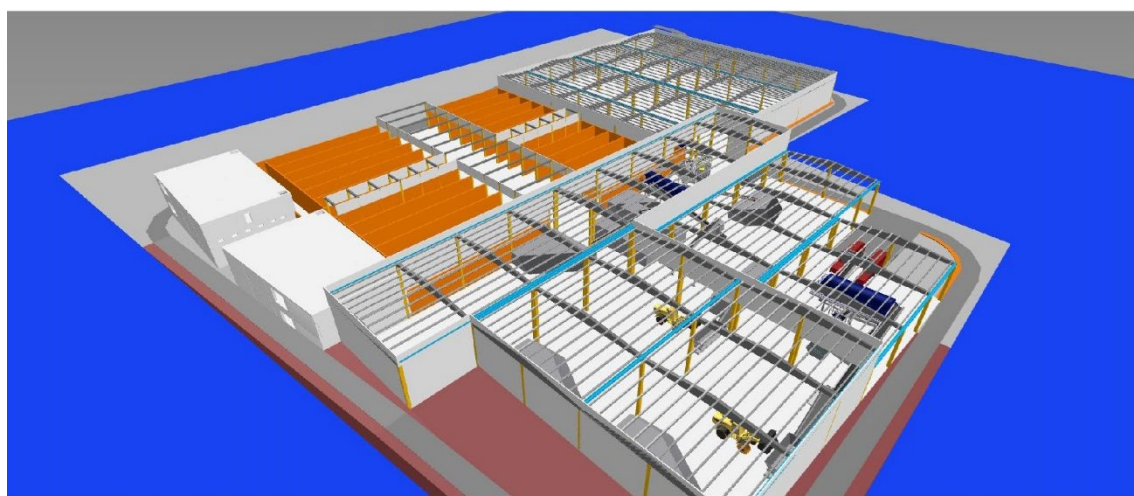


**DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PLANTA DE
COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS Y ESTUDIO DE
COSTES DE GESTIÓN. LLUCMAJOR (MALLORCA)**



ELENA RUIZ VALERO
2022

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

**DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PLANTA DE
COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS Y ESTUDIO DE
COSTES DE GESTIÓN. LLUCMAJOR (MALLORCA)**

Vº Bº DIRECTOR

VºBº CODIRECTOR

Nombre CONCEPCIÓN PAREDES GIL

Nombre ALBERTO MARTÍNEZ REDONDO

ALUMNO

Nombre ELENA RUIZ VALERO



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Se autoriza a la alumna **D^a. Elena Ruíz Valero**, a realizar el Trabajo Fin de Máster titulado: “DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS Y ESTUDIO DE COSTES DE GESTIÓN. LLUCMAJOR (MALLORCA)”, bajo la dirección de D^a. Concepción Paredes Gil, de la Universidad Miguel Hernández, y de D. Alberto Martínez Redondo, de la empresa Grupo Tragsa, debiendo cumplir las normas establecidas para la redacción del mismo que están a su disposición en la página Web específica del Master.

Orihuela, 5 de septiembre de 2022

La Directora del Máster Universitario de Investigación en Gestión, Tratamiento y Valoración de Residuos Orgánicos

Fdo.: Concepción Paredes Gil

TRIBUNAL	
FECHA:	
PRESIDENTE:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:

REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MASTER

IDENTIFICACIONES

Autor: ELENA RUIZ VALERO

Título: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS Y ESTUDIO DE COSTES DE GESTIÓN. LLUCMAJOR (MALLORCA)

Title: TECHNICAL DESCRIPTION OF THE BIORESIDUE COMPOSTING PLANT AND STUDY OF MANAGEMENT COSTS. LLUCMAJOR (MALLORCA)

Director/es del TFM: CONCEPCIÓN PAREDES GIL y ALBERTO MARTÍNEZ REDONDO

Año: 2022

Titulación: Licenciada en Biología.

Tipo de proyecto: Proyecto

Palabras claves: Compost, biorresiduos, costes, compostaje

Keywords: Compost, biowaste, costs, composting

Nº citas bibliográficas:

Nº de planos: 1

Nº de tablas: 38

Nº de figuras:10

Nº de anexos: 2

RESUMEN

Proyecto de una PLANTA DE COMPOSTAJE para los BIORRESIDUOS DE LLUCMAJOR EN MALLORCA, y su estudio costes de funcionamiento. Para realizar el diseño y concepción de esta instalación industrial de tratamiento de residuos orgánicos mediante compostaje se realizó análisis de la capacidad para alcanzar los niveles o condiciones óptimos de estos parámetros según los condicionantes del proyecto: tipo y cantidades de residuo/s, disponibilidad de material estructurante y complementario, tiempo de proceso mínimo necesario, superficie disponible, condiciones meteorológicas de la zona, etc. De este análisis se obtiene un primer planteamiento de cuál es la combinación de sistemas de compostaje más adecuados para el proyecto y cuál sería el protocolo de trabajo o manejo correspondiente.

Así para poder adaptarse a los incrementos de entradas de biorresiduos que se produce durante los meses de mayor afluencia turística a la isla, la instalación debe tener una capacidad de tratamiento de la fracción orgánica de la recogida separada (en adelante FORM) de 21.000 t/año (Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes 20 01 08 y Residuos de mercados 20 03 02) y 6.030,5 t/año de estructurante, en este caso los restos de podas) (Residuos biodegradables de parques y jardines 20 02 01).

Se establece para el proceso de compostaje el sistema de túneles cerrados ventilados y estáticos para un tiempo de permanencia de 2 + 2 semanas, lo que implica un trasvase de material de un túnel a otro al cabo de las primeras 2 semanas para llegar a cumplir los condicionantes óptimos establecidos. La capacidad de monitorización en continuo de diferentes parámetros clave de proceso y de control sobre ellos (temperatura, nivel de oxígeno, humedad) da a este sistema la capacidad de optimizar la actividad biológica degradativa de los microorganismos. Se plantea que, tras la primera fase de compostaje en túneles, se pase a una maduración en un sistema dinámico que aporte al material las ventajas para el proceso que no tienen los sistemas estáticos. Además, para eliminar la presencia de impropios se estable un pretratamiento.

Para realizar el estudio de costes se realiza un dimensionamiento de las operaciones directas de producción, internas y externas, de los servicios generales, limpieza, mantenimiento y estudian los consumos eléctricos, de combustible, agua y de depuración de agua, para el cálculo

del modelo económico para el personal, el mantenimiento los consumos y los servicios externos subcontratados.

Finalmente se diferencian entre costes fijos y variables y obteniendo un total de costes de 2.503.410,81 €/año, y ascendiendo el canon a 171,65 €/t.

ABSTRACT

Project of a COMPOSTING PLANT for the BIORESIDUOS DE LLUCMAJOR IN MALLORCA, and its operating costs study. In order to carry out the design and conception of this industrial facility for the treatment of organic waste by composting, an analysis of the capacity to reach the optimum levels or conditions of these parameters was carried out according to the conditioning factors of the project: type and quantities of waste, availability of structuring and complementary material, minimum process time required, available surface, meteorological conditions of the area, ... From this analysis a first approach is obtained of which is the combination of composting systems most suitable for the project and which would be the corresponding work or management protocol.

Thus, in order to be able to adapt to the increase in the amount of biowaste that enters the island during the months of greatest tourist influx, the facility must have a treatment capacity of the organic fraction of the separate collection (hereinafter FORM) of 21,000 t/year (biodegradable waste from kitchens and restaurants 20 01 08 and waste from markets 20 03 02) and 6,030.5 t/year of structural waste, in this case the remains of pruning) (biodegradable waste from parks and gardens 20 02 01).

For the composting process, the system of closed ventilated and static tunnels is established for a permanence time of 2 + 2 weeks, which implies a transfer of material from one tunnel to another after the first 2 weeks in order to comply with the optimum conditions established. The ability to continuously monitor and control different key process parameters (temperature, oxygen level, humidity) gives this system the ability to optimize the rate of degradative biological activity of the microorganisms. it is proposed that, after the first phase of fermentation in tunnels, maturation

in a dynamic system should be carried out in order to provide the material with the advantages for the process that static systems do not have. In addition, in order to eliminate the presence of undesirable substances, a pretreatment is established.

To carry out the cost study, a dimensioning of the direct operations of production, internal and external, of the general services, cleaning, maintenance and study the electrical, fuel, water and water purification consumptions, for the calculation of the economic model for the personnel, the maintenance, the consumptions and the subcontracted external services.

Finally, we differentiate between fixed and variable costs and obtain a total cost of 2,503,410.81 €/year, and the fee amounts to 171.65 €/ton.

INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 2. TFM (Trabajo Fin de Máster)

Elche, a 08 de junio del 2022

Nombre del tutor/a	Concepción Gil Paredes
Nombre del alumno/a	ELENA RUIZ VALERO
Tipo de actividad	4. Trabajo técnico* de carácter intelectual (no se requiere el uso de laboratorios y/o talleres)
Título del 2. TFM (Trabajo Fin de Máster)	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS PLANTAS DE COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS DE LLUCMAJOR Y ESTUDIO DE COSTES DE GESTIÓN
Código/s GIS estancias	
Evaluación Riesgos Laborales	No procede
Evaluación Ética	No procede
Registro provisional	220606190741
Código de Investigación Responsable	TFM.MGT.CGP.ERV.220606
Caducidad	2 años

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS PLANTAS DE COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS DE LLUCMAJOR Y ESTUDIO DE COSTES DE GESTIÓN** ha sido realizada de manera automática en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere someterse a dicha evaluación. Dicha información se adjunta en el presente informe. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, **se autoriza** la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Secretario del CEII
Vicerrectorado de Investigación

Domingo L. Orozco Beltrán
Presidente del CEII
Vicerrectorado de Investigación

Información adicional:

- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas están informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal; cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH; y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de



prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.

La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández en el curso académico 2020/2021. También se puede acceder a través de <https://oir.umh.es/tfg-tfm/>



ÍNDICE

1 OBJETO	12
2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE APLICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN Y FUENTES RELACIONADAS	13
2.01 ESTATAL	13
2.02 REGIONAL Y LOCAL	17
2.03 OTRA INFORMACIÓN PRECEPTIVA	17
2.04 OTRAS FUENTES CONSULTADAS	18
3 RESIDUOS A TRATAR	19
3.01 TIPOLOGÍA	19
3.02 CARACTERIZACIÓN	19
3.03 CANTIDAD	20
4 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	21
4.01 SITUACIÓN	21
4.02 DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES	25
4.03 CAPACIDAD DE TRATAMIENTO	25
4.04 POTENCIA ELECTRICA	27
5 BALANCE DE MATERIALES	27
6 DIAGRAMA DEL PROCESO	30
7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	33
7.01 JUSTIFICACIÓN EN BASE AL PROCESO DE COMPOSTAJE	35
7.02 PRETRATAMIENTO	49
7.03 COMPOSTAJE EN TÚNELES	51
7.04 MADURACIÓN EN MESETAS	52
7.05 AFINO	54
8 DIMENSIONAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	54
8.01 DIMENSIONAMIENTO DE LAS OPERACIONES DIRECTAS DE PRODUCCIÓN	54
8.01.01 OPERACIONES DE TRATAMIENTO	57
8.02 OPERACIONES INDIRECTAS DE PRODUCCIÓN	65
9 DIMENSIONAMIENTO DE LAS OPERACIONES EXTERNAS DE PRODUCCIÓN	69

10 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS GENERALES	71
10.01 DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN	72
10.02 VIGILANCIA	73
11 LIMPIEZA	74
12 MANTENIMIENTO	80
13 RESUMEN DE NECESIDADES DE EQUIPAMIENTO	81
13.01 MAQUINARIA MOVIL	81
13.02 MAQUINARIA FIJA	81
14 RESUMEN DE NECESIDADES DE PERSONAL	83
15 CONSUMOS	85
15.01 CONSUMOS ELÉCTRICOS	85
15.01.01 CONSUMO ELECTRICO TOTAL DE PRODUCCIÓN	85
15.02 CONSUMOS DE COMBUSTIBLE	85
15.03 CONSUMOS DE AGUA	86
15.04 CONSUMOS DE DEPURACIÓN DE AGUA DE LIXIVIADO BIOFILTRO	86
16 MODELO ECONÓMICO	86
16.01 PERSONAL	87
16.02 MANTENIMIENTO	87
16.03 CONSUMOS Y SUMINISTROS	91
16.04 SERVICIOS EXTERNOS SUBCONTRATADOS	92
17 COSTES FIJOS Y VARIABLES	93
18 PRESUPUESTO Y CANON	96
19 CONCLUSIONES	97
20 ANEXOS	99
20.01 CONSUMOS ELECTRICOS	99
20.02 PLANOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3-1 CODIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A TRATAR EN LAS PLANTAS DE COMPOSTAJE DE MALLORCA.	19
TABLA 3-2 CARACTERIZACIÓN TÍPICA DE FORM PARA LA INSTALACIÓN DE LLUCMAJOR Y COMPOSICIÓN (EN MASA) DE LA FORM QUE LLEGARÍA A PLANTA.	20
TABLA 3-3. NECESIDADES ANUALES DE MATERIAL ESTRUCTURANTE PARA EL TRATAMIENTO DE LA FORM UNA VEZ SE ALCANCE EL NOMINAL DE TRATAMIENTO.	21
TABLA 4-1 SUPERFICIES CATASTRALES Y REALES.	22
TABLA 4-2. REFERENCIAS CARTOGRÁFICAS Y CATASTRALES.	23
TABLA 4-3 RELACIÓN DE NAVES, ZONAS Y ELEMENTOS DE LA PLANTA DE LLUCMAJOR.	25
TABLA 4-4 DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESCENARIOS 1 DE NOVIEMBRE A ABRIL Y 2 DE MAYO A OCTUBRE.	26
TABLA 5-1 BALANCE DE MATERIALES	28
TABLA 5-2 <i>BALANCE DE MATERIALES POR HORA EN DOS ESCENARIOS:</i>	30
TABLA 7-1 CANTIDADES (T) Y ESTACIONALIDAD DE LOS BIORRESIDUOS QUE LLEGARÁN A TRATAMIENTO EN LA INSTALACIÓN PARA SU COMPOSTAJE.	35
TABLA 7-2 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE COMPOSTAJE PROPUESTO EN CUANTO A LOS CONDICIONANTES PRINCIPALES DEL PROYECTO (+ + BUENO / + NORMAL / - DEFICIENTE / - - MUY DEFICIENTE).	44
TABLA 8-1 HORAS FUNCIONAMIENTO DE PLANTA	57
TABLA 8-2 DIMENSIONAMIENTO OPERACIONES DIRECTAS DE PRODUCCIÓN.	63
TABLA 9-1 DIMENSIONAMIENTO OPERACIONES EXTERNAS DE PRODUCCIÓN.	71
TABLA 10-1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS GENERALES.	74
TABLA 11-1 SUPERFICIES DE LIMPIEZA DE VIALES EXTERIORES, PARKING, URBANIZACIÓN.	76
TABLA 11-2 RESUMEN PARTIDAS DE LIMPIEZA DE ÁREAS DE PROCESO, VIALES Y EXTERIORES Y DE EDIFICIO DE SERVICIOS Y CONTROL.	78
TABLA 11-3 RESUMEN PARTIDAS DE LIMPIEZA DE ÁREAS DE PROCESO, VIALES Y EXTERIORES Y DE EDIFICIO DE SERVICIOS Y CONTROL (2ª PARTE).	79
TABLA 14-1 RESUMEN NECESIDADES DE PERSONAL DIRECTO E INDIRECTO DE PRODUCCIÓN LLUCMAJOR EN BASE A LAS HORAS DE DIMENSIONAMIENTO.	83
TABLA 14-2 RESUMEN NECESIDADES DE PERSONAL DIRECTO E INDIRECTO DE PRODUCCIÓN LLUCMAJOR EN BASE A LAS HORAS DE DIMENSIONAMIENTO (2ª PARTE DE LA TABLA).	84
TABLA 15-1 CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL DE PRODUCCIÓN.	85
TABLA 15-2 CONSUMO COMBUSTIBLE MAQUINARIA PROPIA.	85
TABLA 15-3 CONSUMO DE AGUA ANUAL.	86
TABLA 15-4 CONSUMO DE DEPURACIÓN DE AGUA DE LIXIVIADO DEL BIOFILTRO.	86
TABLA 16-1 COSTES DE PERSONAL DIRECTO E INDIRECTO DE PRODUCCIÓN.	87
TABLA 16-2 MODELO ECONÓMICO DE LA MAQUINARIA MÓVIL.	87
TABLA 16-3 CÁLCULO DEL COSTE DE MANTENIMIENTO ANUAL.	88
TABLA 16-4 COSTES DE MANTENIMIENTO DEL BIOFILTRO.	89
TABLA 16-5 RESUMEN COSTE TOTAL DE MANTENIMIENTO.	90
TABLA 16-6 PARTIDA DE EJECUCIÓN MATERIAL EXCLUYENDO LOS EQUIPOS E INSTALACIONES.	91
TABLA 16-7 COSTE DE LOS SERVICIOS EXTERNOS SUBCONTRATADOS.	92
TABLA 17-1 TABLA DE COSTES FIJOS Y VARIABLES LLUCMAJOR.	93
TABLA 17-2 COSTES FIJOS Y VARIABLES POR SUBCAPÍTULO DE LLUCMAJOR.	93
TABLA 17-3 COSTES FIJOS Y VARIABLES DESGLOSADA DE LLUCMAJOR.	94
TABLA 18-1 TOTAL DE COSTES ANUALES DE LLUCMAJOR.	96
TABLA 18-2 RESUMEN DE COSTES TOTALES ANUALES POR CAPÍTULO Y CANON LLUCMAJOR.	96
TABLA 20-1 CONSUMOS ELÉCTRICOS POR EQUIPOS PRIMERA PARTE.	99

TABLA 20-2 CONSUMOS ELÉCTRICOS POR EQUIPOS SEGUNDA PARTE.....103

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 4-1 IMÁGENES DE LA PARCELA CATASTRAL DEL CATASTRO DE LAS ISLAS BALEARES (SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO - CONSULTA Y CERTIFICACIÓN DE ... HTTPS://WWW1.SEDECATASTRO.GOB.ES.)	22
FIGURA 4-2 IMÁGENES. PGOU 1984. ÁREA EXCEDENTE EN LA QUE SE HA SOMBRADO LA PARCELA QUE SE HA CONSIDERADO PARA ESTE PROYECTO. (IMAGEN DEL CATASTRO DE LAS ISLAS BALEARES).....	24
FIGURA 4-3 ÁMBITO DE ACTUACIÓN (SUPERPOSICIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE LA PLANTA CON LA IMAGEN DE SERVICIO DE INFORMACIÓN TERRITORIAL DE LAS ISLAS BALEARES SITIBSA Web: HTTPS://WWW.CAIB.ES/SITES/SITIBSA/ES/MAPAS-65170/)	24
FIGURA 5-1 BALANCE DE MASAS	29
FIGURA 6-1 ESQUEMA DE PROCESO EN PLANTA PARA EL COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS.....	31
FIGURA 6-2. DIAGRAMA DE PROCESO EN LA RECEPCIÓN Y PRETRATAMIENTO.....	32
FIGURA 6-3 DIAGRAMA DE PROCESO DE AFINO.	32
FIGURA 7-1.EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA (GRÁFICA IZQUIERDA) Y LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN LA MASA (GRÁFICA DERECHA) MEDIDAS EN DIFERENTES PUNTOS Y A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN BIORRESIDUOS COMPOSTADOS EN UN TÚNEL ESTÁTICO (PLANA ET AL, 2001).	45
FIGURA 7-2 DATOS COMPARATIVOS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS RESPIROMETRÍAS ESTÁTICAS (CONSUMO DE OXÍGENO POR CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA Y TIEMPO) EN DOS SISTEMAS DE COMPOSTAJE (PILA VOLTEADA Y TÚNEL ESTÁTICO) PARA EL TRATAMIENTO DE BIORRESIDUOS EN LAS MISMAS CONDICIONES INICIALES (PLANA, 2008).	46
FIGURA 17-1 DIAGRAMA DE COSTES FIJOS Y VARIABLES POR CAPÍTULO EN LLUCMAJOR.	93

1 O B J E T O

El objeto fundamental del presente trabajo fin de master (en adelante TFM) es realizar una descripción técnica del proceso, de las instalaciones y los equipos que permitan realizar la PLANTA DE COMPOSTAJE DE BIORRESIDUOS DE LLUCMAJOR EN MALLORCA, y realizar su estudio costes de funcionamiento.

Este proyecto se ha realizado dentro de la empresa Tragsatec y bajo el encargo de la Dirección Insular de Residuos, Departamento de Sostenibilidad y Medio Ambiente del Consell de Mallorca. El proyecto esta englobado en uno más amplio, bajo la denominación de 'Tanca el cercle', de construcción de las plantas de compostaje, es "el gran reto" que debido a la urgencia social y ambiental, la normativa de residuos, nacional, europea y los acuerdos internacionales, marcan objetivos muy ambiciosos.

Por interés general la primera en construirse será la planta de Lluçmajor, siendo esta una estrategia clave para dar respuesta a las necesidades presentes y previsibles en los próximos años en la gestión de biorresiduos de la Isla de Mallorca.

El documento se desarrolla básicamente en dos partes:

- Memoria de Explotación, en la que se describe los residuos a tratar, los procesos y se efectúa el dimensionamiento de todas las operaciones y en la que se determinan los medios materiales, humanos, consumibles necesarios, etc.

- Presupuesto de Explotación, en la que se calculan los costes derivados del dimensionamiento. Adicionalmente, al haber calculado los medios necesarios para el desarrollo de las operaciones, se determinan también las inversiones en equipos y maquinaria de explotación (inversiones periódicas) que es necesario realizar.

2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE APLICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN Y FUENTES RELACIONADAS

El compostaje es una actividad de gran relevancia para el desarrollo sostenible de nuestra sociedad, se encuentra en todo caso sometida a la evolución continua de los requerimientos normativos y de Planificación que la misma demanda, dictaminada en este caso por la ordenación en este ámbito que requiere el Estado Español, y por extensión la Unión Europea para sus países miembros.

En cuanto al análisis de la legislación aplicable, se ha tenido en cuenta la siguiente legislación de ámbito nacional, regional y local; así como otra documentación y fuentes relacionadas:

2.01 ESTATAL

Actividades e intervención ambiental

- ✓ Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- ✓ Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- ✓ Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

Evaluación ambiental

- ✓ Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

- ✓ Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Patrimonio Natural y Biodiversidad

- ✓ Ley 3/1995 de Vías Pecuarias.
- ✓ Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. (transpone la Directiva 92/43/CEE).
- ✓ Real Decreto 1193/1998, de 12 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres.
- ✓ Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- ✓ Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- ✓ Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Residuos y suelos contaminados

- ✓ Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- ✓ Real Decreto 9/2005, de 14 de enero por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados
- ✓ Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, de Residuos de Construcción y Demolición.
- ✓ Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

- ✓ Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- ✓ Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- ✓ Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- ✓ Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- ✓ Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Emisiones a la Atmósfera

- ✓ REAL DECRETO 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas.
- ✓ Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- ✓ Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Medio Ambiente Atmosférico. Modificado por la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- ✓ Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.
- ✓ Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- ✓ Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- ✓ Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de

combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Ruido

- ✓ Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- ✓ Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- ✓ Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- ✓ Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- ✓ Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.

Aguas

- ✓ Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico.
- ✓ Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, desarrollando el Real Decreto-Ley 11/1995 de 28 de diciembre, establece las Normas aplicables a tratamiento de Aguas Residuales Urbanas.
- ✓ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- ✓ Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- ✓ Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre por el que se establece el régimen jurídico de reutilización de las aguas depuradas.

Sanitarias y agrícolas

- ✓ Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes y sus respectivas correcciones y modificaciones.
- ✓ Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo

2.02 REGIONAL Y LOCAL

Residuos y suelos contaminados

- ✓ Ley 8/2019, de 19 de febrero, de Residuos y Suelos Contaminados de las Illes Balears.
- ✓ Instrucción Técnica 1/2021, de 9 de marzo de 2021, del Director General de Residuos y Educación Ambiental para la aplicación de la Ley 8/2019, de 19 de febrero, de residuos y suelos contaminados de las Illes Balears.

Emisiones a la atmósfera

- ✓ Ley 16/2000, de 27 de diciembre, de medidas tributarias, administrativas y de función pública. Artículo 22. Frecuencia en los muestreos de las empresas con actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera y actualización del régimen de infracciones y sanciones.

Cambio climático

Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética.

Ruido

- ✓ Ley 1/2007, de 16 de marzo, contra la contaminación acústica de las Illes Balears.

Evaluación ambiental

- ✓ Decreto Legislativo 1/2020, de 28 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Illes Balears.

2.03 OTRA INFORMACIÓN PRECEPTIVA

- ✓ Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.

- ✓ Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos.
- ✓ Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales.
- ✓ DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE) (2014/955/UE).
- ✓ Decisión de ejecución (UE) 2018/1147 de la Comisión de 10 de agosto de 2018 por la que se establecen las conclusiones sobre las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) en el tratamiento de residuos, de conformidad con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- ✓ Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and control. Edition 2018.
- ✓ Libro Verde sobre la Gestión de los Biorresiduos de la Unión Europea.
- ✓ Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- ✓ Reglamento de Ejecución (UE) 2021/1165 de la Comisión de 15 de julio de 2021 por el que se autorizan determinados productos y sustancias para su uso en la producción ecológica y se establecen sus listas
- ✓ DECISIÓN (UE) 2022/1244 DE LA COMISIÓN de 13 de julio de 2022 por la que se establecen los criterios de la etiqueta ecológica de la UE aplicables a los sustratos de cultivo y las enmiendas del suelo

2.04 OTRAS FUENTES CONSULTADAS

- ✓ Gestión de Biorresiduos de Competencia Municipal. Guía para la implantación de la recogida separada y tratamiento de la fracción orgánica. Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 2013
- ✓ Guía práctica para el diseño y la explotación de plantas de compostaje. Agencia de Residuos de Cataluña. 2016.

- ✓ Guía para la gestión de Biorresiduos. Dpto. Ingeniería Química y Ambiental. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Sevilla, 2016
- ✓ Estrategia regional sobre la gestión de los biorresiduos en Castilla-La Mancha.

3 RESIDUOS A TRATAR

3.01 TIPOLOGÍA

Los residuos admisibles para el tratamiento, son los siguientes:

Tabla 3-1 Codificación de los residuos a tratar en las plantas de compostaje de Mallorca.

Denominación en el proceso	Descripción código LER	Código LER (*)	Operación de valorización
FORM procedentes de la recogida separada	Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes	20 01 08	R0301 Compostaje
FORM procedentes de la recogida separada	Residuos de mercados	20 03 02	R0301 Compostaje
Estructurante (Restos de podas triturados)	Residuos biodegradables de parques y jardines	20 02 01	R0301 Compostaje

(*) DECISIÓN DE LA COMISIÓN, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos

3.02 CARACTERIZACIÓN

Considerando las caracterizaciones las realizadas en el año 2020 a los biorresiduos recogidos separadamente en la isla y procedentes de diferentes municipios, se obtiene un composición o caracterización tipo de esta fracción (Tabla 3-1) que, aplicada a la capacidad prevista para la instalación de Lluçmajor, nos da las entradas de materiales (en masa) que llegarían con la Fracción Orgánica de la Recogida Separada (en adelante FORM) y serían gestionadas en la planta de compostaje (Tabla 3-1).

Tabla 3-2 Caracterización típica de FORM para la instalación de Lluçmajor y composición (en masa) de la FORM que llegaría a planta.

CARACTERIZACIÓN DE FORM	PROMEDIO (% PESO)	PROMEDIO (T·AÑO ⁻¹)
Fracción orgánica	90,7 %	19.047,0
<i>Residuos alimentarios</i>	90,7 %	19.047,0
<i>Residuos vegetales de poda</i>		
Impurezas	9,3 %	1.953,0
<i>Vidrio</i>	0,4 %	81,8
<i>Papel y cartón</i>	1,6 %	335,6
<i>Envases plásticos y otros</i>	1,2 %	245,4
<i>Bolsas de plástico (film)</i>	2,2 %	459,4
<i>Metales férricos y no férricos</i>	0,5 %	104,9
<i>Residuos textiles</i>	0,5 %	113,3
<i>Textil sanitario</i>	2,8 %	581,1
<i>Residuos especiales</i>	-	-
<i>Residuos voluminosos</i>	-	-
<i>Otros</i>	0,2 %	31,5
Total	100,00%	21.000

3.03 CANTIDAD

El Consell Insular de Mallorca ha realizado el Anteproyecto de la Planta de Compostaje en la Zona-6 para la ubicación en Lluçmajor, donde se determina que la instalación debe tener una capacidad de tratamiento de 21.000 t/año para Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes (20 01 08) y Residuos de mercados (20 03 02). De estos últimos sólo se contempla un máximo de

entradas de 5.000 t/año.

Conforme a los balances de masas expuestos más adelante las necesidades de estructurante y restos de podas alcanzan los siguientes valores:

Tabla 3-3. Necesidades anuales de material estructurante para el tratamiento de la FORM una vez se alcance el nominal de tratamiento.

	t/año
ESTRUCTURANTE VIRGEN	6.030,5
ESTRUCT. RECIRCULADO	10.067,0
NECESIDAD ANUAL EST.	16.097,6

Para el inicio de la actividad las necesidades serían de 16.097,6 t/año hasta que se inicie la recirculación de material estructurante, a partir del cual, mientras se mantenga el recirculado con un mínimo contenido en impropios, sólo será necesario suplir anualmente con 6.030,5 t anuales de restos vegetales vírgenes para recuperar las propiedades que el material estructurante debería aportar al proceso.

4 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

4.01 SITUACIÓN

La Planta de Compostaje de FORM a ubicar en la zona 6 – Lluçmajor - se construirá sobre la parcela destinada a ello en el Plan Director Sectorial de Residuos No Peligrosos de la Isla de Mallorca.

El ámbito de actuación se localiza en la parcela 184 del Polígono 9 en Son Garcies, Lluçmajor (Illes Balears), cuya referencia catastral es 07031A009001840000ES, y cuenta con una superficie total de 562.706 m².

La Planta de Compostaje se implantará ocupando parcialmente la superficie conformada por

las subparcelas C y K de la finca, cuyas superficies son de 35.136 m² y 744 m² respectivamente. Ocupando una superficie total de 30.672,92 m².

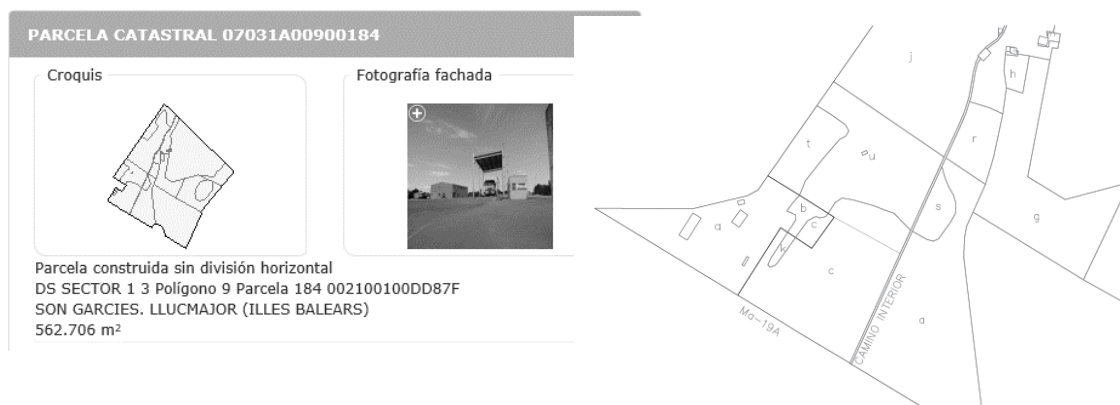


Figura 4-1 Imágenes de la parcela catastral del Catastro de las Islas Baleares (Sede Electrónica del Catastro - Consulta y certificación de ...<https://www1.sedecatastro.gob.es>.)

Levantando un plano topográfico, el ámbito de la nueva parcela tendrá una superficie real de 30.672,92 m².

Tabla 4-1 Superficies catastrales y reales

LLUCMAJOR						
Zona	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Subparcela	Superficie catastral (m ²)	Superficie real(m ²)
6	9	184	07031A009001840000ES	C	35.136	29.928,92
6	9	184	07031A009001840000ES	K	744	744
Total superficie						30.672,92

Las referencias cartográficas de la parcela son las siguientes: Datum: ETRS89; Latitud: 39° 31' 11,55" N; Longitud: 2° 49' 46,37" E; Huso UTM: 31; Coord. X: 485.348,89; Coord. Y: 4.374.484,12; Altura (m): 157.

Tabla 4-2. Referencias cartográficas y catastrales

LLUCMAJOR	
UBICACIÓN	
ETRS89	
N:	39°31'11,55"
E:	2°49'46,37"
HUSO UTM: 31	
X:	485.348,89
Y:	4.374.484,12
PACELA NUEVA	
REF:	07031A009001840000ES
SUPERFICIE TOTAL (m ²)	562.706
SUBPARCELA (m ²)	30.672,92
SUPERFICIE TOTAL PREVISTA (m²)	30.672,92

Los terrenos en los que se desarrollará la planta de compostaje de la Zona 6 -Llucmajor- aparecen recogidos como Áreas Excedentes, en Plan General Municipal de Ordenación de Llucmajor (aprobación 30/11/1984, publicado en el BOIB 05/01/195).

Se consideran Áreas Excedentes los suelos marginales a las Agrícola-ganaderas y Forestales, que, si bien interesa su conservación como áreas abiertas, pueden admitir ciertas transformaciones y utilizaciones ajenas al destino agrario o forestal, a pesar de la integración paisajística que debe respetarse.

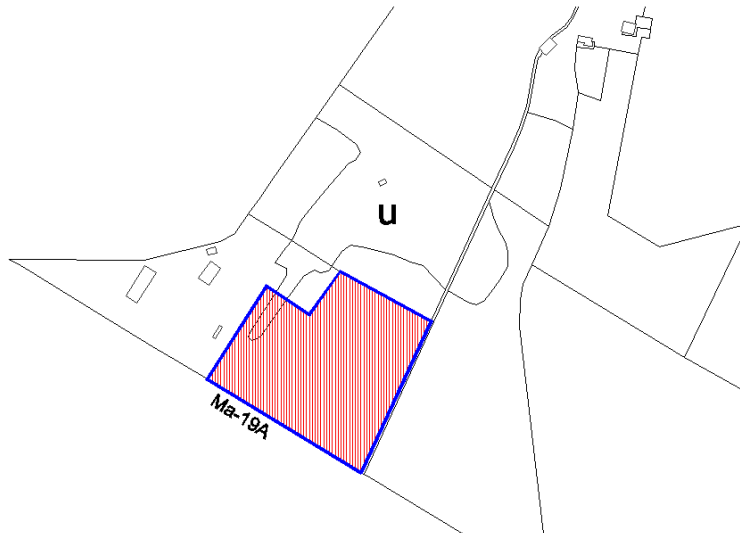


Figura 4-2 Imágenes. PGOU 1984. Área excedente en la que se ha sombreado la parcela que se ha considerado para este proyecto. (Imagen del catastro de las Islas Baleares)

El ámbito de intervención queda delimitado al suroeste, por la carretera comarcal Ma-19A; al noroeste, por la parcela colindante nº 252 del Polígono 9 de Son Garcies en la que se ubican instalaciones de tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición; al noreste, por la subparcela U de la finca; y al sureste, por un camino que atraviesa longitudinalmente parte del interior del solar.



Figura 4-3 Ámbito de actuación (Superposición de la implantación de la planta con la imagen de Servicio de Información Territorial de las Islas Baleares SITIBSA Web: <https://www.caib.es/sites/sitibsa/es/mapas-65170/>)

4.02 DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES

La superficie total de la instalación es de aproximadamente 30.672 m², distribuida según usos de la siguiente forma:

Tabla 4-3 RELACIÓN DE NAVES, ZONAS Y ELEMENTOS DE LA PLANTA DE LLUCMAJOR

RELACIÓN DE NAVES, ZONAS Y ELEMENTOS DE LA PLANTA DE LLUCMAJOR	SUPERFICIE (m ²)
Pesaje (BASCULA)	2 x 90
Edificio de servicios y control	42
Plataforma de descarga	455
Playa de FORM en nave cerrada	773
Playa estructurante en nave cerrada	773
Playa de estructurante recirculado en nave cerrada	968
Nave de pretratamiento de FORM	1.072
Nave de área de pesaje y acopio del flujo pretratado	495
Nave de compostaje	5.005
Nave de maduración	5.636
Nave de afino	665
Nave de almacenamiento de compost	978
2 Naves de Tratamiento de gases / Biofiltro 1 y Biofiltro 2	1.023
Zona de tratamiento de aguas / Biotrit	54
Plataforma recogida de rechazos de pretratamiento y recogida de compost	236
Plataforma de rechazos de afino	22
Vial perimetral 700 metros de longitud	2450
Aparcamientos	290
Barrera vegetal	740
Zona libre de construcción	9.513
Depósito de pluviales	608

4.03 CAPACIDAD DE TRATAMIENTO

La fuerte actividad turística de la isla de Mallorca se refleja en la estacionalidad de la generación de los residuos urbanos y, entre ellos especialmente, en los **biorresiduos**. Esta estacionalidad llega a ser de una diferencia de más del 200 % entre los meses de menor generación (enero y febrero) y el trimestre donde se da la mayor generación, los meses de verano.

Esto supone que la instalación deberá dimensionarse para tener la capacidad de tratar adecuadamente los biorresiduos recibidos durante los tres meses de verano (julio a septiembre), mientras que el resto del año estaría, en la práctica, sobredimensionada para el tratamiento de las cantidades de biorresiduos que entrarán a compostaje.

Se considera que la planta de pretratamiento y Afino funcionará al 50% de su capacidad en un turno de trabajo durante los meses de invierno mientras que trabajará a plena capacidad durante los meses de verano.

Por esta razón, se estudian dos escenarios, según sean los meses de entradas nominales (de noviembre a abril) y los meses de entradas por encima del nominal (mayo a octubre):

Tabla 4-4 Dimensionamiento de los escenarios 1 de noviembre a abril y 2 de mayo a octubre

ESCENARIO 1		
(NOVIEMBRE – ABRIL)		
Capacidad pretratamiento y compostaje		
Capacidad nominal pretratamiento	21.000,0	t·año ⁻¹
Capacidad nominal túneles	17.439,0	t·año ⁻¹
Capacidad maduración		
Nº pilas	10	
Aportes	2	pilas·semana ⁻¹
Anchura	6,2	m
Longitud	43,6	m
Altura máxima	2,5	m
Tiempo de proceso	5	semanas
ESCENARIO 2		
(MAYO – OCTUBRE)		
Capacidad pretratamiento y compostaje		
Capacidad nominal pretratamiento	32.772	t·año ⁻¹
Capacidad nominal túneles	27.214,9	t·año ⁻¹
Capacidad maduración		
Nº mesetas	8	
Aportes	1,6	mesetas·semana ⁻¹
Anchura	6,1	m
Longitud	46,7	m
Altura máxima	3,1	m
Tiempo de proceso	5	semanas

4.04 POTENCIA ELECTRICA

A continuación, se muestran las instalaciones y centros de transformación para dar servicio a la planta de tratamiento.

Servicios auxiliares.....	59,86 kW
Pretratamiento	217,20 kW
Otros servicios 01.03	27,00 kW
Afino de compost.....	158,70 kW
Total centro de transformación CT01.....	462,77 kW
Ventiladores 1	558,80 kW
Total centro de transformación CT02.....	568,80 kW
Ventiladores 2.....	558,80 kW
Total centro de transformación CT03.....	568,80 kW
Ventiladores depuración A.....	691,90 kW
Otros equipos.....	362,90 kW
Total centro de transformación CT04.....	1.054,80 kW
TOTAL CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	2.655,15 kW

5 BALANCE DE MATERIALES

Considerando las caracterizaciones las realizadas en el año 2020 a los biorresiduos recogidos separadamente en la isla y procedentes de diferentes municipios, se obtiene un composición o caracterización tipo de esta fracción que, aplicada a la capacidad prevista para la instalación de Lluçmajor, nos da las entradas de materiales (en masa) que llegarían con la Fracción Orgánica de la Recogida Separada (en adelante FORM) y serían gestionadas en la planta de compostaje.

En base a la capacidad que se considera necesaria para la planta según el Anteproyecto y los datos de caracterizaciones realizadas a la FORM recogida separadamente en la isla, se dispone de la información para desarrollar un balance de masas flujos de materiales.

Tabla 5-1 BALANCE DE MATERIALES

BALANCE DE MATERIALES	
ALIMENTACIÓN	
Residuos biorresiduos domiciliar y restaurantes	21.000 t/año
Rechazos + recuperación en pretratamiento	3.570 t/año
Biorresiduos mezclado	17.439,03 t/año
Densidad estimada biorresiduos	0.65 t/m ³
Volumen biorresiduos a mezcla	26.829,3 m³/año
Proporción volumen estructurante/volumen FORM	2/1
Entrada de estructurante	16.097,57 t/año
Densidad estimada estructurante	0.30 t/m ³
Volumen estructurante	53.658,6 m³/año
Recirculación estructurante	10.067,20 t/año
Necesidad de entrada estructurante virgen	6.030,60 t/año
MEZCLADO Y ENTRADA A COMPOSTAJE 1º	
Entradas de mezcla	33.526,6 t/año
Volumen de mezcla	79.682,9 m³/año
Densidad mezcla	0.42 t/m ³
ENTRADA A COMPOSTAJE 2º	
Pérdida de volumen primera compostaje 1ª	20%
Entrada mezcla	28.048.4 t/año
Densidad de mezcla	0.44 t/m ³
Volumen mezcla	63.746,4 m³/año
MADURACIÓN EN PILAS VOLTEADAS	
Pérdida de volumen primera compostaje 1-2ª	35%
Volumen entrada maduración	51.793,9 m³/año
Densidad de la mezcla a la entrada en maduración	0.44 t/m ³
Entradas a maduración	22.623,3 t/año
Pérdida de volumen en maduración	20%
AFINO DE FORM	

BALANCE DE MATERIALES	
Volumen de entrada a afino	40.192.1 m ³ /año
Densidad de la mezcla	0.43 t/m ³
Entrada a afino	17.412,6 t/año (12.4 t/h)
Salida de estructurante a recirculación (57.8%)	10.067,20 t/año
Rechazos (3.2%) (densidad 0.4 t/m ³)	554.6 t/año - 1.386,7 m ³ /año
Compost comercial (39%) densidad 0.5 t/m ³	6.790.9 t/año - 13.581,8 m ³ /año

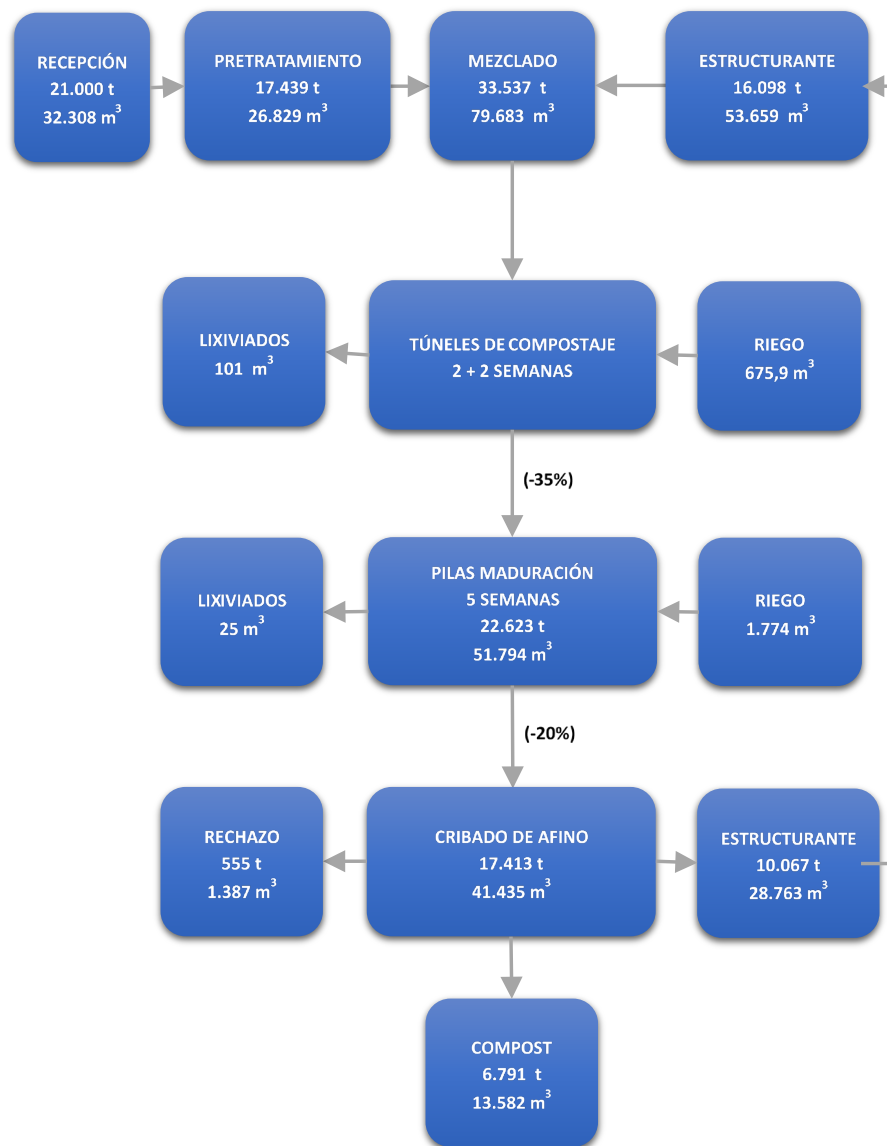


Figura 5-1 Balance de masas

Tabla 5-2 BALANCE DE MATERIALES POR HORA EN DOS ESCENARIOS:

	FORM Oct-Abr	FORM May-Sep
ENTRADAS M.O. A PLANTA (t/h)	11,22	17,51
RECHAZO EN PRETRATAMIENTO (t/h)	1,04	1,63
ENTRADAS M.O. A MEZCLA (t/h)	9,32	14,54
ENTRADAS ESTRUCTURANTE A MEZCLA(t/h)	8,60	13,42
ENTRADAS DE MEZCLA A COMPOSTAJE (t/h)	17,91	27,96
ENTRADAS DE RIEGO A COMPOSTAJE (m ³ /h)	0,36	0,56
SALIDAS LIXIVIADOS DE COMPOSTAJE (m ³ /h)	0,05	0,08
ENTRADAS A MADURACIÓN (t/h)	12,09	18,86
ENTRADAS DE RIEGO A MADURACIÓN (m ³ /h)	0,95	1,48
SALIDAS LIXIVIADOS DE MADURACIÓN (m ³ /h)	0,01	0,02
VOLTEOS EN MADURACIÓN (m ³ /h)	138,34	215,89
ENTRADAS POST-MADURACIÓN (t/h)	9,30	14,52
ENTRADAS AFINO (t/h)	9,30	14,52
SALIDAS COMPOST A ACOPIO (t/h)	3,63	5,66
RECIRCULACION ESTRUCTURANTE (t/h)	5,38	8,39
RECHAZO DE AFINO (t/h)	0,30	0,46

6 DIAGRAMA DEL PROCESO

Sistema de compostaje en túneles y maduración en mesetas volteadas se procede al diseño de la instalación que constará de las siguientes fases.

- PESAJE DE ENTRADAS / SALIDAS.
- RECEPCIÓN DE MATERIALES.

- PRETRATAMIENTO.
- COMPOSTAJE EN TÚNELES A 2 SEMANAS + 2 SEMANAS.
- MADURACIÓN EN PILAS/MESETAS VOLTEADAS (OCTUBRE – ABRIL: PILAS / MAYO – SEPTIEMBRE: MESETAS).
- AFINO DE MATERIA ORGÁNICA.
- RECUPERACIÓN DE ESTRUCTURANTE.

El esquema el proceso sería el siguiente (Figura 6-1):

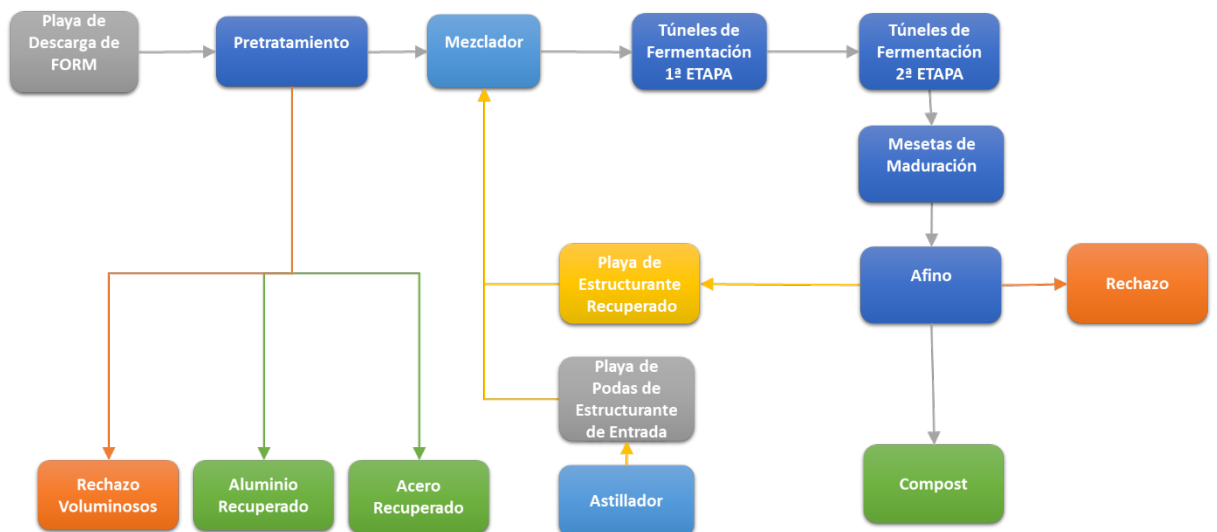


Figura 6-1 Esquema de proceso en planta para el compostaje de biorresiduos.

En el siguiente diagrama (Figura siguiente) se indica el proceso seguido con los valores de diseño conforme a los valores de producción obtenidos de los balances de masas:

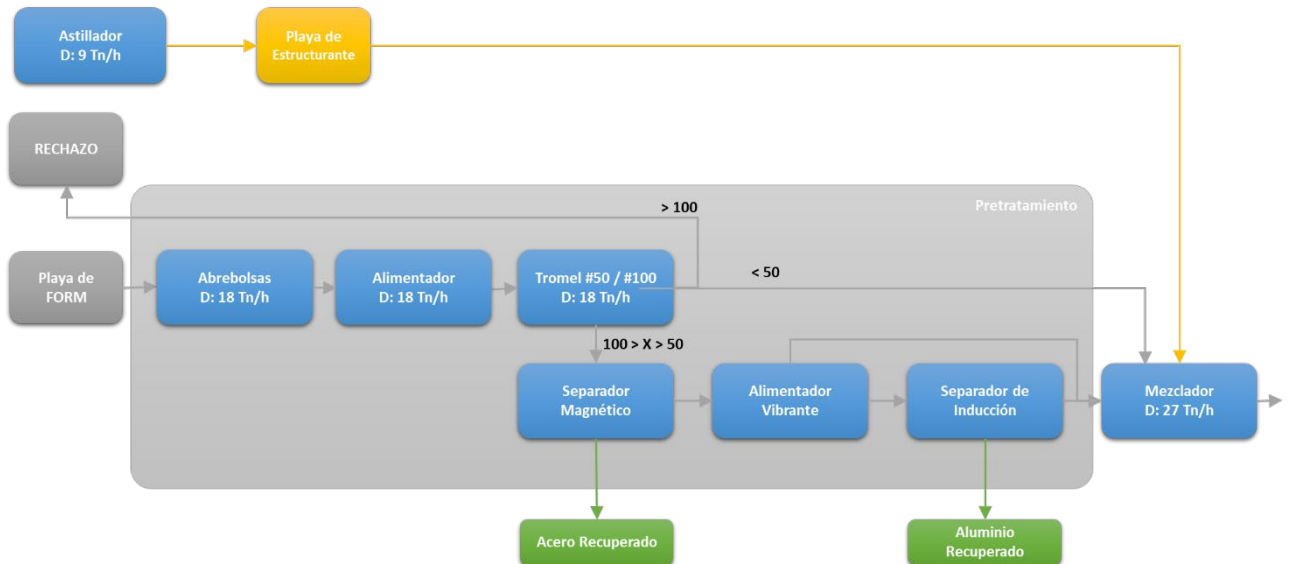


Figura 6-2. Diagrama de proceso en la recepción y pretratamiento.

En el siguiente diagrama se indica el proceso seguido con los valores de diseño conforme a los valores de producción obtenidos de los balances de masas:

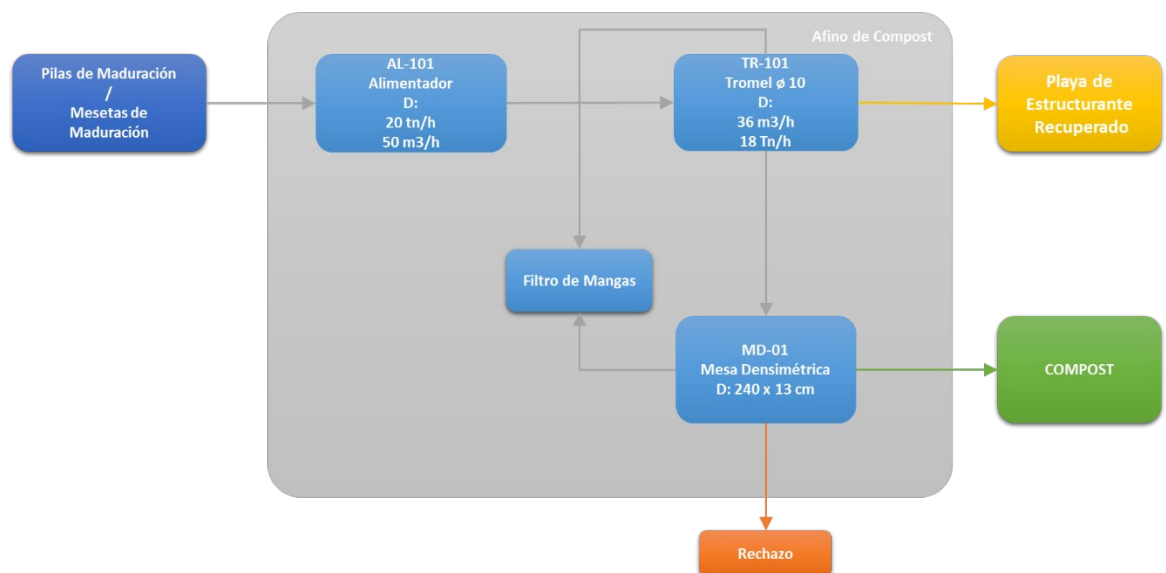


Figura 6-3 Diagrama de proceso de afino.

7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso consiste en el tratamiento biológico de la materia orgánica procedente de dos flujos residuales diferentes para su transformación en un producto higienizado, estabilizado y con valor añadido para ser aportado al suelo como compost. En el caso del compost elaborado a partir de los biorresiduos recogidos separadamente se le considera un potencial uso agrícola, incluso con la posibilidad de poder llegar a ser apto para su uso en agricultura orgánica o ecológica.

Para llegar al máximo potencial de recuperación de la materia orgánica se ha diseñado un proceso que conlleva varias operaciones.

A continuación, se relacionan los parámetros que han llevado al diseño de la planta para el aprovechamiento de la mayor parte posible de la materia orgánica recogida de forma separada:

- Dimensionamiento para poder tratar la estacionalidad de la FORM y los picos de generación en los meses de verano.
- Calidad de la recogida separada de la **FORM**: según el análisis de los datos de caracterizaciones de entrada al servicio público de gestión de residuos de Mallorca desde diferentes municipios y mancomunidades entre enero y octubre de 2020, la caracterización media de esta fracción en la isla tendría un 9,3 (\pm 4,5) % de presencia en impropios.
- Características físico-químicas de la **FORM** (según estudio preliminar del Consell de Mallorca) analizada en los últimos años en diferentes localidades de Mallorca y que se considera extrapolable a la que se recibirá en la planta:
 - Sólidos totales (materia seca): 31,69 %
 - Sólidos volátiles (materia orgánica): 84,08 %
 - pH: 4,43
 - Cadmio (Cd): < 0,4 mg·kg⁻¹ s.m.s.
 - Cromo (Cr): 6,10 mg·kg⁻¹ s.m.s.
 - Níquel (Ni): < 5 mg·kg⁻¹ s.m.s.

- Mercurio (Hg): 0,18 mg·kg⁻¹ s.m.s.
- Cobre (Cu): 42 mg·kg⁻¹ s.m.s.
- Plomo (Pb): <10 mg·kg⁻¹ s.m.s.
- Zinc (Zn): 49 mg·kg⁻¹ s.m.s.

Debido a que la fecha de la redacción del presente proyecto, no todos los municipios han implantado la recogida de la fracción orgánica separada en origen, así como no todos los grandes generadores (fundamentalmente del sector HORECA), se ha de asumir posibles variaciones en los contenidos en impropios dependiendo del sistema de recogida que finalmente se implante en cada municipio.

Las concentraciones de metales pesados presentes en los biorresiduos están directamente relacionadas con el contenido en impropios en esta fracción. Es por ello que con el fin de contaminar lo menos posible el material final de salida (compost), se ha diseñado el proyecto realizando la recuperación de metales férricos y no férricos, al inicio del proceso industrial. Para ello se incorpora al inicio de la cadena (en fase de pretratamiento) un separador de metales tipo 'Overband' para la recuperación de materiales Férricos (Fe), y en serie un separador de Foucault, que permita la recuperación de metales de Aluminio (Al).

Dichos materiales impropios, son los responsables de las concentraciones finales de metales pesados en el compost que se obtenga. En la mayoría de los casos, contenidos en impropios inferiores a un 1,5 % deberían permitir obtener un compost de Clase A (RD 506/2013), por lo que es fundamental contar con una calidad en la recogida separada de los biorresiduos que se refleje en una baja presencia de materiales impropios. Si este contenido en impropios se viera incrementado se habría de asumir que las concentraciones de ciertos metales pesados también aumentarían, pudiendo llegar a darse el caso que, aun manteniendo las mejores condiciones posibles de proceso, el compost resultante pasara a ser de Clase B por algún (o algunos) metal pesado cuya concentración llegara a superar los límites legales establecidos por la normativa de fertilizantes (RD 506/2013).

Es por ello que se decide, la inclusión de estos equipos (Foucault y *Overvand*) al inicio de la cadena para retirar el mayor porcentaje posible de metales en el proceso de compostaje, materiales que se prevé encontrar en la FORM, al menos durante los primeros años de implantación en cada municipio.

La fuerte actividad turística de la isla de Mallorca se refleja en la estacionalidad de la generación de los residuos urbanos y, entre ellos especialmente, en los **biorresiduos**. Esta estacionalidad llega a ser de una diferencia de más del 200 % entre los meses de menor

generación (enero y febrero) y el trimestre donde se da la mayor generación, los meses de verano. Los datos que se muestran en la Tabla 7-1 corresponden al promedio de generación entre los años 2016 al 2019,

Tabla 7-1 Cantidades (t) y estacionalidad de los biorresiduos que llegarán a tratamiento en la instalación para su compostaje

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	TOTAL
769	813	1.069	1.535	2.123	2.444	2.741	2.877	2.575	2.218	951	886	21.000
3,66%	3,87%	5,09%	7,31%	10,11%	11,64%	13,05%	13,70%	12,26%	10,56%	4,53%	4,22%	100,00%

Esto supone que la instalación deberá dimensionarse para tener la capacidad de tratar adecuadamente los biorresiduos recibidos durante los tres meses de verano (julio a septiembre), mientras que el resto del año estaría, en la práctica, sobredimensionada para el tratamiento de las cantidades de biorresiduos que entrarán a compostaje.

Decimos 'estaría' ya que la solución de proyectada, permite un proceso de trabajo flexible y versátil, capaz de adaptar los sistemas de proceso a esa fuerte estacionalidad. De esta forma, la planta mantendrá diferentes modos de trabajo en los procesos de 'Compostaje y Maduración'; permitiendo la explotación de la misma en un porcentaje durante los meses valle y de su totalidad al 100% a pleno rendimiento durante los meses pico de verano. Esto permitirá tener menores consumos, así como menor necesidad de recursos auxiliares durante los meses valle, garantizando el correcto funcionamiento en ambos periodos y por tanto la calidad del compost de salida.

Dada la importante entrada de biorresiduos que se estima durante el trimestre de verano (8.193 t), se proyecta una instalación para una capacidad de tratamiento anual nominal de **32.772 t, para que así se tengan en cuenta estas 8.193 t** y los biorresiduos recibidos en ese trimestre puedan ser tratados adecuadamente.

7.01 JUSTIFICACIÓN EN BASE AL PROCESO DE COMPOSTAJE

La aplicación con éxito del proceso del compostaje en cualquiera de sus formas (compostaje, compostaje gris, biosecado...) para el tratamiento de residuos orgánicos depende

fundamentalmente de la capacidad de alcanzar y mantener las condiciones óptimas para el desarrollo y actividad de los microorganismos en todo momento. Estas condiciones o parámetros se clasifican y diferencian atendiendo a dos momentos del proceso:

1. A la preparación o acondicionamiento de los materiales orgánicos a compostar para que tengan las mejores condiciones para el inicio del proceso biológico degradativo: **parámetros iniciales.**

- a. Estructura física/ Matriz / Porosidad: como proceso biológico aerobio es necesario garantizar que es posible el paso de aire de forma homogénea por todo el volumen del material que va a ser compostado. De esta forma, se ha de conferir al material orgánico una matriz o estructura porosa. Esto se consigue aportando, en cantidad suficiente, un material (casi siempre orgánico) de lenta degradación y con un tamaño de partícula adecuado que, una vez mezclado con el residuo orgánico a compostar nos dé una matriz porosa homogénea. La cantidad o proporción de mezcla óptima dependerá (como se verá a continuación) de varios condicionantes:

- i. porosidad inicial del residuo a compostar,
- ii. humedad inicial del residuo a compostar,
- iii. sistema de compostaje (estático o dinámico) y condiciones de proceso, principalmente altura de carga de los acúmulos de material,
- iv. otros de menor incidencia directa que los anteriores, pero que también deberían ser considerados: posibilidades de riego, tipología del material estructurante o complementario, climatología...

- b. Tamaño de partícula: en general viene definido por el tipo o características del material estructurante o complementario empleado. Es decir, por el tamaño medio de partícula del triturado de madera (sea esta procedente de podas, restos de pallets...). El tamaño de partícula y la proporción de mezcla empleada de residuo y estructurante tienen una relación directa con la porosidad y la

humedad de la mezcla resultante. Y estas, a su vez, con la capacidad de retención del calor generado durante el proceso biológico y la capacidad de auto ventilación del material, ambas directamente relacionadas con la actividad degradativa de los microorganismos.

- c. Humedad: el parámetro más relevante en todo momento, ya que está relacionado directamente con la eficiencia del proceso degradativo, la retención de calor y las condiciones aerobias del material. Un exceso inicial de humedad también significaría que una gran parte del calor metabólico generado en las etapas iniciales tendría que ser invertido en la evaporación de este exceso de agua, en vez de ser acumulado en las fases de ascenso de la temperatura hasta llegar a la etapa termofílica, ralentizando el proceso. Por tanto, es un factor con una influencia directa en el proceso biológico, siendo inhibitor tanto por exceso como por defecto, siendo más problemático a altas tasas de humedad. En el momento inicial, cuando se constituye la mezcla, su clave radica en tener un nivel de humedad suficientemente elevado (pero no excesivo) para garantizar no sólo el desarrollo de la actividad biológica, si no también que haya suficiente agua en la matriz para que el proceso se mantenga activo, sin necesidad de aportes complementarios de agua (riegos), el mayor tiempo posible. Para ello, se ha de considerar tanto el contenido de agua inicial del residuo a compostar como, la capacidad de absorción y retención de humedad del material estructurante y complementario, siendo esta una de sus principales funciones.
- d. Relación Carbono/Nitrógeno: Siendo el compostaje un proceso biológico es obvio que la relación de nutrientes, establecida como las cantidades de carbono y nitrógeno disponibles (que no totales), es indispensable para el desarrollo de los microorganismos. El carbono como componente principal de las moléculas orgánicas y como fuente de energía, y el nitrógeno como elemento para la síntesis proteica y celular. El primero suele ser aportado mayoritariamente por

el material estructurante (restos de origen vegetal), mientras que el segundo se suele tratar del que contiene originalmente el residuo que pretende ser compostado. Partiendo de esta base, establecer cuál es la relación más adecuada para el proceso entra en discusión, pues ante todo hay que destacar que habitualmente este parámetro se basa en un análisis químico del contenido total de ambos elementos en el material y un cálculo numérico de su relación. Pero el valor obtenido no indica su estado real de disponibilidad para los microorganismos (oxidable), lo que puede llevar a una interpretación errónea del parámetro. Además, es necesario considerar la dificultad que entraña en una aplicación industrial realizar una corrección de la relación C/N a partir de los elementos residuales de los que se disponen. Por tanto, su atención se debe basar en la naturaleza del residuo orgánico que se pretende compostar y en cuál es su contenido teórico cualitativo en nitrógeno. Así, estiércoles y purines serían los que inicialmente presentarían un mayor contenido en formas nitrogenadas, mientras que materiales vegetales como cereales, podas leñosas, etc... tendrían bajas concentraciones de nitrógeno. En el caso de los residuos orgánicos de origen urbano y domiciliario, se asume un contenido medio en nitrógeno entre ambos extremos. Por tanto, no estamos ante un parámetro relevante en este caso, aunque un aporte adecuado de carbono, esto es, la correcta proporción de material estructurante, resulta beneficioso para reducir las emisiones amoniacales durante el proceso, facilitando las labores y procesos de tratamiento y depuración de la atmósfera de proceso.

2. Una vez se inicia la actividad biológica degradativa y hasta que se alcanza la madurez o estabilidad deseada del material orgánico: **parámetros de proceso**.
 - a. Temperatura: El compostaje es un proceso exotérmico, en el cual desprende energía en forma de calor al liberarse la energía química contenida en los enlaces de las macromoléculas orgánicas cuando son rotos por la acción de los microorganismos. Por tanto, es el factor clave en base al cual se definen y

denominan las fases del compostaje. Por sí solo aporta información parcial sobre el desarrollo del proceso, pero puede inducir a errores si no se tienen en cuenta ciertas características de este parámetro y no se contrasta la información que aporta con la de otros parámetros. En general determina la tasa a la cual muchos de los procesos biológicos tienen lugar y juega un papel selectivo en la evolución, densidad, composición y sucesión de las comunidades de microorganismos. La temperatura define tres fases o etapas secuenciales del compostaje (mesófila, termófila y de maduración), con lo que se considera el parámetro principal de monitorización de la evolución del proceso ya que resulta muy sencillo de medir y monitorizar en continuo de forma automática. Sin embargo, su interpretación y diagnóstico de la situación del proceso no siempre se realiza correctamente: temperaturas elevadas (> 70 °C) no favorecen el proceso biológico, especialmente en las primeras semanas de proceso, donde incluso pueden ser contraproducentes. La higienización del material no se consigue únicamente por el factor de elevadas temperaturas, sino que es una combinación de temperatura y tiempo, dentro de las siguientes combinaciones¹:

- 55 °C o más durante al menos 14 días,
 - 60 °C o más durante al menos 7 días,
 - 65 °C o más durante al menos 5 días, o
 - 70 °C o más durante al menos 3 días.
- b. Nivel de oxígeno: es un indicador directo de la actividad biológica de los microorganismos que llevan a cabo el proceso degradativo y que complementa la información de diagnóstico que aporta la temperatura. El seguimiento de la evolución de la demanda de oxígeno en el interior de la masa permite prevenir

¹ Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 por el que se establecen disposiciones relativas a la puesta a disposición en el mercado de los productos fertilizantes UE.

la generación de condiciones anaerobias de las que se derivarán los episodios de malos olores. Sin embargo, en la práctica no es sencillo realizar una medición en continuo de este parámetro de manera eficiente y con garantías de funcionamiento correcto a lo largo del tiempo. A nivel de una instalación industrial de tratamiento, la dificultad de la toma de muestras y traslado hasta la unidad de medición en el caso de un único analizador con captación de muestras multiplexadas; o el elevado coste de inversión y mantenimiento de medidores de oxígeno individuales por punto de medición limitan su aplicación y eficiencia reales para la monitorización en continuo. Es por ello que, dependiendo del sistema de compostaje empleado, las posibilidades de control de este parámetro difieren. Los sistemas dinámicos no tienen la posibilidad de realizar un control directo de este parámetro, ya que los volteos sólo consiguen recuperar los niveles de oxígeno en el interior de la masa de forma puntual, pero el efecto de homogenización y disgregación del material orgánico provoca una reactivación de la actividad microbiológica, que se traduce en una rápida demanda de oxígeno. Esto implica que, en las primeras semanas de proceso, tras un volteo, la concentración de oxígeno en el interior de la masa vuelve a estar en valores similares a antes de realizarse el volteo al cabo de una hora. En los sistemas estáticos con ventilación forzada (adecuadamente diseñada) sí se puede realizar un control directo del parámetro mediante el funcionamiento de los ventiladores (temporizado o programado), garantizando en todo momento las condiciones aerobias del proceso y previniendo cualquier episodio de malos olores.

- c. Humedad: Es un parámetro fundamental para garantizar que se puede mantener la actividad biológica de los microorganismos y se completa el proceso en el tiempo previsto. Es decir, es el principal factor para determinar la eficiencia del proceso. En instalaciones industriales, garantizar las condiciones homogéneas de humedad en todo el volumen de material en tratamiento supone un reto técnico. Los métodos de riego más sencillos de implementar se

basan en riegos por aspersion o por algún sistema superficial directamente sobre el material en proceso. Dadas las características de la matriz física de las acumulaciones de material en tratamiento (independientemente del tipo de sistema de compostaje), cualquier aplicación de riego superficial derivará en que el agua penetrará escasas decenas de centímetros de profundidad, fundamentalmente por la higroscopía de la matriz sólida, pero a partir de que esta primera capa no pueda retener más humedad, parte del exceso de agua percolará directamente por vías preferentes a través de la masa hasta el suelo mientras que el resto se deslizará por la superficie del material. De esta forma, los riegos superficiales no son mínimamente eficientes a menos que se combinen temporalmente con volteos del material antes y después del riego, para poder aportar y distribuir esa humedad a toda la masa. Los riegos verdaderamente eficientes son los que se realizan simultáneamente con el volteo, ya que en ese momento el material está siendo disgregado y puede ser humedecido directamente todo el volumen del material en proceso. Simultáneamente, se deberían combinar estrategias de prevención de pérdidas de humedad, durante todas las fases del proceso, ya que así se reducen las necesidades de riego.

- d. pH: se trata de un parámetro de proceso únicamente en los primeros momentos de proceso, cuando se realiza la transición de la fase mesófila de temperatura a la termófila. Si las condiciones ambientales de proceso en el material han derivado hacia una acidificación por acumulación de ácidos grasos de cadena corta (a causa de una importante actividad biológica), se puede producir una inhibición de la actividad biológica de los microorganismos si las temperaturas son elevadas. En el caso de los biorresiduos se da además la circunstancia de que en numerosas ocasiones llegan a planta varios días después de que el residuo sea generado (almacenamiento en los domicilios, en el contenedor, recogida, planta de transferencia...) y por eso su pH ya es ácido, al haberse iniciado la degradación en condiciones no controladas. Es por eso

recomendable, especialmente en instalaciones con elevada capacidad de tratamiento, disponer de sistemas de control de temperatura durante las primeras etapas de proceso, para tener así la capacidad de regular la curva de ascenso de temperatura según sea necesario por la evolución de este parámetro, previniendo así la inhibición del proceso biológico.

- e. Densidad/porosidad: Aunque no es un parámetro directamente monitorizable, realizar un seguimiento de la densidad aparente y la real del material en los distintos momentos de proceso, permite conocer tanto la evolución de la degradación de la materia orgánica del material, como tener una indicación de su porosidad y de la capacidad de paso de aire a través de la masa.

Ambos grupos de parámetros son igualmente importantes para garantizar la eficiencia del tratamiento, especialmente en una instalación industrial. Por ejemplo, la optimización de los parámetros iniciales conlleva no sólo una mayor eficiencia del proceso desde el primer momento, si no que previene la generación de afecciones ambientales (malos olores, elevada lixiviación, acidificación...) que luego deben ser corregidas de forma más o menos continuada durante el proceso. La mejor inversión en eficiencia y prevención de incidencias en una instalación de compostaje es el asegurar que alcanzan valores óptimos, o al menos se cumplen, todas las necesidades del material a compostar en cuanto a los parámetros iniciales de proceso. A partir de ese punto, que se cuentan con los medios y recursos para conservar los valores de esos parámetros durante el mayor tiempo posible.

Por tanto, ante el diseño y concepción de una instalación industrial de tratamiento de residuos orgánicos mediante compostaje, uno de los primeros análisis que debe estudiarse es la capacidad de alcanzar los niveles o condiciones óptimos de estos parámetros según los condicionantes del proyecto: tipo y cantidades de residuo/s, disponibilidad de material estructurante y complementario, tiempo de proceso mínimo necesario, superficie disponible, condiciones meteorológicas de la zona, ... De este análisis se obtiene un primer planteamiento de cuál es la combinación de sistemas de compostaje más adecuados para el proyecto y cuál sería el protocolo de trabajo o manejo correspondiente.

En el caso de esta instalación se parten de los siguientes **condicionantes**:

- A. Debe poder **adaptarse a los incrementos de entradas de biorresiduos que se produce durante los meses de mayor afluencia turística a la isla**. Aunque la situación actual de pandemia por el virus SARS-CoV-2 ha reducido enormemente la entrada de turistas en la isla, se prevé que se trata de un escenario temporal tras el cual se volverá a los niveles de generación de residuos que se venían dando. Por tanto, la instalación ha de tener la flexibilidad de absorción de entradas que, en los meses de mayor generación suponen casi 4 veces más necesidad de tratamiento que en los meses cuando las entradas serán menores. Para esto se ha realizado un diseño donde se aprovechan el número de túneles de compostaje y sus posibles diferentes alturas de carga, junto con una maduración en dos sistemas (pilas y mesetas) que permiten tratar un mayor volumen de residuos en la misma superficie manteniendo el tiempo de proceso.
- B. Se debe **alcanzar un grado mínimo de madurez o estabilidad de la materia orgánica**, que permita tanto la consideración del producto final como compost para uso agrícola según el RD 506/2013 y el RD 865/2010, y las modificaciones posteriores que sean de aplicación.
- C. No está totalmente establecido cual será el sistema de recogida separada de la fracción orgánica, lo que, junto con la eficiencia e intensidad de las campañas de información y concienciación ciudadana que se realicen, determinará no sólo el porcentaje de captación separada de la materia orgánica generada en los núcleos urbanos, sino especialmente el **contenido en impropios de los biorresiduos**.
- D. En todo momento se debe **garantizar que se cuenta con la cantidad suficiente de material estructurante y complementario** para tener las condiciones iniciales de proceso que se marcan en los dimensionamientos. En caso de no disponer de este material en cantidades suficientes, las proporciones de mezcla con las fracciones residuales se verían reducidas, lo que afectará negativamente a las condiciones iniciales de tratamiento, tal y como se ha expuesto anteriormente.

En la Tabla 5-1 se hace un primer balance de los condicionantes contemplados para la fase de compostaje del proceso de compostaje en relación a los cinco condicionantes principales del proyecto para el sistema de túneles cerrados ventilados y estáticos para un tiempo de permanencia de 2 + 2 semanas, lo que implica un trasvase de material de un túnel a otro al cabo de las primeras 2 semanas.

Tabla 7-2 Clasificación del sistema de compostaje propuesto en cuanto a los condicionantes principales del proyecto (+ + bueno / + normal / - deficiente / - - muy deficiente)

Sistemas y tiempos en semanas	Capacidad de tratamiento estacional	Diferentes residuos a tratamiento	Grado de madurez / estabilidad	Contenido en impropios	Baja disponibilidad de material estructurante
Túnel (2 + 2) + Mesetas (5)	+	++	+	++	-

Los **sistemas en túneles estáticos** ofrecen la ventaja de la modularidad y la capacidad de ser unidades independientes para el tratamiento diferenciado de varios flujos residuales distintos en una misma instalación industrial. Al ser espacios perfectamente confinados y aislados del exterior se puede tener la garantía de la minimización de las afecciones ambientales que pudieran darse (lixiviación, malos olores) si las condiciones de proceso fueran inadecuadas (escasa proporción de estructurante, elevada humedad...). La posibilidad de variar, dentro de un orden, la altura de carga del material dentro de los túneles ofrece una cierta flexibilidad en la capacidad de tratamiento de este sistema, lo que permite absorber picos de entrada de residuos a planta sin suponer ningún cambio notable en el protocolo de funcionamiento de la instalación. Otra de sus ventajas de cara al proyecto es que, al tratarse de un sistema estático, ofrece una gran robustez frente a lotes de residuos que puedan tener un elevado contenido en materiales impropios, como podría darse en los biorresiduos.

La capacidad de monitorización en continuo de diferentes parámetros clave de proceso y de control sobre ellos (temperatura, nivel de oxígeno, humedad) da a este sistema la capacidad

de optimizar la actividad biológica degradativa de los microorganismos^{2 3}. En la Figura 7-1 se observa la evolución de los parámetros principales (temperatura y concentración de oxígeno en la masa) de biorresiduos dentro de un túnel de compostaje estático durante un tiempo de residencia habitual de dos semanas. Se puede comprobar como las temperaturas en toda la masa alcanzan condiciones termófilas en tres días y, a partir de ahí, el funcionamiento de los ventiladores permite controlar la temperatura en valores óptimos para maximizar la actividad degradativa de los microorganismos. Paralelamente, la concentración de oxígeno en toda la masa se mantiene en niveles homogéneos en toda la masa y siempre en condiciones aerobias.

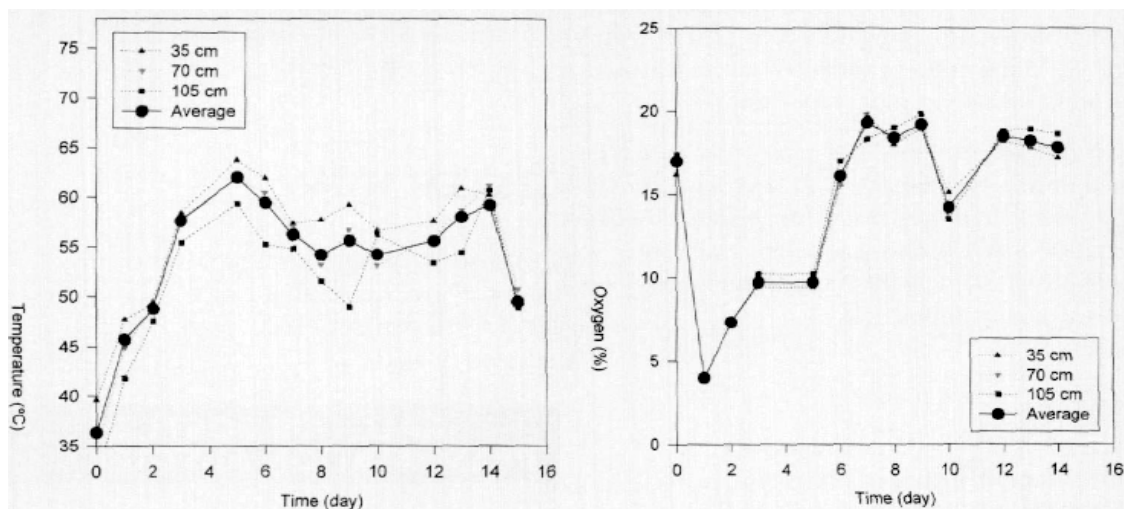


Figura 7-1. Evolución de la temperatura (gráfica izquierda) y la concentración de oxígeno en la masa (gráfica derecha) medidas en diferentes puntos y a diferentes profundidades en biorresiduos compostados en un túnel estático (Plana et al, 2001).

De esta forma se consigue maximizar la actividad biológica de los microorganismos en toda la masa, ya que además hay que considerar las condiciones ambientales dentro del túnel: oscuridad y elevada humedad relativa del aire, que favorece que, incluso en la superficie del material, la actividad biológica sea máxima. Esto se puede comprobar en la Figura 7-2, donde se puede observar la evolución de la actividad biológica (medida como la demanda de oxígeno por

² Plana, R.; Mato, S.; Aguilera, F.; Artola, A.; Pérez Losada, C. & Sánchez, A. 2001. Comparison between in-vessel and turned pile composting systems. *Biocycle*, Vol. 42, nº 10, pp.63-66.

³ Plana, R. 2008. El compostaje de residuos orgánicos: Investigación del proceso a escala industrial y desarrollo de equipos experimentales para la determinación del sistema de tratamiento y protocolo de trabajo precisos para un desarrollo específico del proceso biológico. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo, Dpto. de Ecología y Biología Animal. 373 pp.

los microorganismos) en diferentes momentos del proceso en dos sistemas de compostaje diferentes como son los túneles estáticos y las pilas volteadas en el tratamiento de biorresiduos. Como se puede apreciar, la actividad biológica degradativa de los microorganismos responsables del proceso (medida como el consumo de oxígeno por cada kg de materia orgánica y hora) es máxima y homogénea al cabo de una semana de permanencia del material en el túnel, mientras que en la pila el nivel de actividad biológica es mucho más reducido. Transcurridas las dos semanas de permanencia del material en túnel se observa que la actividad biológica se ha reducido notablemente (aunque sigue siendo más elevada que en la pila), siendo una clara indicación de que a partir de ese momento la eficiencia que puede aportar este sistema ya ha alcanzado su límite. Resulta evidente que el control de los parámetros de proceso clave (humedad, temperatura y niveles de oxígeno) permite al túnel maximizar la actividad biológica, siendo esta más elevada incluso después de que el material complete su tiempo de tratamiento en túnel. Una vez pasa a maduración en pila volteada (Figura 7-3) la actividad biológica en el material ya se va reduciendo y alcanza valores muy similares a los del material que ha sido procesado en pila todo el tiempo.

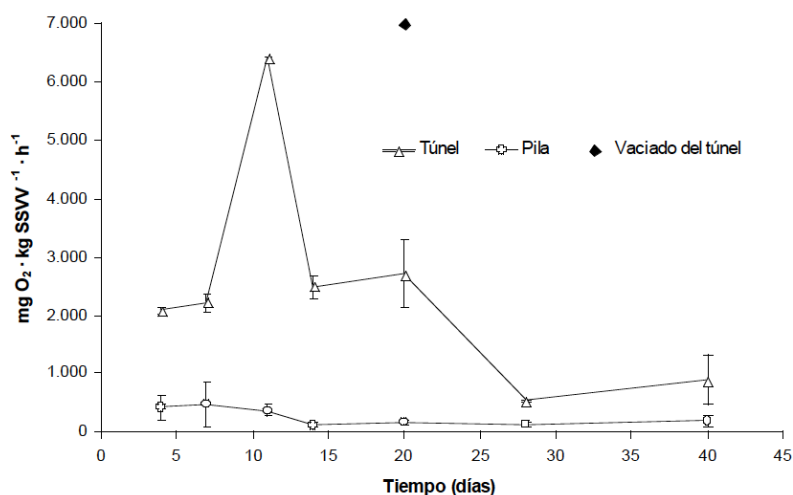


Figura 7-2 Datos comparativos de la evolución de las respirometrías estáticas (consumo de oxígeno por cantidad de materia orgánica y tiempo) en dos sistemas de compostaje (pila volteada y túnel estático) para el tratamiento de biorresiduos en las mismas condiciones iniciales (Plana, 2008).

Las principales limitaciones del túnel vienen dadas por ser un sistema estático, lo que

conlleva que, a pesar del elevado control de parámetros de proceso, no se pueden mantener tiempos de residencia prolongados más allá de 2 – 3 semanas sin realizar un volteo o trasvase del material, para prevenir así los fenómenos de compactación y de aparición de vías preferentes en la masa, que afectan negativamente a la capacidad de garantizar ventilación y riego adecuados en el material en proceso. Otro de los factores potencialmente limitantes reside en aplicar recetas o protocolos de manejo del túnel con un inadecuado control de las condiciones de proceso iniciales, como es el caso cuando se deja que se produzca un rápido incremento de la temperatura a valores termófilos y el material tratado aún se encuentra en condiciones de acidez, produciéndose un efecto de inhibición como ya se ha comentado.

Otra de sus limitaciones en cuanto a su manejo reside en el mantenimiento que debe hacerse en la limpieza del falso suelo de los túneles, para prevenir el taponamiento de los orificios a través de los cuales se realiza la ventilación de la masa y la captación de los lixiviados. En las operaciones de carga y descarga, las ruedas de las palas articuladas pueden compactar restos orgánicos contra el suelo, creando estos tapones, con lo que es altamente recomendable introducir protocolos de limpieza del suelo con una alta periodicidad, así como crear capas de material estructurante de pocos centímetros de altura en toda la superficie del falso suelo de los túneles antes de su carga.

Además de lo comentado, la necesidad de contar con ventiladores centrífugos de alta presión para disponer del caudal y presión de aire suficientes para poder controlar de la temperatura de la masa llevan parejos unos consumos energéticos notables.

Para incrementar las fortalezas de este sistema de compostaje se vienen planteando modelos donde se **duplica el sistema de túneles estáticos** para la fase de compostaje del proceso. En este modelo de instalaciones se realiza la fase de compostaje en dos etapas consecutivas en túneles estáticos, de tal forma que tras 2 – 3 semanas de proceso en el primer túnel el material es trasvasado a un segundo túnel donde continúa el proceso durante el mismo tiempo. En el caso de los biorresiduos, donde la reducción de volumen en las primeras semanas de proceso no es tan excesiva como para permitir juntar el material de dos túneles iniciales en un segundo túnel, exige duplicar el número de túneles para la fase de compostaje, lo que reduciría el

espacio disponible para la fase de maduración.

Las ventajas de prolongar el tratamiento en una segunda serie de túneles dependen directamente de las condiciones en que se encuentre el material a la salida del primer túnel y en que durante el trasvase se homogenice nuevamente toda la masa. Resulta muy conveniente garantizar que se recuperan los niveles de humedad en toda la masa, algo complejo en un sistema estático como se comentó anteriormente, para que éste no pueda ser un factor limitante en esta nueva fase de túnel. A partir de ahí sí se conseguirá mantener controlados los parámetros principales de proceso, pero de no ser así se corre el riesgo de perder eficiencia en cuanto a actividad biológica degradativa en toda la masa en este nuevo período en túnel.

Si el control del proceso ha sido adecuado en el primer túnel, realmente se tendrían que haber superado ya los momentos de mayor riesgo de afección ambiental. El material de salida de túnel no debería lixiviar y las condiciones de toda la masa tendrían que ser aerobias, con lo que, las necesidades de confinamiento del material para evitar ese riesgo de afecciones no estarían justificadas.

A nivel de manejo se incrementaría notablemente la necesidad de mantener la limpieza del suelo de los túneles, como se explicaba en el modelo de un único paso por túnel, ya que de eso depende que se pueda tener la garantía de capacidad de control de las condiciones de proceso.

Por todo eso, en consideración de que un objetivo irrenunciable del proyecto es que se pueda alcanzar una madurez del producto final para que sea viable su uso, aplicación y/o destino final, **se plantea que, tras la primera fase de compostaje en túneles, se pase a una maduración en un sistema dinámico** que aporte al material las ventajas para el proceso que no tienen los sistemas estáticos:

- Disgregación y reducción del tamaño de partícula, que incrementa la superficie de ataque de los microorganismos y mejora la eficiencia degradativa.
- Posibilidad de regar y humectar de forma homogénea todo el volumen del material, garantizando que este parámetro fundamental de todas las fases del proceso se mantiene en valores no limitantes en todo momento.

- Mantenimiento de la porosidad del material, para facilitar el paso de aire (y las condiciones aerobias) por toda la masa.
- Posibilidad de variar la altura y la relación superficie/volumen del material en proceso, lo que permite absorber picos de entrada a planta de residuos en esta fase, ayudar a regular los niveles de temperatura y humedad del material (conservación o disipación del calor y la humedad según las necesidades en cada momento).

El principal condicionante de un sistema dinámico es la presencia de elementos impropios que resulten abrasivos para la maquinaria encargada del volteo. Como el planteamiento inicial de las características de entradas de biorresiduos a la instalación es de una presencia de impropios reducida (9,3 %), junto con el pretratamiento mediante pasada por trómel de doble malla (50 – 100 mm), no debería suponer un problema en esta fase.

El equipo de volteo previsto es una volteadora lateral autopropulsada *Doppstadt* DU 320 (Figura 5-4) o similar con capacidad de regular la distancia de traslado del material durante los volteos, lo que permite combinar las tareas de volteo con la de desplazamiento de las pilas o mesetas, optimizando los tiempos de trabajo.

7.02 PRETRATAMIENTO

Previo al mezclado del biorresiduo de recogida separada se realiza un pretratamiento, mediante: apertura de bolsas con abrebolsas, cribado con Trómel de doble hundido para separación de metales férricos y no férricos, voluminosos de rechazo y materia orgánica a mezclar con estructurante y posterior compostaje.

La instalación de pretratamiento de FORM consiste en:

- Triturador-astillador para el flujo de restos vegetales leñosos.
- 2 Áreas de Recepción (Playa de estructurante y Playa de FORM)
- 2 Tolvas de alimentación. (una para FORM y otra para el material estructurante)
- 1 Trómel de criba de doble malla (50 y 100 mm de paso) con cuchillas abrebolsas.

- 1 Separador magnético *overband* para metales férricos.
- 1 Separador de inducción (*Foucault*) para metales no férricos.
- 1 Trómel mezclador.
- Cintas de trasiego de material.

En la nave de pretratamiento de FORM (1.072 m²) previo al mezclado del biorresiduo de recogida separada se realiza un pretratamiento y después la materia orgánica se mezcla con estructurante, se procede al pretratamiento mediante:

- Abrebolsas: Este equipo realizará las funciones propias de apertura de bolsas, así como la de 'trituration' de aquellos materiales orgánicos de mayor tamaño como sandías, barras de pan, calabazas, etc... de forma que propiciamos la entrada de materiales voluminosos al proceso de compostaje, reduciendo el tamaño de los mismos y evitar el rechazo de ellos por el rebose del Trómel.
- Trómel de Doble Hundido: Este equipo cribará los materiales, separándolos por tamaños, los cuales llevarán un proceso y flujo distinto:
 - Materiales pequeños ($X < 50$ mm): Serán enviados directamente al proceso de compostaje.
 - Materiales medianos ($50 < X < 100$ mm): Serán enviados al proceso de compostaje, pero previamente pasarán por un circuito donde se recuperan los posibles impropios metálicos que pudiera contener el material de entrada, siguiendo la serie:
 - Separador Magnético Recuperación de Férricos
 - Alimentador Vibrante: Para favorecer el reparto de materiales sobre el separador de inducción.
 - Separador de Inducción □ Recuperación de Aluminios
 - Materiales grandes ($X > 100$ mm): Los materiales más voluminosos serán enviados a los contenedores autocompactadores de rechazo a su salida por el rebose del Trómel.

7.03 COMPOSTAJE EN TÚNELES

Una vez que el biorresiduo se ha pretratado y mezclado con estructurante vegetal se conduce hacia la nave de degradación, donde se encuentran los túneles de compostaje.

Dadas las características del biorresiduo, las necesidades de espacio y el entorno de la planta, se ha optado para la fase de degradación por un sistema de compostaje estático con ventilación forzada (túnel de compostaje) al que se pretende optimizar su eficiencia duplicando el tiempo habitual de residencia a 4 semanas, ya que normalmente en estos sistemas suele ser de únicamente 2 semanas. En este caso se introduce un trasvase del material entre túneles cuando han transcurrido las primeras 2 semanas de proceso. Este traslado de material, cuando se realiza de forma adecuada, permite que este recupere la homogeneidad de sus condiciones (humedad, porosidad...). De esta manera el material en proceso llega a la segunda fase del compostaje controlado en túneles con sus características en condiciones óptimas, con lo que se incrementa la eficiencia de esta segunda pasada por túnel.

La nave de degradación es el lugar donde se realizará el proceso de compostaje del material pretratado, con una superficie de 5.005 m².

El dimensionamiento se ha diferenciado para los periodos pico durante los meses de verano y los periodos valle durante el resto de meses de la siguiente forma:

- De mayo a septiembre: Compostaje a 2+2 semanas: 12 túneles de 5 x 30 m por 2,6 m de altura + 12 túneles de 5 x 26 m por 2,5 m de altura.
- De octubre a abril: Compostaje a 2+2 semanas: 8 túneles de 5 x 30 m por 2,55 m de altura + 8 túneles de 5 x 26 m por 2,4 m de altura.

Esta nave tendrá forma rectangular con un pasillo central de 15 m de anchura, que permite separar ambas fases de compostaje y que permitirá el tránsito de la maquinaria para la carga/descarga de los túneles. Además, se realiza otra división perpendicular al pasillo anteriormente nombrado que permitirá el acceso de la maquinaria (pala) a la nave de maduración, así como a la zona exterior reservada para instalación de equipos de tratamiento de olores como los scrubbers, bifiltros, etc.

Estos pasillos se construirán con estructura de pilares de hormigón prefabricados de 8 m de altura y cubierta plana con forjado de losa alveolar de hormigón pretensado. Los módulos que alberga a los túneles se ha previsto su construcción con muros de hormigón armado in situ de 6 m de altura y cubierta plana con forjado de losa alveolar de hormigón pretensado. Cimentado con losa de hormigón armado de 35 cm de espesor todas las zonas.

7.04 MADURACIÓN EN MESETAS

Concluida la fase de biooxidativa del proceso de compostaje el material se traslada a la zona de maduración para un tiempo de residencia de 5 semanas en esta nueva fase que se realizará en diferentes sistemas/protocolos dependiendo de que se esté trabajando en meses de grandes entradas a planta (mayo a octubre) o en meses de entradas moderadas o bajas (resto del año). La razón fundamental es la necesidad de disponer de una capacidad de tratamiento variable en una misma superficie de la planta sin que eso suponga una merma importante en las condiciones de proceso que afecten a su eficiencia. Las pilas de compostaje, por su menor relación superficie-volumen, permite mantener un mayor control sobre las condiciones de proceso (temperatura, porosidad y humedad fundamentalmente), por lo que se intentará prolongar este sistema para la maduración durante el mayor período de tiempo anual. Cuando el pico de entradas de biorresiduos a la planta en los meses de verano no permita mantener el tiempo de residencia de esta fase en 5 semanas en pilas se constituirán mesetas de maduración. Así se mantendrá el tiempo de proceso en la misma superficie. Las mesetas conservan mejor la temperatura y humedad del material por su menor relación superficie/volumen.

Como mejora del sistema, y para asegurar las condiciones de proceso en las primeras semanas de la maduración, se dispondrá un sistema de ventilación forzada temporizada en sobrepresión en la zona de maduración a través de tuberías embebidas en el suelo y con espigots. Este sistema garantizará las concentraciones de oxígeno en las primeras pilas (o primera meseta) durante las primeras dos semanas de maduración, para mantener la eficiencia del proceso en los inicios de esta fase, especialmente en los meses de mayor entrada de residuos a planta. Dado que estas primeras pilas/mesetas se ubican en la primera zona sur de la nave de maduración, será esta zona de la solera la que dispondrá del sistema de ventilación forzada comentado

anteriormente.

Por tanto, se estudian dos escenarios, según sean los meses de entradas nominales (de noviembre a abril) y los meses de entradas por encima del nominal (mayo a octubre).

La nave de maduración tiene una superficie de 5.626 m² y nave con altura aproximada de 10 m. Construida con pilares de hormigón prefabricado de 8 m de altura y vigas tipo delta en cubierta, excepto la zona que coincide con el área de maniobras que se colocará vigas rectangulares de hormigón armado in situ.

Por tanto, la nave tendrá la cubierta a dos aguas excepto la zona de maniobras que será plana.

Además, se cimenta con losa de hormigón armado de 30 cm de espesor y que tendrá una parte con un sistema de ventilación forzada, para la primera parte de la solera, que permitirá reforzar las condiciones de maduración del material acopiado durante las temporadas pico, ayudando de esta forma a conseguir una humedad óptima del material que pudiera tener que tratarse en mesetas en lugar de pilas en dichas temporadas pico. Este sistema consistirá en una parrilla de tuberías embebidas en el hormigón con espigots de pequeño diámetro separados entre sí 30 cm a lo largo de cada tubería. Este sistema garantizará las concentraciones de oxígeno en las primeras pilas (o primera meseta) durante las primeras dos semanas de maduración, para mantener la eficiencia del proceso en los inicios de esta fase, especialmente en los meses de mayor entrada de residuos a planta. La tasa de ventilación en este caso será de 10 m³/h por m³ de material, ya que únicamente se pretende mantener la concentración de oxígeno en el interior del material en proceso y no controlar la temperatura. Conforme a los espacios libres que restan de la instalación de maquinaria fija y móvil resultan unas dimensiones libres para la maduración de FORM de:

- Meses de octubre a abril: 6 pilas de 8 x 50 x 2 m.
- Meses de mayo a septiembre: 6 mesetas de 8 x 59 x 2,5 m.

7.05 AFINO

En la nave de pretratamiento y afino se han proyectado las plantas de afino para el flujo de FORM. Conforme a los valores de producción obtenidos de los balances de masas, se dimensiona para una capacidad nominal de 14,5 t/h.

La composición de elementos sería la siguiente:

- Alimentador de línea.
- Trómel de afino de 10 mm de luz de malla redonda con dos puntos de captación de polvo.
- Mesa densimétrica.
- Filtro de mangas.
- Cintas de trasiego de material.

8 DIMENSIONAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN

En función al balance de masas y los periodos de funcionamiento en base a jornadas y horas de trabajo anuales, se obtienen el dimensionamiento que se realiza a continuación que debe considerarse a todos los efectos como la base para el desarrollo del posterior estudio de costes.

8.01 DIMENSIONAMIENTO DE LAS OPERACIONES DIRECTAS DE PRODUCCIÓN

Todas las operaciones directas de producción que se desarrollan en la planta para el tratamiento de los residuos se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- Operaciones de tratamiento.
- Operaciones de gestión de recuperados.
- Operaciones de gestión de rechazos y envío a la planta de valorización energética de Tirme.

Capacidad máxima de las líneas de pretratamiento y afino de compost.

En función de la capacidad de tratamiento mecánico de las instalaciones se obtiene un número mínimo de horas de funcionamiento de la planta.

Capacidad de las líneas de producción:

- La capacidad de pretratamiento es de 36 t/h de mezclado.
- Capacidad máxima de la planta de afino es de 18 t/h.

Así, en función de la capacidad de tratamiento mecánico de las instalaciones se obtiene un número mínimo de horas de funcionamiento de la planta diario. Se separa las toneladas de tratamiento diario en temporada de verano y en temporada de invierno para cuantificar las horas necesarias al día para tratar los residuos que se prevé tratar.

Cantidad diaria media de biorresiduos a tratar en temporada de invierno:

- Pretratamiento: (21.000 FORM+16.098 estructurante t/año / 250 días de operación al año)
148 t/d
- Afino de compost: (17.413 t/año / 250 días de operación al año) 67 t/d

Cantidad diaria media de biorresiduos a tratar en temporada de verano:

- Pretratamiento: (32.772 t/año FORM + 25.121 estructurante t/año / 250 días de operación al año).232 t/d
- Afino de compost: (27.173,6 t/año /250 días de operación al año) 108 t/d

En base a este cálculo se procede a evaluar las horas efectivas de operación diarias planta de pretratamiento y afino en temporada de verano:

Dado que las horas efectivas son de 8 horas días x 0,85 disponibilidad supone que diariamente se operarán 6.8 horas.

- Pretratamiento:

- Invierno 148 t/d $\rightarrow 148 / 6,8 = 21,8$ t/h

La capacidad de la planta en base a la maquinaria es de 36 t/h de mezclado en pretratamiento, y por tanto podría tratar los 21,8 t/h que se producirán en la temporada de invierno. Para el tratamiento de 21,8 t/h son necesarias 4,1 horas al día. La planta puede asumir picos de producción por posibles incidencias.

- Verano 232 t/d $\rightarrow 232 / 6,8 = 34,1$ t/h

La capacidad de la planta en base a la maquinaria es de 36 t/h de mezclado en pretratamiento, y por tanto podría tratar los 34,1 t/h que se producirán en la temporada de verano. Para el tratamiento de 34,1 t/h son necesarias 6,4 horas al día. La planta puede asumir picos de producción por posibles incidencias.

- Afino:

- Invierno 67 t/d $\rightarrow 67 / 6,8 = 9,9$ t/h

La capacidad de la planta en base a la maquinaria es de 18 t/h en afino, y por tanto podría tratar los 9,9 t/h que se producirán en la temporada de invierno. Para el tratamiento de 9,9 t/h son necesarias 3,7 horas al día. La planta puede asumir picos de producción por posibles incidencias.

- Verano 108 t/d $\rightarrow 108 / 6,8 = 15,9$ t/h

La capacidad de la planta en base a la maquinaria es de 18 t/h en afino, y por tanto podría tratar los 15,9 t/h que se producirán en la temporada de verano. Para el tratamiento de 15,9 t/h son necesarias 6 horas al día. La planta puede asumir picos de producción por posibles incidencias.

En base a las horas/turno para la gestión de los residuos en verano y en invierno se calculan las horas de funcionamiento necesarias tratar los residuos y para posteriormente la elaboración de los costes de la planta de compostaje.

Tabla 8-1 **HORAS FUNCIONAMIENTO DE PLANTA**

PLANTA DE PRETRATAMIENTO	VERANO	INVIERNO
SEMANAS	13	39
DIAS SEMANA	5	5
HORA TURNO	6,4	4,1
HORAS TOTALES AÑO SEGÚN TEMPORADA	416	799,5
HORAS EFECTIVAS DE FUNCIONAMIENTO AÑO		1.216

PLANTA DE AFINO	VERANO	INVIERNO
SEMANAS	13	39
DIAS SEMANA	5	5
HORA TURNO	6	3,7
HORAS TOTALES AÑO SEGÚN TEMPORADA	390	721,5
HORAS EFECTIVAS DE FUNCIONAMIENTO AÑO		1.112

8.01.01 OPERACIONES DE TRATAMIENTO

Las operaciones de tratamiento son todas aquellas en las que es necesario realizar para que la instalación pueda funcionar con normalidad. El conjunto de operaciones de tratamiento se ha dividido en:

- Almacenamiento temporal
- Triturado de poda
- Pretratamiento
- Compostaje 1^a
- Compostaje 2^a
- Maduración dinámica
- Afino
- Recirculación de estructurante (acopio)

De todas ellas se ha considerado aquí las operaciones en la que es necesario el uso de maquinaria como palas cargadoras para el cálculo de las horas que deben estar en

funcionamientos para llevar a cabo el tratamiento de los residuos.

Almacenamiento temporal:

La fracción vegetal FV virgen o poda virgen una vez pesada se carga en el triturador y el estructurante generado se almacena en la playa de estructurante.

La planta dispone de un almacenamiento temporal de estructurante situado en frente de las playas de recepción de material estructurante junto a la playa de recepción de FORM y junto al almacén temporal de estructurante recirculado, las operaciones de trituración de FV y gestión del almacenamiento temporal es realizado por el palista que alimenta la planta de pretratamiento.

- Almacenamiento temporal de estructurante y almacenamiento temporal de estructurante recirculado

Se ha considerado la opción más desfavorable que consiste en depositar el triturado de fracción vegetal en el almacén de temporal ya que en operación en continuo habrá movimientos de pala que vayan directamente desde la salida del triturador al alimentador de la línea de mezclado.

Máquina: **Pala cargadora 1**

Volumen de alimentación fracción vegetal / poda virgen recepcionada a cargar al triturador 20.102 m³/año (poda virgen a triturar).

Volumen de fracción vegetal triturada y transporte al almacén temporal20.102 m³/año (poda virgen ya triturada o estructurante a almacén temporal).

Volumen de gestión de estructurante recirculado a almacén temporal..... 28.763 m³/año (estructurante a recircular).

Total gestión de trituración y almacenamiento temporal de estructurante..... 68.967 m³/año

Volumen	68.967,00	m³/año
----------------	------------------	--------------------------

Capacidad de la cuchara	4,50	m³
--------------------------------	-------------	----------------------

Tiempo de cada maniobra de carga	1,00	minuto
Rendimiento	15.326,00	m ³ /h
Utilización de la maquinaria	255,43	h/año

Pretratamiento:

En el pretratamiento se considera la operación de alimentación de la FORM para su posterior apertura de bolsas, cribado, separación de metales además de las labores de alimentación de material estructurante y mezclado.

Para el cálculo de horas de utilización de la maquinaria Se ha considerado la entrada de 21.000 t/año de biorresiduos y su densidad es de 0,65 m³/t por lo que podemos calcular el volumen de entrada que sería $21.000 / 0,65 = 32.308$ m³/año.

ALIMENTACIÓN DE FORM

Volumen	32.307,70	m ³ /año
Capacidad de la cuchara	4,50	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	3,00	minutos
Maniobras de carga al alimentador	7.179,49	uds/año
Utilización de la maquinaria	358,97	h/año

ALIMENTACIÓN DE ESTRUCTURANTE

Volumen	53.658,60	m ³ /año
Capacidad de la cuchara	4,50	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	3,00	minutos
Maniobras de carga al alimentador	11.924,13	uds/año
Utilización de la maquinaria	596,21	h/año

**Pala cargadora 11.210
h/año**

(Admisible ya que el número máximo de horas año en un turno es de (52 semanas x turnos semana x 58 horas turno con una disponibilidad del 85% = 1.768 horas por lo que el palista podría hacer otras funciones como por ejemplo el mantenimiento de su propia pala cargadora).

Compostaje:

La mezcla formada por biorresiduos y residuos vegetales astillados es sometida a un proceso de compostaje en túneles en dos fases.

La planta dispone de dos conjuntos de túneles (túneles A y túneles B) para la compostaje 1ª y 2ª, la longitud de los túneles es de 30 y 26 metros y una anchura de 5 metros cargados a una altura entre 2.4 y 2.5 metros.

Compostaje a 2+2 semanas: 8 túneles de 5 x 30 m por 2,55 m de altura + 8 túneles de 5 x 26 m por 2,4 m de altura.

- Carga de túneles compostaje 1ª

Máquina: **Pala cargadora 2**

Volumen	79.683	m ³ /año
Capacidad de la cuchara	4,50	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	2,50	minutos
Maniobras de carga de túneles	17.707,33	uds/año
Utilización de la maquinaria	737,81	h/año

- Descarga de túneles compostaje 1ª y carga para el compostaje 2ª

Máquina: **Pala cargadora 2**

Volumen	63.746	m³/año
Capacidad de la cuchara	4,50	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	2,00	minutos
Maniobras de carga al alimentador	14.165,78	uds/año
Utilización de la maquinaria	472,19	h/año

Pala cargadora 21.210 h/año

(Admisible ya que el número máximo de horas año en un turno es de 1.768 horas por lo que el palista podría hacer otras funciones como por ejemplo el mantenimiento de su propia pala cargadora)

Se consideran las horas del maquinista para mantener su equipo en 180.75 h/año (tiempo no efectivo)

Maduración:

Maduración a 5 semanas: 6 pilas de 8 x 50 m por 2 m de altura

Descarga de túneles de compostaje 2ª y montaje de pilas de maduración

Máquina: Pala cargadora 3

Volumen	51.794	m³/año
Capacidad de la cuchara	4,50	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	2,50	minutos
Maniobras	11.509,78	Uds./año
Utilización de la maquinaria	479,57	h/año

Afino:

En el afino se considera la operación de alimentación de la materia orgánica fermentada para su posterior cribado y eliminación del material rechazo y material estructurante para la recirculación.

Desmontaje de pilas de maduración y carga afino

Volumen	41.435	m ³ /año
Capacidad de la cuchara	4,5	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	2,00	minutos
Rendimiento	9.207,78	Uds./año
Utilización de la maquinaria	306,93	h/año

Traslado de compost afinado desde el montón de salida de la planta de afino a almacén para su expedición

Volumen	13.582	m ³ /año
Capacidad de la cuchara	4,50	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	1,00	minuto
Maniobras	3.018,22	Uds./año
Utilización de la maquinaria	50,30	h/año

Carga de compost para expedición sobre camión bañera o remolque

Volumen	13.582	m ³ /año
----------------	--------	---------------------

Capacidad de la cuchara	4,50	m ³
Tiempo de cada maniobra de carga	1,00	minuto
Maniobras de carga al alimentador	3.018,22	Uds./año
Utilización de la maquinaria	50,30	h/año

Pala cargadora 3887 h/año

(Admisible ya que el número máximo de horas año en un turno es de 1.768 horas por lo que el palista podría hacer otras funciones como por ejemplo el mantenimiento de su propia pala cargadora)

Se consideran las horas del maquinista para mantener su equipo en 133.65 h/año (tiempo no efectivo).

Tabla 8-2 Dimensionamiento operaciones directas de producción.

OPERACIONES	Operación de tratamiento	Maniobras	Recurso	Volumen (m ³ /año)	Capacidad (m ³)	Tiempo (min)	Rendimiento (m ³ /h)	Utilización (h/año)
Operación directa de producción	Almacenamiento temporal	Alimentación fracción vegetal / poda virgen recepcionada a cargar al triturador	Pala cargadora 1	20.102	4,50	1,00	270	74,45
Operación directa de producción	Almacenamiento temporal	Fracción vegetal triturada transporte al almacén temporal	Pala cargadora 1	20.102	4,50	1,00	270	74,45
Operación directa de producción	Almacenamiento temporal	Transporte de estructurante recirculado a almacén temporal	Pala cargadora 1	28.763	4,50	1,00	270	106,53
Operación directa de producción	Pretratamiento	Alimentación de FORM	Pala cargadora 1	32.308	4,50	3,00	90	358,97
Operación directa de producción	Pretratamiento	Alimentación de estructurante	Pala cargadora 1	53.659	4,50	3,00	90	596,21
Operación directa de producción	Compostaje 1 ^a	Carga de túneles de compostaje 1 ^a	Pala cargadora 2	79.683	4,50	2,50	108	737,81
Operación directa de producción	Compostaje 2 ^a	Descarga de túnel de compostaje 1 ^a y carga compostaje 2 ^a	Pala cargadora 2	63.746	4,50	2,00	135	472,19
Operación directa de producción	Maduración dinámica	Descarga de túneles compostaje 2 ^a y montaje de pilas de maduración	Pala cargadora 3	51.794	4,50	2,50	108	479,57
Operación directa de producción	Afino	Desmontaje de pilas de maduración y carga afino	Pala cargadora 3	41.435	4,50	2,00	135	306,93
Operación directa de producción	Afino	Traslado de compost afinado desde el montón de salida de la	Pala cargadora 3	13.582	4,50	1,00	270	50,30

OPERACIONES	Operación de tratamiento	Maniobras	Recurso	Volumen (m3/año)	Capacidad (m3)	Tiempo (min)	Rendimiento (m3/h)	Utilización (h/año)
		planta de afino a almacén para su expedición						
Operación directa de producción	Afino	Carga de compost para expedición sobre camión bañera o remolque	Pala Cargadora 3	13.582	4,50	1,00	270	50,30
Operación directa de producción	Maduración dinámica	Volteo de las pilas	Tractor arrastrando apero de volteo	517.920	4.980,00	6,00	830	624,00
Operación directa de producción	Maduración dinámica	Volteo de las pilas	Volteadora	517.920	4.980,00	5,00	996	520,00

- **Tractor arrastrando apero de volteo**

El volteo de la masa en maduración se considera la operación de maduración dinámica mediante pilas de maduración que se van volteando con volteadora y avanzando en una meseta de material fermentado en túneles pero que todavía no se encuentra en condiciones de refinar y separar el material estructurante.

Para ello este material es sometido a un volteo para una correcta maduración y reducción de la humedad antes del proceso de Afino de compost.

La frecuencia de volteo depende de la humedad y estado de maduración de la materia orgánica ya que para un correcto proceso de Afino se requiere que la humedad esté por debajo del 35%.

Para conseguir la ratio de humedad requerido se precisa de operaciones de volteo y estas operaciones están condicionadas por las condiciones ambientales de humedad relativa y temperatura ambiente, por esta razón se precisa incrementar las frecuencias de volteo en invierno.

Considerando lo expuesto el número medio de volteos semanales de la masa será de dos.

Nº de volteo anuales104 Ud.

Volumen de masa a voltear	4.980 m ³
Capacidad teórica volteadora arrastrada por tractor	1.000 m ³ /h
Tiempo medio efectivo de volteo de la masa (uso de volteadora)	5 h
Tiempo necesario de volteo (incluyendo preparación volteadora tractor, maniobras y giros en las operaciones de volteo).....	6 h.

Utilización de tractor de arrastre volteadora (104 volteos x6 horas cada volteo)..... 624 h

Tiempo de utilización volteadora (104 volteo x5 horas cada volteo)520 h

8.02 OPERACIONES INDIRECTAS DE PRODUCCIÓN

Como operaciones indirectas de producción hemos considerado las siguientes:

- Pesaje, control y recepción.
- Inspección y control interno de la producción.
- Operaciones de limpieza y mantenimiento.

Pesaje, control y recepción:

La Planta dispone de un sistema de pesaje y control de llegadas de camiones, dotado de un sistema de identificación y redireccionamiento de los mismos hasta su muelle de descarga.

Para el control de acceso en la instalación se ha considerado la presencia de un peón basculista para el control de acceso del personal, pesaje de entradas de biorresiduos, y salida de compost, además este peón también podrá realizar otras funciones que veremos más adelante.

Se considera una entrada media anual de 2.100 camiones con un peso medio estimado de 10 t/porte para recepcionar las 21.000 t/año (32.308 m³/año) de biorresiduos, además se ha considerado una entrada de material estructurante de 6.000 t/año (20.000m³/año) lo que corresponde aproximadamente 1.200 camiones con un peso medio estimado de 5 t/porte de restos de procedentes de podas de parques y jardines aunque este dato podría incrementarse hasta los

16.109 t/año.

Las salidas de flujos de la instalación corresponden a la salida de rechazos y de compost.

La salida de compost se ha considerado en 15 t/porte y la salida de rechazo en contenedores autocompactadores en 7 t/porte y 10.9 t/porte rechazo de afino en caja abierta, lo que corresponde a 453 portes de expedición de compost y 521 portes de expedición de rechazos en autocompactador y 51 portes en caja abierta de material pesado de densimétrica.

Portes de compost: $6.790,9 \text{ t} / 15 \text{ t porte} = 453 \text{ portes}$

Portes de rechazo en autocompactador: $3.644 \text{ t} / 7 \text{ t porte} = 521 \text{ portes}$

Portes de rechazo en autocompactador: $555 \text{ t} / 10.9 \text{ t porte} = 51 \text{ portes}$

El total de portes anuales de entradas en la instalación será de 4.323 portes lo que supone el doble de registros y control de acceso y salida que haría un total de 8.646 unidades, si los residuos son recibidos 250 días al año hace una media de 31 operaciones de registro de entrada salida diaria o 2 registros por hora en los dos turnos diarios estimados para la recepción de residuos de la planta.

El resto del tiempo total anual existirá un servicio de vigilancia que también podría realizar registro de pesajes de entrada fuera del horario habitual de recepción de la planta.

Control de producción (mando intermedio):

La instalación dispondrá de un Encargado de Turno, que es el máximo responsable de las operaciones en cada turno. Las necesidades serán:

Tiempo total de funcionamiento de la instalación (8 h x 250 d)..... 2.000,00 h/año

Considerando este dato, se necesitaría 1.5 encargados para cubrir vacaciones, horarios, absentismo

Nº de encargados durante el tiempo de operación..... 1,5 ud

Dedicación a control de proceso..... 50%

Dedicación a control del mantenimiento25%

Dedicación a control de la limpieza25%

Tiempo necesario de encargados..... 2.000,00 h/año

Operaciones de protección ambiental:

Líquidos:

Con el método de compostaje seleccionado (túneles) se espera que los lixiviados producidos puedan recircularse al proceso y que incluso sea necesario algún aporte externo de agua.

Gases:

Esta parte de la instalación funcionará en continuo durante 24 horas al día. Su manejo está muy automatizado y apenas necesita mano de obra para su control y operación, por lo que el operario de control de acceso y bascula sea el que atienda su funcionamiento.

El mantenimiento del biofiltro con sistema Biofiltración Avanzada (BAP) mediante el sistema de lecho inorgánico además de garantizar mayores eficiencias de depuración con respecto a los biofiltros convencionales con rellenos orgánicos, tiene una vida útil muy elevada considerada en ocho años frente a los dos años que sería un biofiltro convencional, por lo que las labores de reposición del material filtrante se ha considerado en una labor ocasional a realizar por el suministrador del biomedio inorgánico y el air stop o junta de estanqueidad perimetral y sistema de soporte de biomedio y sistema de dosificación fungicida, así como el envío del material filtrante agotado a gestor autorizado.

Deberá, además, llevarse a cabo de forma rigurosa el programa de mantenimiento del conjunto del sistema de desodorización indicado en el Manual de Funcionamiento correspondiente (incluyendo el sistema de humidificación del biomedio) y contratar el programa de mantenimiento/inspección del suministrador. Programa de mantenimiento e inspección de los biofiltros BBK/ SUEZ 18.300 €/año.

Descripción del mantenimiento del BAP Aunque los biofiltros de lecho inorgánico son unos

sistemas muy robustos, será necesario realizar las siguientes operaciones:

- Observación y control del funcionamiento del sistema de biofiltración:
 - Quincenalmente
 - Anotar la temperatura, la presión y el caudal de aire a tratar
 - Determinar las concentraciones de H₂S y NH₃ en el aire a la entrada y a la salida del biofiltro mediante tubos colorimétricos
 - Determinar el pH y la humedad del biomedio
 - Anotar la descripción del olor del aire a tratar y del aire a la salida
 - Observar los sprinklers o aspersores del sistema de humidificación del biomedio y limpiar si necesario
 - Trimestralmente /semestralmente (según origen de las emisiones): Los biofiltros deben ser inspeccionados cada 3 meses por el suministrador, para controlar que la evolución de los mismos es el correcto. Así pues, el cliente debe contratar este servicio de mantenimiento, que incluye:
 - El traslado, dietas y pernoctas del técnico
 - Inspección pormenorizada de todo el sistema, que incluyen las distintas secciones del biofiltro, así como sistemas complementarios.
 - Análisis en laboratorio especializado de Kölding (DK) de todos los parámetros necesarios como son pH, Humedad y análisis de microorganismos.

Véase el coste de este servicio de mantenimiento en el apartado "Precios y condiciones comerciales" de la oferta económica.

9 DIMENSIONAMIENTO DE LAS OPERACIONES EXTERNAS DE PRODUCCIÓN

Envío de rechazo a planta de tratamiento de rechazos.

El servicio de transporte de rechazos a planta de Incineración de Tirme es subcontratado mediante la utilización de un camión portacontenedores tipo multilink con un remolque que forma un tren de carreteras.

Este servicio se considera para transportar y descargar los rechazos generados por la planta al final del turno de operación de la misma.

RECHAZO PRETRATAMIENTO: 3.448 T/año 250 d/año se transportan con un tren de carretera los dos autocompactadores, esto es teórico pues en verano se transporta más y en invierno menos, diariamente hay que hacer un servicio que dura dos horas, luego saldrían 500 horas.

RECHAZO AFINO 555 t/año, si una caja abierta lleva 10.8 t/h de este rechazo habría que hacer 51 portes, si cada porte lleva con el tren de carreteras dos contenedores sería 26 portes, si cada porte dura 2 horas, sería 52 horas.

Total **552 horas/año**

Envío de lixiviado de biofiltro a EDAR.

En base al proyecto básico se prevé que el servicio de transporte de lixiviados a planta de Tratamiento de aguas residuales sea subcontratado mediante la utilización de un camión cabeza tractora con semirremolque con cisterna de 22 m³.

Este servicio se considera para transportar y descargar los lixiviados generados por la planta al final del turno de operación de la misma.

m ³ de lixiviado generado por la planta anualmente (valor medio).....	5.146 m ³ /año
Capacidad de la cisterna de transporte de lixiviados (m ³).....	22
Número de servicios anuales del conjunto camión cuba.....	234 Uds

Además, se considera 16 camiones anuales para la gestión de los lixiviados de salida del biotrit.

Total número de servicios anuales del conjunto camión cuba32 uds

Por esta razón y como hay depósitos de acumulación de lixiviados de una capacidad superior a la de las cisternas el transporte de estas serán completas.

Tiempo de operación (carga, ida vuelta y descarga cisterna) (7 km).....2 h.

Utilización de servicio camión remolque con conductor500 h

Estas horas de utilización que se han calculado en este apartado y los costes asociados calculados en los apartados posteriores de este estudio pueden variar si se establece una solución alternativa a la gestión de los lixiviados.

Transporte en cisterna para el abastecimiento de agua limpia para el proceso biológico.

El servicio de transporte de agua para uso industrial a planta de Lluçmajor es subcontratado mediante la utilización de un camión cabeza tractora con semirremolque con cisterna de 22 m³.

Este servicio se considera para transportar y descargar los lixiviados generados por la planta al final del turno de operación de la misma.

Necesidades hídricas anuales de la planta en m³30.519 m³/año

Capacidad de la cisterna de transporte de lixiviados (22 m³).....22

Número de servicios anuales del conjunto camión remolque1.388 ud

Tiempo de operación (carga, ida vuelta y descarga cisterna) (7 km).....2.2 h.

Utilización de servicio camión remolque con conductor3.060 h

En la actualidad se están iniciando los trámites para solicitar la concesión de aguas subterráneas para uso industrial en la planta. Por lo que si llegado el momento de la explotación,

se aprobara dicha concesión, se deberán detraer del coste total de la explotación, la parte proporcional correspondiente a dichos costes de consumo de agua en función de la cantidad y tipo de concesión que otorgue el Organismo competente.

Tabla 9-1 Dimensionamiento operaciones externas de producción.

Subcapítulo	Tratamiento	Actuación	Recurso	Cantidad (m ³ /año)	Capacidad contendor (m ³)	Cantidad (t/año)	Capacidad contendor (t)	Tiempo (h)	Nº de servicios	Utilización (h/año)
Operación externa de producción	Pretratamiento	Transporte y descarga de rechazos a planta de tratamiento	Camión remolque con conductor			3.448	14	2	246,27	492,54
Operación externa de producción	Afino	Transporte y descarga de rechazos a planta de tratamiento	Camión remolque con conductor			555	10,8	2	51,39	102,78
Operación externa de producción	Tratamiento de gases	Transporte de lixiviados del biofiltro a EDAR	Camión cisterna lixiviados	5.146	22			2	233,91	467,82
Operación externa de producción	Tratamiento de aguas	Transporte de lixiviados del biotrit	Camión cisterna lixiviados					2	16,00	32,00
Operación externa de producción	Abastecimiento de agua limpia	Transporte de agua para uso industrial	Camión cisterna agua limpia	30.519	22			2,2	1387,23	3.051,90

10 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS GENERALES

Se consideran en este bloque todos aquellos trabajos y operaciones que, no formando parte de los directamente necesarios con la producción, son completamente imprescindibles para el normal discurrir de cualquier concesión administrativa o similar.

Entre ellos, se incluyen:

- Dirección y Administración.
- Funcionamiento de las instalaciones auxiliares y complementarias.

- Vigilancia.
- Otras operaciones de gestión y administración.

10.01 DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN

Las operaciones previstas en esta área son las siguientes:

- Dirección.
- Dirección técnica.
- Administración y finanzas.
- Servicios generales.
- Gestión de compras y almacén.

La programación prevista para estas operaciones coincide con el tiempo de trabajo de cada persona.

El personal necesario será:

Dirección:

- Dirección:

1 Jefe de servicio (turno día 1.600 horas/año) dedicación a la explotación (20%)

-Interlocución con la administración

-Gestión comercial

Administración:

1 Administrativo. (turno día 1.600 horas/año) dedicación a la explotación (100%)

- Gestión administrativa, contable y financiera.

-Gestión de albaranes y facturas de expedición de compost y venta de subproductos

- Gestión contable (tesorería, facturación, cobros, pagos etc.)

- Personal y RRHH y nóminas con gestoría y control horario del personal

Para realizar estos trabajos se contará con el apoyo de una gestoría en los asuntos de nóminas y

personal. De necesitarse apoyo de personal interno será a cargo de los gastos generales.

También se ha previsto la ejecución por terceros de una Auditoría Financiera anual, servicios jurídicos prevención de riesgos laborales, plan de formación, seguros e imprevistos.

10.02 VIGILANCIA

La Planta estará lista para recibir residuos las 24 horas del día y 363 días al año, por tanto, siempre dispondrá de personal en las instalaciones, que a su vez realizará operaciones de vigilancia.

Tiempo con presencia de personal propio en Planta..... **4.410,00 h/año**

(Servicio de personal propio de la planta de lunes a viernes 10 de noche + 8 de mañana x 245 días de lunes a viernes sin considerar los festivos y horas de formación.

Tiempo con vigilancia especializada subcontratada cuando no hay personal en planta **4.350 h/año (el total de horas que la planta necesita vigilancia es 24 h x 365 días = 8.760 horas, y el tiempo que no se cubre con personal propio es 8.760 – 4.410 = 4.350 horas)**

Tabla 10-1 Dimensionamiento de los servicios generales.

Capítulo	Subcapítulo	Operación	Puesto	TIEMPO EFECTIVO h/año
DIMENSIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS GENERALES	Vigilancia	Vigilancia personal propio de la planta	Servicio de personal propio de la planta de lunes a viernes 10 de noche + 8 de mañana x 245 días de lunes a viernes sin considerar los festivos y horas de formación	4.410
DIMENSIONAMIENTO DE LOS SERVICIOS GENERALES	Vigilancia	Vigilancia especializada subcontratada	Tiempo con vigilancia especializada subcontratada cuando no hay personal en planta el total de horas que la planta necesita vigilancia es 24 h x 365 días = 8.760 horas, y el tiempo que no se cubre con personal propio es 8.760 – 4.410 = 4.350 horas	4.350

1 1 LIMPIEZA

La limpieza global de la instalación supone la ejecución de cuatro diferentes operaciones:

- Limpieza de áreas de proceso.
- Limpieza de viales y exteriores.
- Limpieza de oficinas.
- Desinfección, desinsectación y desratización.

Limpieza de equipos y área de proceso:

- Operaciones de barrido y limpieza manual:

Se procederá al barrido completo de la nave de pretratamiento y afino. Éste área será limpiado una vez por semana y requerirá la siguiente dedicación de un peón:

Superficie de limpieza suelos con cepillo (Área de pretratamiento 1.072 m² y afino 665 m²)
1.737 m²

Una vez por semana.....52 semanas

Rendimiento de limpieza..... 400 m²/h

Tiempo de limpieza total peón (1.737 x 52 = 90.324 /400 = 225,81 h/año)..... **226 h/año**

Todos los días de producción y una vez finalizado el turno de operación la Planta será

sometida a operaciones de limpieza, realizando el soplado de las pasarelas de equipos y soplando la parte superior de los mismos una vez soplado el polvo sobre equipos y requerirá la siguiente dedicación de un peón:

Superficie de limpieza equipos y pasarelas con soplador (superficie media medida sobre plano de equipos)..... 300 m²

Frecuencia anual de limpieza (diaria).....250 d

Rendimiento de limpieza..... 400 m²/h

Tiempo de uso de soplador de gasolina (300 m² x 250 d = 75.000 m²/año /400 = 188 h/año)..... **188 h/año**

Dos veces al mes todos los equipos de pretratamiento y Afino serán sometidos a una limpieza con hidro limpiadora.

Número de equipos y ventiladores a limpiar con hidrolimpiadora.....56 equipos

Tiempo medio estimado en limpiar un equipo0.25 h

Frecuencia de limpieza: 15 días

Tiempo de limpieza peón (56 equipos x 0.25 h/equipo x 24 limpiezas/año) **336 h/año**

Limpieza de mesa densimétrica, diariamente se procederá a la limpieza del lecho de fluidificación de la mesa densimétrica, hidrociclón, vaciado del depósito de arenas, ventiladores de fluidificación y aspiración.

Tiempo medio estimado en limpiar un equipo0.5 h

Frecuencia de limpieza:diaria

Tiempo de limpieza peón (250 días de operación x 0.5 h/d en limpiar equipo) ... **125 h/año**

Limpieza semanal de cribas de trómeles, abre Bolsas, autocompactadores, alimentadores a cadenas, separadores de metales.

Tiempo medio estimado en limpiar un equipo6 h

Frecuencia de limpieza:	semanal
Tiempo de limpieza peón (6 x 52 = 312 h/año).....	312 h/año
Limpieza de TÚNEL: Espigos colapsados de salida de aire a túneles con utensilio de limpieza.	
Limpieza (nº túnel semana)	2
Numero de semana.....	52
Tiempo estimado	2 h/túnel
Tiempo de limpieza peón (2 x 52 x 2 = 208 h/año).....	208 h/año
Limpieza de TÚNEL: limpieza de tubería-canaleta de impulsión aire, limpieza de parrilla de pozo de lixiviados mediante subcontratación de camión de desatascos equipo mixto de alta presión-succión.	
Limpieza de canaletas y pozos de 24 túneles de compostaje	24
Frecuencia	4 u/año
Tiempo estimado	2 h/túnel
Tiempo de limpieza (24 x 2 = 48h x 4 = 192 h/año).....	192 h/año

Tabla 11-1 Superficies de limpieza de viales exteriores, parking, urbanización.

RELACIÓN DE viales exteriores, parking, urbanización DE LA PLANTA DE LLUCMAJOR	SUPERFICIE (m ²)	SUPERFICIE (m ²)
Pesaje (BASCULA)	2 x 90	180
Plataforma de descarga	455	455
Plataforma recogida de rechazos de pretratamiento y recogida de compost	236	236
Plataforma de rechazos de afino	22	22
Vial perimetral 700 metros de longitud	2.450	2.450
Aparcamientos	290	290
Barrera vegetal	740	740
		4.373

La limpieza de estas zonas exteriores, se realizará dos veces por mes, se limpiarán solo mediante barrido mixto con soplador, cepillo y eliminación de volados.

Superficie de limpieza suelos con cepillo incluido cuidado de jardín..... 4.373 m²

(superficie medida sobre plano y considerada la superficie a limpiar)

Frecuencia anual de limpieza (quincenal).....24 ud.

Rendimiento de limpieza..... 700 m²/h

Tiempo total de limpieza peón ($4.373 \times 24 = 104.952 \text{ m}^2 / 700 \text{ m}^2 = 149 \text{ h/año}$).....**150**

h/año

Tiempo de uso de soplador de gasolina (25%)..... **38 h/año**

Limpieza de edificio de servicios y control

Superficie de limpieza suelos con cepillo incluido cuidado de jardín..... 42 m²

Frecuencia anual de limpieza (diaria).....250 ud.

Rendimiento de limpieza..... 200 m²/h

Tiempo de limpieza peón ($42 \times 250 = 10.500 \text{ m}^2/\text{año}; 10.500 / 200 = 52,5 \text{ m}^2/\text{h}$).....**53**

h/año

Tabla 11-2 Resumen partidas de limpieza de áreas de proceso, viales y exteriores y de edificio de servicios y control.

Subcapítulo	Operación	Proceso	nº Equipos	Superficie (m ²)	Nº limpiezas/año	Tiempo limpieza h/equipo	Rendimiento (m ² /h)
Limpieza de áreas de proceso	Barrido y limpieza manual suelos con cepillo	Pretratamiento		1072	52		400
Limpieza de áreas de proceso	Barrido y limpieza manual suelos con cepillo	Afino		665	52		400
Limpieza de áreas de proceso	Limpieza de equipos y pasarelas con soplador	Pretratamiento y afino		300	250		400
Limpieza de áreas de proceso	Limpieza con hidrolimpiadora	Pretratamiento y afino	56		24	0,25	
Limpieza de áreas de proceso	Limpieza lecho de fluidificación de la mesa densimétrica, hidrociclón, vaciado del depósito de arenas, ventiladores de fluidificación y aspiración	Afino	1		250	0,5	
Limpieza de áreas de proceso	Limpieza cribas de trómeles, abrebolsas, autocompactadores, alimentadores a cadenas, separadores de metales	Pretratamiento y afino	1		52	6	
Limpieza de áreas de proceso	Limpieza de túneles, espigos colapsados de salida de aire a túneles con utensilio de limpieza	Compostaje			104	2	
Limpieza de áreas de proceso	Limpieza de TÚNEL: limpieza de tubería-canaleta de impulsión aire, limpieza de parrilla de pozo de lixiviados mediante subcontratación de camión de desatascos equipo mixto de alta presión-succión.	Compostaje	24		4	2	
Limpieza de viales y exteriores	Limpieza de zonas exteriores, se realizará dos veces por mes, se limpiarán solo mediante barrido mixto con soplador, cepillo y eliminación de volados			4373	24		700
Limpieza de edificio de servicios y control	Limpieza suelos con cepillo incluido cuidado de jardín	Control y Servicios		42	250		200

Tabla 11-3 Resumen partidas de limpieza de áreas de proceso, vales y exteriores y de edificio de servicios y control (2ª parte).

Operación	Proceso	Recurso	Utilización recurso (h/año)	Maquinaria	Tasa uso maquinaria	Utilización maquinaria (h/año)
Barrido y limpieza manual suelos con cepillo	Pretratamiento	Peón de limpieza	139,36		0%	-
Barrido y limpieza manual suelos con cepillo	Afino	Peón de limpieza	86,45		0%	-
Limpieza de equipos y pasarelas con soplador	Pretratamiento y afino	Peón de limpieza	187,50	Soplador de gasolina	100%	187,50
Limpieza con hidrolimpiadora	Pretratamiento y afino	Peón de limpieza	336,00	Hidrolimpiadora	100%	336,00
Limpieza lecho de fluidificación de la mesa densimétrica, hidrociclón, vaciado del depósito de arenas, ventiladores de fluidificación y aspiración	Afino	Peón de limpieza	125,00		0%	-
Limpieza cribas de trómeles, abrebolsas, autocompactadores, alimentadores a cadenas, separadores de metales	Pretratamiento y afino	Peón de limpieza	312,00		0%	-
Limpieza de túneles, espigos colapsados de salida de aire a túneles con utensilio de limpieza	Compostaje	Peón de limpieza	208,00		0%	-
Limpieza de TÚNEL: limpieza de tubería-canaleta de impulsión aire, limpieza de parrilla de pozo de lixiviados mediante subcontratación de camión de desatasco equipo mixto de alta presión-succión.	Compostaje	Peón de limpieza	192,00	Camión equipo mixto alta presión	100%	192,00
Limpieza de zonas exteriores, se realizará dos veces por mes, se limpiarán solo mediante barrido mixto con soplador, cepillo y eliminación de volados		Peón de limpieza	149,93	Soplador de gasolina	25%	37,48
Limpieza suelos con cepillo incluido cuidado de jardín	Control y Servicios	Peón de limpieza	52,50		0%	-

Desinfección, desinsectación y desratización

Esta operación se subcontratará con empresas autorizadas que además sean especialistas en este tipo de tareas.

Se estima realizar tres campañas anuales.

1 2 M A N T E N I M I E N T O

Las labores de reparaciones se subcontratarán a talleres especializados.

Las labores de mantenimiento preventivo, serán realizada por un responsable electromecánico y con ayudas de un peón auxiliar para labores menos especializadas como la limpieza de equipos ayudar al responsable electromecánico.

Engrase de cojinetes de equipos eletromecánicos (labor semanal).....416
h/año

Limpieza de rodillos rudas de Trómel rascadores, ajuste de faldones (labor
semanal).....416
h/año

Limpieza del filtro de aire de palas cargadoras y tractor para volteo y revisión niveles (a
realizar por maquinistas)

Pequeñas reparaciones y sustitución de consumibles cintas, abrebolsas y alimentadores
(labor semanal).....416 h/año

Limpieza y mantenimiento de filtros de gases (labor semanal)416 h/año

TOTAL**1.664**
h/año

13 RESUMEN DE NECESIDADES DE EQUIPAMIENTO

13.01 MAQUINARIA MOVIL

- PRODUCCIÓN:**

PALAS CARGADORAS (PALA 1 ,2 Y 3)	3.308 h/año
VOLTEADORA	520 h/año
TRACTOR CON CONDUCTOR SUBCONTRATADO PARA ARRASTRE VOLTEADORA.....	624 h/año
CAMIÓN PORTACONTENEDORES DE RECHAZO SUBCONTRATADO	552 h/año

- LIMPIEZA:**

LIMPIEZA CON SOPLADOR DE GASOLINA	226 h/año
LIMPIEZA ORDINARIA MAQUINARIA CON HIDROLIMPIADORA	336 h/año
CAMIÓN EQUIPO MIXTO (ALTA PRESIÓN Y SUCCIÓN) SUBCONTRATADO ...	192 h/año

13.02 MAQUINARIA FIJA

PLANTA DE PRETRATAMIENTO EN FUNCIONAMIENTO	1.514 h/año
PLANTA DE AFINO EN FUNCIONAMIENTO	1.100 h/año
ASTILLADORA	715 h/año
50% TÚNELES DE COMPOSTAJE PRIMARIA Y SECUNDARIA (92% disponibilidad carga y descarga) EN FUNCIONAMIENTO.....	8.000 h/año
50% TÚNELES DE COMPOSTAJE PRIMARIA Y SECUNDARIA (92% disponibilidad) EN FUNCIONAMIENTO.....	4.000 h/año

BIOFILTRO Y SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AIRE (92% disponibilidad, por mantenimiento)8.000
h/año

14 RESUMEN DE NECESIDADES DE PERSONAL

Tabla 14-1 Resumen necesidades de personal directo e indirecto de producción Lluçmajor en base a las horas de dimensionamiento.

Subcapítulo	Puesto	Categoría	Operación	TIEMPO EFECTIVO h/año
Personal directo de producción	MAQUINISTA PALA CARGADORA	Palista/Grupo profesional A	Pala cargadora 1	1.210,61
Personal directo de producción	MAQUINISTA PALA CARGADORA	Palista/Grupo profesional A	Pala cargadora 2	1.210,00
Personal directo de producción	MAQUINISTA PALA CARGADORA	Palista/Grupo profesional A	Pala cargadora 3	887,11
Personal directo de producción	MAQUINISTA PALA CARGADORA	Palista/Grupo profesional A	PALISTA PARA CUBRIR VACACIONES Y CUBIR EXCESOS DE HORAS EN VERANO	
Personal directo de producción	BASCULISTA Y CONTROL DE ACCESO	Peón basculista y control acceso / Peón especialista	PESAJE Y CONTROL DE ACCESO	4.410,00
Personal directo de producción	ENCARGADO DE TURNO	Encargado de turno / Técnico encargado I	CONTROL DE PRODUCCIÓN (MANDO INTERMEDIO) TURNO DE MAÑANA	1.960,00
Personal indirecto de producción	PEÓN DE LIMPIEZA	Peón de limpieza	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	2.725,00
Personal indirecto de producción	RESPONSABLE ELECTROMECAÁNICO	Jefe de mantenimiento (mando intermedio)	MANTENIMIENTO TURNO PARTIDO MAÑANA Y TARDE	1.664,00
Personal indirecto de producción	PEÓN DE AYUDANTE DE MANTENIMIENTO	Peón de mantenimiento /Peón especialista	PEÓN DE AYUDANTE DE MANTENIMIENTO	1.248,00
Personal indirecto de producción	JEFE DE SERVICIOS	Jefe de servicio / Grupo 1	JEFE DE SERVICIOS DEDICACIÓN A LA EXPLOTACIÓN 20%	334,40
Personal indirecto de producción	ADMINISTRACIÓN	Administrativo / Grupo profesional B	ADMINISTRATIVO DE EXPLOTACIÓN DEDICACIÓN A LA EXPLOTACIÓN (100%)	1.600,00

Tabla 14-2 Resumen necesidades de personal directo e indirecto de producción Lluçmajor en base a las horas de dimensionamiento (2ª parte de la tabla)

Puesto	Categoría	Operación	TIEMPO EFECTIVO h/año	TIEMPO NO EFECTIVO h/año	TIEMPO TOTAL h/año	ABSEN TISMO h/año (15%)	TIEMPO PUESTO DE TRABAJO h/año	VACACIONES h/año (8,5%)	TOTAL PUESTO DE TRABAJO h/año	Posicione s
MAQUINISTA PALA CARGADORA	Palista/Grupo profesional A	Pala cargadora 1	1.210,61	181,59	1.392,21	208,83	1.601,04	136,09	1.737,13	1,04
MAQUINISTA PALA CARGADORA	Palista/Grupo profesional A	Pala cargadora 2	1.210,00	181,50	1.391,50	208,72	1.600,22	136,02	1.736,24	1,04
MAQUINISTA PALA CARGADORA	Palista/Grupo profesional A	Pala cargadora 3	887,11	133,07	1.020,17	153,03	1.173,20	99,72	1.272,92	0,76
		PALISTA PARA CUBRIR VACACIONES Y CUBIR EXCESOS DE HORAS EN VERANO								0,50
BASCULISTA Y CONTROL DE ACCESO	Peón basculista y control acceso / Peón especialista	PESAJE Y CONTROL DE ACCESO	4.410,00	661,50	5.071,50	760,73	5.832,23	495,74	6.327,96	1,68
ENCARGADO DE TURNO	Encargado de turno / Técnico encargado I	CONTROL DE PRODUCCIÓN (MANDO INTERMEDIO) TURNO DE MAÑANA	1.960,00	294,00	2.254,00	338,10	2.592,10	220,33	2.812,43	1,68
PEÓN DE LIMPIEZA	Peón de limpieza	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO	2.725,00	408,75	3.133,75	470,06	3.603,81	306,32	3.910,14	2,34
RESPONSABLE ELECTROMECAÁNICO	Jefe de mantenimiento (mando intermedio)	MANTENIMIENTO TURNO PARTIDO MAÑANA Y TARDE	1.664,00	249,60	1.913,60	287,04	2.200,64	187,05	2.387,69	1,43
PEÓN DE AYUDANTE DE MANTENIMIENTO	Peón de mantenimiento /Peón especialista	PEÓN DE AYUDANTE DE MANTENIMIENTO	1.248,00	187,20	1.435,20	215,28	1.650,48	140,29	1.790,77	1,07
JEFE DE SERVICIOS	Jefe de servicio / Grupo 1	JEFE DE SERVICIOS DEDICACIÓN A LA EXPLOTACIÓN 20%	334,40		334,40		334,40		334,40	0,20
ADMINISTRACIÓN	Administrativo / Grupo profesional B	ADMINISTRATIVO DE EXPLOTACIÓN DEDICACIÓN A LA EXPLOTACIÓN (100%)	1.600,00	240,00	1.840,00	276,00	2.116,00	179,86	2.295,86	1,37

Durante los meses de noviembre a abril se precisará la presencia de dos palistas de tal manera el proceso de pretratamiento y el de Afino se realizará en días alternos con un palista haciendo trabajar a la planta a capacidad de diseño y las labores de carga y vaciado de túneles se realizará con un segundo palista, aunque trabajará al 50% de su capacidad. Se aprovecharían estos meses para dar vacaciones a los tres palistas, encargado de producción y personal de mantenimiento.

Durante los meses de mayo a octubre, se funcionaría normalmente con los tres palistas durante todo el turno de trabajo y la planta operará a capacidad de diseño.

15 CONSUMOS

En la actualidad se están realizando proyectos complementarios para la instalación de placas solares por lo que se deberán detraer del coste total de la explotación, la parte proporcional correspondiente a dichos costes de consumo eléctrico.

15.01 CONSUMOS ELÉCTRICOS

15.01.01 CONSUMO ELECTRICO TOTAL DE PRODUCCIÓN

Tabla 15-1 Consumo eléctrico total de producción.

	P. Instalada Kw	P. Absorbida kWh/h	Consumo kWh/año
AFINO DE COMPOST	154,50	102,74	113.016,75
COMPOSTAJE	1.909,58	879,09	5.742.302,67
PRETRATAMIENTO	308,65	196,83	232.685,96
SERVICIOS GENERALES	60,00	41,00	123.190,00
Total general	2.432,73	1.219,66	6.211.195,37

15.02 CONSUMOS DE COMBUSTIBLE

Tabla 15-2 Consumo combustible maquinaria propia.

CAPITULO	MAQUINARA PROPIA	Consumo l/h	Tiempo h/año	Consumo l/año
CONSUMO DE COMBUSTIBLES	PALAS CARGADORAS	13,00	3.307,72	43.000,36
CONSUMO DE COMBUSTIBLES	SOPLADOR	1,30	226,00	293,80
				43.294,16

15.03 CONSUMOS DE AGUA

Tabla 15-3 Consumo de agua anual.

PROCESO	Consumo m ³ /d	Tiempo d/año	Consumo m ³ /año
CONSUMO AGUA BIOFILTRO (RIEGO BIOMEDIO , ESCRUBER, AGUA FUNGICIDA)	102,00	365,00	37.230,00
CONSUMO DE AGUA HUMIDIFICACIÓN TÚNELES DE COMPOSTAJE Y MADURACIÓN	9,28	365,00	3.387,20
AGUA DE LAVADO MAQUINARIA CON HIDROLIMPIADORA (1,5 m ³ /h) 336 horas de uso			504,00
AGUA OTROS BALDEOS (RECIRCULACIÓN)	-9,00	250,00	-2.250,00
RECIRCULACIÓN DE LIXIVIADOS	-0,35	365,00	-125,93
REGOGIDA DE AGUA POR PLUVIALES (DEPOSITOS BAJO BIOFILTRO Y TANQUE DE AGUA)			-4.347,00
			34.398,28

15.04 CONSUMOS DE DEPURACIÓN DE AGUA DE LIXIVIADO BIOFILTRO

Tabla 15-4 Consumo de depuración de agua de lixiviado del biofiltro.

CAPITULO	PROCESO	Consumo m ³ /d	Tiempo d/año	Consumo m ³ /año
CONSUMO DEPURACIÓN DE AGUA	TOTAL GENERACIÓN LIXIVIADO DEBIOFILTRO MEDIO A EDAR (1 CISTERNA DIA LABORABLE)	14,10	365,00	5.146,50

Se considera un transporte en cisterna por día laborable de planta a EDAR o gestor autorizado.

La generación de lixiviado de baja carga puede variar de 14.1 m³/d a 28.3 m³/d.

Cabe destacar que la planta dispone de capacidad para albergar esta cantidad de lixiviado.

16 MODELO ECONÓMICO

En este apartado se calculan los costes necesarios para el normal funcionamiento de la instalación con los medios que han sido determinados en la Memoria.

Son los siguientes:

16.01 PERSONAL

Tabla 16-1 Costes de personal directo e indirecto de producción.

Subcapítulo	Posición	Cantidad	Precios	Importes
Personal directo de producción	Palista/Grupo profesional A	3,4	39.000,00 €	132.600,00 €
Personal directo de producción	Peón basculista y control acceso / Peón especialista	1,7	39.000,00 €	66.300,00 €
Personal directo de producción	Encargado de turno / Técnico encargado I	1,7	50.000,00 €	85.000,00 €
Personal indirecto de producción	Peón de limpieza	2,4	32.000,00 €	76.800,00 €
Personal indirecto de producción	Peón de mantenimiento /Peón especialista	1,5	39.000,00 €	58.500,00 €
Personal indirecto de producción	Jefe de mantenimiento (mando intermedio)	1,1	55.000,00 €	60.500,00 €
Personal indirecto de producción	Jefe de servicio / Grupo 1	0,2	60.459,00 €	12.091,80 €
Personal indirecto de producción	Administrativo / Grupo profesional B	1,4	38.000,00 €	53.200,00 €

16.02 MANTENIMIENTO

- MAQUINARIA MOVIL**

Los costes de mantenimiento y reparaciones de la maquinaria móvil y fija de tratamiento se determinan en función de la utilización anual de cada una de las máquinas. Las previsiones de utilización son:

Tabla 16-2 Modelo económico de la maquinaria móvil.

Nº	Categoría profesional	Coste Unitario (€/h)	Utilización palas (h/año)	Total (€)
1	Volteadora	3.15	520	1.638
1	Soplador de gasolina	0.7	337,43	236,20
			TOTAL	1.874

- MAQUINARIA FIJA (PRETRATAMIENTO, AFINO, ASTILLADO Y VOLTEO)**

Se refiere a todas las instalaciones electromecánicas de proceso de tratamiento mecánico de la planta.

En ellas se incluyen los costes de mantenimiento correctivo (reparaciones externas especializadas y talleres de apoyo) y piezas de desgaste y reposición ya que los costes de mantenimiento preventivo y sustitución de piezas desgastadas a sustituir por personal de mantenimiento de la planta.

Coste de ejecución material equipos electromecánicos Incluye: Bascula, Astilladora, Planta de pretratamiento, planta de Afino, volteadora.

Tabla 16-3 Cálculo del coste de mantenimiento anual.

MAQUINARIA	h/año de funcionamiento/1000	Presupuesto de ejecución	% de ejecución material /1000 h de funcionamiento	Coste de mantenimiento
BASCULA Y CONTROL DE ACCESO	8,75	85.397	1,40	10.473
PLANTA DE PRETRATAMIENTO	1,51	1.418.255	1,60	34.356
PLANTA DE AFINO DE COMPOST	1,10	844.566	1,60	14.864
ASTILLADORA	0,72	160.700	4,00	4.596
VOLTEADORA	0,52	186.500	4,00	3.879
TOTAL				68.168

Coste equipos de tratamiento mecánico.....**68.168 €**

- **COMPOSTAJE**

Se refiere a todas las instalaciones electromecánicas de los túneles de compostaje.

En ellas se incluyen los costes de mantenimiento correctivo (reparaciones externas especializadas y talleres de apoyo) y piezas de desgaste y reposición ya que los costes de mantenimiento preventivo y sustitución de piezas de desgas a sustituir por personal de mantenimiento de la planta.

Coste de ejecución material equipos electromecánicos Incluye: 24 sistemas de ventilación túneles, con canalizaciones y sistema de agua túneles.....3.336.999 €

% de Ejecución material/ 1000 horas de funcionamiento.....0.4

Funcionamiento anual:.....6.000 h/año
(50% de los túneles funcionan 8.000 h/año y el 50% de los túneles funcionan 4.000 h/año por la estacionalidad)

Coste equipos de tratamiento mecánico.....**80.088€**

- **BIOFILTRO y VENTILACIÓN Y DEPURACIÓN DE GASES**

En ellas se incluyen los costes de visitas de mantenimiento anuales (mano de obra y consumibles) y el coste de la reposición del biomedio prorrateada anualmente. Para este cálculo se ha considerado que la vida media del biomedio avanzado BAP es de 8 años.

Tabla 16-4 Costes de mantenimiento del biofiltro.

COSTES DE MANTENIMIENTO BIOFILTRO		Total (€/año)
Reposición del biomedio con instalación y transporte		131.000,00
4 visitas anuales de mantenimiento		18.300,00
TOTAL		149.300,00

Coste de ejecución material ventilación y depuración de gases1.863.990 €

% de reparaciones y mantenimientos anuales (8000 h/año de funcionamiento considerando mantenimiento) 3.5%

Coste del mantenimiento de edificios y obras.....**65.239 €**

TOTAL MANTENIMIENTO BIOFILTRO, VENTILACIÓN Y DEPURACIÓN DE GASES..215.539 €

Tabla 16-5 RESUMEN COSTE TOTAL DE MANTENIMIENTO.

Subcapítulo	Posición	Um	Cantidad	Coeficiente	Precios	Importes
Maquinaria movil	Volteadora	h	520,00	1	3,15 €	1.638,00 €
Maquinaria movil	Soplador de gasolina	h	337,43	1	0,70 €	236,20 €
Maquinaria fija (pretratamiento, afino, astillado y volteo)	Bascula y control de acceso	PEM	8,75	1,40%	85.397,00 €	10.461,13 €
Maquinaria fija (pretratamiento, afino, astillado y volteo)	Planta de pretratamiento	PEM	1,51	1,60%	1.418.255,00 €	34.265,04 €
Maquinaria fija (pretratamiento, afino, astillado y volteo)	Planta de afino de compost	PEM	1,10	1,60%	844.566,00 €	14.864,36 €
Maquinaria fija (pretratamiento, afino, astillado y volteo)	Astilladora	PEM	0,72	4,00%	160.700,00 €	4.628,16 €
Maquinaria fija (pretratamiento, afino, astillado y volteo)	Volteadora	PEM	0,52	4,00%	186.500,00 €	3.879,20 €
Compostaje	% de Ejecución material/ 1000 horas de funcionamiento	PEM	6,00	0,40%	3.336.999,00 €	80.087,98 €
Ventilación, Biofiltro y depuración de gases	Reposición del biomedio con instalación y transporte	€	1,00	1	131.000,00 €	131.000,00 €
Ventilación, Biofiltro y depuración de gases	Visitas anuales de mantenimiento	€	4,00	1	4.575,00 €	18.300,00 €
Ventilación, Biofiltro y depuración de gases	% de Ejecución material/ 1000 horas de funcionamiento	PEM	1,00	3,50%	1.863.990	65.239,65 €

- EDIFICIOS Y OBRAS**

Tanto el mantenimiento preventivo, como las reparaciones que sean necesarias se subcontratarán con terceros. El importe por este concepto se ha determinado como un porcentaje del coste de ejecución material excluyendo los equipos e instalaciones.

Tabla 16-6 Partida de ejecución material excluyendo los equipos e instalaciones.

RESUMEN EDIFICIOS Y OBRA CIVIL	Ejecución material (€)
DEPOSITO DE PLUVIALES LIMPIAS	243.478,11
OBRAS DE FABRICA	377.567,29
EDIFICIO DE BIOFILTROS Y DEPOSITOS	2.569.548,32
NAVE DE PLAYA DE DESCARGA	81.285,43
NAVE DE PLAYA DE ENTRADAS	892.034,27
NAVE DE PRETRATAMIENTO Y ACOPIO COMPOST TERMINADO	603.206,11
NAVE DE TÚNELES DE COMPOSTAJE	2.386.559,08
NAVE DE MADURACIÓN PILAS	1.238.492,34
NAVE DE AFINO COMPOST	187.241,66
CONTROL DE ENTRADA Y APARCAMIENTOS	132.265,49
ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN	1.927.386,29
CONTRA INCENDIOS	1.084.711,13
RED DE ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y LIXIVIADOS	323.401,55
URBANIZACIÓN	503.030,42
TOTAL	12.550.207,49

Coste de ejecución material edificios y obra	12.550.207 €
% de reparaciones y mantenimientos anuales	0.7
Coste del mantenimiento de edificios y obras.....	87.851 €

16.03 CONSUMOS Y SUMINISTROS

ENERGIA ELECTRICA

Concepto	
Potencia contratada, (kW)	1.400

	P. Instalada Kw	P. Absorbida kWh/h	Consumo kWh/año
AFINO DE COMPOST	154,50	102,74	113.016,75
DEGRADACIÓN AERÓBICA (COMPOSTAJE)	1.909,58	879,09	5.742.302,67
PRETRATAMIENTO	308,65	196,83	232.685,96
SERVICIOS GENERALES	60,00	41,00	123.190,00
Total general	2.432,73	1.219,66	6.211.195,37

COMBUSTIBLES

Máquina	l/año	€/l	Total (€)
3- Palas cargadoras y soplador (Gasóleo A sin IVA)	50.353	1.3	65.459
TOTAL (€)			65.459

AGUA

Agua uso industrial (m3/año) sin porte (porte valorado en otros servicios externos)	€/m ³
34.524,20	1.5
TOTAL (€)	51.786

Nota: Además de este suministro debe considerarse el coste del transporte en cisterna ya que la planta no está conectada a la red de agua potable.

TRATAMIENTO DE PURGA BIOFILTRO

Generación lixiviado biofiltro (m ³ /año)	€/m ³
5.146	8
TOTAL (€)	
	41.168

Nota: Además de este suministro debe considerarse el coste del transporte en cisterna ya que la planta no está conectada a la red de alcantarillado de la EDAR

16.04 SERVICIOS EXTERNOS SUBCONTRATADOS

Tabla 16-7 Coste de los servicios externos subcontratados.

CONCEPTO	Horas	Precio unitario (€/h)	Total (€)
Tractor arrastrando apero de volteo	624,00	61 €	38.064,00 €
Camión remolque con conductor	595,32	78 €	46.435,01 €
Pala cargadora	3.307,72	24 €	79.385,28 €
Camión equipo mixto alta presión	192,00	95 €	18.240,00 €
Camión cisterna lixiviados	499,82	59 €	29.489,27 €
Camión cisterna agua limpia	3.051,90	59 €	180.062,10 €
Vigilancia especializada subcontratada	4.350,00	23 €	100.050,00 €

17 COSTES FIJOS Y VARIABLES

Tabla 17-1 Tabla de costes fijos y variables Lluccmajor

Capítulo	CF (€/año)	CV (€/año)	Total general
Personal	267.491,80 €	283.900,00 €	551.391,80 €
Mantenimiento		452.451,18 €	452.451,18 €
Consumos	145.124,00 €	862.718,17 €	1.007.842,17 €
Servicios externos	100.050,00 €	391.675,66 €	491.725,66 €
	512.665,80 €	1.990.745,01 €	2.503.410,81 €
	512.665,80 €	1.990.745,01 €	2.503.410,81 €

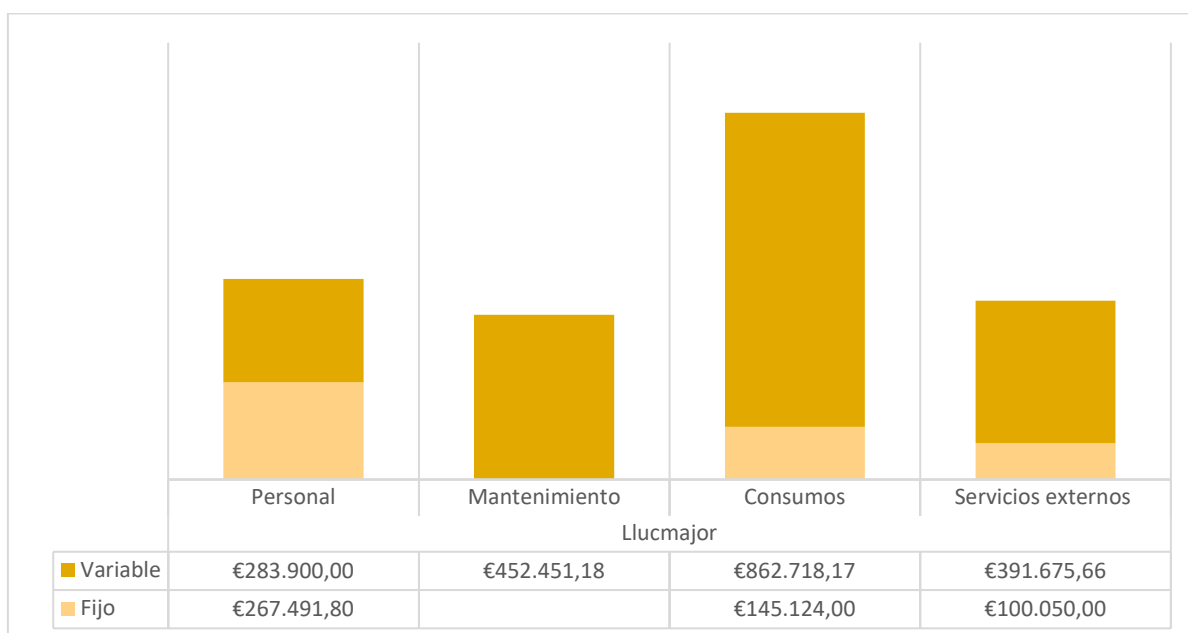


Figura 17-1 Diagrama de costes fijos y variables por capítulo en Lluccmajor.

Tabla 17-2 Costes fijos y variables por subcapítulo de Lluccmajor.

Capítulo	Subcapítulo	CF (€/año)	CV (€/año)	Total general
Personal	Personal directo de producción		283.900,00 €	283.900,00 €
Personal	Personal indirecto de producción	267.491,80 €		267.491,80 €
Total Personal		267.491,80 €	283.900,00 €	551.391,80 €
Mantenimiento	Maquinaria móvil		1.874,20 €	1.874,20 €
Mantenimiento	Maquinaria fija (pretratamiento, afino, astillado y volteo)		68.097,89 €	68.097,89 €
Mantenimiento	Compostaje		80.087,98 €	80.087,98 €
Mantenimiento	Edificios y obras		87.851,45 €	87.851,45 €
Mantenimiento	Ventilación, Biofiltro y depuración de gases		214.539,65 €	214.539,65 €
Total			452.451,18 €	452.451,18 €

Capítulo	Subcapítulo	CF (€/año)	CV (€/año)	Total general
Mantenimiento				
Consumos	Energía	145.124,00 €	713.666,35 €	858.790,35 €
Consumos	Combustibles		56.282,41 €	56.282,41 €
Consumos	Agua		51.597,41 €	51.597,41 €
Consumos	Tratamiento de purga biofiltro		41.172,00 €	41.172,00 €
Total Consumos		145.124,00 €	862.718,17 €	1.007.842,17 €
Servicios externos	Maquinaria		391.675,66 €	391.675,66 €
Servicios externos	Vigilancia	100.050,00 €		100.050,00 €
Total Servicios externos		100.050,00 €	391.675,66 €	491.725,66 €
		512.665,80 €	1.990.745,01 €	2.503.410,81 €
		512.665,80 €	1.990.745,01 €	2.503.410,81 €

Tabla 17-3 Costes fijos y variables desglosada de Lluçmajor

Capítulo	Posición	CF (€/año)	CV (€/año)	Total general
Personal	Administrativo / Grupo profesional B	53.200,00 €		53.200,00 €
Personal	Encargado de turno / Técnico encargado I		85.000,00 €	85.000,00 €
Personal	Jefe de mantenimiento (mando intermedio)	82.500,00 €		82.500,00 €
Personal	Jefe de servicio / Grupo1	12.091,80 €		12.091,80 €
Personal	Palista/Grupo profesional A		132.600,00 €	132.600,00 €
Personal	Peón basculista y control acceso / Peón especialista		66.300,00 €	66.300,00 €
Personal	Peón de limpieza	76.800,00 €		76.800,00 €
Personal	Peón de mantenimiento /Peón especialista	42.900,00 €		42.900,00 €
Total Personal		267.491,80 €	283.900,00 €	551.391,80 €
Mantenimiento	% de Ejecución material/ 1000 horas de funcionamiento		145.327,63 €	145.327,63 €
Mantenimiento	Astilladora		4.628,16 €	4.628,16 €
Mantenimiento	Bascula y control de acceso		10.461,13 €	10.461,13 €
Mantenimiento	Contra incendios		7.592,98 €	7.592,98 €
Mantenimiento	Control de entrada y aparcamientos		925,86 €	925,86 €
Mantenimiento	Depósito de pluviales limpias		1.704,35 €	1.704,35 €
Mantenimiento	Edificio de biofiltros y depósitos		17.986,84 €	17.986,84 €
Mantenimiento	Electricidad e iluminación		13.491,70 €	13.491,70 €
Mantenimiento	Nave de afino compost		1.310,69 €	1.310,69 €
Mantenimiento	Nave de maduración pilas		8.669,45 €	8.669,45 €
Mantenimiento	Nave de playa de descarga		569,00 €	569,00 €
Mantenimiento	Nave de playa de entradas		6.244,24 €	6.244,24 €
Mantenimiento	Nave de pretratamiento y acopio compost terminado		4.222,44 €	4.222,44 €
Mantenimiento	Nave de túneles de compostaje		16.705,91 €	16.705,91 €
Mantenimiento	Obras de fabrica		2.642,97 €	2.642,97 €
Mantenimiento	Planta de afino de compost		14.864,36 €	14.864,36 €
Mantenimiento	Planta de pretratamiento		34.265,04 €	34.265,04 €
Mantenimiento	Red de abastecimiento, saneamiento y lixiviados		2.263,81 €	2.263,81 €
Mantenimiento	Reposición del biomedio con instalación y transporte		131.000,00 €	131.000,00 €
Mantenimiento	Soplador de gasolina		236,20 €	236,20 €

Capítulo	Posición	CF (€/año)	CV (€/año)	Total general
Mantenimiento	Urbanización		3.521,21 €	3.521,21 €
Mantenimiento	Visitas anuales de mantenimiento		18.300,00 €	18.300,00 €
Mantenimiento	Volteadora		5.517,20 €	5.517,20 €
Total Mantenimiento			452.451,18 €	452.451,18 €
Consumos	Agua uso industrial (m3/año) sin porte (porte valorado en otros servicios externos)		51.597,41 €	51.597,41 €
Consumos	Generación lixiviado de biofiltro medio a EDAR		41.172,00 €	41.172,00 €
Consumos	Palas cargadoras y soplador (Gasóleo A sin IVA)		56.282,41 €	56.282,41 €
Consumos	Término de energía		713.666,35 €	713.666,35 €
Consumos	Término de potencia P1	82.782,00 €		82.782,00 €
Consumos	Término de potencia P2	50.589,00 €		50.589,00 €
Consumos	Término de potencia P3	11.753,00 €		11.753,00 €
Total Consumos		145.124,00 €	862.718,17 €	1.007.842,17 €
Servicios externos	Camión cisterna agua limpia		180.062,10 €	180.062,10 €
Servicios externos	Camión cisterna lixiviados		29.489,27 €	29.489,27 €
Servicios externos	Camión equipo mixto alta presión		18.240,00 €	18.240,00 €
Servicios externos	Camión remolque con conductor		46.435,01 €	46.435,01 €
Servicios externos	Pala cargadora		79.385,28 €	79.385,28 €
Servicios externos	Tractor arrastrando apero de volteo		38.064,00 €	38.064,00 €
Servicios externos	Vigilancia especializada subcontratada	100.050,00 €		100.050,00 €
Total Servicios externos		100.050,00 €	391.675,66 €	491.725,66 €
		512.665,80 €	1.990.745,01 €	2.503.410,81 €
		512.665,80 €	1.990.745,01 €	2.503.410,81 €

18 PRESUPUESTO Y CANON

Tabla 18-1 Total de costes anuales de Lluçmajor.

Capítulo	Subcapítulo	Importes
Personal	Personal directo de producción	283.900,00 €
Personal	Personal indirecto de producción	267.491,80 €
Mantenimiento	Maquinaria móvil	1.874,20 €
Mantenimiento	Maquinaria fija (pretratamiento, afino, astillado y volteo)	68.097,89 €
Mantenimiento	Compostaje	80.087,98 €
Mantenimiento	Edificios y obras	87.851,45 €
Mantenimiento	Ventilación, Biofiltro y depuración de gases	214.539,65 €
Consumos	Energía	858.790,35 €
Consumos	Combustibles	56.282,41 €
Consumos	Agua	51.597,41 €
Consumos	Tratamiento de purga biofiltro	41.172,00 €
Servicios externos	Maquinaria	391.675,66 €
Servicios externos	Vigilancia	100.050,00 €
		2.503.410,81 €

Tabla 18-2 Resumen de costes totales anuales por capítulo y canon Lluçmajor.

Capítulo	Importes (€/año)	€/t	%
Personal	551.391,80 €	26,26 €	22,03%
Mantenimiento	452.451,18 €	21,55 €	18,07%
Consumos	1.007.842,17 €	47,99 €	40,26%
Servicios externos	491.725,66 €	23,42 €	19,64%
	2.503.410,81 €	119,21 €	100,00%
<hr/>			
13% GASTOS GENERALES	325.443,40 €		
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	150.204,65 €		
SUBTOTAL COSTES DE EXPLOTACIÓN	2.979.058,86 €	141,86 €	
IVA 21%	625.602,36 €		
TOTAL CON IVA	3.604.661,22 €	171,65 €	

Nota: €/t calculados respecto a las toneladas de biorresiduos tratados por año	21.000
--	--------

19 CONCLUSIONES

La Planta de Compostaje de FORM a ubicar en la zona 6 – Lluçmajor - se construirá sobre la parcela destinada a ello en el Plan Director Sectorial de Residuos No Peligrosos de la Isla de Mallorca.

El proyecto esta englobado en uno más amplio, bajo la denominación de 'Tanca el cercle', de construcción de las plantas de compostaje, es "el gran reto" que debido a la urgencia social y ambiental, la normativa de residuos, nacional, europea y los acuerdos internacionales, marcan objetivos muy ambiciosos.

Por interés general la primera en construirse será la planta de Lluçmajor, siendo esta una estrategia clave para dar respuesta a las necesidades presentes y previsibles en los próximos años en la gestión de biorresiduos de la Isla de Mallorca.

La fuerte actividad turística de la Isla de Mallorca se refleja en la estacionalidad de la generación de los residuos urbanos y, entre ellos especialmente, en los biorresiduos. Esta estacionalidad llega a ser de una diferencia de más del 200 % entre los meses de menor generación (enero y febrero) y el trimestre donde se da la mayor generación, los meses de verano.

Según el análisis realizado para tratar estas diferencias en la generación de biorresiduos la instalación debe tener una capacidad de tratamiento de la fracción orgánica de la recogida separada (en adelante FORM) de 21.000 t/año (Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes 20 01 08 y Residuos de mercados 20 03 02) y 6.030,5 t/año de estructurante, en este caso los restos de podas) (Residuos biodegradables de parques y jardines 20 02 01).

Para garantizar que el proceso sea adecuado y que tenga un buen rendimiento, el sistema de compostaje seleccionado, y considerado el más idóneo para es tratamiento de los biorresiduos del lugar donde se va a proyectar, es el sistema de túneles cerrados ventilados y estáticos para un tiempo de permanencia de 2 + 2 semanas, lo que implica un trasvase de material de un túnel a otro al cabo de las primeras 2 semanas para llegar a cumplir los condicionantes óptimos

establecidos. La capacidad de monitorización en continuo de diferentes parámetros clave de proceso y de control sobre ellos (temperatura, nivel de oxígeno, humedad) da a este sistema la capacidad de optimizar la actividad biológica degradativa de los microorganismos. Se plantea que, tras la primera fase de compostaje en túneles, se pase a una maduración en un sistema dinámico que aporte al material las ventajas para el proceso que no tienen los sistemas estáticos.

Además, para eliminar la presencia de posibles impropios se estable un pretratamiento para separación de metales férricos y no férricos, voluminosos de rechazo.

Para realizar el estudio de costes se realiza un dimensionamiento de las operaciones directas de producción, internas y externas, de los servicios generales, limpieza, mantenimiento y estudian los consumos eléctricos, de combustible, agua y de depuración de agua, para el cálculo del modelo económico para el personal, el mantenimiento los consumos y los servicios externos subcontratados.

Finalmente se diferencian entre costes fijos 512.665,80 €/año y variables 1.990.745,01 €/año, obteniendo un total de costes de 2.503.410,81 €/año, y por tanto ascendiendo el canon de coste por tratamiento de tonelada de residuos a 171,65 €/t. El beneficio industrial se ha calculado a 150.204,65 €/año.

20 ANEXOS

20.01 CONSUMOS ELECTRICOS

Tabla 20-1 Consumos eléctricos por equipos primera parte.

PROCESO	id	Descripción	P. Instalada kW	F. consumo %	Simult. %	P. Absorbida kWh	Tiempo h/año
PRETRATAMIENTO	OF07P001	Alimentador a abrebolsas	9,20	0,70	0,95	6,12	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P002	Abrebolsas	45,00	0,70	0,95	29,93	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P003	Cinta alimentación a Trómel	4,00	0,70	0,95	2,66	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P004	Trómel de criba de doble malla	30,00	0,70	0,95	19,95	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P005	Cinta recogida rebose de Trómel y transporte a rechazo	3,00	0,70	0,95	2,00	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P006	Cinta reversible de alimentación a compactadores	2,20	0,70	0,95	1,46	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P007	Cinta recogida de flujo 50-100 mm de Trómel	2,20	0,70	0,95	1,46	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P008	Cinta transportadora separador de metales	3,00	0,70	0,95	2,00	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P009	Separador magnético en el flujo 50-100 mm	2,80	0,70	0,95	1,86	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P010	Separador inductivo en la corriente < 100 mm con alimentador vibrante	7,30	0,70	0,95	4,85	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P011	Cinta transportadora de recogida de materia orgánica < 50 mm.	2,20	0,70	0,95	1,46	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P012	Colector a mezclador	2,20	0,70	0,95	1,46	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P013	Cinta transportadora a alimentación a mezclador	2,20	0,70	0,95	1,46	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P014	Cinta colectora a mezclador con restos vegetales	4,00	0,70	0,95	2,66	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P015	Alimentador de restos vegetales (tras astillador) hacia mezclador	9,20	0,70	0,95	6,12	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P016	Trómelmezclador	30,00	0,70	0,95	19,95	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P017	Cinta transportadora tras mezclador hacia compostaje	3,00	0,70	0,95	2,00	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P018	Cinta transportadora tras mezclador hacia troje	3,00	0,70	0,95	2,00	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P020	Cinta de salida de báscula de pesaje de M.O.	3,00	0,70	0,95	2,00	1.514,00
PRETRATAMIENTO	OF07P021-1	Autocompactor Capacidad	5,50	0,80	0,40	1,76	1.514,00

PROCESO	id	Descripción	P. Instalada kW	F. consumo %	Simult. %	P. Absorbida kWh	Tiempo h/año
		20 m3					
PRETRATAMIENTO	OF07P021-2	Autocompactor Capacidad 20 m3	5,50	0,80	0,40	1,76	1.514,00
PRETRATAMIENTO		Báscula de pesaje	0,15	0,70	0,20	0,02	7.500,00
PRETRATAMIENTO		Astilladora	130,00	0,70	0,90	81,90	715,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 1	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 2	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 3	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 4	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 5	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 6	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 7	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 8	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 9	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 10	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 11	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 12	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 13	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 14	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 15	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 16	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 17	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 18	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 19	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	45,00	0,50	0,90	20,25	4.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 20	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 21	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00

PROCESO	id	Descripción	P. Instalada kW	F. consumo %	Simult. %	P. Absorbida kWh	Tiempo h/año
COMPOSTAJE	TÚNEL 22	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 23	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 24	Ventilador túnel con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 1	Ventilador tratamiento de aires con variador	160,00	0,50	0,90	72,00	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 2	Ventilador tratamiento de aires con variador	160,00	0,50	0,90	72,00	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 3	Ventilador tratamiento de aires con variador	11,00	0,50	0,90	4,95	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 4	Ventilador tratamiento de aires con variador	160,00	0,50	0,90	72,00	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 5	Ventilador tratamiento de aires con variador	18,50	0,50	0,90	8,33	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 6-1	Ventilador tratamiento de aires con variador	30,00	0,50	0,90	13,50	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 6-2	Ventilador tratamiento de aires con variador	30,00	0,50	0,90	13,50	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 6-3	Ventilador tratamiento de aires con variador	30,00	0,50	0,90	13,50	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 7-1	Ventilador tratamiento de aires con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE	OF202109021 7-2	Ventilador tratamiento de aires con variador	45,00	0,50	0,90	20,25	8.000,00
COMPOSTAJE		4 ventiladores murales galería	3,00	0,80	0,90	2,16	8.000,00
COMPOSTAJE		Sistema dosificador fungicida	7,30	0,70	0,95	4,85	183,00
COMPOSTAJE		Bomba de dosificación reactivos	22,08	0,70	0,95	14,68	183,00
COMPOSTAJE	DRENAJES	Bomba sumergible de lixiviados	7,20	0,70	0,95	4,79	365,00
COMPOSTAJE	OF10F002	Bomba horizontal bombeo lixiviados	7,20	0,70	0,95	4,79	3.650,00
COMPOSTAJE		Scrubbers PP torre de lavado 2	40,00	0,70	0,95	26,60	8.000,00
COMPOSTAJE		Cuadros eléctricos, relés, enchufes, señalización,,,,,	1,90	0,70	0,95	1,26	8.000,00
COMPOSTAJE		4 -Bombas centrífugas scrubbers	29,40	0,70	0,95	19,55	8.000,00
COMPOSTAJE		Control y reconocimiento proceso	2,00	0,70	0,95	1,33	1.765,00
COMPOSTAJE		Báscula	20,00	0,70	0,20	2,80	1.200,00
AFINO DE COMPOST	OF07P019	Alimentador línea de afino	7,50	0,70	0,95	4,99	1.100,00

PROCESO	id	Descripción	P. Instalada kW	F. consumo %	Simult. %	P. Absorbida kWh	Tiempo h/año
		con rotor dosificador					
AFINO DE COMPOST	OF07P020	Cinta recogida de dosificador de afino	3,00	0,70	0,95	2,00	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P021	Cinta alimentación a Trómel de afino	4,00	0,70	0,95	2,66	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P022	Trómel de afino con 2 puntos de captación de polvo	30,00	0,70	0,95	19,95	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P023	Cinta recogida rebose de Trómel	3,00	0,70	0,95	2,00	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P024	Cinta transporte rebose de Trómel hacia troje estructurante	3,00	0,70	0,95	2,00	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P025	Cinta recogida < 10 mm de Trómel y alimentación a mesa densimétrica	2,20	0,70	0,95	1,46	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P026	Cinta recogida < 10 mm de Trómel y alimentación a mesa densimétrica	2,20	0,70	0,95	1,46	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P027	Mesa densimétrica con filtro de mangas	90,00	0,70	0,95	59,85	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P028	Cinta de salida de compost de mesa densimétrica	3,00	0,70	0,95	2,00	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P029	Cinta salida de pesados/rechazos de mesa densimétrica	2,20	0,70	0,95	1,46	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P030	Cinta salida de pesados/rechazos de mesa densimétrica hacia troje	2,20	0,70	0,95	1,46	1.100,00
AFINO DE COMPOST	OF07P031	Cinta de rechazos reversible pivotante a compactadores	2,20	0,70	0,95	1,46	1.100,00
SERVICIOS GENERALES		ALUMBRADO EDIFICIOS DE PROCESO Y COMPOSTAJE	20,00	1,00	0,70	14,00	1.000,00
SERVICIOS GENERALES		ALUMBRADO VIALES Y ACCESO NOCTURNO (MEDIA 10 HORAS/DIA)	10,00	1,00	0,70	7,00	2.920,00
SERVICIOS GENERALES		TOMAS DE CORRIENTE FUERZA	25,00	1,00	0,70	17,50	4.000,00
SERVICIOS GENERALES		CLIMATIZACIÓN Y TOMAS DE CORRIENTE EDIFICIO DE CONTROL Y ACCESO	5,00	1,00	0,50	2,50	7.500,00

Tabla 20-2 Consumos eléctricos por equipos segunda parte.

PROCESO	id	Descripción	Consumo kWh/año	Potencia kW P1	Potencia kW P2	Potencia kW P3	Energía kWhP1	Energía kWhP2	Energía kWhP3
PRETRATAMIENTO	OF07P001	Alimentador a abrebolsas	9.262,65	6,12	6,12	6,12	9.262,65	9.262,65	9.262,65
PRETRATAMIENTO	OF07P002	Abrebolsas	45.306,45	29,93	29,93	29,93	45.306,45	45.306,45	45.306,45
PRETRATAMIENTO	OF07P003	Cinta alimentación a TrómelTrómel	4.027,24	2,66	2,66	2,66	4.027,24	4.027,24	4.027,24
PRETRATAMIENTO	OF07P004	TrómelTrómel de criba de doble malla	30.204,30	19,95	19,95	19,95	30.204,30	30.204,30	30.204,30
PRETRATAMIENTO	OF07P005	Cinta recogida rebose de TrómelTrómel y transporte a rechazo	3.020,43	2,00	2,00	2,00	3.020,43	3.020,43	3.020,43
PRETRATAMIENTO	OF07P006	Cinta reversible de alimentación a compactadores	2.214,98	1,46	1,46	1,46	2.214,98	2.214,98	2.214,98
PRETRATAMIENTO	OF07P007	Cinta recogida de flujo 50-100 mm de TrómelTrómel	2.214,98	1,46	1,46	1,46	2.214,98	2.214,98	2.214,98
PRETRATAMIENTO	OF07P008	Cinta transportadora separador de metales	3.020,43	2,00	2,00	2,00	3.020,43	3.020,43	3.020,43
PRETRATAMIENTO	OF07P009	Separador magnético en el flujo 50-100 mm	2.819,07	1,86	1,86	1,86	2.819,07	2.819,07	2.819,07
PRETRATAMIENTO	OF07P010	Separador inductivo en la corriente < 100 mm con alimentador vibrante	7.349,71	4,85	4,85	4,85	7.349,71	7.349,71	7.349,71
PRETRATAMIENTO	OF07P011	Cinta transportadora de recogida de materia orgánica < 50 mm.	2.214,98	1,46	1,46	1,46	2.214,98	2.214,98	2.214,98
PRETRATAMIENTO	OF07P012	Colector a mezclador	2.214,98	1,46	1,46	1,46	2.214,98	2.214,98	2.214,98
PRETRATAMIENTO	OF07P013	Cinta transportadora a alimentación a mezclador	2.214,98	1,46	1,46	1,46	2.214,98	2.214,98	2.214,98
PRETRATAMIENTO	OF07P014	Cinta colectora a mezclador con restos vegetales	4.027,24	2,66	2,66	2,66	4.027,24	4.027,24	4.027,24
PRETRATAMIENTO	OF07P015	Alimentador de restos vegetales (tras astillador) hacia mezclador	9.262,65	6,12	6,12	6,12	9.262,65	9.262,65	9.262,65
PRETRATAMIENTO	OF07P016	Trómel mezclador	30.204,30	19,95	19,95	19,95	30.204,30	30.204,30	30.204,30
PRETRATAMIENTO	OF07P017	Cinta transportadora tras mezclador hacia compostaje	3.020,43	2,00	2,00	2,00	3.020,43	3.020,43	3.020,43
PRETRATAMIENTO	OF07P018	Cinta transportadora tras mezclador hacia troje	3.020,43	2,00	2,00	2,00	3.020,43	3.020,43	3.020,43
PRETRATAMIENTO	OF07P020	Cinta de salida de	3.020,43	2,00	2,00	2,00	3.020,43	3.020,43	3.020,43

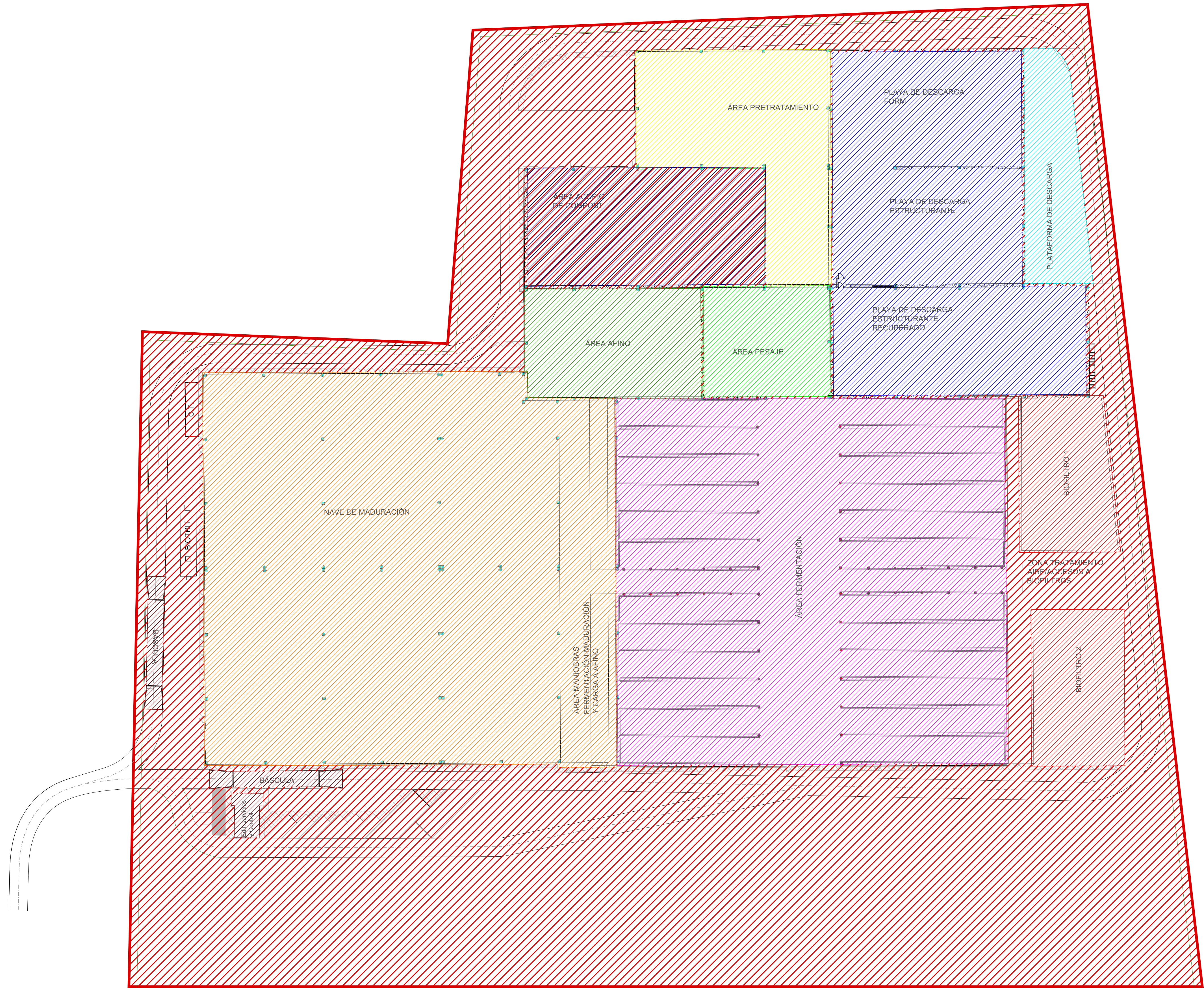
PROCESO	id	Descripción	Consumo kWh/año	Potencia kW P1	Potencia kW P2	Potencia kW P3	Energía kWhP1	Energía kWhP2	Energía kWhP3
		báscula de pesaje de M.O.							
PRETRATAMIENTO	OF07P021-1	Autocompactor Capacidad 20 m3	2.664,64	1,76	1,76	1,76	2.664,64	2.664,64	2.664,64
PRETRATAMIENTO	OF07P021-2	Autocompactor Capacidad 20 m3	2.664,64	1,76	1,76	1,76	2.664,64	2.664,64	2.664,64
PRETRATAMIENTO		Báscula de pesaje	157,50	0,02	0,02	0,02	157,50	157,50	157,50
PRETRATAMIENTO		Astilladora	58.558,50	81,90	81,90	81,90	58.558,50	58.558,50	58.558,50
COMPOSTAJE	TÚNEL 1	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 2	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 3	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 4	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 5	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 6	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 7	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 8	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 9	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 10	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 11	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 12	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 13	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 14	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 15	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00

PROCESO	id	Descripción	Consumo kWh/año	Potencia kW P1	Potencia kW P2	Potencia kW P3	Energía kWhP1	Energía kWhP2	Energía kWhP3
		meses)							
COMPOSTAJE	TÚNEL 16	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 17	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 18	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 19	Ventilador túnel con variador (opera 6 meses)	81.000,00	20,25	20,25	20,25	81.000,00	81.000,00	81.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 20	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 21	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 22	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 23	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	TÚNEL 24	Ventilador túnel con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090211	Ventilador tratamiento de aires con variador	576.000,00	0	72,00	72,00	72,00	576.000,00	576.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090212	Ventilador tratamiento de aires con variador	576.000,00	0	72,00	72,00	72,00	576.000,00	576.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090213	Ventilador tratamiento de aires con variador	39.600,00	4,95	4,95	4,95	39.600,00	39.600,00	39.600,00
COMPOSTAJE	OF2021090214	Ventilador tratamiento de aires con variador	576.000,00	0	72,00	72,00	72,00	576.000,00	576.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090215	Ventilador tratamiento de aires con variador	66.600,00	8,33	8,33	8,33	66.600,00	66.600,00	66.600,00
COMPOSTAJE	OF2021090216-1	Ventilador tratamiento de aires con variador	108.000,00	0	13,50	13,50	13,50	108.000,00	108.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090216-2	Ventilador tratamiento de aires con variador	108.000,00	0	13,50	13,50	13,50	108.000,00	108.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090216-3	Ventilador tratamiento de aires con variador	108.000,00	0	13,50	13,50	13,50	108.000,00	108.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090217-1	Ventilador tratamiento de aires con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE	OF2021090217-2	Ventilador tratamiento de aires con variador	162.000,00	0	20,25	20,25	20,25	162.000,00	162.000,00
COMPOSTAJE		4 ventiladores murales galería	17.280,00	2,16	2,16	2,16	17.280,00	17.280,00	17.280,00
COMPOSTAJE		Sistema dosificador fungicida	888,37	4,85	4,85	4,85	888,37	888,37	888,37

PROCESO	id	Descripción	Consumo kWh/año	Potencia kW P1	Potencia kW P2	Potencia kW P3	Energía kWhP1	Energía kWhP2	Energía kWhP3
COMPOSTAJE		Bomba de dosificación reactivos	2.687,03	14,68	14,68	14,68	2.687,03	2.687,03	2.687,03
COMPOSTAJE	DRENAJES	Bomba sumergible de lixiviados	1.747,62	4,79	4,79	4,79	1.747,62	1.747,62	1.747,62
COMPOSTAJE	OF10F002	Bomba horizontal bombeo lixiviados	17.476,20	4,79	4,79	4,79	17.476,20	17.476,20	17.476,20
COMPOSTAJE		Scrubbers PP torre de lavado 2	212.800,0	0	26,60	26,60	212.800,00	212.800,00	0
COMPOSTAJE		Cuadros electricos, reles, enchufes, señalización,,,,,	10.108,00	1,26	1,26	1,26	10.108,00	10.108,00	10.108,00
COMPOSTAJE		4 -Bolmbas centrífugas scrubbers	156.408,0	0	19,55	19,55	156.408,00	156.408,00	0
COMPOSTAJE		Control y reconocimiento proceso	2.347,45	1,33	1,33	1,33	2.347,45	2.347,45	2.347,45
COMPOSTAJE		Báscula	3.360,00	2,80	2,80	2,80	3.360,00	3.360,00	3.360,00
AFINO DE COMPOST	OF07P019	Alimentador línea de afino con rotor dosificador	5.486,25	4,99	4,99	4,99	5.486,25	5.486,25	5.486,25
AFINO DE COMPOST	OF07P020	Cinta recogida de dosificador de afino	2.194,50	2,00	2,00	2,00	2.194,50	2.194,50	2.194,50
AFINO DE COMPOST	OF07P021	Cinta alimentación a Trómel de afino	2.926,00	2,66	2,66	2,66	2.926,00	2.926,00	2.926,00
AFINO DE COMPOST	OF07P022	Trómel de afino con 2 puntos de captación de polvo	21.945,00	19,95	19,95	19,95	21.945,00	21.945,00	21.945,00
AFINO DE COMPOST	OF07P023	Cinta recogida rebose de Trómel	2.194,50	2,00	2,00	2,00	2.194,50	2.194,50	2.194,50
AFINO DE COMPOST	OF07P024	Cinta transporte rebose de Trómel hacia troje estructurante	2.194,50	2,00	2,00	2,00	2.194,50	2.194,50	2.194,50
AFINO DE COMPOST	OF07P025	Cinta recogida < 10 mm de Trómel y alimentación a mesa densimétrica	1.609,30	1,46	1,46	1,46	1.609,30	1.609,30	1.609,30
AFINO DE COMPOST	OF07P026	Cinta recogida < 10 mm de Trómel y alimentación a mesa densimétrica	1.609,30	1,46	1,46	1,46	1.609,30	1.609,30	1.609,30
AFINO DE COMPOST	OF07P027	Mesa densimétrica con filtro de mangas	65.835,00	59,85	59,85	59,85	65.835,00	65.835,00	65.835,00
AFINO DE COMPOST	OF07P028	Cinta de salida de compost de mesa densimétrica	2.194,50	2,00	2,00	2,00	2.194,50	2.194,50	2.194,50
AFINO DE COMPOST	OF07P029	Cinta salida de	1.609,30	1,46	1,46	1,46	1.609,30	1.609,30	1.609,30

PROCESO	id	Descripción	Consumo kWh/año	Potencia kW P1	Potencia kW P2	Potencia kW P3	Energía kWhP1	Energía kWhP2	Energía kWhP3
		pesados/rechazos de mesa densimétrica							
AFINO DE COMPOST	OF07P030	Cinta salida de pesados/rechazos de mesa densimétrica hacia troje	1.609,30	1,46	1,46	1,46	1.609,30	1.609,30	1.609,30
AFINO DE COMPOST	OF07P031	Cinta de rechazos reversible pivotante a compactadores	1.609,30	1,46	1,46	1,46	1.609,30	1.609,30	1.609,30
SERVICIOS GENERALES		ALUMBRADO EDIFICIOS DE PROCESO Y COMPOSTAJE	14.000,00	14,00	14,00	14,00	14.000,00	14.000,00	14.000,00
SERVICIOS GENERALES		ALUMBRADO VIALES Y ACCESO NOCTURNO (MEDIA 10 HORAS/DIA)	20.440,00	7,00	7,00	7,00	20.440,00	20.440,00	20.440,00
SERVICIOS GENERALES		TOMAS DE CORRIENTE FUERZA	70.000,00	17,50	17,50	17,50	70.000,00	70.000,00	70.000,00
SERVICIOS GENERALES		CLIMATIZACIÓN Y TOMAS DE CORRIENTE EDIFICIO DE CONTROL Y ACCESO	18.750,00	2,50	2,50	2,50	18.750,00	18.750,00	18.750,00

20.02 PLANOS



- Superficies Generales y Viales 30.672 m²
- Superficies Generales y Viales 12.607 m²
- Superficie plataforma descargas 455 m²
- Superficie playas descargas 2.514 m²
- Superficie área Pretratamiento FORM 1.072 m²
- Superficie área de Pesaje y Acopio 495 m²
- Superficie área Fermentación 5.005 m²
- Superficie área Maduración 5.636 m²
- Superficie área Afino 665 m²
- Superficie área almacenamiento compost 978 m²
- Superficie área Biofiltros 1.023 m²
- Superficie área Edif. Control/Básculas 222 m²