



**PLANTA DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE
METANOL A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE LA RODA DE ANDALUCÍA**

PROYECTO TÉCNICO BÁSICO

MEMORIA / PRESUPUESTO / PLANOS

www.inerco.com



JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 1/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVw4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

PLANTA DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE METANOL A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA RODA DE ANDALUCÍA

PROYECTO TÉCNICO BÁSICO

MEMORIA / PRESUPUESTO / PLANOS


ÍNDICE

Páginas

I.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	I-1
I.1	Información previa	I-1
I.1.1	Peticionario.....	I-1
I.1.2	Objeto del proyecto	I-1
I.1.3	Situación y Emplazamiento	I-2
I.1.4	Normativa Legal de Aplicación	I-2
I.2	Descripción del proyecto	I-8
I.2.1	General	I-8
I.2.2	Descripción de las instalaciones.....	I-12
I.2.3	Sistema de tratamiento de agua.....	I-14
I.2.4	Sistema de producción de hidrógeno.....	I-18
I.2.5	Sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno	I-25
I.2.6	Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂	I-29
I.2.7	Sistema de producción de metanol.....	I-34
I.2.8	Sistema de generación de vapor	I-40
I.2.9	Sistema de almacenamiento de metanol bruto	I-43
I.2.10	Sistema de almacenamiento de metanol producto	I-46
I.2.11	Sistema de recuperación de corrientes residuales.....	I-47
I.2.12	Sistema de refrigeración de la planta.....	I-50
I.2.13	Sistema de gestión de efluentes.....	I-53
I.2.14	Sistema de generación y almacenamiento de nitrógeno.....	I-55
I.2.15	Terminal de carga de camiones.....	I-57
I.2.16	Estación de regulación y medida para inyección a hidroducto	I-59
I.2.17	Instalación eléctrica	I-60
I.2.18	Instalación de I&C	I-67
I.2.19	Instalación de protección contra incendios	I-68
I.2.20	Protección frente a explosiones.....	I-70
I.2.21	Instalaciones de climatización y ventilación	I-70
I.2.22	Descripción de las obras a ejecutar	I-71
I.2.23	Consumo de energía eléctrica y agua	I-73
I.3	Justificación de distancias reglamentarias	I-74
I.4	Aspectos urbanísticos del proyecto	I-80


IN/IP-22/0715-001/03
24 de febrero de 2023

i


JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 2/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I.5	Planificación del proyecto	I-83
I.6	Medios previstos para operación de la planta	I-84
II.	PRESUPUESTO	II-1
III.	PLANOS	III-1

ANEXO I: Lista de equipos.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 3/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I. MEMORIA DESCRIPTIVA

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 4/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I. MEMORIA DESCRIPTIVA

I.1 INFORMACIÓN PREVIA

I.1.1 Peticionario

AZEMUR ENERGY S.L.U.

CIF: B-87998233

Domicilio fiscal: Paseo Club Deportivo 1, edificio 13, Pozuelo de Alarcón, 28223

I.1.2 Objeto del proyecto

Las instalaciones objeto del presente documento tienen como objetivo la producción y almacenamiento de metanol verde a partir de dióxido de carbono e hidrógeno. El hidrógeno será hidrógeno verde generado a partir de recursos renovables. El dióxido de carbono será suministrado a la planta a través de una línea de suministro (en adelante, CO₂ducto) procedente de una central de biomasa cercana al emplazamiento (< 20 kms).

El metanol producido será almacenado en un tanque para su posterior expedición vía una línea de suministro (en adelante, metanolducto) hasta la futura estación de carga de ferrocarril, que se localizará en las adyacencias de la zona sur del polígono, quedando excluido del alcance del presente proyecto el metanolducto de conexión entre la planta y el cargadero. Además, la planta dispondrá de una estación de carga de camiones cisterna para la expedición del metanol vía terrestre.

Adicionalmente, se contempla la posibilidad de inyectar el hidrógeno producido a la red de gas nacional, quedando excluido del alcance del presente proyecto el hidroducto de conexión entre la planta y dicha red de gas.

Todas las infraestructuras lineales externas (CO₂ducto, metanolducto, hidroducto, línea de suministro de agua y líneas de conexión eléctrica) quedan excluidas del alcance del presente proyecto.


La capacidad total del sistema de producción de hidrógeno a partir de electrólisis será de 200 MW. La planta completa estará dimensionada para transformar la producción total de hidrógeno en metanol, o para inyectar la producción total de hidrógeno a la red de gas nacional, con las consideraciones que se describirán en el presente documento.

En el presente documento se describirán las principales características de las instalaciones que conformarán la planta de producción de metanol verde, sirviendo como documento base para el inicio de la tramitación de los expedientes administrativos necesarios para la obtención de las correspondientes autorizaciones.

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-1

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 5/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I.1.3 Situación y Emplazamiento


Las actuaciones del Proyecto, objeto del presente proyecto técnico, se localizará en el polígono industrial Nudo Norte en el término municipal de La Roda de Andalucía, tal y como se refleja en la siguiente imagen:



La implantación general de dichas instalaciones aparece recogida en el plano IN/IP-22/0715-LY-001 incluido en el capítulo III del presente documento.

I.1.4 Normativa Legal de Aplicación

El diseño y construcción de los elementos y unidades deberá hacerse conforme a la normativa de obligado cumplimiento tanto estatal como autonómico y local, entre la que cabe destacar la siguiente:

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 6/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I.1.4.1 Reglamentos de seguridad industrial

a) Equipos a presión

- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias
- Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- Real Decreto 108/2016, de 18 de marzo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los recipientes a presión simples.

b) Máquinas

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

e) Almacenamiento de Productos Químicos


- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.

f) Alta Tensión

- 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.

g) Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 7/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA 01 a EA 07 (entrada en vigor el 1 de abril de 2009).
- Normas UNE/ISO/CEI de aplicación.
- Normas API/CENELEC/UNESA de aplicación.
- Especificaciones y Estándares de Capital Energy.

Siempre que aparezcan contradicciones en la aplicación de dos normas se optará por la más restrictiva de ambas.

i) Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el Real Decreto 455/2012.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA 01 a EA 07 (entrada en vigor el 1 de abril de 2009).
- Normas UNE/ISO/CEI de aplicación.
- Normas API/CENELEC/UNESA de aplicación.
- Especificaciones y Estándares de Capital Energy.

Siempre que aparezcan contradicciones en la aplicación de dos normas se optará por la más restrictiva de ambas.

h) Instrumentación y control

Para la ejecución de las instalaciones de control de procesos e instrumentación se tendrán en cuenta, salvo indicación expresa en sentido contrario, la última edición de los Códigos y Normas siguientes:

- Código de instalación intrínsecamente Segura: EExia/ib, CENELEC 50020 y 50039.

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-4

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 8/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Código de instalación Antideflagrante EExd, CENELEC EN 50018.
- Código de instalación Seguridad Aumentada EExe, CENELEC EN 50019.
- Reglamentación ATEX
- Especificaciones y Estándares de Capital Energy.

i) Instalaciones de protección contra incendios

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales y correcciones y modificaciones posteriores
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

j) Instalaciones de climatización y ventilación

- Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias
- Documento Básico Ahorro de energía (HE) del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo


k) Normativa de referencia en materia de Hidrógeno

- NFPA 2: Hydrogen Technologies Code
- ISO 14687:2019 correspondiente a "Hidrógeno como combustible. Especificaciones de producto".
- UNE-ISO/TR 15916:2007 IN correspondiente a "Consideraciones básicas de seguridad de los sistemas de hidrógeno".
- Normativa de la Asociación Europea de Gases Industriales (EIGA) correspondiente a "Atmósferas explosivas ATEX" IGC Doc. 134.12.E.

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-5

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 9/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- ISO 22734:2019 Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications
- UNE-ISO 16110-1:2015 Generadores de hidrógeno que utilizan tecnologías de procesado de combustibles. Parte 1: Seguridad.

I.1.4.2 Seguridad Laboral

Durante la ejecución de los trabajos, se tendrán en cuenta las disposiciones legales en vigor, en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

I.1.4.3 Obra civil y estructuras


- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y modificaciones y ampliaciones posteriores.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- NCSE-02. Normas de Construcción Sismorresistente.
- Instrucciones para la recepción de cementos (RC-16).

I.1.4.4 Legislación Ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002[1], de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, modificado por el Real Decreto 773/2017, de 28 de julio, por el que se modifican diversos reales decretos en materia de productos y emisiones industriales.

[1] Sustituida por el Real Decreto Legislativo 1/2016.

- Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 10/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I.1.4.5 Legislación urbanística y de ordenación del territorio

- Ley 7/2021, de 1 de diciembre, de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía (LISTA).
- Reglamento General de la Ley 7/2021, de 1 de diciembre, de impulso para la sostenibilidad del territorio de Andalucía.
- Normas Subsidiarias de planeamiento de La Roda de Andalucía
- Adaptación Parcial a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía de las Normas Subsidiarias planeamiento de La Roda de Andalucía (en adelante LOUA).

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 11/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.2.1 General

Las instalaciones objeto del presente documento tienen como objetivo la producción y almacenamiento de metanol verde a partir de dióxido de carbono e hidrógeno. El hidrógeno será hidrógeno verde generado a partir de recursos renovables. El dióxido de carbono será suministrado a la planta a través de una línea de suministro (en adelante, CO₂ducto) procedente de una central de biomasa cercana al emplazamiento (< 20 kms).

El metanol producido será almacenado en un tanque para su posterior expedición vía una línea de suministro (en adelante, metanolducto) hasta la futura estación de carga de ferrocarril, que se localizará en las adyacencias de la zona sur del polígono. Además, la planta dispondrá de una estación de carga de camiones cisterna para la expedición del metanol vía terrestre.

Adicionalmente, se contempla la posibilidad de inyectar el hidrógeno producido a la red de gas nacional.

La capacidad total del sistema de producción de hidrógeno a partir de electrólisis será de 200 MW. La planta completa estará dimensionada para transformar la producción total de hidrógeno en metanol, o para inyectar la producción total de hidrógeno a la red de gas nacional.

Los datos de operación serán referidos a dos escenarios de operación en función del estado de degradación de los stacks de los electrolizadores.

- **Inicio de vida útil (BoL):** El equipo opera a su máxima eficiencia y, para una potencia máxima de suministro de energía renovable de 200 MW, se traduce en la producción máxima de H₂ de la planta y la menor demanda de refrigeración de los electrolizadores.
- **Fin de vida útil (EoL):** El equipo opera a su mínima eficiencia y, para una potencia máxima de suministro eléctrico de 200 MW, la producción de H₂ se reduce respecto a su valor en BoL con un aumento de la demanda de refrigeración por MWe alimentado.

Para calcular los consumos EOL, se ha considerado una degradación acumulada del 12% de los stacks en un plazo de 12 años (1% de degradación anual). Por tanto, se considera el reemplazo de los stacks cada 12 años.

En la siguiente tabla se resume las producciones anuales de hidrógeno y metanol.

Producción máxima anual de hidrógeno (t)	17.639,5 (BoL) / 15.875,6 (EoL)
Producción máxima anual de metanol (t)	88.667,6 (BoL) / 79.800,9 (EoL)


El diagrama de bloques, que se muestra en la Figura 1 y se incluye en el plano anexo IN/IP-22/0715-B-001, representa los bloques principales en los que se va a estructurar la planta objeto del proyecto:

- Sistema de tratamiento de agua: que producirá, a partir del agua bruta de la red de suministro al polígono, el agua desmineralizada requerida en el sistema de producción de hidrógeno, así como para los siguientes usos:
 - Compensar las purgas del sistema de generación de vapor.
 - Suministrar el agua requerida para realizar el lavado de la corriente de gas de salida del sistema de producción de metanol.
 - Llenado y, cuando se requiera, compensación de agua desmineralizada de los circuitos cerrados de refrigeración de la planta.
- Sistema de producción de hidrógeno: que producirá hidrógeno a partir de la electrólisis del agua desmineralizada producida en el sistema de tratamiento de agua.
- Sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno: considerando la operación dinámica de la planta en función del perfil de carga del recurso renovable disponible, se ha previsto la instalación de un sistema de compresión y almacenamiento de parte del hidrógeno producido en el sistema de electrólisis, con el objetivo de suplir, durante períodos de indisponibilidad de recurso renovable, el hidrógeno necesario para mantener el sistema de producción de metanol operando a su capacidad mínima.
- Sistema de almacenamiento y suministro de CO₂: considerando la diferencia existente entre el perfil de suministro de CO₂ desde la central de biomasa y el perfil de demanda de CO₂ del sistema de producción de metanol, se ha previsto la instalación de un sistema de almacenamiento y suministro de CO₂ para compensar el déficit en los períodos en los que la demanda es superior al suministro. Este sistema contempla todas las instalaciones necesarias para la adecuación del suministro de CO₂ a las condiciones requeridas de almacenamiento, así como para la adecuación del CO₂ proveniente del almacenamiento a las condiciones requeridas de operación del proceso.
- Sistema de producción de metanol: que producirá metanol a partir de la mezcla de hidrógeno y CO₂ (gas de síntesis). Este sistema consta de dos etapas de proceso: síntesis y destilación.
- Sistema de generación de vapor: que producirá el vapor requerido en la etapa de destilación del sistema de producción de metanol. Este sistema incluye el sistema eléctrico de generación de vapor, así como los equipos necesarios para la generación de vapor a partir del calor residual del proceso de síntesis de metanol.


IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-9

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 13/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Sistema de almacenamiento de metanol bruto: considerando la operación dinámica de la planta y la diferencia de mínimos técnicos de las etapas de síntesis y destilación del sistema de producción de metanol, es necesario incluir un sistema de almacenamiento intermedio de metanol bruto proveniente de la etapa de síntesis, de forma que se puedan acoplar las dinámicas de ambas etapas y garantizar que no haya paradas de la etapa de destilación.
- Sistema de almacenamiento de metanol producto: que almacenará el metanol producto proveniente del sistema de producción de metanol. Desde este sistema de almacenamiento, se bombeará el metanol a expedir a través del metanol ducto para la carga de los vagones del ferrocarril, o a expedir en camiones cisterna.
- Sistema de recuperación de corrientes residuales: que tratará las corrientes residuales provenientes de la etapa de destilación del sistema de producción de metanol, con el objetivo de recuperar la mayor cantidad de agua posible de estas corrientes para su reutilización en la planta.
- Sistema de refrigeración: se instalará un sistema de refrigeración basado en la tecnología de enfriamiento con aire (aerotermos). Se dispondrá de dos circuitos de refrigeración independientes: 1) circuito de refrigeración del sistema de producción de hidrógeno, y 2) circuito de refrigeración general para el resto de los sistemas que conforman la planta.
- Sistema de gestión de efluentes: que consistirá en toda la infraestructura requerida (balsa de homogeneización) para gestionar los efluentes de proceso, aguas sanitarias y aguas pluviales de la planta.
- Sistema de generación y almacenamiento de nitrógeno: los distintos tanques de almacenamiento de metanol (bruto y producto) requieren un suministro de nitrógeno para su inertización (blanketing), que compensa el nitrógeno evacuado por la oscilación térmica diaria, así como por la variación de nivel del tanque en las descargas. Adicionalmente, es necesario disponer de un suministro de nitrógeno para sellado de compresores y sistema de combustión de venteos de seguridad, así como disponer de un almacenamiento mínimo de nitrógeno para llevar a cabo las purgas e inertización de los distintos sistemas en una parada de la planta. Por tanto, se ha previsto la instalación de un sistema de generación de N₂ para suplir los consumos continuos, así como un sistema de almacenamiento presurizado para suplir los consumos picos y puntuales en situaciones de parada.
- Terminal de carga de camiones: que consistirá en toda la infraestructura requerida (brazos de carga, etc.) para realizar la carga del metanol producto en los camiones cisterna.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 14/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Servicios auxiliares requeridos para el funcionamiento de la planta: se corresponde con todos los sistemas auxiliares y de seguridad (sistema de aire comprimido, sistema de control y comunicación, sistema de protección contra incendios, etc.).

En los siguientes apartados se describirán en detalle los diferentes sistemas que conformarán la planta de producción y almacenamiento de metanol, cuya implantación en la parcela solicitada se representa en el plano anexo IN/IP-22/0715-LY-001.

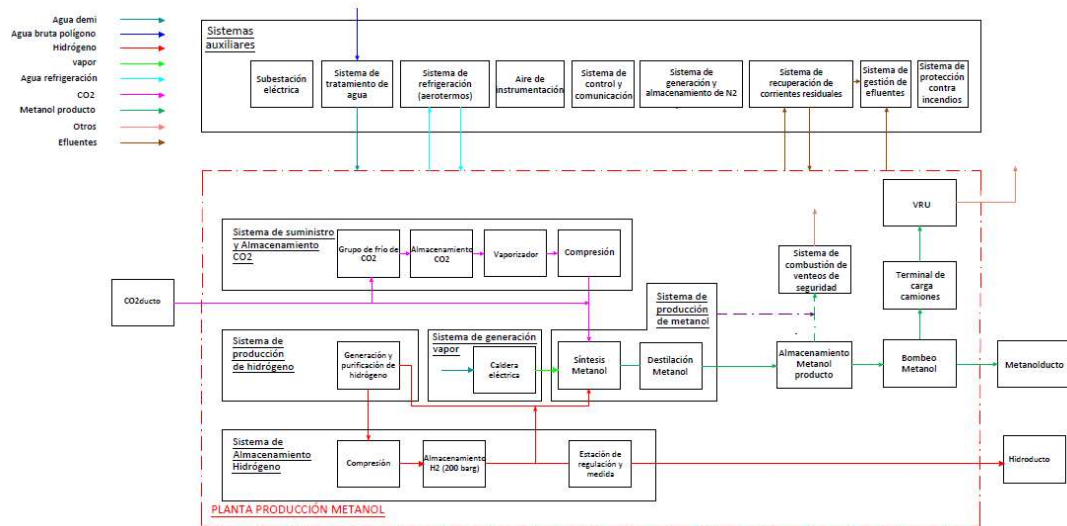



Figura 1. Diagrama de bloques de la Planta de Producción de Metanol Verde


I.2.2 Descripción de las instalaciones

A continuación, se listan las distintas instalaciones e infraestructuras de la planta, que constituyen el conjunto del proyecto y que se representan en el plano de implantación general (IN/IP-22/0715-LY-001), en el orden según numeración en dicho plano (entre paréntesis el número de identificación en el plano):

- 1 edificio de oficinas y control (1), que tiene dos plantas y una zona de aparcamientos:
 - En la planta superior, se dispone el centro de control de SCADA y monitorización de la planta, así como el despacho de dirección, dos salas de reunión de distintos tamaños, una sala común de administración, una sala común y el almacén de documentación.
 - En la planta inferior, se dispone: garita de seguridad, recepción, vestuarios de operarios, una sala común y el almacén de repuestos / maquinaria.
- 2 tanques de almacenamiento de KOH (2).
- Subestaciones eléctricas (3), que se alimentan con dos líneas eléctricas, tal y como se describe en el apartado I.2.17.
- 1 tanque y bombas del sistema contraincendios (4). Se ha hecho un dimensionamiento preliminar del tanque para hacer una reserva de espacio en la planta. Sin embargo, en fases posteriores de ingeniería, se deberá hacer una caracterización detallada del sistema contraincendios y revisar el dimensionamiento del tanque.
- 1 sistema de producción de hidrógeno (5), que es unidad de proceso suministrada como una unidad paquete y que está constituida por una serie de equipos. La unidad paquete se dispone en el interior de una nave. En la cubierta de la nave, se instalará el circuito de refrigeración basado en aerotermos para dar servicio al sistema de producción de hidrógeno.
- 1 sistema de compresión de hidrógeno (6), que está constituido por varios compresores multietapa dispuestos en el interior de una nave.
- 1 sistema de almacenamiento de hidrógeno (7) constituido por varios racks de cilindros horizontales.
- 1 balsa de homogeneización (8), en la que se mezclan los distintos efluentes de la planta y se vierten directamente a dominio público hidráulico.
- 1 circuito de refrigeración general de la planta basado en aerotermos (9) para dar servicio a los distintos sistemas, excepto al sistema de producción de hidrógeno.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 16/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- 1 sistema de bombeo (10) del circuito de refrigeración general de la planta.
- 1 tanque esférico de nitrógeno gaseoso presurizado (11) para el suministro de los consumos picos y puntuales en situación de parada de la planta.
- 1 sistema de generación de nitrógeno (12), que es unidad de proceso suministrada como una unidad paquete y que está constituida por una serie de equipos, para el suministro de los consumos continuos de N₂ de los tanques de almacenamiento de metanol y sellado de compresores / sistema de combustión de venteos de seguridad.
- 1 sistema de bombeo (13) de metanol bruto y metanol producto del sistema de producción de metanol.
- 1 sistema de producción de metanol (14), que es unidad de proceso suministrada como una unidad paquete y que está constituida por una serie de equipos.
- 1 sistema de aire comprimido (15), que consta del módulo de compresor de tornillo, filtro, secador, depósito y armario de acuerdo a configuración habitual y circuito de distribución.
- 1 sistema de generación de vapor (16).
- 1 sistema de tratamiento de agua (17), que es una unidad de proceso suministrada como una unidad paquete y que están constituidas por una serie de equipos. La unidad paquete se dispone en una nave.
- 1 tanque de agua desmineralizada (18).
- 1 tanque de agua bruta (19).
- 1 tanque de almacenamiento de metanol bruto (20), que es necesario incluir para acoplar las dinámicas de operación de las etapas de síntesis y destilación de metanol.
- 2 tanques intermedios de metanol producto (21 y 22).
- 1 sistema de combustión (23), que gestiona los venteos de seguridad del sistema de producción de metanol y los sistemas de almacenamiento de metanol. Este sistema será un sistema totalmente enclaustrado, en el que la llama queda completamente oculta, lo que elimina / minimiza las posibles radiaciones y luminosidad.
- 1 tanque de almacenamiento de metanol producto (24).

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 17/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- 1 sistema de bombeo de metanol producto (25) para la carga de camiones cisterna y expedición vía metanolducto a la estación de carga de ferrocarril.
- 1 terminal de carga de camiones (26), en la que se dispone la infraestructura (brazos de carga, etc.) necesaria para realizar la carga de los camiones cisterna.
- 1 grupo de frío de amoniaco (27) para la refrigeración y licuefacción del suministro de CO₂ proveniente de la central de biomasa, con el objetivo de adecuarlo a las condiciones necesarias de almacenamiento.
- 1 sistema de compresión de CO₂ (28) para el suministro de CO₂ gaseoso a las condiciones requeridas por el sistema de producción de metanol.
- 1 conjunto de vaporizadores atmosféricos (29) para el suministro de CO₂ gaseoso a partir de CO₂ líquido proveniente del tanque.
- 1 sistema de almacenamiento esférico de CO₂ líquido (30).
- 1 almacén de residuos (31).
- 1 sistema de recuperación de corrientes residuales (32) provenientes del sistema de producción de metanol.
- Reserva de espacio (33) para, en caso de que se requiera, la instalación de un sistema de tratamiento del agua de rechazo proveniente de la primera etapa de ósmosis inversa, así como de las purgas del sistema de generación de vapor.
- Reserva de espacio (34) para la instalación futura de un sistema de tratamiento de los efluentes provenientes de Agrosevilla, entre otras fuentes de agua, con el objetivo de reutilizar el agua y reducir el consumo de agua de red.

El diagrama de flujo de proceso de la planta, en el que se detallan los equipos principales que conforman cada unidad paquete de proceso, está representado en el plano IN/IP-22/0715-P-001 incluido en el capítulo III del presente documento. En el Anexo 1 se incluye un listado de los equipos principales representados en el diagrama, especificándose para cada equipo: tipo de equipo, función y unidad de proceso a la que pertenece.

I.2.3 Sistema de tratamiento de agua

El sistema de tratamiento de agua tiene como finalidad tratar el agua bruta suministrada por la red disponible en La Roda de Andalucía, con el objetivo de generar agua desmineralizada con la calidad requerida por el sistema de producción de hidrógeno (conductividad inferior a 5 µS/cm). Adicionalmente, este sistema suministrará el agua desmineralizada para:

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-14

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 18/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Compensar las purgas del sistema de generación de vapor (sistema eléctrico de generación de vapor y de recuperación de calor del proceso de síntesis de metanol para generación de vapor).
- Suministrar el agua desmineralizada requerida para realizar el lavado de la corriente de gas de salida del separador de baja presión (T-310) del proceso de síntesis de metanol.
- Llenado y, cuando se requiera, compensación de agua desmineralizada de los circuitos cerrados de refrigeración de la planta.

El diagrama de flujo de proceso de este sistema se representa en la Figura 2 y se incluye en la hoja 2 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001.

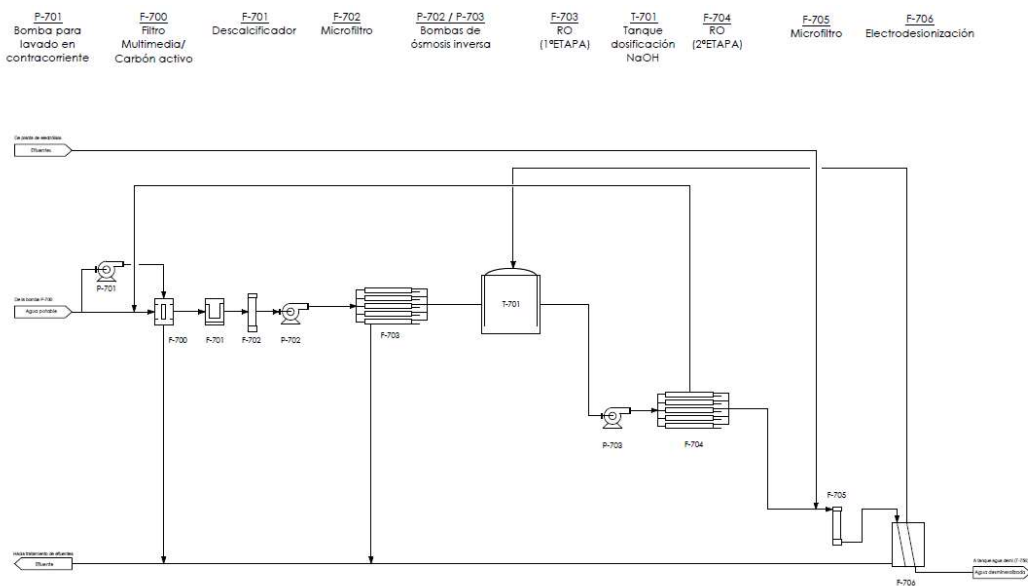


Figura 2. Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de agua

En la siguiente fase de ingeniería, se evaluará la posibilidad de tratar y reutilizar el agua del efluente proveniente de Agrosevilla, entre otras fuentes de agua, con el objetivo de reducir el consumo de agua bruta de la red de suministro del polígono. Por tanto, a efectos del plano de implantación, se ha previsto una reserva de espacio para la instalación futura del sistema de tratamiento requerido para este efluente.

Tal y como se representa en la hoja 1 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001, se dispondrá de un depósito de almacenamiento de agua bruta (T-700) de 16 horas de autonomía (1.000 m³). El sistema de bombeo (P-700) distribuirá el agua bruta hacia el sistema de tratamiento de agua.

Agua arriba del sistema de bombeo (P-700), se inyectará la corriente de agua recuperada proveniente del sistema de recuperación de corrientes residuales, con lo que se reutiliza parte del agua producida en el proceso de síntesis y destilación de metanol, reduciéndose el consumo de agua potable de red. A la salida del sistema de bombeo (P-700), una fracción de la corriente de agua se deriva al sistema de recuperación para la dilución de las corrientes residuales. Este sistema de recuperación se describe en detalle en el apartado I.2.11.

Posteriormente, la mezcla de agua potable y agua recuperada se dirige al pre-tratamiento, compuesto por varias etapas de filtrado y descalcificación, previas a la ósmosis inversa. Los equipos que componen esta fase son los siguientes:

- Filtro de carbón activo/multimedia (F-700): en el que se llevará a cabo la eliminación de las partículas de mayor tamaño, así como el cloro libre presente en el agua bruta. Para el lavado a contracorriente del filtro (F-700), a realizar durante la fase de mantenimiento, se dispone de la bomba (P-701).
- Descalcificador (F-701): equipo en el que se llevará a cabo la reducción de la dureza del agua (típicamente, el valor objetivo para el proceso de electrólisis es inferior a 1 mg/L CaCO_3).
- Microfiltro (F-702): cuya funcionalidad consiste en la eliminación de los sólidos disueltos y en suspensión mediante la utilización de membranas porosas (tamaños de partículas hasta 0,1 μm , como pueden ser: sustancias de alto peso molecular, materiales coloidales y polímeros orgánicos e inorgánicos).


A la salida del pre-tratamiento, el agua se bombea (P-702) hacia la primera etapa de la ósmosis inversa (F-703), que opera a una presión aproximada entre 11 – 14 barg¹. Seguidamente, el agua se impulsa (P-703) hacia la segunda y última etapa de ósmosis (F-704), la cual trabaja a una presión que típicamente suele estar entre 4 – 5 barg². Con ambas etapas, se lleva a cabo la reducción del contenido de sales disueltas y, adicionalmente, se remueven compuestos orgánicos, virus y bacterias. Suelen tener una eficiencia de separación entre 95 - 99%.

La corriente de rechazo de la primera etapa de ósmosis inversa (F-703) se debe gestionar como un efluente de la planta, y se dirige hacia el sistema de gestión de efluentes. Sin embargo, la corriente de rechazo de la segunda etapa (F-704) se recircula a la entrada del filtro de carbón activo / multimedia (F-700).

Tras la primera etapa de ósmosis inversa, se propone la instalación de un tanque agitado y equipado con un controlador de pH (T-701), en el que se dosificará una pequeña cantidad de

¹ Esta presión puede variar dependiendo del fabricante seleccionado.

² Esta presión puede variar dependiendo del fabricante seleccionado.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 20/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

sosa (NaOH) para elevar el pH del permeado hasta 8,0. En este tanque, el CO₂ gaseoso se transforma en bicarbonatos, que se eliminarán en la segunda etapa de ósmosis inversa.

Debido al alto requisito de pureza que tiene la electrólisis, es necesario incluir una última etapa de tratamiento, denominada electrodesionización (F-706), en adelante EDI. El agua osmotizada, tras salir de la segunda etapa de ósmosis inversa, se alimenta primero a un microfiltro (F-705), que tiene como objetivo proteger el equipo de EDI y alargar su vida útil. En la etapa final de EDI (F-706), se realizará el ajuste fino de la conductividad del agua desmineralizada mediante un sistema que combina resinas de intercambio iónico, membranas y electricidad, pudiéndose alcanzar conductividades inferiores 1 µS/cm.

Finalmente, se dispondrá de un tanque de almacenamiento de agua desmineralizada (T-750), dimensionado para proporcionar una autonomía superior a 20 horas (920 m³), así como de un sistema de bombeo (P-750) para el suministro a los distintos consumidores de agua desmineralizada de la planta.

Respecto al rechazo de la etapa de electrodesionización, una fracción de dicha corriente se recupera y se recircula al tanque de dosificación de NaOH (T-701), mientras que la otra se gestiona como un efluente de la planta, y se dirige hacia el sistema de gestión de efluentes.

Cabe mencionar que el agua generada como efluente en la planta de electrólisis, dada su pureza, se puede recuperar, por lo que se recircula al sistema de tratamiento de aguas a la entrada del microfiltro F-705.

A continuación, se resumen las consideraciones principales que se han de tener en cuenta respecto al sistema de tratamiento de agua:

- En lo que a criterios de redundancia se refiere:
 - Para los equipos de filtración (filtros y bombas de lavado) se propone tener en cuenta una redundancia de 2 x 100%.
 - La redundancia de los sistemas de bombeo principales se define como 3 x 50%.

En la Tabla 1 se resumen los datos técnicos relevantes del sistema de tratamiento de agua.


JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 21/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

TABLA 1.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Características	Descripción
Tecnología	Filtración, ósmosis inversa y electrodesionización
Calidad agua alimentación	Conductividad media: < 500 $\mu\text{S}/\text{cm}^3$
Requisitos agua desmineralizada	Conductividad: <5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ CL: < 1mg/L Sólidos en suspensión: < 1 mg/L Fe3+: < 1 mg/L
Presión de suministro agua desmineralizada (barg)	30
Consumo de agua bruta de red (m^3/h) ⁴	59,5 (BoL) / 53,6 (EoL)
Caudal neto de agua recuperada proveniente del sistema de depuración (m^3/h) ⁵	9,7 (BoL) / 8,7 (EoL)
Caudal de agua de entrada al sistema de tratamiento (m^3/h)	69,2 (BoL) / 62,3 (EoL)
Caudal de agua proveniente del sistema de electrólisis (m^3/h)	0,47 (BoL) / 0,42 (EoL)
Caudal de agua desmineralizada producida (m^3/h)	42,0 (BoL) / 37,8 (EoL)
Caudal de agua de rechazo (m^3/h)	27,7 (BoL) / 24,9 (EoL)
Consumo eléctrico máximo (kW) ⁶	194 (BoL) / 175 (EoL)

I.2.4 Sistema de producción de hidrógeno

La producción de hidrógeno se llevará a cabo mediante un proceso de electrólisis del agua, en el que tiene lugar la disociación de la molécula de agua en hidrógeno y oxígeno mediante la aplicación de una corriente eléctrica. Este proceso tiene lugar en los stacks que conforman el sistema de electrólisis.

Actualmente, los dos tipos de electrolizadores más utilizados por su grado de madurez tecnológica y coste son los electrolizadores alcalinos y PEM (Proton Membrane Exchange).

Para este proyecto, se propone la implementación de un sistema de electrólisis basado en tecnología alcalina, por los siguientes motivos:

³ Para que el rechazo tenga una conductividad inferior a 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se requiere que la conductividad del agua bruta a la entrada del tratamiento de agua tenga valores medios cercanos a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

⁴ En las siguientes fases de ingeniería, se evaluará la posibilidad de recuperar la corriente de agua producto proveniente de la columna de destilación del metanol, con lo que se reduciría el consumo de agua bruta de la red de suministro del polígono.

⁵ Se corresponde con la diferencia de la corriente de agua requerida para la dilución de las corrientes residuales y la corriente de agua recuperada en el sistema de recuperación.

⁶ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.



- Dependiendo del tecnólogo seleccionado, la eficiencia promedio de los electrolizadores alcalinos puede ser superior a la de los electrolizadores PEM.
- La tecnología alcalina es la tecnología de electrólisis con el mayor grado de madurez tecnológica, que se ha comercializado ampliamente para generación de hidrógeno a escala industrial.
- El coste de inversión es un 30-50% más económico comparado con los electrolizadores PEM. Además, el coste de reemplazo del stack es un 20% inferior respecto a los stacks PEM.

Las reacciones que tiene lugar en las celdas de un stack de electrólisis alcalina se resumen en la Figura 3.

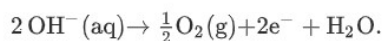
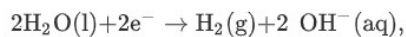



Figura 3. Reacciones parciales de electrólisis alcalina

Las celdas que forman el stack del electrolizador consisten en un par de electrodos separados por un diafragma y sumergidos en una solución alcalina, que, en este Proyecto, se considera una solución de hidróxido de potasio (KOH) en una concentración entre 25-30%. El agua se separa en el cátodo formando hidrógeno y liberando aniones hidróxido (OH^-), que atraviesan el diafragma y se combinan para formar oxígeno y agua en el ánodo.

Existen dos tecnologías de electrólisis alcalina en función de la presión de operación de los stacks (presión de salida del hidrógeno producido): 1) la tecnología atmosférica que produce hidrógeno a 1 bar(g), y 2) la tecnología presurizada que produce hidrógeno a una presión del orden de 30 bar(g). En esta fase del proyecto, se ha seleccionado preliminarmente la tecnología alcalina presurizada, ya que presenta una serie de ventajas respecto a la tecnología atmosférica:

- Mayor eficiencia. La compresión mecánica del hidrógeno, que sería necesario implementar aguas abajo del electrolizador en el caso de la tecnología alcalina atmosférica, es menos eficiente que la compresión del hidrógeno en el propio electrolizador.
- El balance de planta requerido (número de equipos) para los sistemas presurizados es más simple, ya que no es necesario instalar un sistema de compresión (con sus etapas intermedias y posterior de enfriamiento) aguas arriba del sistema de purificación y secado del hidrógeno producido, lo que se traduce, a su vez, en una reducción del coste de inversión.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 23/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

El diagrama de flujo de proceso del sistema de producción de hidrógeno se representa en la Figura 4 y se incluye en la hoja 3 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001.

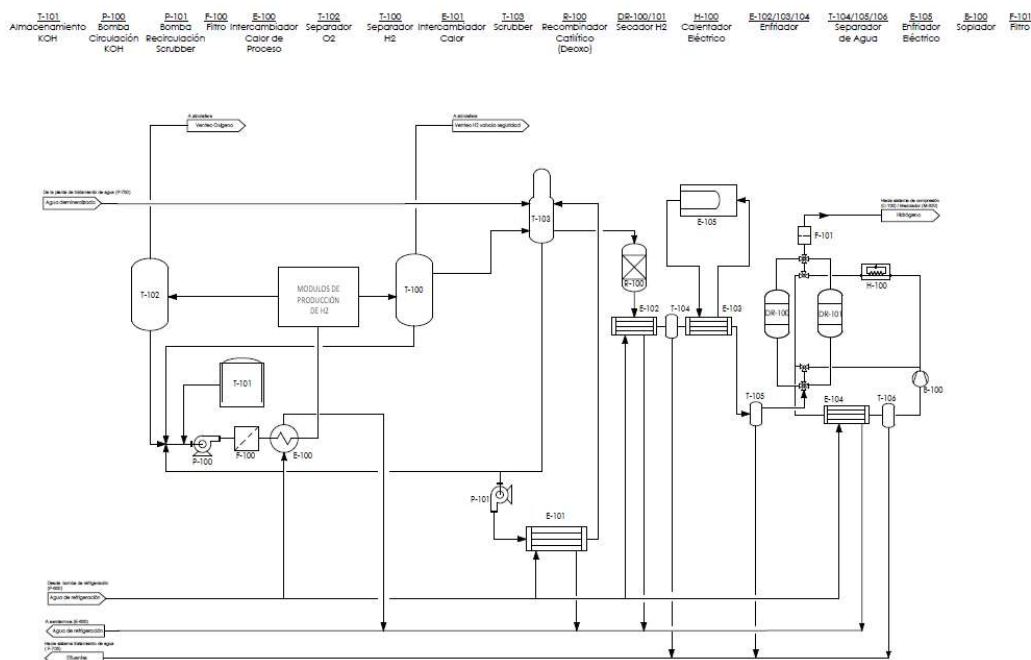


Figura 4. Diagrama de flujo del sistema de producción de hidrógeno

De forma genérica, un sistema de producción de hidrógeno basado en la tecnología de electrólisis alcalina presurizada constará de las siguientes unidades:

- Los módulos de stacks y su correspondiente balance de planta, que incluye: los separadores bifásicos de gas-electrolito, el lavador de gases (scrubber), el sistema de refrigeración para la gestión del calor generado en los stacks, así como la bomba de recirculación del electrolito.
- El sistema de adaptación de potencia (transformador y rectificador) asociado a cada módulo de stacks.
- Sistema de almacenamiento y distribución de la potasa (electrolito).
- Venteos de H_2 y O_2 .
- El sistema de purificación de hidrógeno, compuesto por el oxidador catalítico (DeoXo, para eliminar las trazas de oxígeno) y las columnas de adsorción (para eliminar el vapor de agua).



- El sistema de refrigeración (chiller) de agua.

Los electrolizadores son sistemas modulares, integrados a su vez por varios módulos de stacks. El número de módulos de stacks requeridos depende de la potencia de cada módulo, así como de la capacidad de producción de hidrógeno que se precise. La potencia de cada módulo varía en función del fabricante seleccionado para el sistema de producción de H₂. La configuración preliminar planteada en este proyecto está basada en 20 módulos con una potencia de 10 MW, que tendrá que ser confirmada durante la fase de ingeniería de detalle.

Típicamente, los sistemas de electrólisis requieren, como mínimo, una calidad del agua desmineralizada con una conductividad inferior a 5 µS/cm. Por tanto, como se ha comentado anteriormente, el suministro del agua desmineralizada requerida por el sistema de producción de hidrógeno se realizará desde el sistema de tratamiento de agua.

El stack de electrólisis de tecnología alcalina consiste en un apilamiento de celdas en el cual se genera hidrógeno y oxígeno a partir del agua, mediante el suministro de energía eléctrica. En términos generales, el hidrógeno se forma en el cátodo (polo negativo) y el oxígeno en el ánodo (polo positivo). Dichos gases se evacúan a través de los canales de los que dispone cada celda. A la salida del cátodo y ánodo del módulo de stacks, se tiene una mezcla bifásica líquido-gas (hidrógeno u oxígeno) y electrolito líquido. Por tanto, es necesario incluir dos separadores gas-líquido por cada módulo de stacks: 1) el separador de hidrógeno para gestionar la mezcla bifásica proveniente del cátodo (T-100), y 2) el separador de oxígeno (T-102) para gestionar la mezcla bifásica proveniente del ánodo.

En cada separador, el gas (hidrógeno u oxígeno) se separa del electrolito líquido. Dicho electrolito líquido recuperado de ambos separadores se mezcla en una línea común (es decir, las salidas de ambos separadores están interconectadas) para balancear las cargas OH⁻ consumidas/producidas en la reacción electroquímica. Posteriormente, el electrolito recuperado se recircula nuevamente al módulo de stacks mediante el sistema de bombeo (P-100), que garantiza un caudal de recirculación constante a través de los stacks (y el aporte de agua que se requiere en la electrólisis).

Antes de entrar en los stacks, se dispone un intercambiador de calor para la refrigeración del electrolito recirculado (E-100), en el que se disipa el calor excedente generado en la reacción electroquímica. La refrigeración se realizará con agua proveniente del circuito de refrigeración dedicado a la planta de electrólisis, tal y como se detalla en el apartado I.2.12. Para proteger al módulo de stacks, así como al intercambiador (E-100), de posibles partículas sólidas que puedan existir en el sistema, se instala un filtro (F-100) aguas abajo del sistema de bombeo (P-100).

Adicionalmente, se dispone de un sistema de inyección de potasa al circuito de recirculación del electrolito de cada módulo de stacks, que suministra, en el primer llenado y en las operaciones posteriores de recarga, electrolito desde el tanque de potasa (T-101).

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 25/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			


La corriente de oxígeno procedente de su respectivo separador (T-102) se ventea directamente a la atmósfera, ya que, en esta fase inicial del proyecto, no se está considerando su valorización en este proyecto. Sin embargo, en las siguientes fases de ingeniería, se podría evaluar la posibilidad de valorizar esta corriente. Por su parte, la corriente de hidrógeno proveniente de su separador (T-100) se alimenta al lavador o scrubber (T-103), en el que el electrolito residual presente en la corriente gaseosa de hidrógeno se elimina mediante lavado con agua desmineralizada. Dicha corriente de agua se aporta desde el depósito de almacenamiento de agua desmineralizada (T-750) mediante el sistema de bombeo (P-750) y tiene una doble función: compensar el agua que se va consumiendo en el proceso de electrólisis, además de realizar el lavado de la corriente de hidrógeno.

La corriente de agua desmineralizada con el electrolito residual procedente del scrubber se recircula, como se ha comentado anteriormente, aguas arriba de la bomba de recirculación de electrolito (P-100). Una fracción de esta corriente se retorna de nuevo al scrubber (T-103) mediante el sistema de bombeo P-101. Adicionalmente, el agua desmineralizada con electrolito residual se enfría en el intercambiador de calor (E-101) y, como resultado, se reduce la temperatura de la corriente de hidrógeno de salida del scrubber (T-103). El intercambio térmico se realiza con agua de refrigeración impulsada por el sistema de bombeo del circuito de refrigeración (P-600). La disminución de temperatura de la corriente gaseosa de hidrógeno propicia que condense parte del agua vapor contenida en el gas, lo que implica la reducción de tamaño de los equipos de la posterior etapa de purificación de hidrógeno.

La corriente de hidrógeno a la salida del scrubber (T-103) contiene una cantidad residual de oxígeno, que se debe a una transferencia mínima de oxígeno de ánodo a cátodo en el stack. En los electrolizadores alcalinos, el contenido de oxígeno en el hidrógeno a la salida del módulo de stacks suele estar en el rango del 0,2-0,6% (en volumen) dependiendo del fabricante. Por tanto, es necesario la instalación de una unidad de eliminación de oxígeno, DeOxo (R-100), para reducir el contenido de oxígeno contenido en el hidrógeno hasta un nivel aceptable (< 5 ppmv) para el proceso de síntesis de metanol. En la unidad DeOxo (R-100), el oxígeno residual es eliminado en un proceso exotérmico de oxidación catalítica, que consume una mínima cantidad de hidrógeno para convertir el oxígeno en agua.

Posteriormente, aguas arriba de sistema de secado, el hidrógeno es enfriado en dos fases. Inicialmente, la corriente gaseosa de hidrógeno intercambia calor (E-102) con agua de refrigeración proveniente del circuito de refrigeración (P-600). El agua líquida que condensa se separa (T-104) previo a un segundo enfriamiento, esta vez con el agua fría que produce el enfriador eléctrico o chiller (E-105). La disposición del enfriamiento en dos fases consigue optimizar la eficiencia energética del proceso. El agua líquida condensada se separa (T-105), mientras que el hidrógeno (libre de oxígeno) se dirige hacia el sistema de secado.

El sistema de secado consiste en dos columnas de adsorción (DR-100 y DR-101) dispuestas en paralelo rellenas con un material desecante. Dichas columnas trabajan de forma alterna, garantizando así la operación en continuo (24/7), de forma que mientras una columna se encuentra adsorbiendo (secando la corriente de hidrógeno), la otra se está regenerando

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 26/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

(desorbiendo el agua contenida en el material desecante). Aguas abajo del sistema de secado, se instalará un filtro de partículas (F-101), para asegurar que la corriente de hidrógeno no arrastra partículas sólidas a la etapa de compresión y almacenamiento.


Respecto al proceso de regeneración, se propone un circuito cerrado. La soplante (B-100) tiene la función de recircular un pequeño caudal de hidrógeno; que será calentado (H-100) hasta alcanzar la temperatura recomendada para el proceso de desorción (aproximadamente 350 °C). La dirección del flujo dependerá de qué columna de adsorción sea la que se esté regenerando. La correcta alineación de las electroválvulas de corte instaladas a la salida y a la entrada de las columnas de adsorción es la clave de esta etapa. A la salida de la columna de adsorción que se esté regenerando, la corriente de hidrógeno está húmeda (debido al agua que se ha extraído del material desecante), por lo que, antes de recircularla de nuevo, es necesario eliminar dicha agua mediante condensación (E-104) y su posterior separación (T-106). El agua recogida como efluente en la etapa de producción de hidrógeno tiene una calidad relativamente buena, lo cual le permite ser recirculada a la etapa de tratamiento de agua para ser nuevamente tratada y, por tanto, aprovechada. Concretamente, el agua se inyecta aguas arriba del microfiltro previo a la etapa de electrodesionización (F-705).

A continuación, se resumen las consideraciones principales que se han tenido en cuenta en la definición de la planta de electrólisis:

- Considerando la capacidad de la planta, con el objetivo de minimizar el consumo de agua de refrigeración proveniente del chiller (E-105), se ha decidido que la mayor parte de la potencia de refrigeración requerida en el sistema de producción de hidrógeno sea aportada por el sistema de aerotermos:
 - Disipación del calor generado por los módulos de stacks.
 - Condensación de la mayor parte del agua contenida en la corriente de hidrógeno producto.
 - Condensación del agua durante el proceso de desorción.

Por tanto, el consumo de agua fría producida por el chiller (E-105) solo se limitará al subenfriamiento (E-103) previo a la etapa de secado.

- La etapa de purificación considerada se requiere debido a la calidad del hidrógeno necesaria para el proceso de síntesis de metanol y para inyección en la red de gas natural.
- Debido a la capacidad de la planta, se ha planteado un circuito cerrado de regeneración en vez de un circuito abierto de hidrógeno seco para evitar las pérdidas de gas asociadas. Con el sistema propuesto, adicionalmente, se tiene la capacidad de continuar con la regeneración a pesar de la variabilidad de la carga a la que esté operando el sistema de producción de hidrógeno (independiente a fluctuaciones).

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 27/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- La solución propuesta puede variar considerablemente dependiendo del tecnólogo que finalmente se seleccione. La redundancia a tener en cuenta en los equipos rotativos va a depender en gran medida de esta selección.
- La potencia máxima disponible para la producción de hidrógeno mediante electrólisis es 200 MW. Se ha considerado que ése será el consumo desde la puesta en servicio de la planta (BoL⁷). Esto implica que al final de la vida útil (EoL⁸), periodo en el cual por definición la eficiencia de los stacks disminuye, la producción de hidrógeno disminuirá en la misma proporción.

En la Tabla 2 se resumen los datos técnicos relevantes del sistema de producción de hidrógeno.

TABLA 2.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Características		Descripción
Tecnología		Electrólisis alcalina presurizada
Calidad hidrógeno producto (%) ⁹		>99,997%
Producción de hidrógeno máxima (t/h)		3,7 (BoL) / 3,3 (EoL)
Producción anual hidrógeno (t/año)		17.639,5 (BoL) / 15.875,6 (BoL)
Factor de carga (%) ¹⁰		54,4
Temperatura de operación (°C)		70-90
Presión de operación (barg)		30
Presión de suministro H ₂ (barg)		30
Presión de suministro de agua demi (barg)		30
Consumo de agua demi (m ³ /h)		40,7 (BoL) / 36,7 (EoL)
Calidad de agua desmineralizada	Conductividad (µS/cm)	< 0.75
	pH (-)	5.5 – 8
	Cl (mg/L)	< 2
	Turbidez NTU	< 1
Eficiencia stack (kWh/kgH ₂)		50 (BoL) / 56 (EoL)
Potencia máxima refrigeración requerida (MW _{th})		41,3 (BoL) / 57,8 (EoL)
Consumo eléctrico máximo (MW) ¹¹		200 (constante a lo largo de la vida útil)

⁷ Beginning of Life.

⁸ End of Life.

⁹ Pureza del hidrógeno alcanzada a la salida de la unidad de purificación (considerando la eliminación de las trazas de oxígeno en el DeOx y el secado en las columnas de adsorción).

¹⁰ Este factor de carga ha sido estimado considerando el perfil tipo de potencia renovable disponible a día de hoy, que puede variar a futuro.

¹¹ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

I.2.5 Sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno

Considerando la operación dinámica de la planta en función del perfil de carga del recurso renovable disponible, se ha previsto la instalación de un sistema de compresión y almacenamiento de parte del hidrógeno producido en el sistema de electrólisis. El diagrama de flujo de proceso de este sistema se representa en la Figura 5 y se incluye en la hoja 1 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001.

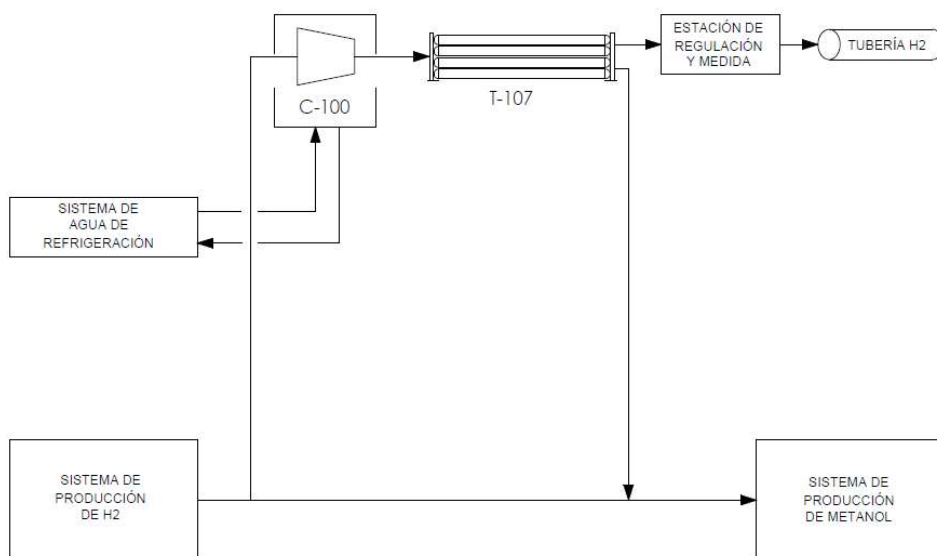


Figura 5. Diagrama de flujo del sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno

El sistema consta de los siguientes elementos:

- 1) Sistema de compresión (C-100): en el que el hidrógeno producido por el sistema de electrólisis se comprime desde la presión típica de suministro de 30 barg hasta la presión máxima seleccionada de almacenamiento (200 barg). Este sistema de compresión estará formado por varios compresores multietapas con refrigeración intermedia; el medio frío será agua de refrigeración impulsada por el sistema de bombeo del circuito de refrigeración (P-601). Típicamente, se propone una configuración de, como mínimo, tres compresores del 50% de capacidad (redundancia 2+1).
- 2) Sistema de almacenamiento (T-107): en este Proyecto, se ha optado por un sistema de almacenamiento a una presión máxima de 200 barg, ya que se considera la solución óptima para minimizar el volumen requerido de almacenamiento, sin penalizar el coste de los depósitos requeridos (se pueden utilizar depósitos tipo I). El

sistema de almacenamiento seleccionado consiste en varios módulos de bastidores de cilindros horizontales apilados. Se ha optado por la configuración de cilindros horizontales para minimizar el coste del almacenamiento, ya que los cilindros verticales, al estar sometidos a unas condiciones distintas de esfuerzos, etc., requieren un diseño más robusto, que, en términos generales, podría implicar un incremento del coste de hasta un 20% respecto a la configuración horizontal.

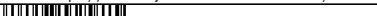
El sistema de almacenamiento de hidrógeno tiene como objetivo suplir, durante períodos de indisponibilidad (o insuficiencia) del recurso renovable, el hidrógeno necesario para mantener la etapa de síntesis del sistema de producción de metanol operando a su capacidad mínima (del orden del 10% de su capacidad máxima). El objetivo final es prevenir paradas frecuentes de la planta.

Adicionalmente, desde el sistema de almacenamiento, también se suplirá el hidrógeno para la inyección a la red de gas natural, que es una funcionalidad alternativa de la planta a la producción de metanol. Se ha previsto la instalación de una estación de regulación y medida (ERM) para el control y monitorización de la inyección de hidrógeno al hidroducto, tal y como se describe en el apartado I.2.15.

Por tanto, la capacidad de almacenamiento de hidrógeno se ha determinado para minimizar la duración de cada parada y tiempo entre paradas de la etapa de síntesis del sistema de producción de metanol. En concreto, el almacenamiento se ha calculado para:

- Limitar la duración de cada parada de la etapa de síntesis de metanol a un tiempo inferior a 72 horas, de forma que no sea necesario (o se minimice) el consumo eléctrico adicional para mantener el nivel térmico de la planta.
- Garantizar un tiempo entre paradas superior a 24 horas, con el objetivo de espaciar las paradas y no tener más de una parada en un mismo día de operación.

En la Figura 6 se representa el perfil de paradas de la etapa de síntesis del sistema de producción de metanol, que se tendría en un año tipo de operación de la planta con la capacidad propuesta de almacenamiento de hidrógeno.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 30/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

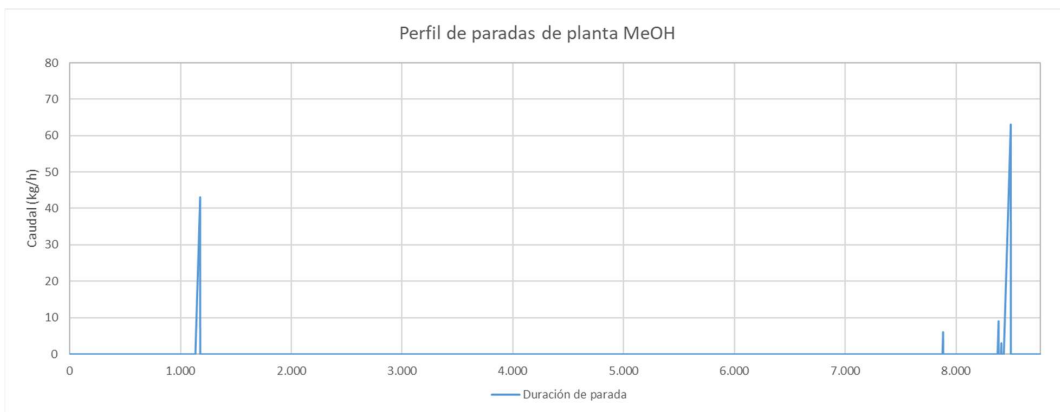



Figura 6. Perfil de paradas de la etapa de síntesis del sistema de producción de metanol

Finalmente, se propone la siguiente estrategia de operación del sistema de almacenamiento:

- Cuando la producción de hidrógeno del sistema de electrólisis es inferior al mínimo técnico de hidrógeno de la etapa de síntesis de metanol, si el nivel del almacenamiento es superior a su nivel mínimo aceptable (la presión del almacenamiento debe ser superior a 30 barg), se suministra hidrógeno desde el sistema de almacenamiento a la planta de síntesis de metanol para compensar el déficit de producción de la electrólisis y suplir la demanda mínima.
- Cuando la producción de hidrógeno del sistema de electrólisis es superior al mínimo técnico de hidrógeno de la etapa de síntesis de metanol, si el nivel del almacenamiento es inferior a su nivel máximo (presión de 200 barg), la etapa de síntesis del sistema de producción de metanol se opera a su capacidad mínima y el hidrógeno excedente proveniente del sistema de electrólisis se destina a cargar el almacenamiento, con el objetivo de tener hidrógeno almacenado para los períodos de indisponibilidad o escasez.

En la Figura 7 se representa el perfil de operación dinámica de la planta, que se tendría al final de un año tipo de operación de la planta (período con mayor frecuencia de paradas) con la capacidad propuesta de almacenamiento de hidrógeno.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 31/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

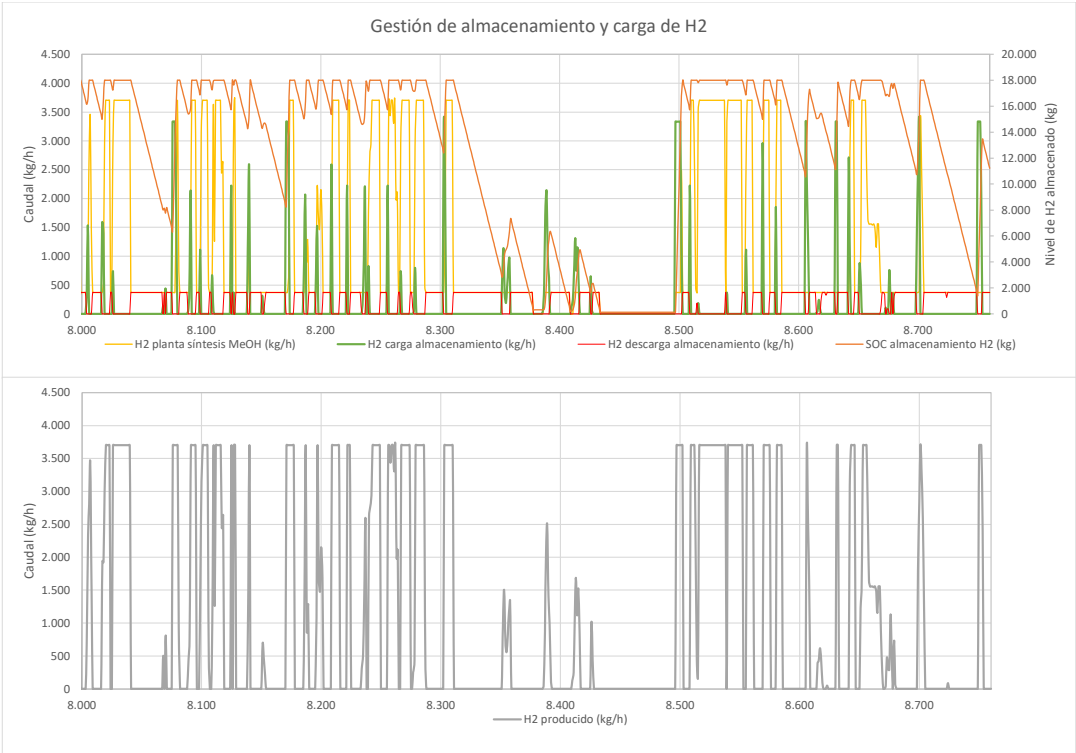


Figura 7. Perfil de operación dinámico de los sistemas de producción, compresión y almacenamiento de hidrógeno

En la Tabla 3 se resumen los datos técnicos relevantes del sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno.

TABLA 3.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE COMPRESIÓN Y ALMACENAMIENTO DE
HIDRÓGENO

Características	Descripción
Tecnología	Cilindros horizontales agrupados en bastidores de 42 cilindros y uno de 14 ¹²
Presión de almacenamiento (barg)	200
Temperatura de almacenamiento (°C)	Ambiente
Volumen nominal cilindro (m ³)	2,88
Masa de hidrógeno por cilindro (kg)	41,76
Número de cilindros	518
Número de bastidores	13
Capacidad total (m ³)	1.494
Capacidad total (t)	21,63
Capacidad requerida (t)	21,60
Consumo eléctrico máximo del sistema de compresión (MW) ¹³	4,7 (BoL) / 4,2 (EoL)

I.2.6 Sistema de almacenamiento y suministro de CO₂

El sistema de almacenamiento y suministro de CO₂ tiene como función garantizar que existe un suministro suficiente para el funcionamiento del sistema de producción de metanol, en función del perfil de producción de hidrógeno del sistema de electrólisis. El almacenamiento proveerá de la flexibilidad necesaria a la planta para adaptarse a los cambios estacionales de producción del hidrógeno y la consecuente mayor demanda en periodos de producción pico. El diagrama de flujo de proceso de este sistema se representa en la Figura 8 y se incluye en la hoja 1 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001.

¹² Basado en soluciones comerciales disponibles. El arreglo final de cilindros presurizados dependerá de la selección del fabricante.

¹³ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

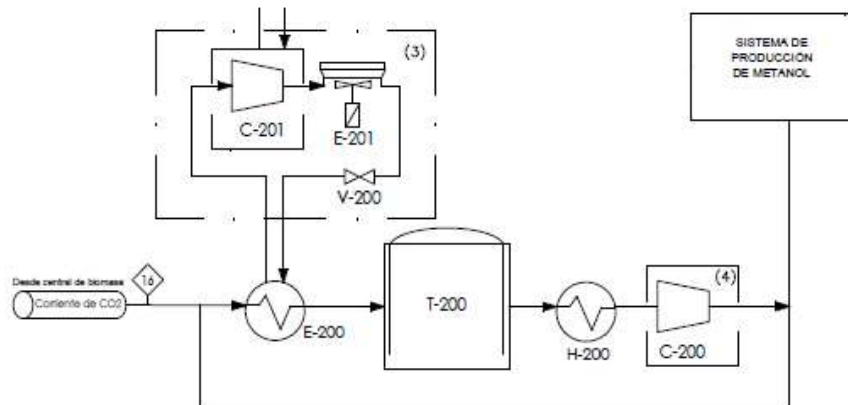


Figura 8. Diagrama de flujo del sistema de almacenamiento y suministro de CO₂

El sistema consta de los siguientes elementos:

- **Gaseoducto de CO₂ (CO₂ ducto):** Esta línea de suministro será la encargada de transportar el CO₂ desde la planta de captura del mismo (central de biomasa) hasta la planta de producción de metanol.

A efectos de dimensionar conservadoramente el grupo de frío, se ha considerado que el CO₂ se transportará en estado gaseoso desde la central de biomasa, en condiciones de temperatura ambiente y presiones superiores a 30 barg. No obstante, la solución óptima de suministro, que minimice costes y consumo eléctrico, deberá ser valorada en detalle en la siguiente fase de ingeniería.

A su llegada a la planta, el CO₂ gaseoso es expandido para adaptar su presión a la del sistema de almacenamiento del CO₂ líquido. Posteriormente, el CO₂ gaseoso es enfriado mediante un grupo de frío de amoníaco, convirtiéndose en líquido y siendo introducido en el tanque de almacenamiento.

- **Bypass a proceso:** La función de este elemento es permitir que parte del CO₂ gaseoso procedente de los CO₂ ductos, a una presión de 30 barg y temperatura ambiente, sea utilizado directamente en el sistema de producción de metanol, sin necesidad de ser licuado y alimentado al tanque de almacenamiento, tal y como se observa en la Figura 8. Esta configuración supone un importante ahorro energético, al dar respuesta directamente a la demanda de CO₂ gaseoso del proceso, evitando el proceso de condensación, almacenamiento y posterior vaporización del suministro de CO₂.
- **Grupo de frío de amoníaco:** La función del grupo de frío es enfriar el CO₂ procedente de los gaseoductos para adaptar su temperatura a la requerida por el tanque de almacenamiento

de CO₂. Como se ha mencionado previamente, para el dimensionamiento del grupo de frío, se ha considerado que ambos CO₂ ductos transportan el CO₂ en estado gaseoso, por ser esta opción la más exigente en cuanto a capacidad requerida de refrigeración.

Debido a las características del CO₂, que es líquido saturado a -16 °C y 22 bar de presión, es necesario enfriar la corriente de CO₂ por debajo de esa temperatura para condensarla y almacenarla. Por ello, se ha elegido un grupo de refrigeración basado en amoníaco, que permite alcanzar temperaturas de evaporación de -30/-35 °C.

Los equipos principales del grupo de frío representados en la Figura 8 son los siguientes:


- Condensador/Evaporador (E-200): En este equipo, el NH₃ se evapora mientras que el CO₂ se enfría hasta su temperatura de licuefacción.
- Compresor (C-201): Compresor multietapa de NH₃ del circuito de refrigeración. La refrigeración entre etapas se realizará con agua de refrigeración proveniente del circuito de refrigeración general de la planta (impulsada por P-601).
- Aerocondensador (E-201): Aerocondensador que condensa la corriente de NH₃ gaseoso procedente del compresor.
- Válvula de expansión (V-200): Válvula de expansión del NH₃ líquido procedente del aerocondensador hasta las condiciones de presión requeridas para conseguir la temperatura de evaporación necesaria.

Si bien se ha representado un esquema típico de grupo de frío, la configuración del mismo dependerá de la información suministrada por los proveedores en futuras fases del proyecto.

- Esfera de almacenamiento de CO₂ líquido (T-200): La función será almacenar el CO₂ suficiente en los periodos de baja demanda de CO₂, sirviendo de reserva para los periodos en los que la demanda de CO₂ supera el caudal importado desde la central de biomasa.

La capacidad de diseño de la esfera se ha establecido en 10.000 t de CO₂. Se ha seleccionado la instalación de una esfera presurizada, en lugar de la instalación de decenas de tanques de menor capacidad (300 m³), por su menor huella y su montaje in situ, que permite evitar el complejo transporte desde el taller de montaje a la planta. En fases posteriores de ingeniería, se deberá constatar la viabilidad técnica de esta solución en función de la información suministrada por los proveedores.

- Vaporizador atmosférico (H-200): La función de este elemento es vaporizar el CO₂ líquido presurizado suministrado desde el tanque de almacenamiento, previamente a su mezcla a 30 barg con el hidrógeno gaseoso procedente del sistema de electrólisis.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 35/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- **Compresor (C-200):** La función del compresor es comprimir el CO₂ gaseoso procedente del vaporizador hasta la presión de mezcla (30 barg) con el hidrógeno.

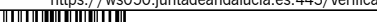
Como se ha explicado previamente, la filosofía de operación y diseño del sistema de almacenamiento de CO₂ tiene como objetivo proveer de la reserva suficiente de CO₂ en los periodos de déficit de suministro de CO₂ desde la central de biomasa. De este modo, no se producirían paradas del sistema de producción de metanol debido a un déficit de suministro de CO₂, siendo el H₂ el reactivo limitante del proceso. Consecuentemente, se propone la siguiente estrategia de operación del sistema de almacenamiento según la planta sea excedentaria o deficitaria de CO₂:

- Si la demanda de CO₂ es superior al caudal máximo de importación desde la central y el nivel del almacenamiento es superior a su nivel mínimo aceptable, se descargará CO₂ desde el tanque de almacenamiento para compensar el déficit de suministro de CO₂ y suplir la demanda mínima del sistema de producción de metanol.
- Si la demanda de CO₂ es inferior al caudal máximo de importación de central y el nivel del almacenamiento es inferior a su nivel máximo, se regulará el caudal de importación desde la central, de modo que se satisfaga la demanda del sistema de producción de metanol y se llene el tanque hasta su nivel máximo. De este modo, si el tanque está completamente lleno, el caudal de importación se correspondería con el de alimentación a proceso.

Dada esta operativa, se han establecido las siguientes consideraciones para el diseño de los equipos:

- Para el estudio en base horaria con el perfil de carga disponible, se considera que la capacidad anual de la central de biomasa equivale a un caudal constante promedio para 8.760 horas de operación, con una eficiencia del 90% en la captura de CO₂. Para un estudio más riguroso, se deberá disponer de un perfil variable de la producción de CO₂ de la central basado en históricos de operación.
- Se considera que la producción total de hidrógeno del sistema de electrólisis se convierte en metanol. En fases posteriores de ingeniería, teniendo en cuenta las limitaciones de espacio y coste de implantación del sistema de almacenamiento de CO₂, se recomienda estudiar la posibilidad de regular la cantidad de H₂ al sistema de producción de metanol según la disponibilidad de CO₂ de la central de biomasa.

La Figura 9 muestra el perfil de operación dinámica de planta, en la que se puede ver que, incluso en el periodo de mayor demanda, existe CO₂ disponible a proceso. En el resto de horas, se observa la regulación del caudal de importación de la central según la demanda (estando el nivel del SOC al máximo), siempre por debajo del límite máximo disponible de la central de biomasa.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 36/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

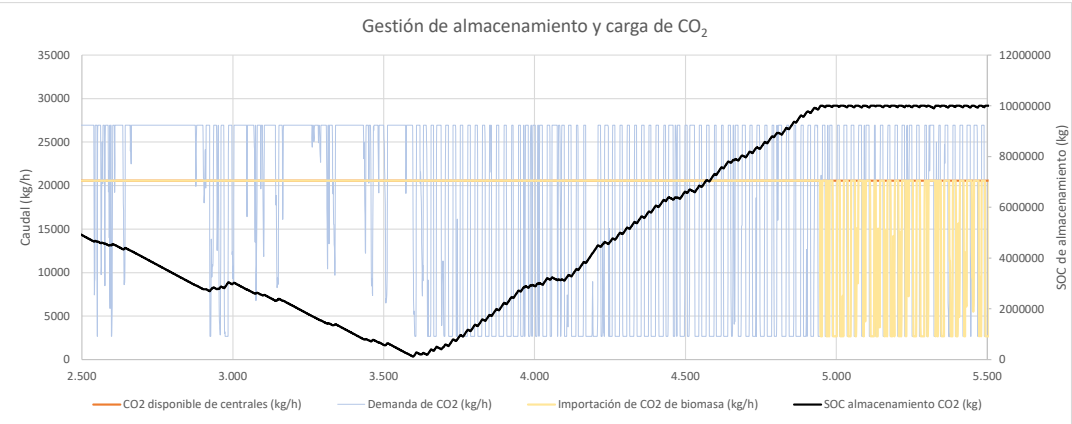


Figura 9. Perfil de operación dinámico del sistema de almacenamiento y suministro de CO₂

En la Tabla 4 se resumen los datos relevantes del diseño del sistema de suministro y almacenamiento de CO₂.

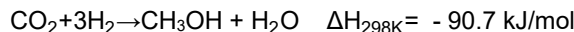
TABLA 4.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO DE CO₂

Características	Descripción
Temperatura suministro de CO ₂ (°C)	Ambiente
Presión de suministro de CO ₂ (barg)	30
Caudal másico CO ₂ ducto (t/h)	21
Potencia frigorífica grupo de frío (MW _{th})	1,96
Consumo máximo eléctrico del grupo de frío (MW) ¹⁴	2,09
Tecnología de almacenamiento	Esfera presurizada de CO ₂ líquido
Condiciones de almacenamiento	-25 °C y 16 bara
Capacidad de almacenamiento CO ₂ (t)	10.000

¹⁴ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

I.2.7 Sistema de producción de metanol

La síntesis de metanol se produce mediante la reacción exotérmica catalítica entre el dióxido de carbono y el hidrógeno (mezcla conocida como gas de síntesis o syngas), ambos en estado gaseoso:



La tasa de conversión del CO_2 aumenta con la disminución de la temperatura y el aumento de la presión. Sin embargo, la cinética (velocidad de reacción) de la formación de metanol también disminuye con el descenso de la temperatura. Por consiguiente, existe una temperatura de trabajo óptima, que se sitúa en torno a los 240 °C.

La tasa de conversión del CO_2 está termodinámicamente limitada en torno al 30% (considerando que la presión de operación está en torno a 80 – 90 barg) por cada paso del flujo de reactivos en el reactor, por lo que, para mejorar la conversión global del proceso, se considera la recirculación al reactor de la fracción de gas producto que no se ha convertido a metanol (tras la correspondiente separación entre dicho gas y el metanol), aumentando de forma significativa la conversión global.

A la salida del anillo de síntesis de metanol, se obtendrá una corriente de metanol bruto con una pureza inferior a la requerida según las especificaciones de IMPCA (International Methanol Producers and Consumers Association). Por este motivo, el metanol bruto se someterá a un proceso de destilación, tras el cual finalmente se alcanzará una pureza superior al 99,85% en peso.

El proceso de producción de metanol consta de las siguientes etapas principales:

- 1) Compresión del gas de síntesis.
- 2) Conversión del gas de síntesis en metanol.
- 3) Recuperación del calor residual y refrigeración / condensación del metanol bruto.
- 4) Compresión del gas de reciclo.
- 5) Destilación del metanol (pureza > 99,85% en peso).

A continuación, se describirá el proceso de obtención del metanol puro, representado en las hojas 5 y 6 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001.

El diagrama de flujo de proceso de la etapa de síntesis de metanol bruto se representa en la Figura 10.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 38/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

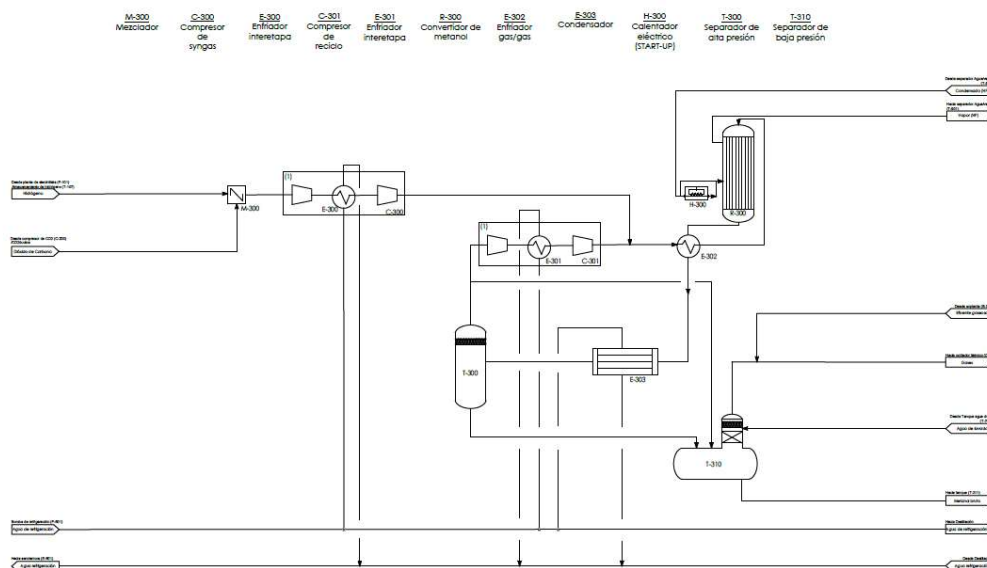


Figura 10.- Diagrama de flujo de la parte de síntesis del sistema de producción de metanol

El CO₂ procedente del depósito de almacenamiento (T-200), tras ser comprimido a una presión aproximada de 30 barg (C-200), se mezcla con el hidrógeno (M-300) procedente del Sistema de Producción de Hidrógeno. El gas de síntesis resultante se alimenta al compresor multietapa (C-300), donde se aumenta la presión hasta 90 barg, alcanzando así la presión de operación del anillo de síntesis. La refrigeración intermedia (E-301) entre etapas de compresión se lleva a cabo con agua de refrigeración procedente del circuito cerrado de refrigeración general de la planta (agua proveniente de la salida P-601). A la salida del compresor C-300, el gas de síntesis se mezcla con el gas de reciclo proveniente del compresor multietapa (C-301), y se inyecta aguas arriba del enfriador gas/gas (E-302), con el objetivo de precalentar la mezcla (gas de síntesis/reciclo) utilizando el gas caliente de salida del reactor (R-300).

En el proceso propuesto, la síntesis del metanol se lleva a cabo a aproximadamente a 90 barg y 220 °C en un reactor de lecho fijo (R-300), en el cual el gas de síntesis circulará por el interior del haz de tubos en el que estará dispuesto el catalizador (Cu/ZnO/Al₂O₃), mientras que, por la carcasa del reactor, tendrá lugar la circulación de agua saturada que se convertirá en vapor debido a la energía liberada en la reacción exotérmica. El vapor de alta presión generado (vapor de proceso) se conducirá hasta el calderín de vapor (T-901), donde se producirá parte del vapor de baja presión que se utilizará posteriormente en los rehervidores (reboilers) de las columnas estabilizadoras y de destilación de metanol (E-320 y E-330, respectivamente). El diagrama de flujo de proceso del sistema de generación y recuperación de vapor se explicará con mayor grado de detalle en el apartado I.2.8.

A la salida del reactor (R-300), como se ha comentado anteriormente, el gas producto se enfría en una primera etapa (E-302), precalentando a su vez el gas de síntesis, para continuar en

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023


I-35

una segunda etapa de enfriamiento (E-303), en la que intercambia calor con el agua de refrigeración procedente del circuito cerrado de refrigeración general de la planta (agua proveniente de la salida P-601).

Posteriormente, la corriente de metanol se dirige hacia el separador de alta presión (T-300), en el que la fracción gaseosa separada se alimenta al compresor de reciclo (C-301), para ser posteriormente mezclada con el gas fresco de síntesis.

La reacción de síntesis de metanol genera como subproducto metano (CH_4) en pequeñas cantidades. La concentración de CH_4 , así como la de inertes contenida en la mezcla CO_2 / H_2 , puede ir aumentando en el anillo de síntesis, lo que puede ocasionar la desactivación del catalizador y, por tanto, la reducción de la selectividad del mismo. Por este motivo, es necesario considerar un caudal (mínimo) continuo de purga. Con esta finalidad, una fracción de la corriente gaseosa que se extrae del separador de alta presión (T-300) se dirige al separador de baja presión (T-310). En dicho separador, se lleva a cabo el lavado de gases para reducir el contenido de alcoholes presentes en esta corriente, por lo que se requiere suministrar al separador una corriente de agua desde el tanque de agua desmineralizada (P-750). El gas de salida del separador, tras haber sido lavado, se mezcla con el efluente gaseoso impulsado por la soplante B-300 desde la etapa de destilación, y se dirige a un oxidador térmico (O-300) para quemar el contenido restante de alcoholes y ventear a atmósfera. Durante la fase de ingeniería, se evaluará la viabilidad de utilizar esta corriente gaseosa como aporte de combustible para la generación de vapor.

Por otra parte, la corriente líquida que se extrae del separador de alta presión (T-300) se dirige al separador de baja presión (T-310). La corriente líquida extraída de este último separador, denominada metanol bruto, requiere una etapa posterior de tratamiento o refino para alcanzar la pureza solicitada. El diagrama de flujo de proceso de esta etapa de destilación se representa en la Figura 11.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 40/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

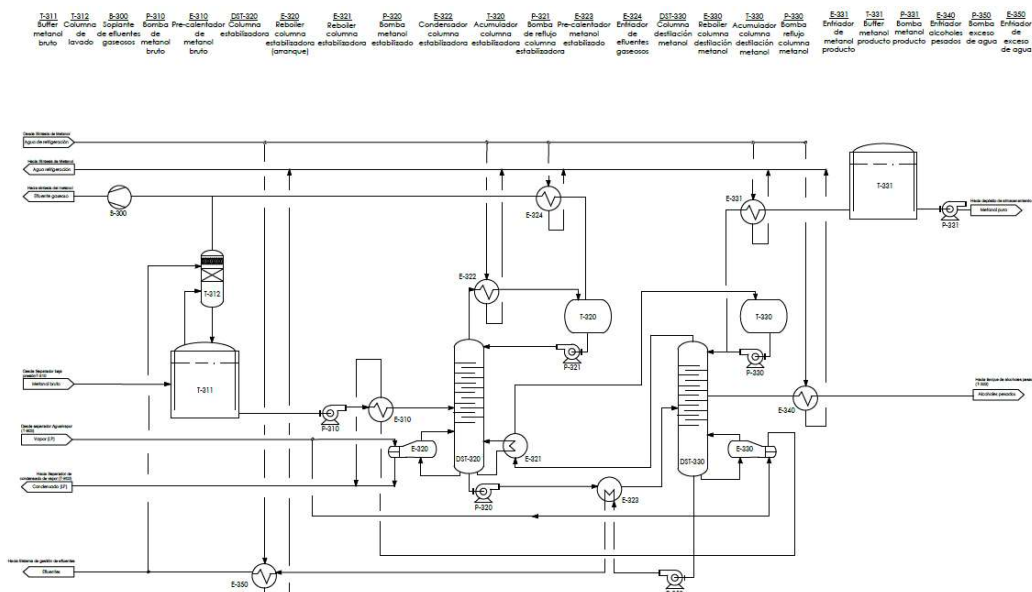


Figura 11.- Diagrama de flujo de la etapa de destilación del sistema de producción de metanol

El metanol bruto proveniente del separador de baja presión se alimenta a un tanque intermedio de almacenamiento (T-311), desde el que se bombea (P-310) hasta la columna estabilizadora (DST-320). Antes de ser alimentado a la columna, se precalienta hasta aproximadamente 75 °C (E-310) intercambiando calor con el vapor procedente del rehervidor (E-330) de la columna de destilación (DST-330). El objetivo principal de la columna estabilizadora (DST-320) es la eliminación de los gases disueltos, así como de los subproductos muy ligeros. La corriente extraída por cabeza de la columna estabilizadora (DST-320) se enfría intercambiando calor (E-322) con el agua de refrigeración proveniente del circuito cerrado de refrigeración general de la planta (agua proveniente de la salida P-601).

Los efluentes gaseosos (subproductos ligeros) procedentes del acumulador de la columna estabilizadora (T-320) se enfrían intercambiando calor (E-324) con el agua de refrigeración proveniente del circuito cerrado de refrigeración general de la planta. Posteriormente, se impulsan mediante la soplante de efluentes gaseosos (B-300) y, como se ha comentado anteriormente, se mezclan con la corriente gaseosa lavada proveniente del separador de baja presión (T-310), para ser enviado al oxidador térmico (O-300).

La fracción condensada de la corriente extraída por cabeza (DST-320) en el intercambiador de calor E-322, tras su paso por el acumulador de la columna estabilizadora (T-320), se recircula (P-321) de nuevo a dicha columna (DST-320).

La columna de estabilización de metanol (DST-320) dispone de dos rehervidores (E-320 y E-321). Uno de ellos (E-320) solamente se empleará en el arranque y aportará calor a la columna a partir del vapor de baja presión saturado que se produce en el separador flash vapor/condensado (T-902). El rehervidor de proceso (E-321) aporta el calor necesario a la columna de estabilización de metanol (DST-320), aprovechando para ello la corriente que se extrae por cabeza de la columna de destilación de metanol (DST-330).

La corriente extraída por la parte inferior de la columna estabilizadora (DST-320), con mayor concentración en metanol, se bombea (P-320) hacia la columna de destilación de metanol (DST-330), en la que se lleva a cabo el refino de dicho producto. Antes de la entrada a esta segunda columna, la corriente de metanol estabilizado se precalienta (E-323) utilizando el calor de la corriente de agua que se extrae por el fondo de esta columna de destilación (DST-330).


La corriente que se extrae por cabeza de la columna de destilación (DST-330), como se ha comentado previamente, proporciona el calor necesario al rehervidor de la columna estabilizadora (E-321). Posteriormente, se recircula de nuevo a la columna de destilación (DST-330) mediante la bomba de reflujo P-330.

El metanol puro producto se extrae de la impulsión de la bomba de reflujo (P-330). Posteriormente, se enfría (E-331) con agua de refrigeración impulsada desde el circuito cerrado de refrigeración general de la planta (P-601). Para analizar la calidad del metanol producto, antes de su envío al tanque de almacenamiento de la planta (T-332), se ha previsto un almacenamiento intermedio (T-331). Finalmente, el metanol producto con la calidad requerida se bombea (P-331) hacia el tanque de almacenamiento (T-332).

Los depósitos de almacenamiento de metanol se inertizarán con N₂; la purga de dicho gas se venteará directamente a atmósfera.

La corriente de agua que se extrae por la parte inferior de la columna de destilación de metanol (DST-330) se bombea (P-350) y se aprovecha el calor para precalentar el metanol estabilizado (E-323). Posteriormente, se lleva a cabo el enfriamiento de dicha corriente (E-350) con agua de refrigeración del circuito general de planta. Parte del caudal de agua se recircula hacia la columna de lavado (T-312), en la cual se elimina el contenido de alcoholes de los gases provenientes del tanque intermedio de metanol bruto (T-311) previo a su venteo. El resto del agua se mezcla con la corriente de alcoholes pesados extraídos de la columna de destilación de metanol (DST-330), previamente enfriados intercambiando calor (E-340) con el agua de refrigeración. La mezcla de alcoholes pesados / agua se dirige hacia el tanque de corrientes residuales (T-1000), en el que se diluirá con agua bruta proveniente del sistema de bombeo P-700, previo a su tratamiento en el Sistema de Recuperación de Corrientes Residuales.

Los venteos de seguridad incluidos en líneas y depósitos serán dirigidos a un sistema de combustión enclaustrado (Q-330).

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 42/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Se propone instalar dos trenes de destilación de metanol, cada uno constituido por las dos columnas (DST-320 y DST-330) y el tanque intermedio de metanol producto (T-331), con una capacidad por tren del 50% de la capacidad máxima requerida, con un doble objetivo:

- La instalación de dos trenes permite reducir el mínimo técnico de la etapa de destilación al 25% (normalmente, en torno al 50% por tren de destilación), con lo que se reduce la diferencia de mínimos técnicos entre la etapa de síntesis (del orden del 10%) y la etapa de destilación, reduciéndose, a su vez, la capacidad de almacenamiento intermedio de metanol bruto requerida para acoplar la dinámica de ambas etapas y garantizar que no haya paradas de la etapa de destilación. Las consideraciones para el dimensionamiento del tanque intermedio de metanol bruto se describen en el apartado I.2.9.
- La instalación de un segundo tren aumenta la fiabilidad del sistema, dado que, en caso de ser necesario, se podría operar solamente con un tren y operar el sistema de producción de metanol al 50% de su capacidad.

En la Tabla 5 se presentan los datos técnicos más significativos del sistema de producción de metanol.

TABLA 5.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE METANOL

Características	Descripción
Tecnología	Anillo de síntesis de metanol (hidrogenación de CO ₂)
Unidades de síntesis de metanol	1
Presión de operación del anillo de síntesis (barg)	90
Temperatura de reacción (°C)	220 - 250
Mínimo técnico unidad de síntesis (%)	10
Unidades de destilación de metanol	2 (cada una del 50% de la capacidad máxima requerida)
Mínimo técnico unidad de destilación (%)	50% por unidad (25% para el conjunto de dos unidades del 50% de capacidad operando en paralelo)
Calidad metanol producto (% en peso)	99,85
Producción máxima de metanol producto (t/h)	18,6 (BoL) / 16,8 (EoL)
Factor de carga ¹⁵ (%)	54,4
Producción anual de metanol producto (t)	88.667,6 (BoL) / 79.800,9 (EoL)
Potencia máxima refrigeración requerida (MW _{th})	26,8 (BoL) / 24,1 (EoL)
Consumo eléctrico máximo (MW) ¹⁶	3,5 (BoL) / 3,1 (EoL)

¹⁵ Este factor de carga ha sido estimado considerando el perfil tipo de potencia renovable disponible a día de hoy, que puede variar a futuro.

¹⁶ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

I.2.8 Sistema de generación de vapor

El sistema de generación de vapor es necesario debido al aporte de calor que se requiere en los rehervidores de las columnas de estabilización (DST-320) y de destilación (DST-330). Si bien es cierto que el proceso de síntesis de metanol es exotérmico, el vapor generado a partir de la recuperación del calor residual del proceso no es suficiente para compensar las necesidades térmicas en las columnas, por lo que se ha decidido incluir, además de los equipos necesarios para recuperar el vapor de proceso generado, un sistema auxiliar de generación de vapor.

En esta fase inicial de proyecto, se ha considerado un sistema eléctrico de generación de vapor. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, en las siguientes fases de ingeniería, se evaluará la viabilidad de utilizar los venteos gaseosos del proceso, así como la corriente de alcoholes pesados, como aporte de combustible de la caldera auxiliar.

El sistema eléctrico de generación de vapor y de recuperación de calor del proceso para generación de vapor se representa en la hoja 4 del plano anexo del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001. El diagrama de flujo de proceso del sistema completo de generación de vapor se muestra en la Figura 12.

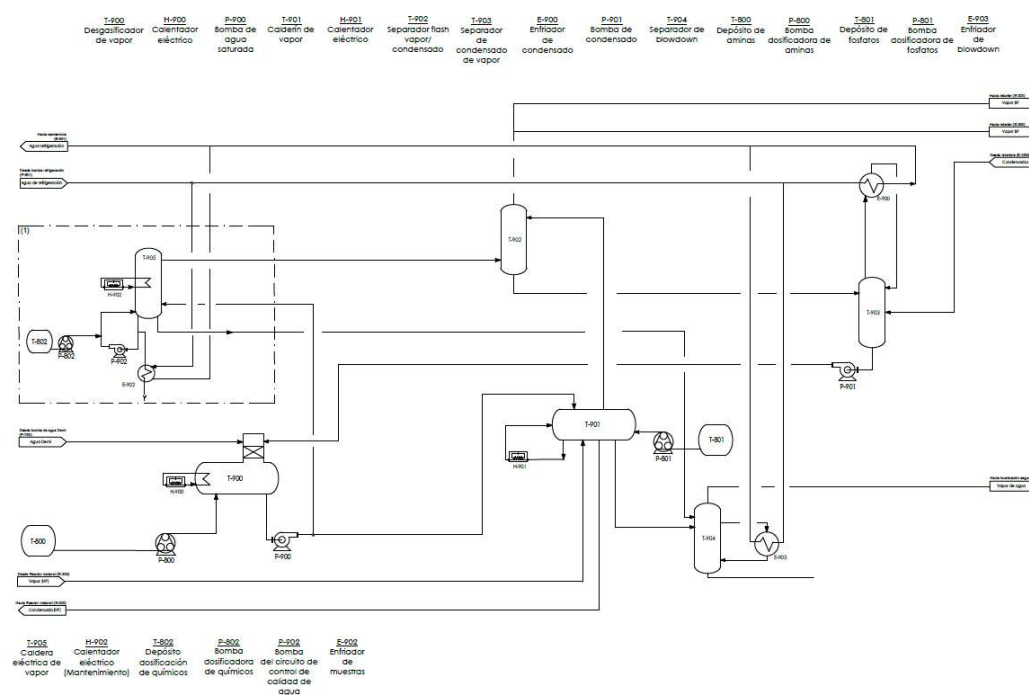


Figura 12.- Diagrama de flujo del sistema de generación de vapor

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-40

El sistema de generación y recuperación está formado por los siguiente subsistemas:

- Sistema eléctrico de generación de vapor: está basado principalmente en una caldera eléctrica de electrodos sumergidos, que en la Figura 12 se encuentra enmarcado por una línea discontinua. El vapor saturado se genera en la caldera eléctrica (T-905) a partir del agua saturada, que, mediante el sistema de bombeo (P-900), se suministra desde el desgasificador de vapor (T-900). Se dispone adicionalmente de un calentador eléctrico, que se utilizará como apoyo durante los arranques (H-902). El vapor saturado generado se suministra al separador flash de vapor/condensado (T-902).


Para mantener la calidad del agua requerida por la caldera, se dispone de una bomba de recirculación (P-902), así como de un sistema de dosificación de químicos formado por un pequeño depósito de almacenamiento y una bomba dosificadora (T-802 y P-802, respectivamente). El control de la calidad del agua es importante para garantizar tanto la vida útil de la caldera como el rendimiento del equipo, por lo que se requiere realizar una toma de muestras que verifique que la calidad se encuentra en los límites establecidos. La muestra de agua se enfría intercambiando calor (E-902) con el agua de refrigeración proveniente del circuito de refrigeración general de la planta (impulsada por P-601).

Asimismo, es necesario considerar la purga continua de una mínima cantidad de agua (blowdown), que se extrae de la caldera (T-905) y se dirige hacia el separador de blowdown (T-904).

- Desgasificador (T-900): el agua que se requiere aportar al sistema de generación de vapor se suministra desde el tanque de agua desmineralizada (T-750) al desgasificador de vapor. El desgasificador de vapor requiere la dosificación de aminas para mantener la calidad del agua. Este agente químico se almacena en el depósito de aminas (T-800) y se dosifica al desgasificador mediante la bomba P-800. El aporte de calor se realiza mediante generación eléctrica (H-900).

El agua saturada generada en el desgasificador (T-900) se bombea (P-900) hacia el calderín de vapor (T-901), si bien una parte se deriva hacia la caldera eléctrica (T-905), como se ha comentado anteriormente.

- Calderín de vapor (T-901): en dicho equipo, se genera vapor a partir de agua saturada aprovechando el calor aportado por el vapor de proceso que se genera en la síntesis de metanol (proveniente del reactor R-300). Para los arranques, se dispone de un sistema eléctrico de apoyo (H-901). El calderín también requiere un control exhaustivo de la calidad del agua, para lo que se incluye el sistema de dosificación de fosfatos, compuesto por el depósito de almacenamiento (T-801) y la bomba dosificadora (P801). Es necesario considerar la purga continua de una mínima cantidad de agua (blowdown), que se extrae del calderín de vapor (T-901) y se dirige al separador de blowdown (T-904).

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 45/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Separador flash de vapor / condensado (T-902) y separador de condensado / vapor (T-903): en el separador flash (T-902) se descargan el vapor saturado generado en la caldera eléctrica (T-905) y el vapor que se produce en el calderín de vapor (T-901). El líquido resultante en el separador flash (T-902) se descarga en el separador de condensado / vapor (T-903), mientras que el vapor de baja presión se distribuirá a los rehervidores de las columnas estabilizadora (DST-320) y de destilación (DST-330).

Al separador de condensado / vapor (T-903), también retorna el condensado proveniente de los rehervidores de las columnas estabilizadora (DST-320) y de destilación (DST-330). El separador se enfría (E-900) con agua de refrigeración proveniente del circuito de refrigeración general de planta. Finalmente, el líquido se bombea (P-901) hacia el desgasificador (T-900).

- Separador de blowdown (T-904): en este separador, se descargan la purga proveniente de la caldera eléctrica (T-905) y la purga proveniente del calderín de vapor (T-901). Este separador se enfría (E-903) con agua de refrigeración proveniente del circuito de refrigeración general de planta. La corriente líquida y enfriada se envía hacia el Sistema de Gestión de Efluentes.

La Tabla 6 resume los datos técnicos más significativos del sistema de generación de vapor.


JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 46/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

TABLA 6.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR

Características	Descripción
Requerimientos de vapor (t/h)	54,8 (BoL) / 49,4 (EoL)
Condiciones de suministro de vapor	12 barg / 192 °C
Vapor generado por el proceso ¹⁷ (t/h)	11,2 (BoL) / 10,1 (EoL)
Vapor generado en la caldera eléctrica (t/h)	43,6 (BoL) / 39,3 (EoL)
Tecnología ¹⁸	Caldera eléctrica de electrodos sumergidos
Unidades	1
Consumo de agua demi (m³/h)	0,68 (BoL) / 0,61 (EoL)
Purga de caldera eléctrica (m³/h)	0,47 (BoL) / 0,42 (EoL)
Purga de calderín de vapor (m³/h)	0,21 (BoL) / 0,19 (EoL)
Potencia máxima refrigeración requerida (MW _{th})	0,11 (BoL) / 0,10 (EoL)
Consumo eléctrico máximo (MW) ¹⁹	29,1 (BoL) / 26,2 (EoL)

I.2.9 Sistema de almacenamiento de metanol bruto

Considerando la operación dinámica de la planta y la diferencia de mínimos técnicos de las etapas de síntesis (10%) y destilación (25% para el conjunto de dos trenes de destilación en paralelo del 50% de capacidad) del sistema de producción de metanol, es necesario incluir un sistema de almacenamiento intermedio de metanol bruto proveniente de la etapa de síntesis, de forma que se puedan acoplar las dinámicas de ambas etapas y garantizar que no haya paradas de la etapa de destilación.

El diagrama de flujo de proceso del sistema de almacenamiento intermedio de metanol bruto se representa en la Figura 13, y se incluye en la hoja 6 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001.

¹⁷ Vapor generado en el reactor de síntesis de metanol.

¹⁸ Tecnología de la caldera eléctrica T-905.

¹⁹ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

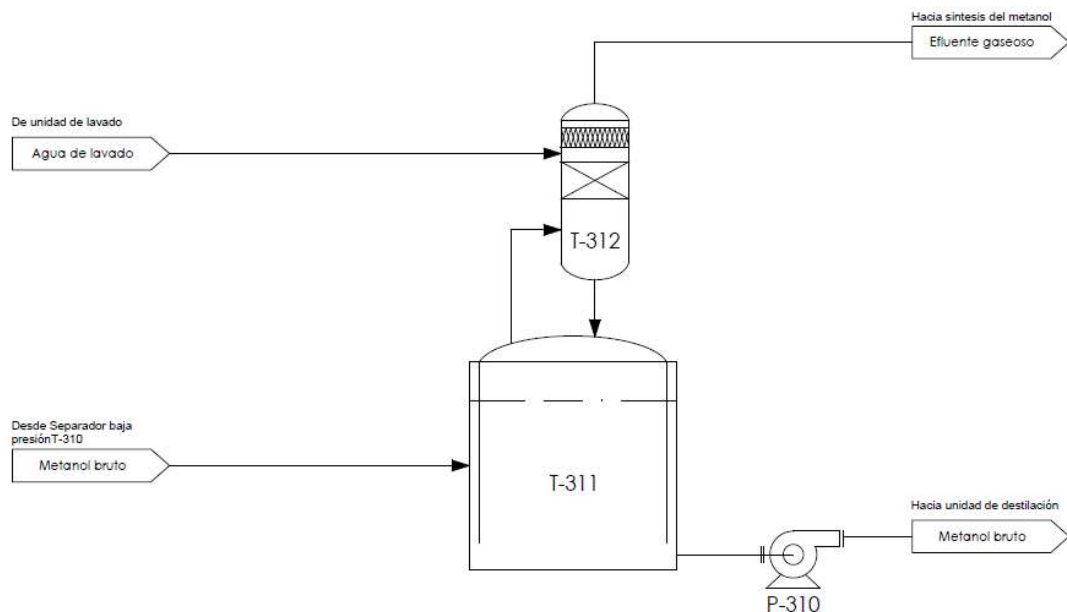


Figura 13. Diagrama de flujo del sistema de almacenamiento de metanol bruto

El sistema consta de los siguientes elementos:

- 1) Tanque de almacenamiento de metanol (T-311): tiene como función almacenar el metanol bruto suficiente para la operación continua de la etapa de destilación, según el perfil de producción del metanol bruto de la etapa de síntesis.
- 2) Bomba de metanol líquido (P-310): suministra metanol líquido desde el tanque hasta el precalentador (E-310).
- 3) Columna de lavado de venteos (T-312): Depura los venteos del tanque empleando agua de lavado, proveniente del fondo de la columna de destilación DST-330.

La filosofía de operación y diseño del sistema de almacenamiento de metanol bruto tiene como objetivo almacenar la capacidad suficiente para mantener la etapa de destilación operando en su mínimo técnico en los períodos en los que la producción de metanol bruto es deficitaria. El mínimo técnico de la unidad de síntesis es inferior al de las unidades de destilación (25% para una configuración de la unidad de destilación de 2x50%). Esto conlleva a que, en las horas de baja carga del parque eólico, la demanda de metanol bruto de la unidad de destilación es superior al caudal generado por la unidad de síntesis.

De acuerdo con esta situación, se ha diseñado el tanque con una capacidad suficiente para que, con el perfil dado, no se den horas de parada de la unidad de destilación en los periodos en los que la carga de la unidad de síntesis sea inferior a la mínima de la unidad de destilación.

En la Figura 14 se representa el perfil de operación dinámica de la planta, que se tendría al final de un año tipo de operación de la planta (período con mayor frecuencia de paradas) con la capacidad propuesta de almacenamiento de metanol bruto.

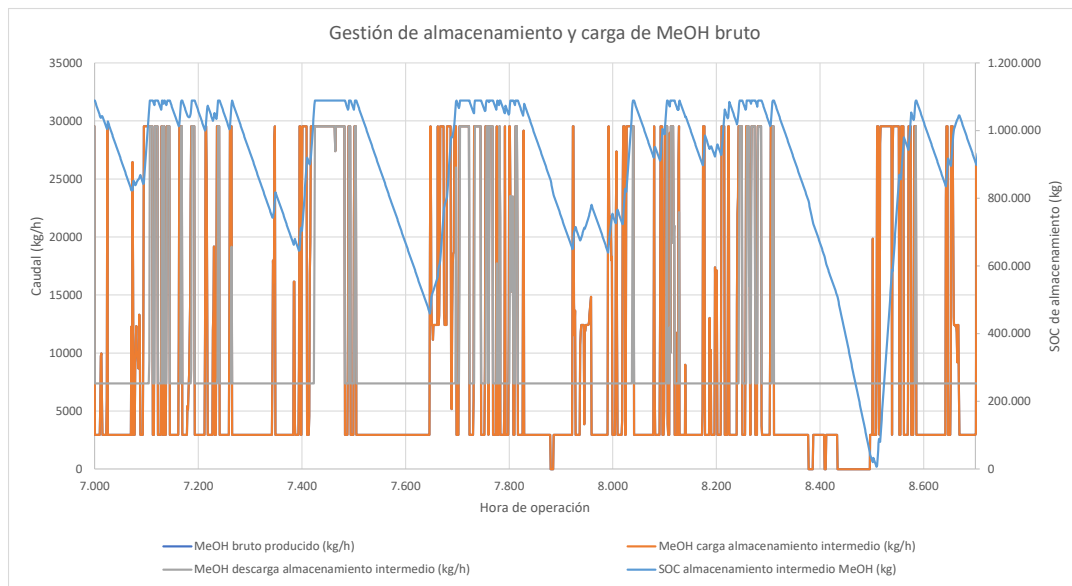


Figura 14. Perfil operación dinámica del almacenamiento intermedio de metanol bruto

En la Tabla 7 se resumen los datos de diseño del tanque de almacenamiento de metanol bruto.

TABLA 7.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE METANOL BRUTO

Características	Descripción
Tecnología	Almacenamiento atmosférico
Presión de almacenamiento (barg)	0
Temperatura de almacenamiento (°C)	40
Diámetro (m)	13,10
Altura (m)	12,5
Capacidad útil (m³)	1.267

El diseño, instalación y distancias de seguridad del tanque de almacenamiento de metanol producto se ejecutará según las prescripciones establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria específica para almacenamiento de productos químicos (ITC MIE-APQ 1).

I.2.10 Sistema de almacenamiento de metanol producto

La capacidad de almacenamiento del metanol producto a instalar en la planta ha sido determinada en función de la logística de expedición en ferrocarriles. Se ha supuesto que la expedición se realizará mediante ferrocarriles de, como máximo, 20 vagones cisterna. Considerando una capacidad máxima de 77 t por vagón, un ferrocarril completo tendría una capacidad máxima del orden de 1.546 t. Por tanto, se debe instalar una capacidad mínima de almacenamiento de 1.546 t, que permita realizar una carga completa de este tamaño de ferrocarril.

Adicionalmente, se debe incluir un margen de sobredimensionamiento (buffer logístico) sobre esta capacidad mínima, que sirva como reserva de espacio para acoplar la producción continua de metanol producto y posibles retrasos en la logística de rotaciones de los ferrocarriles. Considerando una producción anual máxima (BoL) de 88.667,6 t de metanol, sería necesario realizar del orden de 58 rotaciones al año para exportar la producción total con ferrocarriles de 20 vagones, que equivale a una carga de ferrocarril cada 6 días. Finalmente, se ha considerado un buffer logístico de una semana continua de operación (24 h x 7 días) a producción promedio (10,1 t/h metanol), resultando en una capacidad máxima requerida de almacenamiento del orden de 3.246 t.

El metanol producto se almacenará en un tanque atmosférico inertizado con nitrógeno (blanketing).

Adicionalmente, se ha previsto la instalación del tanque en un cubeto, el cual se ha dimensionado para retener el 100% del volumen de líquido del tanque.

En la Tabla 8 se resumen los datos técnicos relevantes del sistema de almacenamiento de metanol producto.

TABLA 8.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE METANOL PRODUCTO

Características	Descripción
Tecnología	Tanque atmosférico inertizado con nitrógeno (blanketing)
Presión de diseño (barg)	0,15 (máxima)
Temperatura de almacenamiento (°C)	Ambiente
Diámetro (m)	19
Altura (m)	19
Capacidad útil (m³)	4.128

El diseño, instalación y distancias de seguridad del tanque de almacenamiento de metanol producto se ejecutará según las prescripciones establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria específica para almacenamiento de productos químicos (ITC MIE-APQ 1).

I.2.11 Sistema de recuperación de corrientes residuales

Durante el proceso de destilación del metanol bruto, se generan subproductos que deben tratarse para poder verse o reutilizarse. Debido a la naturaleza de las corrientes subproducto o residuales, al estar compuestas mayoritariamente por agua, el objetivo principal es el de recuperar la mayor cantidad de agua posible y reutilizarla en la planta. En concreto, las corrientes residuales del proceso de destilación del metanol son:

- Corriente de agua extraída por el fondo de la columna de destilación (DST-330): si bien la composición mayoritaria es agua, dicha corriente contiene una cantidad que no puede considerarse despreciable de alcoholes (principalmente, metanol). La Tabla 9 muestra una composición aproximada de dicha corriente.

**TABLA 9.
COMPOSICIÓN DE LA CORRIENTE DE AGUA SUBPRODUCTO DE DESTILACIÓN DEL
METANOL**

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	40-90
Presión (bar)	1-4
Metanol (% peso)	0,05
H ₂ O (% peso)	99,5
Otros subproductos (%peso)	49 ppm

- Corriente de alcoholes pesados extraída de la columna de destilación de metanol (DST-330): se trata de una corriente con un contenido alto de alcoholes superior al 35% en peso, que tiene un contenido de alcoholes pesados (etanol, etc.) superior al 1,5% en peso. Sin embargo, al igual que en el caso anterior, el contenido en agua es alto, por lo que se plantea también su aprovechamiento. En la Tabla 10 se presenta la composición tipo de esta corriente de alcoholes pesados.

TABLA 10.
COMPOSICIÓN DE LA CORRIENTE DE ALCOHOLES PESADOS SUBPRODUCTO DE DESTILACIÓN DEL METANOL

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	40-80
Presión (bar)	1-7
Metanol (%peso)	36,65
Etanol y alcoholes pesados (%peso)	1,8
H ₂ O (%peso)	61,46
Otros subproductos(%peso)	81 ppm

El Sistema de Recuperación de Corrientes Residuales se presenta en la hoja 7 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001, y, adicionalmente, se muestra en la Figura 15.

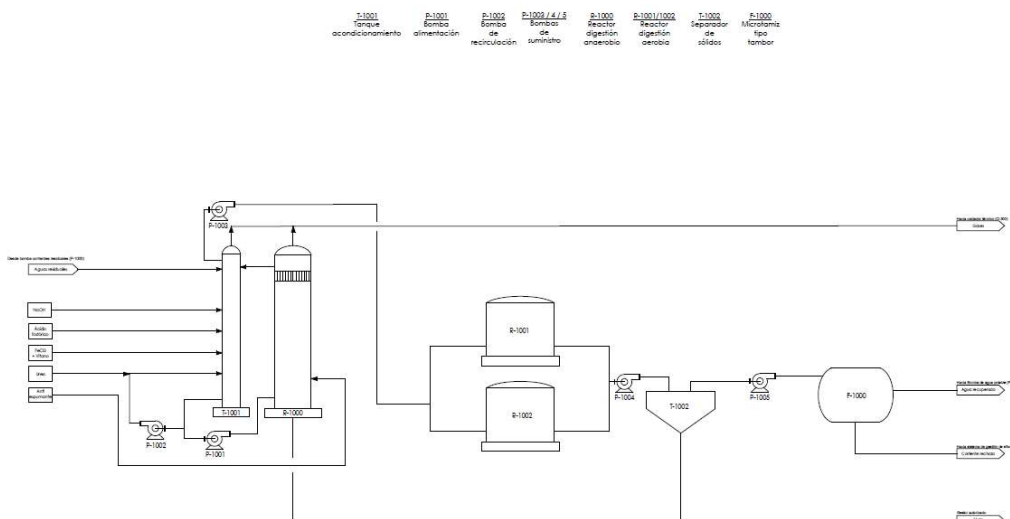


Figura 15.- Diagrama de flujo del Sistema de Recuperación de Corrientes Residuales

Debido a la elevada carga DQO (demanda química de oxígeno) de la mezcla de ambas corrientes residuales (alcoholes pesados + exceso de agua), para poder realizar el tratamiento de estas corrientes, se requiere diluir la mezcla resultante con agua bruta con un factor de dilución estimado entre 3 – 4. Esta operación tendrá lugar en el depósito de corrientes residuales (T-1000), por lo que será necesario alimentar a dicho depósito una corriente de agua proveniente del tanque de agua potable (T-700).


El Sistema de Recuperación de Corrientes Residuales se compone de tres etapas:

- 1) Tratamiento biológico anaerobio: la mezcla diluida a tratar se bombea (P-1000) al tanque de acondicionamiento T-1001, donde tiene lugar la inyección de los aditivos empleados en el proceso (NaOH, ácido fosfórico, FeCl_3 / vitano, urea y antiespumante), procedentes cada uno de ellos del sistema de dosificación correspondiente. Tras el acondicionamiento, la corriente de agua se bombea (P-1001) hacia el reactor anaeróbico R-1000, en el cual las bacterias realizan la degradación de los alcoholes.

En el reactor R-1000, la carga orgánica (DQO) presente en la corriente de agua se convierte en biogás y en una fracción mínima de nueva biomasa (típicamente, 2-4% del DQO). Este exceso de biomasa se deberá retirar y gestionar como residuo con un gestor autorizado. Opcionalmente, este exceso de biomasa se puede valorizar, ya que es un subproducto que tiene valor en el mercado.

Por su parte, la corriente producto de biogás se envía hacia el oxidador térmico (O-300) para su combustión, de forma que los gases resultantes se puedan evacuar directamente a atmósfera. Durante las fases posteriores de la ingeniería, se analizará si se requiere tratar la corriente de biogás previa a su oxidación, para eliminar compuestos que puedan ser potencialmente nocivos (por ejemplo, el azufre). Adicionalmente, también se podría valorar su utilización como combustible de la caldera auxiliar para generación de vapor.

- 2) Tratamiento biológico aerobio: la corriente de agua tratada proveniente del reactor R-1000 se distribuye hacia la siguiente etapa de tratamiento, consistente en la digestión aerobia, que se lleva a cabo en dos reactores en paralelo (R-1001 y R-1002). El objetivo es reducir la carga contaminante a la salida del tratamiento anaerobio (principalmente, a nivel de la carga orgánica biodegradable DQO/DBO5). El exceso de fango producido por las bacterias pasa a la siguiente etapa del tratamiento, donde se separará del agua depurada.
- 3) Tratamiento biológico terciario: lo componen las etapas en serie descritas a continuación, tras las cuales el agua dispondrá de la calidad adecuada para ser alimentada al sistema de tratamiento de agua, concretamente a la entrada de la bomba de agua potable (P-700).
 - Separación de sólidos del agua: tras llevarse a cabo la digestión anaerobia, el agua que sale de los reactores R-1001 y R-1002 se distribuye hacia el separador de sólidos (T-1002), en el que se clarifica el agua separando las partículas mediante las microburbujas de aire disuelto. El residuo sólido generado (fango) deberá ser gestionado como residuo por un gestor autorizado.
 - Microfiltración: posteriormente, el agua se hace pasar por un microtamiz de tipo tambor (F-1000), donde se eliminarán los sólidos de pequeño tamaño para proteger los tratamientos posteriores de ultrafiltración con membrana y asegurar su funcionamiento continuo con menores costes de operación. Finalmente, el agua clarificada se recircula

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 53/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

a la entrada de la bomba de agua potable (P-700), y se tratará en el sistema de tratamiento de agua de la planta para producir agua desmineralizada.

En la Tabla 11 se resumen los datos técnicos relevantes del sistema de depuración de corrientes residuales.

TABLA 11.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CORRIENTES RESIDUALES

Características	Descripción
Tecnología	Sistema de tratamiento biológico: etapa anaerobia + etapa aerobia + separación / filtración de sólidos
Corriente de agua de fondo de columna de destilación de metanol (m³/h)	10,6 (BoL) / 9,5 (EoL)
Corriente de alcoholes pesados extraída de columna de destilación de metanol (m³/h)	0,16 (BoL) / 0,14 (EoL)
Corriente de agua potable para dilución (m³/h)	24,3 (BoL) / 21,9 (EoL)
Corriente de agua recuperada (m³/h)	34,0 (BoL) / 30,6 (EoL)
Corriente de agua de rechazo (m³/h)	1,05 (BoL) / 0,95 (EoL)
Consumo eléctrico máximo (MW)	0,13 (BoL) / 0,11 (EoL)

I.2.12 Sistema de refrigeración de la planta

El sistema de refrigeración propuesto tiene como objetivo cubrir las necesidades de aporte de agua fría a los diferentes sistemas que componen la planta. Se ha seleccionado la tecnología de enfriamiento por aire como el sistema más adecuado para este fin, debido al elevado consumo de agua de compensación que requieren los sistemas evaporativos (torres de refrigeración). El diagrama de flujo de proceso del sistema de refrigeración está señalado en la Figura 16 y se incluye en la hoja 1 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001.

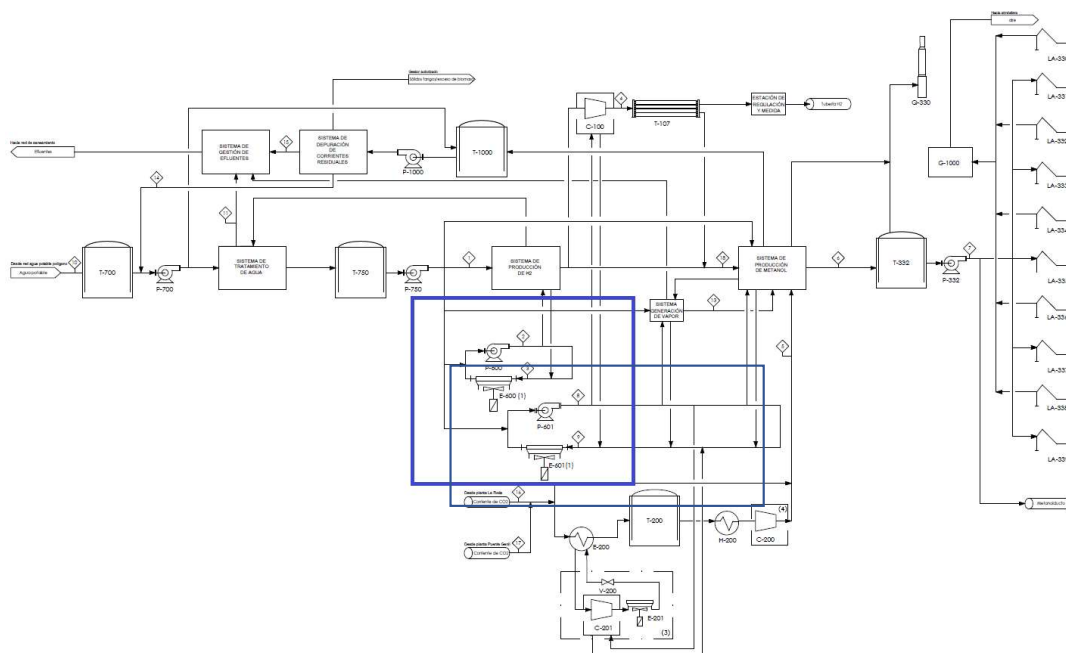


Figura 16. Diagrama de flujo del sistema de refrigeración

Se propone la instalación de dos circuitos de refrigeración, con el objetivo de disipar el calor extraído en los distintos intercambiadores de calor / enfriadores que se disponen en cada uno de los procesos que componen la instalación:

- Sistema de refrigeración de la planta de electrólisis: el sistema de aerotermos pertenecientes a este circuito (E-600) se instalará en el techo de la nave del sistema de producción de hidrógeno, y mediante el sistema de bombeo (P-600) proporcionará agua de refrigeración a los intercambiadores de calor del proceso de producción y purificación de hidrógeno (E-100, E-101, E-102 y E-104).
- Sistema de refrigeración general: el sistema de aerotermos que integra este circuito (E-601) proporcionará agua de refrigeración, mediante el sistema de bombeo (P-601), a los intercambiadores de calor pertenecientes al resto de sistemas que conforman la planta.

Para estimar los requisitos de refrigeración, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se asume una pérdida de carga en los circuitos cerrados de agua de refrigeración de aproximadamente 3 bar.

- La redundancia de los sistemas de bombeo principales se definirá como 3x50%.

En la Tabla 12 se incluyen los datos técnicos relevantes del circuito de refrigeración que da servicio al sistema de producción de hidrógeno.

TABLA 12.
DATOS TÉCNICOS DEL CIRCUITO DE AGUA DE REFRIGERACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

Características	Descripción
Tecnología de refrigeración	Enfriamiento por aire (aeroterms)
Salto térmico (°C)	10
Temperatura máxima de suministro agua fría (°C) ²⁰	Tambiente + 5 °C
Presión circuito (barg)	4 - 7
Potencia máxima térmica (MWth)	41,3 (BoL) / 57,8 (EoL)
Caudal de agua de recirculación del circuito ²¹ (m³/h)	3.553,4 (BoL) / 4.971,5 (EoL)
Consumo eléctrico máximo (ventiladores + sistema bombeo del circuito) (MW) ²²	1,8 (BoL) / 2,4 (EoL)

En la Tabla 13 se incluyen los datos técnicos relevantes del circuito de refrigeración general de la planta.

²⁰ Esta temperatura dependerá de la temperatura ambiente, pero en general, se podría considerar un ΔT de 5 – 6 °C.

²¹ Se ha calculado considerando un $dT = 10^\circ\text{C}$.

²² Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

TABLA 13.
DATOS TÉCNICOS DEL CIRCUITO DE AGUA DE REFRIGERACIÓN GENERAL

Características	Descripción
Tecnología de refrigeración	Enfriamiento por aire (aerotermino)
Salto térmico (°C)	10
Temperatura máxima de suministro agua fría (°C) ²³	Tambiente + 5 °C
Presión circuito (barg)	4 - 7
Potencia máxima térmica (MWth)	30,8 (BoL) / 27,8 (EoL)
Caudal de agua de recirculación del circuito ²⁴ (m³/h)	2.642,5 (BoL) / 2.383,0 (EoL)
Consumo eléctrico máximo (ventiladores + sistema bombeo del circuito) (MW) ²⁵	1,3 (BoL) / 1,2 (EoL)

I.2.13 Sistema de gestión de efluentes

La planta de producción de metanol, que se describe en el presente documento, produce efluentes de diferente naturaleza en función de su procedencia. Concretamente, se distinguen los siguientes efluentes:

- Agua de rechazo del sistema de tratamiento de agua: se trata de la corriente de rechazo del sistema de tratamiento de agua, es decir, del agua desechada por dicha planta de tratamiento para purificar el agua bruta, hasta obtener agua desmineralizada con las condiciones requeridas por la electrólisis. Se considera un rendimiento de la planta de tratamiento de agua del 60% aproximadamente.
- Agua de rechazo del sistema de recuperación de corrientes residuales: se trata del agua de rechazo de la etapa de filtración del sistema de recuperación de corrientes residuales.
- Purgas (blowdown) del sistema de generación de vapor: se trata de la purga proveniente de la caldera eléctrica, así como la purga del calderín de vapor.
- Aguas pluviales potencialmente contaminadas: aguas de lluvia que se recogen en zonas de proceso y otras partes (como por ejemplo transformadores y bombas), susceptibles de presentar contaminación por aceites y grasas.
- Aguas pluviales limpias: aguas de lluvia que se recogen en zonas limpias exentas de cualquier posible contaminación.

²³ Esta temperatura dependerá de la temperatura ambiente, pero, en general, se podría considerar un ΔT de 5 – 6 °C.

²⁴ Se ha calculado considerando un $dT = 10^\circ\text{C}$.

²⁵ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

- Posibles aguas de lavados y baldeos: aguas procedentes de tareas periódicas de limpieza de equipos y baldeos de zonas de procesos.
- Aguas sanitarias: correspondiente al efluente generado a partir de la actividad doméstica llevada a cabo por el personal de la planta.

Se propone la instalación de una balsa de homogeneización (representada en la hoja 1 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001) para recolectar los siguientes efluentes, que, posteriormente, se descargarán desde la balsa a dominio público hidráulico (río de Las Yeguas):

- Las aguas pluviales potencialmente contaminadas, así como las aguas de lavados y baldeos, tras haber sido previamente tratadas en un separador lamelar.
- La corriente de rechazo del sistema de tratamiento de agua.
- La corriente de rechazo del sistema de recuperación de aguas residuales.
- Las purgas (blowdown) del sistema de generación de vapor.

En relación con el agua de rechazo de la ósmosis inversa y las purgas del sistema de generación de vapor, en siguientes fases del proyecto, cuando se disponga de información detallada de la calidad del agua de la red de suministro y de los límites de vertido aceptables, se evaluará la necesidad de instalar un sistema de tratamiento específico para estos efluentes. Por tanto, a efectos del plano de implantación, se ha previsto una reserva de espacio para instalar, en caso de que sea necesario, un potencial sistema de tratamiento de estos efluentes de proceso.

Las aguas sanitarias se almacenarán en depósito estanco y se evacuarán periódicamente con un gestor de residuos autorizado.

En la Tabla 14 se incluyen los datos técnicos relevantes del sistema de gestión de efluentes.

TABLA 14.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE EFLUENTES

Efluentes principales de proceso	Descripción
Caudal de rechazo del sistema de tratamiento de agua (m³/h)	27,7 (BoL) / 24,9 (EoL)
Caudal de rechazo del sistema de recuperación de corrientes residuales (m³/h)	1,05 (BoL) / 0,95 (EoL)
Purgas del sistema de generación de vapor (m³/h)	0,68 (BoL) / 0,61 (EoL)

I.2.14 Sistema de generación y almacenamiento de nitrógeno

El sistema de generación y almacenamiento de nitrógeno tiene como función el suministro de nitrógeno gas a los consumos continuos y puntuales la instalación:

- Blanketing de tanques de metanol bruto, almacenamiento intermedio de metanol producto y almacenamiento final de metanol producto.
- Nitrógeno de sello de compresores y sistema de combustión para venteos de seguridad.
- Inertización y purga de equipos durante parada de planta.

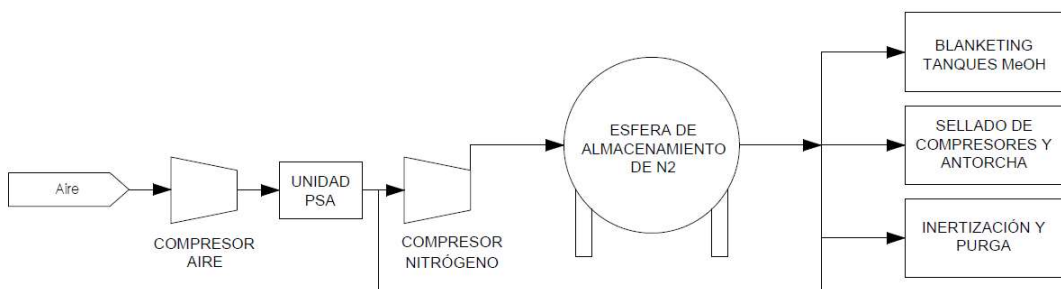


Figura 17. Sistema de generación y almacenamiento de nitrógeno

El sistema consta de los siguientes equipos principales:

- Sistema de generación de nitrógeno: Sistema de generación autónoma de nitrógeno mediante tecnología PSA. Consta de un compresor de aire, una unidad PSA y un compresor "booster" de nitrógeno para su almacenamiento a alta presión.
- Esfera de almacenamiento de N₂: Esfera de almacenamiento de nitrógeno gaseoso a temperatura ambiente y 15 bara, con capacidad suficiente para las demandas pico y puntuales.

La filosofía de operación y diseño tiene como objetivo tener una capacidad de generación de nitrógeno suficiente para abastecimiento de los siguientes consumos:

- Blanketing de tanque de MeOH bruto: Se requiere aporte de nitrógeno para compensación de las depresiones generadas por la bajada de nivel líquido en los periodos de descarga neta de MeOH, así como oscilación térmica según condiciones ambiente.
- Blanketing de tanque final de MeOH producto: Se requiere el aporte de nitrógeno de forma continuada para compensación de la depresión generada durante exportación de producto

en trenes o camiones a una frecuencia dada, así como oscilación térmica según condiciones ambiente.

- Blanketing de tanques intermedios de MeOH producto: Se requiere aporte de nitrógeno de forma continuada para compensación de depresiones generadas por oscilación térmica según condiciones ambiente. En este caso, no se considera aporte requerido por bajada de nivel, ya que, en una operación normal, estos tanques no tienen función de pulmón, por lo que el caudal de entrada debe ser igual al de descarga.
- Nitrógeno de sello de compresores y sistema de combustión de venteos de seguridad: Aporte continuo de sellos a compresores y sistema de combustión de venteos de seguridad.
- Nitrógeno de inertización y purga: Se considera una demanda pico de nitrógeno en un periodo de unas 2 horas para las distintas unidades de proceso en una situación de parada de la planta.

De acuerdo a lo anterior, se pueden clasificar los consumos en dos tipologías que dimensionan los equipos del sistema:

- Consumos pico: Dimensionan la reserva de nitrógeno en la esfera de almacenamiento y se trata de los siguientes:
 - o Oscilación brusca de temperatura en tanques de MeOH: Se corresponden con cambios climatológicos extremos (generalmente, descenso brusco de temperatura previo a tormenta), según se contempla en la API 2000. La reserva de almacenamiento correspondiente a cada uno de los tanques se ha determinado siguiendo los criterios de la API 2000.
 - o Nitrógeno de inertización y purga: Se determina la reserva necesaria de almacenamiento para surtir del caudal máximo de inertización en un tiempo de 2 horas para las distintas unidades de proceso.
- Consumos continuos: Consumos surtidos por la unidad de generación de nitrógeno operando a caudal nominal:
 - o Nitrógeno de sello: a compresores y sistema de combustión de seguridad.
 - o Blanketing continuo de tanques de metanol: Aporte necesario por oscilación térmica diaria, así como por descarga de producto. En el caso del tanque de MeOH producto, el caudal a surtir por la unidad de almacenamiento por descarga se calcula como el promedio horario del caudal de descarga de tanque para exportación a una frecuencia dada de ferrocarriles. Para el tanque de MeOH bruto, el caudal neto de descarga se calcula como la diferencia entre el caudal de descarga y el caudal de carga.

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-56

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 60/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Bajo esta operativa, se ha dimensionado la esfera de almacenamiento de nitrógeno con capacidad suficiente para abastecer todos los consumos pico de forma simultánea. Por otra parte, el caudal de diseño de la unidad de generación de nitrógeno se ha establecido para dar servicio a los consumos continuos y tener excedente suficiente para cargar la esfera de almacenamiento en un periodo inferior a 2 días.

En la Tabla 15 se resumen los datos técnicos relevantes del sistema de compresión y almacenamiento de hidrógeno.

TABLA 15.
DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE NITRÓGENO

Características	Descripción
Tecnología de generación de nitrógeno	PSA
Tecnología de almacenamiento de nitrógeno	Esfera
Presión de almacenamiento (barg)	14
Temperatura de almacenamiento (°C)	Ambiente
Volumen nominal de esfera (m³)	1.179
Consumo continuo de nitrógeno (Nm³/h)	156,9
Capacidad nominal generador de nitrógeno (Nm³/h)	409
Consumo eléctrico máximo del sistema de compresión (MW) ²⁶	0,199

I.2.15 Terminal de carga de camiones

La carga de metanol a los camiones cisterna se lleva a cabo mediante 10 brazos de carga (mangueras) localizados en la estación de carga de metanol: cinco brazos para la carga del metanol y otros cinco para el retorno del vapor, con lo que se permite la carga simultánea de 5 camiones cisterna. Son necesarios, como mínimo, dos brazos para llevar a cabo de forma exitosa la operación de carga: un brazo que permita la carga de los camiones cisterna con metanol y otro brazo que permita el retorno del vapor desplazado por la entrada del líquido en las cisternas, así como los vapores ("Boil Off Gas") generado en el proceso de carga. Existen dos líneas que conectan el tanque de almacenamiento de metanol con las mangueras de carga como se puede observar en Figura 18:

- Línea(s) de carga de metanol a los camiones cisterna: El metanol contenido en el tanque T-332 es bombeado mediante el sistema de bombeo P-332 hasta los brazos de carga (LA-331/333/335/337/339).

²⁶ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

- Línea(s) de retorno de vapor: El vapor de metanol contenido en las cisternas, así como el vapor generado en el proceso de carga, es enviado a través de los brazos de retorno de gas (LA-330/332/334/336/338) a una unidad de recuperación de vapor (VRU), que permite recuperar hasta un 90% de los vapores contenidos en los camiones cisterna y los producidos en el proceso de carga.

El proceso de carga del metanol se realiza mediante una bomba (P-332), que permite impulsar el metanol a presión ligeramente superior a la atmosférica contenido en el tanque (T-332) hasta los camiones cisterna.

Se ha considerado de forma preliminar, a efectos del cálculo de la demanda eléctrica y dimensiones, una VRU basada en la tecnología de adsorción, donde los vapores atraviesan dos filtros de carbón activo que capturan los hidrocarburos, para, posteriormente, ser recuperados en una columna de absorción. Sin embargo, en fases posteriores del proyecto se deberá definir la tecnología idónea.

TABLA 16.
DATOS TÉCNICOS DE LA TERMINAL DE CARGA DE CAMIONES

Características	Descripción
Volumen total camión cisterna (m ³)	30-37
Número máximo de camiones (carga simultanea)	5
Tiempo de llenado ²⁷ (min)	19
Caudal de carga por cisterna (m ³ /h)	98
Caudal máximo de bombeo ²⁸ (m ³ /h)	491,5
Consumo eléctrico sistema bombeo (kW) ²⁹	13

²⁷ Se asume el llenado simultáneo de 5 cisternas.

²⁸ Se ha dimensionado el sistema de bombeo para llenar simultáneamente 4 vagones de tren en el cargadero en un período de tiempo inferior a 1 hora.

²⁹ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo del sistema operando al 100% de su capacidad.

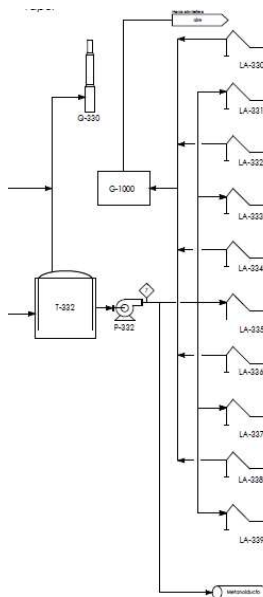


Figura 18. Terminal de carga de camiones cisterna

El diseño, instalación y distancias de seguridad del terminal de carga del metanol se ejecutará según las prescripciones establecidas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC MIE.APQ 1 para cargaderos de producto clase A.

I.2.16 Estación de regulación y medida para inyección a hidroducto

En el proyecto se considera la posibilidad de inyectar a la red gasista nacional (conexión al punto de inyección de red de gas S-02 situado en las coordenadas 37°12'34"N; 4°44'18"O) la producción de hidrógeno que se genera en la planta de electrólisis. Tal y como se representa en la hoja 1 del plano anexo IN/IP-22/0715-P-001, la inyección de hidrógeno al hidroducto se realiza directamente desde el sistema de almacenamiento (200 bar), adecuando la presión de inyección al valor requerido de 85 bar. Dada la necesidad de adaptar la corriente de hidrógeno en términos de presión y temperatura a las condiciones del hidroducto (dichos requisitos han de verificarse con ENAGÁS), se requiere contemplar una estación de regulación y medida (ERM) que constará de los siguientes elementos:

- Armario eléctrico y de control: donde se instalará la aparamenta eléctrica (alimentación y protecciones) requerida para la instrumentación y la valvulería, así como los dispositivos de control.
- Líneas de regulación de caudal y presión.

- Instrumentación (medidores de presión y temperatura).
- Sistema de filtrado de gas.
- Medidor de caudal.
- Sistema de análisis de la composición de gas (cromatógrafo).
- Elementos de seguridad, tales como válvulas de seguridad y venteos.

I.2.17 Instalación eléctrica

Las potencias máximas requeridas (consumo instantáneo máximo de operación) por los principales consumidores eléctricos de la planta se presentan en la Tabla 17. Se reportan las potencias al inicio de la vida útil (BoL) y al final de la vida útil (EoL) de los módulos de stacks.

TABLA 17.
CONSUMIDORES ELÉCTRICOS PRINCIPALES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE METANOL VERDE

	BoL	EoL
Consumo eléctrico máximo sistema de producción de H ₂ (MW)	200,0	200,0
Consumo eléctrico máximo sistema de compresión de H ₂ (MW)	4,7	4,2
Consumo eléctrico máximo sistema de producción de metanol (MW)	3,5	3,1
Consumo eléctrico máximo sistema de generación de vapor (MW)	29,1	26,2
Consumo eléctrico máximo grupo frío amoníaco y compresión CO ₂ (MW)	2,7	2,7
Consumo eléctrico máximo circuito de refrigeración del sistema de producción de H ₂ (MW)	1,8	2,4
Consumo eléctrico máximo circuito de refrigeración general de la planta (MW)	1,3	1,2
Consumo eléctrico del sistema de tratamiento de agua (MW)	0,19	0,18
Consumo eléctrico bombas suministro metanol (MW)	0,013	0,013
Consumo eléctrico del sistema de generación de N ₂ (MW)	0,2	0,2
Consumo eléctrico sistema de recuperación de corrientes residuales (MW)	0,13	0,11
Consumo eléctrico máximo total (MW)³⁰	243,5	240,3

Las características de los principales elementos que conformarán la instalación eléctrica de la planta se indican a continuación:

Subestación GIS y alimentación eléctrica

La alimentación eléctrica a la planta se realizará desde dos líneas en alta tensión provenientes del exterior: 1) línea de suministro de energía renovable (o asimilable a renovable

³⁰ Se corresponde con el consumo eléctrico máximo instantáneo de la planta operando al 100% de su capacidad.

PPA) a los electrolizadores para la generación de H₂, y 2) línea de alimentación eléctrica al resto de consumidores de la planta. Dichas líneas no forman parte del alcance del presente proyecto, siendo el límite de batería la instalación interior de la parcela a la que llegarán las dos líneas de alimentación.

Está prevista la instalación de dos subestaciones tipo GIS. Cada una de ellas incluirá una posición de entrada de línea, una celda de transformador alta/media tensión, el propio transformador principal y las cabinas de media tensión para la distribución al sistema eléctrico de la planta. Desde aquí, se alimentarán subestaciones de distribución, situadas en función de los consumos de las instalaciones.

Instalación eléctrica en media tensión para distribución y suministro a consumidores de potencias superiores a 200 kW

Para la distribución y suministro a consumidores principales, se dispondrá de un sistema eléctrico con una tensión de servicio en media tensión ($1 \text{ kV} < U < 36 \text{ kV}$), desde la cual colgará las cabinas eléctricas para alimentación a los motores o consumidores con potencia superior a 200 kW y los transformadores de media/baja tensión.

El sistema se dividirá en varias barras de media tensión para compartimentar los suministros y se dispondrán de parejas de interruptores de modo que, ante la pérdida de uno de los embarrados, el suministro pueda ser asumido por otro cerrando el correspondiente interruptor.

Las cabinas de media tensión serán blindadas, de carro extraíble y con grado de protección mínimo IP 44. Se formarán conjuntos agrupando cabinas independientes entre sí, fácilmente ampliables por ambos extremos.


Cada conjunto de cabinas contará con un compartimento específico para el embarrado, ejecutado sin uniones ni acoplamientos entre cabinas. El cableado de las cabinas se realizará por la cara inferior de las cabinas.

Las cabinas contarán con una segregación, existiendo diferentes compartimentos para baja tensión, gaveta del interruptor / fusible, bornas de potencia y elementos de medida.

El diseño de las cabinas tendrá en cuenta los enclavamientos necesarios para facilitar una operación segura de las mismas por parte de los operadores de planta.

Las cabinas de 6 kV están destinadas a todos los consumidores de potencia superior a 200 kW. Incorporarán contactores / interruptores y protecciones mediante fusibles según las características del consumidor. Las cabinas se equiparán con interruptores de puesta a tierra.

Todas las salidas, así como la acometida contarán con transformadores de medida, y elementos de protección y detección de defectos a tierra.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 65/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Las funciones mínimas de protección para cada tipo de cabina serán:

- Acometida 6 kV: 51 + 27L + 59L
- Acoplamiento: 51 + 25 + 86
- Medida: 27B + 59B
- Salida a Trafo: 49 + 50 + 51 + 50N + 51N + 87T + 86
- Salida a Motor: 46 + 49 + 50 + 51LR + 50N + 66 + 86

En todo lo posible, se utilizarán motores de media tensión para cargas superiores a los 200 kW. Los motores de media tensión serán de las características principales siguientes:

- Frecuencia: 50 Hz
- Grado de Protección: IP55
- Aislamiento: Clase F (Max. Incremento de temperatura de Clase B)
- Arranque: DOL

Estarán ejecutados según Normas UNE 20.106 y 20.107, en lo referente a dimensiones y potencias nominales, y la Norma UNE 20.113 en cuanto a valores eléctricos. Serán de tipo asíncronos, con rotor en cortocircuito del tipo "jaula de ardilla" y refrigerados por la superficie.

La alimentación recibida por los motores será trifásica, y estos podrán trabajar correctamente ante perturbaciones del 10% en la frecuencia y del 5 % en la tensión.

Siguiendo las indicaciones de la norma IEC 60034 y la VDE 2056, los motores contarán con un sistema de medición de vibraciones, que garantizarán que no se superan los límites recogidos en las mismas.

Tanto los niveles de perturbación electromagnética producida por los motores, así como la posibilidad de ser influidos por éstas, estarán de acuerdo con la Normativa Europea al respecto. En todos los casos se contará con el correspondiente marcado CE.

Transformadores de media a baja tensión

Desde los transformadores media/baja tensión se dará suministro a los cuadros eléctricos generales para la distribución en baja tensión a otros cuadros de los que colgarán los circuitos de motores de potencia inferior a 200 kW, fuerza y alumbrado.

Estos transformadores trifásicos serán preferiblemente secos, con primario impregnado y secundario encapsulado, con tipo de conexión Dyn11 y con puesta a tierra del neutro mediante resistencia.

Estarán dimensionados para trabajar al 130% de la carga de todos los embarrados a los que se pueda conectar, de forma continuada.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 66/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Cuadros de baja tensión

La instalación de baja tensión está destinada a la alimentación de consumidores con una potencia asignada menor a 200 kW. Para ello cada uno los transformadores alimentarán en parejas a dos embarrados CBT-B1 y CBT-B2, que a su vez estarán compuestos por dos barras equipadas con un interruptor de acoplamiento.

El acoplamiento central de los embarrados de baja tensión estará abierto en condiciones normales de operación, estando el sistema dimensionado para alimentar un embarrado desde un único transformador en caso de necesidad.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los cuadros generales de baja tensión (CGBT) y los centros de control de motores (CCM) serán de ejecución metálica, autoportantes y sin acceso a partes en tensión. Estarán divididos en columnas, segregadas a su vez en compartimentos para el embarrado, las bornas de conexión, el cableado, las protecciones etc. Tipo 3b para los CCM y tipo 2b para el resto de las cabinas de baja tensión.

Los cuadros contarán con paneles extraíbles tanto en la parte posterior como en los laterales, lo que facilitará una fácil ampliación de estos.

Tanto los armarios de baja tensión como su apartamenta asociada, serán capaces de soportar sin daño los esfuerzos térmicos y dinámicos provocados por la máxima intensidad de cortocircuito trifásico calculado, para cada caso.

La acometida de cables a los cuadros se realizará por la cara inferior de los mismos.

Se emplearán relés de protección controlados por microprocesador.

Adicionalmente, se instarán cuadros específicos para fuerza y alumbrado, se destinarán solo a la alimentación de servicios auxiliares, no implicados en el proceso.

Se prevé igualmente la instalación de un sistema de corriente continua para control y mando de las cabinas en media tensión y los cuadros de baja tensión, así como un sistema de tensión segura para los equipos de control, comunicaciones y alumbrado de emergencia.

Alumbrado

La instalación de alumbrado y tomas de corriente vendrá alimentada desde los cuadros de uso específico para estos consumidores.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 67/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Se propone una distribución de luminarias tal que cumple con los niveles de iluminación establecidos en la norma UNE-EN 12464-2 a la que hace referencia el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior para la correcta iluminación de áreas de trabajo exteriores, mientras que para el alumbrado interior se ha tenido en cuenta el Real Decreto 486/1997 y la UNE-EN 12464-1, iluminando de la forma más uniforme posible. La relación entre los valores mínimos y máximo de los niveles de iluminación en el área del puesto donde se realiza la tarea no será inferior a 0,8.

En las normas señaladas en el párrafo anterior, se expresan distintos niveles de iluminación según el tipo de trabajo a realizar. A continuación, y como referencia, se resumen los valores mínimos de iluminación a conseguir en los lugares de trabajo:

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Se utilizarán los siguientes tipos de lámparas:

- Lámparas LED, con características de iluminación equivalentes a: tubos fluorescentes de tono claro. "Blanco, frío, normal" (mayor flujo luminoso) y potencia nominal de 36 o 58 W, a 230 V, 50 Hz.
- Lámparas LED para áreas exteriores y cobertizos, talleres y almacenes con alturas superiores a 5 m. Las potencias nominales que se utilizarán son 125 W y 250 W a 230 V, 50 Hz.
- Lámparas LED para alumbrado público con una potencia nominal de 100 y 250 W a 230 V 50 Hz.

El encendido y apagado del alumbrado podrá realizarse de forma manual e independiente para cada una de las zonas en las que se ha dividido la nueva planta. El alumbrado exterior tendrá un accionamiento y control automático.

Se instalará un sistema de alumbrado de emergencia con el fin de asegurar, en caso de fallo total de la fuente de energía normal, un nivel de iluminación que permita el acceso y paso seguro por las escaleras, pasajes y salidas.

La iluminación de emergencia seguirá la norma ITC-BT-28 y las exigencias del Real Decreto 2267/2004 por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Cables y conductores

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

En todos los casos se emplearán cables no propagadores del incendio o la llama según las normas IEC 600332-1 y 60032-3, de baja emisión de humos y opacidad reducida. Además, el cableado interno de los cuadros y aquellos que en algún tramo de su recorrido se sitúen en el interior de falsos techos o suelos elevados serán libres de halógenos y baja toxicidad.

Todos los cables cumplirán con el Reglamento de productos de la construcción CPR, según Reglamento (UE) nº 305/2011 de 9 de marzo de 2011 y su correspondiente trasposición a la regulación española.

En caso de paso por zonas clasificadas como ATEX los cables incluirán armadura formada por hilos de acero.

Los cables de alimentación desde variadores de frecuencia contarán con pantalla de cobre de sección adecuada, según requisitos del fabricante del propio variador.

La elección de las secciones y tipos de cables a utilizar se basará en los valores de las siguientes variables:

- Corriente nominal.
- Caída de tensión.
- Corriente de cortocircuito.
- Tiempo de disparo de las protecciones.

Canalizaciones y accesorios

Los cables se separarán en canalizaciones independientes de acuerdo con su nivel de voltaje y su servicio, según la siguiente clasificación:

- Cables de media tensión.
- Cables de alimentación de baja tensión (incluidos fuerza y alumbrado).
- Cables de control e instrumentación.

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-65

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 69/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Se emplearán preferiblemente canalizaciones aéreas. Bandejas y tubos fabricados en acero galvanizado por el proceso de inmersión en caliente.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

El paso de cables entre edificios o áreas diferentes tendrá un sistema de protección pasiva, mediante sellado de cables y agujeros, para la protección contra incendios.

En caso de necesidad, se utilizarán para tendido subterráneo, empleando un único tubo por circuito.

Red de tierras


La red de tierras y las uniones equipotenciales asociadas se implantarán para disipar las corrientes de cortocircuito y las procedentes de descargas atmosféricas, así como para evitar la existencia de niveles de tensión peligrosos. Cumplirá con las siguientes funciones:

- Proteger a las personas y los equipos de daños potenciales.
- Proveer un camino para la descarga de corrientes peligrosas a tierra.
- Servir como nivel de tensión de referencia para equipos y sistemas.
- Proporcionar el drenaje a tierra necesario para la protección de los equipos en caso de defecto a tierra.

El objetivo de la red de puesta a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado, así como asegurar una correcta protección contra descargas atmosféricas.

La red de puesta a tierra de las instalaciones de la subestación e instalaciones de alta tensión de la planta será diseñada acorde a lo indicado en la ITC MIE-RAT 13 del RCE.

El dimensionado de la malla de tierra se hará garantizando que no se produzcan calentamientos que puedan deteriorar sus características o aflojar elementos desmontables.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 70/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Además, los electrodos y demás elementos metálicos llevarán las protecciones precisas para evitar corrosiones peligrosas durante la vida de la instalación.

Todas las uniones de la red mallada se realizarán mediante soldadura aluminotérmica, dejando latiguillos para la conexión aérea de todos los equipos y estructuras que puedan estar sometidos a tensión.

Para el dimensionamiento de la red, también se tendrán en cuenta las variaciones posibles de las características del suelo en épocas secas y después de haber sufrido corrientes de defecto elevadas.

Todas las estructuras, equipos y elementos metálicos, que puedan estar sometidos a tensión se conectarán a la red de tierra, empleando los mencionados latiguillos de conexión. Esta conexión se realizará mediante terminales de compresión.

Protección contra el rayo

Se evaluará el riesgo asociado al rayo de las nuevas instalaciones y, en su caso, se preverá un sistema que las proteja de manera efectiva; seleccionándose las medidas de protección necesarias.

En función al layout y altura de los edificios y equipos, se realizará un estudio que determinará la ubicación, número y características de los electrodos que sea necesario instalar.

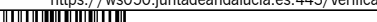
Los captadores se ubicarán en los puntos altos de la instalación. En un mismo edificio irán unidos entre sí mediante pletinas de cobre de 50x10 mm de sección y conectados a tierra por al menos 2 bajantes situadas en caras diametralmente opuesta del edificio. La conexión a tierra se realizará en arquetas que permitirán comprobar las características de la puesta a tierra.

Las bajantes, contarán con tubos metálicos de protección, hasta al menos 2 metros de altura.

I.2.18 Instalación de I&C

Los elementos de instrumentación y control que se instalarán en la planta permitirán registrar los principales parámetros que afectan al proceso a fin de garantizar la operación de la planta en condiciones de seguridad.

Se han previsto los suficientes automatismos, elementos de control y elementos de seguridad que permitan una operación sencilla y segura de la instalación, integrando aquellas señales que entren en lazos de control y secuencias, en un sistema de control local que permitirá la visualización de todas las variables y el control de las operaciones involucradas. Todos estos elementos quedarán integrados en el DCS de la planta.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 71/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

Antes de la puesta en marcha de la instalación, se dispondrá de un manual, de operación en el que quedarán recogidas las secuencias tanto automáticas como las que requieran la intervención del operador.

1.2.19 Instalación de protección contra incendios

1.2.19.1 Aspectos reglamentarios

Se instalarán los sistemas contra incendios necesarios de acuerdo con la Normativa de aplicación y especificaciones particulares de CAPITAL ENERGY

En el caso de la planta incluida en el alcance del presente documento, se considera de aplicación el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos Industriales (Real Decreto 2267/2004 y modificaciones posteriores) que establece con carácter general los requisitos en materia contra incendios (tanto activa como pasiva) que deben cumplir las diferentes instalaciones de la planta, en función de su caracterización con respecto al entorno en el que se ubican y el nivel de riesgo intrínseco asociado a las mismas.

Dicho reglamento establece en el artículo 1 que, "Este reglamento se aplicará, con carácter complementario, a las medidas de protección contra incendios establecidas en las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, en los aspectos no previstos en ellas, las cuales serán de completa aplicación en su campo".

En ese sentido, los reglamentos de seguridad industrial específicos aplicables a las instalaciones objeto del presente proyecto serán de completa aplicación (como es el caso del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y, en particular, la ITC MIE APQ-1 aplicable al almacenamiento de metanol), con el objetivo de garantizar el cumplimiento de los requisitos aplicables de protección contra incendios, salvaguardando la vida y la propiedad privada.

El análisis de estos requisitos mínimos de seguridad contra incendios de acuerdo con el RD 2267/2004, y teniendo en cuenta el resto de las legislaciones específicas, se desarrollará durante la fase de ingeniería de detalle del proyecto. Para ello se definirán las distintas áreas y sectores que conforman el establecimiento industrial, realizando el cálculo de carga de fuego de cada uno de dichos sectores y áreas y determinando el nivel de riesgo de estos.

A partir de dicho nivel de riesgo y de la legislación específica aplicable, se establecerán los requisitos mínimos en materia de protección activa (necesidad de instalación de hidrantes, extintores, sistemas de detección y alarma, etc.) y pasiva (requisitos constructivos, elementos y recorridos de evacuación, etc.) con que deben cumplir las diferentes instalaciones.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 72/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

1.2.19.2 Sistemas de protección contra incendios a instalar

A falta de completar el análisis reglamentario en materia de contra incendios que incluye la caracterización y cálculo de nivel de riesgo intrínseco conforme al RD 2267/2004, a continuación, se describe de forma resumida las instalaciones contra incendios que se pretende instalar:


- Sistema de abastecimiento, que incluirá las instalaciones de almacenamiento y bombeo de agua contra incendios, las cuales, deberán ser diseñadas conforme a la norma UNE 23500 de aplicación.

En el plano de implantación general incluido en el capítulo III del presente documento, se ha previsto una reserva de espacios para el sistema de abastecimiento de agua contra incendios. Durante la fase de ingeniería de detalle del proyecto deberá realizarse la caracterización de acuerdo con la normativa y se desarrollará el diseño de los sistemas contra incendios necesarios, confirmando o modificando dicho sistema de abastecimiento si es necesario.

- Red de tuberías contra incendios subterránea en configuración de anillo alrededor de los edificios e instalaciones exteriores a proteger.
- Hidrantes exteriores conectados al anillo principal contra incendios.
- Sistemas automáticos de extinción (rociadores, agua pulverizada, agua nebulizada, etc.) conectados a la red general contra incendios y que protegerán los edificios que así lo requieran.
- Distribución de extintores en edificios y áreas exteriores.
- Sistema de extinción mediante agentes gaseosos en las instalaciones que así lo requieran.
- Sistema de alarma y vigilancia, formado por sistemas de detección, pulsadores de alarma y sistema de comunicación y megafonía de emergencia.

Entre las funciones principales de los sistemas de protección contra incendios descritos se encuentran las siguientes:

- Procurar una detección temprana en las zonas donde se considera riesgo de producirse un incendio.
- Garantizar los medios de detección de fuga de gases que pudieran originar atmósferas explosivas.
- Asegurar medios de alarma en caso de incendio.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 73/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Proporcionar los medios de extinción.
- Procurar el control y supervisión de los sistemas por medio de las correspondientes centralitas.

Todas las actuaciones en materia contra incendios serán objeto de un proyecto específico independiente en el que se incluirán los detalles de la instalación y se justificará el cumplimiento reglamentario. Dichas instalaciones se ejecutarán y certificarán conforme a las prescripciones establecidas en el RD 513/2017 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios.

I.2.20 Protección frente a explosiones

En el caso de que estén presentes atmósferas explosivas en la instalación, será de aplicación la ITC-BT-29 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y normas UNE de aplicación.

En los planos del estudio de clasificación de las áreas se indicarán las zonas peligrosas, así como la clase de temperatura superficial máxima (T1 a T6 para emplazamientos Clase I, y la que proceda del estudio para emplazamientos Clase II) además de los grupos de gas y temperatura de ignición de las sustancias inflamables presentes, o de polvos en su caso.

Una vez establecida la clasificación de áreas, los materiales y equipos eléctricos y accesorios deberán estar dotados de un modo de protección que se seleccionará cumpliendo los requisitos de las normas IEC y directivas europeas verificando con la Instrucción ITC-BT-29 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y la Norma UNE-EN 50014.

Todos los materiales eléctricos deberán ser conformes a las siguientes directivas:


- 2014/34/CE.
- 1999/92/CE.

Todo el equipamiento eléctrico que se utilice en áreas peligrosas estará acompañado por el correspondiente certificado emitido por un laboratorio acreditado.

I.2.21 Instalaciones de climatización y ventilación

El alcance del diseño de HVAC para el proyecto incluirá los siguientes elementos:

- Sistema de aire acondicionado y ventilación para los trabajadores en las zonas administrativas y de proceso de la planta.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 74/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Sistema de climatización de procesos, sistema de ventilación en caso de accidentes, sistema de ventilación general en el área de producción.

Aquellas instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de los trabajadores de la planta a través de equipos y sistemas de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Documento Básico Ahorro de energía (HE) del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y modificaciones posteriores y el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y modificaciones posteriores (integrado igualmente en el Documento Básico Ahorro de energía como HE2). Su diseño será tal que permita conseguir un uso racional de la energía.

Por otro lado, los equipos que se empleen para mantener en condiciones óptimas de funcionamiento los equipos y elementos industriales no se encontrarán incluidos en el ámbito de aplicación de la reglamentación indicada en el punto anterior, siendo de aplicación para estos sistemas de climatización los criterios establecidos en el Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.

Para estos locales de trabajo, la ventilación deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Real Decreto 486/1997 4 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. En función de la tipología de los locales considerados y del número de trabajadores presentes, se establecerán los criterios de renovación mínima de aire y se definirán los elementos de ventilación necesarios.


Todas estas actuaciones serán objeto de un proyecto específico independiente en el que se incluirán los detalles de la instalación y se justificará el cumplimiento reglamentario.

I.2.22 Descripción de las obras a ejecutar

I.2.22.1 Obra civil, estructuras y edificaciones

Las actuaciones en materia de obra civil, estructuras y edificaciones asociadas al proyecto comprenderán:

- Acometidas de servicios: se ejecutará la obra civil necesaria para las acometidas de suministro externo de agua bruta, agua contra incendios y electricidad.
- Acondicionamiento del terreno sobre el que se construirán las nuevas unidades de proceso e instalaciones auxiliares.
- Excavaciones, rellenos, movimientos de material y hormigón de limpieza que resulten necesarios.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 75/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Cimentaciones de todos los equipos de proceso, tanques, reactores, soportes de tuberías, estructuras, pórticos de bandejas de tuberías, nuevas salas de racks, etc.
- Construcción de cubetos de retención para las instalaciones que lo requieran reglamentariamente.
- Ejecución de estructuras y plataformas de acceso a equipos, válvulas, accesorios e instrumentos necesarios, así como soportes estructurales de tuberías.
- Ejecución de nuevos racks de tuberías.
- Nuevos edificios (subestaciones, sala de control, edificios administrativos, nave de electrolizadores, etc.)
- Redes de drenaje.


Toda la Ingeniería Civil y trabajos de construcción serán diseñados y detallados de acuerdo con las normas aplicables, entre otras, las siguientes:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y modificaciones y ampliaciones posteriores.
- Real decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Código Estructural.
- NCSE-02. Normas de Construcción Sismorresistente.
- Instrucciones para la recepción de cementos (RC-16).
- Normas Tecnológicas en la edificación NTE de aplicación.

1.2.22.2 Montaje mecánico

El montaje mecánico incluirá entre otras, las siguientes actuaciones:

- Montaje de los equipos necesarios para la planta de proceso (reactores, intercambiadores, tanques, compresores, etc.)
- Montaje de tuberías válvulas y accesorios, incluyendo el montaje de todos los elementos en línea tales como, válvulas de control, de seguridad, etc., así como la instrumentación asociada al proyecto.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 76/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

- Fabricación y montaje de nuevos tanques de almacenamiento de metanol.
- Fabricación y montaje de soportes.
- Tratamiento superficial y pintura.

I.2.22.3 Instalación eléctrica e instrumentación

Dentro de alcance de la instalación eléctrica se incluyen las siguientes actuaciones:

- Nuevas subestaciones y líneas de alimentación asociadas (no incluida en el alcance del presente proyecto).
- Instalación eléctrica en media tensión para distribución y suministro a consumidores de potencias superiores a 200 kW.
- Transformadores de alta a baja tensión.
- Cuadros de mando y protección principales y secundarios en baja tensión.
- Suministro eléctrico a consumidores eléctricos en alta y baja tensión.
- Suministro eléctrico a elementos de instrumentación y control.
- Sistema de alumbrado normal y de emergencia o seguridad.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de protección contra el rayo.

Todos los materiales y equipos, así como el montaje de estos se realizarán conforme a las prescripciones de la reglamentación en alta y baja tensión de aplicación, así como las Especificaciones de CAPITAL ENERGY o cualquier otra normativa que resulte de aplicación. No obstante, todos estos aspectos serán recogidos y desarrollados con posterioridad en un Proyecto específico de instalación eléctrica.


I.2.23 Consumo de energía eléctrica y agua

En la siguiente tabla se resumen los consumos máximos principales (consumo eléctrico y consumo de agua) de la planta completa objeto del proyecto, que han sido estimados para el inicio y el fin de la vida útil de los módulos de stacks. El desglose de los consumos de los principales consumidores eléctricos de la planta se resume en la tabla incluida en el apartado I.2.17. El consumo de agua bruta se corresponde con el consumo de agua del sistema de tratamiento de agua, que suministra, a su vez, agua desmineralizada al sistema de producción de hidrógeno,

IN/IP-22/0715-001/03

24 de febrero de 2023

I-73

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 77/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

sistema de generación de vapor, sistema de producción de metanol y a los circuitos de refrigeración de la planta.

Consumos principales de la planta de producción y almacenamiento de metanol

	BoL	EoL
Consumo eléctrico máximo (MW)	243,5	240,3
Consumo eléctrico anual ³¹ (MWh)	1.159.698	1.144.528
Consumo de agua bruta (m³/h)	59,5	53,6
Consumo agua bruta anual ³¹ (m³)	283.474	255.127

I.3 JUSTIFICACIÓN DE DISTANCIAS REGLAMENTARIAS

A continuación, se incluyen las distancias reglamentarias que las distintas instalaciones cumplen en función de la reglamentación aplicable:

a) Almacenamiento y trasiego de metanol

Para las instalaciones de almacenamiento y trasiego de metanol es de aplicación el Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, y concretamente la ITC-APQ-1 sobre productos inflamables y combustibles. En dicha ITC se establecen las distancias que deben existir entre los depósitos de almacenamiento y ciertas instalaciones, lugares o riesgos.

El metanol cuenta con una temperatura de inflamación aproximada de 9 °C, por lo que se clasifica como un producto inflamable clase B1.

Las distancias que deben cumplir las diferentes instalaciones afectadas por esta ITC se recogen en los siguientes apartados

a.1) Instalación de almacenamiento de metanol

En la planta, el tanque de metanol bruto, los dos tanques intermedios de metanol producto y el tanque de almacenamiento final de metanol producto se ubican en el interior del cubeto de retención. Las bombas de trasiego de producto asociadas a la instalación se ubicarán en el exterior del cubeto.

A continuación, se incluyen las distancias que esta instalación debe cumplir de acuerdo al artículo 17 de la ITC APQ-1:

³¹ Calculado considerando el factor de carga de 54,4% estimado en función del perfil tipo de potencia renovable disponible a día de hoy.

Distancia desde tanques de metanol a:	Distancia reglamentaria (metros)	Coefficiente de reducción (nota)	Distancia mínima (metros)	Distancia real (metros)
Unidades de proceso	30	0,4	12	>>12
Estación de bombeo y compresores	15	0,4	6	>>6
Cargaderos	20	0,4	8	>>8
Balsas separadoras	20	0,4	8	>>8
Zonas de fuego abierto	30	0,4	12	>>12
Edificios administrativos y sociales, laboratorios, talleres, almacenes y otros edificios independientes	30	0,4	12	>>12
Estaciones de bombeo de agua contra incendios	30	0,4	12	>>12
Vallado de planta	20	0,4	8	>>8
Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse y vías de comunicación públicas	30	0,4	12	>>12
Locales y establecimientos de pública concurrencia	60	0,4	24	>>24
Distancia desde estación de bombeo a:	Distancia reglamentaria (metros)	Coefficiente de reducción (nota)	Distancia mínima (metros)	Distancia real (metros)
Unidades de proceso	20	0,4	8	>>8
Tanques de almacenamiento clase B (tanque de metanol final)	15	0,4	6	>>6
Cargaderos clase B	20	0,4	8	>>8
Balsas separadoras	15	0,4	6	>>6
Zonas de fuego abierto	30	0,4	12	>>12
Edificios administrativos y sociales, laboratorios, talleres, almacenes y otros edificios independientes	20	0,4	8	>>8
Estaciones de bombeo de agua contra incendios	20	0,4	8	>>8
Vallado de planta	15	0,4	6	>>6
Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse y vías de comunicación públicas	20	0,4	8	>>8
Locales y establecimientos de pública concurrencia	30	0,4	12	>>12

Nota: Para las instalaciones, se ha considerado un coeficiente de reducción por capacidad de 0,8, puesto que la capacidad global de almacenamiento es de 7.336 m³, y un coeficiente de reducción por adopción de medidas de protección adicional de 0,5.

El cumplimiento de estas distancias se puede observar en el plano IN/IP-22/0715-LY-003 (hoja 3) incluido en el capítulo III del presente documento.

a.2) Cargadero de metanol

Se ha previsto una instalación de carga de cisternas (5 puestos) desde el tanque de metanol final, por lo que las distancias desde dicha instalación conforme al artículo 17 de la APQ-1 se indican a continuación:

Distancia desde cargadero a:	Distancia reglamentaria (metros)	Coeficiente de reducción (nota)	Distancia mínima (metros)	Distancia real (metros)
Unidades de proceso	30	0,4	12	>>12
Estación de bombeo y compresores	20	0,4	8	>>8
Recipientes de almacenamiento clase B	20	0,4	8	>>8
Balsas separadoras	20	0,4	8	>>8
Zonas de fuego abierto	20	0,4	12	>>12
Edificios administrativos y sociales, laboratorios, talleres, almacenes y otros edificios independientes	20	0,4	8	>>8
Estaciones de bombeo de agua contra incendios	30	0,4	12	>>12
Vallado de planta	20	0,4	8	>>8
Límites de propiedades exteriores en las que pueda edificarse y vías de comunicación públicas	40	0,4	16	>>16
Locales y establecimientos de pública concurrencia	60	0,4	24	>>24

Nota: Para esta instalación se ha considerado un coeficiente de reducción por capacidad de 0,8 y un coeficiente de reducción por adopción de medidas de protección adicional de 0,5.

El cumplimiento de estas distancias se puede observar en el plano IN/IP-22/0715-LY-003 (hoja 5) incluido en el capítulo III del presente documento.

a.3) Sistema de combustión de venteos de emergencia

Los venteos de emergencia serán conducidos a un sistema de combustión. Dicho sistema quedaría incluido en la definición de “zona de fuego abierto” establecida en el artículo 3 de la ITC APQ-1. No obstante, para estar del lado de la seguridad inicialmente se ha

considerado una distancia de seguridad a otras instalaciones de 60 m y una distancia de 100 metros a locales y establecimientos de pública concurrencia, asimilando la instalación de combustión a una antorcha.

Estos aspectos serán revisados durante la fase de ingeniería de detalle en función del tipo de sistema de tratamiento de los venteos de emergencia finalmente adoptado.

El cumplimiento de las distancias consideradas se puede observar en el plano IN/IP-22/0715-LY-003 (hoja 4) incluido en el capítulo III del presente documento.

b) Almacenamiento y trasiego de productos corrosivos

Para las instalaciones de almacenamiento y trasiego de KOH y NaOH previstos en la planta, será de aplicación el Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, y concretamente la ITC-APQ-6 sobre almacenamiento de productos corrosivos. En dicha ITC se establecen las distancias que deben existir entre los depósitos de almacenamiento y ciertas instalaciones, lugares o riesgos.

Las distancias que deben cumplir estas instalaciones aparecen recogidas en la siguiente tabla:

Tipo de riesgo	Distancia reglamentaria (metros)	Distancia real (metros)
Distancia entre cubeto y vallado exterior	1,5	>>1,5
Distancia desde depósito hasta vallado exterior	3	>>3
Distancia entre dos tanques	1	1
Distancia entre depósitos de combustible o líquidos inflamables mayores a 50 m ³	0,25xD o, al menos, 1,5 m	>>1,5

El cumplimiento de estas distancias se puede observar en el plano IN/IP-22/0715-LY-003 (hoja 1) incluido en el capítulo III del presente documento.

c) Almacenamientos de CO₂ criogénico

A la instalación de almacenamiento de CO₂ criogénico le es de aplicación lo establecido en la instrucción técnica complementaria EP-4 del Reglamento de equipos a presión aprobado por el RD 809/2021. A efectos de aplicación de dicha ITC, se ha considerado un depósito de almacenamiento de categoría f (capacidad geométrica total superior a 400.000 litros) y un fluido grupo 2 (por tratarse de un gas inerte).

Con estos criterios, en la siguiente tabla se incluyen las distancias reglamentarias aplicables a dicho almacenamiento:

Tipo de riesgo	Distancia reglamentaria (metros)	Distancia real (metros)
Locales de trabajo (edificaciones, vestuarios)	10	>>10
Sótanos, alcantarillas, galerías de servicio	10	>>10
Motores, interruptores (no antideflagrantes)	-	-
Depósitos, material inflamable; aéreos	5	>>5
Depósitos, material inflamable; subterráneos	5	>>5
Vías públicas, carreteras, ferrocarriles	5	>>5
Instalaciones con peligro de incendio (madera o plástico, entre otros)	3	>>3
Llamas controladas (sopletes o mecheros, entre otros)	10	>>10
Propiedad colindante al usuario	10	>>10
Proyección líneas eléctricos aéreas de A.T.	5	>>5
Edificios habitables	15	>>15

El cumplimiento de estas distancias se puede observar en el plano IN/IP-22/0715-LY-003 (hoja 6) incluido en el capítulo III del presente documento.

c) Instalaciones de generación y almacenamiento de hidrógeno

Por último, para las instalaciones de generación y almacenamiento de hidrógeno, se aplica la norma NFPA-2 (Hydrogen Technologies Code, 2020). Para determinar las mínimas distancias de seguridad requeridas desde el almacenamiento de hidrógeno comprimido a 200 barg, se han empleado las ecuaciones basadas en el diámetro interno incluidas en la Tabla 7.3.2.3.1.1 para los distintos grupos en el rango de presiones correspondiente (17 - 206,8 bar). El máximo diámetro interno de la línea se ha estimado considerando el flujo de hidrógeno³² por cada skid de almacenamiento³³ y una velocidad máxima de 20 m/s, obteniéndose aproximadamente un diámetro interno de 45,8 mm. Se dispondrán de muros con resistencia al fuego alrededor del almacenamiento, por lo que es posible reducir las distancias de los Grupos 1 y 2 (excepto por las entradas de aire) por un factor de 50%, según se indica en el apartado 7.3.2.3.1.2. Las mínimas distancias de seguridad resultantes se resumen en la tabla a continuación:

³² Para la estimación del flujo volumétrico se ha empleado una presión de 30 barg, correspondiente a la mínima de presión de operación de la línea.

³³ Cada skid está constituido por 42 cilindros de almacenamiento. Los colectores de entrada y salida de cada skid estarán dotados de una válvula de corte automática, tal que el máximo diámetro interno se limite al máximo diámetro interno de cada colector, según las definiciones del punto A de la sección 7.3.2.3.1.1 para almacenamiento en exterior y en superficie.

Tipos de riesgo		Distancia reglamentaria (metros)	Distancia real (metros)
Grupo 1	Límites de propiedad	7,3	> 7,3
	Aberturas practicables en edificios y estructuras		
	Fuentes de ignición como llamas abiertas y soldaduras	14,5	> 14,5
	Entradas de aire (HVAC, compresores, etc.)		
Grupo 2	Presencia de personal ajeno al servicio	7,5	> 7,5
	Aparcamientos		
Grupo 3	Edificios de material no combustible	12,1	> 12,1
	Edificios de material combustible		
	Almacenamiento gas inflamable		
	Almacenamiento material peligroso		
	Madera pesada, carbón u otros materiales de combustión lenta. Sólidos combustibles		
	Combustibles ordinarios, incluidos los de combustión rápida, sólidos tales como madera ordinaria, papel, virutas de embalaje, o desechos combustibles y vegetación que no sean las existentes en zonas mantenimiento de zonas ajardinadas		
	Aberturas no practicables en edificios y estructuras		
	Afección de servicios públicos aéreos (distancia horizontal desde proyección vertical del cable eléctrico aéreo más cercano)		
	Tuberías contenido productos peligrosos		
	Estación de regulación y medida de gases combustibles		

En el plano IN/IP-22/0715-LY-003 (hoja 2) se puede comprobar el cumplimiento de dichas distancias.

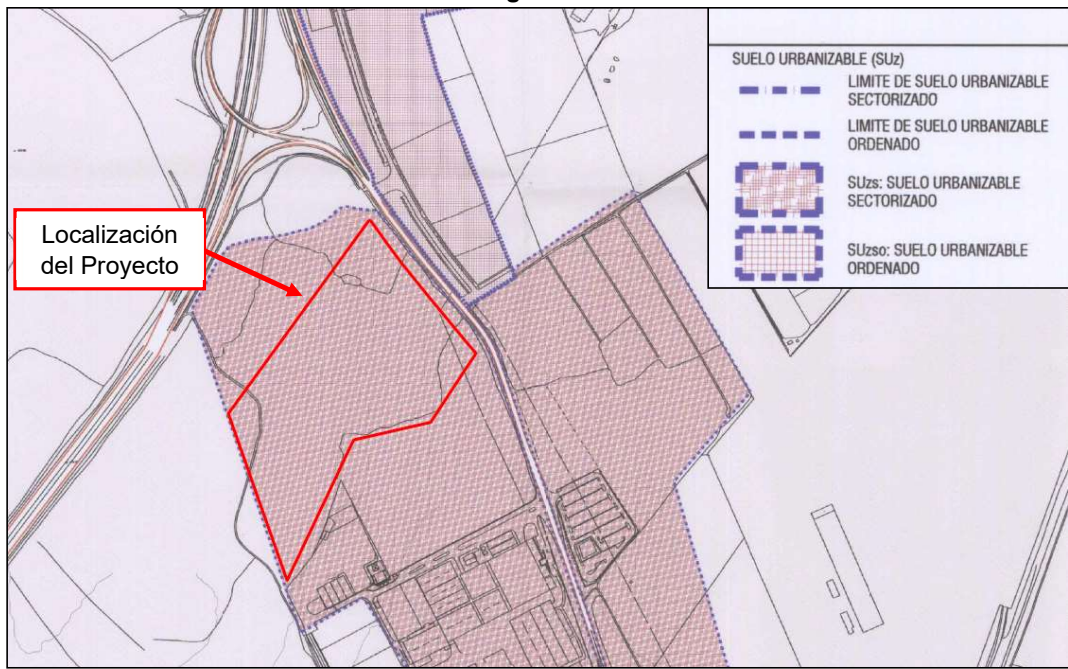
I.4 ASPECTOS URBANÍSTICOS DEL PROYECTO

Las actuaciones objeto del presente proyecto técnico se localizarán en terrenos del denominado Polígono Industrial Nudo Norte pertenecientes al termino municipal de La Roda de Andalucía, según se desprende de los planos de localización e implantación adjuntos al presente proyecto. En base a esta localización, la normativa urbanística de aplicación es la siguiente:

- Normas Subsidiarias de planeamiento de La Roda de Andalucía.
- Adaptación Parcial a la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía de las Normas Subsidiarias planeamiento de La Roda de Andalucía (en adelante LOUA).

Este planeamiento general vigente en el municipio sectoriza dicho polígono industrial en tres fases, pretendiéndose concretamente llevar a cabo la implantación de las actuaciones del proyecto en el denominado Sector I-II (2ª Fase Polígono Industrial Nudo Norte). Los terrenos de dicho Sector están clasificados como **Suelo Urbanizable Sectorizado**, teniendo asignado el **Uso Global Industrial** (ver Figura 19 y Figura 20).

Figura 19

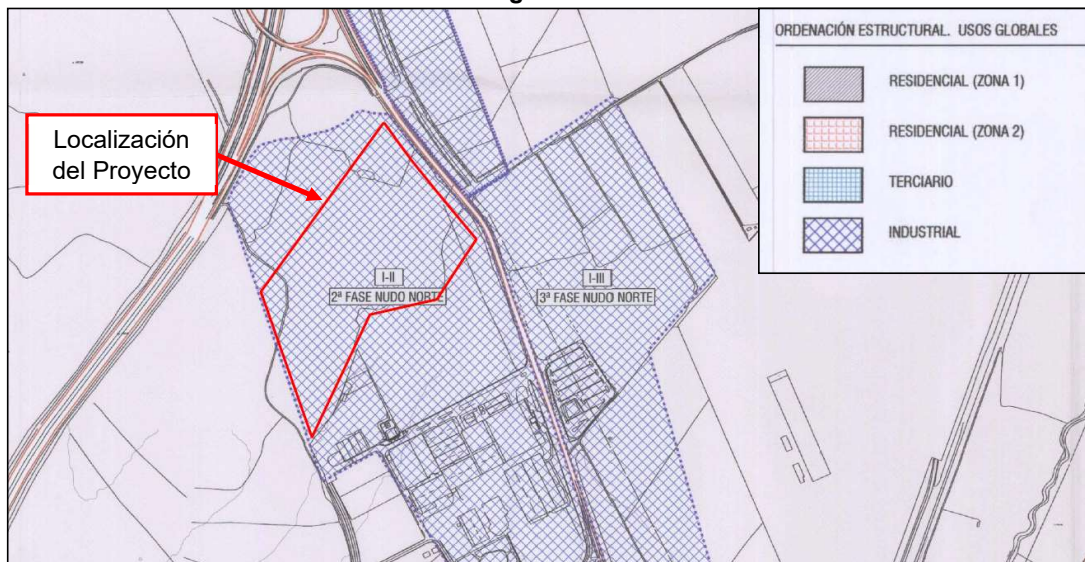


Fuente: Plano nº O-03.1 Clasificación del suelo de Adaptación a la LOUA

Según el planeamiento, este sector se desarrollará mediante un Plan Parcial, el cual ordenará dos subzonas industriales, una con edificabilidad neta de 1 m² construido/1 m² de suelo

neto, y otra de $0,6 \text{ m}^2/\text{m}^2$. A fecha de redacción del presente proyecto, no existe instrumento de planeamiento urbanístico de desarrollo aprobado o en tramitación, si bien se tiene conocimiento de que se está impulsando y redactando uno.

Figura 20



Fuente: Plano nº O-06.1 Actuaciones Urbanísticas y Áreas de reparto de Adaptación a la LOUA

En base al estado urbanístico de los terrenos, se han respetado en el proyecto los valores límites de edificabilidad establecidos por el planeamiento, ya que el mismo se ubicará en una parcela de 83.659 m^2 y la superficie edificada en el interior de la misma será de 11.663 m^2 , lo que se corresponderá con una edificabilidad consumida de $0'14 \text{ m}^2/\text{m}^2$, muy por debajo del máximo. En cualquier caso, el futuro planeamiento de desarrollo del polígono se adaptará a las necesidades y requerimientos del proyecto para dar cabida al mismo.


Por otra parte, el artículo 52 de las normas urbanísticas del planeamiento general establece para el uso industrial la necesidad de disponer en el interior de la parcela de 1 plaza de aparcamiento por cada 100 m^2 de edificación, salvo en ordenaciones tipo polígonos industriales dotados de aparcamientos suficientes en los espacios públicos.

A este respecto cabe decir que, pese a que el proyecto se localizará en un polígono industrial el cual dispondrá de aparcamientos suficientes en los espacios públicos, para la dotación de las plazas de aparcamiento en el interior de la parcela en la que se ubicará el proyecto, se ha tenido en consideración la relación de baja presencia de operarios en las instalaciones respecto a su superficie, así como la superficie correspondiente de edificaciones industriales, salas de control y oficinas que dispondrán de presencia de operarios de una forma habitual o permanente, la cual corresponde a una superficie de 1.646 m^2 . Por tanto, en base a esta consideración en cuanto a la

IN/IP-22/0715-001/03


24 de febrero de 2023

I-81

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 85/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

baja presencia de operarios en las instalaciones y a dicha superficie, **se han dispuesto 64 plazas de aparcamiento, las cuales se consideran más que suficientes para el personal que operará la instalación y las posibles visitas.** Además, las citadas plazas de aparcamiento se ha localizado aledañas a los citados edificios que dispondrán de presencia de operarios de una forma habitual o permanente. En cualquier caso, se estará a lo que la administración competente establezca pudiéndose ampliar el número de plazas en el posterior desarrollo de ingeniería de detalle del proyecto.

Por tanto, el presente proyecto técnico será compatible y cumplirá con dicho planeamiento de desarrollo del polígono, el cual se adaptará en su redacción a las necesidades y requerimientos del proyecto para dar cabida al mismo, todo ello sin menoscabo de los permisos, autorizaciones y concesiones que resulten preceptivos para su efectiva implantación.

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 86/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

I.5 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

La planificación del proyecto es la siguiente:

[illegible]

I.6 MEDIOS PREVISTOS PARA OPERACIÓN DE LA PLANTA

El personal previsto para la operación de la planta es el siguiente:

Personal	Número
CONSEJERO DELEGADO	1
DIRECTOR GENERAL	1
RESPONSABLE FIN & ADUANAS	1
ADMINISTRATIVO CONTABLE	4
COMPLIANCE	1
RESPONSABLE RRHH	1
RESPONSABLE IT	1
ENCARGADO IT	1
RESPONSABLE DE TERMINAL OPS	1
RESPONSABLE DE TERMINAL H&S	1
RESPONSABLE TERMINAL MAINTANANCE	1
LOADING MÁSTER	1
RESPONSABLE DE TURNO	5
OPERARIO MANTENIMIENTO	4
OPERARIO DE TERMINAL	28
PERSONAL LIMPIEZA	2

II. PRESUPUESTO

JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 89/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			



Planta producción y almacenamiento MeOH



II. PRESUPUESTO

El presupuesto correspondiente al proyecto de la planta de producción de metanol verde es el siguiente:

Posición	Concepto	Coste total	Comentarios
1	Equipos principales	319.150.689,84 €	Exworks salvo que se indique expresamente en el apartado de comentarios
1.1	Sistemas auxiliares	14.124.168,00 €	
1.1.1	Sistema de tratamiento de agua y sistema de gestión de efluentes		
1.1.2	Tanques de agua potable y de agua desmineralizada	1.178.610,00 €	
1.1.3	Sistema de recuperación de corrientes residuales	364.568,00 €	Incluye los correspondientes sistemas de bombeo.
1.1.4	Sistema de refrigeración	3.838.666,00 €	
1.1.5	Sistema de generación y almacenamiento de N ₂	4.666.048,00 €	Incluye los correspondientes sistemas de bombeo.
1.1.6	Protección Contra Incendios, aire comprimido y otros	2.454.626,00 €	
1.2	Producción de hidrógeno, compresión y almacenamiento	1.621.650,00 €	
1.2.1	Unidad paquete de electrólisis	163.795.128,00 €	
1.2.2	Compresión de hidrógeno de 30 barg a 200 barg	136.000.000,00 €	
1.2.3	Almacenamiento de hidrógeno a 200 barg	16.193.834,00 €	
1.3	Almacenamiento y suministro de CO ₂	11.601.294,00 €	
1.3.1	Grupo frío de amoniaco	17.072.970,72 €	
1.3.2	Almacenamiento de CO ₂ líquido	1.795.278,72 €	
1.3.3	Compresión de CO ₂	12.114.717,00 €	
1.4	Producción de metanol, almacenamiento y cargadero	3.162.975,00 €	
1.4.1	Sistema de generación de vapor	124.158.423,12 €	
1.4.2	Unidad paquete de síntesis y destilación de metanol	1.026.812,00 €	
1.4.3	Almacenamientos de metanol (bruto, producto intermedio, producto final)	121.056.169,00 €	
		1.376.665,12 €	

INI/IP-22/0715-001/03
24 de febrero de 2023



Planta producción y almacenamiento MetOH



Posición	Concepto	Coste total	Comentarios
1.4.4	Cargadero de camiones	698.777,00 €	Se incluyen sistemas de bombeo y brazos de carga.
2	Suministro eléctrico (instalado)	21.905.933,00 €	
2.1	Subestación	9.291.343,00 €	Se considera subestación GIS. Incluye edificio.
2.2	Distribución de media y baja tensión	12.614.590,00 €	No incluye los equipos eléctricos pertenecientes a las unidades paquetes. Los transformadores y rectificadores de los módulos de electrolisis se incluyen en la posición 1.2.1.
3	Instrumentación y control (instalado)	9.037.315,00 €	
3.1	Sistema de Control Distribuido	6.294.501,00 €	
3.2	Instrumentación BoP	2.742.814,00 €	Incluye la instrumentación fuera de los límites de batería de las unidades paquete.
4	Montaje mecánico e instalación equipos principales	30.752.894,00 €	
5	Edificación y obra civil	21.608.627,00 €	
6	Otros costes	66.029.491,00 €	
6.1	Ingeniería, gestión y permitting	7.482.415,00 €	Incluye el FEED.
6.2	Transportes, instalaciones temporales, primera carga, etc.	15.957.535,00 €	5% del coste de los equipos principales (posición 1).
6.3	Margen, seguros y gastos de financiación	42.589.541,00 €	10% de todas las posiciones anteriores antes de contingencias.
7	Contingencias	70.272.743,00 €	15% de las partidas anteriores. Valor promedio para un estimado clase 4.
TOTAL PRESUPUESTO		538.757.692,84 €	Estimado Clase 4 según AACEE. No están incluidos costes del terreno, costes del propietario e impuestos.

III. PLANOS


JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 92/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

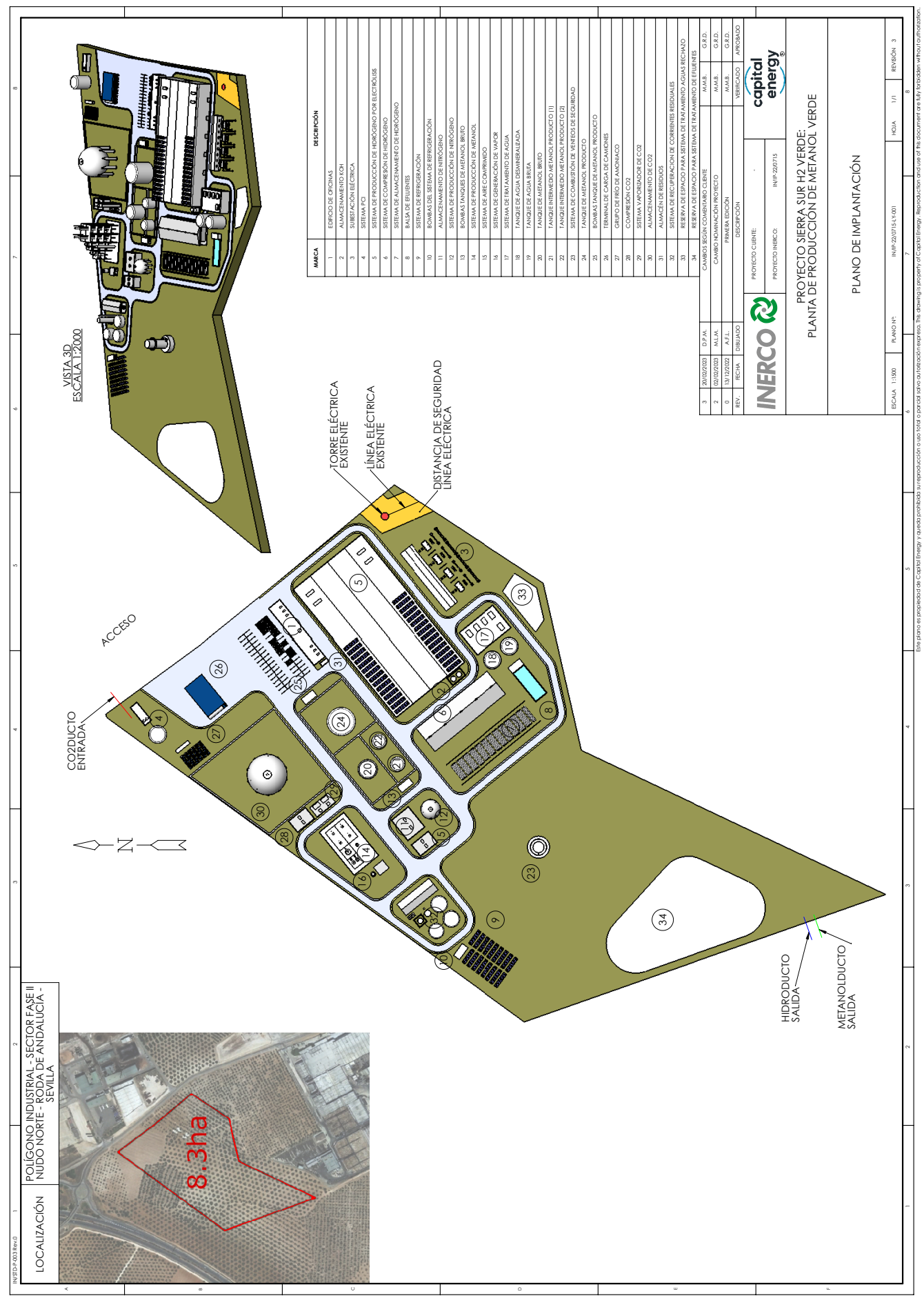
III. PLANOS

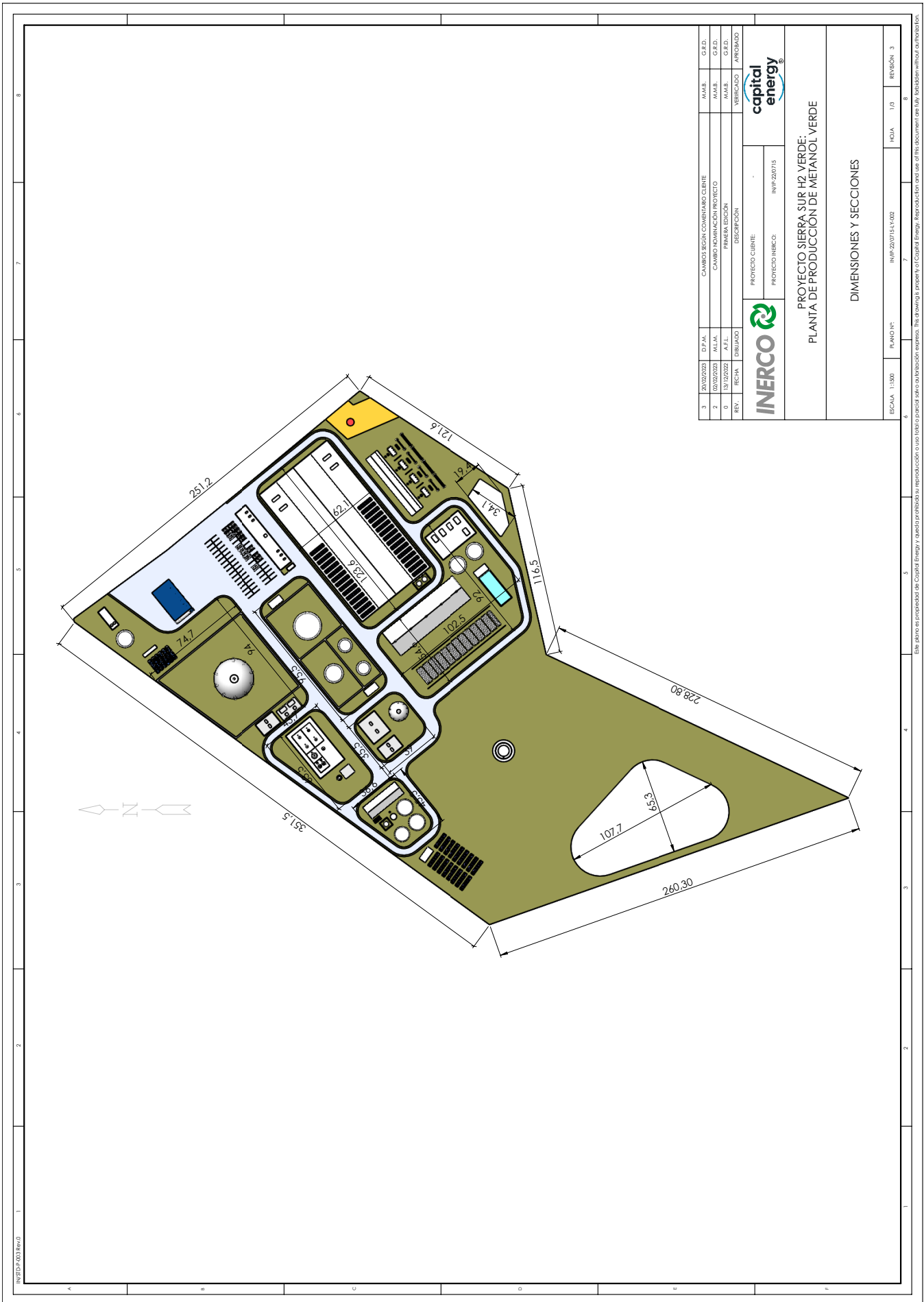
Descripción	Nº de plano
Localización e implantación	
Plano de implantación	IN/IP-22/0715-LY-001
Plano de dimensiones y secciones	IN/IP-22/0715-LY-002
Otros planos	
Plano de distancias de seguridad	IN/IP-22/0715-LY-003
Esquemas de proceso	
Diagrama de bloques	IN/IP-22/0715-B-001
Diagrama de flujo (PFD)	IN/IP-22/0715-P-001

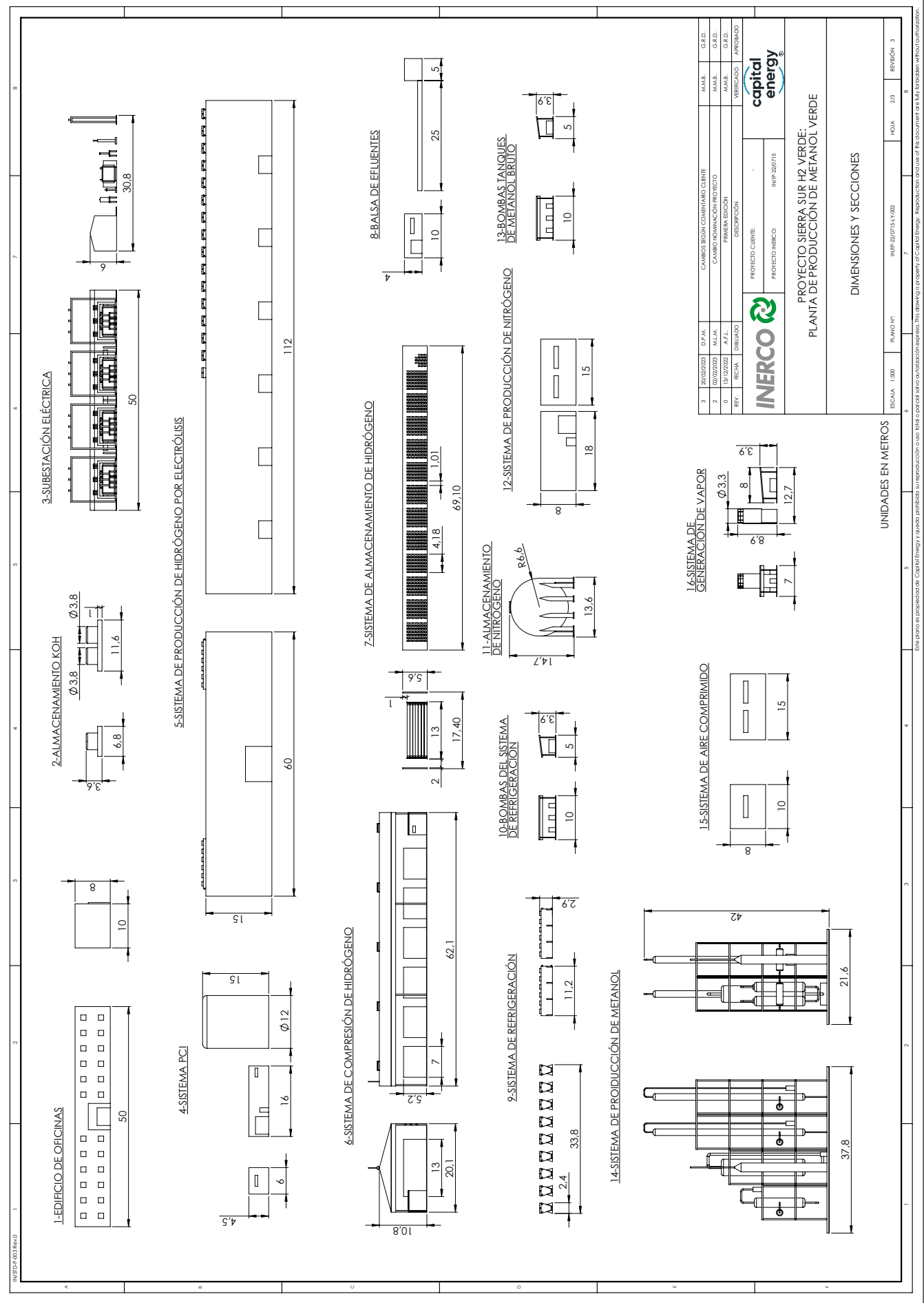
IN/IP-22/0715-001/03
24 de febrero de 2023

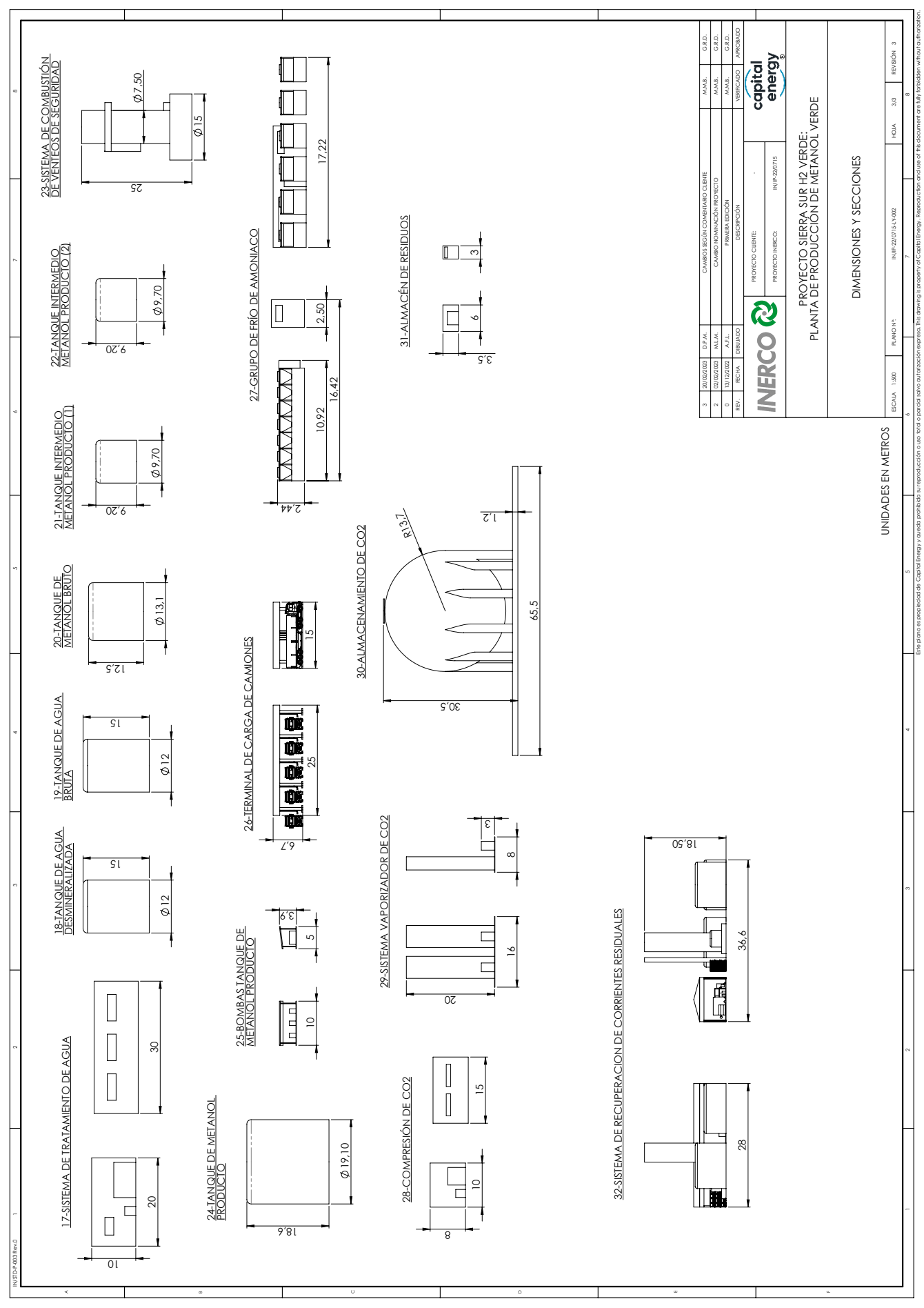
III-1

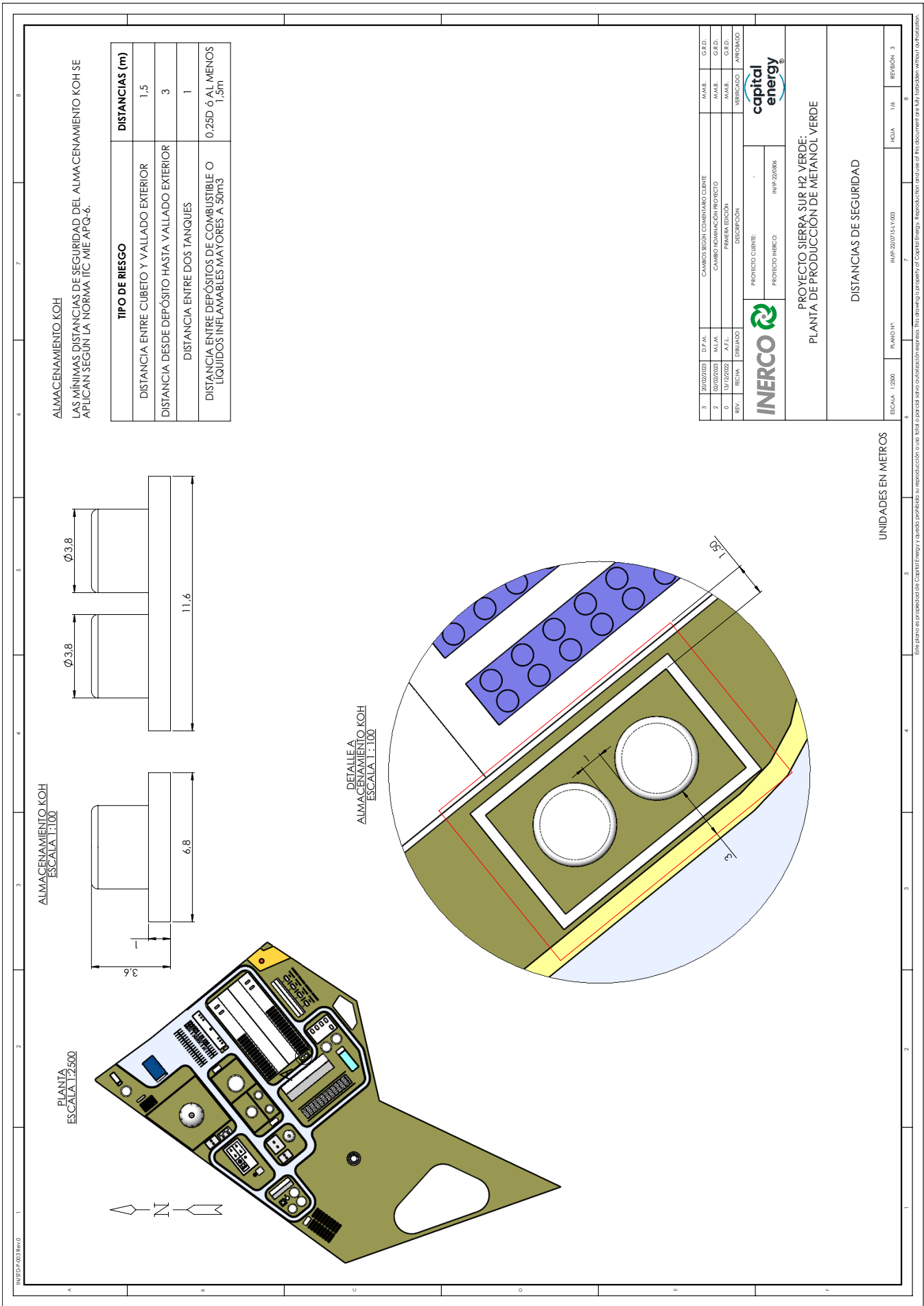
JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 93/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			

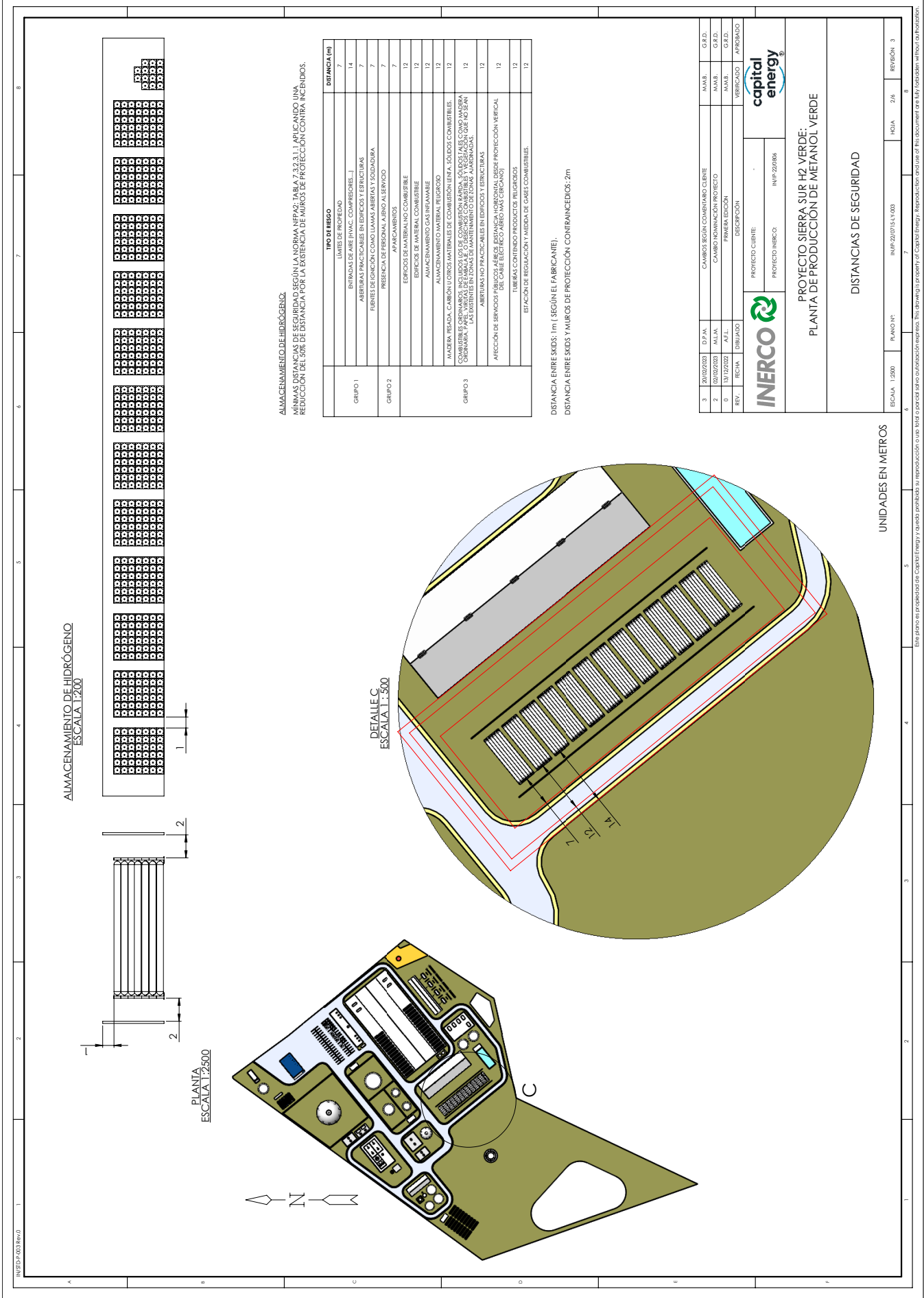


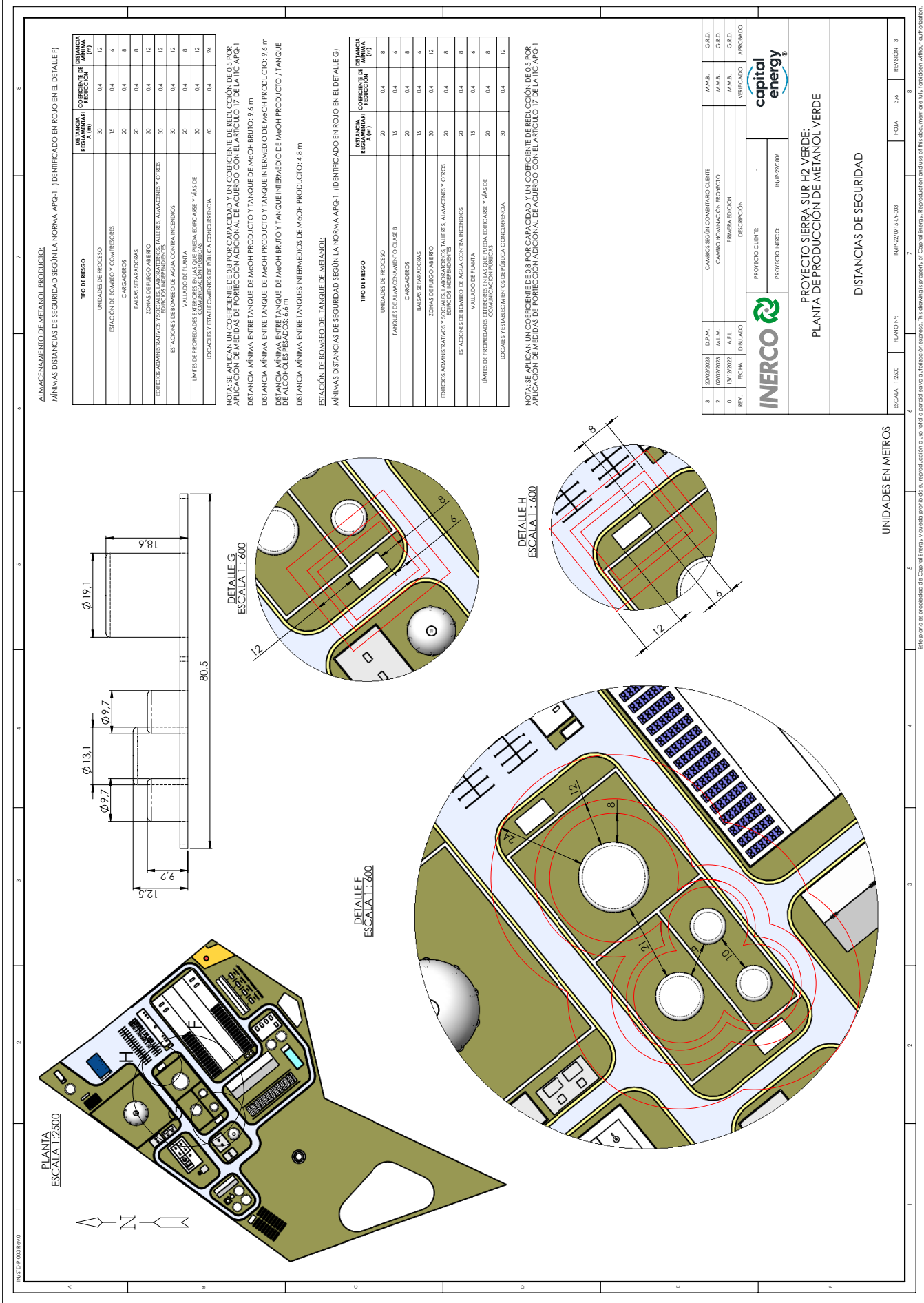












ALMACENAMIENTO DE METANOL PRODUCTO;
MÍNIMAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD SEGÚN LA NORMA APQ-1. (IDENTIFICADO EN ROJO EN EL DETALLE F)

TIPO DE RIESGO	DISTANCIA REGULATORIA A (m)	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN B	DISTANCIA MÍNIMA A (m)
UNIDADES DE PROCESO	30	0.4	12
ESTACIÓN DE BOMBEO Y CONEXIONES	15	0.4	6
CARGADEROS	20	0.4	8
BALAS SEPARADORAS	20	0.4	8
ZONAS DE FUEGO ABIERTO	30	0.4	12
EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y SOCIALES, LABORATORIOS, ALERES, AMACIENES Y OTROS	30	0.4	12
ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA CONTRA INCENDIOS	30	0.4	12
VALLADO DE PLANTA	20	0.4	8
LÍMITES DE PROPIEDADES EXTERIORES EN LAS QUE PUEDA EFECTUARSE Y MÁS DE	30	0.4	12
COMUNICACION PÚBLICA	40	0.4	24

NOTA SE APLICAN UN COEFICIENTE DE 0.8 POR CAPACIDAD Y UN COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE 0.5 POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADICIONAL DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 17 DE LA LIC APQ-1
DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TANQUE DE MEOH PRODUCTO Y TANQUE DE MEOH BRUTO: 9.6 m
DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TANQUE DE MEOH PRODUCTO Y TANQUE INTERMEDIO DE MEOH PRODUCTO: 9.6 m
DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TANQUE DE MEOH BRUTO Y TANQUE INTERMEDIO DE MEOH PRODUCTO: 9.6 m
DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TANQUES INTERMEDIOS DE MEOH PRODUCTO: 4.8 m

ESTACIÓN DE BOMBEO DEL TANQUE DE METANOL;
MÍNIMAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD SEGÚN LA NORMA APQ-1. (IDENTIFICADO EN ROJO EN EL DETALLE G)

TIPO DE RIESGO	DISTANCIA REGULATORIA A (m)	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN B	DISTANCIA MÍNIMA A (m)
UNIDADES DE PROCESO	20	0.4	8
TANQUES DE ALMACENAMIENTO CLASE B	15	0.4	6
CARGADEROS	20	0.4	8
BALAS SEPARADORAS	15	0.4	6
ZONAS DE FUEGO ABIERTO	30	0.4	12
EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS Y SOCIALES, LABORATORIOS, ALERES, AMACIENES Y OTROS	20	0.4	8
ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA CONTRA INCENDIOS	20	0.4	8
VALLADO DE PLANTA	15	0.4	6
LÍMITES DE PROPIEDADES EXTERIORES EN LAS QUE PUEDA EFECTUARSE Y MÁS DE	20	0.4	8
COMUNICACION PÚBLICA	30	0.4	12

NOTA SE APLICAN UN COEFICIENTE DE 0.8 POR CAPACIDAD Y UN COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE 0.5 POR APLICACIÓN DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADICIONAL DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 17 DE LA LIC APQ-1

3	20/02/2023	D.F. A.L.	CAMBIOS SEGUN COMENTARIO CLIENTE	N.A.M.B.	G.B.D.
2	02/02/2023	N.A.L.A.	CAMBIOS NOMINACIÓN PROYECTO	N.A.M.B.	G.B.D.
0	13/12/2022	A.F.L.	PRIMERA EDICIÓN	N.A.M.B.	G.B.D.
REV.	FECHA	DIBUJADO	DISCUSIÓN	VERIFICADO	APROBADO



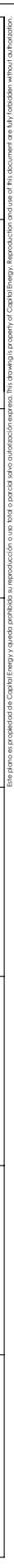
PROYECTO CLIENTE: INIFP-22/0566
PROYECTO INERCO: INIFP-22/0566

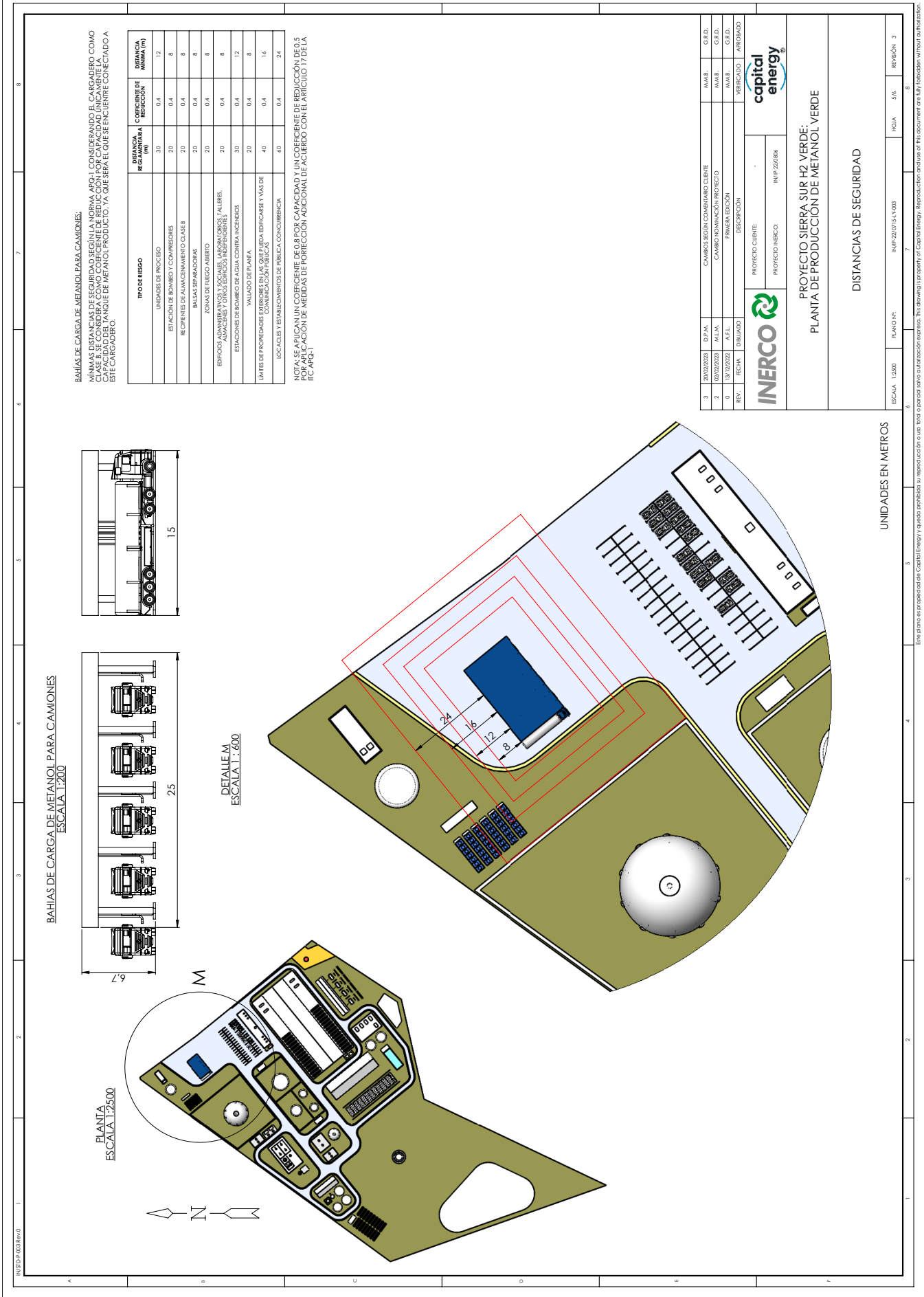
DISTANCIAS DE SEGURIDAD

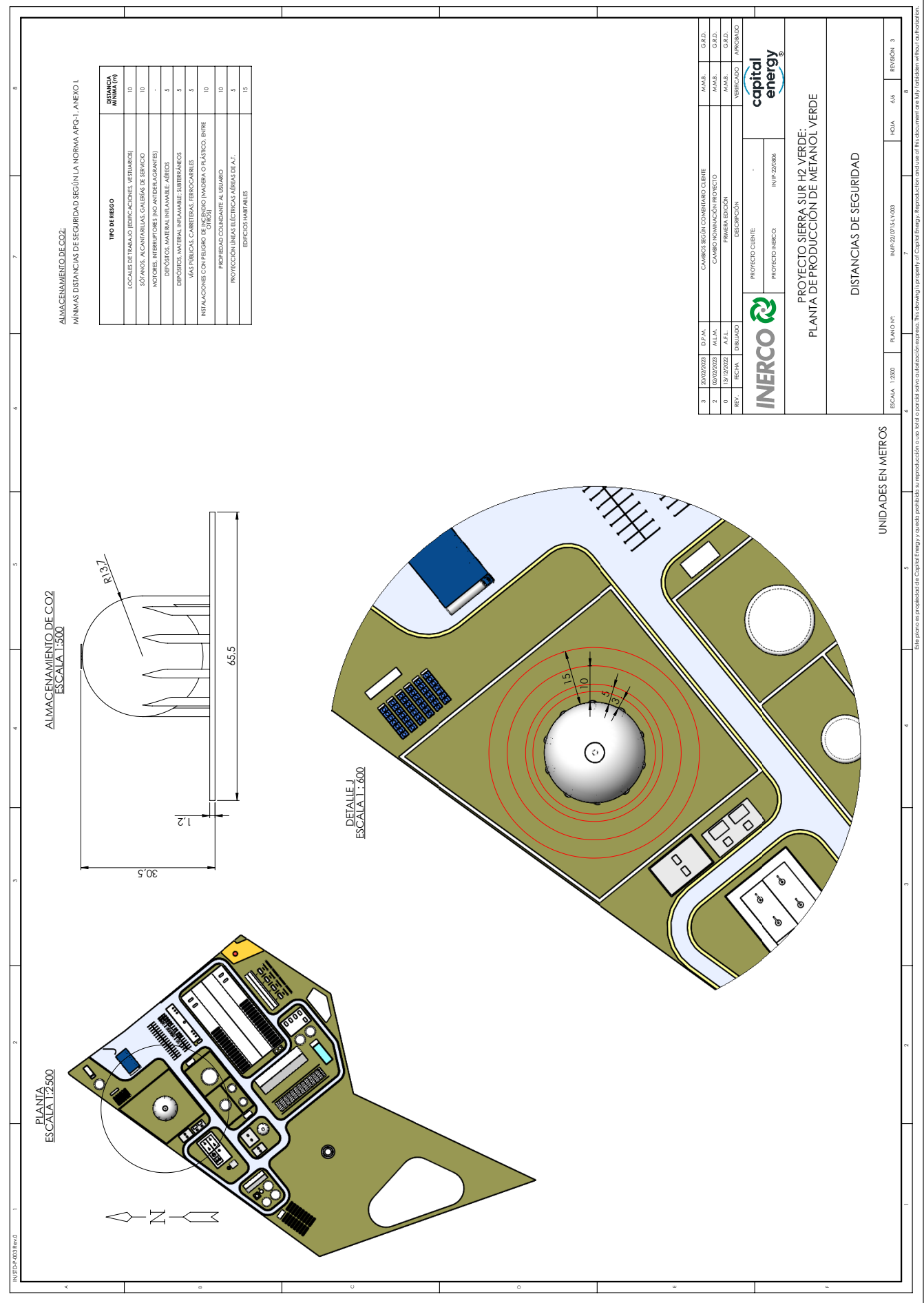
UNIDADES EN METROS

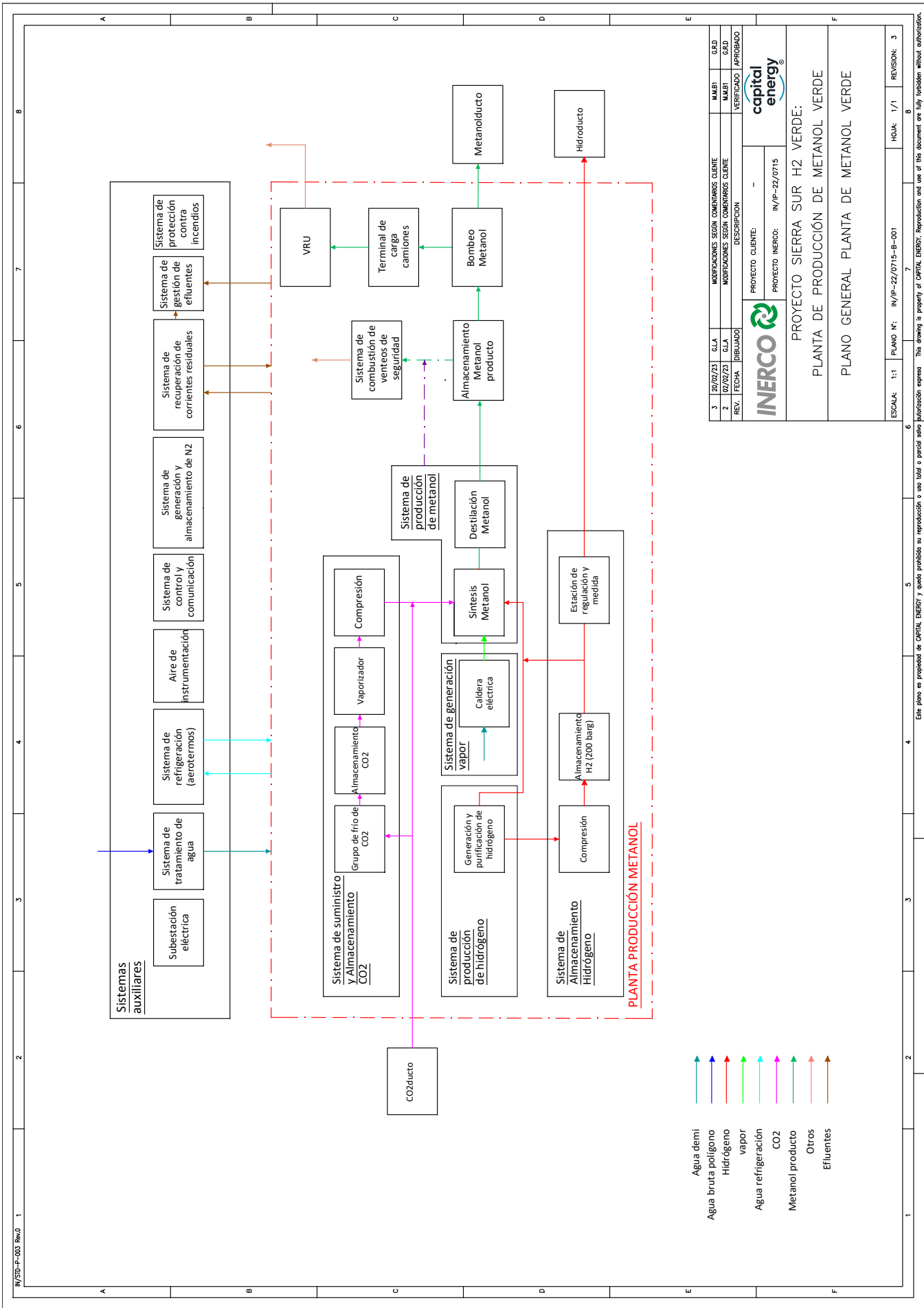
ESCALA: 1:2500	8:40:45	INIFP-22/07154 X 003	FECHA: 3/4/	REVISIÓN: 3
6	7	8	9	10

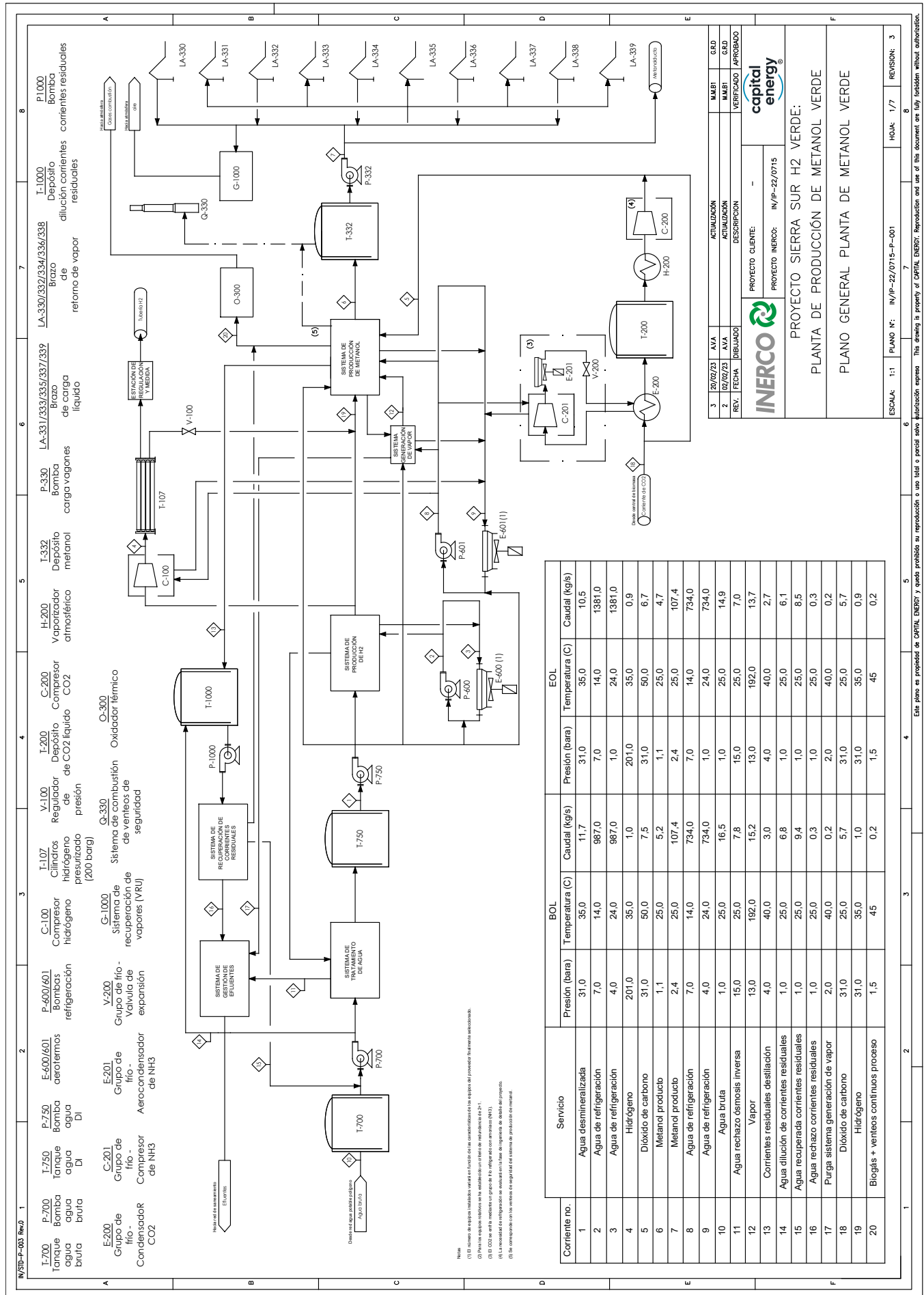
Este plano es propiedad de Capital Energy y queda prohibida su reproducción o uso, total o parcial, salvo autorización expresa. This drawing is property of Capital Energy. Reproduction and use of this document are fully considered without authorization.

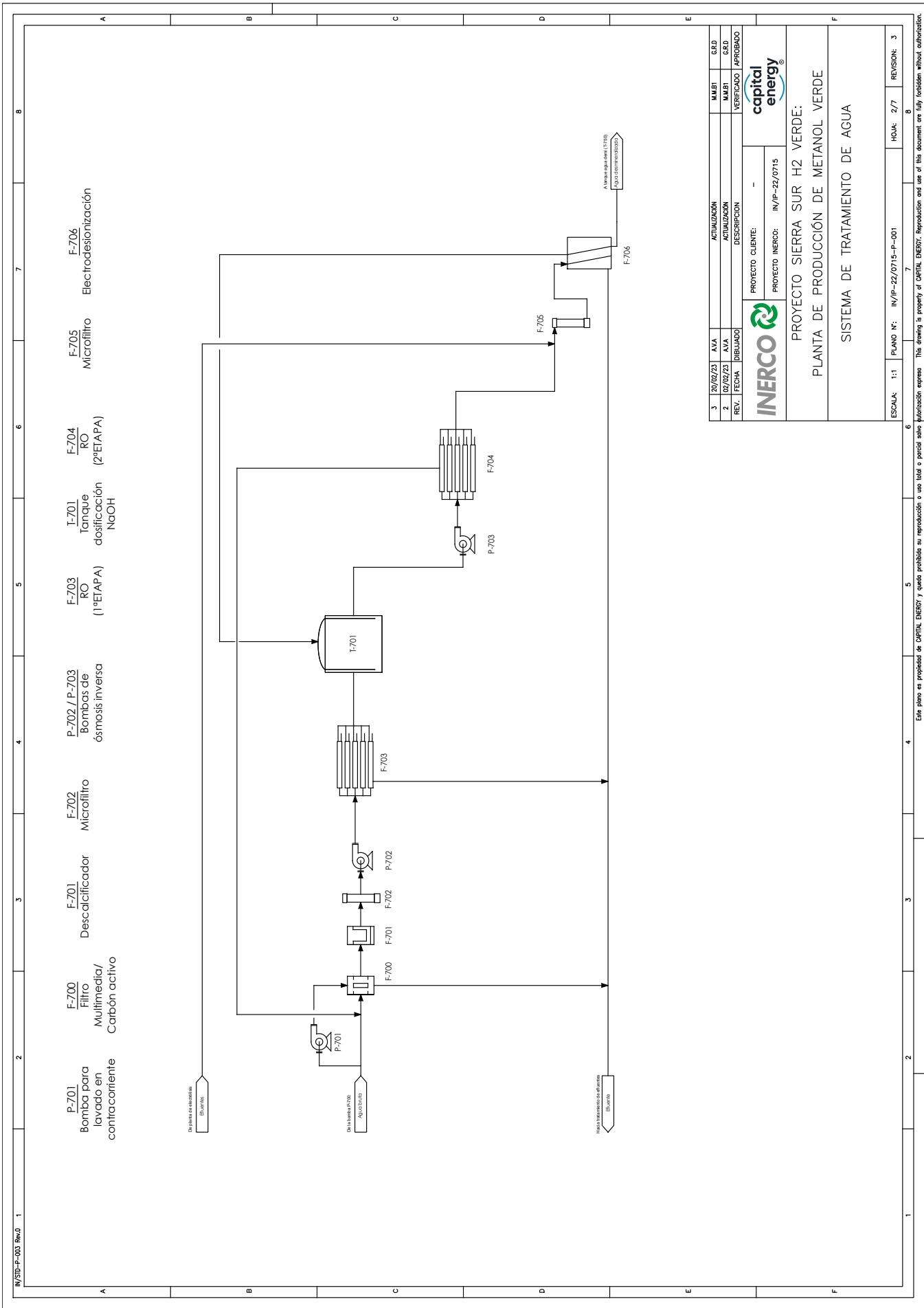




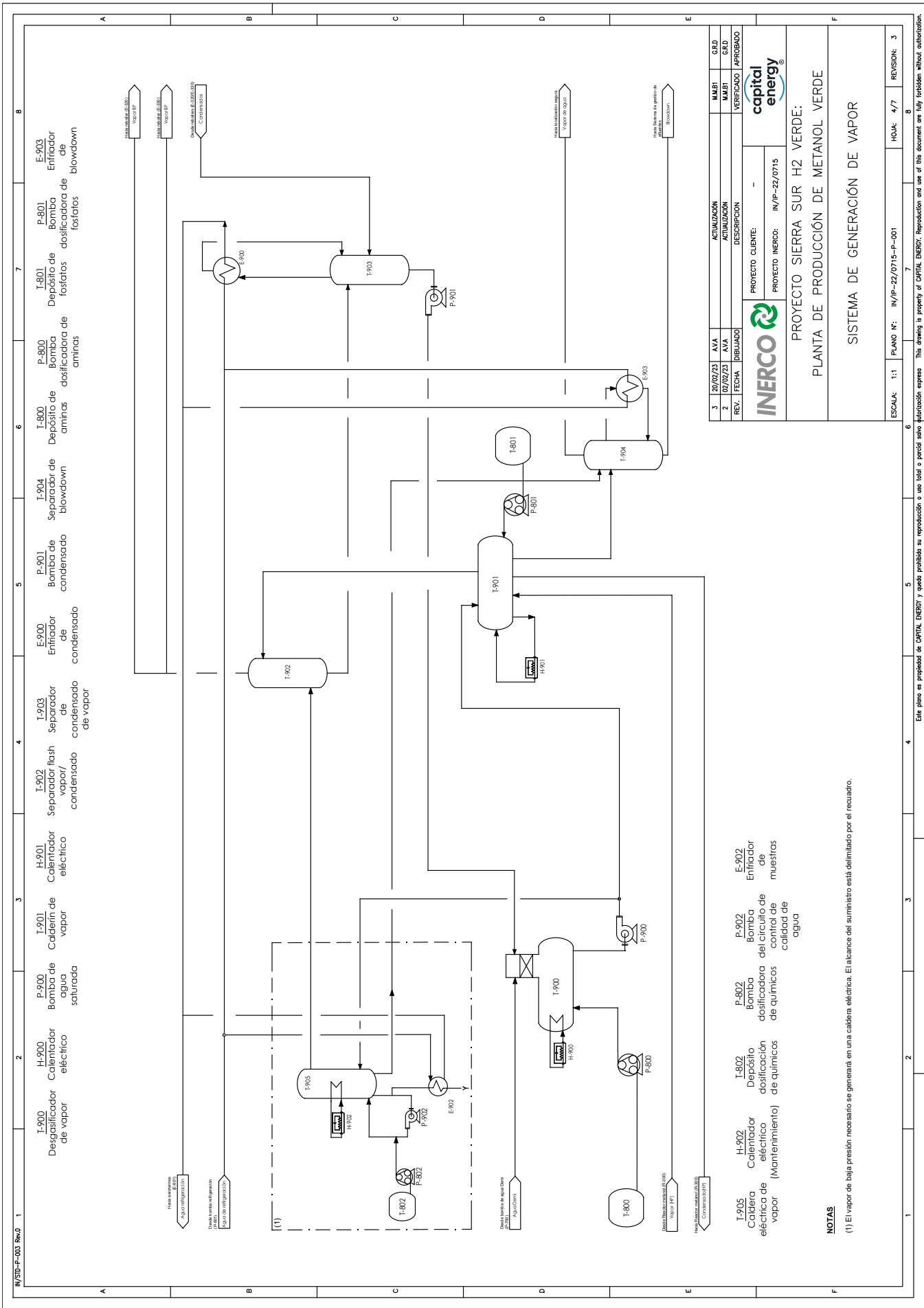


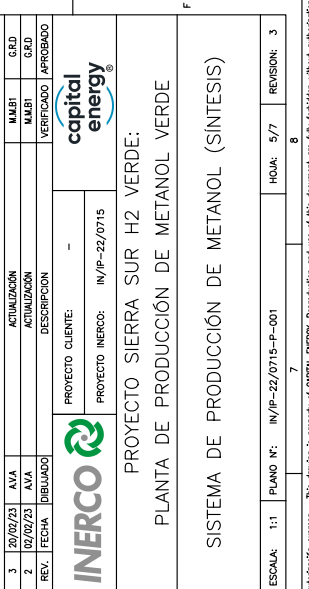


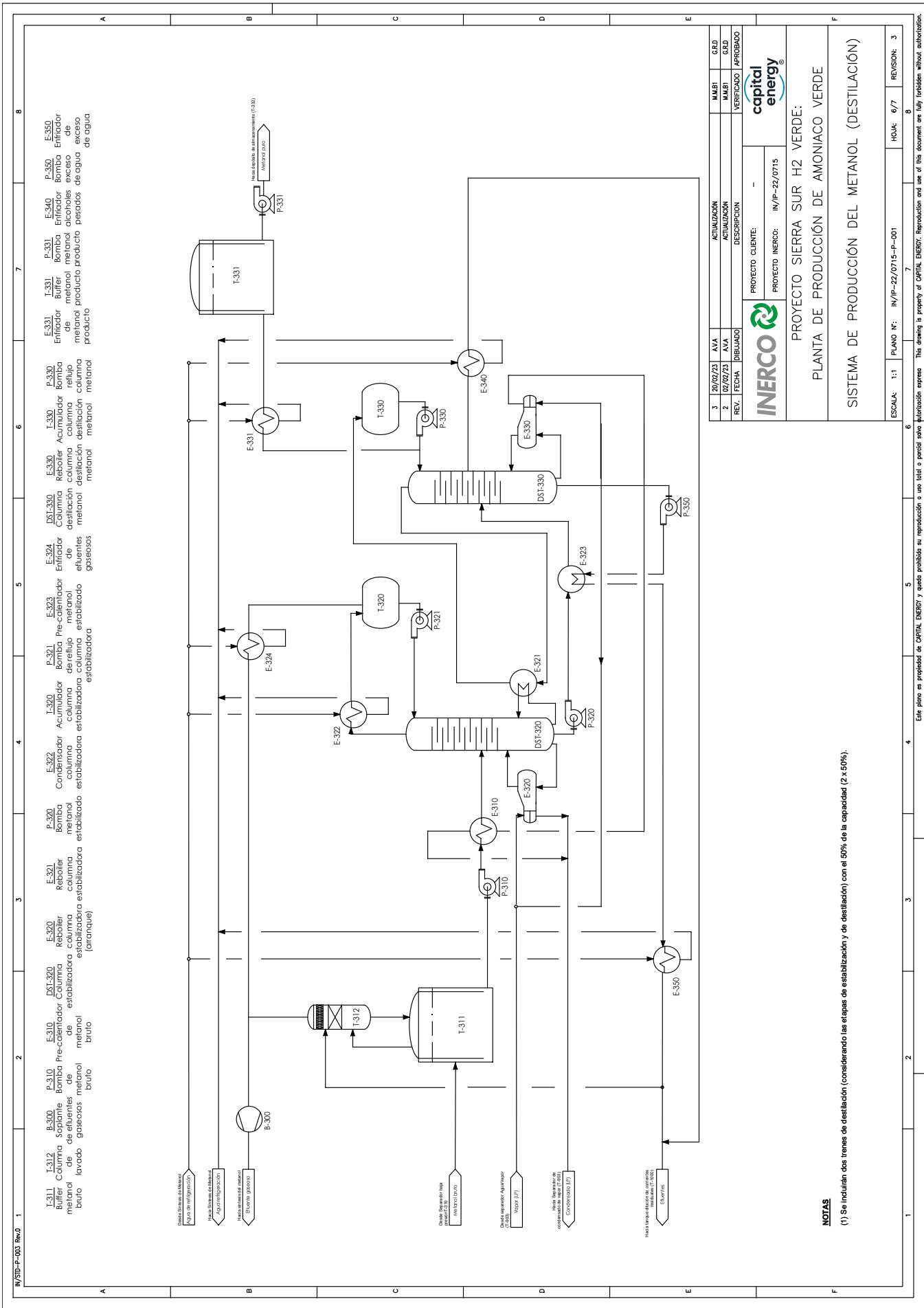


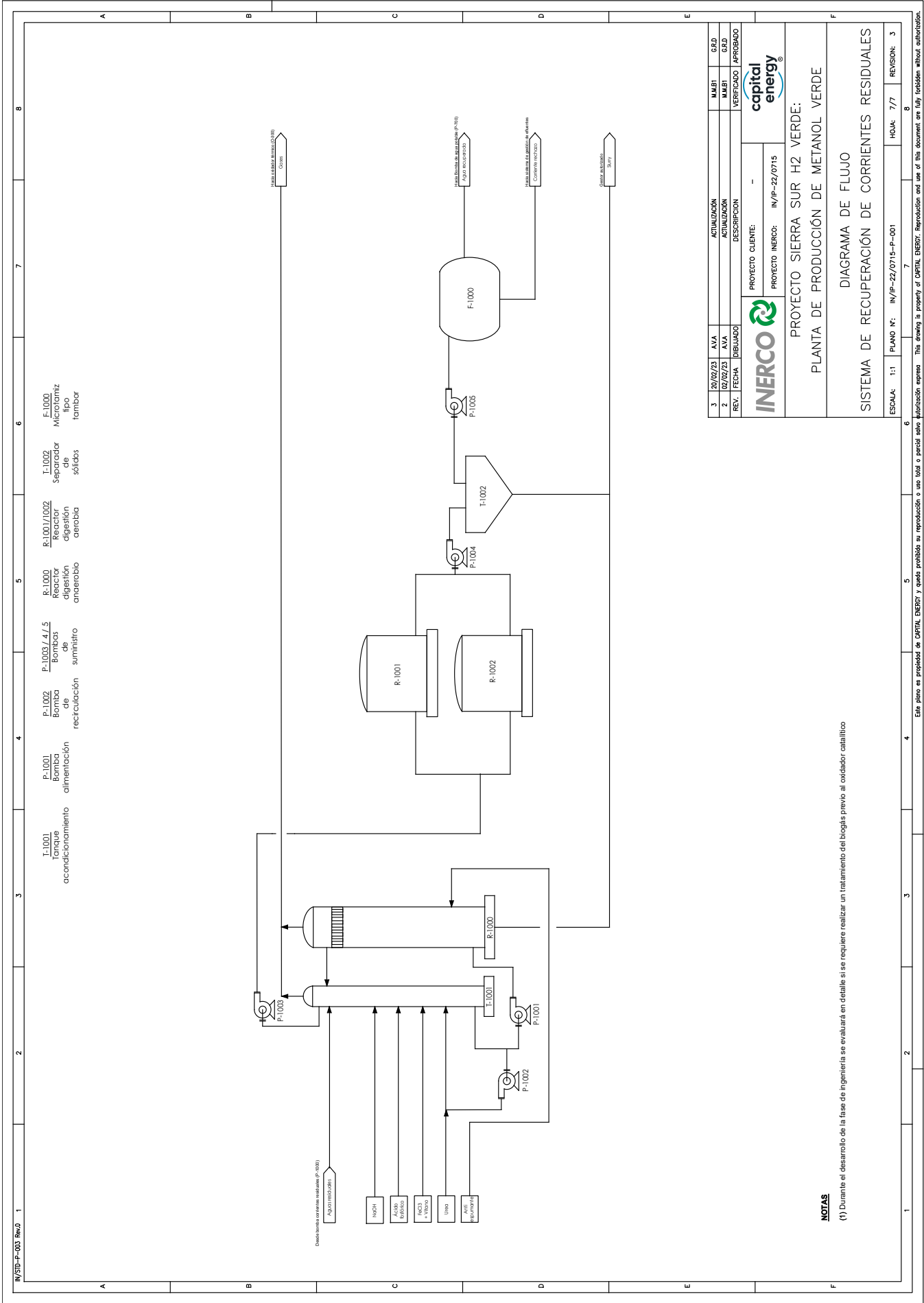













NOTAS


(1) Durante el desarrollo de la fase de ingeniería se evaluará en detalle si se requiere realizar un tratamiento del biogás previo al oxidador catalítico


ANEXO I.


LISTA DE EQUIPOS


JUAN JOSE SANCHEZ DOMINGUEZ cert. elec. repr. B87998233		27/02/2024 09:51	PÁGINA 112/119
VERIFICACIÓN	PEGVEA48HC6Q4GRMFGJ9VZSZFFRVW4	https://ws050.juntadeandalucia.es:443/verificarFirma/	
			


		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	INI/P-22/0715-E-001	CLIENTE:	Capital Energy
		REVISIÓN:	3	PLANTA	Planta de producción de metanol verde
		FECHA:	20/02/2023	PROYECTO:	Sierra sur H2 verde
Lista de equipos principales					Unidad paquete
Codigo del equipo	Tipo de equipo	Descripción			
-	Módulos de stacks de electrolisis	Módulos de stacks para la producción de H ₂ (300 MW)			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
-	Módulos de potencia	Módulo de potencia (transformador y rectificador) para convertir el suministro de potencia de la subestación a las condiciones requeridas por los módulos de stacks.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
E-100	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor para la gestión del calor en los módulos de stacks. El medio frío es agua de refrigeración procedente de la bomba del circuito cerrado (P-600).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
P-100	Bomba	Bomba de recirculación de electrolito, que suministra un flujo constante de electrolito a través de los módulos de stacks y los separadores.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
P-101	Bomba	Bomba del circuito de refrigeración del Scrubber (T-103)			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
T-101	Tanque	Tanque de almacenamiento de la solución electrolítica líquida (electrolito).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
F-100	Filtro	Filtro para eliminar las potenciales partículas sólidas presentes en la corriente de electrolito aguas arriba de los módulos de stacks			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
T-102	Separador gas - líquido	Separador de oxígeno - electrolito a la salida del ánodo.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
T-100	Separador gas - líquido	Separador de hidrógeno - electrolito a la salida del cátodo.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
E-101	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor para enfriar el agua del Scrubber (T-103). El medio frío es agua de refrigeración procedente de la bomba del circuito cerrado (P-600).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
T-103	Scrubber	Torre de lavado para eliminar el electrolito residual en la corriente de hidrógeno procedente de T-100.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
R-100	Recombinador catalítico	Unidad DeOxO para eliminar el oxígeno residual de la corriente de hidrógeno mediante un proceso de combustión catalítica.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
E-102	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor para enfriar y condensar el agua aguas abajo de la unidad deoxo (R-100). El medio frío es agua de refrigeración procedente de la bomba del circuito cerrado (P-600).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
T-104	Separador gas - líquido	Separador para eliminar el agua condensada de la corriente de hidrógeno aguas abajo del enfriador (E-102).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
E-103	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor para subenfriar y condensar el agua aguas bajo del intercambiador de calor E-102. El medio frío es agua de refrigeración del enfriador eléctrico (E-105).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
T-105	Separador gas - líquido	Separador para eliminar el agua condensada de la corriente de hidrógeno aguas abajo del enfriador (E-103).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
DR-100 / DR-101	Secadores	Lechos de adsorción para secar la corriente de hidrógeno gas hasta un nivel de humedad residual de 10 ppmv.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
E-104	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor para enfriar y condensar el agua de la corriente de hidrógeno aguas debajo de cada secador (DR-100 y DR-101) durante la fase de regeneración. El medio frío es agua de refrigeración procedente de la bomba del circuito cerrado (P-600).			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
T-106	Separador gas - líquido	Separador para eliminar el agua condensada de la corriente de hidrógeno aguas abajo del enfriador (E-104)			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
B-100	Soplante	Soplante de recirculación del hidrógeno, que provee de un flujo constante de gas seco a través de cada secador (DR-100 y DR-101) durante la etapa de regeneración.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)


		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	INI/P-22/0715-E-001	CUENTE:	Capital Energy
		REVISIÓN:	3	PLANTA	Planta de producción de metanol verde
		FECHA:	20/02/2023	PROYECTO:	Sierra sur H2 verde
Lista de equipos principales		Descripción			Unidad paquete
Codigo del equipo	Tipo de equipo				
H-100	Calentador eléctrico	Calentador eléctrico para calentar la corriente de hidrógeno recirculada aguas arriba de cada secador durante la etapa de regeneración.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
F-101	Filtro	Filtro que elimina las partículas presentes en el hidrógeno seco procedente de los secadores (DR-100 y DR-101)			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
E-105	Enfriador eléctrico	Enfriador para el suministro de agua de refrigeración para el subenfriado de la corriente de hidrógeno en el intercambiador de calor E-103.			Sistema de producción de H ₂ (Electrolizador + purificación + unidad de secado)
C-100	Compresor	Compresor aguas arriba del tanque (T-107) que permite la compresión de parte del hidrógeno producido por la planta de electrolisis a una presión de 200 bar.			Sistema de almacenamiento presurizado de hidrógeno
T-107	Tanque presurizado	Almacenamiento en cilindros a alta presión (200 bar) del hidrógeno			Sistema de almacenamiento presurizado de hidrógeno
T-200	Tanque presurizado	Tanque esférico de almacenamiento de CO ₂ líquido (10.000 t)			Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂
E-200	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor que permite condensar el CO ₂ vapor procedente del CO ₂ ducto mediante un fluido frío (NH ₃ refrigerado).			Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂
H-200	Calentador	Vaporizador que permite la evaporación de la corriente líquida de CO ₂ procedente del tanque de almacenamiento (T-200) para su uso en proceso.			Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂
C-200	Compresor	Compresor que permite adaptar la presión de la corriente vapor de CO ₂ procedente del vaporizador H-200 a la presión requerida en el proceso.			Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂
C-201	Compresor	Compresor del sistema de refrigeración de amoníaco			Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂
E-201	Aerocondensador	Aerocondensadores que condensan la corriente vapor a alta presión procedente del compresor de refrigeración aguas arriba de la válvula de expansión V-200			Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂
V-200	Válvula	Válvula de expansión que permite el enfriamiento de la corriente de NH ₃ refrigerante del grupo de frío.			Sistema de almacenamiento y suministro de CO ₂
F-700	Filtro	Filtro multimedio/carbón activo para eliminar las partículas sólidas en suspensión con un tamaño mayor de 5 µm y cloro libre.			Sistema de tratamiento de agua
F-701	Suavizador de agua	Suavizador de agua para reducir su dureza.			Sistema de tratamiento de agua
F-702	Filtro	Microfiltro para eliminar los sólidos en suspensión y disueltos con tamaños de hasta 0,1 µm.			Sistema de tratamiento de agua
P-700	Bomba	Bomba para el suministro de agua bruta del tanque T-700 al sistema de tratamiento de agua			Sistema de tratamiento de agua
P-701	Bomba	Bomba para lavado a contracorriente del filtro F-700			Sistema de tratamiento de agua
P-702	Bomba	Bomba de suministro de agua a la primera etapa de ósmosis inversa (F-703).			Sistema de tratamiento de agua

		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	INI/P-22/0715-E-001	CLIENTE:	Capital Energy
		REVISIÓN:	3	PLANTA	Planta de producción de metanol verde
		FECHA:	20/02/2023	PROYECTO:	Sierra sur H2 verde
Lista de equipos principales		Descripción			
Codigo del equipo	Tipo de equipo	Unidad paquete			
F-703	Sistema de osmosis inversa	Primera etapa del sistema de osmosis inversa			
T-701	Tanque	Tanque para la dosificación de NaOH			
P-703	Bomba	Bomba de suministro de agua a la segunda etapa de osmosis inversa (F-704).			
F-704	Sistema de osmosis inversa	Segunda etapa del sistema de osmosis inversa			
F-705	Filtro	Microfiltro para proteger el sistema de electrodesionización (F-706) del bloqueo mecánico.			
F-706	Sistema de electrodesionización	Sistema de electrodesionización para eliminar los iones catiónicos, aniónicos y de silicio remanentes en la corriente de agua osmotizada.			
T-750	Tanque	Tanque de almacenamiento para almacenar el agua desmineralizada procedente del sistema de electrodesionización (F-706).			
P-750	Bomba	Bomba de suministro para suministrar agua desmineralizada a los módulos del stack y al circuito cerrado de refrigeración de agua desmineralizada.			
T-700	Tanque	Tanque de almacenamiento de agua bruta procedente de la red de suministro del polígono industrial.			
P-600	Bomba	Bomba de recirculación del circuito de refrigeración de agua desmineralizada que da servicio a el sistema de producción de H2.			
E-600	Aerocondesadores	Aerocondensadores del circuito de refrigeración de agua desmineralizada que da servicio a el sistema de producción de H2.			
P-601	Bomba	Bomba de recirculación del circuito de refrigeración de agua desmineralizada que da servicio a el sistema de producción de metanol y a los compresores C-100 y C-200.			
E-601	Aerocondesadores	Aerocondensadores del circuito de refrigeración de agua desmineralizada que da servicio a el sistema de producción de metanol y a los compresores C-100 y C-200.			
T-332	Tanque	Tanque de almacenamiento de metanol a presión atmosférica			
P-332	Bombas	Bombas de metanol, situadas aguas abajo del tanque de almacenamiento a temperatura ambiente (T-332) que permiten el llenado de las cisternas de metanol (LA-301/303/305/307/309)			
Q-330	Sistema de combustión	Sistema de combustión para quemar los vientos de seguridad provenientes del sistema de producción de metanol y del tanque de almacenamiento de metanol			
G-1000	Unidad de recuperación de vapores	VRU de tecnología de adsorción que permite recuperar los vapores generadores en la carga de los camiones sistema con el metanol.			
LA-331	Brazos de carga	Brazos de carga del metanol líquido en los vagones sistema			
LA-333	Brazos de carga	Brazos de carga del metanol líquido en los vagones sistema			
LA-335	Brazos de carga	Brazos de carga del metanol líquido en los vagones sistema			
LA-337	Brazos de carga	Brazos de carga del metanol líquido en los vagones sistema			
LA-339	Brazos de carga	Brazos de carga del metanol líquido en los vagones sistema			

		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	INI/P-22/0715-E-001	CUENTE:	Capital Energy
		REVISIÓN:	3	PLANTA	Planta de producción de metanol verde
		FECHA:	20/02/2023	PROYECTO:	Sierra sur H2 verde
Lista de equipos principales		Descripción			
Codigo del equipo	Tipo de equipo	Unidad paquete			
LA-330	Brazos de carga	Brazos de retorno de vapor de metanol a la unidad de recuperación de vapores (VRU) previa expulsión a atmosfera			
LA-332	Brazos de carga	Brazos de retorno de vapor de metanol a la unidad de recuperación de vapores (VRU) previa expulsión a atmosfera			
LA-334	Brazos de carga	Brazos de retorno de vapor de metanol a la unidad de recuperación de vapores (VRU) previa expulsión a atmosfera			
LA-336	Brazos de carga	Brazos de retorno de vapor de metanol a la unidad de recuperación de vapores (VRU) previa expulsión a atmosfera			
LA-338	Brazos de carga	Brazos de retorno de vapor de metanol a la unidad de recuperación de vapores (VRU) previa expulsión a atmosfera			
M-300	Mezclador	Mezclador del hidrógeno a 30 bar procedente de la planta de electrolisis o del almacenamiento de H ₂ a alta presión (T-700) con el dióxido de carbono procedente del almacenamiento (T-200)			
C-300	Compresor	Compresor multi-etapa que incrementa la presión del syngas aguas arriba del convertidor de metanol (R-300).			
E-300	Enfriador	Enfriador interetapa del compresor (C-300). El medio frío será agua de refrigeración procedente de la bomba del circuito cerrado (P-601).			
E-302	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor que precalienta la corriente de syngas entrante al convertidor de Metanol (R-300) y enfría la corriente saliente de dicho convertidor.			
R-300	Convertidor de Metanol	Equipo donde se lleva a cabo la conversión del syngas en metanol.			
H-300	Calentador	Calentador eléctrico para calentamiento del convertidor de metanol (R-300) durante el arranque.			
E-303	Intercambiador de calor	Intercambiador de calor que enfría el metanol. El medio frío será agua de refrigeración procedente de la bomba P-601			
T-300	Separador alta presión	Tanque separador para separar el syngas residual contenida en la corriente de metanol.			
T-310	Separador de baja presión	Tanque separador para separar el syngas residual contenida en la corriente de metanol.			
C-301	Compresor	Compresor de recirculación de la corriente syngas procedente del separador de alta presión			
E-301	Enfriador	Enfriador interetapa del compresor (C-301). El medio frío será agua de refrigeración procedente de la bomba del circuito cerrado (P-601).			
O-300	Oxidador térmico	Oxidador térmico para oxidar la corriente de gases provenientes del sistema de producción de metanol (procedente del separador de baja presión T-310 y la soplante B-300), así como del biogás producido en el sistema de recuperación de corrientes residuales, previa expulsión de los mismos a atmósfera.			
B-300	Soplante	Soplante para impulsar el syngas residual del tanque T-320 hacia la atmosfera.			
T-311	Tanque	Tanque de almacenamiento de metanol bruto			
P-310	Bomba	Bomba que impulsa la corriente metanol desde el tanque T-311 hasta la columna estabilizadora (DST-320).			
E-310	Calentador	Intercambiador de calor donde la corriente de metanol aguas arriba de la columna estabilizadora DST-320 se calienta mediante el intercambio térmico con la corriente procedente del rebolir de la columna de destilación (E-330)			
DST-320	Reactor	Columna estabilizadora			
E-320	Rehervidor	Rebolir para proporcionar calor a la parte inferior de la columna DST-320. La corriente caliente será la vapor a baja presión procedente del separador agua/vapor (T-702)			
P-320	Bomba	Bomba para impulsar la corriente de metanol desde la columna estabilizadora DST-320 a la columna de destilación DST-330.			

		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	INI/P-22/0715-E-001	CUENTE:	Capital Energy
		REVISIÓN:	3	PLANTA	Planta de producción de metanol verde
		FECHA:	20/02/2023	PROYECTO:	Sierra sur H2 verde
Lista de equipos principales		Descripción			Unidad paquete
Codigo del equipo	Tipo de equipo				
E-323	Intercambiador de calor	Precalentador del metanol estabilizado utilizando como corriente caliente el exceso de agua producido en la columna de destilación DST-330			Sistema de producción de metanol
DST-330	Reactor	Columna de destilación donde se produce el metanol puro			Sistema de producción de metanol
E-330	Rehervidor	Reboler para proporcionar calor a la parte inferior de la columna DST-330; la corriente caliente será capor a baja presión procedente del separador de baja presión T-702			Sistema de producción de metanol
E-321	Rehervidor	Reboler para proporcionar calor a la parte inferior de la columna DST-320. La corriente caliente será la vapor procedente de la columna de destilación DST-330.			Sistema de producción de metanol
T-330	Separador	Acumulador de la columna de destilación (DST-330) en la que la corriente condensada en E-321 se acumula de forma previa a su recirculación a la columna DST-330.			Sistema de producción de metanol
P-330	Bomba	Bomba para impulsar la corriente de metanol desde el acumulador de la columna de destilación de metanol T-330			Sistema de producción de metanol
E-331	Enfriador	Enfriador que enfría la corriente de metanol puro aguas arriba del deposito de almacenamiento T-331. El medio frío es agua de refrigeración procedente de la bomba P-601			Sistema de producción de metanol
E-324	Enfriador	Intercambiador de calor que enfría la corriente de efluentes gaseosos procedente del acumulador T-320. El medio frío es agua de refrigeración procedente de la bomba P-601			Sistema de producción de metanol
E-340	Enfriador	Enfriador para enfriar la corriente de alcoholes pesados procedente de la columna de destilación DST-330. El medio frío es agua de refrigeración procedente de la bomba P-601			Sistema de producción de metanol
P-350	Bomba	Bomba para impulsar el agua en exceso desde la columna de destilación DST-330			Sistema de producción de metanol
E-350	Enfriador	Enfriador para enfriar la corriente de agua en exceso procedente de la columna de destilación DST-330. El medio frío será agua de refrigeración procedente de la bomba de refrigeración P-601			Sistema de producción de metanol
T-320	Separador	Acumulador de la columna estabilizadora en la que la corriente condensada en E-322 se acumula de forma previa a su recirculación a la columna DST-320.			Sistema de producción de metanol
P-321	Bomba	Bomba para impulsar la corriente de recirculación de metanol líquido a la torre de estabilización			Sistema de producción de metanol
E-322	Enfriador	Enfriador para refrigerar la corriente vapor procedente de la torre de estabilización DST-320. El medio frío será agua de refrigeración procedente de la bomba de refrigeración P-601			Sistema de producción de metanol
T-312	Columna de lavado	Columna de lavado del syngas			Sistema de producción de metanol
T-331	Tanque	Tanque intermedio (2x) de metanol producto			Sistema de producción de metanol
P-331	Bomba	Bomba que impulsa la corriente de metanol desde los tanques intermedios de metanol producto hasta el tanque de almacenamiento.			Sistema de producción de metanol
T-900	Desgasificador	Este equipo permite la eliminación de los gases disueltos en el agua desmineralizada procedente del tanque T-750			Sistema de generación de vapor
H-900	Calentador eléctrico	Este equipo proporciona una energía térmica adicional al desgasificador (T-900) durante los arranques.			Sistema de generación de vapor

		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	INI/P-22/0715-E-001	CLIENTE:	Capital Energy
		REVISIÓN:	3	PLANTA	Planta de producción de metanol verde
		FECHA:	20/02/2023	PROYECTO:	Sierra sur H2 verde
Lista de equipos principales					
Codigo del equipo	Tipo de equipo	Descripción			Unidad paquete
P-900	Bomba de agua saturada	Bomba para el suministro de agua saturada del desgasificador de vapor (T-900) al calderín de vapor (T-901)			Sistema de generación de vapor
T-901	Calderín de vapor	Equipo que permite la generación de vapor a partir del agua saturada			Sistema de generación de vapor
H-901	Calentador eléctrico	Sistema que suministra energía térmica de apoyo durante los arranques del calderín de vapor (T-901)			Sistema de generación de vapor
T-902	Separador flash	Equipo donde se descarga el vapor saturado proveniente de la caldera eléctrica (T-905) y el calderín de vapor (T-901). El vapor saturado a baja presión se distribuirá a los reboilers de las columnas estabilizadoras (DST-320) y destilación (DST-330).			Sistema de generación de vapor
T-903	Separador	Este equipo enfría el líquido procedente del separador flash (T-902) para posteriormente bombearlo al desgasificador			Sistema de generación de vapor
E-900	Enfriador	Enfriador para condensar el vapor del tanque T-903. El medio frío será agua refrigerante procedente de la bomba P-601			Sistema de generación de vapor
P-901	Bomba	Bomba de condensado que permite la impulsión del líquido del tanque T-903 al desgasificador			Sistema de generación de vapor
T-904	Separador	Equipo que permite separar el blowdown y el vapor de agua			Sistema de generación de vapor
T-800	Deposito	Depósito de aminas			Sistema de generación de vapor
P-800	Bomba	Bomba dosificadora de aminas			Sistema de generación de vapor
T-801	Deposito	Deposito de fosfatos			Sistema de generación de vapor
P-801	Bomba	Bomba dosificadora de fosfatos			Sistema de generación de vapor
E-903	Enfriador	Equipo que permite la refrigeración del tanque T-904. El medio frío será agua de refrigeración procedente de la bomba P-601			Sistema de generación de vapor
T-905	Caldera eléctrica	Caldera eléctrica que permite calentar el agua desmineralizada por medio de electrodos introducidos en la misma produciendo vapor.			Sistema de generación de vapor
H-902	Calentador eléctrico	Sistema de electrodos que mediante la corriente eléctrica producen el vapor en la caldera eléctrica (T-905)			Sistema de generación de vapor
T-802	Depósito	Depósito de dosificación de químicos.			Sistema de generación de vapor
P-902	Bomba	Bomba de dosificación de químicos.			Sistema de generación de vapor
E-902	Enfriador	Enfriador para enfriar la muestra de agua. El medio frío será agua de refrigeración proveniente de la bomba P-601			Sistema de generación de vapor

		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	INI/P-22/0715-E-001	CLIENTE:	Capital Energy
		REVISIÓN:	3	PLANTA	Planta de producción de metanol verde
		FECHA:	20/02/2023	PROYECTO:	Sierra sur H2 verde
Lista de equipos principales			Descripción		Unidad paquete
Codigo del equipo	Tipo de equipo				
T-1000	Deposito		Tanque donde se realiza la dilución de las corrientes residuales de la destilación (agua producto y alcoholes pesados) mediante su mezcla con una corriente de agua demineralizada.		
P-1000	Bomba		Bomba que permite la impulsión del agua a tratar mediante tratamiento biológico al tanque de acondicionamiento (T-1001).		
T-1001	Deposito		Tanque de acondicionamiento donde tiene lugar la adición de aditivos en el proceso (NaOH, ácido fosfórico, FeCl3/Vitano, Urea y antiespumante).		
P-1001	Bomba		Bomba que permite la impulsión de la corriente líquida del tanque de acondicionamiento (T-1001) al reactor anaeróbico (R-1000).		
P-1002	Bomba		Bomba para la recirculación de reactivos y liquido procedente de la columna del tanque de acondicionamiento.		
P-1003	Bomba		Bomba para la impulsión de la corriente procedente del deposito de almacenamiento (T-1001) a los reactores de digestión anaerobia (R-1001/1002).		
P-1004	Bomba		Bomba que permite impulsar la corriente procedente de los reactores de digestión anaerobia (R-1001/1002) al separador de solidos (T-1002)		
P-1005	Bomba		Bomba que permite impulsar la corriente procedente del separador de solidos (T-1002) hasta el filtro de membranas (F-1000).		
R-1000	Reactor		Reactor donde las bacterias realizan la desgradación de los alcoholes		
R-1001/2	Reactor		Reactores donde se realiza la digestión anaerobia		
T-1002	Separador		Separador de solidos para clarificar el agua separando las particulas mediante microburbujas de aire disuelto.		
F-1000	Filtro		Microtamiz estilo tambor donde se eliminan los solidos de pequeño tamaño.		