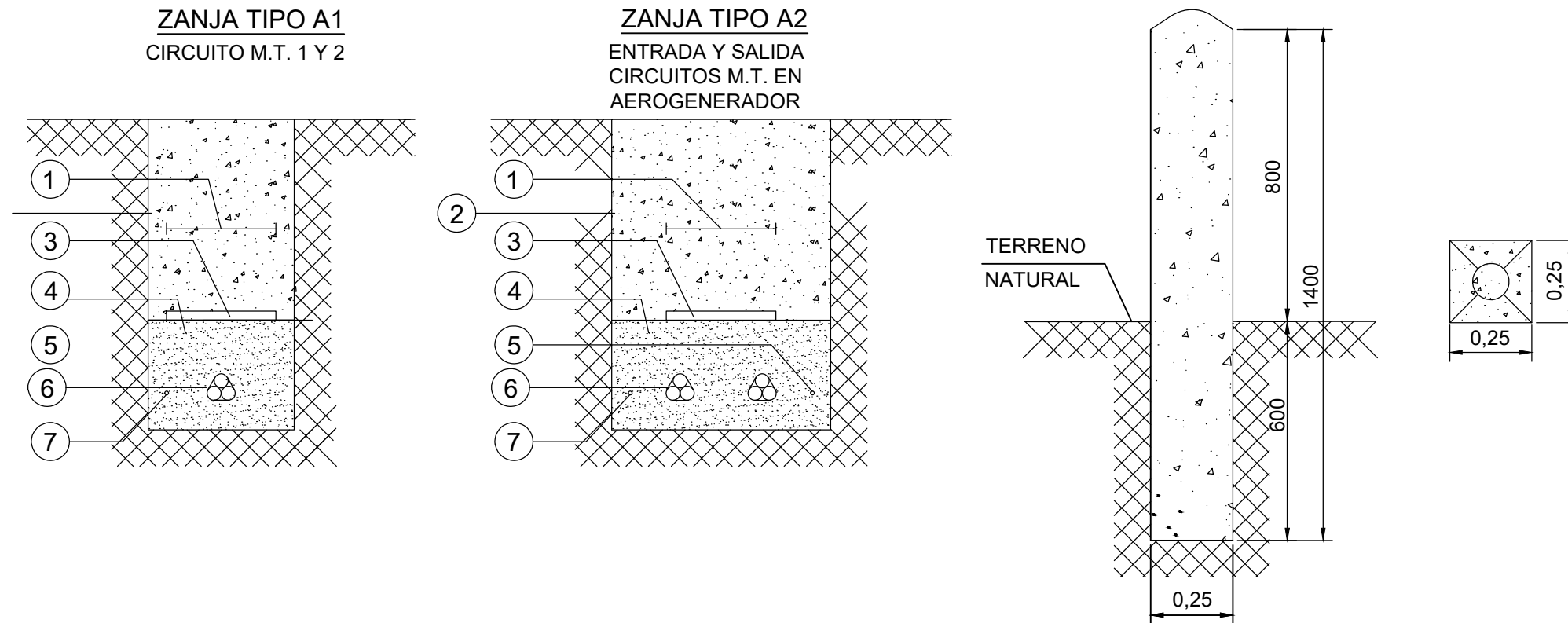
	Fecha	Nombre	Plano: P-18.1
Dibujado	1/2021	JAB	
Comprobado			
id.s.normas			



Escala:	PLANTA LÍNEA 220 kV	Firma:
1/5.000		
Formato	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA	JAVIER APARICIO BERMEJO
A3		Nº Colegiado: 4836 COIMCE



HITO DE SEÑALIZACIÓN

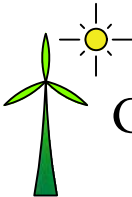


LOS HITOS IRÁN SITUADOS CADA 50 m Y EN
LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LAS ZANJAS

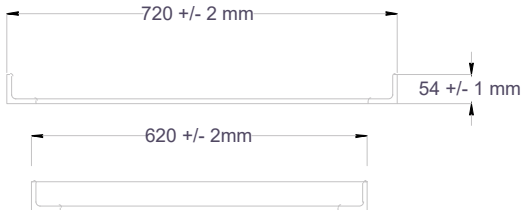
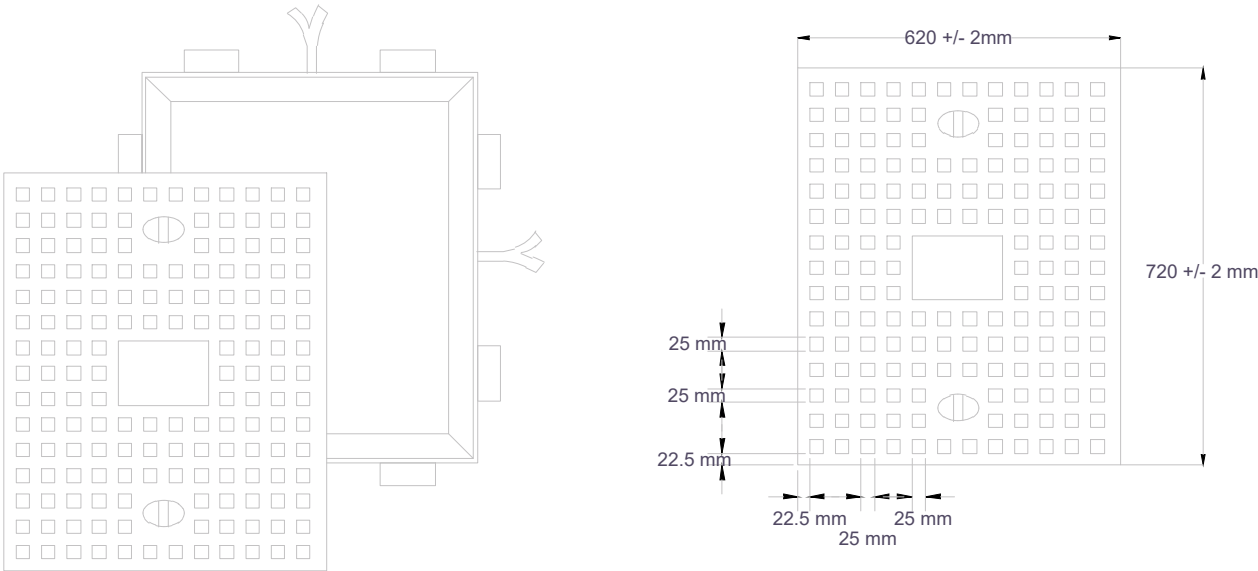
1	MALLA SEÑALIZACIÓN
*2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	PLACA PLÁSTICA TESTIGO
4	ARENA DE RÍO, INERTE, COMPACTADA
5	CABLE FIBRA ÓPTICA
**6	LÍNEA DE M.T. CABLES UNIPOLARES
7	CABLE DE ENLACE PARA TIERRA

* La posición 2 se compactará mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 0,3m

** El tendido de los cables unipolares formará un trébol, sujeto con cinta de PVC cada 1,5m

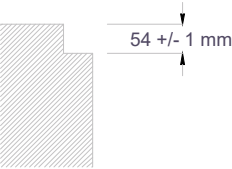
	Fecha	Nombre	Plano: P-19	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: S/E	DETALLES ZANJAS LÍNEA SUBTERRÁNEA			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE

PLANTA TAPA DE FUNDICION D-400



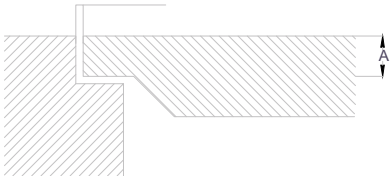
MARCO DE FUNDICION

SECCION DETALLE DE LA TAPA



PARA TAPAS DE FUNDICION

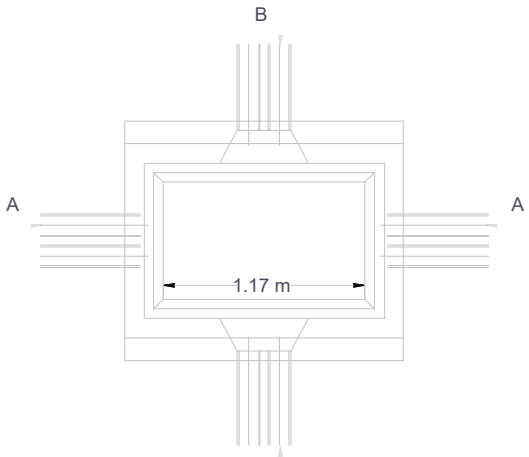
DETALLE 2



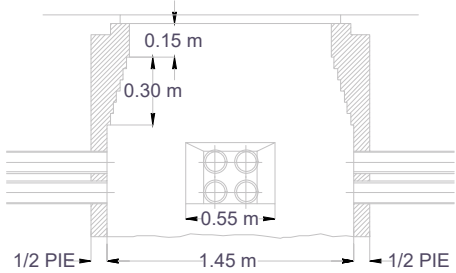
DETALLE:
PROFUNDIDAD DE ENCASTRAMIENTO A=54 +/- 1 mm
HOLGURA a1=2/5 mm
SE PONDRA UNA ARQUETA CADA 40 m. EN ALINEACIONES Y UNA CADA CAMBIO DE DIRECCION EN RASANTE.
LA PROFUNDIDAD (COTA A = 1.30 m), EL N° DE TUBOS VENDRA DETERMINADO POR EL PLANO DE CANALIZACIONES.

NOTA:
LAS ARQUETAS SERÁN PREFABRICADAS DE HORMIGÓN SEGÚN NORMA ONSE-01.01.16B

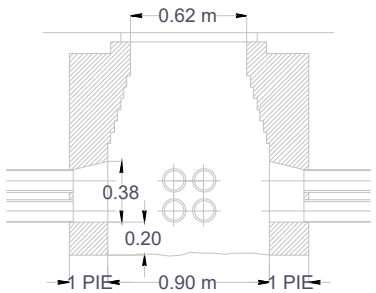
ARQUETA TIPO A-2



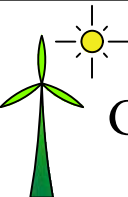
PLANTA

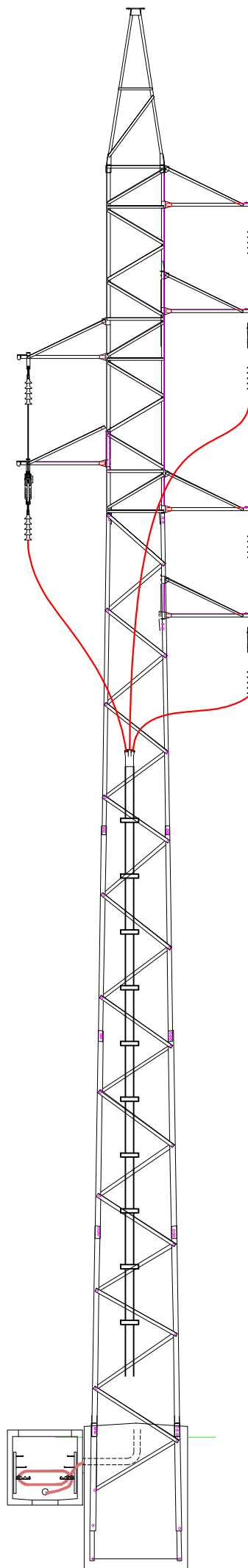
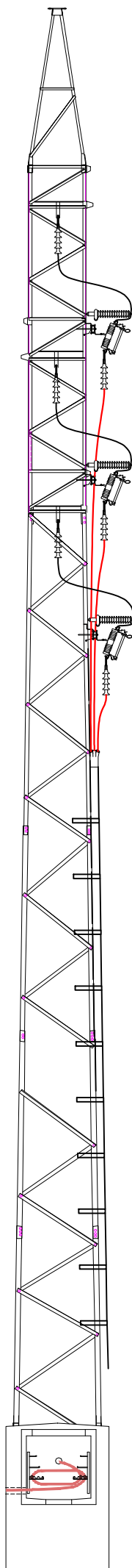


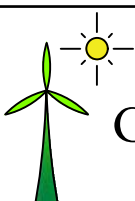
SECCION A-A



SECCION B-B

	Fecha	Nombre	Plano: P- 20	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	1/2021	JAB		
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: S/E	DETALLES ARQUETAS			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE



	Fecha	Nombre	Plano: P- 21	 GEOLISOL S.L.U.
Dibujado	01/2021	JAB		
Comprobado				
id. s. normas				
Escala: S/N	DETALLES APOYO CONVERSIÓN AÉREO SUBTERRÁNEO			Firma: 
Formato A3	PROYECTO EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO DAMA DE BAZA, 38 MW EN T.M. HUÉNEJA, GRANADA			JAVIER APARICIO BERMEJO Nº Colegiado: 4836 COIMCE