

**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

ANEJO Nº 1: MEMORIA



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

ÍNDICE

ANEJO Nº 1: MEMORIA	1
1. Introducción.	6
1.1 Antecedentes (previsiones plan director)	6
1.2 Producción de residuos actual.	7
2. Objeto.	10
3. Descripción de Instalaciones y Proceso (Existente).	10
3.1 Datos Básicos.	10
3.2 Descripción del proceso.	11
3.2.1 Recepción del residuo	12
3.2.2 Preselección	13
3.2.3 Digestión anaerobia (Metanización)	15
3.2.4 Generación de electricidad	24
4. Previsión entradas a futuro.	27
4.1 Previsión FORM	28
Recogida puerta a puerta.	28
Recogida en puntos singulares.	30
Previsión total anual FORM.	33



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

4.2	Previsión LODOS.....	33
4.3	Estacionalidad.	35
4.4	Criterios de diseño.	36
4.5	Dimensionado planta.	38
5.	Dimensionamiento de las instalaciones (RTM)	41
5.1	Datos Básicos	41
5.2	Tipología de residuos a tratar	41
5.3	Capacidad.....	42
6.	Solución Propuesta.....	43
6.1	Recepción y almacenamiento.....	43
6.1.1	Alimentación de los residuos.	44
6.2	Procesos y sistemas principales.....	45
6.2.1	Descripción básica de la solución técnica adoptada.....	45
6.2.2	Pretratamiento húmedo de la fracción orgánica de la FORM.	46
6.2.3	Digestión anaerobia.....	51
	Proceso Biometanización.....	51
	Digestor.....	52
	Sistema de mezcla del digestor.	55
	Sistema de calentamiento del digestor	56
	Sistema de seguridad del digestor	57



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

6.2.4	Almacenamiento de biogás.	58
6.2.5	Valorización del biogás.	58
6.2.6	Depuración de aire.	58
6.2.7	Deshidratación del residuo digerido.	59
6.3	Sistema eléctrico.	59
6.3.1	Instalación de Baja Tensión.	61
6.3.2	Cuadro General de Distribución y Centro Control de Motores.	63
6.3.3	Cableado y conducciones eléctricas.	66
6.4	Control.	67
6.4.1	Armario de control.	68
6.4.2	Puesto de operación.	69
6.4.3	Programa de mando y supervisión.	69
7.	Obra Civil	70
8.	Impacto Ambiental	73
9.	Legislación y normativa aplicable	73
9.1	Legislación aplicable.	73
10.	Lista De Equipos	76
10.1	Pretratamiento.	76
10.2	Digestión.	79
10.3	Valorización del Biogás.	89



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

11.	Planos y Diagramas Generales	91
12.	PLIEGOS.....	91
13.	Presupuesto	91
14.	ESTUDIO ECONÓMICO DE EXPLOTACIÓN.....	91
15.	Planificación.	92



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

1. INTRODUCCIÓN.

TIRME S.A. es la empresa concesionaria para la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos de Mallorca, concesión otorgada por el Consell de Mallorca mediante acuerdo del Pleno de esta Institución de fecha 30 de marzo de 1992, y que en el ámbito de esta concesión, entre otras instalaciones opera una planta de Biometanización por digestión anaeróbica de la Fracción Orgánica de Residuo Municipal (FORM en adelante) y lodos de depuradora no digeridos (LODOS en adelante) ubicada en el Parque de Tecnologías Ambientales de Mallorca. Esta planta se encuentra en funcionamiento ininterrumpido desde su puesta en marcha en el año 2004. A nivel de tratamiento de residuos, esta planta consta de dos instalaciones principales:

- **Planta Preselección.** Se procesa la FORM de forma automática y manual para obtener un material óptimo y libre de impurezas.
- **Planta de digestión anaerobia.** Consiste en el proceso mecánico - biológico de obtención del biogás y su posterior valorización energética.

1.1 Antecedentes (previsiones plan director)

El Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos Urbanos en Mallorca vigente, del año 2006 (PDSGRUM-2006, en adelante), mantiene la previsión realizada en el PDSGRUM del 2000, de desarrollo de la planta de metanización en tres fases, de forma modular, y una vez se vean superadas las capacidades de tratamiento previstas de la instalación de la fase precedente. Estas fases contemplan la instalación de un digestor anaerobio, además de otras instalaciones auxiliares, en cada una de ellas.

Las capacidades de tratamiento de FORM previstas para cada fase, según el PDSGRUM-2006 son las siguientes:



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

FASE 1	32.000 ton/año
FASE 2	63.000 ton/año
FASE 3	94.000 ton/año

La planta, podrá tratar, alternativamente a la FORM, hasta 18.000 ton/año de LODOS sin digerir. De una forma más pormenorizada, el balance general de la planta, por fases, según el plan director es:

MATERIAL	FASE 1	FASE 2	FASE 3
FORM (t/año)	32.000	63.000	94.000
MET producido	12.000	24.000	35.000
Rechazo (t/año)	8.000	16.000	24.000
Entrada a Digestión	24.000	47.000	70.000

Las cantidades indicadas de FORM se refieren como entradas a planta, por lo que la capacidad del digestor es la diferencia entre el FORM tratado y el rechazo, indicado como “Entrada a digestor”.

Con el desarrollo modular previsto en el PDSGRUM-2006 de la instalación, se ha ejecutado hasta el presente la FASE-1.

1.2 Producción de residuos actual.

Seguidamente se presentan dos tablas, con las cantidades anuales tratadas en la planta existente (FASE-I) en los últimos años:

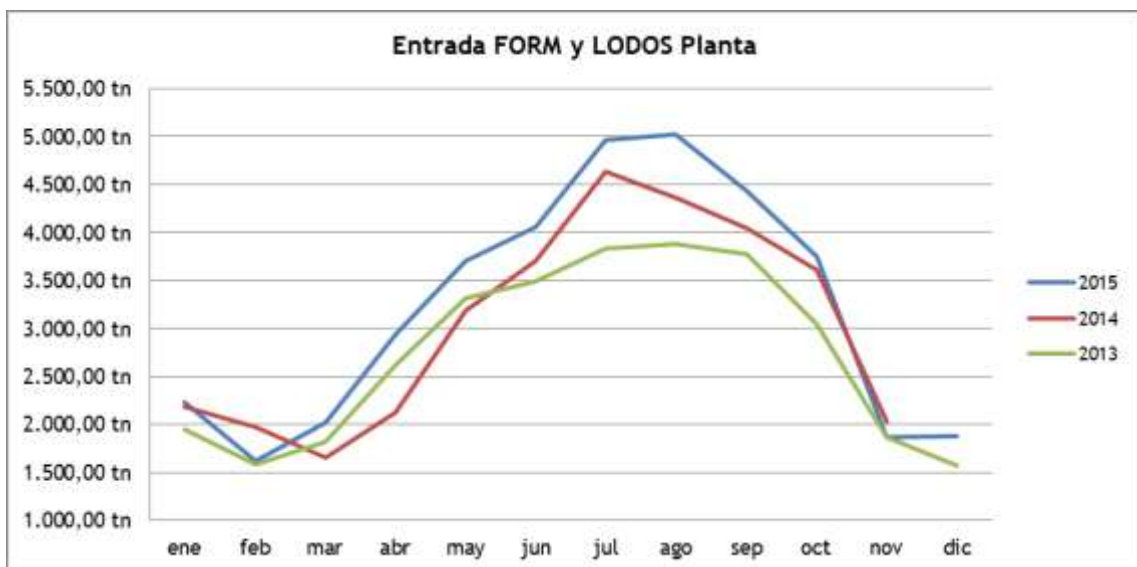
FORM	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
2013	542	556	735	1.029	1.386	1.555	1.817	1.866	1.654	1.358	591	527	13.615
2014	552	605	797	1.131	1.581	1.777	2.003	2.141	1.968	1.564	675	648	15.444
2015	655	659	891	1.305	1.704	2.010	2.305	2.355	2.055	1.690	715	718	17.061



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

LODOS	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
2013	1.405	1.028	1.089	1.595	1.926	1.941	2.013	2.013	2.123	1.691	1.272	1.043	19.140
2014	1.638	1.363	854	999	1.606	1.921	2.627	2.216	2.071	2.049	1.358	1.052	19.754
2015	1.582	966	1.128	1.639	1.995	2.051	2.660	2.665	2.373	2.055	1.156	1.156	21.426

Las cantidades indicadas se refieren a entradas totales a planta. En los últimos dos años se ha producido un incremento en la producción de FORM de un 13,4% y 10,7%, mientras que el incremento en el tratamiento de LODOS fue de 3,2% y 10,2%. En las tablas se puede observar la fuerte estacionalidad en la producción de los residuos generados en la Isla de Mallorca, llegando en los meses de verano a doblar la producción de los meses de menos producción. Seguidamente se puede ver el detalle gráfico de la estacionalidad de los últimos tres años.



El resumen anual en el tratamiento de LODOS y de FORM, en cada una de las dos instalaciones que forman la planta de metanización son las



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

siguientes:

PLANTA PRESELECCIÓN			
Año	FORM	Rechazo	A digestión
2013	13.615 tn	4.427 tn	9.188 tn
2014	15.444 tn	4.696 tn	10.747 tn
2015	17.061 tn	4.756 tn	12.305 tn

PLANTA DIGESTIÓN ANAEROBIA					
Año	FORM	LODO	Tratado	Rechazo	Digesto
2013	9.188 tn	19.140 tn	28.328 tn	1.889 tn	19.469 tn
2014	10.747 tn	19.754 tn	30.501 tn	2.088 tn	20.949 tn
2015	12.305 tn	21.426 tn	33.731 tn	2.879 tn	20.691 tn

Total planta Metanización, incluyendo Preselección y Digestión anaerobia.

PLANTA METANIZACIÓN					
Año	FORM (total)	LODO (total)	Tratado (total)	Rechazo (total)	Digesto (total)
2013	13.615 tn	19.140 tn	32.755 tn	6.316 tn	19.469 tn
2014	15.444 tn	19.754 tn	35.198 tn	6.785 tn	20.949 tn
2015	17.061 tn	21.426 tn	38.487 tn	7.635 tn	20.691 tn

De una forma más visual:



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**



A la vista de los datos de tratamiento, procedentes de las básculas de entrada homologadas y certificadas, y lo indicado en el plan director, en los últimos tres años se han superado claramente tanto la capacidad de tratamiento de FORM y LODOS de la planta de metanización (32.000tn), como la planta de digestión anaerobia (24.000tn).

2. OBJETO.

El presente proyecto recoge las previsiones en la generación de FORM y LODOS en Mallorca; las necesidades de tratamiento; el dimensionamiento de la nueva instalación, la descripción básica y características de la ampliación de la planta de metanización en su fase II, según se describe en el Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos Urbanos en Mallorca vigente del año 2006, incluyendo en el mismo las mejoras de la Planta especificadas en el PDSGRUM 2006.

3. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES Y PROCESO (EXISTENTE).

3.1 Datos Básicos.

A continuación se muestran la capacidad de tratamiento de la digestión anaerobia y el número de líneas.

**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

FASE 1:

- 1 línea de 32.000 t/año:
- 1 Digestor de 4.700 m³.
- 1 Motor de cogeneración de 940 kWe.

La capacidad de tratamiento para la clasificación de materiales impropios de la FORM, previa a la entrada al digestor, para esta fase 1, es:

Días de trabajo semana.....	5
Horas efectivas por turno.....	7
Número de turnos.....	1
Número de líneas de preselección.....	1
Capacidad Nominal horaria	18 t/h
Capacidad tratamiento diaria	126 t/d
Capacidad tratamiento anual	32.000 t/año.

3.2 Descripción del proceso

El diagrama de proceso de la planta de metanización se resume en las siguientes etapas:

- Recepción, pesaje y gestión de entradas del residuo en el foso y búnker.
- Alimentación del residuo con puente grúa.
- Preselección manual
- Clasificación automática del residuo por tamaño.
- Selección de materiales valorizables.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- Transporte fracción orgánica a digestión.
- Digestión anaerobia.
- Generación de electricidad

Además, común a los dos procesos, se dispone de un sistema de tratamiento de aire y control de olores.

3.2.1 Recepción del residuo

La FORM (procedente de recogida selectiva), y los lodos se transportan mediante camiones que son pesados a la entrada de la instalación en la báscula general del Área de Can Canut. Desde el punto de pesaje los residuos se dirigen a la planta correspondiente, FORM al Foso de la planta preselección; LODOS a la tolva de la planta digestión, para proceder a su tratamiento.

El almacenamiento de la FORM en metanización se realiza en foso para facilitar la carga del material, su acopio y evitar la propagación de malos olores.

Los datos básicos de diseño del foso son los siguientes:

- Densidad FORM en el foso:0,4t/m³
Longitud del Fosos: 44,7 m
- Profundidad del foso: 6 m
- Anchura del foso: 7 m
Capacidad del foso..... 1.877 m³
Capacidad del foso..... 750 tn
Días de almacenamiento 6 días

Los LODOS se almacenan en la tolva/bunker de 10 m³ de capacidad



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

ubicado en la planta de digestión. Mediante este bunker no es posible almacenar los LODOS, por lo que su tratamiento tiene que realizarse necesariamente antes de la llegada del siguiente camión.

3.2.2 Preselección

Alimentación de los residuos.

Los camiones entran en la plataforma de descarga, la cual está completamente cerrada salvo las puertas de entrada y salida. En la plataforma de descarga los camiones se posicionan para descargar en el foso.

Los residuos se alimentan al proceso mediante puentes-grúa. Cada uno de los puentes-grúa tiene una capacidad del 100 % de tal manera que en caso de avería de uno de ellos el otro puede dar servicio a la planta.

Los pulpos de los puentes-grúa están especialmente diseñados para alimentar un residuo húmedo como es la FORM. Los residuos se alimentan al proceso mediante pulpo de descarga en una tolva sobre un alimentador de lamas del tipo “panzer”.

Triaje primario.

El alimentador descarga en la cinta de preselección y la FORM pasa a través de una cabina de triaje primario, en donde se retiran aquellas fracciones que puedan interferir en la clasificación posterior. Esta preclasificación se realiza de forma manual y principalmente sobre residuos voluminosos, papel, cartón, film de gran tamaño y vidrio entero.

Una vez retirados estos elementos perturbadores los residuos



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

se dirigen a un trómel donde son filtrados a un tamaño de 80 mm para conseguir una fracción orgánica con la menor cantidad posible de impropios.

La fracción de un tamaño menor de 80 mm se recoge en unas cintas transportadoras a un separador magnético donde se separa la chatarra férrica presente en la fracción pasante y que principalmente está compuesta por pequeños trozos metálicos, chapas de botellas y latas. La chatarra magnética se recoge sobre una cinta que la dirige a un contenedor.

Una vez separada la chatarra magnética, la fracción orgánica se dirige a un separador de corrientes inducidas o de Foucault donde se separa el aluminio presente en esta fracción que se dirige a un contenedor.

Una vez separado el aluminio, la fracción orgánica se transporta mediante unas cintas a una cabina de selección de impurezas prevista en caso de que aún tras la selección previa exista un elevado contenido de contaminantes (vidrio principalmente).

Sobre la fracción de más de 80 mm la planta está preparada para realizar una separación manual, aunque la naturaleza actual de la FORM, procedente de recogida puerta a puerta y FORM procedente de generadores singulares, principalmente hoteles, no contiene grandes impropios valorizables, por lo que la clasificación de materiales es prácticamente inexistente y se considera rechazo.

Los rechazos de la clasificación de materiales se dirigen a unos autocompactadores abiertos para su expedición y posterior valorización energética.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Suelo móvil, almacén pulmón.

Dado que el proceso de metanización funciona las 24 horas, 7 días a la semana, se establece un sistema pulmón de almacén ya que la Planta de preselección funciona exclusivamente cinco días a la semana. Así se permite el funcionamiento de forma continuada. El criterio de diseño de los almacenes pulmón (suelo móvil) es el de poder almacenar sin problemas la cantidad de materia orgánica correspondiente a dos días (fin de semana o vacaciones).

Los almacenes pulmón son cerrados con un sistema de extracción de aire e incorporan un sistema de transporte hasta los tanques de mezcla húmeda del residuo, actuando como dosificadores al sistema de digestión anaerobia

3.2.3 Digestión anaerobia (Metanización)

Mezcla húmeda

Para obtener un sustrato capaz de ser bombeado sin problemas y con unos mínimos problemas de abrasión sobre los conductos, se mezcla en los púlpers el residuo sólido con agua obtenida del proceso de digestión hasta obtener un contenido un máximo del 10 % en sustancia seca a la entrada del digestor.

Este equipo trabaja en secuencia (funcionamiento tipo “bach”), por tanto, para garantizar un tratamiento en continuo del residuo de entrada se combinan las dos unidades, alimentadas mediante un sistema de distribución que selecciona mediante secuencia programada, cuál de los púlpers debe ser llenado en cada momento.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

El púlper proporciona una mezcla energética y homogénea de la fracción orgánica y lodos de EDAR con agua de proceso. La mezcla residuo/agua de proceso permanece en el interior del púlper del orden de 40 - 45 minutos, divididos en tres pasos principales:

- Alimentación con residuo orgánico y agua de proceso (10 - 15 min.).
- Mezcla y suspensión (20 – 25 min).
- Evacuación (10 – 15 min).

Los residuos son cargados mediante un alimentador y un sistema de distribución a través de una boca de carga situada en la parte superior del púlper, de sección rectangular, con una válvula de obturación y se mezclan progresivamente con agua de proceso, recirculada desde el tanque de agua de proceso a través de una tubería, también regulado por una válvula, hasta conseguir mediante un agitador de palas, una mezcla homogénea con un contenido del 8-10% en materia seca (MS). Durante la fase de homogenización, las palas del agitador generan fuerzas de cizalladura que provocan la rotura de los tejidos orgánicos blandos. De este modo, la puesta en suspensión de los residuos no desmenuza los elementos indeseables tales como huesos, plásticos, pilas o textiles que podrían encontrarse entre los residuos, en cambio, sí desmenuza la materia orgánica de fácil degradación, desagrega los grumos, consigue una suspensión acuosa homogénea y aumenta la superficie de contacto facilitando así la accesibilidad de los microorganismos durante el proceso de digestión anaerobia.

Todos los elementos involucrados en el proceso de homogeneización (rotor, paletas fijas, base del tanque) están contruidos en acero



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

resistente al desgaste. Teniendo en cuenta un mantenimiento lo más simple posible, se han diseñado de forma que sean muy fáciles de reemplazar. De esta forma la disponibilidad de operación es máxima.

El sistema de tratamiento tiene dos entradas diferenciadas de material, la materia orgánica procedente de generadores específicos y/o lodos y la fracción orgánica presente en la FORM procedente de Preselección.

Para la fracción orgánica de recogida de generadores específicos con un alto contenido de humedad se dispone de un depósito de 10 m³ de capacidad (búnker). Este está situado bajo el nivel del pavimento, y está equipado con tornillos sin fin para remover la fracción orgánica sólida. Los residuos se vierten a esta tolva directamente desde los camiones de recogida situados en el muelle de recepción.

Se dispone de 2 púlpers de 10 m³ de capacidad útil que garantizan el procesamiento diario de todo el residuo proveniente de la planta de preclasificación y de una importante cantidad de fracción orgánica más húmeda y pastosa proveniente de generadores singulares.

Una vez finalizado el proceso de suspensión se extrae la mezcla y se dirige al sistema compuesto por el conjunto molino dilacerador y bomba de lóbulos y de este al sistema de separación de impurezas. El vaciado de los púlpers hacia el sistema compuesto por el conjunto molino dilacerador y bomba de lóbulos es por gravedad



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Extracción de impurezas.

Una vez realizada la mezcla húmeda se dirige al sistema de extracción de impurezas que consta de dos etapas para asegurar una elevada limpieza de la suspensión. La primera etapa consiste en un sistema de desarenado y la segunda en un hidrociclado. En la trampa de arena se realiza la separación de arena y flotantes, para evitar la entrada de inertes y flotantes al digestor. Después de esta primera etapa puede considerarse la suspensión libre partículas gruesas, pero sin embargo, no puede considerarse aún libre de impurezas finas. Y por este motivo existe una segunda etapa de limpieza consistente en un hidrociclón.

Tanque Pulmón.

El tanque pulmón sirve de almacenamiento temporal que permite alimentar el digestor de manera continuada durante las horas que la planta de mezclado y cribado no están en funcionamiento. Este tanque pulmón es cerrado, y tiene una capacidad de almacenamiento de mezcla correspondiente a dos días de funcionamiento de la planta. Dispone de un agitador que evita la decantación de los sólidos más pesados. Tiene como objetivo dosificar un caudal homogéneo y regular al digestor, para mantener la generación de biogás lo más constante posible y evitar paradas y arranques del motor.

Las dimensiones del tanque pulmón son las siguientes:

Diámetro interior:..... 6 m
Altura útil:..... 7 m
Altura del envolvente: 7,5 m
Volumen útil: 190 m³



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Desde este tanque pulmón la mezcla se bombea y recircula, mediante un correspondientes tanques intermedios de 10 m³ a través del equipo de hidrociclado. Las partículas impropias extraídas por el hidrociclón se envían a través de un tornillo sinfín y una cinta transportadora hasta el contenedor de rechazos de la planta desde donde, posteriormente, se envían a la planta de valorización energética.

Digestión anaerobia

El material ya acondicionado se bombea al digestor, donde se produce la digestión anaerobia del mismo. El material permanece en el interior del digestor entre 20 y 25 días y en el interior de los digestores el material es agitado mediante reinyección de biogás y la recirculación de la propia mezcla.

El digestor es un tanque cilíndrico-cónico completamente cerrado, de altura total 23,4 m (cota de la válvula de seguridad), siendo la altura hasta la cúpula de 22,54 m y 18 m de diámetro, con un volumen útil de 4.700 m³. Está fabricado en acero y lleva un recubrimiento interior que lo protege contra la corrosión. Exteriormente está recubierto de una capa de lana de roca de 50 mm que lo aísla térmicamente y una chapa metálica galvanizada. Tiene una escalera de acceso y una plataforma superior.

Se trata de un digestor del tipo "mezcla completa", sin tabiques internos y sin ningún tipo de elementos mecánicos en su interior a excepción de las tuberías de reinyección del biogás.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Los principales parámetros de funcionamiento del digestor se resumen a continuación:

- Tiempo de retención hidráulico: 21 días.
- Concentración de materia seca: 4 - 8 %
- Carga orgánica: 3 – 5 kg Materia Orgánica / (m³ digestor*día)
- Eficiencia: 50 % degradación de la materia orgánica alimentada

La digestión se realiza bajo condiciones mesofílicas, a 37°C de temperatura aproximadamente. Los digestores están aislados térmicamente para evitar las pérdidas de calor y garantizar unas condiciones homogéneas en todo el recipiente.

Deshidratación.

Las bombas de suspensión que se encuentran redundadas, conducen la suspensión hasta la etapa de deshidratación reguladas por el nivel del digestor.

La adición de polielectrolito es necesaria para la formación del flóculo y asegurar el proceso de deshidratación de los sólidos. Para la preparación de la disolución de polielectrolito se utiliza agua potable.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

La deshidratación se lleva a cabo mediante centrífuga con capacidad nominal de 24 m³/h y 46 kW de potencia. Aquí la suspensión se separa en una fracción sólida y otra líquida. La suspensión de sustrato se deshidrata hasta un contenido en sólidos aproximado del 13.5 % obteniendo el llamado digesto. Está previsto en breve incorporar una nueva centrífuga que complemente a la existente, esperándose una capacidad de secado de entorno al 16,5%.

El digesto producido, se dispone sobre la cinta transportadora hasta el silo y/o playa de almacenamiento, en la planta de compostaje.

Asimismo, el sistema incluye los equipos de dosificación de antiespumante a la salida de centrífuga y de estabilización de la dureza del agua con destino al tanque de aguas de proceso.

El líquido obtenido se almacena temporalmente en el tanque pulmón de agua de proceso para ser utilizado en los mezcladores (púlpers) en cabecera de proceso o en la limpieza de los equipos de pretratamiento. Este es un tanque de acero con una cubierta ligera. También dispone de captación de aire localizada para su tratamiento. El exceso de agua, cargado de materias en suspensión y en nitrógeno amoniacal, se envía al tanque de almacenamiento de aguas residuales antes de su envío a una depuradora de aguas residuales externa para su tratamiento.

Tratamiento de biogás.

El biogás es temporalmente almacenado en dos gasómetros. El (52-GS-F01) con volumen útil de 1.500 m³ y el (52-GS-F02) con volumen útil de 1.580



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

m3. La misión de estos equipos es poder minimizar las variaciones en el contenido de metano del biogás homogeneizando los volúmenes recogidos, y proporcionar un flujo más uniforme a la planta.

El gasómetro (52-GS-F01) es para almacenamiento sin presión. Se llena mediante un compresor y se vacía por presión mediante dos líneas de tuberías independientes. Utiliza una membrana sintética especial reforzada, de bajo mantenimiento, protegida contra los rayos UV y contra ataques microbiológicos (fúngicos o bacterianos). La presión de trabajo normal es de 3 mbar.

La membrana está contenida dentro de una cubierta metálica exterior que la protege de agentes atmosféricos y daños mecánicos. No requiere contrapeso para su vaciado, lo que se traduce en una vida media más larga y menor mantenimiento. No necesita recubrimiento interno contra la corrosión, ya que no hay partes de la cubierta en contacto con el biogás. El espacio entre la membrana y la cubierta protege contra las variaciones térmicas verano-invierno y cuenta con las rejillas de ventilación apropiadas para tal efecto.

La cubierta tiene una puerta para inspección, un indicador óptico de nivel, un control electrónico del nivel y el equipo de seguridad (válvula de sobrepresión y alarma).

El gasómetro (52-GS-F02) de 1.580 m3 de volumen útil y 30 mbar de presión, está formado por una esfera truncada fabricada en material sintético



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II

(PVC-Poliéster-textil) anclado sobre una cimentación de obra civil y protegido exteriormente por una membrana sintética. Este material ha sido tratado para protegerlo tanto de las radiaciones solares como del ataque fúngico o bacteriano. En el espacio situado entre las dos membranas queda una cámara de aire que protege la capa interna de las variaciones climatológicas.

Para poder ser aprovechado y evitar problemas de corrosión en el motor y en las tuberías, el biogás se somete a un proceso de secado antes de su utilización. El secado se consigue mediante el enfriado del biogás hasta un punto de rocío de 5°C, extrayéndose, a su vez, el condensado generado.

El biogás generado en la digestión presenta una humedad aproximada de un 2% un contenido de metano entre el 50% y el 70%, el resto CO₂ y unos contenidos en H₂S variables, normalmente inferiores a de 700 ppm. Las bajas concentraciones de H₂S se consiguen inyectando cloruro férrico (FeCl₃) en el tanque pulmón previo a la carga del digestor.

El biogás generado es aprovechable para diversas aplicaciones. Por un lado es susceptible de valorización energética "In situ", para producción de electricidad. Por otro lado una parte se puede consumir en una caldera, para generar la energía térmica necesaria para mantener el proceso en funcionamiento y el excedente se puede envasar y distribuir o canalizar fuera de la planta

Dado que el tiempo de acumulación de biogás en digestores y en el



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

gasómetro es corto, los equipos consumidores de gas instalados son capaces de consumir su totalidad en cada momento.

Conectada al sistema se coloca una antorcha de emergencia (52-AT-F01), la cual no permanece activa durante la producción normal de energía a partir de biogás, es un sistema de seguridad de la línea de gas. Únicamente durante situaciones de paro de motor o para mantenimiento, la antorcha entra automáticamente en funcionamiento. Si se detecta un valor de generación mayor de biogás que el valor límite, la antorcha entra en funcionamiento quemando el biogás restante hasta regularizar la consigna del valor mínimo.

Caldera de biogás.

La planta dispone de una caldera de la marca YGNISS cuya función es producir el agua caliente necesaria para el circuito primario de un intercambiador donde se efectúa el aporte de calor a los digestores del proceso de metanización. La caldera incorpora un quemador sobre presionado de la marca WEIHAUPT modelo G3/1-EZD, de tipo dual, para funcionamiento con el biogás generado en la planta o con gas propano procedente de un depósito. La caldera tiene una potencia térmica de 325 kW.

3.2.4 Generación de electricidad

La instalación de generación cuenta con un grupo motor-generator en la FASE 1 con una potencia unitaria de generación de energía eléctrica de 940 kWe que utiliza como combustible el biogás generado en los digestores de la fracción orgánica de los residuos.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

El conjunto motor-generador de biogás (Motor Alternativo de Combustión Interna de ciclo Otto) transforma la energía química del biogás en energía mecánica y térmica. La energía mecánica a su vez se transforma en el alternador en energía eléctrica.

La energía eléctrica producida, se utiliza para abastecer el consumo eléctrico de los diferentes procesos de las plantas de Zona 1. Las opciones de operación de esta instalación son:

- Puesta en marcha totalmente automatizada (aunque no se considera la posibilidad de un “black start”, esto es, la capacidad de autoarrancar sin ayuda externa, hasta entrar en régimen después de una caída total de tensión en el suministro eléctrico general).

- Posibilidad de operación en isla, de manera que si se produce un corte en la conexión, la instalación de cogeneración pueda seguir en operación adaptando el régimen de carga de los motores al consumo eléctrico de la planta.

El sistema de generación eléctrica incluye:

- Compresión a baja o media presión.
- Grupo motor-generador.
- Transformación a elevada tensión.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- Conexión con red eléctrica.
- Protecciones eléctricas de red, generador y transformación.
- Telemedida y teledisparo.
- Escapes a atmósfera y silenciadores.

Existe un analizador de metano que mide la concentración de este gas presente en el biogás a la entrada del motor y que permite conocer el poder calorífico del combustible que se introduce en el motor.

Aprovechamiento del calor residual para la Planta de Secado Solar (cogeneración).

La temperatura del agua de refrigeración del motor aumenta mediante intercambio de calor con el líquido de refrigeración de las camisas del motor de refrigeración y con los gases de escape del mismo. Se dispone de un intercambiador líquido-líquido de placas en el circuito de refrigeración del motor y un intercambiador gas-líquido para los gases de evacuación. Para una mayor eficacia y rendimiento los dos intercambiadores están en serie. El agua caliente se transporta a lo largo de una distancia aproximada de 640m. Para ello se emplean dos tuberías, una de ida y otra de retorno, del tipo "District heating" compuestas por una tubería interior de acero DN 125 aislada térmicamente por una capa de espuma de poliuretano. El tendido de las líneas es subterráneo y se extiende hasta la acometida de los invernaderos.

El sistema abastece de agua caliente a un total de tres invernaderos. Cada invernadero cuenta con ocho unidades de intercambio agua-aire. Para conseguir un funcionamiento homogéneo, la totalidad de los



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

intercambiadores se conectan en paralelo.

La recirculación del agua entre los invernaderos y las instalaciones del motor de biogás se efectúa mediante una unidad de bombeo. La unidad de impulsión se ubica junto al motor de biogás, previo paso por el intercambiador líquido-líquido y gas-líquido.

4. PREVISIÓN ENTRADAS A FUTURO.

La tendencia actual, marcada por la jerarquía europea en el tratamiento de residuos; planes globales en materia medioambiental europea (tales como el objetivo 2020), el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR), etc. es que aumente progresivamente el reciclado, y la recogida selectiva, incluyendo en este aspecto la FORM para su digestión y posterior producción de compost.

De los datos de entradas de FORM y LODOS en la planta de biometanización, indicados en el apartado 1.2, efectivamente se comprueba la tendencia indicada en el párrafo anterior: se observa un fuerte incremento en la recogida de FORM, del 13,4% y 10,7% para los años 2014 y 2015 respectivamente. Por su parte la entrada de LODOS en las instalaciones de TIRME también han tenido un incremento, aunque un tanto irregular: 3,2% y 10,2% para los años 2014 y 2015 respectivamente.

Además de lo indicado, en Mallorca se da una circunstancia especial con los puntos singulares de recogida de FORM, como son los hoteles de zonas turísticas. En los últimos años algunos municipios han incentivado a los establecimientos turísticos que han adoptado este sistema de



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

recogida selectiva, obteniéndose como resultado incrementos importantes en el cómputo total de FORM tratado.

Seguidamente se analiza la previsión de producción de FORM para los próximos 5 años desde los dos principales sistemas de recogida de FORM: Puerta a puerta y Puntos singulares.

4.1 Previsión FORM

Recogida puerta a puerta

Numerosos municipios han manifestado su intención de incorporar este sistema de recogida de residuos a corto plazo (próximos años), lo que sin duda significará un aumento considerable en las entradas de FORM a tratar.

Es muy difícil cuantificar el aumento anual por este concepto, aunque se pueden extrapolar la evolución y los resultados obtenidos en los municipios que tienen este sistema de recogida de forma exclusiva, es decir que no tienen aportaciones en recogida por puntos singulares, es decir, los municipios no turísticos.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

De esta forma obtenemos los datos de los últimos tres años:

Municipios no turísticos, con recogida puerta a puerta					
Municipio	2013	2014		2015	
	Tn	Tn	Incr.	Tn	Incr.
Ayto palma. Son Sardina	98,94	82,72	-16,4%	92,24	11,5%
Bunyola	284,12	278,44	-2,0%	357,90	28,5%
Esporles	377,26	390,74	3,6%	387,80	-0,8%
Felanitx	9,94	6,20	-37,6%	2,42	-61,0%
Inca	164,92	125,00	-24,2%	69,52	-44,4%
Mancomunitat es Pla	2.871,45	2.996,22	4,3%	3.236,12	8,0%
Mancomunitat es Raiguer	1.886,80	2.117,84	12,2%	2.352,94	11,1%
Puigpunyent	133,85	148,92	11,3%	155,76	4,6%
Total	5.827,28	6.146,08	5,5%	6.654,70	8,3%

Se observa un incremento de entre un 5,5% y un 8,3% de aumento anual para 2014 y 2015 respectivamente.

Tomando como referencia la producción de FORM per cápita de estos municipios (datos de población obtenidos de IBESTAT), obtenemos un índice de 78 kg de FORM persona y año.

- a) Previsión aumento por la implantación de la recogida puerta a puerta en nuevos municipios.

Considerando un incremento de 15.000 personas atendidas por este sistema al año (75.000 en 5 años).

Extrapolando el dato de 78 kg por persona y año, si se incorporaran los municipios equivalentes a 15.000 habitantes por año, se obtendría un aumento anual de 1.170 tn, lo que equivale a un 6,8% de incremento.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

b) Previsión por aumento anual del sistema “puerta a puerta”.

Tomando como bueno el incremento obtenido los últimos dos años en los municipios “no turísticos” (5,5% y 8,3% para 2014 y 2015 respectivamente) equivalente a 6,5% de incremento anual.

Previsión aumento anual combinado.

A la vista de lo expuesto, para establecer un escenario realista y considerando que no se producirán simultáneamente los aumentos previstos en los apartados a) y b), con aumentos en la producción de FORM entre el 6,8% y 6,5%, por este concepto se considerará un 6,5% de incremento anual, distribuido de forma lineal a lo largo del año, sin estacionalidad, ya que se realiza sobre población residente estable.

Recogida en puntos singulares.

De los ayuntamientos que tienen zonas turísticas, y que han implantado la recogida de FORM en puntos singulares, se obtiene la siguiente tabla:

Singulares	2014	2015
Arta	693	848
Palma, Hoteles S’Arenal	1.280	1.416
Calviá	2.121	2.176
Capdepera	799	822
Manacor	278	321
Muro	1.030	1.145
Sant Llorenç	2.831	2.919
Son Servera	225	709
Total	9.257	10.356



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

El incremento interanual debido a la incorporación de más hoteles en cada una de las zonas en las que el sistema está implantado, ha sido de un 10,6%.

Previsión por aumento anual del sistema de recogida en puntos singulares:

Potencialmente los siguientes municipios pueden implantar el sistema de recogida en puntos singulares: Pollensa, Santa Margarita, Alcudia, Ses-Salines, Felanitx, Santanyi, Andratx, Lluçmajor, Soller.

Según datos de 2013, la capacidad de la planta hotelera de Mallorca es el siguiente:

Zona turística (año 2013) fuente IBESTAT	Núm. Hoteles	Núm. plazas	% Hoteles	% Plazas
Mallorca	900,00	249.425	100%	100%
(101) Playa de Palma	158,00	40.999	18%	16%
(102) Palma ciudad	71,00	10.371	8%	4%
(103) Mallorca poniente	165,00	50.672	18%	20%
(104) Tramuntana e interior	32,00	3.243	4%	1%
(105) Pollença	36,00	5.463	4%	2%
(106) Alcúdia, Muro y SantaMargalida	118,00	50.115	13%	20%
(107) Artà y Capdepera	84,00	17.641	9%	7%
(108) Mallorca levante	140,00	48.507	16%	19%
(109) Mallorca sur	98,00	22.414	11%	9%

De las zonas turísticas que aún no forman parte del sistema de recogida en puntos singulares, y que en el plazo de 5 años se pueden incorporar a este sistema, se puede realizar la siguiente estimación:



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Municipio	Zona Turística	Plazas zona	% Plazas Municipio	Plazas Municipio	Ratio tn/plz/a	Producción Anual (tn)	Producción Anual (tn) Minoradas
Luçmajor	(101) Playa de Palma	40.99 9	20%	8.200	0,138	1.134	680
Andratx	(103) Mallorca poniente	50.67 2	20%	10.134	0,138	1.402	841
Sóller	(104) Tramuntana e interior	3.243	80%	2.594	0,138	359	215
Pollença	(105) Pollença	5.463	100%	5.463	0,138	756	453
Alcudia	(106) Alcúdia, Muro y Santa Margalida	50.11 5	35%	17.540	0,138	2.426	1.456
Santa Margalida	(106) Alcúdia, Muro y Santa Margalida	50.11 5	30%	15.035	0,138	2.079	1.248
Felanitx	(108) Mallorca levante	48.50 7	15%	7.276	0,138	1.006	604
Santanyi	(108) Mallorca levante	48.50 7	15%	7.276	0,138	1.006	604
Ses Salines	(109) Mallorca sur	22.41 4	35%	7.845	0,138	1.085	651
Datos IBESTAT	Total Mallorca					11.253	6.752

- (1) El ratio Tn por plaza hotelera y año (tn/plz/a) se ha calculado tomando en consideración la media de producción de las zonas hoteleras que disponen de este sistema.
- (2) La cantidad total "Producción anual" indicada es la estimación máxima de recogida. A efectos de cálculos de crecimiento se considerará un 60% del total obtenido (tn minoradas).

La incorporación de hoteles al sistema de recogida de FORM en puntos singulares, dependerá de muchos factores, y no se puede generalizar que todas las zonas turísticas y toda la planta hotelera, finalmente, aporten su FORM selectivamente al sistema. Es por ello que se considera una minoración de un 60% sobre el total teórico, además de considerarlo un objetivo a medio plazo (5 años), por lo que las 6.752 toneladas previstas se repartan en cinco años de forma lineal, es decir 1.350 tn por año, lo que supone un incremento anual de un 7,54% (respecto a los datos de 2015) solamente para este sistema de recogida de FORM.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Previsión total anual FORM.

Se computará por separado: municipios turísticos y municipios con sistema puerta a puerta.

Tomando como datos base la producción año 2015, y los incrementos descritos en los dos subapartados anteriores, de 6,5% anual (435,73 tn anuales) para el sistema puerta a puerta y 1.350 tn, para el sistema de puntos singulares. Con todo lo expuesto se obtiene la siguiente tabla con la previsión de toneladas anuales.

Año	Total (tn)
2016	18.857,24
2017	20.682,47
2018	22.538,72
2019	24.428,07
2020	26.352,74

4.2 Previsión LODOS

De la producción de LODOS que entran en el sistema público insular de gestión de residuos para su tratamiento, la planta de metanización puede tratar únicamente los LODOS no digeridos procedentes de las EDAR. La siguiente tabla muestra las cantidades aportadas a todo el sistema, de LODOS NO DIGERIDOS.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
2011	2.084,10	2.056,60	2.171,10	2.241,35	3.850,82	3.808,06	4.186,73	4.812,84	3.969,00	3.261,62	3.059,28	2.099,12	37.600,62
2012	1.741,86	1.755,10	2.068,59	1.962,60	2.331,54	2.592,84	3.123,83	2.957,66	2.348,08	2.810,72	1.834,16	1.561,44	27.088,42
2013	1.933,06	1.716,46	1.666,10	2.371,12	2.835,47	2.789,58	2.966,00	2.835,00	2.527,92	2.606,51	1.918,82	1.543,78	27.709,82
2014	2.204,82	1.940,20	1.835,58	1.795,02	2.547,44	2.598,21	3.335,44	3.110,60	2.982,66	3.014,74	2.050,92	1.663,75	29.079,38
2015	2.057,72	2.037,80	1.340,98	1.995,13	2.525,98	3.037,92	3.678,09	3.889,67	3.374,12	2.966,62	2.112,10	1.984,34	31.000,47
2016	2.099,92	2.074,86	2.095,66	2.624,61	3.151,40	-	-	-	-	-	-	-	12.046,45

Las cifras de los últimos años superan las 30.000 toneladas anuales, por lo que en la planta de metanización solamente se trata una fracción del total entrado en el servicio insular de gestión de residuos (Ver tabla apartado 1.2). El incremento porcentual durante los últimos 5 años es de un 5,23%.

En los LODOS de EDAR es un factor muy importante el grado de humedad con que el residuo sale de las plantas en origen. Debido a los inconvenientes (técnicos y económicos) que ocasiona a todas las partes expedir el LODO con un exceso de humedad, la tendencia actual es la de reducir el porcentaje de humedad, disminuyendo consecuentemente el peso, (toneladas). Es por lo que la previsión de crecimiento, basada en las variaciones de años precedentes, para ser realista tendrá que ser a la baja. Para ello se establece un valor de crecimiento de un 3%. Según ello obtenemos la siguiente tabla:

Año	Total (tn)
2016	31.947,31
2017	32.926,13
2018	33.938,05
2019	34.984,22
2020	36.065,84



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II

A efectos de previsión, se puede considerar que la aportación total de LODOS al sistema será superior a 30.000 toneladas anuales, de las cuales se desviarán a la planta de metanización las necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación. El resto se repartirá entre las distintas plantas de compost del sistema, en función de sus capacidades.

4.3 Estacionalidad.

Debido a la actividad turística de Mallorca y la incorporación de numerosos establecimientos hoteleros al sistema de recogida de FORM, la producción de la planta estará fuertemente influenciada por la estacionalidad en la generación de residuos.

De los datos de recogida de los últimos años, y separando LODOS, FORM recogida puerta a puerta, y FORM recogida puntos singulares, vemos que los valores porcentuales medios, en el reparto de residuos a lo largo del año es el siguiente:

Se puede observar que la recogida de FORM procedente de los puntos singulares, en los meses punta de verano llega incluso a duplicarse respecto al valle de invierno.

Estacionalidad		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
FORM	Pta a Pta	85,94%	80,53%	94,83%	102,18%	107,07%	106,20%	114,59%	114,87%	109,10%	107,70%	85,40%	91,58%
	Singulares	13,64%	21,02%	38,19%	81,23%	132,94%	165,32%	194,07%	205,09%	178,68%	130,86%	23,60%	15,35%
	Media pond.	45,83%	47,52%	63,41%	90,56%	121,42%	139,00%	158,68%	164,92%	147,70%	120,55%	51,12%	49,29%
LODOS		78,87%	74,81%	71,48%	81,57%	110,90%	116,68%	136,07%	138,56%	119,64%	115,38%	86,37%	69,67%

Combinando los datos reales de 2015, el reparto estacional medio de los últimos años y las previsiones de crecimiento indicadas en apartados anteriores tenemos la siguiente previsión a cinco años.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

FORM	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	
2016	TOTAL	698,17	705,45	969,84	1.434,40	1.896,09	2.232,38	2.571,64	2.636,24	2.292,89	1.879,52	769,88	770,74	18.857,24
	Pta a Pta	526,51	495,32	595,26	638,06	606,10	605,12	640,28	661,74	603,65	604,79	548,61	618,87	7.144,31
	Singulares	171,66	210,14	374,58	796,34	1.289,99	1.627,27	1.931,35	1.974,50	1.689,24	1.274,73	221,27	151,87	11.712,92
2017	TOTAL	743,22	753,16	1.050,33	1.566,93	2.090,75	2.457,64	2.841,90	2.920,87	2.534,02	2.071,94	826,53	825,18	20.682,47
	Pta a Pta	555,93	521,24	631,95	680,44	648,28	646,89	687,98	711,15	646,46	647,13	579,06	655,71	7.612,22
	Singulares	187,30	231,91	418,38	886,49	1.442,46	1.810,75	2.153,93	2.209,72	1.887,55	1.424,81	247,46	169,48	13.070,25
2018	TOTAL	789,92	802,22	1.133,08	1.702,28	2.288,34	2.685,78	3.115,72	3.209,18	2.778,18	2.267,33	884,86	881,82	22.538,72
	Pta a Pta	586,98	548,53	670,91	725,63	693,40	691,55	739,22	764,25	692,31	692,43	611,21	694,74	8.111,14
	Singulares	202,94	253,69	462,17	976,65	1.594,94	1.994,24	2.376,50	2.444,94	2.085,87	1.574,90	273,66	187,08	14.427,57
2019	TOTAL	838,34	852,70	1.218,24	1.840,64	2.489,07	2.917,01	3.393,35	3.501,47	3.025,59	2.465,89	944,98	940,79	24.428,07
	Pta a Pta	619,77	577,24	712,26	773,83	741,66	739,28	794,28	821,31	741,40	740,90	645,13	736,10	8.643,17
	Singulares	218,58	275,46	505,97	1.066,81	1.747,41	2.177,72	2.599,07	2.680,16	2.284,19	1.724,99	299,85	204,69	15.784,90
2020	TOTAL	888,60	904,70	1.305,94	1.982,19	2.693,16	3.151,53	3.675,09	3.798,01	3.276,48	2.667,85	1.006,99	1.002,21	26.352,74
	Pta a Pta	654,39	607,45	756,17	825,23	793,27	790,32	853,44	882,63	793,98	792,77	680,94	779,91	9.210,51
	Singulares	234,21	297,24	549,77	1.156,96	1.899,88	2.361,21	2.821,65	2.915,38	2.482,51	1.875,08	326,04	222,30	17.142,22

Análogamente para los LODOS:

LODOS	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
2016	2.109,55	2.087,23	1.371,02	2.046,15	2.608,26	3.141,26	3.826,77	4.046,68	3.490,86	3.069,14	2.166,05	1.984,34	31.947,31
2017	2.162,68	2.137,86	1.401,73	2.098,48	2.693,22	3.248,12	3.981,45	4.210,03	3.611,63	3.175,21	2.221,38	1.984,34	32.926,13
2018	2.217,15	2.189,71	1.433,13	2.152,14	2.780,95	3.358,62	4.142,39	4.379,97	3.736,59	3.284,94	2.278,12	1.984,34	33.938,05
2019	2.272,99	2.242,82	1.465,23	2.207,18	2.871,53	3.472,87	4.309,84	4.556,77	3.865,87	3.398,47	2.336,32	1.984,34	34.984,22
2020	2.330,24	2.297,22	1.498,05	2.263,63	2.965,07	3.591,01	4.484,05	4.740,70	3.999,62	3.515,91	2.396,00	1.984,34	36.065,84

4.4 Criterios de diseño.

Para determinar la importancia de la ampliación de la capacidad de tratamiento de FORM y de lodos se ha considerado los datos indicados en el plan director PDSGRUM-2006. La estacionalidad es sin duda el parámetro más importante a la hora de dimensionar la ampliación de capacidad de tratamiento:

La capacidad media anual deberá ser de:

- 24.000 toneladas de lodos
- 32.000 toneladas de FORM



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Siguiendo los datos de estacionalidad indicados en el apartado 3, en el mes de máxima producción de residuos, que corresponde a agosto, la planta deberá en 2020 tener la capacidad de recepción y tratamiento siguiente:

- 4.740,70 toneladas de lodos
- 3.798,01 toneladas de FORM

La unidad de digestión anaerobia se dimensionará para poder tratar la globalidad de los residuos en 6 días por semana; a razón de entre 6 y 14 h por día según la temporada del año.

La totalidad de los lodos serán tratados directamente en la digestión anaerobia. En cambio, la FORM pasará por el pretratamiento seco y la fracción orgánica recuperada será enviada mediante un equipo de acopio/dosificación a la unidad de digestión anaerobia.

El tratamiento de los lodos y de la fracción orgánica de la FORM en los púlpers se hará separadamente, es decir que en los púlpers no se mezclarán lodos y FORM. Para el dimensionamiento se han utilizado los ajustes de mezcla agua de proceso/lodos y agua de proceso/FORM ya en vigor en la planta, así como los rendimientos de eliminación de impropios actualmente obtenidos en el centro de tratamiento.

Se ha considerado una parada por turno para las limpiezas de púlpers, por la calidad del FORM, todo indica que una limpieza por turno es suficiente.

Para el cálculo del volumen del segundo digestor se ha considerado una carga orgánica volátil media de 3,05 kg SV/m³/d para la media anual y un



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II

valor máximo de 4,97 para el mes de agosto. Estos valores son similares a los considerados para el dimensionamiento de plantas similares. El segundo digestor tendría las mismas dimensiones que el actual.

Partiendo de los datos actuales de producción de biogás y de los datos obtenidos en otros centros tratando un residuo lo más similar posible, se ha estimado la producción anual de biogás considerando 85 m³/t FORM procesada y 33,4 m³/t de lodos.

Preferentemente se destinará un digestor para FORM y otro para LODOS, aunque se empleará la codigestión como hasta ahora en caso de necesidad de revisiones de los equipos o cuando las cantidades de uno y otro material lo aconsejen para optimizar el tratamiento.

En el anexo 1 se adjuntan los balances de masas, con las previsiones indicadas en el plan director para un año completo y para el mes de máxima producción.

4.5 Dimensionado planta.

En el anexo N° 2 están los 2 balances de masas utilizados para el dimensionamiento (medio anual 2020 y agosto 2020)

En el capítulo anterior (4.4) están explicados los criterios de diseño, es decir las hipótesis consideradas para poder realizar los 2 balances de masas y determinar el número de púlpers necesarios para poder procesar los residuos.



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II

La primera etapa de la unidad de digestión anaerobia es la solubilización de la materia orgánica. Esta etapa se realiza en los púlpers.

Para verificar el número de púlpers necesarios los cálculos se realizaron con los datos de los meses más críticos de las 3 temporadas identificadas en operación de la planta existente:

- Baja: noviembre a enero
- Media: febrero-marzo
- Alta: abril a octubre

De febrero a marzo, son necesarios 3 púlpers para poder procesar la globalidad de los residuos con una disponibilidad del 91%.

Durante la fase de noviembre a enero se podrían tratar los residuos con 2 púlpers pero con una disponibilidad de los púlpers del 97%. Este porcentaje de disponibilidad es muy elevada y obliga a considerar 3 púlpers.

La temporada más larga y más crítica es la de abril a octubre. Para poder asegurar tratar todas las entradas de los meses de abril, mayo, junio, septiembre y octubre serían necesarios 3 púlpers, con una disponibilidad máxima necesaria de 88% en septiembre. El problema es que para los meses de julio y agosto es imposible tratar la globalidad de los residuos con 3 púlpers, lo que obliga a dimensionar la planta para 4 púlpers.

Tratando la totalidad de los lodos y de la fracción orgánica de FORM, se llega a una producción anual de 2.958.866 m³ de biogás (con un 68% de metano). Hemos considerado que la cantidad quemada en antorcha sería de un 8%, dando así al final una potencial producción de 6.439,8 MWh en el 2020.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

La capacidad de generación eléctrica del motor existente, para el total del año, es de 6.924.780 kWh, (considerando una disponibilidad del 85%) por lo que a priori, parece suficiente para la producción estimada para la ampliación, aunque para los meses de verano, por ejemplo, y agosto, la capacidad de generación del motor es de 588.132 MWh, que resultan insuficientes para la producción prevista de 894.881 MWh, además esta situación se mantendrá durante los cuatro meses de verano, por lo que es necesaria la instalación de un nuevo motor-generador eléctrico para valorizar el biogás producido.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

LODOS : Fracción sólida procedente de los lodos de depuradora no digeridos

MET : Fracción sólida procedente de la digestión anaérobica con un contenido de impurezas aproximado del 5%.

5.3 Capacidad

Se recoge a continuación la capacidad de tratamiento de la planta, así como las cantidades de material metanizado (MET) a la salida del digestor, el rechazo de la planta, el biogás generado en la disgestión y la potencia de los motores que generan electricidad a partir del biogás:

MATERIAL	Ud.	FASE 2
FORM (entrada planta)	t/año	32.000
FORM (entrada digestión)	t/año	25.056
LODO (entrada planta))	t/año	24.000
Rechazo	t/año	7.110
Biogás producido	Mill. m3/año	2,9
Potencia motores generadores de electricidad	MWe	1.5 – 2

La producción de biogás varía enormemente en función del material tratado en el digestor, de tal forma que la FORM produce aproximadamente 85m3 de biogás por tonelada tratada, mientras que cuando se digestan LODOS la



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

producción es solo de 33 m³ por tonelada tratada. Es por este motivo, que tratando 24.000 toneladas de lodos no se podrá conseguir la producción de biogás prevista en el plan director.

A continuación se muestran la capacidad de tratamiento de la digestión anaerobia y el número de líneas.

Días de trabajo semana 7

- 1 línea de 48.000 t:
Aprox. 24.000 t/año materia orgánica de la FORM.
Aprox. 24.000 t/año lodos no digeridos
- 2 Digestores de 4.700 m³.
- 2 Motores de cogeneración de 900 kWe cada uno aproximadamente.

6. SOLUCIÓN PROPUESTA

6.1 Recepción y almacenamiento.

Pesaje.

La residuos se recogen y transportan en camiones que se pesan a la entrada de la las instalaciones de la Zona 1.

Desde el punto de pesaje los residuos se dirigirán a la planta correspondiente para proceder a su tratamiento.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Esta área no se modifica en el proyecto.

Almacenamiento.

El almacenamiento de los lodos se realizará en una nueva tolva ubicada en la nave de tratamiento y recepción de FORM para facilitar la carga del material y evitar la propagación de malos olores.

La FORM líquida (grasas de depuradora, refrescos, lácteos etc..) dispondrá de un nuevo tanque de almacenamiento en la parte posterior de la nave de digestión.

6.1.1 Alimentación de los residuos.

Los camiones entrarán en la plataforma de descarga, la cual es completamente cerrada salvo las puertas de entrada y salida. En la plataforma de descarga los camiones se posicionarán para descargar en el foso y se abrirá la puerta correspondiente. De esta manera se evitan emanaciones de olores al exterior.

Los lodos alimentarán al proceso mediante tornillos sin fin, mientras que los residuos de FORM líquido se introducirán en el proceso mediante dos líneas de bombas de impulsión de capacidad del 100% cada una para poder dar servicio en caso de avería de una línea.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

6.2 Procesos y sistemas principales.

6.2.1 Descripción básica de la solución técnica adoptada.

El sistema de tratamiento se amplía con dos entradas más de material, diferenciadas, la FORM líquida almacenada en un depósito ubicado en la parte posterior de la digestión y los lodos que se almacenan en tolva de recepción de lodos.

Los residuos se vierten a tolva directamente desde los camiones de recogida situados en el muelle de recepción.

Estos lodos se alimentan directamente a los púlpers, mediante una bomba de husillo, de 45 m³/h, 20 mca, una segunda bomba de idénticas características está situada en paralelo con la primera para el caso de averías de esta, que descargan al sistema de distribución de material entre los púlpers (52-TT-A01), que se ampliará en longitud, fabricado en acero y situado en altura sobre estructura metálica, por encima de los púlpers.

El proceso de digestión anaerobia de la Planta de Metanización de Mallorca, no cambia manteniéndose el existente por su adaptabilidad a diferentes tipos de residuo con un alto contenido en humedad como es la fracción orgánica de recogida selectiva y la procedente de generadores singulares (restaurantes, hoteles y mercados)

El proceso de digestión consta de cuatro etapas principales:



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- Pretratamiento húmedo.
- Digestión anaerobia.
- Deshidratación del residuo digerido.
- Almacenamiento del biogás.

6.2.2 Pretratamiento húmedo de la fracción orgánica de la FORM.

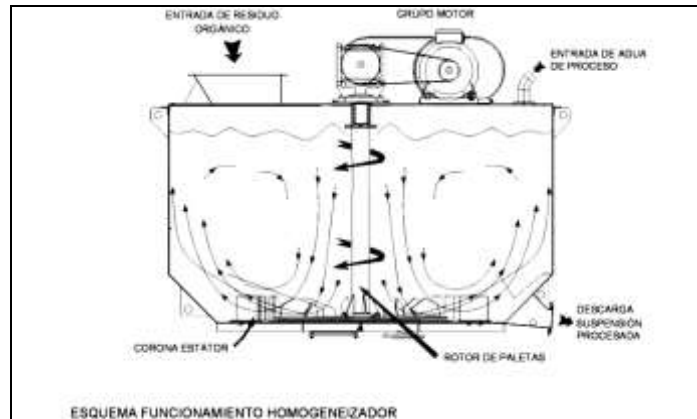
El pretratamiento húmedo empieza con un equipo mezclador/homogeneizador denominado púlper, donde el residuo, se pone en suspensión mediante un mezclado enérgico con agua de proceso recirculada mediante bombeo desde el final del proceso de digestión, y continua con un equipo de extracción por cribado y sedimentación. Este es un sistema probado con éxito para separar las impurezas de la fracción orgánica.

1.1.1.1 *Púlpers (52-PU-A01, 52-PU-A02(existentes), 52-PU-A03 (nuevo))
52-PU-A04 (nuevo)).*

Los púlpers son equipos de pretratamiento mecánico procedentes de la industria de la fabricación de pasta de papel.



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II



Las primeras aplicaciones de estos equipos en el tratamiento de residuos fueron encaminadas a la maceración con líquido de los residuos domésticos, como paso previo a su prensado y deshidratación. En este sentido estos equipos actuaban literalmente como trituradores gigantes. Sin embargo, este tipo de proceso es del todo inapropiado para poder extraer las impurezas posteriormente.

En el proceso de fabricación de pulpa, una segunda generación de estos equipos fue dedicada a facilitar la extracción de los restos leñosos no homogeneizados después de la formación de la pasta. Estos segundos equipos fueron llamados Hydra-púlpers.

A partir de los Hydra-púlper han evolucionado diferentes equipos de disolución, homogeneización, espesadores, etc., dedicados a aplicaciones especializadas: industrias cerámicas, de aditivos en la construcción, materias primas plásticas, industrias alimentarias (café, chocolate, purés, mermeladas...).

El equipo utilizado en este proceso pertenece a este tipo de aplicaciones

**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

especiales de los Hydra-púlper (homogeneizador-disolutor).

Constructivamente, el púlper es una cuba metálica de acero, de sección circular y alzado cilíndrico/tronco-cónico, equipado con un agitador vertical especialmente diseñado para trabajar con la materia orgánica procedente del residuo, muy cargada de elementos impropios, no orgánicos, plásticos, pequeñas piezas de metal, tetrabricks pequeños, pilas, piedras y una cierta cantidad de arenas; materiales todos ellos muy abrasivos, efecto contra el cual debe protegerse principalmente este equipo.

Este rotor es movido por un motor eléctrico de dos velocidades mediante una transmisión por correa, con motorreductor.

Todas las piezas de desgaste están fabricadas en acero resistente y son de fácil recambio. El equipo en si es estructuralmente sencillo, con pocas piezas, de mantenimiento general muy reducido.

Este equipo trabaja en secuencia (funcionamiento tipo “bach”), por tanto, para garantizar un tratamiento en continuo del residuo de entrada se deben combinar varias unidades, alimentadas mediante un sistema de distribución con capacidad de seleccionar mediante secuencia programada, cuál de los púlpers debe ser llenado en cada momento.

La mezcla residuo/ agua de proceso permanece en el interior del púlper del orden de 40 - 45 minutos, divididos en tres pasos principales:

- Alimentación con residuo orgánico y agua de proceso (10 - 15 min.).

- Mezcla y suspensión (20 – 25 min.).



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- Evacuación (10 – 15 min.).

Los residuos son cargados mediante un alimentador y un sistema de distribución a través de una boca de carga situada en la parte superior del púlper, de sección rectangular, con una válvula de obturación y se mezclan progresivamente con agua de proceso, recirculada desde el tanque de agua de proceso a través de una tubería, también regulado por una válvula, hasta conseguir una mezcla homogénea.

El rotor agitador del púlper está equipado con un sistema de control que actúa regulando la potencia del motor para conseguir una velocidad constante de giro de 90 r.p.m. y a la vez dosifica la entrada de agua de proceso abriendo y cerrando la válvula correspondiente hasta conseguir una suspensión homogénea con un contenido del 8-10% en materia seca (MS). Una sonda detecta cuando el equipo está lleno según la variación del peso del mismo y envía una señal para detener la alimentación. La válvula de la alimentación se cierra y empieza la fase de homogeneización.

Durante la misma, el agitador engendra potentes fuerzas de cizalladura que provocan la rotura de los tejidos orgánicos blandos. De este modo, la puesta en suspensión de los residuos no desmenuza los elementos indeseables tales como huesos, plásticos, pilas o textiles que podrían encontrarse entre los residuos.

En cambio, sí desmenuza la materia orgánica de fácil degradación, desagrega los grumos, consigue una suspensión acuosa homogénea y aumenta la superficie de contacto facilitando así la accesibilidad de los microorganismos durante el proceso de digestión anaerobia.

La potencia requerida por el motor del agitador del púlper es de 5 - 6 kW/m³ de suspensión, claramente inferior a los púlpers de otras tecnologías con valores entre 10 - 12 kW/m³ de suspensión.



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II

Todos los elementos involucrados en el proceso de homogeneización (rotor, paletas fijas, base del tanque) están contruidos en acero resistente al desgaste. Teniendo en cuenta un mantenimiento lo más simple posible, se han diseñado de forma que sean muy fáciles de reemplazar. De esta forma la disponibilidad de operación es máxima.

En el diseño de la FASE 1 se instalaron 2 púlpers de 10 m³ de capacidad útil que garantizan el procesamiento diario de todo el residuo proveniente de la planta de preclasificación y de una importante cantidad de fracción orgánica más húmeda y pastosa proveniente de generadores singulares, en la modificación se ha considerado la instalación de dos púlpers más, de las mismas características, para satisfacer las necesidades de las nuevas condiciones marcadas en el plan director sectorial (PDSGRUM 2006). Estos equipos son alimentados desde el área de selección de residuos mediante un sistema de cintas transportadoras y un distribuidor. La alimentación se complementa mediante un transportador de tornillo sin fin en previsión de otra entrada de materia orgánica de recogida selectiva desde un bunquer donde se recibe y almacena la materia orgánica proveniente de generadores singulares, el bunquer incorpora en su fondo un sistema de tornillos, para proceder a la alimentación a los púlpers de este tipo de residuos.

El líquido recogido en el depósito de FORM líquido, que contiene un alto contenido de materia orgánica digestible, se alimenta directamente mediante una bomba a la siguiente etapa del proceso sin pasar por los púlpers dado que prácticamente no tiene sólidos que desmenuzar.

Una vez finalizado el proceso de suspensión se extrae la mezcla y se dirige al sistema de separación de impurezas. El vaciado de los púlpers hacia el sistema de separación de impurezas es por gravedad, sin necesidad de bombas, pero regulando el caudal mediante un tornillo transportador.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

En la modificación objeto del presente proyecto, se ha previsto la inclusión de dos púlpers de 10 m³, con la correspondiente ampliación de la longitud del tornillo de distribución de material.

6.2.3 Digestión anaerobia

Proceso Biometanización

La biometanización o digestión anaerobia es un proceso biológico que, en ausencia de oxígeno y a lo largo de varias etapas en las que intervienen una población heterogénea de microorganismos, permite transformar la fracción más degradable de la materia orgánica en biogás, una mezcla de gases formada principalmente por metano y dióxido de carbono y por otros gases en menor proporción (vapor de agua, CO, N₂, H₂, H₂S, entre otros). El biogás producido es una fuente de energía secundaria ya que es un gas combustible de elevada capacidad calorífica (5.750 Kcal/m³), lo que le confiere características combustibles ideales para su aprovechamiento energético en motores de cogeneración, calderas y turbinas (generando electricidad, calor o biocarburante)

La digestión anaerobia se desarrolla en múltiples etapas, donde las fases principales son una primera hidrolítica fermentativa y una final metanogénica. En esta última, se transforman los productos finales de la misma en metano y dióxido de carbono, mediante las bacterias metanogénicas que son anaeróbicas estrictas.

El tipo de sustrato a digerir influye en gran medida en el rendimiento y en la composición del biogás obtenido. Para una producción máxima es preferible utilizar sustratos ricos en grasas, proteínas e hidratos de carbono ya que su degradación conlleva la formación de cantidades importantes de



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II

ácidos grasos volátiles, precursores del metano. Por ello, es aconsejable que se trate la materia orgánica procedente de recogida separada para evitar muchos de los problemas producidos por la acumulación de impropios o evitar colmataciones de ciertas partes del circuito de digestión. Y es necesario además haber optimizado la mezcla de materiales a digerir para aumentar el rendimiento en metano.

Digestor

La suspensión libre de impurezas procedente de pretratamiento pasa a un tanque de bombeo desde el cual se alimenta al digestor mediante dos bombas de husillo ya existentes, protegidas del efecto de partículas abrasivas mediante un molino dilacerador. Las dos bombas están dimensionadas incluso para cubrir las necesidades de caudal y presión hasta la FASE 3 del desarrollo de la planta.

Puesto que las primeras fases de digestión biológica empiezan a darse desde este punto del proceso en adelante, todos los elementos en contacto con la suspensión deben de estar fabricados con materiales resistentes a la corrosión.

El digestor o reactor biológico es un tanque cilíndrico-cónico completamente aislado, con un volumen útil de 4.700 m³ y de altura no superior a 20 m. El material permanece en el interior del digestor entre 15 y 20 días y en es agitado mediante reinyección de biogás y la recirculación de la propia mezcla. Está fabricado en acero y lleva un recubrimiento interior que lo protege contra la corrosión. Exteriormente está recubierto de una capa de lana de roca de 50 mm que lo aísla térmicamente y una chapa metálica galvanizada. El digestor tiene previsto todos los accesos y plataformas necesarias para su mantenimiento.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Se trata de un digestor de un único volumen sin divisiones internas y los elementos que ocupan dicho volumen son básicamente las tuberías de reinyección del biogás como se observa en el esquema de funcionamiento. Los procesos de hidrólisis y metanogénesis se desarrollan simultáneamente dentro del mismo recipiente, alternándose unas y otras según las variaciones locales de nutrientes, pH y temperatura, en un equilibrio dinámico en evolución constante.

La digestión BIOSTAB se realiza bajo condiciones mesofílicas, a 37°C de temperatura aproximadamente para proteger el proceso de digestión de posibles acidificaciones se controla el valor de pH regularmente. Los digestores están aislados térmicamente para evitar las pérdidas de calor y garantizar unas condiciones homogéneas en todo el recipiente.

Los principales parámetros de diseño del digestor se resumen a continuación:

- Tiempo de retención hidráulico: 14 días.
- Concentración de materia seca: 4 - 8 %
- Carga orgánica: 3 – 5 kg Materia Orgánica / (m³ digestor*día)
- Eficiencia: 50 % degradación de la materia orgánica alimentada

Las principales ventajas del proceso de digestión mesofílica en una etapa son las siguientes:



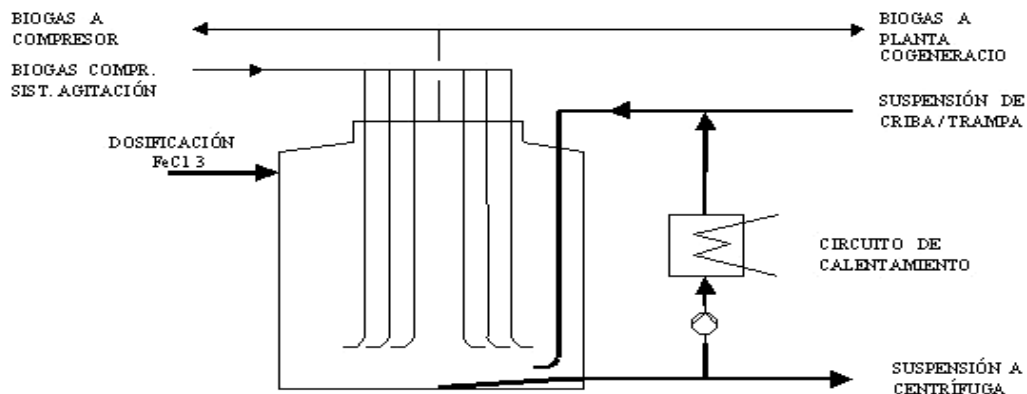
PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN

FASE-II

- Tecnología de proceso simple.
- Proceso con estabilidad alta.
- Consumo mínimo de energía térmica.
- No es necesario el enfriamiento del agua residual.

Sólido con baja emisión de amoníaco después de la deshidratación.

Esquema de funcionamiento del digester



Después de la digestión anaerobia al menos el 50 % de la sustancia seca orgánica fácilmente biodegradable tendrá que estar descompuesta y convertida en biogás. La suspensión se bombea hacia el sistema de

**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

deshidratación mediante bombas redundadas controladas por el nivel del digestor.

Sistema de mezcla del digestor.

El sistema de agitación en el interior del digestor se realiza inyectando parte del biogás producido. Este se introduce mediante un conjunto de tuberías de acero inoxidable dispuestas circularmente y unidas en el extremo superior mediante un anillo distribuidor.

Estas tuberías se introducen verticalmente en el digestor llegando hasta la base del mismo, dónde se curvan hacia fuera. La inyección del gas a presión, aproximadamente de 3 bar, mediante un compresor externo provoca una potente corriente de arrastre del material hacia arriba, y un flujo de material para ocupar el lugar vacío, en un movimiento en forma de célula de convección que mantiene en movimiento todo el volumen de líquido del tanque.

Con esto se evita la sedimentación de sólidos, formación de gradientes de densidad y se garantizan las condiciones óptimas de proceso:

- Homogeneización completa de la suspensión
- Óptimo contacto entre los nutrientes y la microbiota.
- Difusión homogénea de la energía térmica, máximo aprovechamiento



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

energético.

- Máxima dilución de los posibles inhibidores de la metanización y de los productos de excreción microbianos, así como correcta difusión del biogás
- Garantía del tiempo de residencia hidráulica.

La corriente generada debe de mantener libre la superficie de intercambio líquido-gas, e impedir la formación de capas espesas y continuas de sobrenadantes.

Sistema de calentamiento del digestor

Es necesario precalentar la suspensión del residuo que entra al digestor hasta la temperatura de proceso (37°C) y evitar así el enfriamiento por disipación de calor. El digestor está aislado térmicamente y la pérdida de calor por radiación debe ser inferior a 0,004 kW/m².

El calentamiento del contenido del digestor se realiza mediante un intercambiador de calor por el que circula continuamente la suspensión. Un conjunto de válvulas garantiza una operación automática del sistema de calentamiento. El material fresco proveniente del pretratamiento se mezcla con el material recirculado a la salida del intercambiador de calor, antes de ser introducido en el digestor. Regulando convenientemente los caudales suspensión fresca/ suspensión recirculada se evitan cambios bruscos en la temperatura, tanto de la suspensión fresca como del interior del digestor, que podrían perjudicar el rendimiento del cultivo bacteriano y, a la vez, se garantiza una correcta inoculación de la suspensión fresca por el rápido mezclado entre una y otra fracción, que sirve para acelerar el inicio de la fermentación del material añadido. Además,



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

esta rápida mezcla asegura el tiempo de retención hidráulico de 14 días.

Finalmente, con este sistema, el consumo de energía térmica para calentar la suspensión fresca también se reduce, puesto que el bajo contenido en sólidos permite una conducción rápida y homogénea del calor, dificulta la formación de incrustaciones y ataques químicos en las tuberías, mejora la vida de los equipos y disminuye las paradas de mantenimiento.

El digestor está equipado con un medidor de temperatura que sirve para controlar el flujo de agua caliente circulante en el intercambiador de calor.

Sistema de seguridad del digestor

Los digestores están equipados con sondas de nivel de llenado y de presión de material y del gas. En caso de sobrellenado se han previsto un tanque de rebose para recoger el material en exceso.

Este es un pequeño tanque de acero, situado en la base del digestor y comunicado con él mediante tuberías. A su vez, dispone de un sifón hidráulico en prevención de entradas de aire y que permitiría una descarga de emergencia.

Este sistema permite una variación en el nivel de altura de líquido del digestor y a la vez, sobrepasado este margen de variación asegura que no habrá un sobrellenado de líquido.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

El sistema de seguridad de gases para prevenir un exceso de presión, por fallo en el funcionamiento de los motores, consta básicamente de un gasómetro de membrana, una antorcha de seguridad y una válvula de seguridad que permitiría un escape de emergencia a la atmósfera.

6.2.4 Almacenamiento de biogás.

Esta área de la planta no se modifica.

6.2.5 Valorización del biogás.

Está previsto la ampliación del grupo motor-generator para la FASE II análogamente a la tecnología existente (punto 3.2.4) con una potencia total de generación de energía eléctrica de 1,5-2 MWe que utilizarán como combustible el biogás generado en los digestores de la fracción orgánica de los residuos.

La energía eléctrica producida, se utilizará para abastecer el consumo eléctrico de los diferentes procesos del Parque de Tecnologías Ambientales (Zona 1).

6.2.6 Depuración de aire.

El sistema de depuración de aire no sufre ninguna modificación, pero si el sistema de captación, que tendrá un tramo



PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE METANIZACIÓN FASE-II

nuevo con dos ramales para la captación directa de las tolvas de recepción de lodos, este saldrá del último tramo (tramo que distribuye en la playa de recepción y lodos) hacia las tolvas instaladas en el foso de recepción, con conductos de las mismas características que los instalados actualmente. Cabe destacar que el biofiltro tiene suficiente capacidad para acoger este nuevo tramo de depuración dentro de la misma nave de preselección.

6.2.7 Deshidratación del residuo digerido.

La suspensión digerida es extraída por una tubería de acero desde el fondo del digester mediante un grupo de bombeo en redundancia adaptado a la nueva instalación, que envía la materia directamente al sistema de deshidratación de los sólidos.

Para la deshidratación de la suspensión se utiliza una centrífuga de caudal 24 m³/h y potencia de 46 kW, a la que cabe añadir otra en paralelo de características similares ya proyectada y actualmente en fase de ejecución. En este proceso la suspensión se separa en una fracción sólida y una líquida. Se utilizan centrífugas como equipo de deshidratación por su elevada eficiencia de separación.

Son equipos muy robustos, en los que todas las partes internas en contacto con la suspensión están fabricadas con acero inoxidable con tratamiento antidesgaste. Este equipo está situado sobre una plataforma metálica e incluye un polipasto para su mantenimiento.

6.3 Sistema eléctrico.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

El suministro eléctrico se realiza a 400 V c.a. con tres fases y neutro a 50 Hz.

El trazado de líneas en dependencias que existan placas que configuran la estructura de las paredes, la instalación se realizará por la parte posterior de las placas mediante tubo flexible corrugado de PVC. En los demás puntos las líneas serán vistas con tubo rígido galvanizado.

La instalación de puesta a tierra corresponde a los elementos metálicos estructurales e instalación de fuerza y alumbrado.

Los conductores de unión de armaduras y estructuras serán de ejecución exterior y el punto de conexión con las mismas se situará a 40 cm. por encima de la solera o del forjado de cota inferior.

Se unirán al anillo de tierra todos los soportes metálicos, todas las armaduras de los pilares de hormigón y cada 20 m. las armaduras de los muros de hormigón; en los edificios las conexiones se realizarán por el interior.

Desde los cuadros generales de protección partirán los conductores de protección que formarán parte del mismo cable que los conductores activos; estos unirán las partes metálicas de las armaduras de alumbrado, borne de tierra de las tomas de corriente y en general todas las masas metálicas existentes en la instalación.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Las luminarias de emergencia deberán llevar una marca o señal que las identifique al igual que los conductores que serán de diferente color.

6.3.1 Instalación de Baja Tensión.

Se dispone de la instalación de baja tensión, descrita a continuación, donde se conectarán los receptores a instalar en las modificaciones objetos del presente proyecto.

Instalación existente:

Desde el transformador de distribución 50TR001 15/0,4 kV se alimenta el 50CGD001 Cuadro General de Distribución de Metanización 001, situado en la sala eléctrica de metanización.

Desde este CGD se alimentan:

- El centro control de motores de metanización L1
- El centro control de motores de metanización comunes.
- El centro control de motores de generación 1.
- El centro control de motores de caldera.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- El centro control de motores de depuradora de aguas.
- El cuadro de fuerza y alumbrado de metanización.

Desde el transformador de distribución 50TR002 15/0,4 kV se alimenta el 50CGD002 Cuadro General de Distribución de Metanización 002, situado en la sala eléctrica de metanización.

Desde este CGD se alimentan:

- El centro control de motores de metanización L2 (reserva)
- El centro control de motores de metanización L3 (reserva).
- El centro control de motores de generación 2 (reserva).
- El centro control de motores de generación 3 (reserva)
- El cuadro de desodorización metanización.

El 50CGD001 y el 50CGD002 pueden interconectarse y quedar alimentados por el mismo transformador. No está previsto que los 2 trafos se conecten en paralelo.

Desde el transformador de distribución 50TR003 15/0,4 kV se alimenta el 50CCM003 Centro control de motores de preselección, situado en la sala eléctrica de preselección.

Desde este CCM se alimentan:

- Los subcuadros pertenecientes a la instalación de preselección, tales como separadores magnéticos, alimentadores, prensas, autocompactadores y trómeles.
- Motores pertenecientes a cintas transportadoras.
- El cuadro de fuerza y alumbrado de preselección.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Desde los centros de control de motores (CCM's) alimentados desde los CGD's, se alimentan los motores o subcuadros pertenecientes a las instalaciones a las que hacen referencia.

Desde los cuadros de fuerza y alumbrado se realizan las distintas distribuciones para alimentar los circuitos de alumbrado, tomas de corriente, ventilación, y aire acondicionado

Se conecta una batería de condensadores fijos a la salida de cada transformador para compensar la energía reactiva, y una batería de condensadores regulable en el embarrado del CGD para compensar la energía reactiva de los consumidores.

6.3.2 Cuadro General de Distribución y Centro Control de Motores.

Los armarios de CGD y CCM son de ejecución fija, constituidos por columnas o módulos verticales unidos lateralmente entre sí, formando un conjunto único y rígido de frente común.

Las características principales son:

- Construcción en chapa de acero de 2 mm. con refuerzo interior.
- Puerta con junta de estanqueidad.
- Grado de protección IP-32
- Entrada y salida de cables por el inferior.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- Acceso para mantenimiento por el frontal.
- Disponen de alumbrado y calefacción interior.

La acometida de potencia al CGD se realiza a 400 Vca 3F + N. Existe una segunda acometida a 230 Vca F+ N desde el Cuadro de Fuerza y Alumbrado para alimentar los circuitos de alumbrado y calefacción internos, así como los circuitos de calefacción internos.

La acometida de potencia al CCM se realiza a 380 Vca 3F. Existe una segunda acometida a 220 Vca F+ N desde el Cuadro de Fuerza y Alumbrado para alimentar los circuitos de alumbrado y calefacción internos, así como los circuitos de calefacción de los motores.

Las barras de potencia se dimensionan para una tensión nominal de 500 V y para una intensidad de acuerdo con la del interruptor de cabecera.

Los armarios disponen de una barra de puesta a tierra de 40 x 5 mm.

El cableado interno se realiza con cable de Cu, clase 5, libre de halógenos, con un nivel de aislamiento de 750 V para maniobra, señalización y control y con un nivel de aislamiento de 0,6/1 kV para potencia.

Se utilizan bornas tipo muelle de presión hasta 16 mm² para evitar aflojamientos.

El diseño de los armarios y de su aparellaje se realiza para una Icc de 35 kA. El interruptor de entrada al CGD es de tipo interior, de ruptura al aire por soplado magnético, sobre carro extraíble, de 4 polos, está equipado con una unidad de control electrónica que permite las siguientes funciones:

- Protección contra sobrecargas, cortocircuitos y diferencial.
- Coordinación con protecciones de MT.
- Indicación de parámetros eléctricos similar a un analizador de redes.
- Históricos e indicadores de mantenimiento.
- Comunicación para transmisión de medidas.

Los interruptores de salida del CGD son tripolares o tetrapolares según necesidades, de ruptura al aire con protección magnetotérmica y diferencial.

En la acometida del CGD se instala una protección de tipo basto contra sobretensiones.

En la entrada al CCM se instala un seccionador de corte al aire en carga, con accionamiento manual, para la salidas a cuadros locales se instalan interruptores tripolares de ruptura al aire con protección magnética y diferencial.

En el CCM se han establecido los siguientes tipos de arranque de acuerdo con la potencia de los motores:

- Arranque directo.....P < 37 kW



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- Arranque directo, con relé de protección integral, indicación de intensidad, resistencia calefacción y 3 PTC en devanados $37 \leq P \leq 90 \text{ kW}$
- Arranque por arrancador estático, resistencia de calefacción y 3 Pt100 en devanados $P \geq 110 \text{ kW}$
- Arranque por variador de frecuencia..... $P < 37 \text{ kW}$
- Arranque por variador de frecuencia, resistencia de calefacción y 3 PTC en devanados..... $37 \leq P \leq 90 \text{ kW}$
- Arranque por variador de frecuencia, resistencia de calefacción y 3 Pt100 en devanados $P \geq 110 \text{ kW}$

La alimentación de los circuitos de maniobra se realiza a 24 Vca.

Los elementos principales en los circuitos de maniobra son los siguientes:

- Interruptores para circuitos de potencia: son tripolares, con protección magnética mediante bloque electrónico, de ruptura al aire.
- Guardamotores: son tripolares con protección magnética contra cortocircuitos y protección térmica contra sobrecargas.
- Relés diferenciales: ajustables en sensibilidad de 30 mA a 25 A, y temporización de 0 a 1 sg.
- Relés de protección integral: con protección contra sobrecargas, control térmico por sondas PTC, desequilibrio y ausencia de fase, fallo de aislamiento a tierra, arranque prolongado y calado de motor, alarma por sobrecarga, marcha en vacío, control sentido rotación.
- Contactores: Trifásicos, protección IP 2X, con contactos auxiliares y módulo antiparasitario.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- Relés auxiliares: serán enchufables con 2 y 4 contactos auxiliares conmutados.
- Lámparas de señalización: mediante diodos de alta luminosidad, con protección electrónica.
- Convertidores de intensidad: convierten la intensidad del motor a señal 4-20 mA.
- Relés de protección térmica con termistancias PTC: con indicación de defecto, y detección de cortocircuito en PTC.
- Relés de protección térmica con resistencias Pt100: son programables para Pt100 a 3 hilos, con separación galvánica, salida 4-20 mA y salida por transistor.
- Variadores de frecuencia: de 6 pulsos, con protecciones eléctricas e indicaciones, configurables, con filtros de armónicos.
- Arrancadores estáticos: con protecciones eléctricas e indicaciones, configurables con varias rampas de aceleración / deceleración.

La maniobra de los motores se puede realizar junto al motor a través de una botonera local con pulsadores de marcha/paro, seta de emergencia y pilotos de estado; o bien de forma remota desde el ordenador del sistema de control de planta.

6.3.3 Cableado y conducciones eléctricas.

Los cables de potencia utilizados para alimentar los consumidores de las zonas industriales son de Cu, flexibles de clase 5, con aislamiento de



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

polietileno reticulado, y cubierta de PVC, con tensión nominal de 0,6/1 kV. Cuando se utilizan para alimentar variadores de frecuencia son apantallados.

Para la alimentación de circuitos auxiliares, como alumbrado, ventilación, aire acondicionado, etc. con recorrido bajo tubo se utilizan cables de Cu, flexibles de clase 5, unipolares, con aislamiento de PVC, con tensión nominal 450/750 V. Cuando el recorrido se realiza en zonas con concentración de personal, el aislamiento es de poliolefina y la cubierta es libre de halógenos.

Las conducciones se realizan mediante bandejas metálicas de chapa perforada con tapa de protección, y mediante tubos metálicos de acero galvanizado. Las curvas de los recorridos con tubos son abiertas sin protección, y a la entrada a los motores se deja una coca de cable visto.

6.4 Control.

La planta dispone de un sistema de control, basado en PLC's, y de un sistema de mando y supervisión basado en un programa SCADA.

En la zona de metanización y en la zona de preselección se dispone de una sala de control. En cada sala de control hay un puesto de operación donde reside el mando y la supervisión de cada zona de metanización.

Los PLC's están instalados en armarios eléctricos de control, situados en las salas eléctricas de la zona de metanización y de la zona de preselección.

Las máquinas locales disponen de controles propios basados en PLC's o en lógica por relés.

A través de las señales que recibe y envía el PLC se realiza la supervisión del estado de los equipos de la planta y se maniobran los motores de forma



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

remota.

En cada zona se dispone de una red de comunicación ETHERNET que interconecta los PLC's y equipos de supervisión; a su vez estas redes están conectadas a una red general de supervisión del parque de tecnologías ambientales.

6.4.1 Armario de control.

Es un armario metálico de ejecución fija, con grado de protección IP32, puerta transparente de policarbonato, entrada/salida de cables por la parte inferior.

La acometida se realiza a 220 Vca F+N, y está provista de un descargador de sobretensiones.

El equipo de control es un PLC provisto de tarjetas de entradas/salidas y tarjeta de comunicación. Se ha previsto una reserva de entradas/salidas del 20 %.

Permite realizar modificaciones ON-LINE.

Se instalan dos fuentes de alimentación redundantes para la CPU del PLC y dos fuentes de alimentación redundantes para las tarjetas y los instrumentos de campo.

La distribución de las alimentaciones para los distintos servicios está protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.

Las salidas son del tipo transistor para alimentar relés auxiliares (mando motores) y de tipo relé para alimentar válvulas.

En campo se han distribuido cajas locales con tarjetas descentralizadas de



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

entradas/salidas para recoger las señales de los instrumentos. Estas tarjetas se comunican con la CPU del PLC situado en el armario de control.

6.4.2 Puesto de operación.

Está formado por una mesa de operación situada en la sala de control, donde se sitúan los elementos siguientes:

- 2 Ordenadores.
- 2 Monitores.
- Teclados.
- Impresora de alarmas.
- Impresora de informes.
- Teléfono de sobremesa.
- Interfono de comunicación.

6.4.3 Programa de mando y supervisión.

En cada uno de los ordenadores se instala un sistema de mando y supervisión de las instalaciones basado en un programa SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

En cada uno de los ordenadores existe la misma base de datos para proporcionar redundancia al sistema.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

El programa recoge la información existente en la memoria del PLC para almacenarla en su base de datos y envía las señales al PLC para la operación de los equipos.

A través del SCADA, se accede a distintas pantallas donde mediante sinópticos se representan los procesos de la planta. Desde estos sinópticos se visualiza mediante colores el estado de los distintos equipos, se señalizan las alarmas y se realizan las maniobras sobre los equipos que se pueden operar de forma remota.

Los datos de las distintas variables se van almacenando en una base de datos, que puede consultarse para visualizar los registros históricos del proceso.

El programa permite exportar datos con distintos formatos para utilizarlos en otras aplicaciones.

7. OBRA CIVIL

Las modificaciones que se llevarán a cabo en la planta de metanización, se adecuaran a los parámetros iniciales de diseño desde el punto de vista arquitectónico, el objetivo fundamental del proyecto es mantener la percepción del observador como un conjunto construido de aspecto unitario y agradable, acorde con el conjunto de instalaciones integradas en el “Pla Director sectorial per a la Gestió dels Residus Urbans a Mallorca”.

Unidades constructivas que componen la obra:

- Estructura de hormigón armado.
- Estructura metálica.
- Instalaciones (electricidad).
- Acabados (Pintura).



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Para poder instalar las tolvas del área de descarga de lodos, en la zona de la planta de Pretratamiento de residuos, será necesario la ejecución de la demolición de la solera, excavación y posterior ejecución de muros de contención de soporte de las tolvas, empleándose para ello estructura de hormigón armado, que estará formada por muros de hormigón HA-25/B/15/IIa y acero en barras corrugadas B 500 S, con acabado visto a las dos caras. En el descanso de la tolva de recepción de lodos se empleará una estructura metálica, formada por perfiles HEB, UPN, IPE, L y planos de acero laminado S 275 JR, sobre placas de anclaje fijadas mecánicamente al pavimento y muros de hormigón.

También será necesario la formación de bancadas de hormigón HA-25/B/15/IIa, en la base de todas máquinas de nueva instalación, que se asienten sobre la solera. Además también será necesario la realización de la cimentación del nuevo digestor, que se realizará mediante hormigón HA-25/B/15/IIa y acero en barras corrugadas B 500 S, sobre una capa de 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/B/20/IIa.

También será necesario la realización de las zanjas necesarias para la llevar los diferentes suministros eléctricos, puntos de aporte de agua y de evacuación de efluentes necesarios.

Las escaleras y pasarelas adicionales a instalar estarán formadas por estructura metálica de perfiles HEB, UPN, IPE, L y planos sobre placas de anclaje fijadas al pavimento y muros de hormigón. Peldaños de religa galvanizada para atornillar y descansillos de religa formadas por malla de 30 x 30 mm. con perfil de protección de 10 x 10 mm. Se incluyen las barandillas metálicas con sus montantes, barras intermedias y rodapiés.

Perfilería metálica y elementos planos, para la realización de marcos, tapas, perfiles de apoyo y sujeción, perfiles de protección de paredes de obra, en coronación de muros de básculas, etc.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Todos los elementos serán chorreados y con una capa de imprimación epoxi rica en zinc, de espesor 60 micras.

Barandillas metálicas formadas por tubo metálico de Ø 60 m. y 4 mm. de espesor, barra intermedia Ø 20 m. y 4 mm. de espesor y rodapié de pletina metálica de 100 x 4 mm. montantes de pletina de 40 x 10 mm. sujetos al forjado mediante placas metálicas de 100 x 60 x 10 mm. con tacos HSL M14.

Actualmente los digestores tienen un pequeño acceso para realizar labores de limpieza y mantenimiento, esta compuerta es del todo insuficiente en caso de ser necesaria la limpieza del digestor, por esta razón se proyecta la construcción de un acceso de dimensiones 2x2m, que permita el acceso de una pequeña pala de ruedas.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

8. IMPACTO AMBIENTAL

La Planta de Metanización de la Zona 1 cuenta con Acuerdo favorable de la Comisión Permanente de la Comisión Balear de Medio Ambiente, de 28 de abril de 2000, relativo a la Evaluación de Impacto Ambiental detallada que se presentó en relación a esta instalación. Dicha EIA detallada ya contemplaba las tres fases del proyecto descrita en el Plan Director Sectorial de 2000, que después se trasladó igualmente al PDSGRUM-2006, por lo que se considera que la fase II de la Planta de Metanización no requiere pasar de nuevo el trámite de evaluación de impacto ambiental.

9. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

Las instalaciones, como norma general, serán diseñadas y fabricadas de acuerdo con los códigos, normas o reglamentos españoles. Si no existieran en el ámbito español se utilizarán normas internacionales de reconocido prestigio.

Se recoge a continuación las principales normativas aplicables al diseño de la planta de metanización:

9.1 Legislación aplicable

Revisión del Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos Urbanos en Mallorca, de febrero de 2006.

- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

biológicos durante el trabajo.

- Reglamento electrotécnico de alta y baja tensión y las instrucciones técnicas complementarias aplicables.

- Real Decreto 2267/2004, de 5 de diciembre, por la que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios para establecimientos industriales. B.O.E. de 17 diciembre de 2004.

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. BOE 10 de noviembre de 95.

- R.D. 39/97 de 17 de enero de 1997. Reglamento que desarrolla la ley de prevención BOE 31 de enero de 1997.

- R.D. 780/1998 de 30 de abril, de modificación del R.D. 39/1997.

- R.D. 485, 486, 487, 488/97, de 14 de abril, de señalización de seguridad y salud en puestos de trabajo, manipulación de cargas, y pantallas de visualización. B.O.E. de 23 de abril de 1997.

- R.D. 1403/86 de 9 de mayo. B.O.E. de 8 de julio de 86. Norma de señalización de seguridad en centros y lugares de trabajo.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Corrección de errores B.O.E. de 10 de octubre de 1987.

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de industria. BOE de 23 de julio de 1992.

- R.D. 697/95, de 28 de abril. Reglamento del Registro de Establecimientos Industriales. BOE 30 de mayo de 1995.

- R.D. 2526/98, de 27 de noviembre, de modificación del Reglamento de Registro de establecimientos industriales de ámbito estatal. BOE de 21 de diciembre de 1998.

- R.D. 1435/92, de 27 de noviembre, de adaptación de las disposiciones de aplicación de la Directiva de Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su modificación posterior mediante R.D. 56/95.

- Directiva de seguridad en máquinas 98/37/CEE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998.

- R.D. 100/2011 que desarrolla la ley de protección del medio ambiente atmosférico.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

- R. D. 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Texto refundido con modificaciones RD 1351/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE núm. 181, de 29 de julio de 2011).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE nº 256 25-10-1997

10. LISTA DE EQUIPOS

Seguidamente, se definen las características técnicas de los equipos principales de la ampliación a la FASE-II

10.1 Pretratamiento.

Hoja de Datos		TOLVA RECEPCIÓN LODOS
T.A.G Equipo		51-TA-T01
Datos generales de diseño		
Forma geométrica:		RECTANGULAR
Espesor chapa, parte superior:		3 mm. en material inox-aisi-304
Espesor chapa, parte inferior:		6 mm. en material inox-aisi-304
Canal interior de deslizamiento:		Politileno de alta densidad HD-1000 con espesor 10 mm.
Sección:		4.500 x 8.500 x 6.600 mm
N. de patas y tipo de vigería:		8 uds. HEB material st-52



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos		TOLVA RECEPCIÓN LODOS
T.A.G Equipo		51-TA-T01
Boca de carga:		Si doble compuerta abatible, con accionamiento hidráulico
Boca de descarga:		4 uds. con tornillo extractor-dosificador "TSF500" en material acero ST.52
Respiraderos:		Si
Producto a almacenar:		Fangos
Capacidad nominal:		125 m ³



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos		ALIMENTADOR LODOS
T.A.G Equipo		51-BB-B05/B06
Datos generales de diseño		
Servicio		Bombeo de fangos
Unidades		2 Ud.
Capacidad		10 m ³ /h, 45 m ³ /h, 70 m ³ /h
Velocidad:		44,191, 298 r.p.m.
Temperatura:		ambiente
Altura impulsión:		20 mca
Cuerpo de aspiración:		fundición GG 25, EN-JL-1040
Eje accionamiento enchufable		acero inoxidable DIN 1.4021
Eje del Cardan		acero inoxidable DIN 1.4021
Accionamiento		Moto-reductor



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

10.2 Digestión.

Hoja de Datos		SINFÍN
T.A.G Equipo		DISTRIBUCIÓN A PÚLPERS 52-TT-A01
Condiciones de servicio		
Fluido		Fracción orgánica
Densidad	t/m3	Aprox. 0,65
Capacidad	[m3/h]	30,0
Número de equipos	[Uds.]	1
Dimensiones		
diámetro carcasa sin fin	[mm]	500
longitud	[mm]	8.000
Material hélice		St-52
Potencia Instalada	[kW]	15,0

Hoja de Datos		PÚLPER
T.A.G Equipo		52-PU-A03/A04



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Condiciones de servicio		
Volumen total / útil del equipo	[m3]	16/10
Tiempo de llenado/proceso/descarga	[min]	10/20/15
Densidad aparente	[kg/m3]	1,05
Horas de trabajo al día para capacidad nominal	h/día	12
Requerimientos constructivos		
Púlper		
Número de equipos	Uds.	2
Dimensiones		
.-boca de carga	mm x mm	900x900
.-dimensiones totales equipo	mmxmmxmm	3400x3400x3400
.-superficie al suelo	m2	11,6
.-salida producto	mm x mm	DN 150
.-salida contaminantes	mm x mm	
Peso con accionamiento	kg	7000
Revoluciones máximas rotor	r.p.m.	nominal 110
Materiales		
Eje agitador	tipo/mm	acero Dillidur 500 V
Palas agitador	tipo/mm	acero Dillidur 500 V
Rastrillo extracción contaminantes	tipo/mm	
Cuerpo del equipo	tipo/mm	St-52
Estructura de apoyo	tipo/mm	Hormigon o St-52



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Protección anti abrasión	tipo/pieza	Dillidur 500 V
Motores		
Unidades	Uds.	
Motor principal		
. Potencia instalada/absorbida/protección	[kW / kW / IP-]	45,9/56/
. Variador de velocidad	Si/No/Tipo	No

Hoja de Datos T.A.G Equipo		BOMBA DESCARGA DIGESTOR 52-BB-D06/D07
Condiciones de servicio		
Número de equipos	Uds.	2
Capacidad nominal /diseño	[m3/h]	--/30
Fluido de trabajo		Digesto
Sólidos totales en el fluido	%	3-10
Rango de temperatura del fluido (operación/diseño)	°C	30/40
Densidad aparente	[kg/m ³]	1,05
Viscosidad del fluido	cSt	
Presión de aspiración/descarga	bar/bar	---/2



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos		BOMBA DESCARGA DIGESTOR 52-BB-D06/D07
T.A.G Equipo		
Altura total	m.c.a	6,0
NPSH posible/requerido	m	
Horas de trabajo al día para capacidad nominal	h/día	16,0
Requerimientos constructivos		
<i>Bomba</i>		
Dimensiones	mmxmmxmm	1806/371/355
Peso con accionamiento	kg	110
Revoluciones máximas rodete	r.p.m.	Nominal 300
Tipo de sellado		Mecanico
Refrigerada	Si/No	no
Tipo de rodamiento		Bolas
Rendimiento hidráulico	%	
Posición	Vertical/horizonta l	Horizontal
<i>Materiales</i>		
Carcasa	AISI	GG25/fundicion
Rodete	AISI	ACERO
Eje	AISI	AISI 316T



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos T.A.G Equipo		BOMBA DESCARGA DIGESTOR 52-BB-D06/D07
Camisa	AISI	Goma sintetica- Perbunan
Estructura de apoyo		
Motores		
Unidades	Uds.	1
Motor		
. Potencia instalada/absorbida/protección	[kW / kW / IP-]	4,5/5,5/IP55
. Variador de velocidad	Si/No/Tipo	si



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos					TANQUE FORM LÍQUIDO			
T.A.G Equipo					52-TA-I02			
					Pieza		materi al	comentari os
1	Número equipos			1	carcasa		acero esmaltado	
2	Normativa construcción				fondo		acero esmaltado	
3	temperatura operación máxima	°C		50	orificio	exterior	V2A	
4	sobrepresión permitida	mbar		0	brida	interior	AISI 616L	o Titan
5	valor depresión permitida	mbar		0	orificio	exterior	V2A	
6	temperatura operación	°C		5-40	tubería	interior	AISI 616L	o Titan
7	presión operación	mbar		estático	tornillería	exterior	AISI 304	
8	presión prueba	mbar		estático	tuercas	interior	AISI 304	
9	desgaste adicional				juntas	Exterior	EPDM	
10	materiales depósito					interior	EPDM	
11	diámetros interiores	mm		400 0				
12	peso total (con digesto)	kg		38900	deflectores	interior	V2A	



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos					TANQUE FORM LÍQUIDO				
T.A.G Equipo					52-TA-102				
					Pieza	materi al	comentari os		
13	peso total (en operación)	kg	38900			interior	AISI 616L	Titano	
14	peso total (vacío)	kg	8900		elemento s	exterior	V2A		
15	volumen nominal	m ³	30		de fijación	interior	AISI 616L	Titano	
16	altura max. llenado	mm	250	0	ensamblaje		al aire libre		
17					fabricación		en terreno		
18					tipo cimentación:	de	hormigó n		
19	combustible(Si/ No)	explosiv o (Si/No)	tóxico (Si/No)			Cargas / Norma diseño			
20	fases: sólido	líquido X	gaseoso	X	escaleras				
21	densidad		kg/ m ³	100 0	barandillas				
22	tratamiento superficie	interior/exterior			peldaños				
23	revestimiento superficie				acabado RAL				



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos					TANQUE FORM LÍQUIDO			
T.A.G Equipo					52-TA-102			
					Pieza	materi al	comentari os	
24	capa de	recubrimiento interior	µm					
25	pintura	capa básica	µm					
26		capa acabado	µm					
27	aislamiento	carcasa/techo	mm					

**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos		BOMBA DESCARGA FORM LÍQUIDO 52-BB-DF1/DF2
T.A.G Equipo		
Condiciones de servicio		
Número de equipos	Uds.	1
Capacidad nominal /diseño	[m3/h]	10-20
Fluido de trabajo		residuos líquidos
Tamaño máximo sólidos	Mm	10
Rango de temperatura del fluido (operación/diseño)	°C	30-40
Densidad aparente	[kg/m ³]	
Viscosidad del fluido	cSt	
Presión de aspiración/descarga	bar/bar	
Altura total	m	15,0
NPSH posible/requerido	m	
Horas de trabajo al día para capacidad nominal	h/día	1,0
Requerimientos constructivos		
Bomba		
Dimensiones	mmxmmxmm	1806/371/355
Peso con accionamiento	kg	110



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos		BOMBA DESCARGA FORM LÍQUIDO 52-BB-DF1/DF2
T.A.G Equipo		
Revoluciones máximas rodete	r.p.m.	
Tipo de sellado		mecanico
Refrigerada	Si/No	no
Rendimiento hidráulico	%	
Posición	Vertical/horizonta l	horizontal
<i>Materiales</i>		
Carcasa	AISI	Fundición gris
Rodete	AISI	ACERO
Eje	AISI	AISI 316T
Camisa	AISI	Goma sintetica- Perbunan
Estructura de apoyo		
<i>Motores</i>		
Unidades	Uds.	1
Motor		
Potencia instalada/absorbida/protección	[kW / kW / IP-]	3,3/4,0/IP55
Variador de velocidad	Si/No/Tipo	no



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

10.3 Valorización del Biogás

Hoja de Datos		MOTOR-GENERADOR DE BIOGAS
T.A.G Equipo	Ud.	54-MT-002
Características técnicas del motor térmico		
Combustible		BIOGAS
Tipo ciclo térmico		Ciclo OTTO 4 tiempos
Potencia	KW	500 - 900
Régimen de giro	Rpm	1.500
Sistema refrigeración Alta temperatura		Por intercambiador Y aerorefrigeración.
Sistema refrigeración Baja temperatura		Por intercambiador
Sistema de arranque		Baterías Plomo o NiCd
Características técnicas del alternador		
Tensión nominal	V	690V
Frecuencia nominal	Hz	50Hz
Potencia Activa (cos phi = 1)	KVA	500 - 900
Variación de tensión	%	±10%



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

Hoja de Datos		MOTOR-GENERADOR DE BIOGAS
T.A.G Equipo	Ud.	54-MT-002
Variación de frecuencia	%	±5%
Factor de Potencia		-0.95 a +0.90
Refrigeración		Por aire



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

11. PLANOS Y DIAGRAMAS GENERALES

En el documento nº 2 de este proyecto se entregan los planos y diagramas fundamentales de las modificaciones planteadas.

12. PLIEGOS

En el documento nº 3 de este proyecto se entregan los pliegos de Prescripciones Técnicas y Pliego de condiciones en Materia de Seguridad y Salud.

13. PRESUPUESTO

En el documento nº 4 se incluyen las mediciones, cuadros de precios y finalmente el presupuesto de Ejecución Material para las obras previstas en el presente proyecto, el cual asciende a 6.394.520 euros (IVA No incluido).

14. ESTUDIO ECONÓMICO DE EXPLOTACIÓN

En referencia a los costes de explotación de la planta de metanización para esta ampliación, con la finalidad de perseguir la máxima eficiencia económica en la prestación del servicio, los costes asociados a gastos generales y costes fijos tanto de operación como de mantenimiento quedan absorbidos dentro de la estructura reconocida actual, siendo los siguientes:

Costes generales (OMG): 151.789 €/año

Costes fijos (OMF): 2.506.395 €/año

Costes variables (OMV): 4,85 €/tn.



**PROYECTO EJECUTIVO DE AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
METANIZACIÓN
FASE-II**

15. PLANIFICACIÓN.

En el Anexo 3 del proyecto, Plan de Obra y cronograma, se refleja la programación prevista para la ejecución de las obras contenidas en el presente proyecto. A fin de dar cumplimiento al artículo 107.1 de la Ley de Contratos del Sector Público y al artículo 132 del Reglamento General de la LCAP, se fija un plazo total para la ejecución de las obras comprendidas en el presente proyecto de CATORCE MESES (14) MESES, repartidos en 10 meses de ejecución y 4 meses de puesta en Marcha de las instalaciones.


ALBERTO BENEO TARDÓN
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Colegiado nº 26.341

