

PROYECTO BÁSICO

PLANTA DE BIOGÁS DE 1.200 KW DE POTENCIA PARA LA VALORIZACIÓN DE PURINES, FRACCIÓN ORGANICA DE RESIDUOS URBANOS Y SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DE LA ALIMENTACIÓN

Promotor: Ayuntamiento de Moia

Programa: Incentivo 2

PLANTA TIPO C1. P < 1;

COMBINACIONES INCLUIDAS: T1, T2 y T3

DEFINICIÓN: Producción de biogás, aprovechamiento energético del mismo y tratamiento del digerido

Moià, octubre de 2022

INDICE DEL PROYECTO

1.	ANTECEDENTES.....	7
2.	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	7
2.1	Promotor El promotor del proyecto es el Ayuntamiento de Moià, municipio ubicado en la comarca de Osona en la provincia de Barcelona.....	7
2.2	Equipo redactor.....	7
2.3	Objeto del proyecto.....	7
2.4	Ubicación y clasificación del suelo.....	8
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
3.1	Descripción General del Proceso.....	8
3.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS T1. Planta de Biogás.....	11
3.2.1	Recepción de las materias primas.....	11
3.2.2	Digestor anaeróbico.....	12
3.2.3	Gasómetro.....	12
3.3	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS T2.1 Generación eléctrica y aprovechamiento de calor.....	12
3.3.1	Acondicionamiento del biogás.....	13
3.3.2	Combustión de biogás y generación eléctrica.....	13
3.3.3	Recuperación de calor.....	13
3.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE DIGERIDO T3. Tratamiento de digerido.....	14
3.4.1	Separación de la fracción líquida y sólida.....	15
3.4.2	Tratamiento fracción líquida.....	15
3.4.3	Tratamiento de la fracción sólida.....	16
4.	DIGESTIÓN ANAEROBIA: FUNDAMENTOS.....	17
4.1	Etapas del proceso biológico.....	17
4.2	Factores y parámetros del proceso biológico.....	17
4.2.1	Materia orgánica.....	17
4.2.2	Nutrientes e inhibidores.....	18
4.2.3	Temperatura y pH.....	18
4.2.4	Tiempo de retención.....	18
4.2.5	Biogás: características.....	19
5.	BALANCE DE MATERIA.....	19
5.1	Materia Primas.....	19

6.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	22
6.1	Movimiento de tierras.....	22
	Se ejecutarán los siguientes movimientos de tierras:	22
6.2	Elementos de obra. Hormigón armado.....	23
6.3	Conexiones exteriores.....	23
6.3.1	Conexión a la red eléctrica.....	23
6.3.2	Acometida de agua.....	23
6.3.3	Acometida de saneamiento	23
6.3.4	Urbanización.....	24
7.	FOCOS DE EMISIÓN EN LA PLANTA DE BIOGÁS.	24
7.1	Almacenamiento del digerido	24
7.2	Almacén y entrada de las materias primas	25
7.3	Fermentación y producción de biogás en la planta.	25
7.4	Aprovechamiento de biogás en los CHP	25
7.5	Trasiego de los sustratos.....	26
7.6	Focos de emisión móviles	26
8.	MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA PLANTA DE BIOGÁS.	26
8.1	Recepción del sustrato y aplicación del digerido.....	27
8.2	Almacén y entrada de las materias primas.....	27
8.3	Fermentación y producción de biogás en la planta.	27
8.4	Aprovechamiento de biogás en el CHP.....	28
8.5	Control de las emisiones de ruido.....	31
9.	INSTRUCCIONES PARA LA SEGURIDAD DE LA PLANTA DE BIOGÁS	32
9.1	Medidas para la protección de los alrededores.....	32
9.2	Posibles emisiones en caso de avería de la unidad de operación	33
9.3	Medidas para impedir un fallo de operación.....	33
9.3.1	Digestores.....	33
9.3.2	Almacén de gas.	33
9.3.3	CHP.....	34
10.	SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE BIOGÁS.	34
11.	EFFECTOS AMBIENTALES.	35
11.1	Atmósfera.....	35
11.2	Ruido.	36
11.3	Residuos generados por la planta de biogás.....	37

11.4	Olores.....	37
11.5	Vertidos.....	38
11.6	Consumo de agua.....	38
11.7	Gestión de residuos orgánicos no peligrosos.....	38
12.	MARCO LEGAL.....	39
12.1	Normativa de protección ambiental y urbanística.....	39
12.2	Normativa eléctrica.....	39
12.4	Normativa industrial adicional.....	40
12.5	Normativa de construcción/Estructuras.....	40

DOCUMENTO 1. MEMORIA TÉCNICA T1. INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS, PROCESO EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO

1.	INSTALACIONES T1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.....	44
2.	BÁSCULA DE PESAJE.....	45
3.	DEPÓSITO DE MATERIAS PRIMAS.....	45
3.1.	Depósito de purines.....	45
4.	EQUIPOS DE HIGIENIZACIÓN Y MEZCLA.....	45
5.	CARGADOR DE SÓLIDOS.....	47
6.	DIGESTORES ANAEROBIOS.....	47
6.1.	Sistema de calefacción y aislamiento térmico.....	48
6.2.	Agitación en los digestores.....	48
6.3.	Equipamiento de los digestores.....	49
7.	INSTRUMENTACIÓN.....	49
8.	SISTEMA DE DESULFURACIÓN BIOLÓGICA INTERNA.....	49
9.	ALMACENAMIENTO DE GAS.....	50

DOCUMENTO 2. MEMORIA TÉCNICA T2. INSTALACIÓN DE APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS, PROCESO, EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO

1.	INSTALACIONES T2. APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS CON INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD CON BIOGÁS. MOTORES DE COGENERACIÓN.....	54
2.	BALANCE DE ENERGÍA.....	54
3.	MODULO DE COGENERACIÓN.....	56
4.	ENFRIADOR DE GAS.....	57

5. CANALIZACIÓN DEL BIOGÁS	57
6. CONEXIONADO HIDRÁULICO.	57
7. EQUIPO DE SEGURIDAD EN CASO DE FALLO DEL CHP	58

DOCUMENTO 3. MEMORIA TÉCNICA T3. INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO DEL DIGERIDO, PROCESO EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO

1. INSTALACIONES T3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE DIGERIDO	61
2. SEPARACION DE LAS FASES DEL GIGESTATO.....	62
3. TRATAMIENTO DE LA FRACCIÓN LÍQUIDA	63
4. TRATAMIENTO DE LA FRACCIÓN SÓLIDA SECADO.....	63
4.1. Intercambiador de calor aire/agua e Intercambiador de calor aire/aire.....	63
4.2. Turbo secador RINA-JET en régimen en continuo mediante un flujo continuo de aire caliente de RINA JET.....	63
4.3. Filtrado y Pelletizado	64
4.4. Conducciones de sustrato y digerido.	64

DOCUMENTO 4. PLANOS

- Plano 1. Emplazamiento y situación
- Plano 2. Implantación
- Plano 3. Equipos
- Plano 4. Esquema de flujo
- Plano 5. Diagrama de proceso de cogeneración
- Plano 6. Diagrama de tratamiento de depuración
- Plano 7. Diagrama del proceso de secado
- Plano 8. Diagrama unifilar BT
- Plano 9. Diagrama unifilar AT

1. ANTECEDENTES.

El Ayuntamiento de Moià se plantea la construcción de una planta de Biogás de una capacidad de 31.000 Tn/año para el tratamiento y valorización de los siguientes residuos.

- Purines
- Residuos de la Industria Alimentaria.
- Fracción orgánica de los residuos urbanos.

Una planta de biogás es una instalación ecológica, hermética e inodora, que consiste en dispositivos que producen electricidad, calor y fertilizante a partir de subproductos orgánicos, que opera sobre la base de una fuente de energía renovable como es el metano contenido en el biogás y que es transformado durante el proceso de digestión anaeróbica de varias sustancias orgánicas.

El presente documento constituye una memoria descriptiva y técnica del PROYECTO DE PLANTA DE BIOGÁS DE 1200 KW DE PURINES Y SUBPRODUCTOS AGROALIMENTARIOS, que servirá como documento técnico para formalizar la primera convocatoria del programa de incentivos a proyectos singulares de instalaciones de Biogás, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

2.1. Promotor

El promotor del proyecto es el Ayuntamiento de Moià, municipio ubicado en la comarca de Osona en la provincia de Barcelona.

2.2. Equipo redactor

El redactor del presente proyecto es el Ingeniero Industrial e Ingeniero Químico, Juan Luis Argelich Casals, colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña con el nº 9.054.

2.3. Objeto del proyecto

El objetivo del proyecto es la construcción de una planta de biogás para el tratamiento y valorización de la fracción orgánica de residuos urbanos (biorresiduos), de purines de explotaciones ganaderas del municipio, y valorización de residuos de la industria alimentaria que cumplan con la jerarquía de residuos establecidos en la ley de residuos, con el fin de producir, energía y fertilizantes, usando como materia prima los residuos señalados

La planta constará de cuatro instalaciones principales, de operación independiente entre sí:

- Una planta de biogás para la digestión anaerobia en codigestión para el tratamiento de 31.000 toneladas/año
- Una planta de cogeneración para la generación de electricidad y calor.

- Una planta de secado de la fracción sólida del digerido para la fabricación de fertilizante
- Un sistema de depuradora de la fracción líquida de los digeridos de la planta de biogás

La planta de biogás servirá a su vez para generar la energía eléctrica y térmica necesaria para los procesos de transformación descritos anteriormente.

El proyecto pretende convertirse en una instalación de referencia para la valorización de subproductos animales, generando importantes beneficios socioeconómicos en la comarca.

2.4. Ubicación y clasificación del suelo

La planta de biogás se sitúa en el término municipal de Moià (provincia de Barcelona), en una parcela industrial propiedad del Ayuntamiento situada en la Ctra. C-59, con referencia catastral 08137A009000980000IG.

La planta de biogás se ubica en un suelo Rústico clasificado de uso agrario, cumpliendo, previo trámite de licencias, con los requisitos ambientales y urbanísticos.

La parcela linda con otras parcelas con suelo agrario por el norte, sur y este, limitando al oeste con el vial de acceso con salida a la Ctra. C-59 por el cual se tiene acceso rodado. Al lado de la parcela, por la zona viaria hay una línea de media tensión.

En el plano P01 se incluye un mapa con la localización geográfica exacta de la parcela y de la ubicación de la planta de biogás dentro de la misma.

No se ha detectado en la parcela ni en las parcelas adyacentes ninguna zona de especial protección ambiental, natural, paisajística, cultural o de entorno que imposibilite la ejecución del proyecto.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

3.1. Descripción General del Proceso.

El proceso llevado a cabo en la planta de biogás es continuo porque diariamente (entre dos y tres veces diarias) se alimenta el primer tanque anaerobio circular (digestor) con los sustratos disponibles. La primera fase consiste en la recepción de las diferentes materias orgánicas, tanto de procedencia animal como vegetal que son clasificadas debidamente según el formato sólido, líquido o semilíquido que presenten, procediendo a la dosificación del producto a incorporar en el proceso de digestión anaerobio

La actividad de valorización energética llevada a cabo en la planta de biogás tiene como primera etapa la recepción de las materias primas en los depósitos de recepción. El sustrato principal que será valorizado en la planta de biogás son los purines, residuos de la fracción orgánica y residuos de la industria alimentaria y mataderos.

Los sustratos llegan a la planta en camiones y vehículos agrícolas y se descargan en la mayor parte directamente sobre la fosa de recepción o, los subproductos que requieran ser higienizados o sus envoltorios separados pasarán por las respectivas unidades especiales.

La circulación de la mezcla de sustrato de la fosa de almacenamiento al digestor y la evacuación del sustrato digerido una vez se llega al nivel máximo de llenado se realiza por medio de la bomba central.

En el digestor se lleva a cabo el proceso de digestión anaerobia con un tiempo estimado de entre 35 y 45 días, donde se convierte cerca del 90% de la materia orgánica biodegradable en biogás. Estos digestores están cubiertos por una lámina de polietileno cubierta de PVC Reforzado, que permite generar un ambiente anaerobio y a su vez, impide la emisión de gases contaminantes y la emanación de malos olores.

El biogás se almacena momentáneamente en los techos de los digestores y se envía a los motores de cogeneración, que transforma la energía del metano en electricidad con gran eficiencia. También se instalan los equipos de extracción, almacenamiento y depuración del biogás, así como todos los mecanismos de seguridad necesarios (antorcha).

El diseño de esta planta de biogás permite la producción continua de biogás mediante la automatización del proceso completo, tanto la carga del digestor con sustrato como la descarga del digerido.

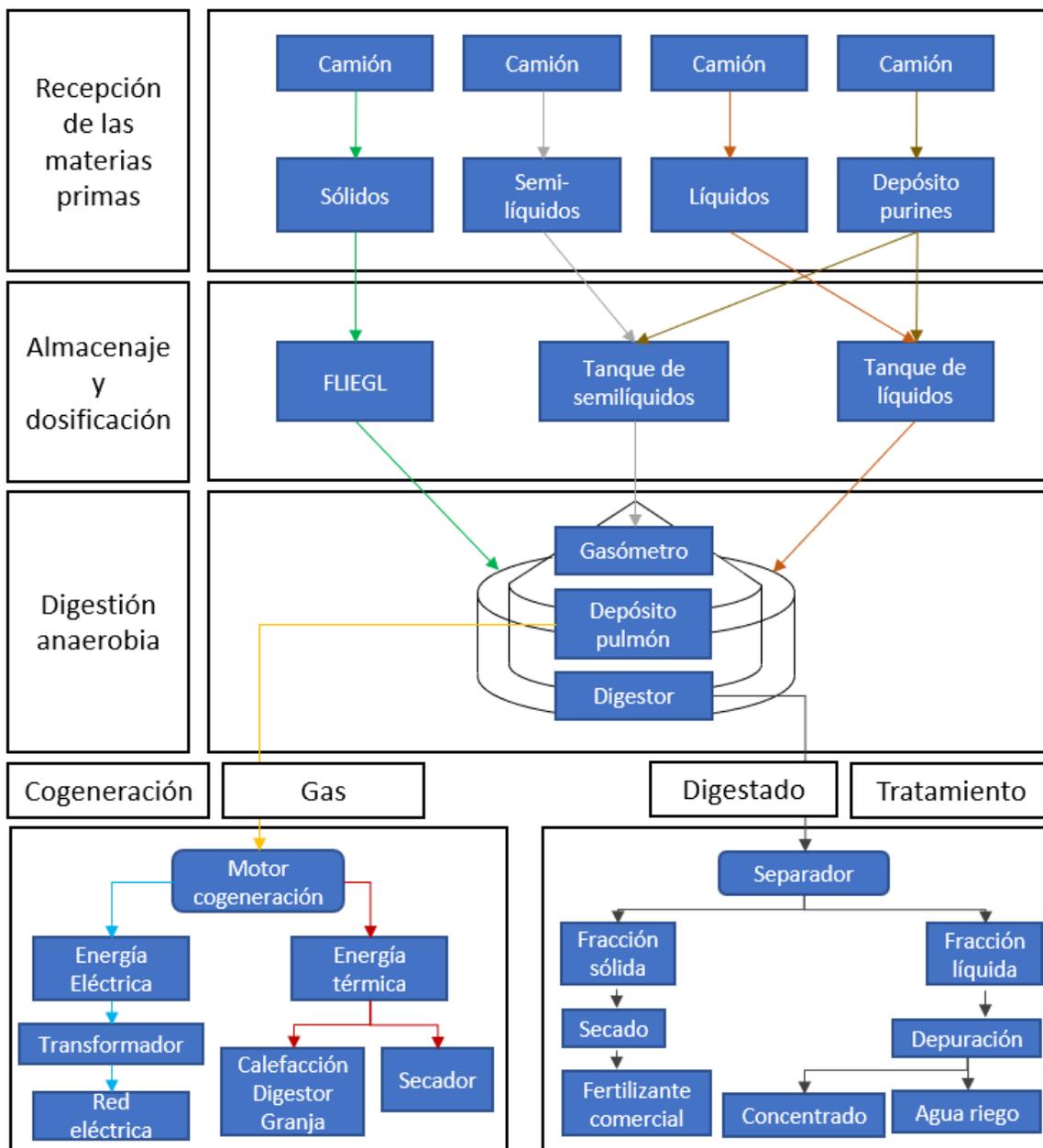
La energía eléctrica es inyectada a la red, mientras que la calefacción se usa en el propio proceso productivo para elevar la temperatura del digestor y para el proceso de secado de los fangos generados.

Una vez realizado el proceso de obtención del biogás, el producto resultante digerido es fraccionado en el sólido y líquidos resultantes.

El líquido se somete al proceso de ósmosis para la obtención de un efluente depurado con destino a riego y un concentrado que es añadido en una proporción entre el 5% y el 15% al producto sólido resultante de la digestión que, previo secado, es el producto objeto de comercialización, como fertilizante.

A continuación, se muestra el esquema de funcionamiento de la planta de biogás en su conjunto y del detalle del proceso de tratamiento del digerido.

En el siguiente esquema se muestra el proceso del presente proyecto:



La planta de biogás tiene como objeto la valorización energética de los purines, residuos agroalimentarios y la fracción orgánica de los residuos urbanos, y con este fin aprovecha un proceso biológico natural, llevado a cabo en instalaciones que permiten acelerar y optimizar la producción y llevarla a cabo bajo condiciones controladas.

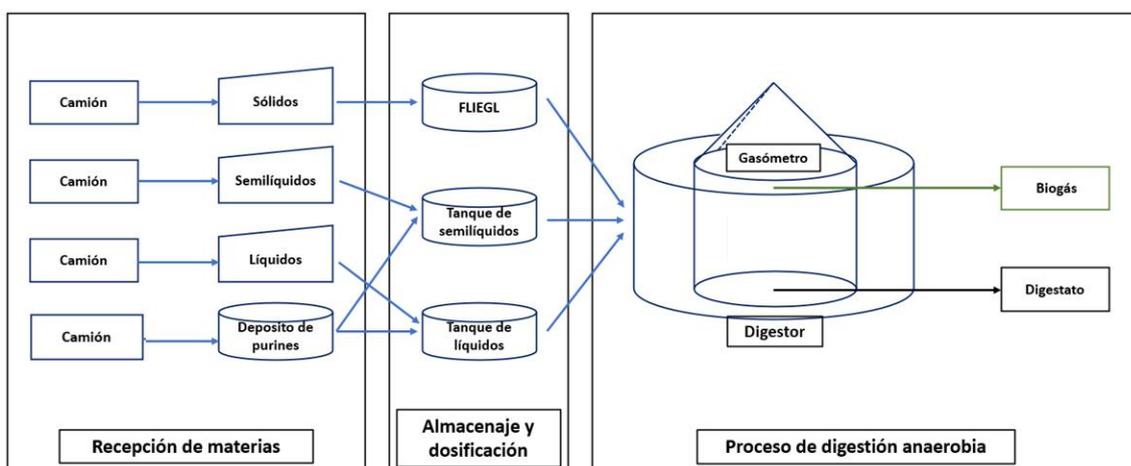
El diseño propuesto para este proyecto se basa en la aplicación de una tecnología asentada, cuyo éxito y seguridad están demostrados por su amplia difusión en toda Europa. En España existe la planta de SELECCIÓN DESEURAS en funcionamiento desde hace prácticamente 10 años, en el municipio de Sant Bartomeu del Grau, y desarrollada por BIOGÁS VIC que se aglutina diferentes tecnologías.

Los años de experiencia en la construcción y explotación de esta planta de biogás aportan un conocimiento sobre la biología del proceso, sobre el potencial y las limitaciones de una amplia gama de sustratos orgánicos y sobre las ventajas y las limitaciones de las distintas opciones disponibles respecto al diseño, a los equipos y a los materiales.

El presente proyecto parte de la experiencia y al conocimiento que de ella deriva, es posible optimizar una planta de biogás, maximizando la producción de biogás, minimizando el autoconsumo eléctrico y térmico y reduciendo al mínimo los costes y necesidades de mantenimiento.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS T1. Planta de Biogás

El proceso de la planta de Biogás sigue el siguiente esquema



3.2.1. Recepción de las materias primas

Hay tres tipos de fuentes de alimentación en el proceso de digestión: purines, fracción orgánica de residuos urbanos y residuos sólidos y líquidos agroalimentarios.

Todos los camiones, en el momento de entrar en la planta, serán pesados en las básculas, para saber la cantidad de producto que será utilizada.

Los purines de cerdo se recogen en un depósito subterráneo de fondo plano.

Los residuos de la industria alimentaria líquidos y semilíquidos se almacenan también en un depósito sellado.

Desde este depósito, se bombean ambos a un tanque de mezcla donde se homogenizan para que, mediante un equipo de bombeo, sean introducidos en el digestor.

La fracción orgánica de los residuos urbanos y los residuos se almacenan en un depósito de sólidos para posteriormente mediante un dosificador tipo FLIEGL que se introducen al digestor mediante una báscula dosificadora.

Mediante un control informatizado, los diferentes residuos se introducen al digestor según un programa preestablecido.

3.2.2. Digestor anaeróbico

El digestor está conformado por dos depósitos concéntricos, un depósito anular primario termófilo de 5.000 m³ (diámetro exterior 42 metros y altura 6,00 metros), otro depósito central secundario mesófilo de 3.000 m³ (diámetro 26 m), de manera que hay menor necesidad de calor.

- Anillo exterior termófilo (5.000 m³).
- Anillo interior mesófilo (3.000 m³).

En el anillo exterior es donde se realiza principalmente la digestión anaerobia y la mayor parte de la producción de biogás. Este anillo se encuentra equipado con un sistema de calefacción que emplea parte del agua caliente generada en el motor, para mantener una temperatura constante en el digestor de 52-53 °C (digestión termófila).

La materia orgánica ya digerida pasa al anillo interior donde se acumula para seguir realizando las últimas etapas de la valorización a 30 -35 °C. En el anillo interior también se produce biogás (en menor cantidad, pero de mejor calidad), donde se mantienen las condiciones con un circuito de calefacción. Además, se dispone de sistema de agitación y mezcla a diferentes alturas en los 2 anillos.

Los digestores son de hormigón armado y con una aislante térmico en el exterior, de los 6 metros de altura, 4 están enterrados, para una menor necesidad de calor.

Como instalaciones complementarias tienen, un sistema de agitación central y lateral y un sistema de bombas, tuberías y válvulas automatizadas de transferencia de líquidos con PLC.

3.3. Gasómetro

El biogás producido en ambos anillos del digestor se acumula y recoge en el gasómetro (anillo interior que actúa como digestor y acumulador de biogás), donde se condiciona para su combustión. El gasómetro tiene una primera membrana interior de 350 m³ de capacidad que contiene el biogás y una segunda membrana exterior rellena con aire que da forma y mantiene la lona.

La presión gasométrica es de 2 a 3 mbar, en caso de sobrepresión dentro del gasómetro, este dispone de dos sistemas de seguridad para aliviar la presión, como son la antorcha automática de 300 m³/h y las válvulas mecánicas de seguridad.

3.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS T2.1 Generación eléctrica y aprovechamiento de calor.

En el presente apartado se efectúa una pequeña reseña del proceso que se desarrolla con más detalle en el **Documento 2. Memoria técnica del Sistema de Cogeneración.**

3.4.1. Acondicionamiento del biogás.

La desulfuración del biogás se hace biológicamente. Dentro del propio digestor hay bacterias consumidoras de sulfuro, que sobreviven gracias a que en el digestor se mantiene una proporción de oxígeno del 0,2%.

A la salida del gasómetro el biogás se enfría hasta los 15 °C (se encuentra a unos 35°C) y se elimina la humedad. Para el enfriamiento se hace uso de un intercambiador agua fría/biogás. El agua se enfría mediante el uso de una refrigeradora. Una vez enfriado el biogás se conduce hasta la soplante que le dará la presión suficiente de 50 mbar requeridos en el motor.

3.4.2. Combustión de biogás y generación eléctrica.

El biogás se utilizará como combustible en **2 motogeneradores de 600 kWe cada uno**, ubicados en la sala de cogeneración, estos generan conjuntamente electricidad y energía térmica. En la sala de al lado del mismo edificio, se encuentra la instrumentación y control del proceso, así como los cuadros de generación eléctrica en BT.

3.4.3. Recuperación de calor

El sistema de refrigeración del motor genera agua caliente a dos temperaturas diferentes, siendo en ambos casos el agua con glicol, el fluido térmico empleado.

- Circuito de alta temperatura (recuperación de calor del circuito de camisas de los cilindros y aceite de lubricación)
- Circuito de baja temperatura (recuperación de calor de la segunda etapa del interenfriador)

Ambos circuitos de refrigeración disponen de los correspondientes aerorefrigeradores, que permiten disipar la energía térmica recuperada y asegurar que el agua de refrigeración del motor no supere las temperaturas de consigna recomendadas (44 °C retorno de circuito LT y 78 °C retorno circuito de HT):

- 550 kWt para el circuito de alta temperatura (HT)
- 330 kWt para el circuito de baja temperatura (LT)

La recuperación de calor de la instalación consistirá en el aprovechamiento de la energía térmica del circuito de alta temperatura del motor mediante un intercambiador de placas para elevar la temperatura del agua caliente del circuito de recuperación desde los 78 °C, hasta los 85-88 °C, esto conformará el primer escalón en el aprovechamiento térmico.

Posteriormente, en el segundo escalón del aprovechamiento térmico, se lleva el agua caliente a 85-88 °C al generador de agua caliente de recuperación, que aprovechará el calor que proviene de la salida de humos del motor para elevar la temperatura del agua hasta los 90-96 °C.

Por tanto, el calor contenido en los gases de combustión se recupera en un intercambiador de calor (caldera de recuperación). Una vez pasado por el haz tubular de la caldera, los gases se dirigen a través

de un silenciador a otro intercambiador aire/aire para utilizarse el secado del digerido, para posteriormente ir a la atmósfera, tras la cesión de la energía al fluido caloportador.

Los gases serán enviados a la atmósfera aproximadamente a unos 180 °C a través de la chimenea.

La energía térmica recuperada se empleará para los siguientes usos diferentes:

- Agua caliente para el digestor.
- Agua caliente para calentar aire caliente.
- Aire caliente para el secado del digerido.

La recuperación de calor de la instalación consistirá en aprovechar la energía térmica del circuito de alta temperatura del motor mediante un intercambiador de placas para elevar la temperatura del agua caliente del circuito de recuperación desde los 78 °C, hasta los 85-88 °C, esto conformará el primer escalón en el aprovechamiento térmico.

Posteriormente, en el segundo escalón del aprovechamiento térmico, se lleva el agua caliente a 85-88 °C al generador de agua caliente de recuperación, que aprovechará el calor que proviene de la salida de humos del motor para elevar la temperatura del agua hasta los 90-96 °C.

Por tanto, el calor contenido en los gases de combustión se recupera en un intercambiador de calor (caldera de recuperación). Una vez pasado por el haz tubular de la caldera, los gases se dirigen a través de un silenciador a la atmósfera tras la cesión de la energía al fluido caloportador.

Los humos serán enviados a un intercambiador aire/humos, para calentar el aire del secador a 150 °C, emitiendo los humos a la atmósfera aproximadamente a unos 180 °C a través de la chimenea.

Por tanto, la energía térmica recuperada se empleará en forma del agua caliente obtenida mediante los dos escalones de aprovechamiento térmico, es enviada a un intercambiador de placas agua-agua, donde se obtiene el agua caliente de consumo requerida (80 °C aprox.). Desde un colector se distribuye a los diferentes usos de la planta y secado.

Tanto el sistema de calentamiento del digestor, disponen de sus correspondientes caderas de apoyo, de forma que en caso de que la instalación de cogeneración se encuentre fuera de uso, o el agua caliente generada sea insuficiente, estas calderas generan la demanda térmica requerida en cada uno de los puntos de consumo.

3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INSTALACIONES DE TRATAMIENTO DE DIGERIDO T3. **Tratamiento de digerido.**

En el presente apartado se efectúa una pequeña reseña del proceso que se desarrolla con más detalle en el **Documento 3. Tratamiento del Digerido.**

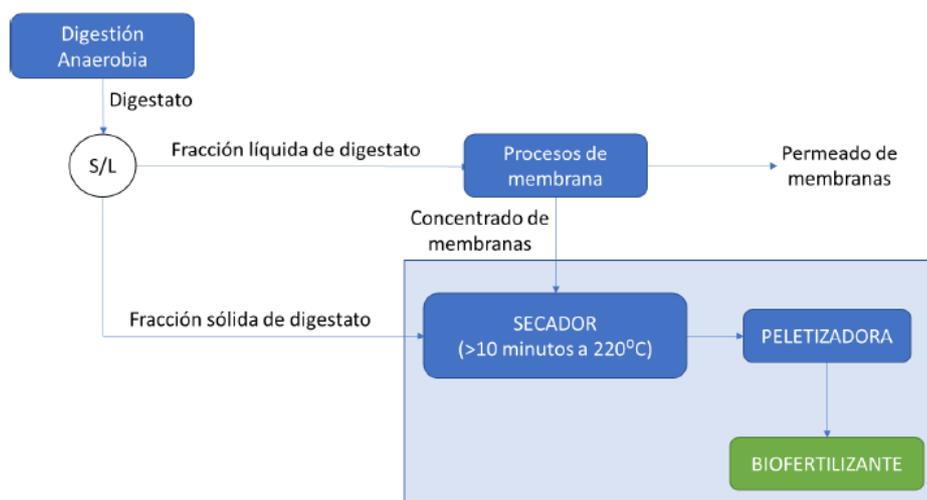


Figura 1. Diagrama de proceso simplificado de la producción de fertilizantes en las instalaciones de Deseuras SL.

3.5.1. Separación de la fracción líquida y sólida.

La primera etapa de tratamiento del digerido consiste en la separación de las fracciones sólida y líquida.

Para ello el digerido pasa a través de un laberíntico hasta llegar al decantador, donde mediante centrifugación se separan mayoritariamente ambas fases. Tras esta etapa se añade al efluente líquido un floculante para facilitar la separación en el flotador. De esta manera se consigue la separación de las fases.

3.5.2. Tratamiento fracción líquida.

Tras la separación de la fase sólida se almacena el agua sin tratar en una balsa de aireación que actúa como *buffer*. La **primera etapa** de tratamiento del agua es **la ultrafiltración de los efluentes líquidos**. Este proceso permite la separación mecánica de materia disuelta mediante un tamiz. El grado de separación viene determinada por el tamaño de poro de la membrana.

La **segunda etapa** de tratamiento es una **separación mediante osmosis inversa en 2 subetapas (3-4)**. Mediante la osmosis inversa se consigue la retención de prácticamente todas las sustancias disueltas en el agua. El rechazo de los solutos en este caso no ocurre mediante filtración, esta separación tiene lugar mediante el fenómeno de la disolución-difusión a través de la membrana, debido a las diferencias de solubilidad y difusividad de la membrana.

La primera subetapa de osmosis se lleva a cabo a baja presión. Tras este tratamiento, el agua se almacena en depósitos *buffer*, para poder adaptar los tiempos de operación de las instalaciones de depuración. La segunda subetapa de osmosis inversa se realiza a alta presión donde se eliminan finalmente el resto de las posibles sustancias que queden disueltas. Finalmente, esta se almacena en la balsa de agua tratada a la espera de análisis y autorización para su vertido en *batch* a colector municipal

3.5.3. Tratamiento de la fracción sólida.

La fracción sólida del digerido está formada mayoritariamente por fangos de la centrifugadora junto con los concentrados obtenidos tras las etapas de tratamiento de la fracción líquida. Estos son introducidos en el secador donde se consigue su deshidratación. Posteriormente, el producto se filtra a través de un filtro de mangas para su posterior almacenaje y granulado. Se ha optado por la estabilización e higienización del producto a través de los procesos de secado y *pelletizado*, debido a la disponibilidad superficial de las instalaciones.

El aire caliente utilizado en el proceso de secado favorece la evaporación del agua contenida en el residuo, de manera que se elimina una parte importante de la humedad y de los posibles patógenos contenidos en la materia orgánica en los residuos., alcanza temperaturas de superiores a los 70°C.

Estos productos, después del proceso de secado, se valorizan para ser destinados a la fertilización, que de acuerdo con la Orden APA/161/2020, de 20 de febrero, por la que se modifican los anexos III y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes quedaría integrado dentro **del tipo 6.01b definido como Enmienda orgánica húmica de origen animal o vegetal**

Esta enmienda se obtiene mediante la estabilización e higienización del producto a través del proceso de secado y pelletizado, que consiste en la evaporación de parte de la humedad contenida en los residuos y en su estabilización, mediante la circulación de una corriente de aire forzada, a través de un secador de la fracción sólida separada por centrifugadora. El aire caliente aplicado y el calor producido en las reacciones de degradación aeróbica de la materia orgánica favorecen la evaporación del agua contenida en el residuo, de manera que se elimina una parte importante de la humedad y de los patógenos, así como una parte de la materia orgánica contenida en los residuos.

Es preciso señalar que el Anexo 1 del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes, requiere que los lodos, licores o lixiviados autorizados en el anexo IV deben ser higienizados, preferentemente por compostaje, salvo que la autorización ambiental permita de forma expresa otro método de higienización, que cumpla con todos los requisitos del presente real decreto y demuestre que es, al menos, igual de eficiente que el compostaje, se justifica tal cumplimiento. El sistema de compostaje supone alcanzar temperaturas de hasta 70° C, como indica la misma Agencia de Residuos de Cataluña, anexo 4.

A través del sistema descrito, se aprovecha el calor residual de los gases emitidos por el biogás para calentar el aire caliente y optimizar el proceso de secado alcanzándose las siguientes temperaturas.

- Temperatura de secado mínima: 170° C
- Temperatura de trabajo: 320° C
- Temperatura del producto seco: 150° C.

El tiempo de permanencia del producto en esta fase es de un mínimo de 10 minutos a tenor del régimen de caudales del secador y tal y como recoge el informe de la universidad de Vic.

Este sistema de higienización cumple con todos los requerimientos del Real Decreto indicado y es, al menos, igual de eficiente que el sistema de compostaje.

4. DIGESTIÓN ANAEROBIA: FUNDAMENTOS.

4.1. Etapas del proceso biológico

La planta de biogás basa su funcionamiento en el proceso biológico natural de la digestión anaerobia, que en este proyecto se lleva a cabo de forma controlada, en depósitos cerrados y estancos.

La digestión anaerobia consiste en una serie de reacciones químicas, en parte consecutivas y en parte simultáneas, realizadas por parte de colonias bacterianas en un ambiente totalmente anaerobio, es decir, en completa ausencia de oxígeno. Las reacciones fundamentales que tienen lugar en el proceso de digestión anaerobia se pueden resumir con las 4 siguientes etapas:

1. Hidrólisis de los polímeros complejos. Ruptura de las moléculas complejas en azúcares simples, aminoácidos y ácidos grasos con la adición de grupos hidroxilo;
2. Acidogénesis. Fraccionamiento en moléculas más simples, como los ácidos grasos volátiles (acetato, propionato, butirato, succinato) y otros subproductos, como amoníaco, alcoholes, sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono;
3. Acetogénesis. Transformación de los productos de la etapa de acidogénesis en H_2 , CO_2 y ácido acético;
4. Metanogénesis. Producción, a partir de los productos de la acetogénesis, de CH_4 (metano), CO_2 y agua.

4.2. Factores y parámetros del proceso biológico.

La digestión anaerobia es un proceso biológico que se basa en la vida y en la actividad de las bacterias, y, por lo tanto, depende de numerosos factores fisicoquímicos.

4.2.1. Materia orgánica.

La materia orgánica contenida en los substratos de entrada es la base de la actividad y del desarrollo de las bacterias y en consecuencia es el principal factor del que depende la producción de biogás.

La “sustancia seca” (ST) y la “sustancia orgánica seca” (SV) son dos parámetros muy utilizados para expresar la cantidad de sustrato disponible para las bacterias. El contenido de ST corresponde a la cantidad de materia remanente después de haber sometido los substratos a 103 – 105 °C, mientras que el contenido de MOS es el material orgánico descompuesto a 550°C.

Las bacterias metanogénicas crecen adecuadamente sólo si el contenido de materia seca es inferior al 50%. Por lo tanto, en la formulación de una dieta óptima para la planta de biogás, es importante, por un lado, maximizar el contenido total de materia orgánica, para aumentar la producción de biogás, pero por otro lado también limitar el porcentaje global de materia orgánica seca, para permitir el correcto desarrollo de las bacterias metanogénicas.

La carga orgánica en el digestor es un factor fundamental para el diseño de la planta de biogás. Para evitar sobredosis de materia orgánica y para optimizar a la vez el volumen de los digestores, la carga orgánica debería estar comprendida en el intervalo 2,0 – 5,0 kg SV/(m³d), es decir que la dosis óptima a introducir en la planta cada día está comprendida entre 2 y 5 kg de materia seca orgánica por cada metro cúbico de volumen disponible en el digestor.

4.2.2. Nutrientes e inhibidores

Las bacterias, además de una adecuada carga orgánica, necesitan para su correcto desarrollo un aporte suficiente de otros nutrientes, como nitrógeno y otros oligoelementos. Cada sustrato aporta a los digestores diferentes tipos de nutrientes y en diferentes cantidades. Por lo tanto, en este proyecto se plantea valorizar no solo residuos hortícolas, sino también una cierta cantidad de sustratos complementarios, como por ejemplo estiércoles ganaderos, para garantizar un aporte completo de nutrientes a las bacterias.

Si bien un cierto aporte de nutrientes es fundamental para el correcto crecimiento de las colonias, una dosis excesiva de algunos de ellos puede llegar a inhibir la vida bacteriana. En concreto, es preciso mantener una baja concentración de nitrógeno.

La vida y la actividad de las bacterias puede ser inhibida o interrumpida por algunas sustancias nocivas, como por ejemplo detergentes, desinfectantes, antibióticos y ácidos orgánicos. Será muy importante, durante la explotación de la planta, garantizar que los subproductos que entren no lleven también algunos de estos inhibidores.

4.2.3. Temperatura y pH

La vida de las bacterias metanogénicas se desarrolla en el intervalo de temperaturas entre 0-70 °C. Temperaturas inferiores a 0 °C o superiores a 70 °C provocan la muerte de las bacterias.

Dentro del intervalo 0-70 °C, existe un rango óptimo para la máxima actividad de las bacterias metanogénicas, que se encuentra entre 37-42 °C. Por debajo de 37 °C las bacterias viven pero, su actividad y su desarrollo se reducen a un nivel mínimo, mientras que por encima de 42 °C la actividad de las bacterias es excesiva y las reacciones químicas tienen lugar demasiado rápido, provocando una descomposición de la biomasa demasiado corta, con una reducción de producción de biogás. El intervalo de 37-42 °C se considera óptimo porque la velocidad de descomposición de la biomasa permite que tengan lugar correctamente las 4 etapas que forman la digestión anaerobia.

La digestión anaerobia se lleva a cabo, por lo tanto, en rango mesófilo, con una temperatura comprendida entre 37-42 °C, lo cual se alcanza con un sistema de calefacción del digestor controlado y automatizado.

Otro factor químico fundamental para garantizar el correcto desarrollo del proceso completo de digestión anaerobia es el pH, que debe estar comprendido en el rango 6,6 – 7,6. Por debajo y por encima de estos valores se inhibe la metanogénesis y la actividad bacteriana en general.

La planta de biogás está equipada con sensores de temperatura y de pH, para un control en continuo de estos parámetros.

4.2.4. Tiempo de retención.

Los sustratos tienen que permanecer en el interior de los digestores un tiempo suficiente para que se lleven a cabo completamente las 4 etapas de la digestión anaerobia. El tiempo de retención varía en función del tipo de sustrato que se digiere en la planta de biogás y este parámetro, junto con la carga orgánica, determina el volumen de digestión y en consecuencia el diseño de la planta de biogás. Un tiempo de retención de 30-40 días es suficiente para alcanzar la máxima producción de biogás para la mayor parte de los sustratos vegetales y animales.

4.2.5. Biogás: características.

La última etapa del proceso de digestión anaerobia, la metanogénesis, produce biogás de forma constante. El biogás es un gas formado por una mezcla de metano (60%), dióxido de carbono (40%) y trazas de otros componentes, como por ejemplo el hidrógeno sulfhídrico. La siguiente tabla indica las características principales del biogás:

Características físicas	Metano CH ₄	Dióxido de carbono CO ₂	Hidrógeno sulfhídrico H ₂ S	Mezcla de biogás
Porcentaje en volumen (%)	55 - 75	24 - 44	0,1 - 0,7	100
Poder calorífico neto (kJ/Nm ³)	36.000	--	22.680	23.760
Límite ignición/explosión (Vol.%)	5 - 15	--	4 - 45	6 - 12
Temperatura de ignición (°C)	700	--	270	650 - 750
Presión crítica (bar)	47	75	90	75 - 89
Temperatura crítica (°C)	-81,15	31	100	-82,5
Densidad estándar (kg/Nm ³)	0,714	1,96	1,54	1,15

Tabla 1. Caracterización del biogás

5. BALANCE DE MATERIA

5.1. Materia Primas

La planta se dimensiona para la gestión de 31.000 toneladas/año de los siguientes subproductos.

El balance de materias primas de la planta de biogás que se obtiene es el siguiente:.

Materias Primas	Cantidad (Tn/año)	Procedencia	Composición (%)	Otras características
Fracción orgánica de los residuos municipales tras recogida selectiva	4.000	Residuos urbanos biodegradables		Residuos orgánicos separados 99%
Purines	3.000	Explotaciones Ganaderas del municipio		
Residuos y lodos Industria alimentaria	24.000	Industria alimentaria de la comarca		Mayoritariamente lodos de matadero
Total	31.000			

Tabla 2 Balance de materias primas

La planta se dimensiona para aceptar 85 Tn/día de residuos en que se podrá generar esta cantidad de gas.

Biogás generado	Cantidad	Ud.	Q _{día}	Ud.
Biogás generado	3.831.948,00	Nm ³ /año	478,99	Nm ³ /h
	4.042.130,35	kg/año	505,27	kg/h
CH ₄	2.682.363,60	Nm ³ /año	335,30	Nm ³ /h
	1.924.595,88	kg/año	240,57	kg/h
CO ₂	1.149.584,40	Nm ³ /año	143,70	Nm ³ /h
	2.117.534,46	kg/año	264,69	kg/h

Tabla 3 Generación de Biogás

Se prevé realizar un tratamiento de los 25.400 Tn de digestato consistente en un proceso de separación mecánica mediante una centrífuga en que se obtendrían 6.350 Tn/año corresponderán a materia sólida y 19.050 Tn/año de fracción líquida.

La fracción sólida una vez secada se convertirían en 1.730 Tn/año de enmienda orgánica para poder ser utilizado como fertilizante.

Los 19.050 Tn/año de la fracción líquida (52 Tn/día) se someterán a tratamiento de osmosis, donde se obtiene un residuo permeado de 1.905 Tn/año que se añade a la zona de secado y el resto es un efluente líquido 17.145 Tn/año que este a su vez será conducido mediante tubería enterrada a la EDAR de Moià situada a escasos 250 m de la ubicación de las instalaciones propuestas.

Para esta cantidad de materia, se ha dimensionado una planta con dos depósitos concéntricos, de esta forma se optimiza el calor de la planta.

- Anillo exterior termófilo de 42 metros de diámetro. (5.000 m³)
- Anillo interior mesófilo de 26 metros de diámetro (3.000 m³)

En el anillo exterior se realiza principalmente la digestión de los digestores y la mayor parte de la producción de biogás. Este anillo se encuentra equipado con un sistema de calefacción que emplea parte del agua caliente generada en el motor, para mantener una temperatura constante en el digestor de 52-53 °C (digestión termófila).

La materia orgánica ya digerida pasa al anillo interior donde se acumula para seguir realizando las últimas etapas de la valorización. En el anillo interior también se produce biogás (en menor cantidad, pero de mejor calidad) y se mantienen las condiciones con un circuito de calefacción. Además, se dispone de sistema de agitación y mezcla.

El tiempo medio de retención global será de 40 días, suficiente según la experiencia de Biogás Vic y de la bibliografía científica para hacer una correcta digestión.

En relación con la procedencia de estos sustratos, se escogerán preferentemente co-sustratos de origen local, para minimizar las necesidades de logística y transporte.

A continuación, se proporciona el listado de los códigos LER de los residuos que se prevé usar como co-sustratos en la planta de biogás, según el Listado Europeo de Residuos (LER):

LER	RESIDUO
02 01	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca
02 01 03	Residuos de tejido de vegetales
02 01 06	Heces de animales, orina y estiércol (incluida paja podrida) y efluentes recogidos selectivamente y tratados fuera del lugar donde se generan
02 02	Residuos de la preparación y elaboración de carne, pescado y otros alimentos de origen animal
02 02 04	Lodo de tratamiento in situ de efluentes
02 03	Residuos de la preparación y elaboración de frutas, hortalizas, cereales, aceites comestibles, cacao, café, té y tabaco; producción de conservas; producción de levadura y extracto de levadura, preparación y fermentación de melazas
02 03 01	Lodos de lavado, limpieza, pelado, centrifugado y separación
02 03 03	Residuos de la extracción con disolventes
02 03 04	Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración
02 03 05	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 04	Residuos de la elaboración de azúcar
02 04 03	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 06	Residuos de la industria de panadería y pastelería
02 06 01	Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración
02 06 03	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
02 07	Residuos de la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas (excepto café, té y cacao)
02 07 01	Residuos de lavado, limpieza y reducción mecánica de materias primas
02 07 02	Residuos de la destilación de alcoholes
02 07 04	Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración
02 07 05	Lodos del tratamiento in situ de efluentes
03 03	Residuos de la producción y transformación de pasta de papel, papel y cartón
03 03 11	Lodos del tratamiento in situ de efluentes, distintos de los especificados en el código.

LER	RESIDUO
07 05	Residuos de la FFDU de productos farmacéuticos
07 05 14	Residuos sólidos diferentes a los especificados en el código 07 05 13; del grupo de Residuos de la FFDU de productos farmacéuticos
19 08	Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales no especificados en otra categoría
19 08 05	Lodos de tratamiento de aguas residuales urbanas
20 01	Fracciones recogidas selectivamente (excepto las especificadas en el subcapítulo 15 01)
20 01 25	Aceites y grasas comestibles
20 02	Residuos de parques y jardines (incluidos los residuos de cementerios)
20 02 01	Residuos biodegradables
20 03	Otros residuos municipales
20 03 02	Residuos agrícolas procedentes de mercados
20 02 03	Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración
20 03 04	Lodos de fosas sépticas

Tabla 4. Códigos LER de los residuos previstos para ser usados en las instalaciones

6. PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

A continuación, se describen los procesos constructivos que tendrán lugar durante la construcción de la planta:

- Movimiento de tierras
- Elementos de proceso: arquetas, tanques, depósitos
- Edificaciones
- Canalizaciones y tuberías
- Urbanización

6.1. Movimiento de tierras.

Se ejecutarán los siguientes movimientos de tierras:

- Desbroce del terreno. Supone la excavación de una capa de 38-40cm mediante motoniveladora en toda la superficie afectada por las obras, con acopio de la tierra vegetal y retirada a vertedero del material sobrante. Una vez completadas las obras, la tierra vegetal deberá ser repuesta a las fincas afectadas, que deberán ser además despedregadas y labradas para dejarlas en las mismas condiciones originales de cultivo.

- La excavación para la construcción de las diferentes unidades de obra, cuando afecte a los niveles de grava y suelo vegetal, se podrá realizar con medios convencionales.
- Vaciado de las tierras para cimentar los aparatos más profundos o de las zanjas necesarias para colocación de tuberías profundas.
- Nivelado para el camino de acceso en la parte oeste de la planta. Actualmente, hay un desnivel de 0,4 m de la parcela con respecto al camino. Es necesario realizar una rampa para acceder a la parcela por la parte oeste y así, los camiones no necesitan atravesar el camino de acceso a la granja para llegar a la planta de biogás.
- Para los rellenos de subbases se utiliza zahorra natural en capas de 15 cm de espesor, así como una pala motoniveladora, rodillo vibratorio manual y camión regador, para conseguir la compactación exigida para cada elemento.

6.2. Elementos de obra. Hormigón armado

Se ejecutan elementos de proceso y edificaciones.

Como elementos de proceso se construirán:

- Depósitos enterrados de recepción
- Depósito aéreo de purines
- Digestores
- Depuradora
- Nave de motores de cogeneración
- Nave de tratamiento de sustratos

Las dimensiones y materiales se han definido en el *apartado 8.2 Unidades de operación*.

El sistema de construcción a emplear es el siguiente:

- Hormigón armado In situ. Sistema tradicional

6.3. Conexiones exteriores

6.3.1. Conexión a la red eléctrica.

Colindante a la parcela a menos de 25 metros circula una línea de media Tensión para una posible conexión de la energía eléctrica generada por la planta de Biogás, previa consulta a la compañía.

6.3.2. Acometida de agua.

Se necesita acometida de agua potable para los servicios y la limpieza de la planta de biogás

6.3.3. Acometida de saneamiento

Las aguas tratadas serán conducidas desde la balsa de almacenamiento de aguas osmotizada hasta la EDAR de Moià, situada a escasos 250 m en dirección norte.

6.3.4. Urbanización

Para la urbanización de la parcela se utiliza como material predominante el Hormigón para firmes HF-3,5 pulido, fratasado en fino de un espesor de 18 cm sobre una sub-base de Zahorra artificial de 20 cm en las zonas de viales y comunes de toda la parcela salvo en los alrededores de los elementos y edificios, en los que se dispondrán una capa de gravilla de tamaño 10 mm y 7 cm de espesor alrededor de las construcciones con una anchura de 40 cm y aceras hidráulicas alrededor de los edificios con una anchura de 1,25 metros delimitadas por bordillo prefabricado de hormigón de medidas 25x15x12 cm.

En lo referente a jardinería se armoniza el paisaje mediante plantaciones en el límite con la parcela colindante.

7. FOCOS DE EMISIÓN EN LA PLANTA DE BIOGÁS.

A continuación, se estudia por separado las emisiones de cada unidad de operación. Tanto el digestor como el gasómetro son elementos construidos herméticamente garantizando la ausencia de emisiones.

Las operaciones de almacenamiento, trasiego y manipulación de los purines y residuos agroalimentarios durante la alimentación de los digestores y la recogida del digerido pueden ser fuente de emisión de olores y posibles contaminantes del agua.

El espacio físico afectado por las emisiones producidas por la planta de biogás es la propia parcela donde se construye la planta de biogás, es decir, se cerca en un área circular de centro las coordenadas UTM (X:440.375,98 Y: 4.695.211,98; HUSO UTM 31) y radio 100 m.

7.1. Almacenamiento del digerido

Los digeridos serán sometidos a un proceso de separación de sólidos y posteriormente una depuración de la fracción líquida.

Se tratará de recuperar la máxima cantidad posible de digerido en forma sólida, ya que su empleo permitirá ahorrar grandes cantidades de fertilizante en parcelas lejanas.

A su vez, la fracción líquida se almacenará en una balsa-digestor de 900 m³, cubierta, Esta balsa, de 20 m de longitud, 15 m de anchura y 3 m de profundidad, permitirá almacenar hasta 20 días de fracción líquida generada:

Al estar completamente cerrada, se garantiza que no hay riesgo de emisión de malos olores.

Además, a diferencia de los sustratos orgánicos que no han sido tratados por digestión anaeróbica, que sí pueden generar olor muy fuerte, la fracción líquida del digerido, una vez digerida, no es foco de emisión de olores porque el proceso de digestión anaerobia se ha encargado de eliminar todos los compuestos orgánicos volátiles causantes de los malos olores.

Además, como todos los depósitos están impermeabilizados, no hay peligro de que se produzca percolación del digerido a través del suelo.

La fracción sólida se recoge en contenedores colocados en la parte inferior del separador de sólidos que se ubica cerca de la planta de biogás y sobre una plataforma. Estos contenedores una vez llenos son transportados a uno de los compartimentos del silo para su posterior venta como fertilizante.

7.2. Almacén y entrada de las materias primas

Por lo que respecta a los purines y subproductos agroalimentarios, la emisión de olores a la atmósfera ocurre puntualmente cuando se deba almacenar en los silos hasta que sean descargados por un tractor de palas en el depósito enterrado.

Durante su almacenamiento en espera a ser descargados en los digestores no hay desprendimiento de olores porque el tanque está herméticamente cerrado.

No se detecta ningún otro foco emisor asociado a la manipulación de las materias primas, ya que el depósito enterrado está impermeabilizado y estanco, evitándose cualquier percolación a través del suelo. Además, en las zonas con existencia de riesgo de algún derrame (alrededor del digestor y en la zona de recepción de sustratos) se coloca una superficie con tratamiento drenante. En el caso del silo se construye de hormigón con una inclinación del 1,5% con una arqueta de lixiviados donde son recogidos y enviados al depósito enterrado para ser sometidos a digestión anaerobia.

7.3. Fermentación y producción de biogás en la planta.

Durante el proceso de fermentación en el digestor no se produce ninguna emisión de gases contaminantes ni ningún derrame de líquido, ya que los depósitos están contruidos herméticamente con el material más adecuado de acuerdo con la norma EHE99 en función del contenido almacenado. En nuestro caso, se utiliza un hormigón armado resistente a ataque químico y sulfurresistente.

Para asegurar la estanqueidad de los tanques se utiliza además juntas de PVC en las soleras y muros del digestor. Por tratarse de una construcción no “monolítica” de hormigón armado, se construye alrededor de los tanques un anillo de drenaje con una protección para garantizar que no haya derrame en caso de escape, y detectar rápidamente cualquier anomalía en las rutinas de mantenimiento.

En caso de interrupción de la producción de gas, existen medidas de seguridad constituidas por una válvula de sobrepresión, que alivia las condiciones de exceso de gas en el gasómetro.

Así mismo, se dispone de un sensor de baja presión para el corte de la alimentación del motor en caso de una disminución excesiva del biogás almacenado.

7.4. Aprovechamiento de biogás en los CHP

Los CHP trabajan con gas completamente desulfurado mediante un proceso biológico. De este modo, las emisiones de óxidos de azufre son reducidas prácticamente del todo. La desulfuración del gas bruto permite alargar el tiempo de utilización de las máquinas porque se evita la corrosión. El proceso biológico de desulfuración está sometido a un control exhaustivo con medidas periódicas de la calidad del gas. El secado del gas por medio de un sistema de condensación reduce las emisiones de malos olores de los gases evacuados de los CHP, constituyendo una medida más de minimización de las emisiones.

En este punto, la contaminación acústica debida al funcionamiento del motor y de los ventiladores, se controla con sistemas de aislamiento adecuados y un silenciador en la salida de gases, hasta niveles no perjudiciales para la salud.

7.5. Trasiego de los sustratos

Todas las conducciones, que se construyen para la conducción del sustrato, son de material resistente químicamente (PEHD).

Las tuberías son fijadas con tornillos y bridas de unión fuertemente y estancas.

De acuerdo con la reglamentación, el llenado y vaciado de los tanques de almacenamiento sólo se pueden hacer por la parte superior. Las conducciones deben tener dos válvulas continuas e independientes, una de ellas con cierre automático, para evitar que se produzca un derrame del digerido.

En el área de extracción del digerido se construye una plataforma de hormigón como mínimo de 12 m² impermeable.

Esta superficie se construye con una inclinación para que cualquier derrame de digerido pueda evacuarse en el centro de la plataforma y ser recogido con tractores y enviado al digestor para su digestión. Del mismo modo, el agua de lluvia caída en la zona sucia se canaliza y es enviada por gravedad al depósito de recepción de líquidos.

7.6. Focos de emisión móviles

Los focos de emisión móviles que se detectan en la planta de biogás son acústicos y de olor asociados al transporte de los cosustratos mediante cubas y bañeras.

Se calcula que semanalmente llega a la planta vehículos pesados y agrícolas. En cuanto a la contaminación acústica, los valores límites de inmisión en ambiente exterior para una zona de Sensibilidad acústica moderada (B) es de 65 dB (A) durante el día y 55 dB(A) durante la noche, según el Anexo 1 de la Ley 16/2002, de 28 de junio, de Protección contra la Contaminación Acústica referente a los medios de transporte. Los transportistas autorizados de los residuos con que se proveen la planta de biogás cumplen la normativa que afecta a la gestión de residuos, cumpliendo también con la normativa acústica de los vehículos de transporte.

8. MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA PLANTA DE BIOGÁS.

A continuación, se enumeran las medidas tomadas en los procesos enumerados en el apartado anterior que son focos de emisiones de partículas contaminantes a la atmósfera, como son olores y gases de evacuación, así como focos de emisiones acústicas.

La finalidad de estas medidas es que la acción de mejora de descentralización de la producción de energía con la puesta en marcha de la planta de biogás no suponga por contra un riesgo para el medio ambiente y/o la salud humana.

8.1. Recepción del sustrato y aplicación del digerido.

Con el empleo de un depósito impermeabilizado para el almacenamiento del digerido se evita cualquier fuga y, como consecuencia, contaminación del suelo y las aguas subterráneas.

La valorización del digerido como **enmienda orgánica** previamente a ser aplicado en campo se puede considerar como una mejora de la actividad ligada a la industria agroalimentaria, así como la reducción de nitrógeno en el proceso de depuración.

La aplicación agrícola es la actividad de abonar las tierras de cultivo con un fertilizante orgánico, controlando las dosis de aplicación con planes de abono. En primer lugar, se realiza el análisis del suelo y del fertilizante a aplicar. Una vez determinado el tipo de cultivo, se realizan los cálculos agronómicos para ajustar la dosis de aplicación. Después de haber determinado la dosis, se escoge el medio logístico para realizar la aplicación al suelo. En dicho proceso no se genera ningún tipo de residuo.

8.2. Almacén y entrada de las materias primas.

El almacenamiento de las materias primas se hace por separado. Existe un depósito enterrado de almacenamiento con sus estaciones de llenado de hormigón respectivas para la recogida de cualquier derrame durante la descarga de los sustratos mediante una manguera. En ningún momento el líquido circula por conducción abierta, y de este modo, no se produce ninguna emisión de olores a la atmósfera.

Como medida de reducción de emisión de olores procedentes del almacenamiento de los co-sustratos sólidos, éstos se almacenan lo mínimo indispensable en los silos, se realiza una planificación del tiempo de acopio de co-sustratos en el silo para que no exceda de dos días. De este modo, la posible putrefacción causante de los malos olores prácticamente no tiene lugar.

Con el propósito de minimizar los olores desprendidos de las operaciones de carga y descarga de los co-sustratos, se ha reducido al máximo la distancia de separación entre el depósito enterrado donde se descargan los co-sustratos y el silo de almacenamiento de éstos. Además, se optimiza al máximo los viajes del tractor de palas que transporta los co-sustratos para reducir al máximo la emisión de olores relativa a la manipulación de los co-sustratos, así como se toma la carga exacta para evitar que el residuo no permanezca durante largo tiempo al descubierto.

Como la línea de bombeo de los productos líquidos está enterrada, como en el caso del depósito de almacenamiento de los residuos líquidos, se colocan sistemas de detección de fugas para evitar percolación del digerido en caso de una avería o fuga, caso que será muy poco probable.

8.3. Fermentación y producción de biogás en la planta.

Como ya se ha indicado, el material del digestor (hormigón armado resistente a ataque químico y sulfurresistente), su construcción hermética, las juntas de PVC en las soleras y muros y el anillo de drenaje son medidas de reducción de derrame de líquido. A pesar de tomar todas las medidas posibles, existe un riesgo muy bajo de accidente que produzca algún derrame. Por ello, se impermeabiliza el entorno del digestor con suelo de hormigón que tiene una pequeña inclinación para focalizar el derrame en un punto y sea más fácil su recogida.

Como medida de reducción de emisión de gases contaminantes a la atmósfera, se instalan 2 motores en paralelo, de forma que durante la parada de mantenimiento de uno de los motores el otro sigue funcionando, y únicamente en el caso excepcional, de que los 2 motores, se encuentren fuera de línea por cualquier motivo, se coloca una antorcha de seguridad que sería la encargada de evitar que se emita biogás a la atmósfera sin combustión.

Además, el sobredimensionamiento del gasómetro permite tener una mayor capacidad de almacenamiento del biogás y así, disponer de mayor margen de tiempo para reparación del motor de cogeneración.

En caso de interrupción de la producción de gas, existen medidas de seguridad constituidas por una válvula de sobrepresión, que alivia las condiciones de exceso de gas en el gasómetro.

Así mismo, se dispone de un sensor de baja presión para el corte de la alimentación del motor en caso de una disminución excesiva del biogás almacenado.

8.4. Aprovechamiento de biogás en el CHP.

En el decreto 319/1998 se establecen los niveles de emisión máximos de contaminantes a la atmósfera admisible para las principales actividades industriales, como las instalaciones de cogeneración. En el anexo I, punto 2.2.2 de este decreto, se hace explícito los valores límites de emisión para las instalaciones de cogeneración con motor de combustión interna que funciona con combustible gaseoso, que se indica en la siguiente tabla:

Contaminante	Límite de emisión	Características específicas de la instalación
Óxidos de azufre (expresados como SO ₂)	300	Instalaciones que utilizan gases procedentes de procesos industriales
Óxidos de nitrógeno (expresados como NO ₂)	3.000	Instalación de ciclo Otto
Monóxido de carbono	1.000	
Compuestos orgánicos (expresados como carbón orgánico total)	20	Instalaciones que utilizan gases procedentes de procesos industriales

Tabla 5. Límites de emisión para instalaciones de cogeneración

Del conjunto de la instalación, sólo existe los motores de cogeneración, que emite partículas de gases contaminantes en forma de óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno y sulfuro de hidrógeno a la atmósfera. Estas partículas tienen efectos dañinos en el entorno. Las partículas de polvo procedentes de la combustión de los motores de cogeneración no son relevantes.

Según el Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico, se establece las concentraciones límites de emisión de contaminantes a la atmósfera para las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera. Según el Anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, la actividad de valorización de cultivos energéticos se clasifica se clasifica, dentro del grupo de tratamientos de residuos (09 10 06) catalogado como actividad potencialmente contaminadora de la atmósfera.

Para el cálculo de la altura de chimenea se necesita como referencia los valores máximos de concentración de contaminantes permitidos que vienen recogidos en el RD 833/1975 en el anexo IV. Este anexo hace distinción en los valores de concentración en función de la actividad. Como no se hace referencia a este tipo de instalación, se han tomado como valores máximos de concentración aquellos correspondientes a las “Actividades industriales diversas no especificadas en el anexo IV” (grupo 27). Para este grupo, las concentraciones máximas de emisión de gases de los motores de CHP de la planta de biogás se especifican en la siguiente tabla:

Contaminantes	Unidad de medida	Niveles de emisión	Unidad de medida	Nivel de emisión
Partículas sólidas	mg/Nm ³	150		
SO ₂	mg/Nm ³	4.300	Kg/h	7,8733*
CO	ppm.	500	Kg/h	0,9155*
NO _x , (medido como NO ₂)	ppm	300	Kg/h	0,5054*
F total	mg/Nm ³	250		
Cl	mg/Nm ³	230		
H Cl	mg/Nm ³	460		
SH ₂	mg/Nm ³	10		

Tabla 6. Concentraciones límites de emisión de contaminantes a la atmósfera para las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

La concentración de las partículas gaseosas emitidas por la combustión de los motores CHP depende de la composición del biogás. El empleo de catalizadores se presenta en conexión con la operación de los CHP.

El proceso biológico de desulfuración constituye la primera medida de reducción de emisiones. En conjunto, se asegura plenamente, que las operaciones de los motores de combustión cumplan los límites de emisión para la protección del medio ambiente contra las partículas gaseosas dañinas. Los principales contaminantes derivados de la combustión del biogás, aparte del SO₂, podrían ser:

- CO: Como resultado de una combustión incompleta. Para la reducción de las emisiones de CO por debajo del máximo permitido se ha colocado un catalizador químico de gases en el conducto de gases de escape.
- NOx: Por formación de óxidos de nitrógeno.

Las partículas de polvo procedentes de la combustión de los motores de cogeneración no son relevantes y son retenidas por el filtro de carbón activo de 5µm colocado antes de la cámara de combustión. En lo que respecta a los compuestos orgánicos de silicio (siloxanos, silanos, silanoles) la ausencia de éstos en el sustrato de origen garantiza que no están presentes en el gas combustible.

Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del motor de cogeneración, los componentes gaseosos del biogás no deben superar una cierta concentración, ya que en ese caso se paralizaría el motor. Estas concentraciones límites son muy restrictivas, por lo que justifica, en cierto modo, que los gases de escape se compongan de bajas concentraciones de gases contaminantes. A partir de un contenido en azufre total de unos 500 mg/10 kWh (209⁽¹⁾ ppm de azufre), así como a partir de un contenido total en halógenos de unos 20 mg/10 kWh (0,378 ppm) en un motor MAN LE322 se produce un acortamiento patente de la vida útil del aceite y pueden provocar daños en corto tiempo en el motor. Ambos valores máximos de concentración en los gases de combustión admisibles por el motor de cogeneración están por debajo de los niveles de emisión máximos de la tabla 15.

Contaminantes	Unidad de medida	Niveles de emisión	Unidad de medida	Nivel de emisión
SO ₂	ppm	209 ⁽¹⁾ motor MWM	mg/Nm ³	597,7
CO	ppm	500	mg/Nm ³	625
NO _x , (medido como NO ₂)	ppm	500 ⁽¹⁾ motor MWM	mg/Nm ³	500

Tabla 7. Concentraciones límites de emisión de contaminantes a la atmósfera tomados para el cálculo de la chimenea.

El límite de emisión acústica está por debajo del límite permitido mediante la implantación de un amortiguador del ruido en los CHP y con la colocación de los motores en el interior de una habitación cuya puerta se mantendrá cerrada.

Cálculo de la altura de la chimenea de evacuación de gases:

La unidad de cogeneración de la planta de biogás está constituida por dos motores de marca MWM o similar de potencia 600 kW.

» (*) Cálculo de los caudales máximos de las partículas gaseosas contaminantes expresado en kg/h tomando como referencia los valores de la tabla 16.

La altura de chimenea de evacuación de gases se determina a partir de los siguientes parámetros:

Diámetro de la chimenea 0,25 m. Sección circular de la chimenea = 0,04909m²

Temperatura del gas de salida: 451°C

Caudal volumétrico del gas de salida, húmedo en c.n.: $Q_v(c.n) = 1.451 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Caudal másico del gas de salida, húmedo en c.n.: $Q_m = 1.865 \text{ kg/h}$

» (*) Cálculo de los caudales máximos de las partículas gaseosas contaminantes expresado en kg/h tomando como referencia los valores de la tabla 16.

Calculo Emisiones.	kg/Nm3	Qm (kg/h)
QM totales Salida (CO ₂ +H ₂ O)	1.331	
NO_x referido a NO₂		
Qm No _x	0,00050	0,252633
Factor Conversión NO ₂	0,92	0,232422
CO		
Qm CO	0,000625	0,299370
SO₂		
QM SO ₂	0,0005977	0,286294

Tabla 8. Cálculo de las emisiones.

8.5. Control de las emisiones de ruido.

De acuerdo con la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica y anexos modificados según el Decreto 176/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley, en lo referente a zonificación acústica, establece como valores límite de inmisión de ruido los indicados en la tabla 16:

Uso del local de inmisión	Dependencias	Valores límite		
		L _d (7 h - 21 h)	L _e (21 h - 23 h)	L _n (23 h - 7 h)
Vivienda o uso residencial	Salas de estar	35	35	30
	Dormitorios	30	30	25(**)
Administrativo y oficinas	Despachos profesionales	35	35	35
	Oficinas (*)	40	40	40
Hospitalario	Zonas de estar	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25(**)
Educativo o cultural	Aulas	35	35	35
	Salas de lectura y exposición	30	30	30

* Excepto en zonas industriales

** Para las actividades existentes, el límite se incrementa en 3 dB(A)

Tabla 9. Legislación aplicable de ruido (Decreto 176/2009, de 10 de noviembre).

Como principal foco de generación de ruido fijo existe únicamente las unidades de cogeneración, que se encuentra en el interior de una cabina con una absorción sonora para un nivel máximo de 60 dB(A) a un metro del exterior.

La unidad CHP estará aislada acústicamente, como puede apreciarse en las siguientes fotografías de una unidad igual:

El amortiguador de ruido de escape, con empalme DN 200 de acero inoxidable para un flujo de gases de aprox. 1750 kg/h, se amortigua el pico de ruido hasta 60 dB(A) a 10 metros de distancia.

El resto de los focos de ruido son los siguientes, aunque ninguno de ellos sobrepasa los 60 dB (A):

TIPO DE EMISIÓN	FUENTE	INTENSIDAD MÁXIMA
Ruido	Recepción del substrato en la planta	50
Ruido	Bombeo	30
Ruido	Proceso de producción de biogás	30
Ruido	Vaciado de la bolsa de almacenamiento	30
Ruido	Separación digerido	58
Ruido	Transporte	50

Tabla 10. Focos de ruido.

9. INSTRUCCIONES PARA LA SEGURIDAD DE LA PLANTA DE BIOGÁS

Mediante la aplicación de las medidas de reducción de emisiones y de medidas de seguridad, no existe ningún peligro para el medio ambiente, la población de alrededor y trabajadores de la planta. En caso de avería de alguna unidad de funcionamiento de la planta, los residuos desprendidos son mínimos. A continuación, se analiza por separado las medidas de seguridad implantadas en cada unidad:

9.1. Medidas para la protección de los alrededores

No es necesario implantar ninguna medida de protección del vecindario porque la actividad de la planta de biogás no presenta peligro alguno en las cercanías.

La planta de biogás requiere la presencia de un operador por turno en la planta para el control y recepción de materias primas, para una vigilancia diaria para certificar el correcto funcionamiento de la planta y detectar a tiempo cualquier anomalía. Con la puesta en marcha de la planta de biogás el operador de la planta recibe un curso de formación sobre normativa de explosión y un protocolo de trabajo, de tal forma, que todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos asociados a la actividad laboral, de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individuales necesarios para su protección.

9.2. Posibles emisiones en caso de avería de la unidad de operación

Debido a que la producción de biogás se produce de forma continuada (máxima producción por hora 400 m³), en caso de avería del CHP, es posible almacenar el gas residual producido desde que se paraliza el suministro de sustrato en la membrana de PE de almacén de gas de capacidad máxima 2.400 m³. Dependiendo de la duración de la interrupción será suficiente el almacén de gas, o será necesario el uso de una antorcha fija para quemar el biogás antes de que escape a la atmósfera. A continuación, se refleja este supuesto. En caso de producirse una avería del CHP los gasómetros de los digestores tienen disponible un volumen de almacenamiento de 2.400 m³, que permite seguir funcionando con normalidad durante 6 horas sin necesidad de evacuar el gas y quemarlo en una antorcha, es decir, existen 6 horas de margen de seguridad que permitiría almacenar el biogás sin tener que quemarlo en la antorcha hasta que fuera solucionada la avería del CHP. No obstante, si la interrupción se prolonga más de 6 horas, se hace necesario quemar el biogás en una antorcha que dispone la planta de biogás para evitar cualquier emisión a la atmósfera de metano.

Cualquier otra avería en las unidades de operación no producen ninguna emisión a la atmósfera.

9.3. Medidas para impedir un fallo de operación.

El diseño de la planta garantiza que no se produzca ninguna avería causada por un fallo humano, como pueda ser la sobredosificación de sustrato en el digestor, ya que se realiza de forma automatizada. De este modo, la máxima capacidad de producción de biogás de forma continuada se garantiza con seguridad. A continuación, se estudia por separado cada unidad de operación.

8.1.1 Digestores.

Protección en caso de sobrellenado del digestor

La probabilidad de que el nivel de llenado de los digestores exceda de su capacidad se reduce al máximo mediante el sobredimensionamiento del digestor, de modo que el nivel de fluido en el digestor, en condiciones normales de funcionamiento, nunca supere un nivel que esté 0,5 m por debajo de la parte superior del digestor. El operador controla al menos una vez por día a través de la ventana de inspección visual que el nivel de fluido en todos los tanques esté en orden para evitar un rebosamiento. Además, la carga de llenado es como máxima de 100 t/d, como medida de protección contra un posible rebosamiento, pues mediante el sobredimensionamiento, el nivel de líquido en el digestor de diámetro $d = 26$ m como máximo aumentará en un día en 0,2 m.

9.3.1. Almacén de gas.

Protección en caso de sobrepresión en la planta de biogás

Mediante un sensor del nivel de volumen de gas colocado en los almacenes de gas se ponen en marcha y se paran automáticamente el motor de cogeneración que genera electricidad a la red. Una columna de líquido precintado de 3cm constituye el sistema de seguridad de exceso-baja presión. Este sistema garantiza la evacuación del gas sobrante, cuando se produzca una avería en el motor de cogeneración y el almacén de gas esté lleno. El líquido tiene muy bajo punto de congelación y su mecanismo permite el retorno automático al punto inicial después de producirse la obstrucción por la circulación del gas.

Protección en caso de una fuente inflamable, que puede producir una explosión

Únicamente los agitadores sumergibles del digestor podrían estar en zona de explosión 2 en caso de que el nivel del líquido del digestor disminuya. Por ello, el motor dispone de protección EX2.

Para evitar cualquier fuente inflamable (fuego, fumar, luz...) en la zona 2 (circunferencia de radio 3 m alrededor del digestor) se colocan señalizaciones de prohibición.

9.3.2. CHP.

Algunos de los fallos que pueden producirse en la operación del CHP, y como consecuencia, producirse averías en los módulos de motor son:

- Insuficiente aceite en el motor o elevada temperatura del motor,
- Insuficiente refrigerante o elevada temperatura del refrigerante,
- Elevada temperatura del motor o del generador,
- Número de revoluciones del motor no adecuado,
- Desbordamiento inferior o superior, asimetría, corriente, circuito de retorno...

Por un fallo del motor se activa automáticamente el dispositivo de bloqueo que impide la entrada de gas.

Sobredimensionamiento del almacén de gas

En conjunto, se puede almacenar como máximo 1.228 m³ de biogás. La producción de biogás máxima por hora corresponde a 150 m³. Anteriormente, se ha calculado el máximo tiempo que se puede almacenar el gas, en caso de avería de los motores de cogeneración, sin que sea necesaria la eliminación a la atmósfera.

Sistema ventilación de la sala del motor

Existe un control de los sistemas de ventilación en el interior de las habitaciones, para que no se produzca ninguna concentración de gases peligrosos, y como consecuencia, el salto automático del motor de cogeneración, ya que existe un dispositivo de seguridad automático que detiene su funcionamiento cuando el aire del interior de la habitación supera ciertas concentraciones de gases peligrosos.

10. SUPERVISIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE BIOGÁS.

Periódicamente, se somete a examen:

Diariamente:

- Anotación del contador de gas y las horas de operación del motor
- Control del nivel de aceite del motor
- En la habitación eléctrica, control en el armario de distribución, si existe algún piloto de señal de avería encendido.
- Examinar la presión del agua en el calentador
- Examinar la bomba de impulsión de gas para el proceso de desulfuración
- Control de la temperatura del digestor

- Observar el intervalo de agitación, de modo que no se forme ninguna capa sobrenadante.
- Asegurarse que en todos los elementos en los que transcurre fluido, no presentan ninguna obstrucción.
- Comprobar que el rendimiento de producción de biogás es correcto y comprobar que la dosificación de oxígeno para la desulfuración es correcta.
- Control de los niveles del digestor
- Control del almacén de gas, observando que las tuercas de aplicación del folie y los cierres del folie están en perfectas condiciones.

Semanalmente:

- Examinar el nivel del sistema de seguridad de exceso-baja presión y el condensador
- Examen de los sistemas de seguridad de los motores y las conducciones
- Válvula magnética de gas en funcionamiento y examinar la suciedad
- Entre habitaciones examinar que la válvula de gas de cierre automática funciona correctamente.

Mensualmente

- Todas las válvulas de compuerta abrir una vez, de modo que no queden fijas

Cada medio año

- Inspeccionar la instalación eléctrica para comprobar que no hay deterioro
- Comprobación que el motor de la soplante funciona correctamente y se paraliza en caso de que la presión del gasómetro esté por debajo de la presión límite de seguridad

Anualmente

- Control de la instalación completa en lo referente a deterioro, corrosión e impermeabilidad
- Control de los extintores de incendio
- Seguridad del punto de congelación de los líquidos adhesivos

Independiente del examen anterior se deben observar continuamente algunas unidades de la instalación, como CHP, bombas por parte del operador, según indique el manual de instrucciones.

11. EFECTOS AMBIENTALES.

11.1. Atmósfera.

Se han estudiado en esta memoria las posibles emisiones a la atmósfera (apartado 12), que pueden provenir por:

- Almacenamiento del digerido

- Almacén y entrada de materias primas
- Producción de biogás
- Aprovechamiento del biogás en la unidad CHP
- Trasiego de sustratos
- Focos de emisión móviles

Todas estas posibles emisiones serán minimizadas (o eliminadas en su totalidad) mediante una serie de medidas preventivas y operativas que son descritas con detalle en el apartado 13 de esta memoria MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA PLANTA DE BIOGÁS.

A su vez, los autores consideran este proyecto como un proyecto de reducción de emisiones, tanto de olores como de emisiones de CO₂, ya que la finalidad de la planta de biogás es mejorar la gestión de subproductos agrícolas que de lo contrario pueden fermentar libremente en un vertedero o en el campo, fermentando en un entorno hermético y controlado, y a su vez generar energía renovable que sustituye a combustibles fósiles.

11.2. Ruido.

En el proyecto se han considerado las posibles fuentes emisoras de ruido:

FUENTE	INTENSIDAD MÁXIMA
Unidad de cogeneración	60 dB
Recepción del sustrato en la planta	50 dB
Bombeo	30 dB
Proceso de producción de biogás	30 dB
Vaciado de la bolsa de almacenamiento	30 dB
Separación digerido	58 dB
Transporte	50 dB

Tabla 11. Generación de ruido en la planta de biogás

La unidad de cogeneración lleva incorporadas una serie de medidas para amortiguar el ruido, y como se muestra más adelante, la planta de biogás cumplirá con la normativa de emisiones fijada por la normativa vigente.

11.3. Residuos generados por la planta de biogás.

La planta de biogás generará residuos sólidos, que se producirán inherentes a la actividad, como serán el de los aceites, sus envases empleados para el mantenimiento y funcionamiento de los motores, líquido refrigerante de los motores y lámparas de mercurio y sodio. El resto de residuos que se generarán serán residuos asimilables a urbanos (papel).

También generará restos de embalajes de los productos de supermercado pre-tratados.

Según la Orden MAM 304/2002 su caracterización es la que sigue:

Residuo	Código LER	Cantidad producida (kg/año)	Procedencia	Destino	Almacenamiento
Envases de aceite motor	15 01 10	1 Envase aceite usado 1 Envase aceite nuevo	Unidad de cogeneración	Gestor autorizado	(*) Zona específica para su almacenamiento
Aceite motor	13 02	900	Unidad de cogeneración	Gestor autorizado	(*) Zona específica para su almacenamiento
Líquido Refrigerante	16 01 15	Mantenimiento cada 2 años	Unidad de cogeneración	Gestor autorizado	(*) Zona específica para su almacenamiento
Lámparas Sodio	20 01 36	20	Alumbrado exterior	Proveedor en virtud del RAEE	(**) Contenedor específico para su almacenamiento
Envases de papel y cartón	15 01 01	100	Separado de la biomasa entrante	Recogida municipal	Contenedor de residuos asimilables a urbanos
Envases de plástico	15 01 02	40.000	Separado de la biomasa entrante	Recogida municipal	Contenedor de residuos asimilables a urbanos
Papel y Cartón	20 01 01	40.000	Separado de la biomasa entrante	Recogida municipal	Contenedor de residuos asimilables a urbanos

Tabla 12. Generación de residuos en la planta de biogás

10.1 Olores.

La planta de biogás es previsible que genere algunos olores.

La principal fuente de los mismos es el almacenamiento de los co-sustratos sólidos. Con el fin de minimizarlos, éstos se almacenan lo mínimo indispensable en los silos, se realiza una planificación del tiempo de acopio de co-sustratos en el silo para que no exceda de dos días. De este modo, la posible putrefacción causante de los malos olores prácticamente no tiene lugar.

Con el propósito de minimizar los olores desprendidos de las operaciones de carga y descarga de los co-sustratos, se ha reducido al máximo la distancia de separación entre el depósito enterrado donde se descargan los co-sustratos y el silo de almacenamiento de éstos. Además, se optimiza al máximo los

viajes del tractor de palas que transporta los co-sustratos para reducir al máximo la emisión de olores relativa a la manipulación de los co-sustratos, así como se toma la carga exacta para evitar que el residuo no permanezca durante largo tiempo al descubierto.

Los digestores anaeróbicos están herméticamente sellado y no producirá olores.

La quema del biogás en la unidad CHP tampoco los generará.

11.4. Vertidos.

El resultante de la digestión anaeróbica:

- En cuanto a la fracción sólida; Fertilizantes del Grupo 6, enmiendas orgánicas tipo 601b de carácter sólido. De acuerdo con la Orden APA/161/2020, de 20 de febrero, por la que se modifican los anexos I, III y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes
- En cuanto a la fracción líquida se depurará para su posterior traslado a EDAR de Moià.

Para la aplicación de la fracción sólida se seguirán los protocolos de la operación de valorización, de acuerdo con la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

- **R3:** Reciclaje o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilicen como disolventes (incluidas las operaciones de formación de adobo y otras transformaciones biológicas)
- **R12:** intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones mencionadas entre R1 y R11.

11.5. Consumo de agua.

La planta de biogás no consumirá agua de ningún tipo. En el proceso de digestión anaeróbica no es necesaria la aportación de agua.

11.6. Gestión de residuos orgánicos no peligrosos.

El objetivo principal de la planta de biogás es valorizar 31.000 Tn de purines junto a otros residuos agroindustriales., con el doble fin de proporcionar un material estructurante para el crecimiento bacteriano y de optimizar la producción de biogás para rentabilizar las instalaciones.

En relación con la procedencia de estos sustratos, se escogerán preferentemente co-sustratos de origen local, como estiércoles o subproductos de matadero.

La planta podrá tratar los residuos SANDACH de manera distinta, en función de su categoría y de la reglamentación impuesta por la Comisión Europea y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

12. MARCO LEGAL

12.1. Normativa de protección ambiental y urbanística

1. Normas de ámbito nacional
 - Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
 - Ley 21/2013. De 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
 - RD 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
 - Real Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la ley 38/1972 de protección del ambiente atmosférico
 - RD 1429/2003, de 21 de noviembre, por el que se regulan las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria en materia de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano
 - RD1559/2005, de 23 de diciembre, sobre condiciones básicas que deben cumplir los centros de limpieza y desinfección de los vehículos destinados al transporte por carretera en el sector ganadero.
 - Orden APA/161/2020, de 20 de febrero, por la que se modifican los anexos I, III y VI del Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes
 - Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, será de aplicación para el producto final de la planta de biogás (digerido)
 - Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario.
 - Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, para las emisiones acústicas
2. Normativa de ámbito autonómico
 - Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades.
 - Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica y anexos modificados según el Decreto 176/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley
3. Normativa de ámbito local
 - Plan General de Ordenación Urbana

12.2. Normativa eléctrica.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997 de Regulación del Sector Eléctrico
- LEY 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento

Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad

- REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto de 12-11-82 y publicado en el BOE núm. 288 del 1-12-82 y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por Orden de 6-7-84, y publicado en el BOE núm. 183 del 1-8-84 y su última modificación de Orden Ministerial de 10 de Marzo 2000, publicada en el BOE nº 72 de 24 de marzo de 2000 y la corrección de erratas publicadas en el BOE nº 250 del 18 de octubre de 2000.

12.3. Normativa industrial adicional

- La Directiva ATEX-100 relativa a legislaciones sobre sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (94/9/CE, que se transpone en el R.D. 400/1996)
- REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio (ATEX 137), sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
- REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE núm. 303 de 17 de diciembre

12.4. Normativa de construcción/Estructuras

- REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)

El Ingeniero abajo firmante declara que la información contenida en esta memoria y los documentos que la acompañan es ajustada, y describe suficientemente la instalación de la Planta de Biogás de 1.200 KW de potencia para la valorización de purines y subproductos agroindustriales.

El equipo redactor queda a disposición de la Administración para cualquier dato que pudiera considerar necesario aportar, para la continuación de este procedimiento.

En Moià, a 08 de octubre de 2022

Fdo: Juan Luis Argelich Casals
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 9.054

DOCUMENTO 1:

**MEMORIA TÉCNICA T1. INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN
DE BIOGÁS, PROCESO, EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO**

Promotor: Ayuntamiento de Moià

Programa: Incentivo 2

PLANTA TIPO C1. P < 1;

COMBINACIONES INCLUIDAS: T1, T2 y T3

DEFINICIÓN: Producción de biogás, aprovechamiento energético del mismo y tratamiento del digerido

Moià, octubre de 2022

1. INSTALACIONES T1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

La planta de biogás tiene como objeto la valorización energética de los purines, residuos agroalimentarios y la fracción orgánica de los residuos urbanos, y con este fin aprovecha un proceso biológico natural, llevado a cabo en instalaciones que permiten acelerar y optimizar la producción y llevarla a cabo bajo condiciones controladas.

El diseño de esta planta de biogás permite la producción continua de biogás mediante la automatización del proceso completo, tanto la carga del digester con sustrato como la descarga del digerido.

La descripción de los equipos necesarios para desarrollar el proceso descrito en el capítulo 3 de esta memoria son los siguientes.

Nº	Unidad de operación	Función	Observaciones
1	Bascula	Control de entrada de materias primas	
2	Deposito materias primeras	Depósito de recepción de materias primeras líquidas y semilíquidas	Depósitos en conjunto con una capacidad de 100 m ³
3	Depósitos de s recepción de purines	Depósito para la recepción rápida de purines, sellado para evitar malos olores	Capacidad de 200 m ³
4	Pasteurizador-higienizador	Separación de productos orgánicos de sus envases para la gestión del orgánico en biogás, y del inorgánico que luego un gestor autorizado lo retira. La higienización realiza un tratamiento de 70°C durante 40min a determinados SANDACH	El pasteurizador está compuesto por un contenedor de descarga del higienizador de 50 m ³ alimentación controlada del digester.
5	Cargado de Solidos	Depósito y cargador de materias sólidas en el digester	Equipo FLIEGL de carga en digester.
6	Deposito digester	En el digester se dará un tratamiento anaeróbico. La entrada de barros a este se realizará de manera continua y se encontraran tres puntos de alimentación, el primero será directamente desde la balsa de purines, otro que será desde el depósito de materias externas y otro desde deposito pasteurizador.	El digester está formado por un depósito anular primario termófilo de 5000 m ³ , otro depósito central secundario mesófilo de 3000m ³ y un gasómetro acumulador de biogás de doble

			membrana de 350 m ³ .
7	Aprovechamiento del gas	Empleo del gas como fuente de energía renovable, tanto producción de calor como electricidad.	Gasómetro de 1.200 m ³ de volumen, instalado en el digestor, filtro de carbón activo, enfriador de gases y compresor para la valorización energética del gas. .

Tabla 13. Unidades de operación de la planta de biogás

2. BÁSCULA DE PESAJE.

El control de entrada de sustratos en la planta se realiza mediante una báscula para vehículos pesados. Esta báscula está construida por una placa monobloque de hormigón de una resistencia característica de 250/300 kg/cm², armada con redondos de acero corrugado, con límite elástico de 5.000 kg/cm², distribuidos por toda la superficie de esta, en posición adecuada a las cargas que ha de soportar.

El personal encargado del registro de entrada anotará cantidad y origen de cada sustrato, de manera que se establezca un procedimiento de control.

3. DEPÓSITO DE MATERIAS PRIMAS.

Para la recepción de los sustratos de líquidos y otros subproductos **se construyen 2 depósitos de hormigón armado enterrados con un volumen bruto de 237 m³ y 210 m³** respectivamente, y se dispone de una losa de hormigón con resistencia hasta 10MN/m². El depósito circular se construye en hormigón armado C 35/45, Clase de exposición XC4, XF3, XA2, (HA-35/P/20 IIa+Qb -SR). Sus medidas interiores son 5 y 4,5 m de diámetro y una profundidad de 3 m. Este tanque consta de un agitador sumergido Flygt 10 kW y de conexiones hidráulicas para alimentación de líquido. Este depósito de recepción no tiene calefacción y es empleado como recepción de sustratos líquidos y semilíquidos. Estarán equipados de una capa de textil impermeable y un sistema de recogida de lixiviados, que evita la posible contaminación del subsuelo. De dimensiones 12x12 y altura 2,2 m.

Esta unidad de operación es un almacenamiento de los sustratos. Su localización es próxima al camino desde donde acceden los camiones de transporte con suficiente espacio alrededor del silo para las maniobras de camiones y tractores

3.1. Depósito de purines.

Para la recepción de purines de explotación ganaderas locales se construye un depósito de 585 m³, que estará cubierto con una lona para evitar la emisión de olores.

4. EQUIPOS DE HIGIENIZACIÓN Y MEZCLA

Los residuos de matadero se descargarán directamente de los camiones en la tolva enterrada y cerrada, que se abrirán únicamente durante el proceso de descarga.

En la planta se prevé valorizar residuos de matadero (sangre y lodos), que se someterán previamente al proceso de pasteurización, con el fin de cumplir con la normativa SANDACH. En concreto, se tratarán únicamente residuos de las categorías 2 y 3, que se someterán al proceso de pasteurización (P= 1 atm, T=70 °C, HRT= 1 h). Además, la dimensión granulométrica máxima debe ser de 12 mm.

Posteriormente a los pretratamientos, estos subproductos se bombearán directamente a los digestores, para su valorización mediante el proceso de digestión anaerobia.

Unidad de higienización

Previamente a la digestión anaerobia, se debe realizar un pretratamiento de higienización o esterilización a presión, según corresponda, de los subproductos de mataderos de categoría 2 y 3 para cumplir con la normativa SANDACH.

Para la higienización de aproximadamente 55 m³/día de subproducto de matadero se instalan dos tanques cuyo volumen neto es de 10 m³, para realizar diariamente 2 cargas.

Los equipos que a continuación se describen se colocan dentro de un contenedor metálico cerrado, equipado con filtros de aire, para minimizar la emisión de malos olores.

Macerador

Los subproductos frescos se almacenan en un depósito cerrado y desde allí se envían a un macerador para ser triturados hasta que alcanzar un tamaño de partícula de 12 mm. Las cuchillas son de acero endurecido especial para corte con afilado y ajuste automático. El filtro de corte también es de acero especial endurecido con capacidad de corte por ambos lados.

Tamiz de malla de 12 mm

Antes de la entrada en el tanque de higienización se instala también un tamiz de malla de 12 mm, con el objetivo de realizar una criba de las partículas de granulometría mayor de 12 mm.

Tanque de higienización

El tanque de higienización es de acero inoxidable AISI 304 de espesor 5 mm, con aislamiento térmico de 50 mm de grosor. El volumen útil es de 5 m³. Tiene fondo cónico, equipado con dos bocas de hombre en la parte inferior para el vaciado y dos bocas de hombre en la parte superior para el llenado y la salida de vahos. Además, dispone de sensores de temperatura y de nivel máximo de llenado.

Agitador

Colocado en el centro del tanque de higienización, de palas para evitar una capa sobrenadante, disminuir la espuma y evitar la estratificación. Se trata de un agitador sumergible en acero inoxidable

Intercambiador de calor

El calentamiento del sustrato se realiza con un intercambiador de calor de dos módulos con haz de tubos y una placa desviadora. Los módulos se colocan en serie.

La zona de contacto con el sustrato es de acero inoxidable, AISI 304 con capa de aislamiento de 50 mm. El agua caliente circula alrededor de los tubos de sustrato dentro del recinto de calefacción del intercambiador de calor. El sustrato circula primero por el módulo superior y luego por el módulo

inferior. La dirección de flujo del sustrato en el intercambiador de calor es en pendiente para que no haya obstrucción de partículas en las tuberías del intercambiador de calor.

Bomba excéntrica helicoidal

El sistema de higienización dispone de dos bombas de impulsión de sustrato, cuyo estator y rotor pueden soportar una temperatura máxima de 75°C, fabricados de material NBR, y dos bombas de impulsión de agua caliente.

5. CARGADOR DE SÓLIDOS

Para la recepción de productos sólidos. Se trata de un contenedor de suelo móvil de 60 m³ Marca FLIEGL o similar, con las siguientes características:

- L: 6.300 mm x H: 2.200 mm x B: 3.200 mm
- Contenedor de 60 m³ de capacidad
- Tornillo de recogida L: 3.800 mm, partes con contacto al sustrato completo de 1.4301 acero inoxidable, completo con cubierta de plástica como protección contra abrasión, distancia máx. del contenedor al digester 3m
- Rotor de dosificación con herramientas reemplazables
- Sistema con báscula, conexión análogo 4-20mA, incluye células de medición
- Armario de control
- Control de PLC: Control Logo para contenedor de suelo móvil combinado con el sistema de alimentación

Tamaño máximo de piezas solteras de biomasa aprox. 70mm, con un contenido entre 19-38 % de materia seca

6. DIGESTORES ANAEROBIOS.

La digestión anaerobia se llevará a cabo en dos tanques concéntricos que son alimentados con la carga orgánica. El tiempo de retención mínimo de los sustratos en el interior del digester debe ser mayor del tiempo necesario para que las bacterias metanogénicas puedan desarrollarse y llevar a cabo la metanogénesis y oscila entre 30 y 45 días sometidos a condiciones constantes (ausencia de O₂, 35-40 °C de temperatura) en función del tipo de sustrato. Debido a la gran cantidad de agua que arrastran los sustratos, es necesario un volumen grande de digester para asegurar el tiempo de retención mínimo de 40 días en el caso de que se alimente el digester con otro sustrato que requiera mayor tiempo. Otro parámetro influyente en el dimensionamiento de la planta y en la confección de la dieta de alimentación de la planta de biogás es la concentración de nitrógeno amoniacal en el interior del digester. Es muy importante que la relación Carbono/Nitrógeno se encuentre dentro del intervalo [20:1, 30:1].

El volumen neto del digester primario es de 5.000 m³ y el digester secundario de 3.000 m³

Tanto la solera como el muro son construidos de hormigón armado sulforresistente HA-35/P/20/IV+Qc y la cubierta es una membrana semipermeable al gas, para almacenar el biogás generado, a la vez que previene la entrada de oxígeno en el sistema.

El diámetro interno del digestor exterior es de 42 m y el diámetro interno del digestor interior es de 26 m, la altura del muro de 6 m (la altura real es de únicamente 2 metros porque el digestor está parcialmente enterrado) y el nivel máximo de llenado de 5,5 m quedando 0,5 m de nivel superior libre. Y teniendo en cuenta que la solera se construye con una inclinación de 4º hacia el centro del tanque, queda un volumen de 5.000 m³ para el digestor exterior y 3.000 m³ para el digestor interior.

6.1. Sistema de calefacción y aislamiento térmico.

Como la temperatura interna en los digestores debe encontrarse dentro del intervalo óptimo para el digestor exterior de 50 -55°C (termófilo), y de 37°C-40°C (mesófilo) para el digestor interior, es necesario realizar un aporte de calor a la mezcla mediante un sistema de calefacción de acero inoxidable en el interior del digestor.

Además, el digestor exterior estará aislado térmicamente con aislamiento de Poliestireno Extruido XPS de espesor 8 cm en la solera y de Poliestireno Expandido PS100 de espesor 10 cm en los muros para evitar pérdidas de calor.

El aislamiento térmico está protegido de las inclemencias meteorológicas con una lámina de polietileno y con recubrimiento protector de pintura con base epoxi en la zona en contacto con el gas (que corresponde a la pared interior del digestor y columna central, y el remate de los muros de hormigón).

El sistema de calefacción de los muros está constituido por circuitos de tubos de acero inoxidable AISI 316 DN 50 de longitud 78 m. El material de tornillería y de sujeción es también de acero inoxidable AISI 316. Cada circuito tiene una potencia térmica de 22,5 kW y un área de intercambio de 14,76 m². De este modo, se aporta una potencia térmica de 90 kW.

Todos los accesorios, como son sensor de temperatura y válvulas de regulación se colocan en un armario de control adosado a la pared del digestor por donde acceden los tubos de calefacción al interior del digestor.

6.2. Agitación en los digestores.

Cada digestor está equipado de tres agitadores horizontales y un agitador vertical que aseguran un movimiento en direcciones diversas sin que produzca ninguna estancueidad. De este modo, se logra la homogenización de todos los sustratos, se evita la sedimentación de la materia orgánica en el fondo o la formación de capa sobrenadante o zonas estancas y, por tanto, se asegura que todo el digestado permanezca el mismo tiempo en el digestor con el objetivo de digerir toda la carga orgánica contenida en los sustratos.

El agitador horizontal está equipado de un motor sumergible de potencia eléctrica 15,5 kW y potencia mecánica 13 kW con protección IP68/H. Además, dispone de un raíl para el posicionamiento del agitador y para su extracción. El agitador vertical también es sumergible con regulación de su posición en vertical y su orientación, de potencia eléctrica 12,5 kW y potencia mecánica 10 kW.

Los agitadores están colocados en el interior del digestor con una separación angular de 120º respectivamente. Se garantiza la generación de corrientes en direcciones y sentidos distintos, produciendo una agitación en cualquier punto del digestor. De este modo, se evitan las zonas de estancueidad o cualquier otro fenómeno resultante de una mala agitación.

La alimentación del digestor con una mezcla que ya ha sido homogeneizada previamente en el depósito enterrado acelera el comienzo de la digestión anaerobia porque existe una rápida adaptación de las bacterias.

6.3. Equipamiento de los digestores.

El equipamiento incluye:

- Revestimiento con chapa grecada de ALUMINIO
- Dos visores de cristal DN300 con instalación de limpieza para control del funcionamiento de los agitadores
- Acero Inoxidable-Estructura guías soporte de techo
- Plataforma y escalera para realizar la supervisión del interior del digestor a través de los visores y la inspección del equipo de seguridad de sobre-baja presión
- Tuberías de transporte del sustrato de las unidades de almacenamiento hasta el digestor y del digestor al separador de sólidos serán de polietileno PEHD160 PN10

7. INSTRUMENTACIÓN.

Con el fin de supervisar la operación de la planta de biogás, los digestores incorporan una potente instrumentación:

- Sensor de nivel de llenado de líquido hidrostático colocado en el interior del digestor y en el pozo de condensados, así como un sensor de nivel máximo de llenado en el digestor, en el depósito aéreo y enterrado.
- Analizador de gas para la medición de metano, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y oxígeno
- Caudal de gas a la entrada del CHP que incluye bomba de medición de gas, trampa de condensado, control del fluido, sistema de seguridad de deflagración, filtro para polvo, válvula magnética y ventilación de envolvente.
- Medidor del nivel de gas y presión en el gasómetro
- Sensor de temperatura en el digestor y en los circuitos de calefacción

8. SISTEMA DE DESULFURACIÓN BIOLÓGICA INTERNA.

Para que la operación de los CHP se realice mediante gas completamente desulfurado es necesario realizar distintos procesos de acondicionamiento del gas, siendo la desulfuración biológica en el interior del digestor uno de ellos. La desulfuración del gas bruto permite alargar el tiempo de operación del CHP porque se evita la corrosión de los equipos. Además, se reduce las emisiones de óxidos de azufre contenidos en los gases de escape.

El proceso biológico de desulfuración es llevado a cabo por la acción de bacterias sulfato-reductoras que en condiciones aerobias oxidan el sulfuro de hidrógeno a azufre elemental que queda depositado en la red del digestor.

La dosificación de aire en la planta de biogás para el proceso de desulfuración biológico debe ser como máximo del 6% en volumen de la producción de biogás. El digestor dispone de un circuito de envío y retorno de aire con su correspondiente compresor. Como medida de seguridad se coloca una válvula antirretorno y se realiza una conexión sellada al digestor para evitar retorno de biogás. El caudal de aire requerido en el digestor se ajusta desde el armario de control de la planta de biogás mediante orden de paro/marcha del ventilador en función de la composición detectada por el analizador de gases.

Por tanto, el flujo de aire requerido depende de la producción diaria de biogás y de la calidad, y debe modificarse en función de cualquier cambio en la producción de gas. En el dimensionamiento del compresor se ha considerado una producción de 200 m³/h y una concentración en sulfuro de hidrógeno de 0,2%. La potencia eléctrica del compresor es de 0,6 kW y el caudal de aire de 250 Nm³/h. Se estima una hora de funcionamiento por día.

9. ALMACENAMIENTO DE GAS

El biogás producido por la fermentación anaerobia de la materia orgánica de los sustratos agrícolas y agroalimentarios es almacenado en el almacenamiento de gas del digestor llamado gasómetro.

El gasómetro está constituido por dos membranas. La membrana exterior de poliéster con recubrimiento de PVC por ambas partes y resistente a los rayos UV, de resistencia a tracción de 3.000 N/5cm, es una capa protectora y se encuentra siempre bajo presión, ya que se necesita para la estabilidad de la estructura. Este sistema ha demostrado ser adecuado para soportar tormentas y nieve y ser resistente a los rayos UV. Las temperaturas mínimas y máximas soportables son de -30°C y +70°C. Debajo de la membrana exterior se coloca otra membrana de poliéster con recubrimiento de PVC por ambas partes resistente también a las inclemencias meteorológicas, a los rayos UV y al contacto con el digerido. El rango de temperaturas de funcionamiento es el mismo que para la membrana externa. La capacidad de almacenamiento útil corresponde a esta membrana interna, que va incrementando su volumen a medida que se llena de biogás, es de 1.223 m³.

El gasómetro es de forma cónica, con una inclinación del 30% mantenida por la presión interna generada mediante una soplante que toma aire del exterior para enviarlo a la cavidad existente entre la membrana exterior e interior impermeable al aire. De este modo, la estructura de la membrana se mantiene rígida con forma cónica. La altura de la membrana exterior es de 5,2 m y la interior 4,5 m cuando está completamente lleno el gasómetro.

La presión de aire en el interior de la membrana de PE se encuentra dentro de un rango de 2 mbar cuando el gasómetro está vacío y un máximo de 3 mbar cuando está lleno. Cuando la presión supera los 5 mbar, se abre una válvula de seguridad (sistema de seguridad de sobre-baja presión) y se deja escapar el biogás para liberar la presión. En caso de bajar la presión por debajo de los valores límites, automáticamente el CHP deja de funcionar, así como la soplante para que la membrana de PE no entre en depresión.

El digestor cubierto por el gasómetro está equipado con una estructura, soporte que consiste en una columna central de hormigón armado y unos sensores que enganchan con la pared del digestor y con

el pilar central y sobre los que asienta una red, que evita el contacto de la membrana interna con el contenido del digestor. Dependiendo de la cantidad almacenada de biogás, la membrana se puede mover haciéndose más grande o pequeña dentro del espacio que existe entre la red y la membrana externa.

En Moià, a 08 de octubre de 2022

Fdo: Juan Luis Argelich Casals
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 9.054

DOCUMENTO 2:

**MEMORIA TÉCNICA T2. INSTALACIÓN DE
APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS, PROCESO, EQUIPOS Y
FUNCIONAMIENTO**

Promotor: Ayuntamiento de Moia

Programa: Incentivo 2

PLANTA TIPO C1. P < 1;

COMBINACIONES INCLUIDAS: T1, T2 y T3

DEFINICIÓN: Producción de biogás, aprovechamiento energético del mismo y tratamiento del digerido

Moià, octubre de 2022

1. INSTALACIONES T2. APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS CON INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD CON BIOGÁS. MOTORES DE COGENERACIÓN.

Nº	Unidad de operación	Función	Elementos Aprobados
6	Unidad de cogeneración	Quemar el biogás en un motor de combustión interna para generar electricidad y calor	2 Motores de Cogeneración CHP, de 600 KW cada uno instalada en 2 contenedores de 12 m de longitud por 3 m de anchura

Tabla 14. Equipos de aprovechamiento de Biogás

El biogás generado es empleado en la unidad de cogeneración CHP (combinación de calor y electricidad), marca MWM modelo TCG 2016 V12 C, Biogás. La energía eléctrica se empleará a autoconsumo de la planta de biogás, la depuradora y planta de secado y a autoconsumo de las instalaciones municipales y a la venta a la red de excedente y la energía térmica es empleada en los intercambiadores de calor de los digestores y el higienizador de la planta de biogás y el restante calor se podría emplear en la planta de secado, mediante intercambiado en forma de agua caliente a temperatura de 95°C, que es la temperatura máxima de las camisas de agua caliente. Las temperaturas de retorno y salida del circuito de refrigeración son 84°C y 91°C respectivamente con un caudal de agua caliente máximo de 32 m³/h.

Las 2 unidades de cogeneración está constituida por un motor de gas con una potencia eléctrica en plena carga de 600 kWe. La potencia térmica total aprovechable es la disipada por el aceite, el agua de camisas y los gases de escape, consiguiéndose un total de 608 KWt El rendimiento eléctrico es de 41,3% y el rendimiento térmico de 44,4%.

Control automático

Mediante un control automático (PLC) se chequea la frecuencia, asimetría y el voltaje de la energía eléctrica generada, así como la presión del aceite, el nivel de aceite y la frecuencia de rotación del motor de combustión, como también, las temperaturas del líquido de refrigeración del motor de generación y combustión.

Silenciador de gases

Además, se provee de un silenciador de gases de escape para un nivel sonoro residual de 70 dBA a 10 m.

2. BALANCE DE ENERGÍA.

La planta de biogás tendrá una potencia eléctrica instalada de 800 kW, que se genera a partir de una producción diaria de aproximadamente 8.775 m³ de biogás.

En la tabla siguiente se muestran las características básicas de potencia y de consumo de biogás del motor.

Consumo de gas en la instalación	Nº Motores	Potencia eléctrica total [kWe]	Potencia térmica de salida	Consumo de biogás NOMINAL [m³/h]
Motor de Cogeneración	2	1200	1216	479

Tabla 15. Características unidad de cogeneración

La planta está diseñada para estar en funcionamiento 8.000 horas al año porque se considera que será necesario hacer interrupciones de generación eléctrica durante aproximadamente el 8% del tiempo por motivos de mantenimiento.

En base a estas horas anuales de funcionamiento, la producción anual de energía eléctrica es:

Generación eléctrica [kWh/a]	Pérdidas por transformación y alimentación [kWh/a]	Autoconsumo eléctrico de la planta de biogás [kWh/a]	Generación eléctrica neta [kWh/a]
8.957.178	80.000	1.711.435	7.165.742

Tabla 16. Generación eléctrica

El motor de cogeneración no produce únicamente energía eléctrica, sino que está caracterizado también por una elevada generación de energía térmica, en forma de agua caliente a 90 °C. Parte de esta energía térmica es necesaria para la calefacción de los digestores y la higienización de los residuos, siendo el resto aprovechado para el proceso de secado de la fracción sólida del digerido para su transformación en enmienda orgánica.

Balance de Energía producida y autoconsumo eléctrico	kWh/año
Potencia eléctrica [kWe]	8.957.178,45
Potencia Térmica [kWt]	9.062.557,02
Autoconsumo eléctrico y pérdidas Planta	1.791.435,69
Energía disponible venta	7.165.742,76
Autoconsumo Energía Térmica Biodigestión	1.081.584,00
Perdida de calor interno	906.255,70
Total Autoconsumo calor Planta	1.987.839,70

Calor disponible secado digerido	7.074.717,32
Autoconsumo Eléctrico Municipio	8.957.178,45
Autoconsumo Calor Municipio	9.062.557,02
Total Autoconsumo Municipio	1.791.435,69
Energía Sobrante	7.165.742,76

Tabla 17. Potencias generadas y consumidas

Actualmente la energía eléctrica y térmica que consume el Ayuntamiento es la siguiente (en el anexo 1, se desglosa por CUPS):

CONSUMO AYUNTAMIENTO

Consumo Eléctrico	kWh año
Dependencia Ayuntamiento de Moià	X
Alumbrado Público	X
Otros equipamientos	X
Total Consumo Eléctrico Ayuntamiento	X

Consumo de calor.	kWh año
Dependencias Ayuntamiento (Gas)	X
Consumo gasóleo de calefacción equipamientos públicos.	X
Consumo de Biomasa equipamientos públicos.	X
Total consumo de calor.	X
Total m ³ gas equivalente	X

Tabla 18: Energía consumida por el Ayuntamiento de Moià

En consecuencia, la planta tendrá un exceso de X kWh/año cuyo destino será.

1. Aplicación de bonos eléctricos a las familias más necesitadas.
2. Desarrollo del vehículo eléctrico, con puntos de recarga.
3. Venta de energía sobrante para mejorar las prestaciones sociales del municipio.

3. MODULO DE COGENERACIÓN

La unidad de cogeneración se colocará o bien en edificio o bien en el interior de unos contenedores prefabricados. El sistema de escape de los gases de combustión se realiza mediante una chimenea

vertical diseñada con una altura calculada a partir de su caudal volumétrico seco 2.400 m³/h y serán conducidos a un intercambiador aire/aire para calentar aire de la atmosfera a 150°C para proceder al secado de la fracción sólida del digerido, procediéndose a la posterior emisión de gases de combustión a la atmósfera, cumpliendo las exigencias medioambientales.

En el interior del contenedor se destina una habitación para el almacén del aceite usado y nuevo en dos tanques de doble pared con equipamiento de un sistema de detección de fugas. El consumo de aceite de combustible es de 0,15 g/kWh.

4. ENFRIADOR DE GAS

El enfriador de gas se coloca contiguo al módulo de CHP con el objetivo de enfriar el gas hasta 7°C y secarlo evitando que se produzca condensado en el CHP. De este modo, se protege el CHP contra la corrosión y, en consecuencia, se alarga la vida de éste. De este modo, también se logra la reducción de metilciclosiloxanos.

El enfriador consiste en un intercambiador a contracorriente en el que el medio refrigerante constituido por una mezcla agua-glicol (35%) circula por el interior de los tubos de la carcasa del enfriador de gas y el cambio de fase del vapor de agua contenido en el biogás tiene lugar en el exterior de los tubos. El enfriador está diseñado para un caudal de entrada de biogás de 450 Nm³/h.

El agua condensada se envía al pozo de condensados conectado con una tubería en pendiente.

Además, se equipa con una unidad de refrigeración del medio para ser otra vez empleado como medio de refrigeración. De este modo, el circuito del medio refrigerante es un circuito cerrado con una bomba para su circulación.

5. CANALIZACIÓN DEL BIOGÁS

- Canalizaciones enterradas de biogás son de polietileno PE 160 SDR 17,6 UNE 53.333
- Tramos al aire libre de acero inoxidable AISI 316L DN 200 de 6" normalizado ANSI B36. Corresponden al tramo vertical que luego se entierra.
- La tubería enterrada de conexión del gasómetro con el CHP tiene una pendiente del 2% para la recogida del condensado hasta el equipo de cogeneración
- Pozo de condensados con apertura de limpieza que incluye una bomba de agua
- Una válvula de mariposa a la salida de cada gasómetro, otra una vez unificadas ambas tubería.
- Previamente, al quemado del biogás en el CHP o en la antorcha, se coloca como medida de seguridad dos válvulas senoidales para evitar el retorno de llama y una válvula de regulación

6. CONEXIONADO HIDRÁULICO.

La Canalización del agua caliente para la calefacción del digestor, estará formado por tuberías Rauthermex-DUO 63+63/182 hasta el armario de distribución de calor en la pared del digestor

7. EQUIPO DE SEGURIDAD EN CASO DE FALLO DEL CHP

La estación de la antorcha es una medida de seguridad en caso de avería del CHP y una vez llegado al límite de almacenamiento de biogás en el gasómetro. El caudal de dimensionamiento de la antorcha corresponde al caudal necesario para que el CHP funcione a carga completa, es decir, 500 Nm³/h de gas. Los componentes de la antorcha son:

- Quemador
- Soplante radial
- Tubería de combustión
- Su correspondiente armario de control

En Moià, a 08 de octubre de 2022

Fdo: Juan Luis Argelich Casals
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 9.054

DOCUMENTO 3:

**MEMORIA TÉCNICA T3. INSTALACIONES DE
APROVECHAMIENTO DEL DIGERIDO, PROCESO
EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO**

Promotor: Ayuntamiento de Moià

Programa: Incentivo 1

PLANTA TIPO C1. P < 1;

COMBINACIONES INCLUIDAS: T1, T2 y T3

DEFINICIÓN: Producción de biogás, aprovechamiento energético del mismo y tratamiento del digerido

Moià, octubre de 2022

1. INSTALACIONES T3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO, EQUIPOS Y FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE DIGERIDO.

De acuerdo con los procesos descritos en el capítulo 3, las instalaciones proyectadas son las siguientes

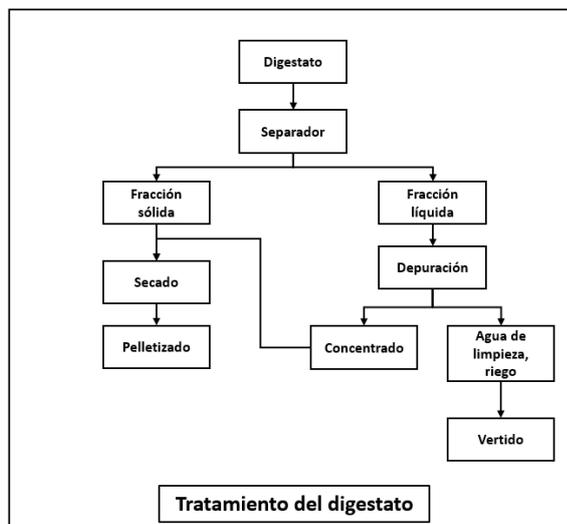
Nº	Unidad de operación	Función	Elementos Aprobados
1	Separación fase líquida-sólida de los residuos del digestor mediante centrifuga	Evacuación de los residuos del digestor y tratamiento separando la fase líquida de la fase sólida mediante centrifugación decantadora.	Esta etapa se compone por un depósito de evacuación de los residuos del digestor y una centrifuga que separa la fracción líquida de la sólida que mediante una bomba que los transfiere al decantador y donde deposita los residuos sólidos en unos contenedores de 20 m ³ /u. para posterior secado.
2	Tratamiento de la fase líquida	La fase líquida se tratará mediante un proceso de depuración mediante flotación, decantación lamelar, ultrafiltración y osmosis a presión.	Se instala un depósito para el almacenaje del líquido resultante de capacidad de 900 m ³ .
3	Conexión hidráulico	Caseta con Sistema de bombeo y control integrado	Caseta prefabricada de 20 m ² donde se integra la unidad de bombeo
4	Decantador Lamelar	El proceso final se realiza una decantación que envía los lodos finales son devueltos al proceso de digestión y los clarificados son vertidos a colector.	En esta etapa se encuentra un decantador
5	Deshidratador de fracción sólida	Disminuir el volumen de fracción sólida, higienizar y producir biofertilizante	2 Intercambiadores de calor agua/aire y aire/gases motor de caldera. 1 Secador Aire caliente/fracción sólida digerido 1 filtro manga.
6	Pelletización fracción sólida deshidratada	Obtener el biofertilizante en forma de pellet	1 Pelletizadora. 1 Ensacadora Big Bag

7	Concentración fracción líquida del digerido	Obtener biofertilizante líquido	1 Evaporadora de 3.000 l/día.
---	---	---------------------------------	-------------------------------

Tabla 19. Instalaciones de tratamiento de digerido

En la planta de biogás se degrada la materia orgánica contenida en los sustratos de entrada, y se transforman algunos elementos y nutrientes. El resto de la materia sale de la planta de biogás, en forma de un digerido líquido, homogéneo, estable e inodoro, que será sometido a un proceso de tratamiento consistente en:

- Separación de la fracción sólida y líquida de los digeridos
- Acondicionamiento y secado de la fracción sólida para su aplicación agronómica
- Tratamiento de la fracción líquida para su depuración previo vertido a colector.



El proceso se resume en el siguiente esquema:

2. SEPARACION DE LAS FASES DEL DIGESTATO

La primera etapa de tratamiento del digestato tal y como se ha mencionado anteriormente, consiste en la separación de las fracciones sólidas y líquidas del digestato. Para ello el digestato pasa a través de un laberíntico hasta llegar al decantador, donde mediante centrifugación se separan mayoritariamente la fase sólida y la fase líquida. Tras la primera separación se introduce un floculante en el efluente líquido para facilitar una segunda separación de fases en el flotador. De esta manera se consigue una separación de fases.

Se prevé realizar un tratamiento de los 25.400 Tn de digerido consistente en un proceso de separación mecánica mediante una centrífuga en que se obtendrían 6.350 Tn/año corresponderán a materia sólida y 19.050 Tn/año de fracción líquida.

La fracción sólida una vez secada se convertirían en 1.730 Tn/año de enmienda orgánica para poder ser utilizado como fertilizante.

3. TRATAMIENTO DE LA FRACCIÓN LÍQUIDA

Tras la separación de la fase sólida se pasa por un proceso de flotación, almacena el agua sin tratar en una balsa de aireación que actúa como buffer. La primera etapa de tratamiento del agua es la ultrafiltración de los efluentes líquidos. Este proceso permite la separación mecánica de materia disuelta mediante un tamiz. El grado de separación viene determinada por el tamaño de poro de la membrana.

La **segunda etapa** de tratamiento es una **separación mediante osmosis inversa en 2 subetapas**. Mediante la osmosis inversa se consigue la retención de prácticamente todas las sustancias disueltas en el agua. El rechazo de los solutos en este caso no ocurre mediante filtración, esta separación tiene lugar mediante el fenómeno de la disolución-difusión a través de la membrana, debido a las diferencias de solubilidad y difusividad de la membrana.

La primera subetapa de osmosis se lleva a cabo a baja presión. Tras este tratamiento, el agua se almacena en depósitos buffer, para poder adaptar los tiempos de operación de las instalaciones de depuración. La segunda subetapa de osmosis inversa se realiza a alta presión donde se eliminan finalmente el resto de las posibles sustancias que queden disueltas.

Los 19.050 Tn/año de la fracción líquida (39 Tn/día) se someterán a tratamiento de osmosis, donde se obtiene un residuo permeado de 1.905 Tn/año que se añade a la zona de secado y el resto es un efluente líquido 17.145 Tn/año que se puede verter al colector municipal.

4. TRATAMIENTO DE LA FRACCIÓN SÓLIDA SECADO.

4.1. Intercambiador de calor aire/agua e Intercambiador de calor aire/aire

Para el secado de la fracción sólida, el agua caliente de los motores de cogeneración se pasa por un intercambiador de aire par aun primer salto térmico del aire hasta 70°C. Posteriormente, este aire caliente se vuelve a circular a través de un intercambiador de calor de tubos de acero al carbono por el cual circula los gases provenientes del motor de cogeneración a 440 °C por la cámara exterior y por el interior aire a temperatura ambiente. Los gases de salida salen a 198°C y el aire caliente a 150 °C.

4.2. Turbo secador RINA-JET en régimen en continuo mediante un flujo continuo de aire caliente de RINA JET.

Mediante este secador el aire caliente que proviene del intercambiador deshidrata los fangos hasta un 8% de humedad.

La alimentación de los fangos es mediante una tolva más un sinfín dosificador. El secador tiene una capacidad de alimentación de 330 Kg/h con una capacidad de evaporación de 240 kg/hora de agua.

Su capacidad de producción de lodo seco es de 105 kg/hora que en régimen continua proporciona 2.500 kg/día de lodo deshidratado al 8% que equivale a una producción de 912.500 Kg/año. 1 Kg de lodo seco equivale a 5 Kilogramo de la fracción sólida de la separación efectuada del digerido en la centrifugadora.

Este secador, por tanto, podrá tratar una máxima de 3,940 Tn/año (788.000 x 5) de la fracción sólida del digerido, sobre las 5.500 toneladas aprobadas. Las otras 1.600 Tn/año seguirá tratándose en la planta.

El producto para impulsado por un ventilador de cabeza y un ventilador de cola.

La potencia calorífica instalada es de 381.100 Kcal/hora que representa 381 Termias/hora. Por tanto, este equipo está contemplado dentro del anexo III y la ampliación de la licencia es mediante acto comunicado.

4.3. Filtrado y Pelletizado

Una vez secado el producto se filtra a través de un filtro de mangas y posterior almacenaje en el silo que se dispone al efecto, con capacidad para 20 m³ de producto

Posteriormente, se granula en forma de pellet a través de la correspondiente máquina modelo PLT-800 de la marca Ecofricalia o similar con una producción para pellet de 6 mm de 400 kg/hora y una potencia de 37 KW.

El pellet obtenido se almacena en sacos tipo *big-bag* de 1 m³ de capacidad, mediante una ensacadora automática de la empresa Equipos y procesos o similar.

Con este proceso todos los materiales que forman parte del biofertilizante pasan por un proceso térmico 220°C y > 10 minutos de tiempo de residencia, por el material resultante esta higienizado

4.4. Conducciones de sustrato y digerido.

Las tuberías del sistema serán las siguientes.

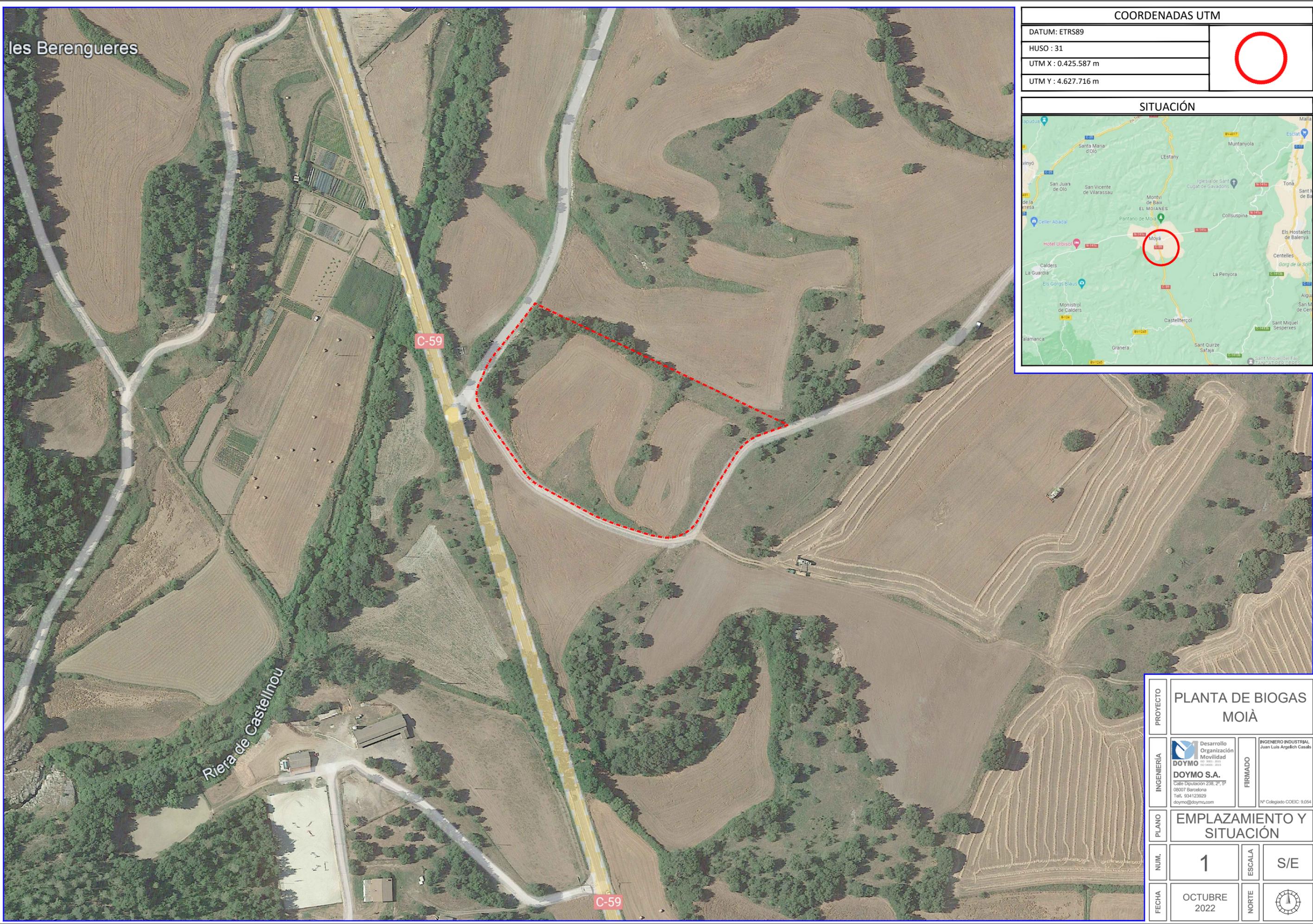
- Válvula de guillotina DN 150 con cierre manual
- Placa empotrada de acero inoxidable a la salida del digestor como aislamiento y corte
- Tubería de extracción del fluido embebida en el hormigón de la solera cuyo orificio se encuentra en el centro del digestor (vértice de la solera cónica) y conectan con la estación de extracción, de PEHD200 PN10
- Tubería de recogida de muestras de AISI304Ti con válvulas de bola

- La estación de extracción está constituida por una plataforma de hormigón superficial para la recogida de cualquier derrame que se produzca durante la extracción del digerido. Dispone de un orificio de vaciado para la conexión de la bomba y la manguera de las cubas de recogida del digerido.

En Moià, a 08 de octubre de 2022

Fdo: Juan Luis Argelich Casals
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 9.054

les Berengueres

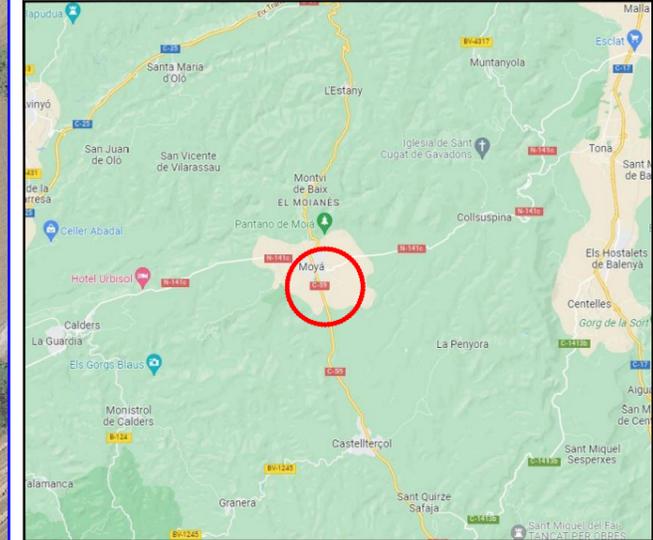


COORDENADAS UTM

DATUM: ETRS89
HUSO : 31
UTM X : 0.425.587 m
UTM Y : 4.627.716 m



SITUACIÓN



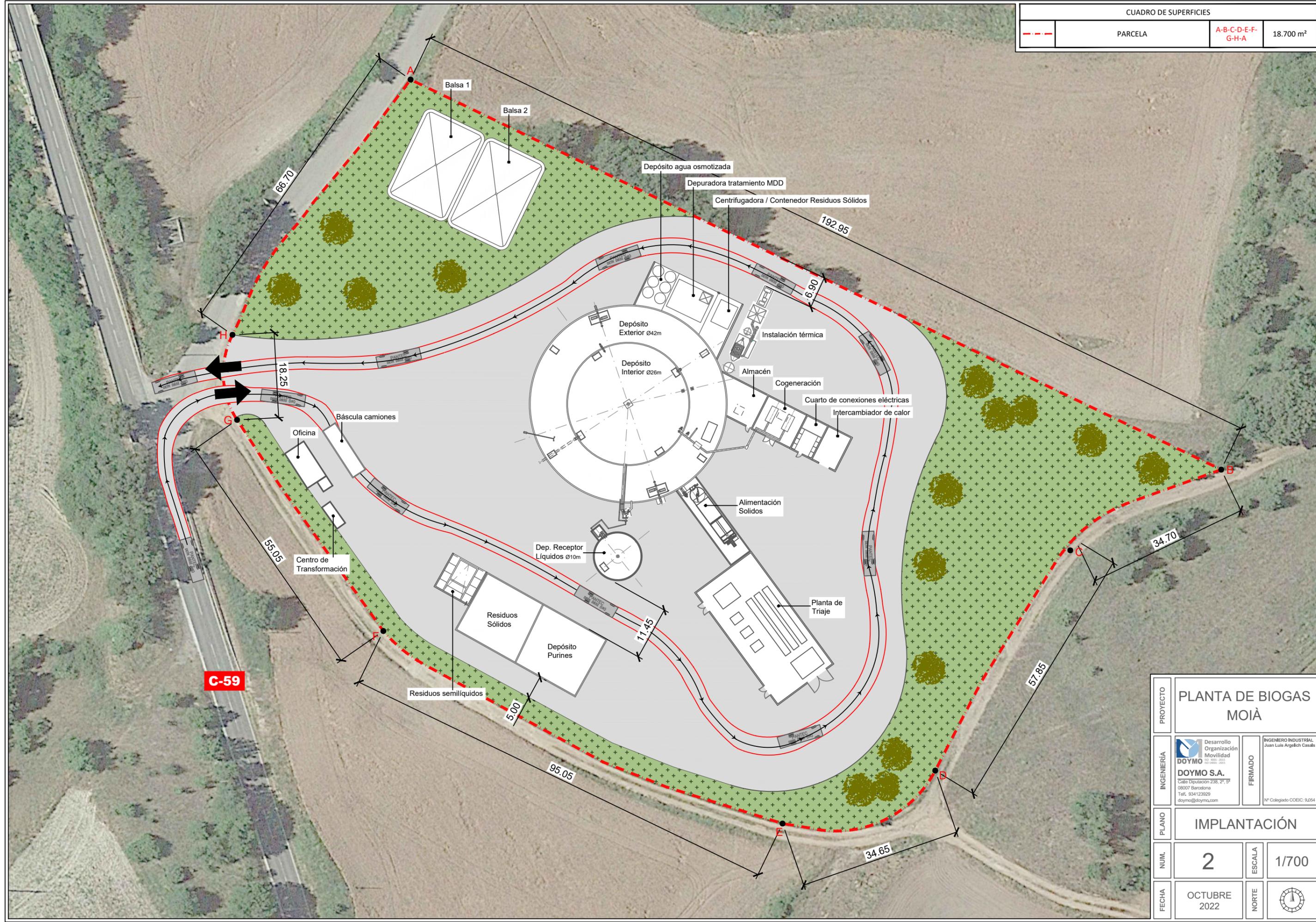
Riera de Castellnou

C-59

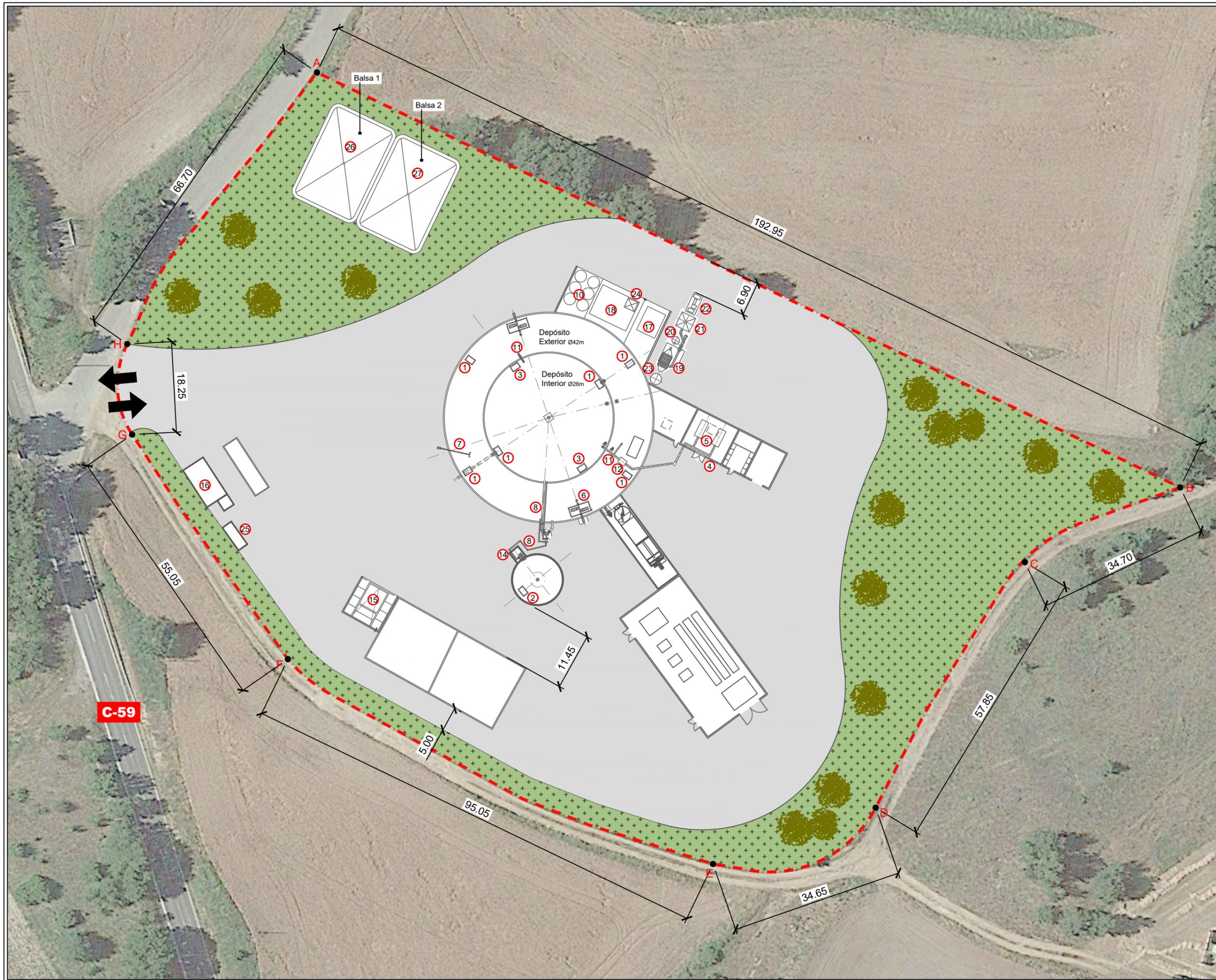
C-59

PROYECTO	PLANTA DE BIOGAS MOIÀ		
INGENIERÍA	Desarrollo Organización Movilidad DOYMO S.A. Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Telf. 934123929 doymo@doymo.com	FIRMADO	INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals Nº Colegiado COEIC: 9.054
PLANO	EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN		
NUM.	1	ESCALA	S/E
FECHA	OCTUBRE 2022	NORTE	

CUADRO DE SUPERFICIES		
---	PARCELA	A-B-C-D-E-F-G-H-A
		18.700 m ²



PROYECTO	PLANTA DE BIOGAS MOIÀ		
INGENIERÍA	Desarrollo Organización Movilidad DOYMO S.A. Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Telf. 934123929 doymo@doymo.com	FIRMADO	INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals Nº Colegiado COEIC: 9254
	PLANO		
NUM.	2	ESCALA	1/700
FECHA	OCTUBRE 2022	NORTE	
IMPLANTACIÓN			



LEYENDA EQUIPOS

Tapa de servicio, impermeable contra salida de gas: - Visor cristal 30/30 cm - Dimensión 120/180 cm	1
Tapa de servicio, aireado	2
Tapa de servicio, impermeable contra salida de gas: - Visor cristal 75/75 cm - Agitador sumergible, modelo AT-Mix 16L4P - Dimensión 120/180 cm	3
Ventilación, aire de entrada	4
Ventilación, aire de salida	5
Agitador horizontal, modelo Mississippi, 4 helices, cobertura con chapa de acero inoxidable, impermeable contra salida de gas	6
Agitador lateral, modelo Rührmaster I, ajustable	7
Tubería de purín, DN 300, PVCU	8
Desbordamiento, DN400, tubo ascensional, compuerta de cierre manual, PVCU	9
Depósito pulmón	10
Tubería de gas, DN 300, acero inoxidable V2A, compensador de dilatación	11
Enfriador de gas KWL 370	12
Tubo de sobrepresión, DN 150	13
Bloque de distribución, 5 pasos, 1 entrada, 4 válvulas de compuerta neumática	14
Bomba tornillo sinfin, excéntrico	15
Oficina	16
Centrifugadora	17
Depuradora	18
Secadora	19
Intercambiador	20
Filtro mangas	21
Peletizadora	22
Silo	23
Evaporizador	24
Estación transformadora	25
Balsa agua tratada	26
Balsa fracción líquida digestor	27

PROYECTO

PLANTA DE BIOGAS
MOIÀ

INGENIERÍA

 DOYMO S.A. Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Telf. 934123929 doymo@doymo.com	FIRMADO INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals Nº Colegiado COEIC: 9,054

PLANO

EQUIPOS

NUM.

3

FECHA

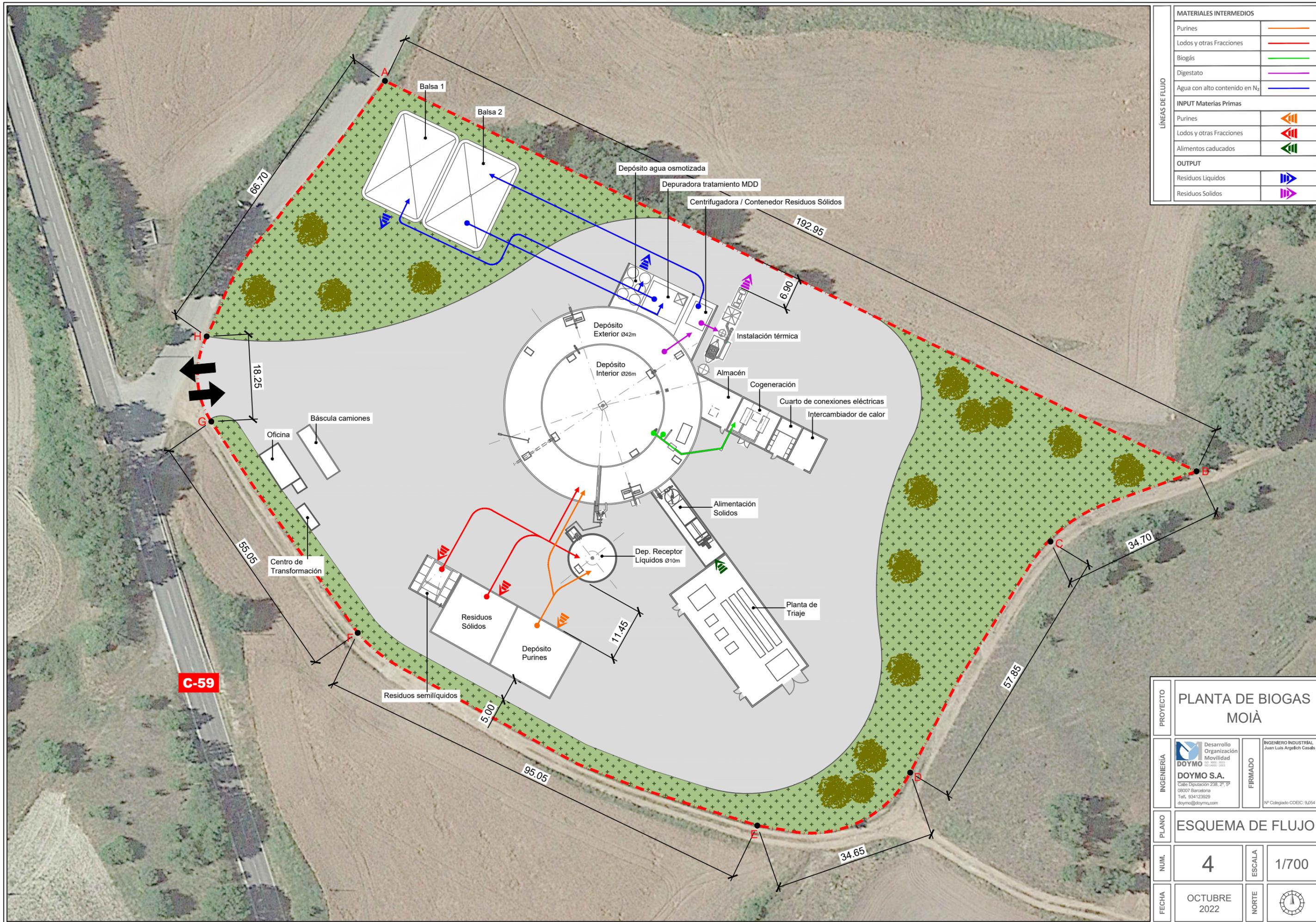
OCTUBRE
2022

ESCALA

1/700

NORTE



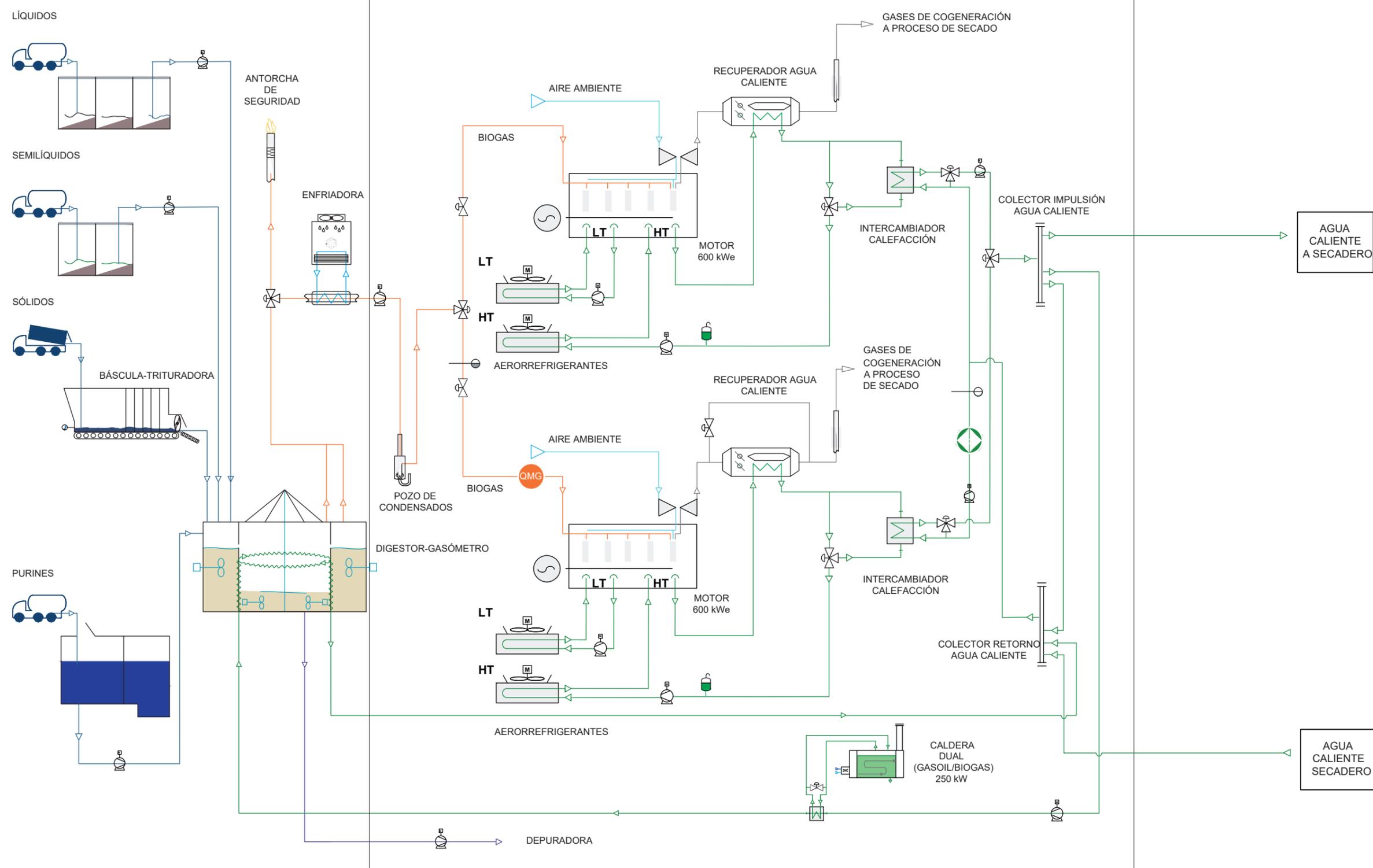


MATERIALES INTERMEDIOS	
Purines	
Lodos y otras Fracciones	
Biogás	
Digestato	
Agua con alto contenido en N ₂	
INPUT Materias Primas	
Purines	
Lodos y otras Fracciones	
Alimentos caducados	
OUTPUT	
Residuos Líquidos	
Residuos Sólidos	

C-59

PROYECTO	PLANTA DE BIOGAS MOIÀ	
INGENIERÍA	 Desarrollo Organización Movilidad DOYMO S.A. Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Telf. 934123929 doymo@doymo.com	INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals FIRMADO Nº Colegiado COEIC: 9254
	PLANO	ESQUEMA DE FLUJO
NUM.	4	ESCALA 1/700
FECHA	OCTUBRE 2022	NORTE

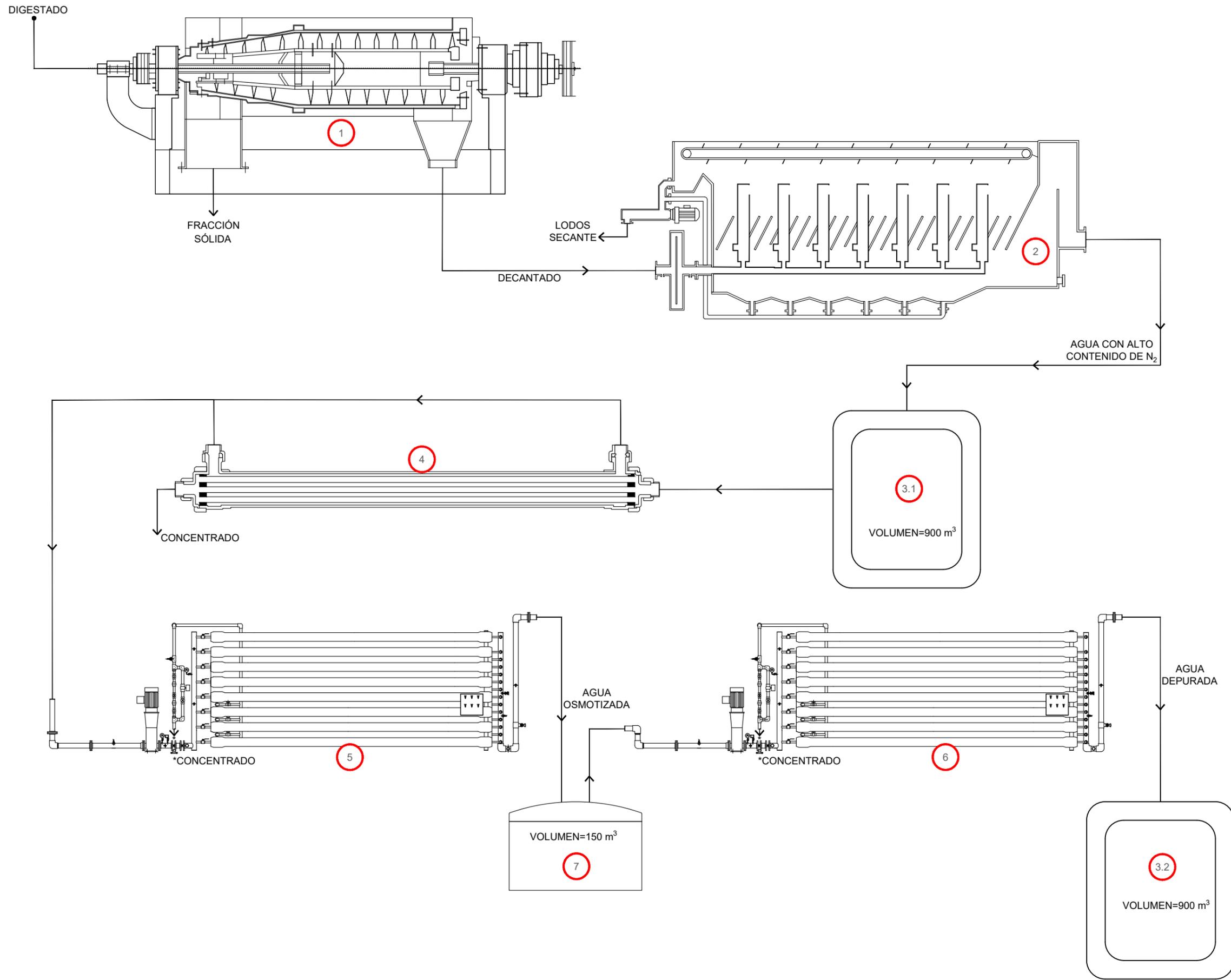
DIGESTIÓN-VALORIZACIÓN COGENERACIÓN PROCESO SECUNDARIO



$$REE = \frac{E_{MG}}{Q_{MG} \cdot (AC)_{0,9}}$$

- BIOGAS
- AIRE AMBIENTE
- AGUA
- DIGESTATOS
- MATERIAS PRIMAS
- GASES DE COMBUSTIÓN
- GASOIL

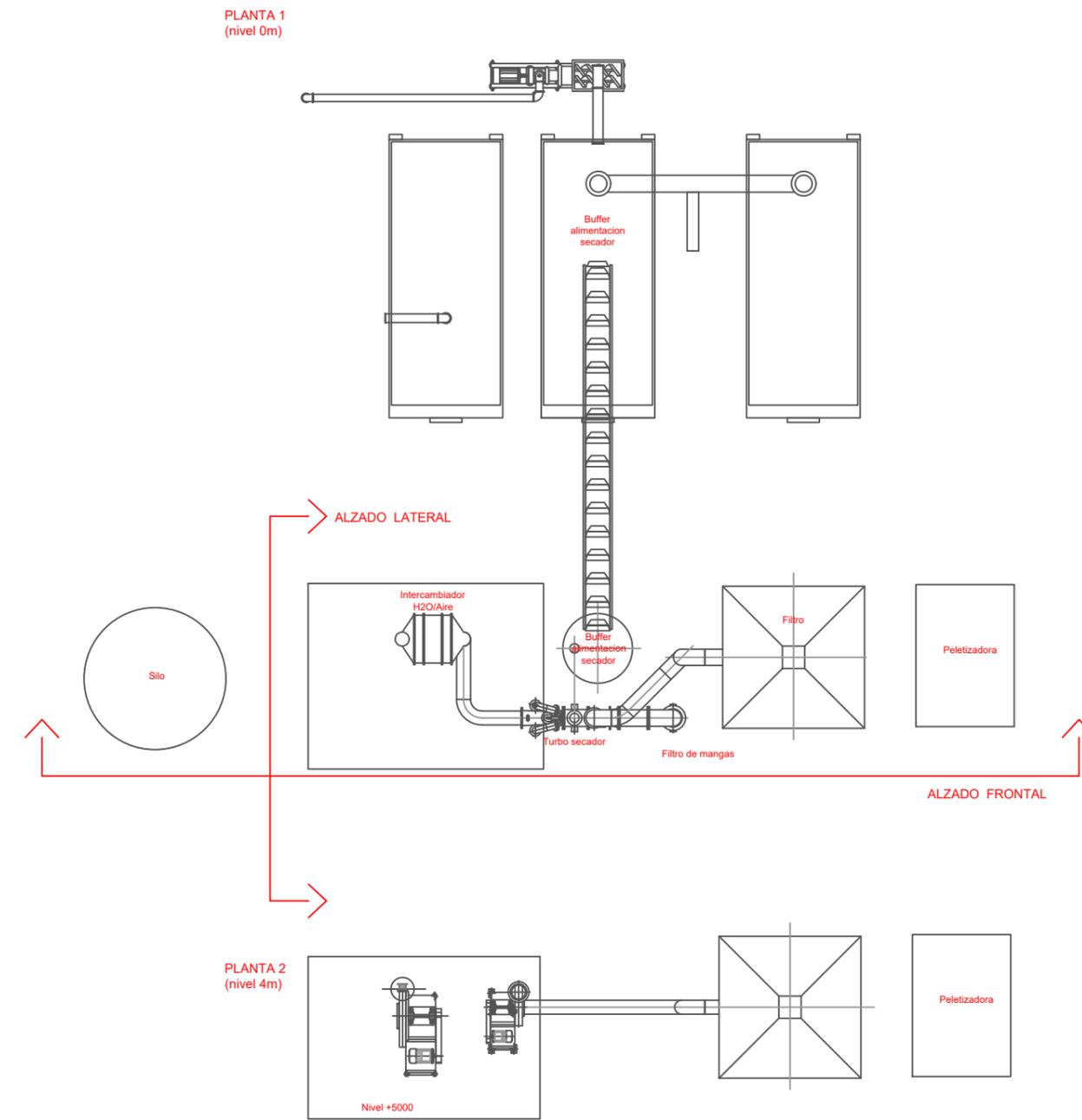
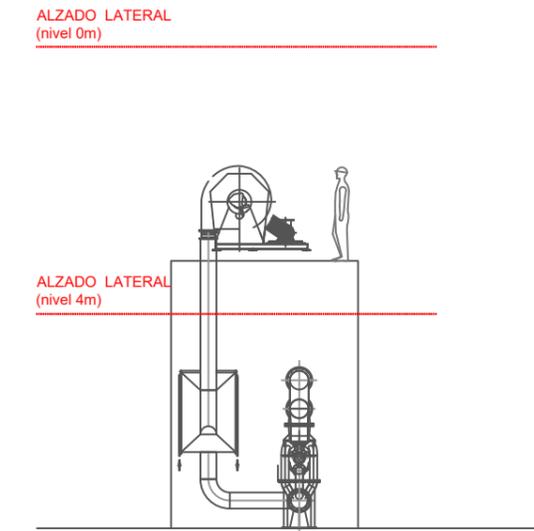
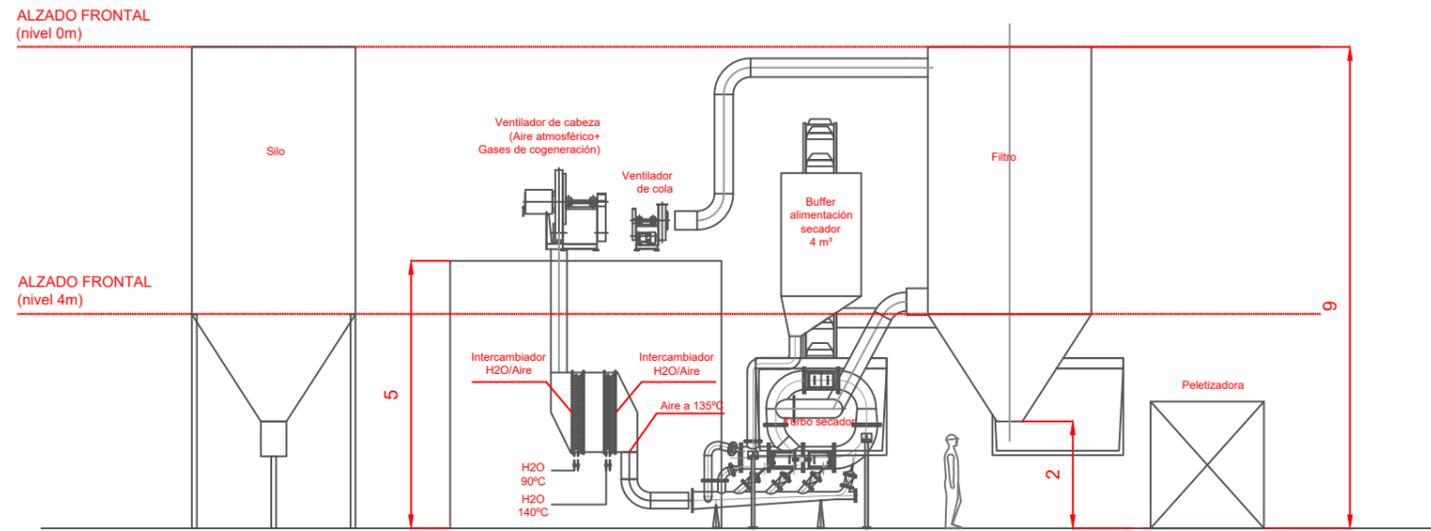
PROYECTO	PLANTA DE BIOGAS MOIÀ		
INGENIERÍA	Desarrollo Organización Movilidad DOYMO S.A. Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Telf. 934123929 doymo@doymo.com	FIRMADO	INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals Nº Colegiado COEIC: 9,054
PLANO	ESQUEMA PROCESO COGENERACIÓN		
NUM.	5	ESCALA	S/E
FECHA	OCTUBRE 2022	NORTE	



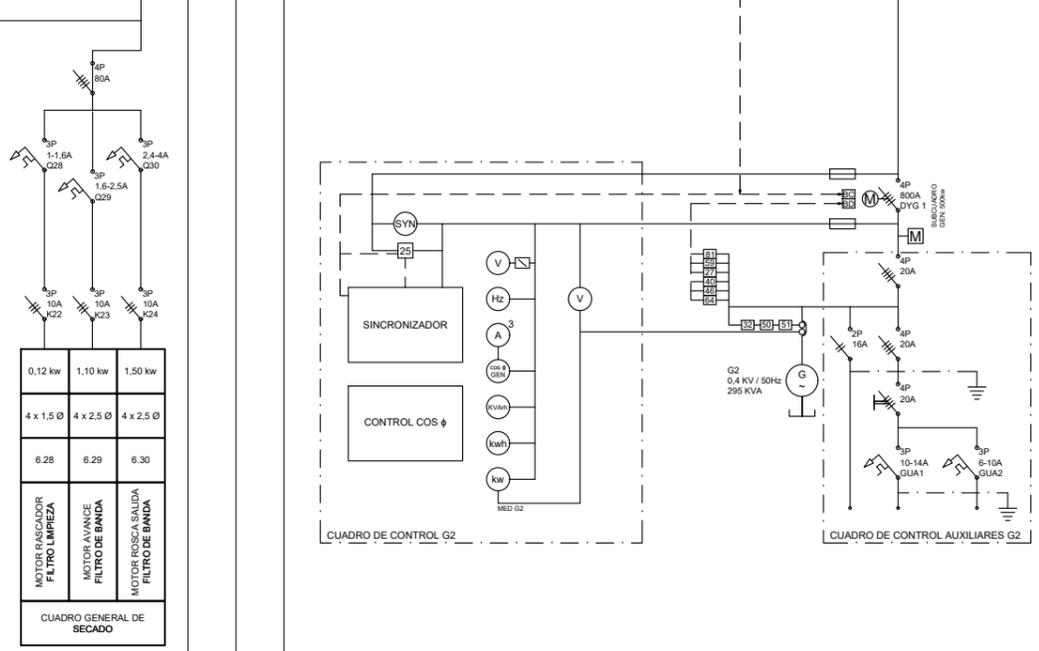
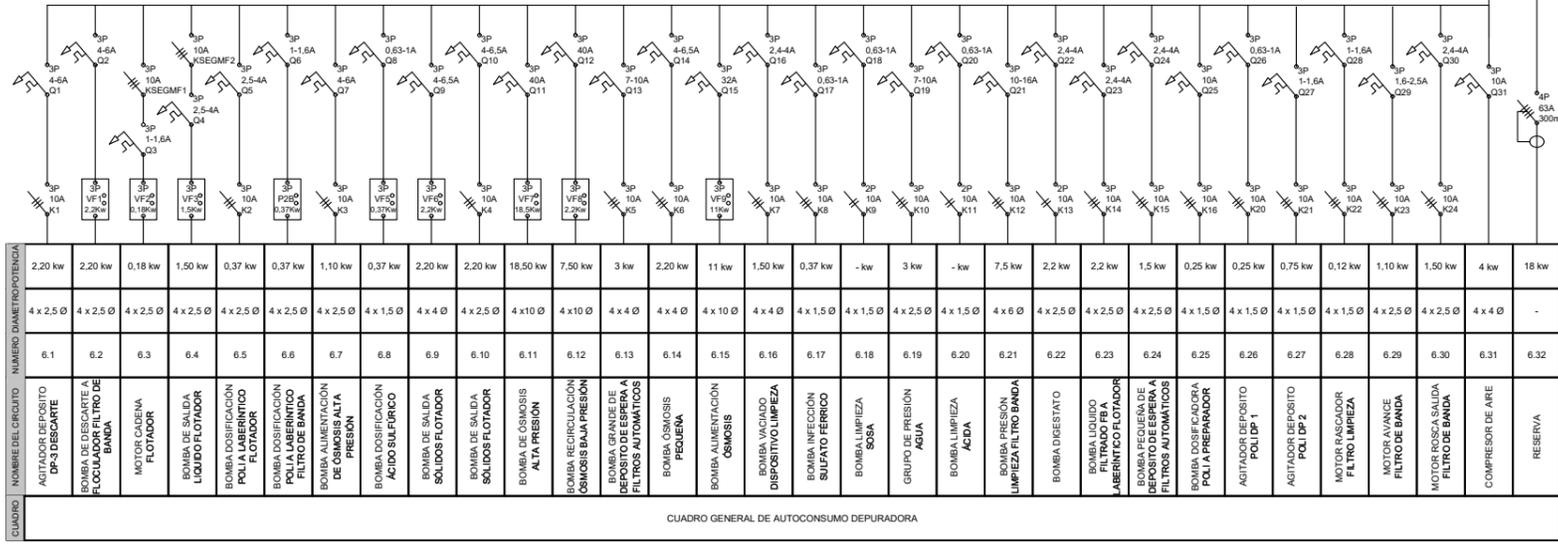
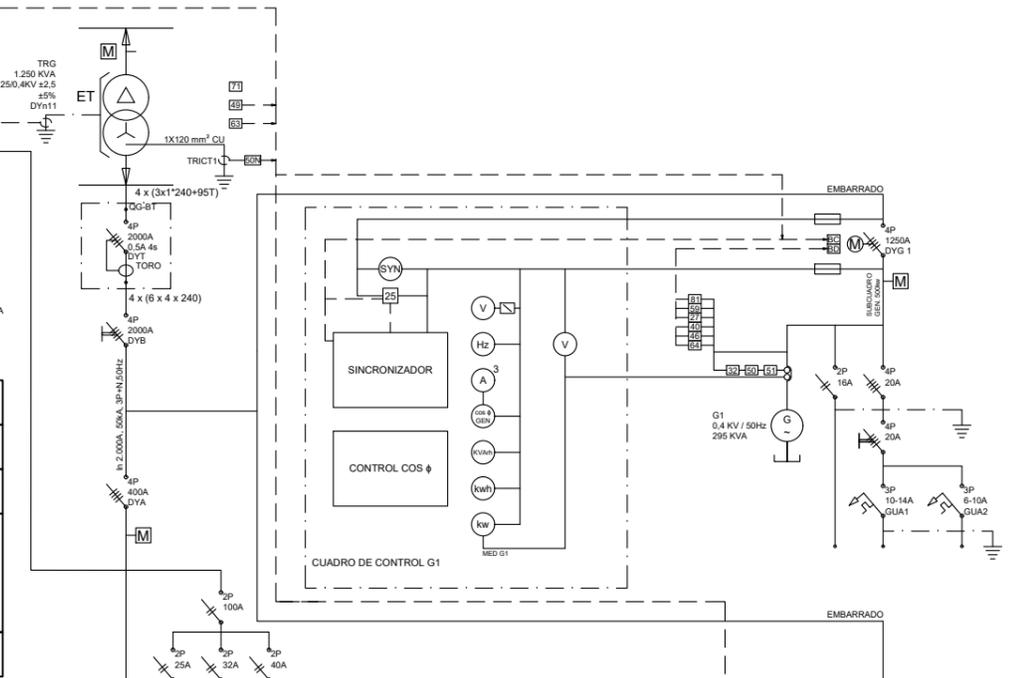
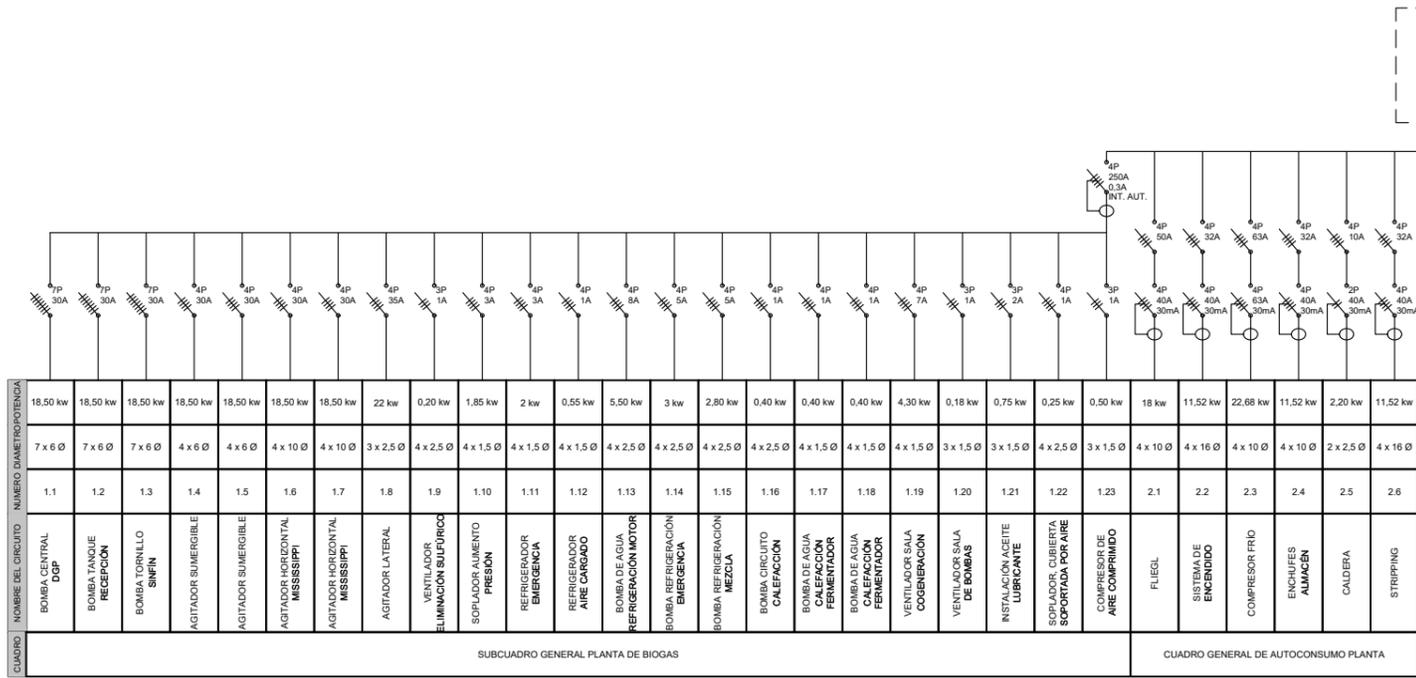
LEYENDA DE NOMENCLATURA

Decantador-centrifugo	1
Flotador	2
Balsa fracción líquida digestor	3.1
Balsa agua tratada	3.2
Ultrafiltración	4
Osmosis a baja presión	5
Osmosis a alta presión	6
Depósito pulmón	7

PROYECTO	PLANTA DE BIOGAS MOIÀ		
INGENIERÍA	Desarrollo Organización Movilidad DOYMO S.A. Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Telf. 934123929 doymo@doymo.com	FIRMADO	INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals Nº Colegiado COEIC: 9,054
PLANO	EQUIPO DE DEPURACIÓN		
NUM.	6	ESCALA	S/E
FECHA	OCTUBRE 2022	NORTE	



PROYECTO	PLANTA DE BIOGAS MOIÀ		
INGENIERÍA	Desarrollo Organización Movilidad DOYMO S.A. Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Telf. 934123929 doymo@doymo.com	FIRMADO 	INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals Nº Colegiado COEIC: 9,264
	PROCESO DE SECADO		
PLANO			
NUM.	7	ESCALA	S/E
FECHA	OCTUBRE 2022	NORTE	

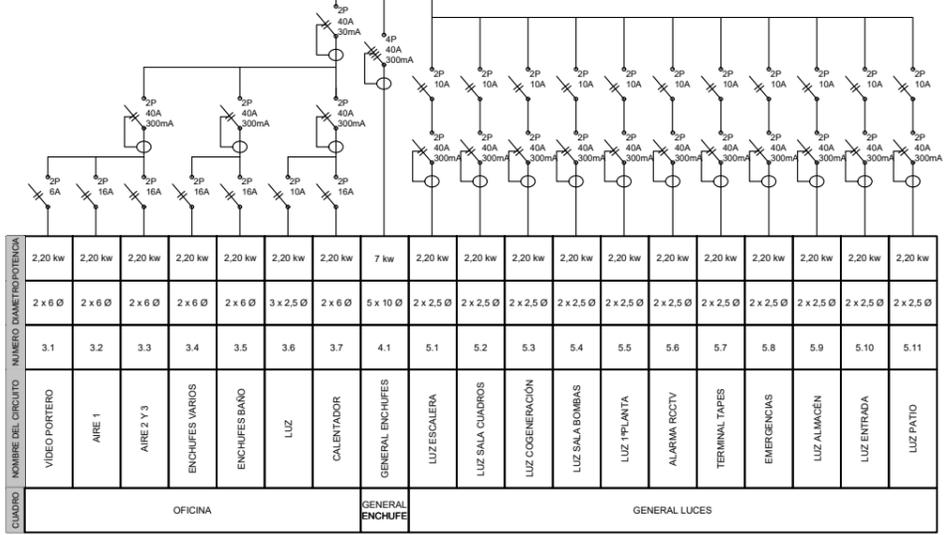


	AMPERÍMETRO		CONTADOR DE ENERGÍA ACTIVA
	VOLTIMETRO		CONTADOR DE ENERGÍA REACTIVA
	INDICADOR DE COSENO PHI		VOLTIMETRO DOBLE
	FRECUENCIOMETRO		FRECUENCIOMETRO DOBLE
	INDICADOR DE POTENCIA ACTIVA		SINCRONOSCOPIO
	INDICADOR DE POTENCIA REACTIVA		SELECTOR
	REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSION		INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSION
	CONTADOR DE DISPAROS		CONVERTIDOR

	SECCIONADOR		ALIMENTADOR (C.A.)
	SECCIONADOR TEMPORIZADO		TRANSFORMADOR INTENSIDAD
	SECCIONADOR TÉRMICO		TRANSFORMADOR INTENSIDAD TOROIDAL
	SECCIONADOR EN CARGA		INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EXTRAIBLE
	OPERADOR ANALÓGICO VARIABLE		PUESTA A TIERRA
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD (DOBLE SECUNDARIO)		BOTELLAS TERMINALES
	FUSIBLE		MOTORIZADO
	CIERRE EN ESTRELLA		

21	RELÉ DE IMPEDANCIA	51N	INTENSIDAD HOMOPOLAR
25	COMPROBACION DE SINCRONISMO	59	MÁXIMA TENSION
27	MÍNIMA TENSION	59G	MÁXIMA TENSION HOMOPOLAR
32	INVERSION DE POTENCIA	63	BUCHHOLZ
40	FALLO EXCITACION	64	PROTECCION DE CUBA
46	SECUENCIA NEGATIVA	71	NIVEL DE ACEITE
49	TEMPERATURA (DOS NIVELES)	78	VARIACION DE FASE
50	SOBREINTENSIDAD	81	MÁXIMA Y MÍNIMA FRECUENCIA
51	SOBRE CARGA	85	TELEDISPARO
51G	CORRIENTE A TIERRA	87	DIFERENCIAL

SCR 1	SECCIONADOR DE RED 1	MED R	MEDIDOR DE RED
SCR 2	SECCIONADOR DE RED 2	TRG	TRANSFORMADOR DE RED
DYR	INTERRUPTOR DE RED	MED G2	MEDIDOR GENERADOR 2
DYT	INTERRUPTOR TRANSFORMADOR	MED G1	MEDIDOR GENERADOR 1
DYG1	INTERRUPTOR GENERADOR 1	MED A	MEDIDOR SERVICIOS AUXILIARES
DYG2	INTERRUPTOR GENERADOR 2	G1	MOTOR GENERADOR 1
DYA	INTERRUPTOR AUXILIAR	G2	MOTOR GENERADOR 2
DYB	INTERRUPTOR BAJA TENSION		



PLANTA DE BIOGAS MOIÀ

PROYECTO

INGENIERIA

PLANO

NUM. 8

FECHA OCTUBRE 2022

ESQUEMA ELÉCTRICO B.T.

ESCALA S/E

NORTE

Desarrollo Organización Movilidad

DOYMO S.A.

Calle Diputación 238, 2º, 5º

08007 Barcelona

Tel. 934123929

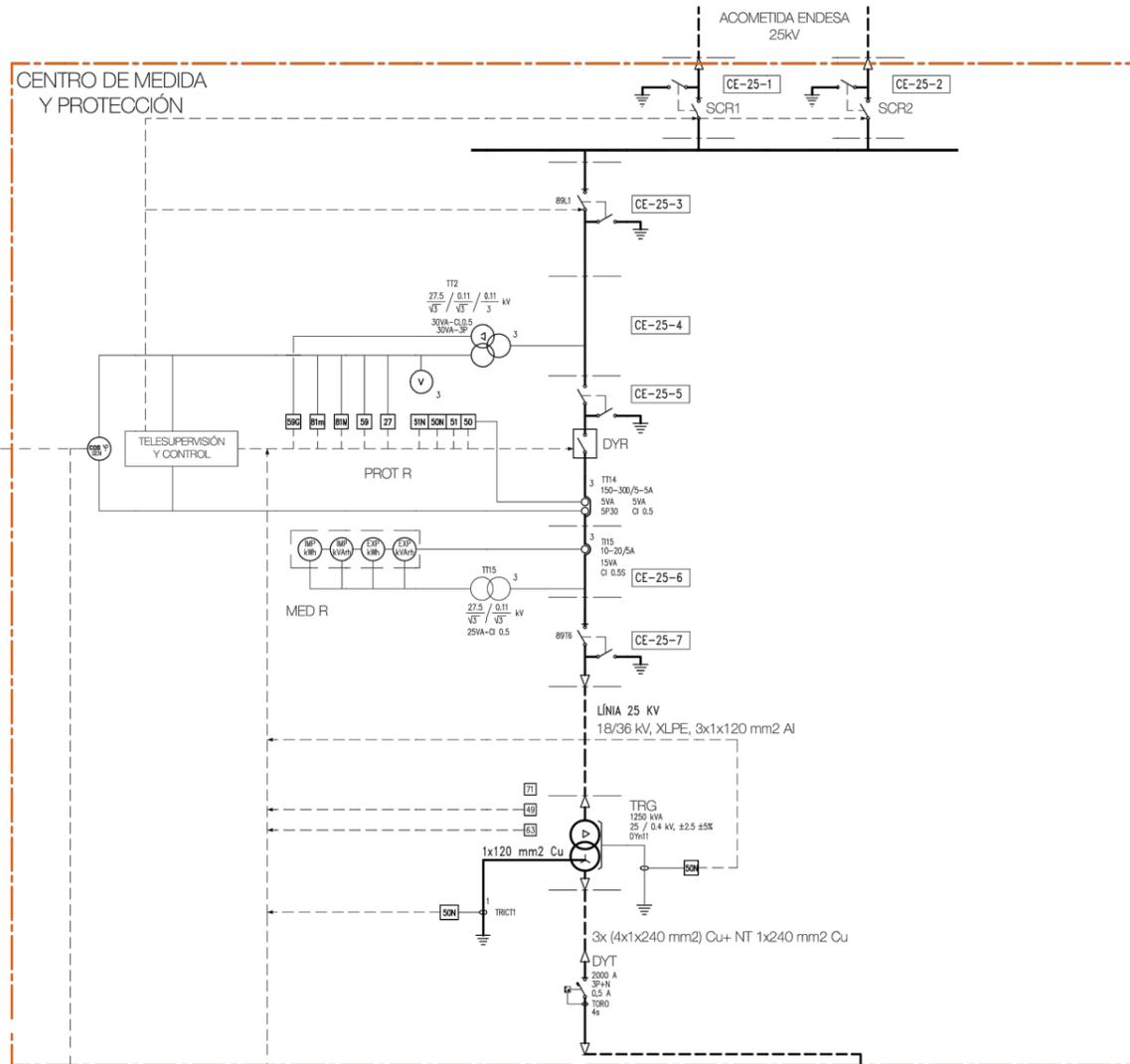
doymo@doymo.com

INGENIERO INDUSTRIAL

Juan Luis Argelich Casals

FIRMADO

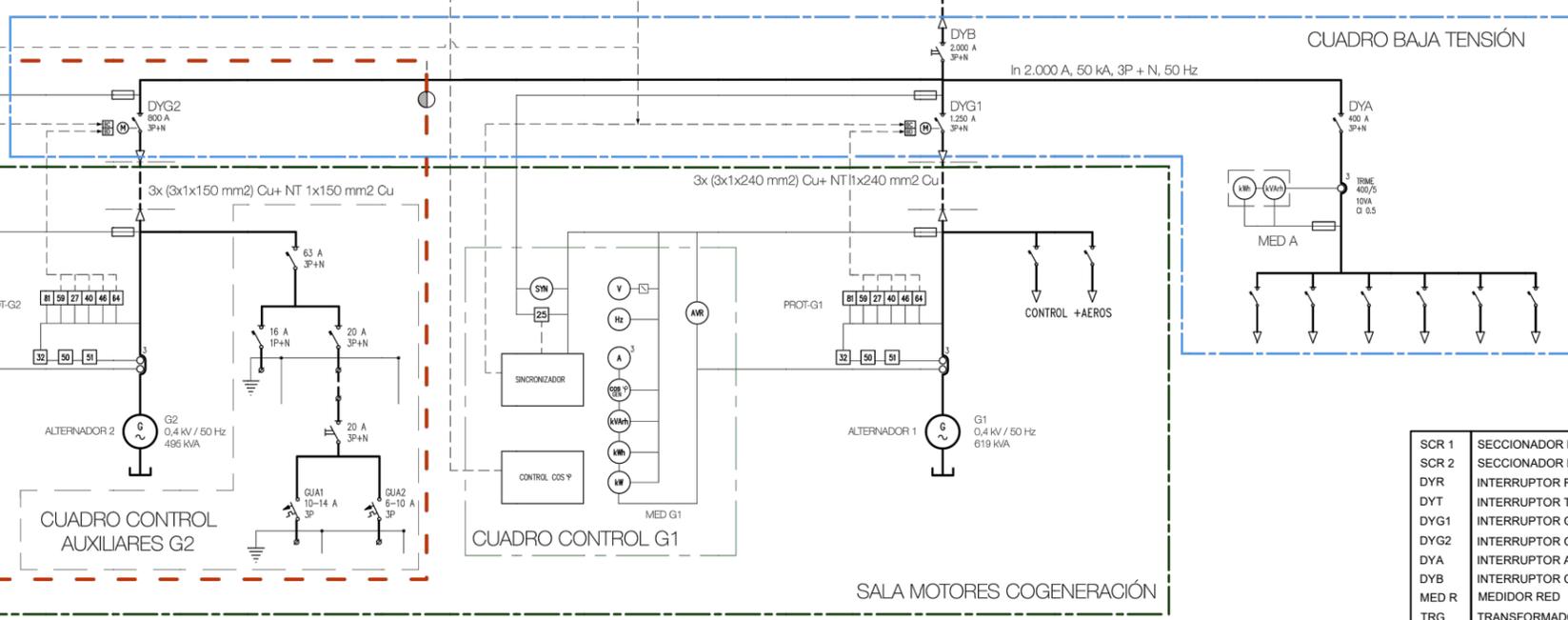
Nº Colegiado COEIC: 92054



SIMBOLOGIA EQUIPOS DE MEDIDA			
	AMPERMETRO		CONTADOR DE ENERGIA ACTIVA
	VOLTIMETRO		CONTADOR DE ENERGIA REACTIVA
	INDICADOR COSENO FI		VOLTIMETRO DOBLE
	FRECUENCIETRO		FRECUENCIETRO DOBLE
	INDICADOR DE POTENCIA ACTIVA		SINCRONOSCOPIO
	INDICADOR DE POTENCIA REACTIVA		SELECTOR
	REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSIÓN		INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSIÓN
	CONTADOR DE DISPAROS		CONVERTIDOR

SIMBOLOGIA APARELLAJE					
	SC*	SECCIONADOR		SC*	SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA
	SC*	SECCIONADOR EN CARGA		DY*	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO (DISYUNTOR)
	DY*	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EXTRICABLE (DISYUNTOR EXTRICABLE)		TR*	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
	TR*	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD (DOBLE SECUNDARIO)		TR*	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD TOROIDAL
	TR*	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN EN TRIANGULO ABIERTO		TR*	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
	TR*	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN (DOBLE SECUNDARIO)		TR*	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	R-*	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA		PAR*	PARARAYOS (AUTOVALVULAS)
	F*	FUSIBLE			PUESTA A TIERRA
		CIERRE EN ESTRELLA			BOTELLAS TERMINALES
	G-*	ALTERNADOR (C.A.)			MOTORIZADO
		BOBINA DE BLOQUEO			

CÓDIGO DE PROTECCIONES			
21	RELÉ DE IMPEDANCIA	51N	INTENSIDAD HOMOPOLAR
25	COMPROBACIÓN DE SINCRONISMO	59	MÁXIMA TENSIÓN
27	MÍNIMA TENSIÓN	59G	MÁXIMA TENSIÓN HOMOPOLAR
32	INVERSIÓN DE POTENCIA	63	BUCHHOLZ
40	FALLO EXCITACIÓN	64	PROTECCIÓN DE CUBA
46	SECUENCIA NEGATIVA	71	NIVEL DE ACEITE
49	TEMPERATURA (DOS NIVELES)	78	VARIACIÓN DE FASE
50	SOBREINTENSIDAD	81	MÁXIMA Y MÍNIMA FRECUENCIA
51	SOBRECARGA	85	TELEDISPARO
51G	CORRIENTE A TIERRA	87	DIFERENCIAL



SCR 1	SECCIONADOR RED 1
SCR 2	SECCIONADOR RED 2
DYR	INTERRUPTOR RED
DYT	INTERRUPTOR TRANSFORMADOR
DYG1	INTERRUPTOR GENERADOR 1
DYG2	INTERRUPTOR GENERADOR 2
DYA	INTERRUPTOR AUXILIARES
DYB	INTERRUPTOR C. BAJA TENSIÓN
MED R	MEDIDOR RED
TRG	TRANSFORMADOR RED
MED G2	MEDIDOR GENERADOR 2
MED G1	MEDIDOR GENERADOR 1
MED A	MEDIDOR SERVICIOS AUXILIARES
G1	MOTOR GENERADOR 1
G2	MOTOR GENERADOR 2

PROYECTO	PLANTA DE BIOGAS MOIÀ		
INGENIERIA	Desarrollo Organización Inmovilidad	FIRMADO	INGENIERO INDUSTRIAL Juan Luis Argelich Casals
	DOYMO S.A.		Calle Diputación 238, 2º, 5º 08007 Barcelona Tel. 934123929 doymo@doymo.com
PLANO	ESQUEMA ELÉCTRICO A.T.		
NUM.	9	ESCALA	S/E
FECHA	OCTUBRE 2022	NORTE	