



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PLANTA INTEGRAL DE RECICLAJE DE R.S.U.

Trabajo realizado por:

Jairo Repiso Nieto

Dirigido:

Ignacio García Utrilla

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

Santander, Junio de 2015

TRABAJO FINAL DE GRADO

RESUMEN

El presente proyecto tiene por finalidad describir una sencilla solución para una nave industrial, en la localidad de Revilla de Camargo, de dimensiones:

- 140 m de longitud
- 77 m de anchura
- 15,6 m de altura

Dicha nave será diseñada con perfiles HEB 400, IPE 300 e IPE 500, todos ellos contruidos de acero S-275-JR.

La nave será construida para instalar en su interior una planta de reciclaje de residuos sólidos urbanos.

La instalación comenzará su construcción el 1 de marzo de 2016, y tendrá una duración total de 676 días, finalizando el 1 de octubre de 2018.

La planta se espera que tenga una vida útil de 20 años, y se dimensionarán los equipos para una entrada anual de 175.000 toneladas por año, aunque, para asegurar un correcto funcionamiento de la planta ante las entradas de pico que puedan producirse, la planta se sobredimensionará en un 20 %, que son 205.000 toneladas por año.

La composición de los materiales de entrada es de:

- Materia orgánica: 41,91 %
- Otros orgánicos biodegradables: 18,83 %
- Papel/cartón: 13,84 %
- Botellas de vidrio: 5,6 %
- Envases ligeros domésticos (plástico): 10,04 %
- Envases ligeros domésticos (no plástico): 4,91 %
- Domésticos peligrosos: 0,55 %
- Granel: 0,49 %
- Inerte: 0,85 %
- Otros/diversos: 2,98 %

Que además se espera que tengan una densidad de 0,35 t/m³.

Los equipos utilizados en la planta tendrán las siguientes características y/o dimensiones:

- Búnker de pesaje: 5.800 m³
- Rendimiento de la grúa suministradora: 55 t/hora
- Rendimiento de la cinta transportadora: 252 m³/hora
- Capacidad segundo búnker: 465 m³
- Rendimiento de la segunda grúa: 37 t/hora
- Boxes: 13 boxes de 30 m

El proceso está diseñado utilizando la nueva tecnología de la empresa alemana Herhof, la cual utiliza boxes para el biosecado de los residuos.

Una vez el box se llena, se cierra herméticamente y se produce el proceso de descomposición biológica intensiva con una duración aproximada de 7-10 días, gracias a esta tecnología es posible controlar durante todo el proceso la ventilación producida en el interior.

Tras este proceso conseguimos reducir el contenido de agua, lo que nos consigue aumentar considerablemente el poder calorífico de los residuos que serán llevados a la planta de incineración, y además nos permite obtener unos mejores resultados en la separación mecánica.

El primer paso de esta separación consiste en una separación de los metales, que consta de dos fases, una primera que separa los metales ferrosos mediante separadores de imanes, y una segunda fase que separa los metales no ferrosos utilizando un separador de corrientes de Faucault.

Tras esto, se produce una separación por separador balístico, el cual separa el total en 3 fracciones dependiendo de su tamaño y forma.

Las fracciones combustibles son llevadas a la línea de producción de Combustible Derivado de Residuos, mientras que las más desfavorables se reconducen a nuevos procesos, como un separador por infrarrojos, en las que se consiguen recuperar las fracciones combustibles.

Además en este proyecto se incluye unos sistemas de tratamiento de aire y de agua, de forma que el aire y el agua que se expulse cumpla con las características impuestas por la normativa, en cuanto a términos de calidad.

También cabe mencionar, que el proyecto incluye la oferta de un sistema de control completamente informatizado, desarrollado por la propia empresa que distribuye los boxes, el cual nos permite controlar todas las fases del proceso..

Por último, se incorpora un protocolo de puesta en marcha, el cual nos dicta las operaciones y pasos a seguir para poner en marcha los distintos equipos y el conjunto de la instalación.

Finalmente, el presupuesto base licitación de este proyecto asciende a 35.077.043,04 euros.

SUMMARY

The purpose of this Project is to describe a simple solution to a industrial ship in Revilla de Camargo, whose dimensions are:

- 140 m length
- 77 m width
- 15,6 m height

This ship will be designed with profiles HEB 400, IPE 300 and IPE 500, all built of steel quality S-275-JR.

The ship will be built to install inside a recycling plant of municipal solid waste.

The construction will begin on March 1, 2016, and will have a total duration of 676 days, ending on October 1, 2018.

The plant will have a useful life of 20 years, and it will be sized for an annual input of 175.000 tons, although, to ensure a correct operation of the plant with the peak inputs, the plant will be oversized a 20 %, which mean that it will have an annual input of 205.000 tons.

The composition of the input materials is:

- Compostable organics: 41,91 %
- Other biodegradable organics: 18,83 %
- Paper/cardboard: 13,84 %
- Glass bottles: 5,6 %
- Domestic light packaging (plastic): 10,04 %
- Domestic light packaging (non plastic): 4,91 %
- Domestic hazardous: 0,55 %
- Bulk: 0,49 %
- Inert: 2,98 %
- Other: 2,98 %

It density is 0,35 t/m³.

The equipment used in the plant will have the following dimensions:

- Weighing bunker: 5.800 m³
- Performance of the delivery crane: 55t/h
- Performance of the conveyors: 252 m³/h
- Next bunker: 465 m³
- Boxes: 13 boxes of 30 m

The process is designed using the new technology of the German company "Herhof", with the new biodried boxes.

Once the box is full, it is sealed and then happens the intensive biological decomposition, with a duration of 7-10 days, thanks to this technology, we can control the ventilation inside the boxes throughout this process.

With this process we reduce the water content of the materials, which increase the calorific value of the waste that will be brought to the incinerator, and allow us to obtain better results in mechanical separation.

The first step of this separation is a separation of metals, consisting of two phases, the first of them we separate the ferrous metals with a magnet separator, and in the second phase we separate the non-ferrous metals using an eddy current separator.

After this separation, the next step is a separation with a ballistic separator, which separates the mixture in 3 fractions depending on their size and shape.

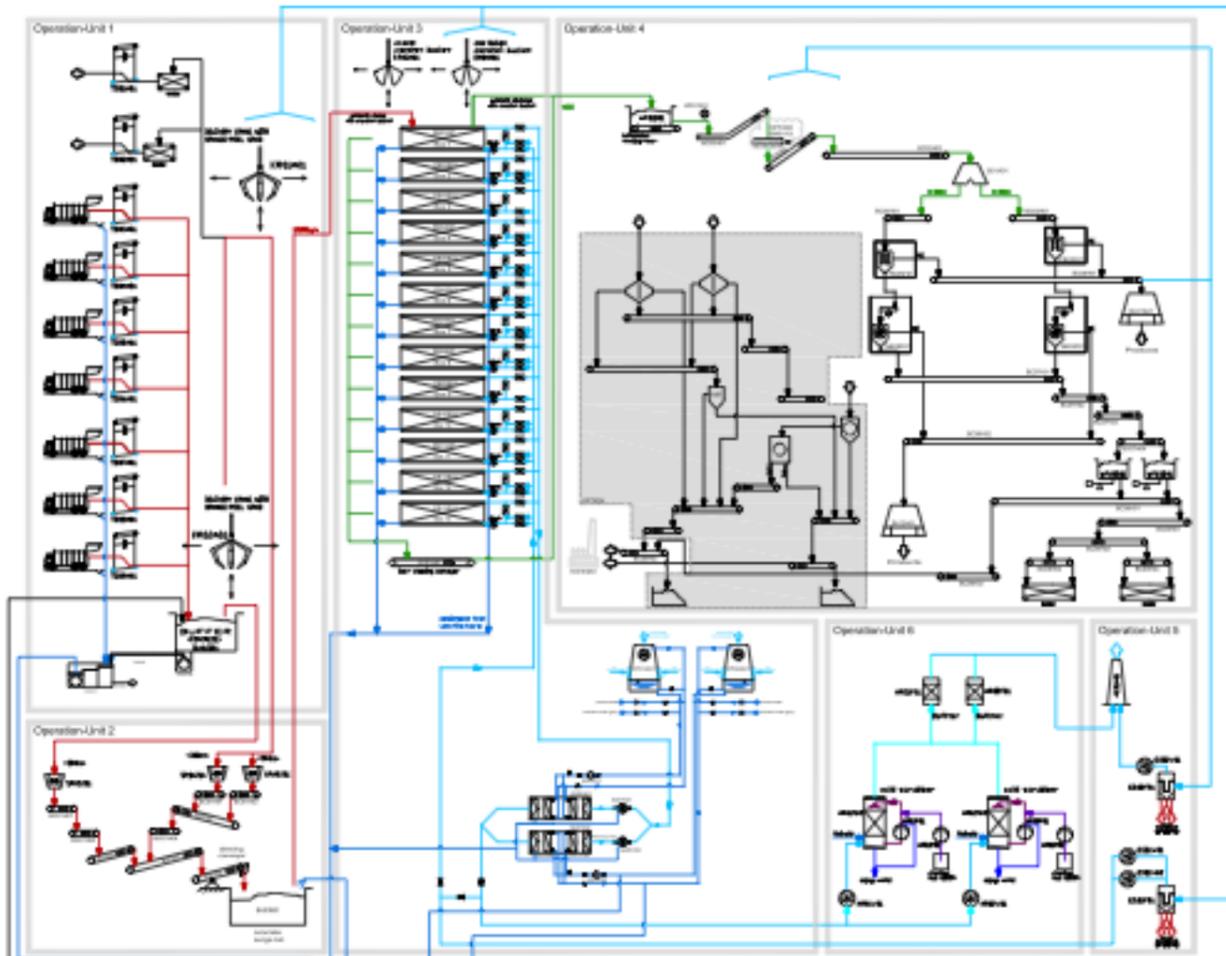
The fuel fractions are brought to the production of a Refuse Derived Fuel, while the unfavorable fractions have new processes to improve their efficiency, as a near infrared separator, where we can recover the fuel fractions.

Also in this project are included air and water treatment systems, to eject the air and the water with the characteristics required by the law.

The project also includes a fully computerized control system, that allow us to control all the phases of the process.

Finally, is included an implementation protocol, which dictates the operations and the steps to implement the equipments and the entire installation.

The bidding budget of this Project is 35.077.034,43 €.



<p>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p> <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p> <p>ÁREA DE PROYECTOS</p> 	
TIPO	PROYECTO FIN DE CARRERA INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
TÍTULO en castellano	PLANTA INTEGRAL DE RECICLAJE DE R.S.U.
TÍTULO en inglés	RECYCLING PLANT OF M.S.W
PROVINCIA	PROVINCIA
TÉRMINO MUNICIPAL	REVILLA DE CAMARGO
TOMO	I (Y ÚNICO)
DOCUMENTOS	<p>DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA</p> <p>DOCUMENTO Nº 2 PLANOS</p> <p>DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES</p> <p>DOCUMENTO Nº 4 PRESUPUESTO</p>
AUTOR	JAIRO REPISO NIETO
PRESUPUESTO	FECHA
P.B.L 35.077.043,04 €	JUNIO de 2015

ÍNDICE

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

1. OBJETIVOS
2. REQUISITOS GENERALES
3. UBICACIÓN DE LA PLANTA
4. PLANTEAMIENTO URBANO
5. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
6. CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
7. MOVIMIENTO DE TIERRAS
8. CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

ANEJOS A LA MEMORIA:

- ANEJO N° 1: UBICACIÓN DE LA OBRA
- ANEJO N° 2: GEOLOGÍA
- ANEJO N° 3: GEOTECNIA
- ANEJO N° 4: LABORES PREVIAS
- ANEJO N° 5: CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
- ANEJO N°6: DISEÑO DE LA NAVE
- ANEJO N° 7: DIMENSIONAMIENTO INICIAL DE LA PLANTA
- ANEJO N° 8: DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS
- ANEJO N°9: PLAN DE OBRA
- ANEJO N° 10: CURVAS INFORMATIVAS
- ANEJO N° 11: REFERENCIAS DE LOS EQUIPOS
- ANEJO N° 12: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

DOCUMENTO N° 2: PLANOS

- PLANO N° 1: SITUACIÓN
- PLANO N° 2: LOCALIZACIÓN
- PLANO N° 3: DIAGRAMA DEL PROCESO DE LOS RESIDUOS
- PLANO N° 4: SECCIÓN DEL BÚNKER DE PESAJE
- PLANO N° 5: SECCIÓN DE LA TRITURADORA

DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

1. CONSIDERACIONES GENERALES
2. CONSIDERACIONES DE LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES
3. CONDICIONES ECONÓMICAS
4. LABORES EFECTUADAS
5. MATERIALES EMPLEADOS
6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
7. PROTOCOLO DE PUESTA EN MARCHA

DOCUMENTO N° 4: PRESUPUESTO

- NAVE: CUADRO DE PRECIOS N° 1
- NAVE: CUADRO DE PRECIOS N° 2
- NAVE: PRESUPUESTO
- INSTALACIONES: PRESUPUESTO



ÍNDICE

1. OBJETIVOS	3
2 REQUISITOS GENERALES	3
3 UBICACIÓN DE LA PLANTA	3
3.1 DATOS GEOTÉCNICOS.....	3
3.2 DATOS CLIMATOLÓGICOS.....	3
3.2.1 TEMPERATURA	3
3.2.2 HUMEDAD.....	4
4 PLANTEAMIENTO URBANO	4
5 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	4
6 CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	4
7 MOVIMIENTO DE TIERRAS	4
8 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	5
8.1 CAPACIDAD	5
8.1 FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA	5
8.2 DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA	5
8.3 ENTRADA DE RESIDUOS.....	5
8.3.1 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS.....	5
8.3.2 DENSIDAD.....	5
8.3.3 MENOR PODER CALORÍFICO.....	5
8.3.4 HUMEDAD.....	5
8.3.5 OTRAS CONSIDERACIONES.....	5
8.4 POZOS DE RECEPCIÓN DE RESIDUOS.....	6
8.5 PUENTES GRÚA.....	6
8.6 TRITURADORAS.....	6
8.7 SECCIÓN DE BIO-SECADO.....	6
8.8 REQUISITOS DE LOS RESIDUOS DE SALIDA (BIO-SECADO)	7
8.8.1 MENOR PODER CALORÍFICO.....	7
8.8.2 PÉRDIDA DE MASA	7
8.8.3 HUMEDAD.....	7
8.8.4 TAMAÑO DE GRANO.....	7
8.9 PROCESO DE REFINADO	7
8.10 REQUISITOS DE SALIDA (MATERIALES RECUPERADOS).....	7
8.10.1 METALES FERROSOS.....	7
8.10.2 METALES NO FERROSOS.....	7
8.11 TRATAMIENTO DE AIRE	7
8.12 LÍMITES DE EMISIÓN DESPUÉS DE LOS BIOFILTROS	7
8.13 LÍMITES DE EMISIÓN TRAS LOS FILTROS DE MANGAS.....	8
8.14 TRATAMIENTO DE AGUA.....	8
8.14.1 PARÁMETROS MÁXIMOS DE AGUAS RESIDUALES.....	8
8.15 REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8
8.15.1 VOLTAJE NOMINAL.....	8
8.15.2 NÚMERO DE FASES.....	8
8.15.3 FRECUENCIA.....	8
8.16 NIVEL DE RUIDO	9

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA



8.17 CONSIDERACIONES DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....9
8.18 GARANTÍA.....9

ANEJO Nº 1: UBICACIÓN DE LA OBRA
ANEJO Nº2: GEOLOGÍA
ANEJO Nº 3:GEOTECNIA
ANEJO Nº 4:LABORES PREVIAS
ANEJO Nº 5: CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
ANEJO Nº 6:DISEÑO DE LA NAVE
ANEJO Nº 7: DIMENSIONAMIENTO INICIAL DE LA PLANTA
ANEJO Nº 8:DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS
ANEJO Nº 9: PLAN DE OBRA
ANEJO Nº 10: CURVAS INFORMATIVAS
ANEJO Nº 11: REFERENCIAS DE LOS EQUIPOS
ANEJO Nº 12: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN



1. OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es definir una posible alternativa, a la planta de tratamiento de R.S.U. de Santander, ubicada en Meruelo, para ello se definirá una nueva planta, de la que definiremos detalladamente su proceso operacional completo, y de la que se ofrecerá una sencilla solución de la nave donde será ubicada dicha planta, con el fin de poder ser ampliado el estudio de dicha nave en caso de ser necesario.

La instalación biosecado descrita en el presente documento se describe para ser instalada inmediatamente acorde con los plazos previstos en el anejo 6 (cronograma) . Esta instalación recibirá los residuos domésticos municipales procedentes de la recogida no selectiva.

El objetivo de la instalación es secar el material de entrada utilizando el calor generado por la descomposición aerobia. Por lo tanto, el material de salida, que será enviado a la planta de incineración, tendrá menor masa y mayor poder calorífico.

2 REQUISITOS GENERALES

La instalación completa debe estar diseñado para encajar en el edificio principal. Las medidas exteriores del edificio son:

- 140 m de largo.
- 77 m de ancho.
- 15,6 m de altura.

La planta debe estar diseñado para un servicio de 20 años.

Cualquier maquinaria o equipo deben ser entregados con sus certificados de calidad propia, de garantía y CE. También tendrán placas de acero de identificación con un número de pieza que coincida con los de los planos, especificaciones técnicas, software de control, etc.

Todos los componentes críticos y maquinaria deben ser redundantes con el fin de evitar, tanto como sea posible, una parada general de la planta.

3 UBICACIÓN DE LA PLANTA

La nave se sitúa en las inmediaciones de Revilla de Camargo, concretamente en el polígono La Verde.

3.1 DATOS GEOTÉCNICOS

La cimentación se asienta sobre un terreno rocoso, muy adecuado para ello. Siendo el tipo de roca de carácter calizo, con presencia de arcillas bioclásticas y margas. Los datos a utilizar para la redacción del proyecto son:

- Densidad: 19 KN/m³
- Resistencia a Compresión: 800 – 1500 kg/cm² (78.4MPa- 147MPa)
- Clasificado como Moderadamente dura – Dura
- Sedimentaria no granulares:
 - Capacidad de Carga: Muy Alta
 - Modificación en Presencia de Agua: Nula - Compactabilidad: Difícil
 - Alterabilidad Porenal: Muy Baja
 - Difícil de excavar, rasantear y compactar

Estas características corresponden a una roca caliza sana.

3.2 DATOS CLIMATOLÓGICOS

3.2.1 TEMPERATURA

Temperatura media anual: 15 °C.

Temperatura máxima absoluta: 40 °C.

Temperatura mínima absoluta: -10 °C.

Temperatura máxima media: 26 °C.

Temperatura mínima media: 4 °C.



3.2.2 HUMEDAD

Humedad anual media: 75 %.

Como se observa en los datos mostrados, Es un clima donde las temperaturas rara vez son extremas, con limitada oscilación térmica. En contra, presenta una humedad muy elevada, lo que favorece la presencia de vegetación.

Predomina un clima húmedo y brumoso, con inviernos suaves, veranos frescos, aire húmedo, abundante nubosidad y precipitaciones abundantes durante todos los meses del año.

4 PLANTEAMIENTO URBANO

La parcela tiene forma rectangular con una superficie hábil de 22.400 m² y dimensiones de 160m x 140m. La zona edificada de la parcela, la cual ocupa la nave, es de 10.780 m², lo que equivale a un 48 % de ocupación. El resto de la superficie no edificada servirá para construir vías de acceso y aparcamientos.

5 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A la hora de definir la nave, se opta por una nave metálica dado que nos ofrece una estructura más ligera, una ejecución de obra más sencilla y rápida, y un precio menor que si se hubiera optado por una estructura de hormigón

Además, en cuanto a su forma se optó por la solución más sencilla que cumplía con los requisitos requeridos.

En cuanto al proceso desarrollado en la planta, se ha optado por la tecnología de boxes de la compañía alemana Herhof, la cual se detallará más adelante, debido a que nos ofrece diversas ventajas, como pueden ser:

- Es independiente a la temperatura ambiente.
- El proceso de compostaje está controlado.
- Cortos periodos de procesamiento.
- Calidad del compost homogénea.
- Menor utilización de tierra.
- Menor despliegue de mano de obra.

- Proceso automatizado.
- Reducción de los costes de transporte y de ejecución.

6 CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La obra proyectada está formada por un edificio industrial de forma rectangular con una cubierta a dos aguas.

La nave industrial tiene unas dimensiones de 140X77 m lo que hace una superficie de 10.780 m². Está construida de acero S-275-JR con características citadas a continuación.

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f _y (N/mm ²)			Tensión de rotura f _u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

7 MOVIMIENTO DE TIERRAS

El primer trabajo a realizar será el acondicionamiento del terreno, con la eliminación total de posibles zonas cubiertas de materia vegetal

Todos los metariales procedentes de la excavación de la parcela serán llevados a vertedero.



8 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

8.1 CAPACIDAD

La instalación debe ser sobredimensionado al menos un 20% con el fin de absorber los picos de entrada estacionarios. Esto significa:

Nominal: 170.000 toneladas/año.

Diseño: 205.000 toneladas/año.

Además, cada máquina debe ser sobredimensionado de acuerdo a su disponibilidad para absorber indisponibilidades operacionales debido a la limpieza, reparación, mantenimiento, etc.

El proceso debe ser lo suficientemente flexible como para permitir que la planta funcione a capacidad parcial y con una composición de material de entrada fuera del rango de tolerancia.

8.1 FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA

Recepción de residuos: 24 horas/día, 365 días/año.

Pre-tratamiento y refinación: 2 turnos/día, 6,5 horas efectivas/turnos, 6 días/semana, excepto los días festivos y domingos (297 días/año).

Instalación de bio-secado, tratamiento del aire, etc: 24 horas/día, mínimo 350 días/año.

8.2 DISPONIBILIDAD DE LA PLANTA

La disponibilidad anual de la planta será de 95,9%, lo que significa un máximo de 15 días anuales de parada total de la planta.

8.3 ENTRADA DE RESIDUOS

8.3.1 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

ELEMENTO	% PESO	TOLERANCIA
Materia orgánica ⁽¹⁾	41,91	40-44
Otros orgánicos biodegradables (excepto papel) ⁽²⁾	18,83	17-20
Papel/cartón	13,84	13-15
Botellas de vidrio	5,60	5-6
Envases ligeros domésticos (plástico)	10,04	10-12
Envases ligeros domésticos (no plástico)	4,91	4,5-5,3
Domésticos peligrosos	0,55	0,3-0,8
Granel	0,49	0,3-0,7
Inerte	0,85	0,3-1,4
Otros/diversos	2,98	2-4
TOTAL	100,00	

⁽¹⁾ Incluyendo restos animales y vegetales como alimentos, restos de podas o jardinería, etc. (capacidad de fermentación rápida)

⁽²⁾ Incluyendo celulosa (excepto papel y cartón) restos textiles, madera, cauchos naturales, cuero, etc. (capacidad de fermentación lenta).

8.3.2 DENSIDAD

La densidad aparente esperada para el material de entrada será de 0,35 t/m³.

8.3.3 MENOR PODER CALORÍFICO

El menor poder calorífico previsto para los residuos de entrada será 1,900 a 2,100 kcal/kg. El valor considerado para los cálculos será 2.000 kcal/kg.

8.3.4 HUMEDAD

La humedad esperada para los residuos de entrada será en torno al 38% -42%. Su valor máximo esperado será del 45%. El valor por defecto para los cálculos será de 41%.

8.3.5 OTRAS CONSIDERACIONES

En condiciones normales, hasta el 100% del material de entrada podría estar en bolsas de plástico.



Habrà una estaci3n de prensado que producirà fardos de plàstico sellados en caso de una parada a largo plazo (màs de 3 dÌas, que es aproximadamente la capacidad de los pozos) de una de las plantas (planta de bio-secado o planta incineradora). Esos fardos tendràn un tamaõ de 2 m³ y un peso de 2 toneladas aproximadamente. Si la planta de incineraci3n se detiene, entonces el material de salida del proceso de secado se embala y se almacena. Sin embargo, si la planta de bio-secado se detiene, entonces se embala el material de entrada (húmedo). Esto significa que los residuos de entrada de nuestro proceso puede ser tambièn en fardos.

8.4 POZOS DE RECEPCI3N DE RESIDUOS

Los residuos de entrada seràn descargados en un pozo (bunker de profundidad) con un contenido neto mÌnimo de 4.800 m³ (nivel hidràulico).

El foso de recepci3n de residuos de entrada tendrà 7 posiciones de descarga. Cada una de esas posiciones de descarga tendrà su propia apertura y cierre de puerta ràpido, equipado con un semàforo con el fin de dar permiso a los conductores de camiones para descargar su carga.

Los lixiviados originados en el foso de recepci3n de residuos de entrada seràn impulsados por una bomba de trituraci3n al tanque de lixiviaci3n, junto con el agua de proceso residual. Una vez allÌ, se recirculan al proceso de bio-secado cuando sea posible y necesario.

Habrà un àrea ademàs de la fosa con espacio para dos contenedores de 9 m³ con el fin de separar el material voluminoso de los residuos de entrada. Esos recipientes deben ser accesibles por los camiones de la plataforma de descarga.

Debido al concepto arquitect3nico del complejo, habrà una plataforma única para los camiones entrantes, tanto para el bio-secado como para las plantas de incineraci3n (la plataforma estarà entre ambos edificios). Esto significa que la recepci3n de los residuos serà en la fachada sur del edificio proceso de bio-secado. Por lo tanto, el proceso serà en direcci3n norte.

8.5 PUENTES GRÚA

Habrà puentes cuchara (uno de ellos como repuesto). Cada uno de ellos debe ser dimensionado para la capacidad total de la planta, debe tener su propio sistema de pesaje, y debe ser capaz de trabajar en modo automàtico (posicionamiento, descenso, carga, cierre de agarre, ascenso, traslado, pesaje, descarga), modo semiautomàtico (una vez cargado y cerrado el agarre, el ascenso, el traslado, el pesaje y la descarga seràn automàticas. La descarga podrà realizarse manualmente tambièn), y el modo manual. Deben ser previstas unas àreas de servicio para las grúas para prever las labores de mantenimiento.

Los puentes cuchara se pueden controlar desde la sala de control. Esta sala estarà ubicada de manera que el operador tenga una buena vista del interior del pozo. El àrea de control tendrà dos consolas con dos manipuladores cada uno.

8.6 TRITURADORAS

Habrà por lo menos dos trituradoras, una de ellas como repuesto. Deben dimensionarse considerando 13 horas/dÌa, 297 dÌas/año y una densidad de entrada de 0,2 t/m³ (criterios conservadores).

Las trituradoras estaràn basadas en las cuchillas y con una baja velocidad de rotaci3n. Las cuchillas deben ser ràpida y fàcilmente intercambiables sin la necesidad de reemplazar los ejes.

El material corriendo fuera de las trituradoras serà menor de 300 mm. Cuando sea necesario, un tamiz de control puede ser instalado para garantizar el tamaõ mÌximo del material.

Habrà un pozo secundario que actuarà como un búnker intermedio para el material triturado. Las trituradoras se pueden instalar directamente en ese pozo o, de lo contrario, el material triturado debe ser transportado a la fosa por medio de cintas transportadoras.

8.7 SECCI3N DE BIO-SECADO

El material se alimenta desde el búnker intermedio mencionado anteriormente por medio de puentes cuchara u otros dispositivos de carga (maquinaria m3vil, tales como cargadores de ruedas no està permitido).

Los túneles/boxes deben estar completamente automatizados (carga, descarga y separaci3n de material cuando sea necesario). Sin embargo, una construcci3n que hace posible cargar/descargar los túneles/boxes por medio de maquinaria m3vil en caso de emergencia serà aconsejable.

La tapa superior de los boxes serà de acero y estarà sellada. Un dispositivo automàtico de limpieza eliminarà toda la basura acumulada en las tapas y lo enviarà de vuelta a la fosa diaria.

Dependiendo del proceso, el ciclo de secado material debe ser entre 7 y 17 dÌas.

Una vez que el proceso de bio-secado termina, el material serà impulsado por medio de un puente cuchara o cualquier otro dispositivo automàtico a la secci3n de refinado.



8.8 REQUISITOS DE LOS RESIDUOS DE SALIDA (BIO-SECADO)

8.8.1 MENOR PODER CALORÍFICO

El menor poder calorífico de los residuos procedentes del bio-secado será 2,600 - 3,200 kcal/kg.

8.8.2 PÉRDIDA DE MASA

La reducción de la masa durante el proceso de bio-secado será superior a un 25%.

8.8.3 HUMEDAD

La humedad del material procedente del bio-secado será inferior al 20%.

8.8.4 TAMAÑO DE GRANO

El tamaño de grano del material procedente del bio-secado será más inferior a 300 mm.

8.9 PROCESO DE REFINADO

Consistirá únicamente en una separación metálica e incluirá un separador magnético, una corriente de Foucault y 2 prensas independientes (una para metales ferrosos y otra para los metales no ferrosos). Sin embargo se requiere prever una reserva de espacio además de la sección de separación de metal con el fin de instalar (en el futuro) un proceso de separación y granulación inerte complementaria para la preparación de CDR.

Toda la maquinaria y transportadores deben limitarse para evitar la emisión de polvo.

Una vez refinado, los residuos de bio-secado y libres de metal, serán impulsados por medio de cintas transportadoras a la fosa (bunker profundo) de la planta de incineración. Todos los transportadores serán completamente cubiertos para evitar las emisiones de polvo, pero esas cubiertas tendrán las escotillas de inspección necesarias para acceder fácilmente al interior del transportador.

El material conducido a la fosa de la planta de incineración debe sopesarse en tiempo real con un error máximo del 0,1%.

8.10 REQUISITOS DE SALIDA (MATERIALES RECUPERADOS)

8.10.1 METALES FERROSOS

El contenido ferroso será superior al 80%.

Contenido inapropiado (referido al material húmedo) será inferior al 20%.

La densidad del material embalado será mayor de 800 kg/m³.

8.10.2 METALES NO FERROSOS

La pureza de metales no ferrosos será superior al 65%.

Contenido inapropiado (referido al material húmedo) será inferior al 35%.

La densidad del material embalado será mayor de 500 kg/m³.

8.11 TRATAMIENTO DE AIRE

El aire procedente del pozo de recepción de residuos y del área de los boxes de biosecado, se utilizará, cuando sea posible, como aire del proceso, con su posterior humidificación y tratamiento de biofiltro. El aire del área de refinado, donde se espera que la concentración de olor sea baja y se espera que la concentración de partículas sea alta, se puede tratar en un ciclón y/o filtro de mangas. El foco de emisión del filtro de manga será, al menos, 1 m más alto que el edificio más cercano.

El volumen de aire total de todas las zonas debe ser cambiado por completo, al menos, dos veces por hora. Todas las zonas deben ser despresurizadas, a fin de evitar las emisiones de olores.

Los biofiltros serán de hormigón y se dividirán en cuatro secciones independientes que operarán en paralelo.

Los biofiltros se dimensionan para un tiempo de retención mínimo de 30 segundos, y su carga será de 80 m³/(m²·h).

Un sistema de lavado químico opcional por medio de ácido sulfúrico se instalará en caso de que sea necesario para el cumplimiento de los límites de emisión.

8.12 LÍMITES DE EMISIÓN DESPUÉS DE LOS BIOFILTROS

La máxima concentración de contaminantes en el aire tratado con los biofiltros será:



CONTAMINANTE	EMISIÓN
Partículas	< 30 mg/Nm ³
Total carbono orgánico	< 50 mg/Nm ³
HCl	< 30 mg/Nm ³
HF	< 5 mg/Nm ³
H ₂ S	< 5 mg/Nm ³
NH ₃	< 5 mg/Nm ³
Odour (EN13725)	< 1.000 OU _ε /Nm ³

8.13 LÍMITES DE EMISIÓN TRAS LOS FILTROS DE MANGAS

La máxima concentración de contaminantes en el aire tratado con los filtros de mangas será:

CONTAMINANTE	EMISIÓN
Partículas	< 10 mg/Nm ³
Odour (EN13725)	< 1.000 OU _ε /Nm ³

8.14 TRATAMIENTO DE AGUA

Cuando los lixiviados no son utilizables en el proceso de bio-secado, serán conducidos a una planta de tratamiento de agua con el fin de lograr con los parámetros máximos de aguas residuales.

8.14.1 PARÁMETROS MÁXIMOS DE AGUAS RESIDUALES

Los parámetros máximos de aguas residuales serán:

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR MÁXIMO
pH	-	5,5-9,5
Partículas	mg/l	600
Sólidos grandes	-	No
DBO ₅	mgO ₂ /l	1.000
DQO	mgO ₂ /l	1.800
Temperatura	°C	40
Color	Imperceptible dilución	por 1/100
Aceites y grasa	mg/l	100
Arsénico (As)	mg/l	1
Boro (B)	mg/l	5
Cadmio (Cd)	mg/l	0,20
Cromo VI (Cr VI)	mg/l	1
Total cromo	mg/l	4
Hierro (Fe)	mg/l	25
Manganeso (Mn)	mg/l	5

Níquel (Ni)	mg/l	3
Mercurio (Hg)	mg/l	0,05
Plomo (Pb)	mg/l	1
Selenio (Se)	mg/l	0,50
Estaño (Sn)	mg/l	2
Cobre (Cu)	mg/l	1
Zinc (Zn)	mg/l	4
Plata (Ag)	mg/l	1
Aluminio (Al)	mg/l	20
Total fenoles	mg/l	2
Formaldehído (CH ₂ O)	mg/l	10
Detergentes	mg/l	10
Total cianuro	mg/l	1
Sulfatos	mg/l	1.000
Sulfuros	mg/l	2
Nitrógeno amoniacal	mg/l	40
Total nitrógeno Kjeldahl	mg/l	100
Fluoruros	mg/l	10
Total fosfuros	mg/l	15
Cloruro	mg/l	1.500
Clorina	mg/l	2,5
Halógenos orgánicos absorbibles	mg/l	30
Toxicidad	Equitox/m ³	50
Volumen de flujo	-	F _{max} < 3·F _{media}

8.15 REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.15.1 VOLTAJE NOMINAL

La tensión nominal de la instalación eléctrica será 400/231 V.

8.15.2 NÚMERO DE FASES

La energía eléctrica será entregado por medio de 3 fases + neutro

El neutro - esquema de planta que se utilizará será TN-S (separados los neutro y los cables de tierra).

8.15.3 FRECUENCIA



La frecuencia de la corriente eléctrica será 50 Hz.

8.16 NIVEL DE RUIDO

Como regla general, el límite para el nivel de presión acústica será 80 dB (A) medidos 1 metro lejos de la máquina de origen. En aquellos casos donde se supone que la ubicación de la máquina estará libre de operadores, el límite para el nivel de presión acústica puede ser establecida en 85 dB (A), también medido 1 metro lejos de la máquina de origen

8.17 CONSIDERACIONES DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Para las cintas transportadoras, se utilizarán los siguientes criterios de diseño:

- a) La capacidad de diseño será sobredimensionada, al menos, un 25%.
- b) Ángulo de inclinación máxima será de 15 °.
- c) las correas acanaladas están permitidas.
- d) La velocidad máxima de la correa será de 1 m/s.

8.18 GARANTÍA

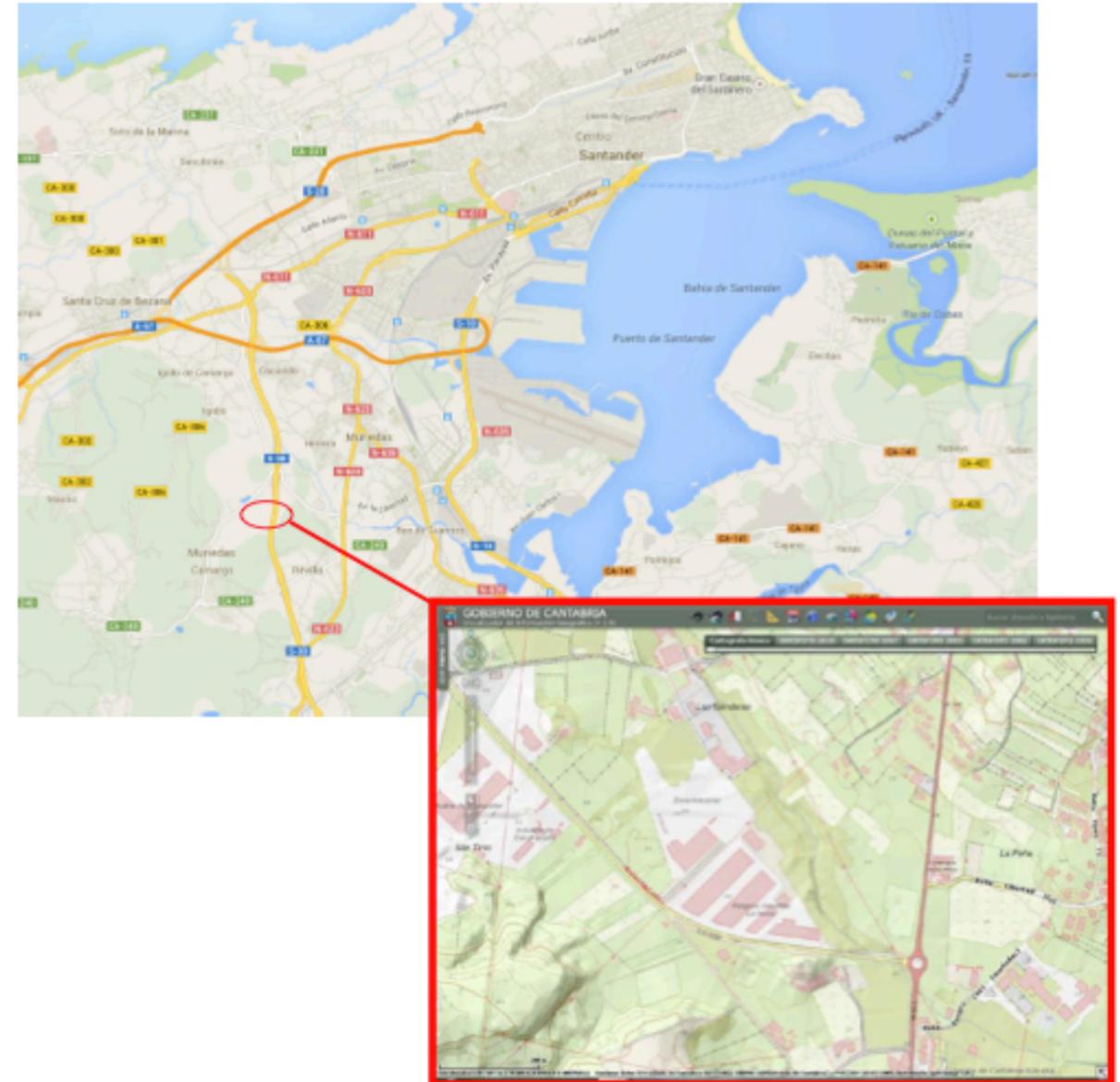
Se garantizará el correcto funcionamiento de cualquier máquina o equipo durante al menos 3 años de operación.

ANEJOS A LA MEMORIA



Las obras que se proyectan se ubican en la localidad de Revilla de Camargo (Cantabria) y más concretamente, en el Polígono Industrial La Verde en el punto situado a 43°24'56.7" de latitud norte y los 3°51'43.65" longitud oeste. Revilla es una localidad del municipio de Camargo (Cantabria, España) que está a una distancia de 2,3 km de la capital municipal Muriedas y se encuentra comunicada por la carretera nacional N-623 de Santander a Burgos, por la carretera secundaria CA-240 de Maliaño a Puente Arce, la carretera local CA-308 desde Revilla a Peñacastillo y la S-30 que lleva a Bilbao.

ANEJO Nº 1-UBICACIÓN DE LA OBRA





ANEJO N° 2-GEOLOGÍA

El presente anejo tiene por finalidad el estudio de las características geológicas de los materiales y terrenos ocupados.

A gran escala, la zona de estudio se encuadra en el extremo occidental de la Cuenca Cantábrica. Morfológicamente se caracteriza por la existencia de un relieve suave, con cotas máximas del orden de los 300 metros.

Se pueden reconocer materiales del Triásico, Jurásico, Cretácico, Apetiense y del Albeniense.

El Triásico incluye sedimentos del Keuper, a los que se asocian rocas volcánicas, aflora siempre de forma diapírica, provocando la salida de grandes bloques del Jurásico. El Keuper está constituido por arcillas plásticas, de tonos abigarrados, con intercalaciones de yesos, no pudiendo descartarse la presencia de sales. Siendo más importantes estos afloramientos en Polanco, Miengo, Punta de Calderón y en el borde oriental de la Hoja (Santander, obregón y Parbayón)

Los únicos afloramientos del Jurásico se localizan en forma de pequeñas manchas en las zonas diapíricas de Polanco, Obregón Santander y Miengo, constituidos por dolomías y por calizas microcristalinas.

Por lo que respecta al Cretácico, constituido por limolitas y areniscas, ocupa amplias extensiones dentro de la Hoja.

Durante el Terciario, se produce el asentamiento de materiales sobre el Cretácico, teniendo estos una naturaleza caliza y dolomías, durante el Paleoceno y el Eoceno.

En el modelado de esta región han influido factores tales como la fracturación y el plegamiento de los materiales en las últimas fases tectónicas, así como la acción del diapirismo de los materiales del Triásico en facies Keuper.

Las calizas, dolomías y margas originan un relieve ondula y suave, llano a veces, que en ocasiones presenta una acumulación de suelo arcilloso en el fondo de depresiones kársticas superficiales.



ANEJO N° 3-GEOTECNIA

El objeto de este anejo es evaluar las características del terreno

La parcela se encuentra en una zona que, aparentemente, reúne condiciones constructivas favorables. En esta área se hallan agrupados los materiales de naturaleza más o menos calcárea (calizas, calizas margosas y calizas arcillosas).

Las cargas unitarias admisibles serán altas en general.

Los asientos serán nulos o escasos para este tipo de cargas.

En general, la masa rocosa se presenta bastante dura y estable. Los únicos problemas de posible inestabilidad se deberán a caídas de piedras en los taludes demasiado fuertes, en las zonas algo fracturadas y a deslizamientos y corrimientos a favor de planos de sedimentación, cuando la masa rocosa presenta sucesión de niveles duros y blandos (margosos), en los taludes donde concurren una estructura desfavorable y gran presencia de aguas.

En conclusión, los datos que se van a utilizar para la redacción del proyecto son:

El terreno sobre el que asienta la cimentación va a ser una roca Caliza. Las características de esta roca Caliza son:

- Densidad: 19 Kn/m³
- Resistencia a Compresión: 800 – 1500 kg/cm² (78.4MPa – 147MPa) Clasificado como Moderadamente dura – Dura
- Sedimentaria no granulares:
 - Capacidad de Carga: Muy Alta
 - Modificación en Presencia de Agua: Nula
 - Compactabilidad: Dificil
 - Alterabilidad Porencial: Muy Baja
 - Dificil de excavar, rasantear y compactar

Estas características corresponden a una roca caliza sana.



ANEJO N° 4-LABORES PREVIAS

Las primeras labores que se llevarán a cabo serán las labores de desbroce de la parcela. Estas labores se realizarán con un tractor provisto de brazo hidráulico y desbrozadora, con el que se procederá a eliminar toda la vegetación existente en la parcela.

El segundo paso será realizar la retirada de tierra vegetal. Este paso llevará a cabo con una retroexcavadora convencional. Procediendo a la retirada total de la tierra vegetal, con ayuda de camiones basculantes de tres ejes y de unas 10 Tn.

En lo que concierne a la ejecución de muros y excavaciones se recomienda no superar pendientes superiores a 1H/1V y 1H/2V en el caso de arcillas y el sustrato rocoso sano, respectivamente, durante la excavación, incluso utilizar menores pendientes si aparece agua, siempre evitando la posibilidad de derrumbe de las paredes de los taludes.

En las labores de retirada de material se seguirán en todo momento las indicaciones del estudio de seguridad y salud incorporado en este proyecto.

Puede que en determinadas zonas de la parcela aparezca el sustrato rocoso, antes de llegar a la cota definitiva de cimentación. En estos casos se dotará a la retroexcavadora de un martillo hidráulico, con el fin de retirar la roca hasta llegar a la cota necesaria.

En las labores de picado de material se seguirán en todo momento las indicaciones del estudio de seguridad y salud incorporado en este proyecto.

Es posible que en algún punto de la parcela, la roca sobre la que ejecutaremos la nave, no aparezca por encima de la cota de cimentación. En estos casos para cumplir que la totalidad de los elementos de contención se apoyen sobre el mismo material, con la intención de minimizar así, la posible existencia de asientos diferenciales, se procederá a la ejecución de pozos hasta encontrar dicho sustrato. Posteriormente con la misma retroexcavadora, pero dotada de un cazo de menores dimensiones se procederá a la limpieza mecánica de la roca, con el fin de eliminar restos de tierra y materiales presentes dentro del pozo y que podrían provocar asientos diferenciales en la estructura.

Estos pozos serán rellenados con hormigón ciclópeo, (Dicho hormigón contará con el 50% de materiales calizos procedente de cantera, con un tamaño no superior a 20 cm. La piedra ha de estar limpia y desprovista de materiales como arena de cantera, o restos de tierra. El otro 50 % será hormigón HL150 Kg/m³) hasta la cota de cimentación. Sobre esta cota se ejecutará el elemento estructural correspondiente.

Una vez se ha procedido a retirar todo el material necesario para la ejecución de la cimentación. Se dotará a la retroexcavadora con cazos de limpieza de diferentes tamaños para realizar una limpieza más exhaustiva de la zona. Si fuese necesario se realizaría esta tarea de forma manual, con el fin de eliminar al máximo los materiales que aun estén presentes en la parcela.



Este anejo se redacta en cumplimiento de lo prescrito en la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.

Según se indica en su artículo 54 “Exigencia de clasificación” (Subsección 5ª “Clasificación de las empresas” de la Sección 1ª “Aptitud para contratar con el sector público” del Capítulo II “Capacidad y solvencia del empresario” del Título II “Partes en el contrato”) “Para contratar con las Administraciones Públicas la ejecución de contratos de obras de importe igual o superior a 350.000 € (...), será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado.”

Por otra parte, en su disposición transitoria quinta “Determinación de los casos en que es exigible la clasificación de las empresas” se indica que: “El apartado 1 del artículo 54, en cuanto determina los contratos para cuya celebración es exigible la clasificación previa, entrará en vigor conforme a lo que se establezca en las normas reglamentarias de desarrollo de esta Ley por las que se definan los grupos, subgrupos y categorías en que se clasificarán esos contratos, continuando vigente, hasta entonces, el párrafo primero del apartado 1 del artículo 25 del Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas”.

Por tanto, siguiendo la metodología aplicada hasta el momento la clasificación del Contratista se realizará atendiendo al Capítulo II “De la clasificación y registro de empresas” del Título II “De los requisitos para contratar con la Administración” del Reglamento General de la Ley de Contratos de Contratación de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1.098/2.001, de 12 de octubre, del Ministerio de Hacienda), y en concreto, dado el carácter de este Proyecto, a su Sección 1ª “Clasificación de empresas contratistas de obras”, y dentro de esta sección al artículo 25 “Grupos y subgrupos en la clasificación de contratistas de obras”, artículo 26 “Categorías de clasificación en los contratos de obras” y artículo 36 “Exigencias de clasificación por la Administración”. Este último artículo indica que:

1. En aquellas obras cuya naturaleza se corresponda con algunos de los tipos establecidos como subgrupo y no presenten singularidades diferentes a las normales y generales a su clase, se exigirá solamente la clasificación en el subgrupo genérico correspondiente.
2. Cuando en el caso anterior, las obras presenten singularidades no normales o generales a las de su clase y sí, en cambio, asimilables a tipos de obras correspondientes a otros subgrupos diferentes del principal, la exigencia de clasificación se extenderá también a estos subgrupos con las limitaciones siguientes:
 - a. El número de subgrupos exigibles, salvo casos excepcionales, no podrá ser superior a cuatro.
 - b. El importe de la obra parcial que por su singularidad dé lugar a la exigencia de clasificación en el subgrupo correspondiente deberá ser superior al 20 % del precio total del contrato, salvo casos excepcionales”.

ANEJO N° 5-CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA



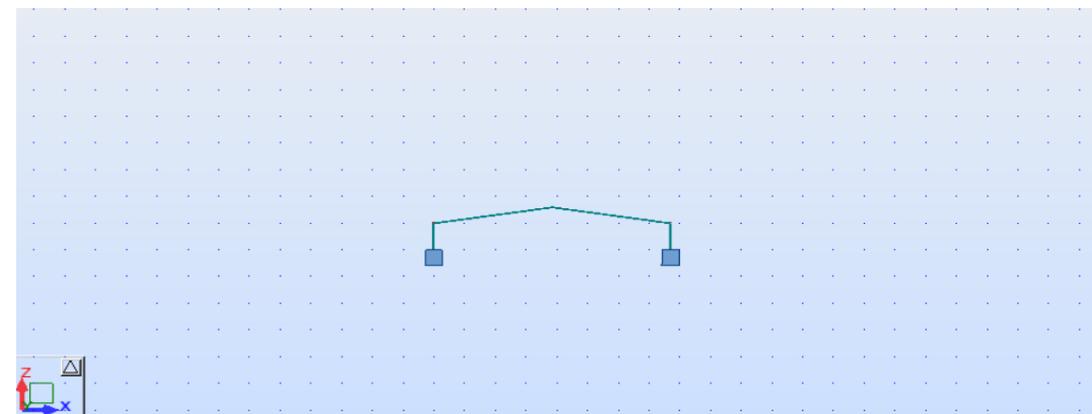
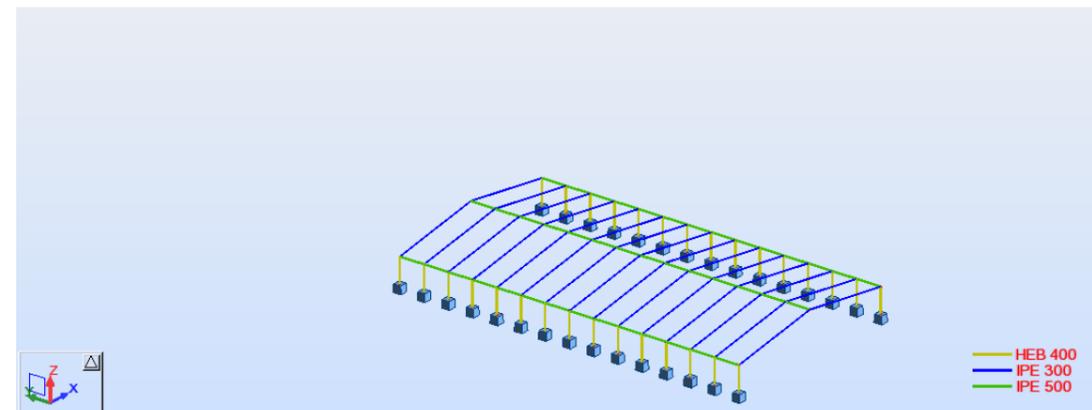
SOLUCIÓN PROPUESTA PARA LA NAVE

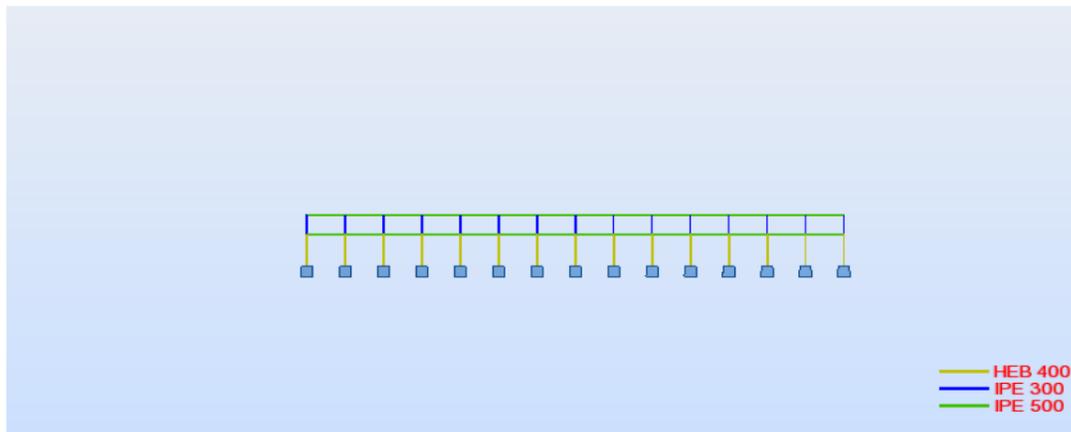
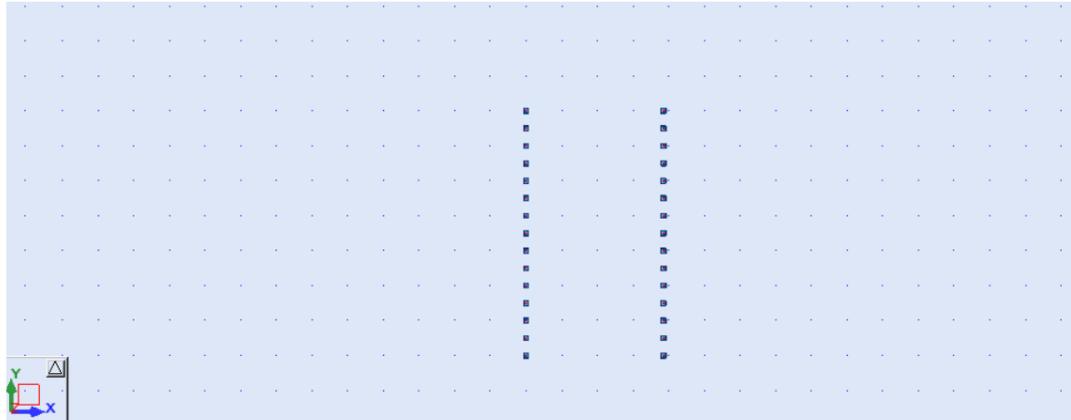
Todas las instalaciones se ubicarán en una nave industrial, cuya posible solución se muestra a continuación, mostrando una vista general de la nave, así como su planta, perfil y alzado.

Las medidas exteriores de la nave son:

- 140 m de largo.
- 77 m de ancho.
- 15,6 m de altura.

ANEJO Nº 6-DISEÑO DE LA NAVE





Como se observa, los perfiles utilizados han sido:

- HEB 400
- IPE 300
- IPE 500

Cuyas características se muestran a continuación:

HEB 400

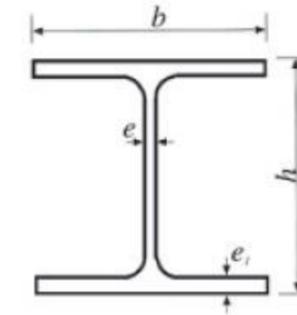
Kilos: 158.88 kg/m

Sección en mm. "h" Altura: 400 mm

Sección en mm. "b" Ancho: 300 mm

Sección en mm. "e": 13,5 mm

Sección en mm. "e1": 24,0 mm



IPE 300

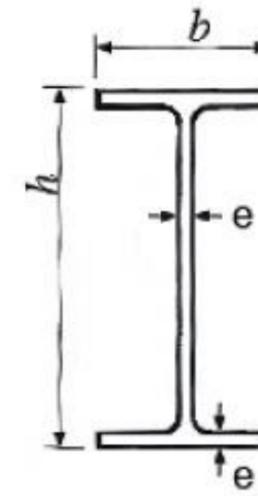
Kilos: 43.26 kg/m

Sección en mm. "h" Altura: 300 mm

Sección en mm. "b" Ancho: 150 mm

Sección en mm. "e": 7.1 mm

Sección en mm. "e1": 10.70 mm



IPE 500

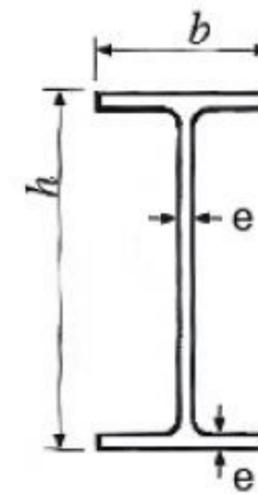
Kilos: 92.97 kg/m

Sección en mm. "h" Altura: 500 mm

Sección en mm. "b" Ancho: 200 mm

Sección en mm. "e": 10.20 mm

Sección en mm. "e1": 16.00 mm





Los cálculos efectuados para obtener los valores de la mayor fuerza vertical y el mayor momento flector a los que la estructura están sometidos son los siguientes:

	Fz	My
1/ 16 (C)	61,33	-4,56
1/ 17 (C)	61,16	-4,90
1/ 18 (C)	209,68	64,52
1/ 19 (C)	59,10	-18,79
1/ 20 (C)	63,12	5,78
1/ 21 (C)	76,52	-7,82
1/ 22 (C)	208,30	56,05
1/ 23 (C)	210,71	70,79
1/ 24 (C)	217,22	62,94
1/ 25 (C)	211,36	55,44
1/ 26 (C)	213,78	70,18
1/ 27 (C)	60,08	-12,98
1/ 28 (C)	62,50	1,76
1/ 29 (C)	69,00	-6,09
1/ 30 (C)	63,15	-13,59
1/ 31 (C)	65,56	1,15
1/ 32 (C)	59,91	-13,32
1/ 33 (C)	62,33	1,42
1/ 34 (C)	68,83	-6,43
1/ 35 (C)	62,98	-13,93
1/ 36 (C)	65,40	0,81
1/ 37 (C)	209,70	64,67
1/ 38 (C)	209,53	64,33
1/ 39 (C)	61,31	-4,70
1/ 40 (C)	208,45	56,25
1/ 41 (C)	210,86	70,99
1/ 42 (C)	217,37	63,13
1/ 43 (C)	211,52	55,63
1/ 44 (C)	213,93	70,37
1/ 45 (C)	208,28	55,91
1/ 46 (C)	210,70	70,65
1/ 47 (C)	217,20	62,79
1/ 48 (C)	211,35	55,29
1/ 49 (C)	213,76	70,03
1/ 50 (C)	60,06	-13,12
1/ 51 (C)	62,48	1,62
1/ 52 (C)	68,98	-6,24
1/ 53 (C)	63,13	-13,74
1/ 54 (C)	65,55	1,00
1/ 55 (C)	208,43	56,10
1/ 56 (C)	210,85	70,84

1/ 57 (C)	217,35	62,99
1/ 58 (C)	211,50	55,49
1/ 59 (C)	213,91	70,23
1/ 60 (C)	63,00	-13,79
1/ 61 (C)	65,41	0,95
5/ 1	45,32	3,52
5/ 2	2,66	3,87
5/ 3	0,10	-0,13
5/ 4	47,61	-0,16
5/ 5	1,29	-7,02
5/ 6	-1,39	9,36
5/ 7	10,23	2,05
5/ ULS+	209,20	35,86
5/ ULS-	45,82	-12,45
5/ SLS+	145,59	24,39
5/ SLS-	59,10	-6,08
5/ 15 (C)	65,18	10,56
5/ 16 (C)	61,34	4,56
5/ 17 (C)	132,61	4,52
5/ 18 (C)	136,75	10,12
5/ 19 (C)	63,13	-5,78
5/ 20 (C)	59,10	18,79
5/ 21 (C)	76,52	7,82
5/ 22 (C)	66,34	4,24
5/ 23 (C)	63,93	18,98
5/ 24 (C)	72,85	12,09
5/ 25 (C)	69,41	4,85
5/ 26 (C)	67,00	19,59
5/ 27 (C)	62,50	-1,76
5/ 28 (C)	60,09	12,98
5/ 29 (C)	69,01	6,09
5/ 30 (C)	65,57	-1,15
5/ 31 (C)	63,15	13,59
5/ 32 (C)	133,77	-1,80
5/ 33 (C)	131,36	12,94
5/ 34 (C)	140,28	6,05
5/ 35 (C)	136,84	-1,19
5/ 36 (C)	134,42	13,55
5/ 37 (C)	65,33	10,36
5/ 38 (C)	136,60	10,32
5/ 39 (C)	132,76	4,32
5/ 40 (C)	66,50	4,04
5/ 41 (C)	64,08	18,78
5/ 42 (C)	73,00	11,90
5/ 43 (C)	69,56	4,66
5/ 44 (C)	67,15	19,40



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

5/ 45 (C)	137,77	4,00
5/ 46 (C)	135,35	18,74
5/ 47 (C)	144,27	11,85
5/ 48 (C)	140,83	4,61
5/ 49 (C)	138,42	19,35
5/ 50 (C)	133,92	-2,00
5/ 51 (C)	131,51	12,74
5/ 52 (C)	140,43	5,85
5/ 53 (C)	136,99	-1,39
5/ 54 (C)	134,57	13,35
5/ 55 (C)	137,92	3,80
5/ 56 (C)	135,50	18,54
5/ 57 (C)	144,42	11,66
5/ 58 (C)	140,98	4,42
5/ 59 (C)	138,57	19,16
5/ 60 (C)	65,42	-0,95
5/ 61 (C)	63,00	13,79
6/ 1	36,19	5,36
6/ 2	0,87	-7,93
6/ 3	0,00	0,00
6/ 4	-0,02	-0,01
6/ 5	0,21	-40,83
6/ 6	-0,06	23,71
6/ 7	17,01	4,43
6/ ULS+	105,89	68,11
6/ ULS-	38,94	-98,60
6/ SLS+	75,48	46,13
6/ SLS-	48,76	-62,36
6/ 15 (C)	50,17	-4,66
6/ 16 (C)	48,87	7,24
6/ 17 (C)	48,84	7,22
6/ 18 (C)	50,15	-4,68
6/ 19 (C)	49,17	-54,01
6/ 20 (C)	48,78	42,81
6/ 21 (C)	74,37	13,88
6/ 22 (C)	50,36	-41,41
6/ 23 (C)	50,12	16,68
6/ 24 (C)	62,92	-1,34
6/ 25 (C)	55,46	-40,08
6/ 26 (C)	55,22	18,01
6/ 27 (C)	49,05	-29,51
6/ 28 (C)	48,82	28,58
6/ 29 (C)	61,62	10,56
6/ 30 (C)	54,16	-28,18
6/ 31 (C)	53,92	29,91
6/ 32 (C)	49,02	-29,53

6/ 33 (C)	48,79	28,56
6/ 34 (C)	61,59	10,54
6/ 35 (C)	54,13	-28,21
6/ 36 (C)	53,89	29,89
6/ 37 (C)	50,17	-4,66
6/ 38 (C)	50,15	-4,68
6/ 39 (C)	48,84	7,22
6/ 40 (C)	50,36	-41,41
6/ 41 (C)	50,12	16,68
6/ 42 (C)	62,93	-1,34
6/ 43 (C)	55,46	-40,08
6/ 44 (C)	55,23	18,01
6/ 45 (C)	50,33	-41,43
6/ 46 (C)	50,10	16,66
6/ 47 (C)	62,90	-1,36
6/ 48 (C)	55,43	-40,11
6/ 49 (C)	55,20	17,99
6/ 50 (C)	49,03	-29,53
6/ 51 (C)	48,79	28,56
6/ 52 (C)	61,60	10,54
6/ 53 (C)	54,13	-28,20
6/ 54 (C)	53,89	29,89
6/ 55 (C)	50,34	-41,43
6/ 56 (C)	50,10	16,66
6/ 57 (C)	62,90	-1,36
6/ 58 (C)	55,44	-40,10
6/ 59 (C)	55,20	17,99
6/ 60 (C)	54,15	-28,18
6/ 61 (C)	53,91	29,91
7/ 1	40,25	-3,20
7/ 2	98,97	46,80
7/ 3	0,10	0,13
7/ 4	-0,02	-0,09
7/ 5	-2,64	-18,30
7/ 6	2,48	13,66
7/ 7	17,75	-4,04
7/ ULS+	319,57	120,57
7/ ULS-	37,49	-51,70
7/ SLS+	218,48	78,36
7/ SLS-	50,35	-34,90
7/ 15 (C)	202,78	65,87
7/ 16 (C)	54,48	-4,13
7/ 17 (C)	54,30	-4,47
7/ 18 (C)	202,90	65,93
7/ 19 (C)	50,37	-31,77
7/ 20 (C)	58,05	16,16



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

7/ 21 (C)	80,96	-10,38
7/ 22 (C)	200,40	49,41
7/ 23 (C)	205,01	78,16
7/ 24 (C)	216,10	62,84
7/ 25 (C)	205,73	48,19
7/ 26 (C)	210,34	76,95
7/ 27 (C)	52,11	-20,60
7/ 28 (C)	56,71	8,16
7/ 29 (C)	67,80	-7,16
7/ 30 (C)	57,43	-21,81
7/ 31 (C)	62,04	6,95
7/ 32 (C)	51,92	-20,93
7/ 33 (C)	56,53	7,82
7/ 34 (C)	67,62	-7,50
7/ 35 (C)	57,25	-22,14
7/ 36 (C)	61,86	6,61
7/ 37 (C)	202,93	66,07
7/ 38 (C)	202,75	65,73
7/ 39 (C)	54,45	-4,27
7/ 40 (C)	200,56	49,60
7/ 41 (C)	205,16	78,36
7/ 42 (C)	216,25	63,04
7/ 43 (C)	205,88	48,39
7/ 44 (C)	210,49	77,15
7/ 45 (C)	200,37	49,26
7/ 46 (C)	204,98	78,02
7/ 47 (C)	216,07	62,70
7/ 48 (C)	205,70	48,05
7/ 49 (C)	210,31	76,81
7/ 50 (C)	52,08	-20,74
7/ 51 (C)	56,68	8,02
7/ 52 (C)	67,77	-7,30
7/ 53 (C)	57,40	-21,95
7/ 54 (C)	62,01	6,81
7/ 55 (C)	200,53	49,46
7/ 56 (C)	205,13	78,22
7/ 57 (C)	216,22	62,90
7/ 58 (C)	205,85	48,25
7/ 59 (C)	210,46	77,01
7/ 60 (C)	57,28	-22,00
7/ 61 (C)	61,89	6,75
8/ 1	45,31	7,24
8/ 2	0,12	-4,28
8/ 3	-0,00	-0,00
8/ 4	0,01	0,01
8/ 5	0,06	-50,96

8/ 6	-0,04	33,60
8/ 7	21,83	5,23
8/ ULS+	131,99	94,69
8/ ULS-	48,85	-113,58
8/ SLS+	94,11	64,11
8/ SLS-	61,11	-71,16
8/ 15 (C)	61,35	3,36
8/ 16 (C)	61,17	9,78
8/ 17 (C)	61,19	9,79
8/ 18 (C)	61,36	3,38
8/ 19 (C)	61,27	-66,66
8/ 20 (C)	61,11	60,17
8/ 21 (C)	93,93	17,63
8/ 22 (C)	61,40	-42,50
8/ 23 (C)	61,31	33,60
8/ 24 (C)	77,72	7,29
8/ 25 (C)	67,95	-40,93
8/ 26 (C)	67,86	35,17
8/ 27 (C)	61,23	-36,09
8/ 28 (C)	61,14	40,01
8/ 29 (C)	77,55	13,70
8/ 30 (C)	67,78	-34,52
8/ 31 (C)	67,69	41,58
8/ 32 (C)	61,24	-36,07
8/ 33 (C)	61,15	40,03
8/ 34 (C)	77,56	13,72
8/ 35 (C)	67,79	-34,50
8/ 36 (C)	67,70	41,60
8/ 37 (C)	61,35	3,36
8/ 38 (C)	61,36	3,38
8/ 39 (C)	61,19	9,79
8/ 40 (C)	61,40	-42,50
8/ 41 (C)	61,31	33,60
8/ 42 (C)	77,72	7,29
8/ 43 (C)	67,95	-40,93
8/ 44 (C)	67,86	35,17
8/ 45 (C)	61,41	-42,49
8/ 46 (C)	61,32	33,61
8/ 47 (C)	77,74	7,30
8/ 48 (C)	67,96	-40,92
8/ 49 (C)	67,87	35,18
8/ 50 (C)	61,24	-36,07
8/ 51 (C)	61,15	40,03
8/ 52 (C)	77,56	13,72
8/ 53 (C)	67,79	-34,50
8/ 54 (C)	67,70	41,60



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

8/ 55 (C)	61,41	-42,49
8/ 56 (C)	61,32	33,61
8/ 57 (C)	77,73	7,30
8/ 58 (C)	67,96	-40,92
8/ 59 (C)	67,87	35,18
8/ 60 (C)	67,78	-34,52
8/ 61 (C)	67,69	41,58
9/ 1	34,16	5,64
9/ 2	-0,13	-0,90
9/ 3	-0,00	0,00
9/ 4	-0,00	0,00
9/ 5	0,08	-57,21
9/ 6	-0,06	39,79
9/ 7	16,44	4,57
9/ ULS+	99,36	104,94
9/ ULS-	36,52	-124,05
9/ SLS+	70,85	70,72
9/ SLS-	45,87	-79,15
9/ 15 (C)	45,93	6,26
9/ 16 (C)	46,12	7,61
9/ 17 (C)	46,12	7,61
9/ 18 (C)	45,93	6,26
9/ 19 (C)	46,24	-78,21
9/ 20 (C)	46,03	67,29
9/ 21 (C)	70,78	14,47
9/ 22 (C)	46,00	-45,23
9/ 23 (C)	45,87	42,07
9/ 24 (C)	58,26	9,69
9/ 25 (C)	50,93	-43,86
9/ 26 (C)	50,81	43,44
9/ 27 (C)	46,19	-43,88
9/ 28 (C)	46,07	43,42
9/ 29 (C)	58,45	11,04
9/ 30 (C)	51,13	-42,51
9/ 31 (C)	51,00	44,79
9/ 32 (C)	46,19	-43,88
9/ 33 (C)	46,06	43,42
9/ 34 (C)	58,45	11,04
9/ 35 (C)	51,12	-42,51
9/ 36 (C)	51,00	44,79
9/ 37 (C)	45,93	6,26
9/ 38 (C)	45,93	6,26
9/ 39 (C)	46,12	7,61
9/ 40 (C)	46,00	-45,23
9/ 41 (C)	45,87	42,07
9/ 42 (C)	58,26	9,69

9/ 43 (C)	50,93	-43,86
9/ 44 (C)	50,81	43,44
9/ 45 (C)	46,00	-45,23
9/ 46 (C)	45,87	42,07
9/ 47 (C)	58,26	9,69
9/ 48 (C)	50,93	-43,86
9/ 49 (C)	50,80	43,44
9/ 50 (C)	46,19	-43,88
9/ 51 (C)	46,06	43,42
9/ 52 (C)	58,45	11,04
9/ 53 (C)	51,12	-42,51
9/ 54 (C)	51,00	44,79
9/ 55 (C)	46,00	-45,23
9/ 56 (C)	45,87	42,07
9/ 57 (C)	58,26	9,69
9/ 58 (C)	50,93	-43,86
9/ 59 (C)	50,80	43,44
9/ 60 (C)	51,13	-42,51
9/ 61 (C)	51,00	44,79
10/ 1	35,48	6,06
10/ 2	0,03	-0,07
10/ 3	0,00	0,00
10/ 4	-0,00	0,01
10/ 5	-0,00	-58,80
10/ 6	0,03	41,38
10/ 7	16,86	4,92
10/ ULS+	102,69	109,71
10/ ULS-	38,32	-125,86
10/ SLS+	73,25	73,96
10/ SLS-	47,90	-80,09
10/ 15 (C)	47,95	8,08
10/ 16 (C)	47,90	8,18
10/ 17 (C)	47,90	8,20
10/ 18 (C)	47,95	8,10
10/ 19 (C)	47,90	-80,02
10/ 20 (C)	47,94	70,26
10/ 21 (C)	73,20	15,56
10/ 22 (C)	47,95	-44,84
10/ 23 (C)	47,97	45,32
10/ 24 (C)	60,59	11,77
10/ 25 (C)	53,00	-43,36
10/ 26 (C)	53,03	46,80
10/ 27 (C)	47,90	-44,74
10/ 28 (C)	47,93	45,43
10/ 29 (C)	60,55	11,87
10/ 30 (C)	52,96	-43,26



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

10/ 31 (C)	52,98	46,90
10/ 32 (C)	47,90	-44,72
10/ 33 (C)	47,93	45,45
10/ 34 (C)	60,55	11,89
10/ 35 (C)	52,96	-43,24
10/ 36 (C)	52,98	46,92
10/ 37 (C)	47,95	8,08
10/ 38 (C)	47,95	8,10
10/ 39 (C)	47,90	8,20
10/ 40 (C)	47,95	-44,84
10/ 41 (C)	47,97	45,32
10/ 42 (C)	60,59	11,77
10/ 43 (C)	53,00	-43,36
10/ 44 (C)	53,03	46,80
10/ 45 (C)	47,94	-44,82
10/ 46 (C)	47,97	45,34
10/ 47 (C)	60,59	11,79
10/ 48 (C)	53,00	-43,35
10/ 49 (C)	53,03	46,82
10/ 50 (C)	47,90	-44,72
10/ 51 (C)	47,93	45,45
10/ 52 (C)	60,55	11,89
10/ 53 (C)	52,96	-43,24
10/ 54 (C)	52,98	46,92
10/ 55 (C)	47,94	-44,82
10/ 56 (C)	47,97	45,34
10/ 57 (C)	60,59	11,79
10/ 58 (C)	53,00	-43,35
10/ 59 (C)	53,03	46,82
10/ 60 (C)	52,96	-43,26
10/ 61 (C)	52,98	46,90
11/ 1	46,73	7,85
11/ 2	0,00	-0,01
11/ 3	0,00	0,00
11/ 4	-0,00	-0,01
11/ 5	-0,04	-58,79
11/ 6	-0,03	41,40
11/ 7	22,04	5,63
11/ ULS+	134,76	113,80
11/ ULS-	50,39	-123,83
11/ SLS+	96,15	76,93
11/ SLS-	63,03	-77,61
11/ 15 (C)	63,09	10,58
11/ 16 (C)	63,09	10,60
11/ 17 (C)	63,09	10,59
11/ 18 (C)	63,09	10,57

11/ 19 (C)	63,03	-77,58
11/ 20 (C)	63,05	72,70
11/ 21 (C)	96,15	19,06
11/ 22 (C)	63,06	-42,33
11/ 23 (C)	63,07	47,84
11/ 24 (C)	79,62	14,81
11/ 25 (C)	69,67	-40,64
11/ 26 (C)	69,68	49,53
11/ 27 (C)	63,06	-42,31
11/ 28 (C)	63,06	47,86
11/ 29 (C)	79,62	14,83
11/ 30 (C)	69,67	-40,62
11/ 31 (C)	69,67	49,55
11/ 32 (C)	63,06	-42,32
11/ 33 (C)	63,06	47,84
11/ 34 (C)	79,62	14,81
11/ 35 (C)	69,67	-40,63
11/ 36 (C)	69,67	49,53
11/ 37 (C)	63,09	10,58
11/ 38 (C)	63,09	10,57
11/ 39 (C)	63,09	10,59
11/ 40 (C)	63,06	-42,33
11/ 41 (C)	63,07	47,84
11/ 42 (C)	79,62	14,81
11/ 43 (C)	69,67	-40,64
11/ 44 (C)	69,68	49,53
11/ 45 (C)	63,06	-42,34
11/ 46 (C)	63,06	47,83
11/ 47 (C)	79,62	14,79
11/ 48 (C)	69,67	-40,65
11/ 49 (C)	69,68	49,52
11/ 50 (C)	63,06	-42,32
11/ 51 (C)	63,06	47,84
11/ 52 (C)	79,62	14,81
11/ 53 (C)	69,67	-40,63
11/ 54 (C)	69,67	49,53
11/ 55 (C)	63,06	-42,34
11/ 56 (C)	63,06	47,83
11/ 57 (C)	79,62	14,79
11/ 58 (C)	69,67	-40,65
11/ 59 (C)	69,68	49,52
11/ 60 (C)	69,67	-40,62
11/ 61 (C)	69,67	49,55
12/ 1	34,38	5,71
12/ 2	-0,00	-0,00
12/ 3	0,00	0,00



12/ 4	-0,00	-0,01
12/ 5	0,05	-57,68
12/ 6	-0,04	40,26
12/ 7	16,82	4,73
12/ ULS+	100,59	106,31
12/ ULS-	37,04	-123,62
12/ SLS+	71,70	71,64
12/ SLS-	46,35	-78,82
12/ 15 (C)	46,42	7,71
12/ 16 (C)	46,42	7,71
12/ 17 (C)	46,42	7,70
12/ 18 (C)	46,42	7,70
12/ 19 (C)	46,50	-78,81
12/ 20 (C)	46,35	68,10
12/ 21 (C)	71,65	14,81
12/ 22 (C)	46,46	-44,20
12/ 23 (C)	46,38	43,94
12/ 24 (C)	59,03	11,26
12/ 25 (C)	51,51	-42,78
12/ 26 (C)	51,43	45,36
12/ 27 (C)	46,46	-44,20
12/ 28 (C)	46,38	43,94
12/ 29 (C)	59,03	11,26
12/ 30 (C)	51,51	-42,78
12/ 31 (C)	51,43	45,36
12/ 32 (C)	46,46	-44,21
12/ 33 (C)	46,38	43,93
12/ 34 (C)	59,03	11,25



Datos iniciales:

Población: 240.000 hab
Producción específica: 500 kg/hab/año
Periodo de vida útil: 20 años
Tasa de evolución de la población: 0,8
Tasa de evolución de la producción específica: 1,05
Producción inicial: 117.500 tn/año
Densidad de los residuos: 0,35 t/m³

Caracterización de los residuos:

Materia orgánica: 41,91 %
Otros orgánicos biodegradables: 18,83 %
Papel/cartón: 13,84 %
Botellas de vidrio: 5,60 %
Envases ligeros domésticos (plástico): 10,04 %
Envases ligeros domésticos (no plástico): 4,91 %
Residuos peligrosos domésticos: 0,55 %
Granel: 0,49 %
Inerte: 0,85 %
Otros: 2,98 %

Población a los 20 años: 275.599,55 hab
Producción específica a los 20 años: 616,16 kg/hab/año
Producción a los 20 años: 169.814,54 tn/año

La planta será sobredimensionada en un 20 %, para poder abastecer los posibles picos de producción que se produzcan, por lo que la planta se diseñará para una producción de:

Producción de diseño: 170.000 tn/año * 1,2 = 204.000tn/año

**ANEJO Nº 7 – DIMENSIONAMIENTO
INICIAL DE LA PLANTA**



Dimensionamiento del bunker BU01B01

Cantidad material entrante (anualmente): 205.000 t/año

Días trabajados por el bunker en un año: 365 días/año

Cantidad material entrante (diariamente): 562 t/día

Densidad del material entrante: 0,35 t/m³

Dimensionamiento:

Metros cúbicos del bunker $m^3 = 562 \text{ t} / 0,35 \text{ t/m}^3 = 1.605 \text{ m}^3$

Tamaño del bunker: 47,8 m x 20,5 m x 6,0 m = 5.880 m³

Total: 5.880 m³ (con capacidad suficiente para 3,5 días)

**ANEJO Nº 8- DIMENSIONAMIENTO DE
LOS EQUIPOS**



Dimensionamiento de la grúa suministradora KR01A01

Horas trabajadas:

Horas trabajadas de la planta:
Lunes – Sábado

Cantidades:

Bases de cálculo para la grúa suministradora

Entrada al bunker:

Entrada: 205.000 t/año
Entrada al bunker diaria: 562 t/día
Densidad de entrada: 0,35 t/m³ ± 20 %

Bunker (dimensionamiento)

Longitud: 47.800 mm
Anchura: 20.500 mm
Altura: 6.000 mm

Dimensionamiento del bunker:

Volumen: 47,8 m x 20,5 m x 6,0 m = 5.880 m³

Grúa suministradora:

- Carga de material entrante nuevo y almacenamiento en el bunker:
Capacidad: 70 t/hora

Basado en la mayor distancia desde la grúa al bunker
Capacidad cada hora basado en una media de 15 minutos.

- Carga de la trituradora, tomando el material desde el bunker
Capacidad: 65 t/hora

Basado en la mayor distancia desde la grúa al bunker
Capacidad cada hora basado en una media de 15 minutos.

Datos de la grúa suministradora

Máxima carga para un día

Carga 2 trituradoras: Capacidad trituradora: 54 t/h x 2 piezas = 108 t/hora

Duración para trituración 562 toneladas:	310 minutos
Redistribución material bunker:	180 minutos
Total	490 minutos

Máximo requerimiento por día: 13,5 horas x 60 minutos/hora = 810 minutos

Disponibilidad: 96 %

Disponibilidad (minutos): 810 minutos x 0,96 = 776 minutos

Tiempo total de carga para un día: 490 minutos



Dimensionamiento de la trituradora SR01Z01:

Cantidad material entrante (anualmente): 205.000 t/año

Cantidad material entrante (diariamente): 562 t/día

Densidad del material entrante: 0,35 t/m³ / Peor escenario: 0,2 t/m³

Días de trabajo de la trituradora en un año: 297

Cantidad a triturar (anualmente): 205.000 t/año

Cantidad a triturar (diariamente): 690 t/día

Turnos por día: 2 turnos

8,0 horas por turno / 13,5 horas efectivas / Disponibilidad: 96 %

Rendimiento: 690 t/día / 13,5 h/día = 51,1 t/h / 0,96 = 53,2 t/h

Escogeremos finalmente una trituradora de rendimiento: 55 t/h

Dimensionamiento de la cinta transportadora

Cantidad material entrante (anualmente): 205.000 t/año

Días de trabajo de la cinta transportadora en un año: 297

Cantidad transportada por la cinta (diariamente): 690 t/día

Densidad del material: 0,45 t/m³ (tomamos este valor ya que al coger la grúa el material efectúa una primera pequeña compactación)

Turnos por día: 2 turnos

8,0 horas por turno / 13,5 horas efectivas / Disponibilidad: 96 %

Rendimiento de la cinta: 53,2 t/hora / 0,45 t/m³ = 118,3 m³/hora

Ancho de la cinta (b): 1.400 mm = 1,4 m

Altura del material: 200 mm = 0,2 m

Velocidad de la cinta: 15 m/min

Rendimiento: 1,4 m x 0,2 m x 15m/min = 4,2 m³/min x 60 min = 252 m³/hora

Rendimiento de la cinta: 252 m³/hora > 118,3 m³/hora



Dimensionamiento del segundo bunker de almacenamiento BU02B01:

Cantidad de material entrante: 106 t/hora material procedente de la trituración

Densidad del material entrante: 0,35 t/m³

Dimensionamiento

Volumen: 106 t / 0,35 t/m³ = 302 m³

Volumen real del bunker: 11,8 m x 5,4 m x 7,3 m = 465 m³

Material entrante: 302 m³/hora

Capacidad: 465 m³ (capaz de almacenar el material entrante en 92 min = 1,54 horas)

Total: 465 m³ (1,5 horas)

Dimensionamiento de la grúa del siguiente proceso KR02A01:

Box de entrada:

Entrada: 205.000 t/año

Capacidad: 305 t

Densidad del material: 0,45 t/m³

Box de salida:

Salida: 145.666 t/año

Capacidad: 210 t

Densidad del material: 0,35 t/m³

Dimensiones del box:

Longitud: 30.000 mm = 30 m

Anchura: 5.000 mm = 5 m

Altura: 6.000 mm = 6 m

Altura del vertido: 4.900 mm = 4,9 m

Rendimientos de la grúa

- Llenado del box desde el bunker: 90 t/hora

Este cálculo ha sido considerando siempre el camino más largo a recorrer por la grúa, es decir, con el box casi vacío.

El rendimiento por hora ha sido calculado a través de una media de 15 minutos.

- Salida del box al suelo deslizante: 50 t/hora

Este cálculo ha sido considerando siempre el camino más largo a recorrer por la grúa, es decir, con el box casi vacío.

El rendimiento por hora ha sido calculado a través de una media de 15 minutos.

Debido a la integración de una optimización en los procesos de carga y descarga, los rendimientos son los siguientes:

- Llenado del box: 305 t en 3 horas (102 t/hora)

- Salida del box: 210 t en 3 horas (70 t/hora)

Efectuando esta combinación, la grúa esta moviendo 210 t en aproximadamente 6 horas (37 t/hora) al suelo deslizante.



Datos de tiempo del procedimiento de la grúa:

Máximos requerimientos en un día:	Vaciar 1 box: 180 min
	Abrir 1 box: 5 min
	Llenar 1 box: 180 min
	Cerrar 1 box: 5 min
	Limpiar el box: 15 min (una vez/día)
	<u>Total 378 min</u>

Máximos requerimientos por día: 13,5 h x 60 min = 810 min

Disponibilidad: 96 %

Tiempo real disponible: 810 min x 0,96 = 776 min

Llenado y vaciado de un box: 378 min

Llenado y vaciado de dos boxes: 756 min

Cálculo de los boxes de 30 m

Cantidad de material entrante (anualmente): 205.000 t

Número de días trabajados por los boxes: 365 días

Cantidad de material entrante (diariamente): 562 t/d

Horas trabajadas al día: 24 h/día

Periodo de entrega: 7 días

Densidad del material: 0,35 t/m³

Volumen de los boxes: 30 m x 5 m x 6 m = 900 m³

Altura de llenado: 5 m

Volumen útil: 750 m³

Periodo de secado: 7,5 días

Cálculo de ciclos:

$$365 \text{ d} / 8 \text{ d/ciclo} = 47 \text{ ciclos}$$

Calculo de boxes

$$750 \text{ m}^3 \times 0,45 \text{ t/m}^3 = 338 \text{ t/box}$$

$$338 \text{ t/box} \times 47 \text{ ciclos} = 15.863 \text{ t/box año}$$

$$205.000 \text{ t/año} / 15.863 \text{ t/box año} = 13 \text{ boxes}$$

Boxes necesarios: 13 boxes



Dimensionamiento del suelo deslizante WF01B01

Cantidad de material entrante (anualmente) al suelo deslizante: 145.700 t/año

Número de días trabajados por el suelo deslizante: 297 días

Cantidad de material entrante (diariamente) al suelo deslizante: 490 t/día

Densidad del material: 0,35 t/m³

Turnos por días: 2 turnos

8 horas por turno / 13,5 horas efectivas / Disponibilidad: 96 %

Horas trabajadas por el suelo deslizante al día: 13,5 horas x 0,96 = 12,96 horas

Cantidad de material entrante (horaria): 490 t/día / 12,96 h/día = 37,8 t/h

Volumen de material entrante: 37,8 t/h / 0,35 t/m³ = 108 m³/hora

Volumen suelo deslizante: 18 m x 3 m x 3,5 m = 189 m³

Velocidad: 0,08 m/min – 0,47 m/min

Altura del material en el suelo: 2,5 m

Rendimiento a la mínima velocidad:

$$3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 0,08 \text{ m/min} = 0,6 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min} = 36 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Rendimiento a la máxima velocidad:

$$3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 0,47 \text{ m/min} = 3,5 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min} = 211,5 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Total: 108 m³/hora < 211 m³/hora

Dimensionamiento de la cinta transportadora:

Cantidad de material entrante (anualmente): 145.700 t/año

Número de días trabajados: 297 días

Cantidad de material entrante (diariamente): 490 t/día

Densidad del material: 0,35 t/m³

Turnos por días: 2 turnos

8 horas por turno / 13,5 horas efectivas / Disponibilidad: 96 %

Horas trabajadas al día: 13,5 horas x 0,96 = 12,96 horas

Cantidad de material entrante (horaria): 490 t/día / 12,96 h/día = 37,8 t/h

Volumen de material entrante: 37,8 t/h / 0,35 t/m³ = 108 m³/hora

Cinta: (b): 1.400 mm = 1,4 m

Altura del material sobre la cinta: 200 mm = 0,2 m

Velocidad de la cinta: 15 m/min

Rendimiento de la cinta:

$$1,4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 15 \text{ m/min} = 4,2 \text{ m}^3/\text{min} \times 60 \text{ min} = 252 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Total: 108 m³/hora < 252 m³/hora



Dimensionamiento del segundo bunker WF02B01 / WF03B01:

Cantidad de material entrante del suelo deslizante: 37,8 t/hora = 108 m³/hora

Densidad del material: 0,35 t/m³

Volumen del bunker de pesaje WF02B01: 10 m x 2 m x 3 m = 60 m³

Volumen del bunker de pesaje WF03B01: 10 m x 2 m x 3 m = 60 m³

Total: 120 m³

Altura del material: 2,5 m

Total 108 m³/hora < 120 m³/hora

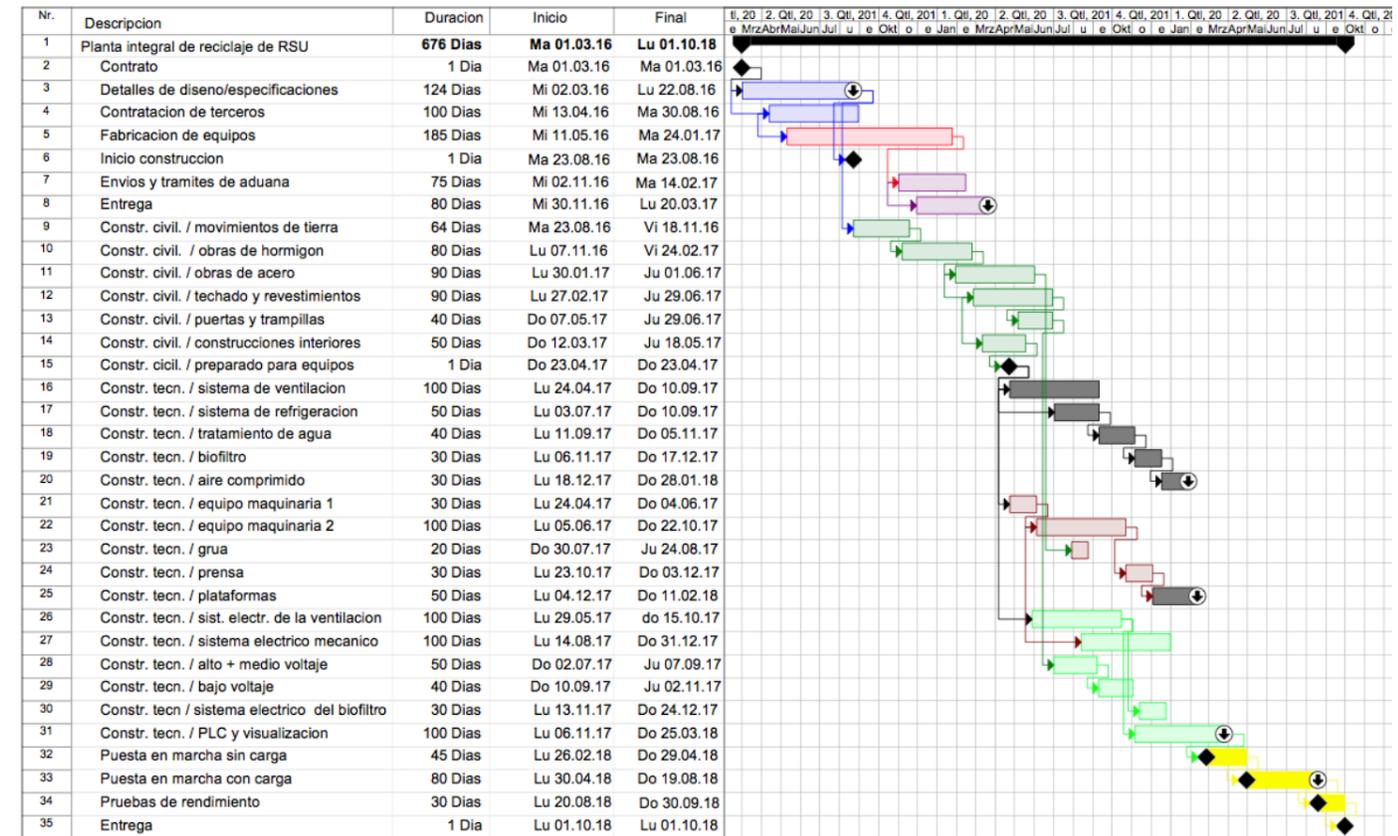


La finalidad de este anejo es programar los trabajos para la realización del proyecto constructivo,.

Evidentemente, el planteamiento responde a un desarrollo ideal de la obra, en la realidad pueden ocurrir diversos factores que provoquen el retraso de las mismas.

De tal forma, se expresa un programa con carácter indicativo y orientativo, siendo obligación posterior del adjudicatario realizar el estudio y programación de los tajos de manera precisa.

ANEJO Nº 9-PLAN DE OBRA

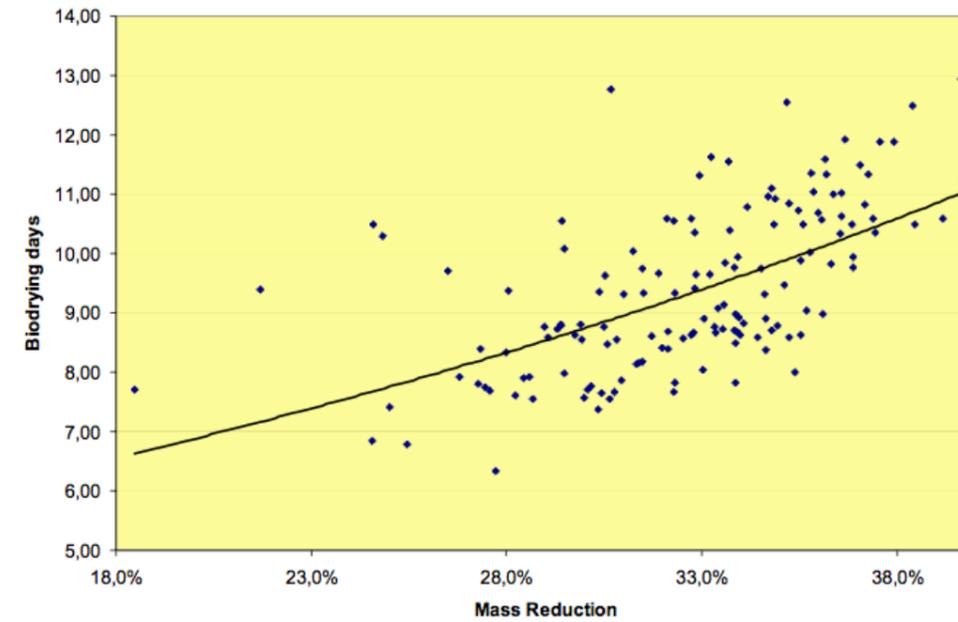




Curvas informativas del sistema de biosecado:

- Reducción de masa

Diagram (Mass Reduction/time)



ANEJO N° 10-CURVAS INFORMATIVAS

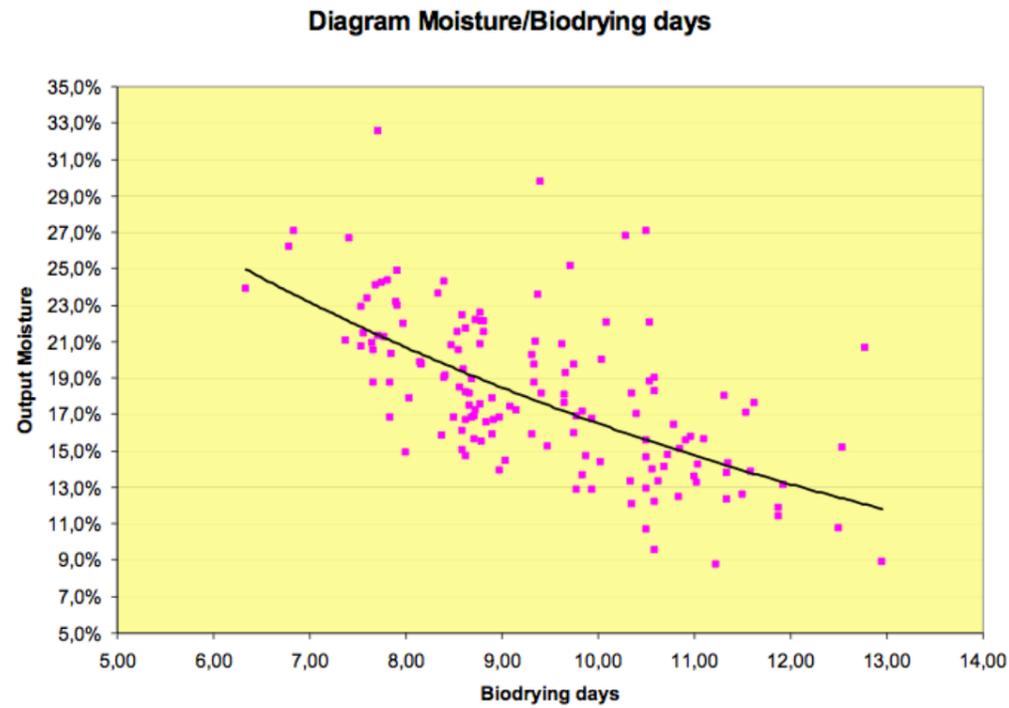
La curva muestra los resultados de más de 150 boxes a lo largo de un proceso de biosecado de RSU. Se observa una relación clara entre la reducción de masa y los días de biosecado, efectuando dicho proceso durante 7 u 8 días, la reducción de masa está entre el 28 % y el 32 %. La reducción de masa aumenta al aumentar el tiempo en los boxes. Ejecutando dicho proceso 9 días la reducción de masa aumenta hasta el 34 %.

Obtener unos resultados tan distintos, por ejemplo para una duración de 8 días, que pueden variar entre 28 %y 32 %, es debido a que la reducción de masa está directamente relacionada tanto con la cantidad de materia orgánica del material de entrada, como la humedad del mismo.



Curvas informativas del sistema de biosecado:

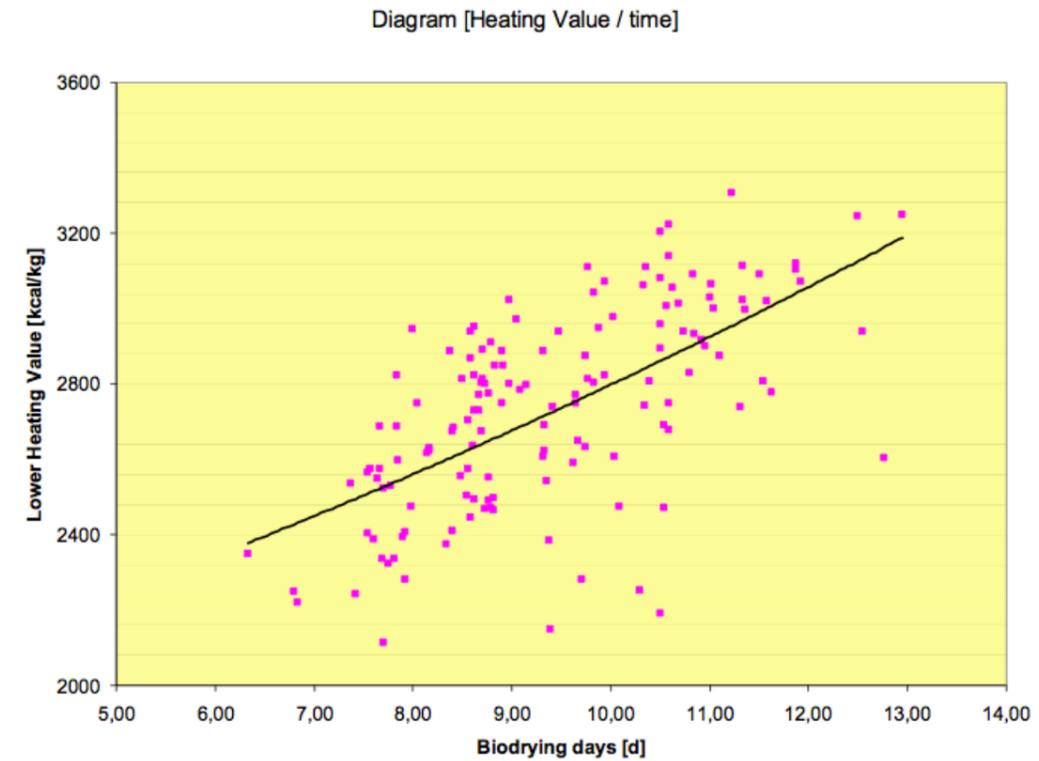
- Humedad



La curva muestra los resultados de más de 150 boxes a lo largo de un proceso de biosecado de RSU. La relación que se muestra es la humedad existente a lo largo de los días del proceso de biosecado. También esta curva solamente muestra una impresión de lo que ocurre si aumentamos el tiempo en los boxes. No es nunca una única relación entre los días del proceso y la humedad, porque como se observa, hay muestras que después de 10 días existen boxes con una humedad inferior al 13 %, pero también existen boxes con una humedad superior al 21 %.

Curvas informativas del sistema de biosecado:

- Poder calorífico



La curva muestra los resultados de más de 150 boxes a lo largo de un proceso de biosecado de RSU. La relación que se muestra es el menor poder calorífico que poseen las muestras en función de los días de biosecado. También esta curva solamente muestra una impresión de lo que ocurre si aumentamos el tiempo en los boxes. Puede haber una diferencia de más de 1.000 kcal/kg mirando únicamente en el mismo box.



Los distintos equipos utilizados en la planta son correspondientes a la marca alemana "HERHOF GMBH".



Los datos correspondientes a cada equipo utilizados para el cálculo de sus rendimientos y de sus capacidades, han sido obtenidos directamente a través de su página oficial:

www.herhof.com/en.html

ANEJO Nº 11-REFERENCIAS DE LOS EQUIPOS



OBJETO Y CONTENIDO MÍNIMO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objeto servir como herramienta para la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición de obras, y de esta forma minimizar el efecto negativo de la actividad de construcción sobre el medio ambiente, contribuyendo a su sostenibilidad.

Además pretende dar cumplimiento a la exigencia recogida en el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, en donde se establece la obligatoriedad por parte del productor de residuos de incluir en los proyectos de ingeniería, un documento que garantice la correcta gestión de los residuos producidos en la fase de ejecución de obra y que se llamará “Estudio de gestión de residuos”

ANTECEDENTES Y DATOS PREVIOS

Según la definición del Decreto 54/2008 de 17 de julio (Plan regional de residuos de construcción y demolición de Cantabria, (2008-2010)), los residuos son cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de la ley, del cual el poseedor se desprende o tenga la intención de desprenderse.

Los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD's) son todos aquellos materiales procedentes de los diferentes procesos constructivos, escombros de demolición, material sobrante de excavaciones y excedentes en general.

ANEJO Nº 12-ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

NORMATIVA UTILIZADA

A continuación se muestra la normativa utilizada para la elaboración de este estudio de gestión de residuos.

- Orden MAN/304/2002 de 8 de febrero.

- RD 833/1988 de 20 de julio “Reglamento para la ejecución de la Ley básica de residuos tóxicos y peligrosos” - RD 105/2008 de 1 de febrero “Producción y gestión de RCD's”

- D 54/2008 de 17 de julio “Plan Regional de ámbito sectorial de Residuos de Construcción y Demolición de Castilla y León 2008-2010”

MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS

En este epígrafe se describen las medidas adoptadas para reducir los residuos generados en la actividad constructiva, con lo que se conseguirán disminuir además los gastos de gestión, las necesidades de compra de materias primas y se mejorará el balance global medioambiental.



Minimización de la utilización de materias primas.

Se ha disminuido la cantidad de medios auxiliares utilizados (andamios, encofrados, maquinaria).

Reducción de la cantidad de residuos producidos

Se comprará únicamente la cantidad de material necesario, de acuerdo con el ritmo de ejecución de la obra. Se realizará el acopio adecuado en función de las actividades de ejecución, dicho acopio se realizará de forma que los elementos que antes se utilicen, estén situados en las zonas más accesibles a fin de facilitar el manejo y de evitar pérdidas por rotura de elementos colocados en lugares inadecuados.

La zona de acopio será utilizada exclusivamente con esos fines. Ha de ser una zona de fácil acceso y conocida por parte del personal de la obra.

Los materiales serán acopiados lejos de las áreas reservadas a residuos, fuera del alcance del tráfico intenso de la obra para que no resulten dañados. Un mal acopio puede provocar pérdidas de hasta un 10% del material.

Se evitará la presencia de los materiales en la obra, con excesiva antelación, lo que favorecería el deterioro de los mismos, pasando estos a ser residuos incluso antes de utilizarlos. Además esta medida ayuda a optimizar el espacio disponible y mejora el flujo de materiales.

Las materias primas se conservarán en su embalaje hasta el momento de su utilización, lo cual supondrá una protección extra para ellas y un óptimo aprovechamiento del espacio.

Los proveedores de materiales y productos recogerán sus propios embalajes en obra.

Los materiales estarán protegidos de la lluvia y de la humedad en especial los aglomerantes hidráulicos, cementos, yesos, etc.

El manejo de los palés se realizará de manera que no se malogren los materiales originando residuos antes incluso de usarlos

MEDIDAS DE VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Una vez minimizada la producción de residuos, es necesario someter a aquella fracción de residuos que así lo permita, a algún procedimiento que aproveche los recursos que aun contengan, a fin de minimizar los efectos sobre el medio ambiente. A este tipo de procedimiento en general se le denomina "valorización de residuos".

Existen distintas opciones a la hora de valorizar los residuos:

- Reutilización: volver a utilizar un determinado elemento para el mismo fin para el que fue diseñado, sin transformación o con una transformación mínima. La reutilización reduce la cantidad de residuos y por lo tanto, los efectos medioambientales negativos

- Reciclado: utilizar un determinado elemento para su fin inicial o para otro fin después de ser sometido a un procedimiento de transformación.

- Recuperación de la energía: la fracción de residuos que no haya podido ser reciclada ni reutilizada, tiene una última posibilidad de aprovechamiento, la extracción de la energía que aún posea a través de la combustión (adecuada para residuos domésticos, plásticos, maderas y cartones).

La fracción última que no haya podido valorizarse será desechada convenientemente a vertedero. Si las características de los residuos los hacen peligrosos, han de ser depositados en vertederos especiales, siendo sometidos si es conveniente, a los tratamientos adecuados

OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS

El Productor de residuos de construcción y demolición estará obligado Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, tal y como establece el artículo 4 del R.D. 105/2008, un "Estudio de Gestión de Residuos", el cual ha de contener como mínimo:

- Estimación de los residuos que se van a generar.
- Las medidas para la prevención de estos residuos.
- Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
- Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc...
- Pliego de Condiciones
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

El productor de residuos debe disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.



Si fuera necesario, por así exigiérselo, el productor de residuos debe constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos y ha de adaptarse a las obligaciones establecidas en el artículo 5 del R.D. 105/2008.

El poseedor de residuos debe tomar las decisiones para mejorar la gestión de los residuos y adoptar las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

Presentar ante el promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos.

Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.

Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, es deber establecer a partir de qué valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.

Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentos acreditativos.

En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.

Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra y la ubicación de las zonas destinadas a su almacenamiento.

Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.

Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.

Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.

Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.

Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.

Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

OBLIGACIONES DE CARÁCTER GENERAL

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

- Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según R.D. 105/2008 y D. 54/2008 de 17 de julio, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

- Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Junta de Castilla y León.

- Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto



DOCUMENTO Nº2: PLANOS

ÍNDICE

PLANO Nº 1: SITUACIÓN

PLANO Nº 2: LOCALIZACIÓN

PLANO Nº 3: DIAGRAMA DEL PROCESO DE LOS RESIDUOS

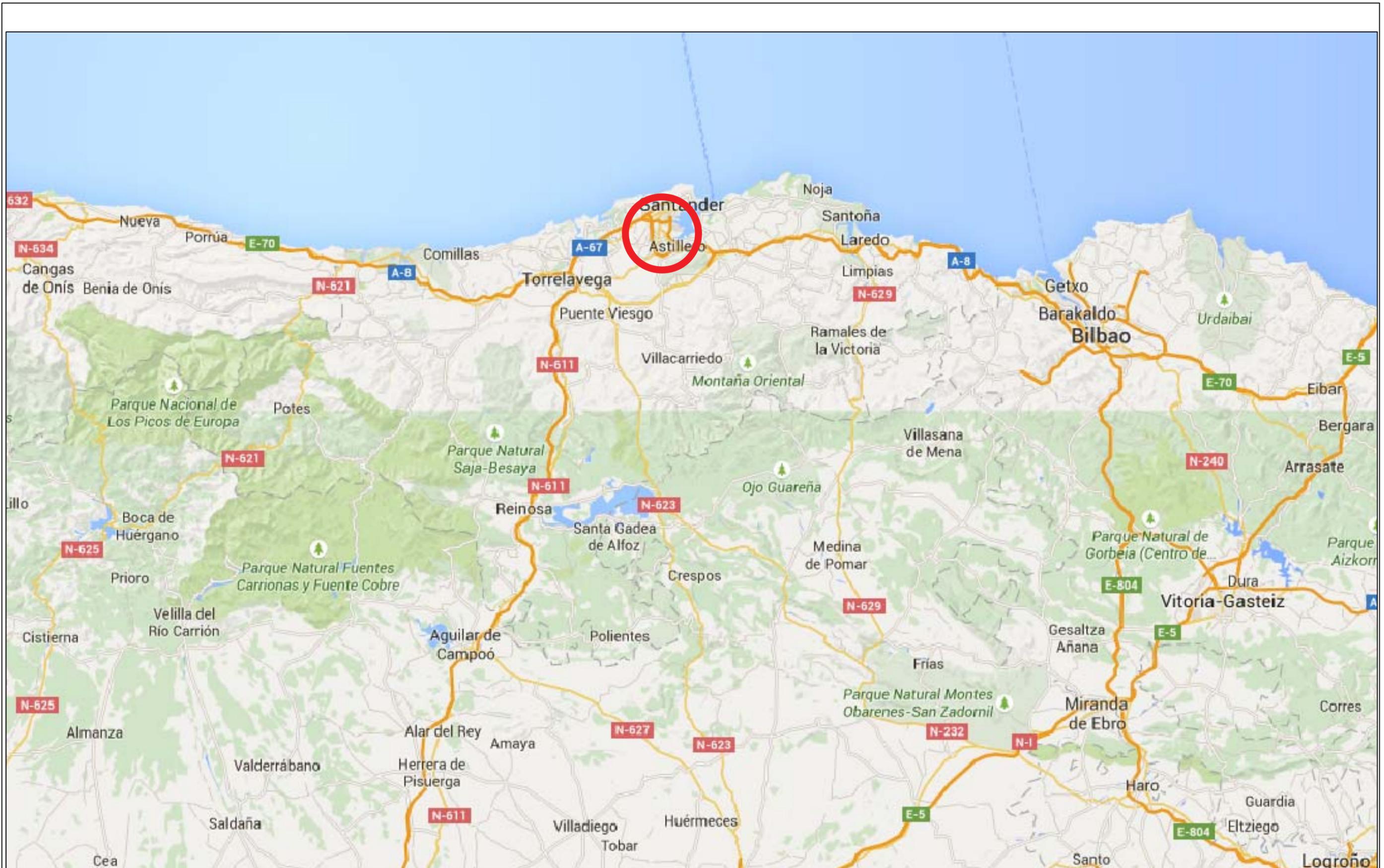
PLANO Nº 4: SECCIÓN DEL BÚNKER DE PESAJE

PLANO Nº 5: SECCIÓN DE LA INCINERADORA

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS



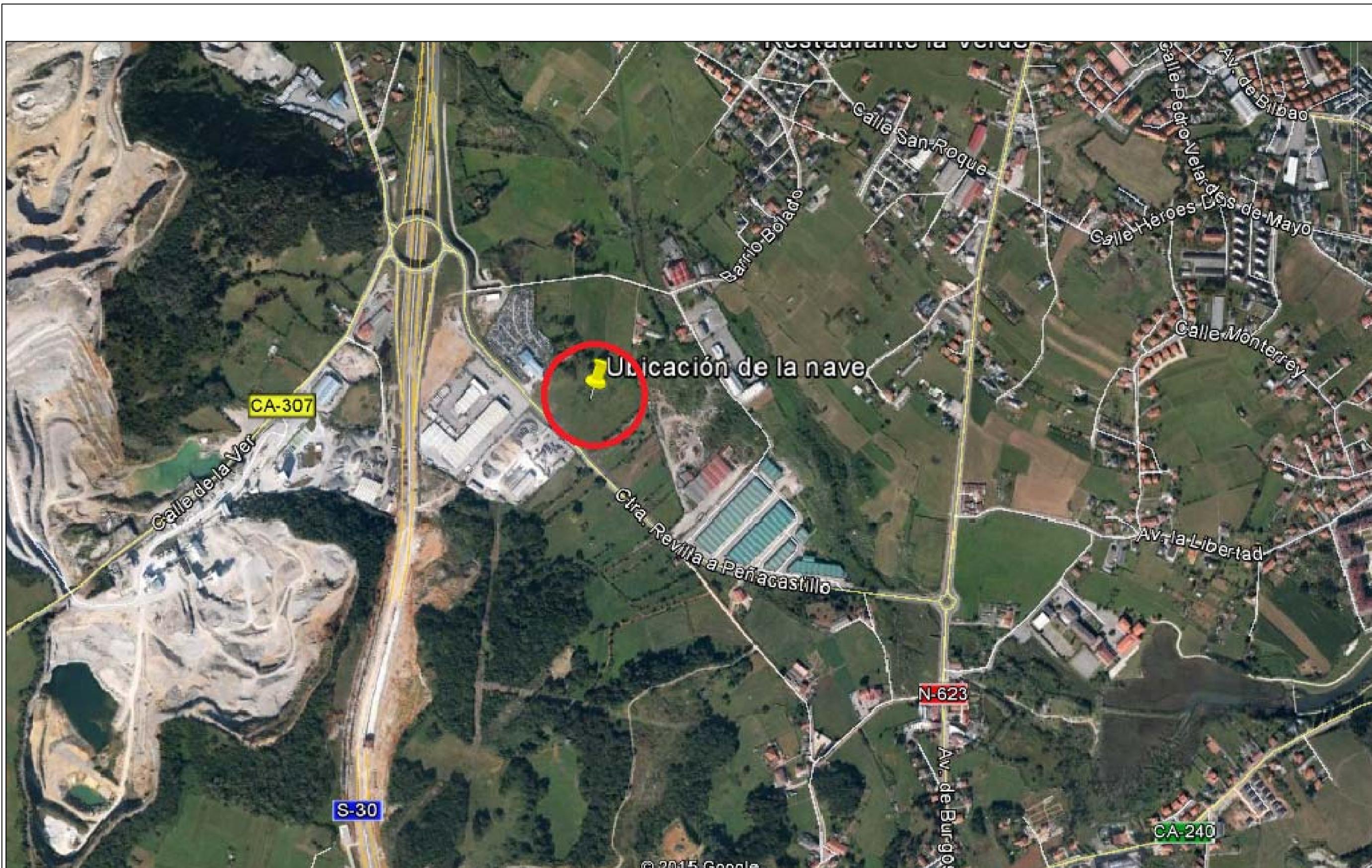
PLANO Nº 1: SITUACIÓN



	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA PROYECTO FIN DE CARRERA	TIPO EDIFICACIÓN	TITULO PLAN INTEGRAL DE RECICLAJE	TERMINO MUNICIPAL CAMARGO	TITULO DEL PLANO SITUACIÓN	AUTOR JAIRO REPISO	ESCALA 1/ 1.000.000	FECHA 19/MAYO/2015	NORTE 	PLANO N 1
				PROVINCIA CANTABRIA						



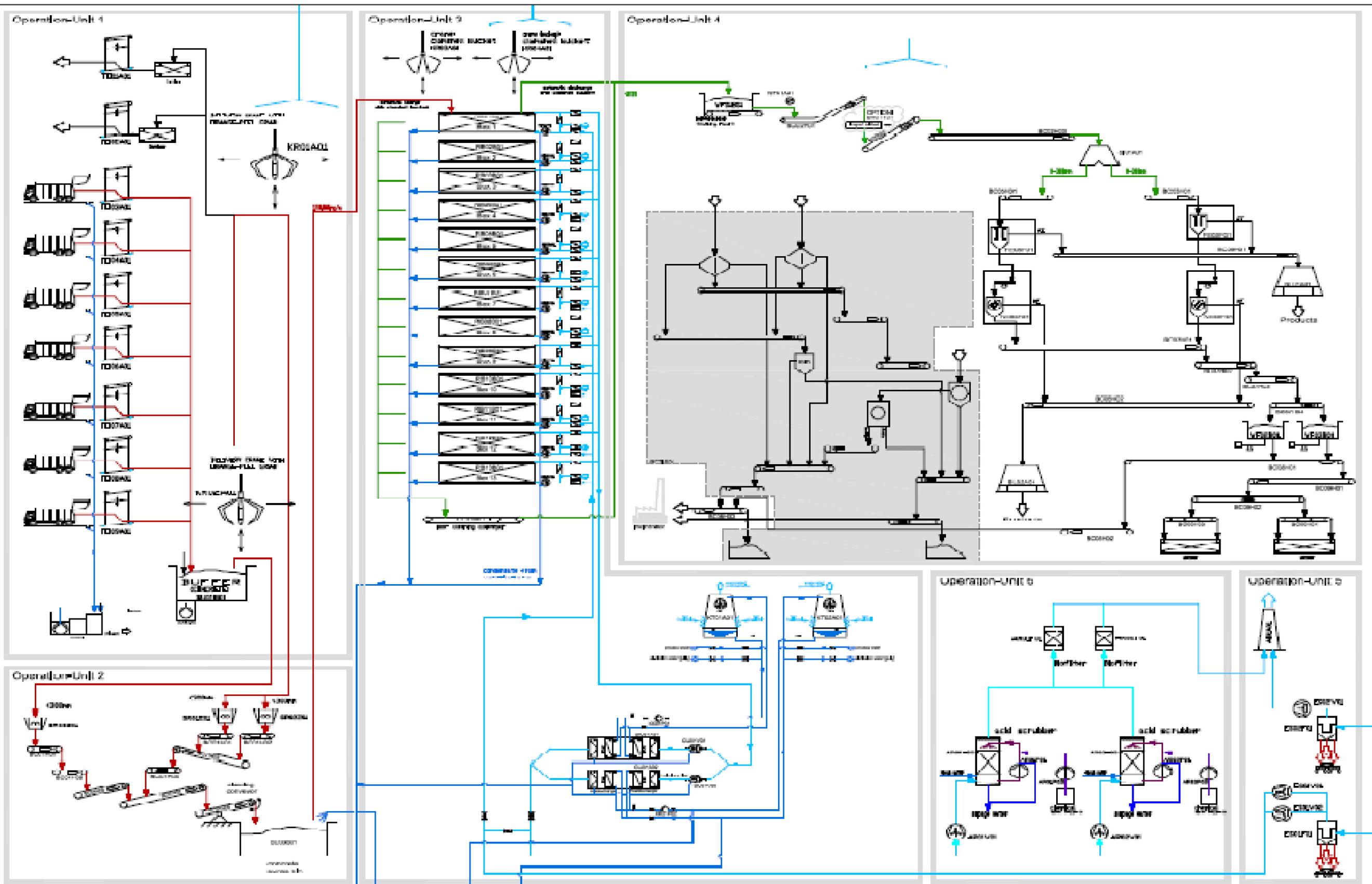
PLANO Nº 2: LOCALIZACIÓN



	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA PROYECTO FIN DE CARRERA	TIPO EDIFICACIÓN	TITULO PLAN INTEGRAL DE RECICLAJE	TERMINO MUNICIPAL CAMARGO	TITULO DEL PLANO LOCALIZACIÓN	AUTOR JAIRO REPISO	ESCALA 1/ 10.000	FECHA 19/MAYO/2015	NORTE 	PLANO N 2
				PROVINCIA CANTABRIA						



**PLANO N° 3: DIAGRAMA DEL PROCESO
DE LOS RESIDUOS**



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
 DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
 UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
 PROYECTO FIN DE CARRERA

TIPO
 EDIFICACIÓN

TITULO
 PLANTA INTEGRAL
 DE RECICLAJE

TERMINO MUNICIPAL
 CAMARGO
 PROVINCIA
 CANTABRIA

TITULO DEL PLANO
 DIAGRAMA

AUTOR
 JAIRO
 REPISO

ESCALA
 1/ 1.000.000

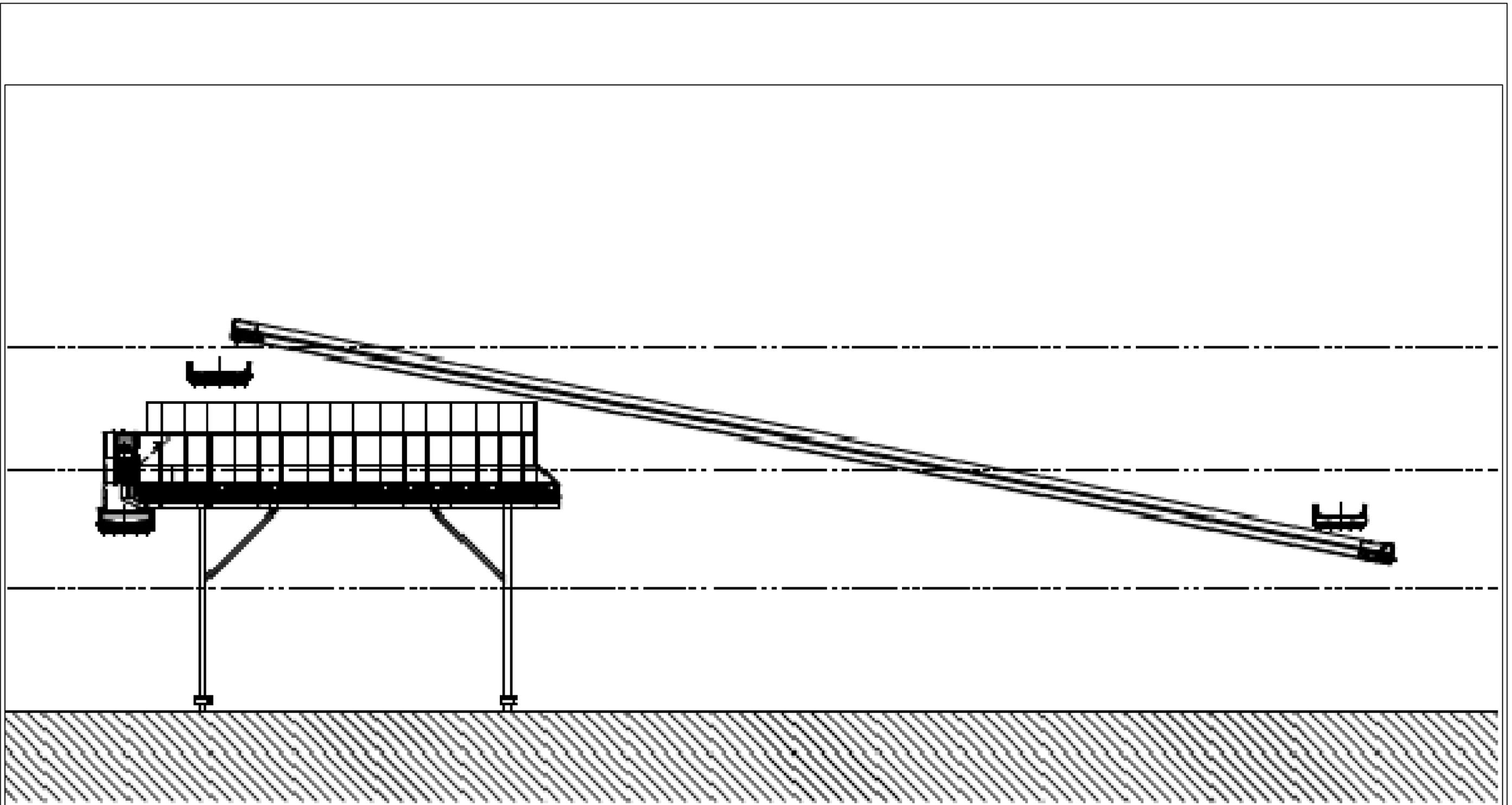
FECHA
 19/MAYO/2015



PLANO N
 3



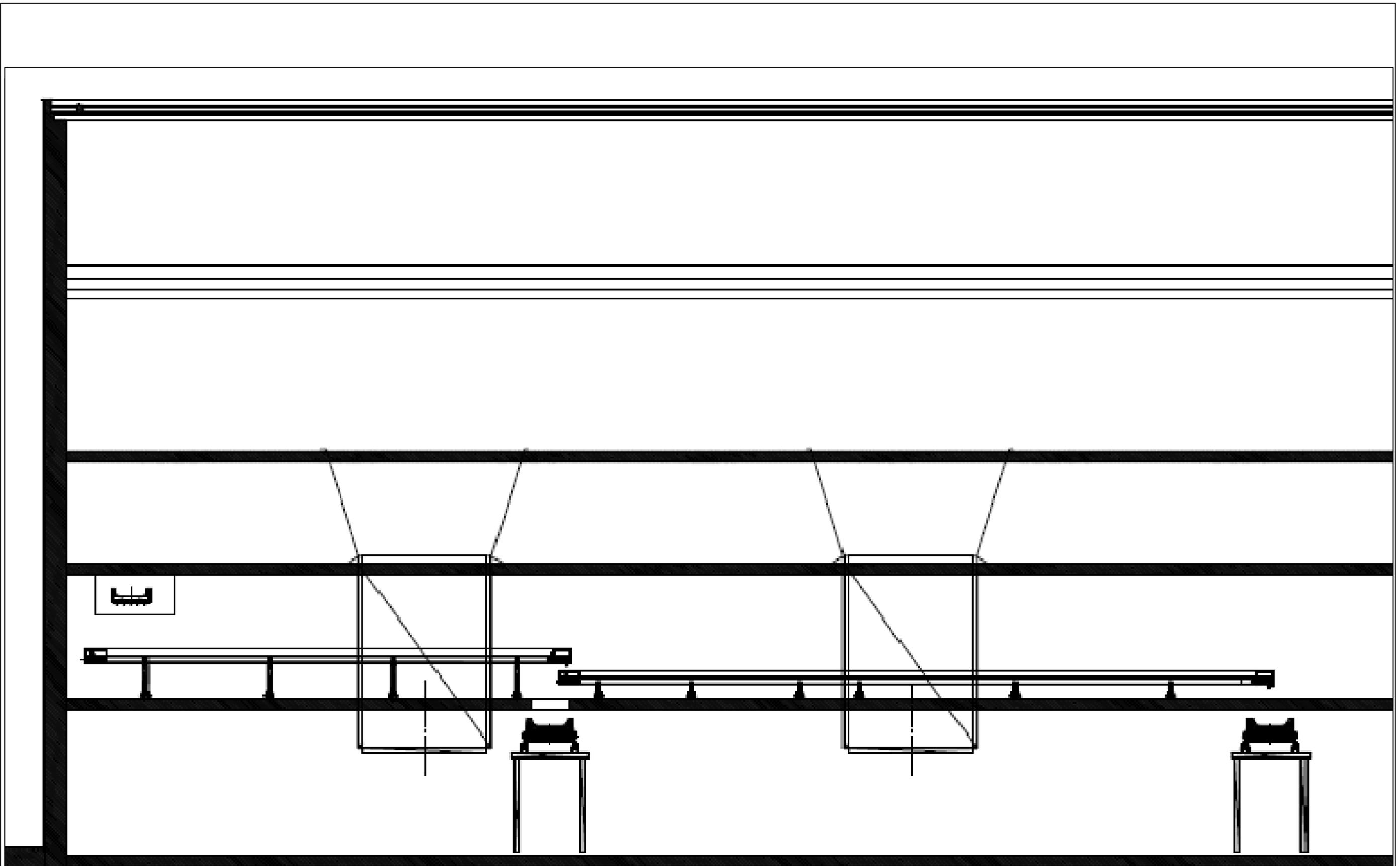
**PLANO N° 4: SECCIÓN DEL BÚNKER DE
PESAJE**



	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA PROYECTO FIN DE CARRERA	TIPO EDIFICACIÓN	TITULO PLANTA INTEGRAL DE RECICLAJE	TERMINO MUNICIPAL CAMARGO	TITULO DEL PLANO BUNKER	AUTOR JAIRO REPISO	ESCALA SIN ESCALA	FECHA 19/MAYO/2015	NORTE 	PLANO N 4
				PROVINCIA CANTABRIA						



**PLANO N° 5: SECCIÓN DE LA
INCINERADORA**



	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS UNIVERSIDAD DE CANTABRIA PROYECTO FIN DE CARRERA	TIPO EDIFICACIÓN	TITULO PLANTA INTEGRAL DE RECICLAJE	TERMINO MUNICIPAL CAMARGO PROVINCIA CANTABRIA	TITULO DEL PLANO INCINERADOR	AUTOR JAIRO REPISO	ESCALA SIN ESCALA	FECHA 19/MAYO/2015	NORTE 	PLANO N 5
---	--	---------------------	--	--	---------------------------------	--------------------------	----------------------	-----------------------	--	--------------



**DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
PARTICULARES**

ÍNDICE

1 CONSIDERACIONES GENERALES	3
1.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO	3
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL Y UBICACIÓN DE LAS OBRAS.....	3
1.3 REGLAMENTACIÓN URBANÍSTICA.....	3
1.4 OBRAS QUE COMPRENDE EL PROYECTO.....	3
1.5 PERSONAL Y MEDIOS DEL CONTRATISTA	3
1.6 SEGURIDAD Y SALUD	3
1.7 ANUNCIOS Y CARTELES	3
2 CONSIDERACIONES DE LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES	4
2.1 INICIO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	4
2.2 CLARACIONES DEL PROYECTO.....	4
2.3 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR.....	4
2.4 TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	4
2.5 VICIOS OCULTOS.....	4
2.6 LIMPIEZA DE LAS OBRAS	4
3 CONDICIONES ECONÓMICAS.....	4
3.1 GENERAL.....	4
3.2 FIANZAS.....	4
3.3 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES	4
3.4 PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	4
4 LABORES EFECTUADAS.....	5
4.1 DESBROCE	5
4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	5
4.3 PRESTACIÓN DE LAS CIMENTACIONES.....	5
4.4 RELLENO DE ZANJAS Y POZOS.....	5
5 MATERIALES EMPLEADOS	5
5.1 HORMIGONES	5
5.2 ENCOFRADOS.....	6
5.3 MORTEROS.....	6
5.4 ARMADURAS	6
6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	7
6.1 PRETRATAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN EN SECO	7
6.1.1 ENTREGA DE RESIDUOS Y PRECONDICIONAMIENTO	7
6.1.2 CARGA Y DESCARGA DE LAS CAJAS DE SECADO	7
6.1.3 EL PROCESO DE BIOSECADO.....	8
6.2 SEPARACIÓN DE METALES Y PROCESO DE REFINADO.....	10
6.2.1 GENERAL.....	10
6.2.2 PROCESO BÁSICO DE SEPARACIÓN DE METALES.....	11
6.2.3 PROCESO OPCIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE CDR.....	12
6.3 TRATAMIENTO DE AIRE RESIDUAL.....	14
6.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	14
6.3.2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AIRE.....	15
6.4 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	17
6.4.1 TIPO DE ALCANTARILLADO GENERADO.....	17



6.4.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.....	18
6.4.3 ESTRUCTURA EN PLANTA.....	18
6.5 SISTEMA DE VISUALIZACIÓN	20
6.5.1 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.....	20
6.5.2 EJEMPLO DE UN MÓDULO DE LA RED.....	20
6.5.3 EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN DE LOS MODULOS INDIVIDUALES	21
7 PROTOCOLO DE PUESTA EN MARCHA	28
7.1 OBJETIVO.....	28
7.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PUESTA EN MARCHA.....	28
7.2.1 MARCHA AUTOMÁTICA SIN MATERIAL	28
7.2.2 MARCHA AUTOMÁTICA CON MATERIAL	28
7.2.3 PRUEBA EN CARGA.....	29
7.2.4. PRUEBA EN CARGA CONFORME A VALORES DE CONTRATO.....	29
7.3 CONDICIONES DE LA PUESTA EN MARCHA	29
7.3.1 PRIMERA FASE.....	29
7.3.2 SEGUNDA FASE.....	29
7.3.3 TERCERA FASE.....	30
7.3.4 CUARTA FASE.....	30
7.3.5 QUINTA FASE.....	30
7.3.6 SEXTA FASE.....	30
7.3.7 SÉPTIMA FASE	31



1 CONSIDERACIONES GENERALES

1.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO

El objeto del presente pliego de Condiciones Técnicas es el de definir y valorar los materiales y unidades de obra, así como citar las normas jurídicas generales que regularán la ejecución de la obra de "PLANTA INTEGRAL DE RECICLAJE DE R.S.U." y regirá en unión de las Normas Generales de Obligado Cumplimiento que se citan en el Artículo 3 de este Capítulo. Además se procederá a una detallada descripción de los distintos procesos que se llevan a cabo en la planta, detallando en cada paso los equipos utilizados, así como el posterior protocolo de puesta en marcha.

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL Y UBICACIÓN DE LAS OBRAS

Se trata de una construcción de 10.780 m² de superficie total construida, situado en el polígono La Verde, en la localidad de Camargo (Cantabria). Todas las obras se ejecutarán con arreglo a los planos de este Proyecto, a cuanto se determine en estas Condiciones, al cuadro de precios, estados de medición y presupuestos y a las instrucciones verbales o escritas que el Ingeniero Director tenga a bien dictar en cada caso particular. El emplazamiento de las obras se hará según las especificaciones dictadas en la Memoria y Planos del presente Proyecto.

1.3 REGLAMENTACIÓN URBANÍSTICA

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma de Proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a la Normativa Vigente.

1.4 OBRAS QUE COMPRENDE EL PROYECTO

Las obras que comprende el Proyecto son todas y cada una de las descritas en los diferentes documentos del mismo.

1.5 PERSONAL Y MEDIOS DEL CONTRATISTA

El Contratista dispondrá, al menos, del siguiente personal técnico:

Delegado: Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o Ingeniero Técnico de Obras Públicas con experiencia en obras de construcción superior a 10 años.

Jefe de Obra: Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o Ingeniero Técnico de Obras Públicas con total disponibilidad a la obra, residente en Cantabria y una experiencia mínima de 5 años en obras similares. En su caso, podrá ser coincidente con el anterior.

Jefe de Topografía: Ingeniero Técnico en Topografía con total disponibilidad a la obra, residente en Cantabria y una experiencia mínima de 5 años en obras similares.

El establecido en el Artículo C107/11.- "Obligaciones preventivas del contratista" del presente Pliego relativo a la Organización Preventiva del Contratista en la Obra para el cumplimiento de sus obligaciones en ese ámbito.

Medios humanos y materiales necesarios para la correcta ejecución de la obra.

1.6 SEGURIDAD Y SALUD

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud Del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la Ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

1.7 ANUNCIOS Y CARTELES

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las Obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes Al régimen de los trabajos y los exigidos, por la policía local.



2 CONSIDERACIONES DE LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

2.1 INICIO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo específico en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los periodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato. Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

2.2 CLARACIONES DEL PROYECTO

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o el Director de Ejecución de la Obra, según los respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada

2.3 AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

2.4 TRABAJOS DEFECTUOSOS

Cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos y una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista.

2.5 VICIOS OCULTOS

Si el Director de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, Siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

2.6 LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesario s para que la obra ofrezca buen aspecto.

3 CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1 GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2 FIANZAS

El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 % y 10% del precio total de la contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

3.3 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si la Propiedad, con la conformidad del Director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.4 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.



4 LABORES EFECTUADAS

4.1 DESBROCE

La ejecución del desbroce incluye la retirada de estacas de los cerramientos rurales y sus cimentaciones, así como del resto de los elementos que los constituyen (cables, mallas, etc.).

El desbroce del terreno incluye la eliminación de los árboles de perímetro inferior a 60 cm, los árboles de cualquier perímetro que no hayan sido contemplados de forma individualizada.

Deberá retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes hasta una profundidad mínima de 30 cm o la que indique el D.O.

Los pozos y agujeros resultantes de las operaciones de desbroce que queden dentro de la explanación se rellenarán con material del terreno y al menos con el mismo grado de compactación.

4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

4.3 PRESTACIÓN DE LAS CIMENTACIONES

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

La excavación en zanjas o pozos se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

4.4 RELLENO DE ZANJAS Y POZOS

La excavación de cimientos se profundizará hasta el límite indicado en el proyecto. Las corrientes o aguas pluviales o subterráneas que pudieran presentarse, se cegarán o desviarán en la forma y empleando los medios convenientes.

Antes de proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación, se dispondrá de una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor debidamente nivelada.

El importe de esta capa de hormigón se considera incluido en los precios unitarios de cimentación.

La excavación en zanjas o pozos se abonará por m³ realmente excavados, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de iniciar los trabajos, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizados los mismos.

La superficie de las tongadas será horizontal o convexa con pendiente transversal máxima del 2%. Una vez extendida la tongada, se procederá a la humectación si es necesario.

5 MATERIALES EMPLEADOS

5.1 HORMIGONES

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo o prescrito en la EHE.

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la EHE.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado en la normativa vigente.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración. Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.



Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.
Como norma general no deberá transcurrir más de 1 h entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a 1 m, quedando prohibido arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de 0,5 m de los encofrados.

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones.

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso de curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

Deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado.

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción o dilatación.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegar a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

5.2 ENCOFRADOS

Se define como un encofrado al molde para verter hormigón y dar forma al elemento resultante hasta su endurecimiento.

En cuanto a sus consideraciones previas, deberán prepararse tanto las zonas donde se instalarán los encofrados, como las distintas piezas que quedarán embebidas.

El montaje se hará según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y, por último la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobretodo en ambientes agresivos.

Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado

Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tabloncillos colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible

Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras

En canto a la seguridad a la hora de utilizar encofrados, se dispondrán todas las diversas medidas oportunas, como son las distintas protecciones colectivas (redes anticaídas), , protecciones personales (casco, guantes, cinturones de seguridad...) y diversas medidas generales, como no circular entre paneles una vez el encofrado ha terminado, no permanecer en la zona de elevación de cargas suspendidas o no acumular junto a los encofrados sustancias inflamables.

5.3 MORTEROS

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra. Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una pasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por m³, obteniéndose su precio del cuadro de precios, si lo hay, u obteniendo un nuevo precio.

5.4 ARMADURAS

Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras.

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con la EHE.

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

6.1 PRETRATAMIENTO Y ESTABILIZACIÓN EN SECO

6.1.1 ENTREGA DE RESIDUOS Y PRECONDICIONAMIENTO

El área de entrega es un búnker profundo que se puede cerrar con puertas seccionales. El búnker profundo, gestionado por una grúa automatizada, se utiliza para los residuos sólidos urbanos (RSU). El sistema de la grúa opera completamente automatizado en el área del búnker. Esto garantiza tanto la utilización óptima del volumen del búnker moviendo los residuos y también el llenado continuo de las trituradoras. Un sistema de escotillas evita las emisiones del área del búnker.



Grúa de entrada con trituradoras, cintas transportadoras, puertas y sistema de aire..

Las trituradoras se llenan automáticamente por los ganchos. La trituración se realiza con trituradoras de rotación lenta, que Trituran los residuos a un tamaño de partícula inferior a 300 mm.

A continuación, los residuos son transportados por cintas transportadoras a un búnker intermedio. Los camiones de basura que llegan se pesan en una báscula que será supervisada desde el edificio de oficinas para el registro de entradas y salidas.

6.1.2 CARGA Y DESCARGA DE LAS CAJAS DE SECADO

El proceso totalmente automatizado de grúas transportan los residuos triturados desde el búnker intermedio a los boxes de biosecado. Los boxes están equipados con un sistema de tapa hermética. Las tapas son levantadas por un dispositivo auxiliar conectado a las grúas, y luego se colocan, bajo la asistencia de un sistema de riel de guía, en un box colindante. Durante el proceso de carga, el nivel de llenado de la caja de biosecado se controla automáticamente por el sistema de la grúa. Un llenado parcial de las cajas también es posible debido a la segmentación de la planta de ventilación.



Grúa abriendo un box de biosecado y limpiando el dispositivo para las tapas.

Una vez que el box se ha cargado, la grúa levanta la tapa y cierra el box con sellado hermético. El box está entonces listo para llevar a cabo el proceso de descomposición biológica intensiva que tarda unos 7-10 días, dependiendo del material de entrada. El proceso de relleno está automáticamente controlado y observado por el ordenador. También es posible realizar esta operación manualmente usando una unidad de control por radio.

Una vez transcurridos los 7-10 días de descomposición biológica en el box de compostaje, la retirada de los residuos también se hace con la grúa. El proceso por el cual la grúa levanta la tapa del box, se realiza con la ayuda de un dispositivo de elevación auxiliar. Entonces, el proceso de descarga se inicia automáticamente. Los residuos descargados se dejan caer en un búnker (suelo deslizante). La elevación de vertido en el búnker intermedio es baja para minimizar la formación de polvo.



Grúa cargando un box de secado biológico

Durante el transporte restos de residuos caen de la grúa en las tapas. Estos restos se eliminan al final de la jornada de trabajo por medio de un patín que empuja los residuos sobre un transportador en el extremo de los boxes. Este transportador transporta los residuos de nuevo al bunker.

Debido a la operación totalmente automática, no se requieren actividades manuales en el búnker. El polvo se retira de la sala por un sistema de aspiración y se recoge mediante filtros de polvo a fin de evitar el mal funcionamiento del sistema de grúa y para aumentar el control de emisiones.

6.1.3 EL PROCESO DE BIOSECADO

6.1.3.1 GENERAL

El primer paso consiste en un proceso de degradación aerobia, que es, en principio, un sistema de compostaje en recipiente, con control por ordenador y aireación forzada, comienza una vez se ha cerrado el box. Sin embargo, este proceso no está específicamente diseñado como un proceso de compostaje tradicional, donde tiene que degradarse la mayor cantidad posible de materia orgánica. El objetivo aquí es eliminar la mayor cantidad de agua posible de los residuos en poco tiempo mediante la generación de energía biotérmica. Esto significa que el calor biológica producida durante el proceso se utiliza para eliminar la humedad del material usando el sistema de ventilación del box. Sólo una pequeña parte del material se biodegrada. Por lo tanto, la parte principal del contenido orgánico se deja en el material biosecado.

Las principales razones para efectuar este secado en los residuos son:

- (1) Los residuos secos con mínimo contenido de orgánicos son biológicamente estables.
- (2) El poder calorífico de los residuos secos es significativamente mayor.

Debido al sistema de control automatizado, ajustado a los requisitos del proceso de conversión biológica, las sustancias orgánicas fácilmente degradables en los boxes de compostaje se convierten en calor durante un breve proceso de biodegradación aerobia. Este calor se utiliza para evaporar la humedad y por lo tanto para secar la basura residual. No se requiere de calor externo para el proceso de biosecado. El agua se elimina del aire saturado de humedad por medio de un intercambiador de calor. Este condensado (250-300 l/t) se puede limpiar en una planta de tratamiento de agua y volver a utilizar con fines de refrigeración.

Debido al control individual de cada box de compostaje y al individual suministro de aire, es posible garantizar el secado uniforme y eficiente en un breve periodo de tiempo. Los datos pertinentes, tales como la cantidad de calor y desarrollo de la temperatura se introducen en el sistema de control de proceso, así como la permeabilidad al aire de los residuos.

En un proceso óptimo de biosecado, la cantidad se reduce hasta en un 30% en tan sólo 7 días. Después de ese proceso, los residuos secos se clasifican y acondicionan en varios pasos.

3.1.3.2 DESCOMPOSICIÓN INTENSIVA EN EL BOX

La descomposición intensiva tiene lugar dentro del box cerrado que se sella impidiendo la entrada de aire y humedad. El box está hecho de hormigón y está aislado. Por lo tanto, los procesos de degradación en el interior pueden producirse independientemente de las condiciones climáticas del exterior. Esto hace que funcione en todas las condiciones climáticas.

Durante la descomposición intensiva, los hidratos de carbono, proteínas, grasa de residuos de cocina, etc., son microbiológicamente transformados dentro de un corto período de tiempo (6-7 días) utilizando un suministro de aire controlado que se ajusta a los requisitos biológicos. El sistema de control automático ajusta el flujo de aire y la temperatura. La reducción aerobia de las sustancias orgánicas fácilmente descomponibles es un proceso exotérmico que conduce a un autocalentamiento del material y el aire que fluye. La ventilación de los residuos en el box acelera este proceso.

Para secar el material, se utiliza una fácil ley física: el aire caliente puede absorber más agua que uno frío. En consecuencia, el aire que fluye a través del material de auto calentado absorbe más y más agua. Cuando el aire caliente, casi saturado sale del box, el agua sale con el aire, lo que produce una reducción de la humedad de los residuos. Debido a que para la reducción biológica aerobia, el agua es indispensable, los microorganismos se quitan a sí mismos la vida base con el aumento de la deshidratación. Por lo tanto, lo que queda, son residuos secos en los que el proceso de reducción biológica se ha detenido debido a un muy bajo contenido de agua.

Debido a la refrigeración en el intercambiador de calor, el aire se queda corto a la línea de punto de deshielo y desprende el agua contenida en forma líquida. Por lo tanto, el agua inicialmente contenida en los residuos y posteriormente en el proceso de tratamiento de aire, se transforma de vapor a estado líquido durante el enfriamiento.

El olor que es distinguible por el olfato humano es soluble en agua. Por lo tanto, una parte significativa de los olores se puede eliminar del aire expulsado por condensación. Las pruebas han demostrado que aproximadamente el 60% del olor total puede ser teóricamente extinguido de esta manera.

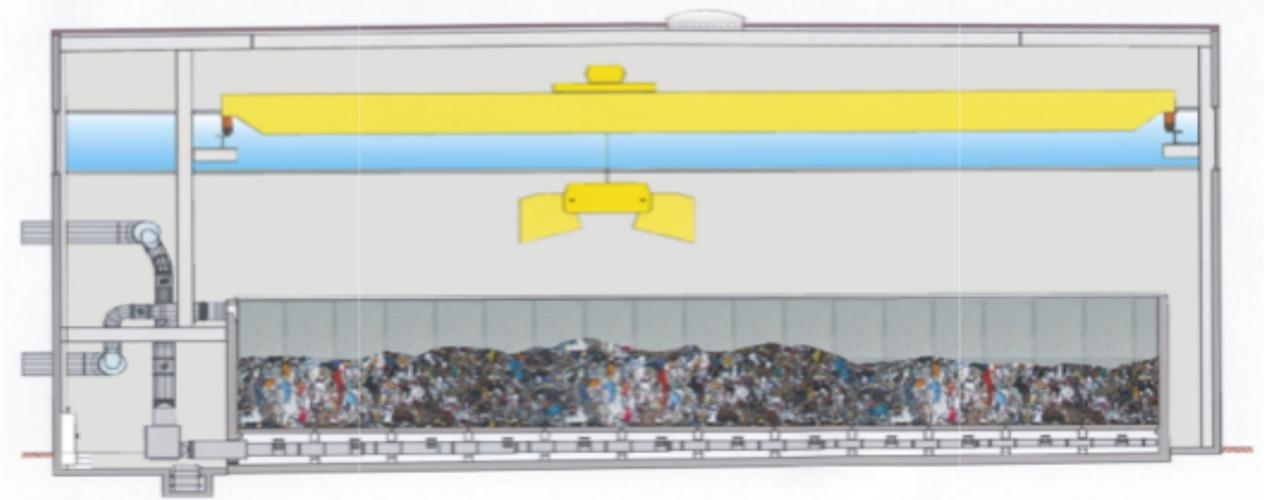
El proceso de biosecado dura siete días, teniendo en cuenta la condición previa de contener suficiente materia orgánica. Durante el proceso, la acomodación aérea de oxígeno está adaptada por el proceso de control a las necesidades de los procesos biológicos dentro del box y se produce a través de varias fases:

Fase 1: Alcanza la temperatura necesaria.

Fase 2: Fase de la reducción principal (secado biológico).

Fase 3: Refrigeración y secado del estabilizado.

El espacio debajo de las placas del suelo perforadas se subdivide en segmentos. Cada segmento, que es de 2,5 m de largo, se construye como en una cámara de presión. Esto permite que el suministro de aire sea controlado por separado para cada sección, y el material a ser ventilado y secado de forma homogénea, incluso si tiene diferentes densidades y composiciones a lo largo de los 30 m del box.



Box de biosecado con grúa y placas del suelo perforadas en segmentos

Para producir las condiciones climáticas óptimas para el proceso de degradación, hay cuatro posibles flujos de aire diferente. Esos flujos son regulados automáticamente por el ordenador de acuerdo con la temperatura del material a tratar.

Los cuatro flujos de aire diferentes son:

- Aire fresco (desde la extracción de aire en los pasillos).
- Aire fresco precalentado.
- Aire perteneciente a la circulación no refrigerado.
- Aire perteneciente a la circulación refrigerado.

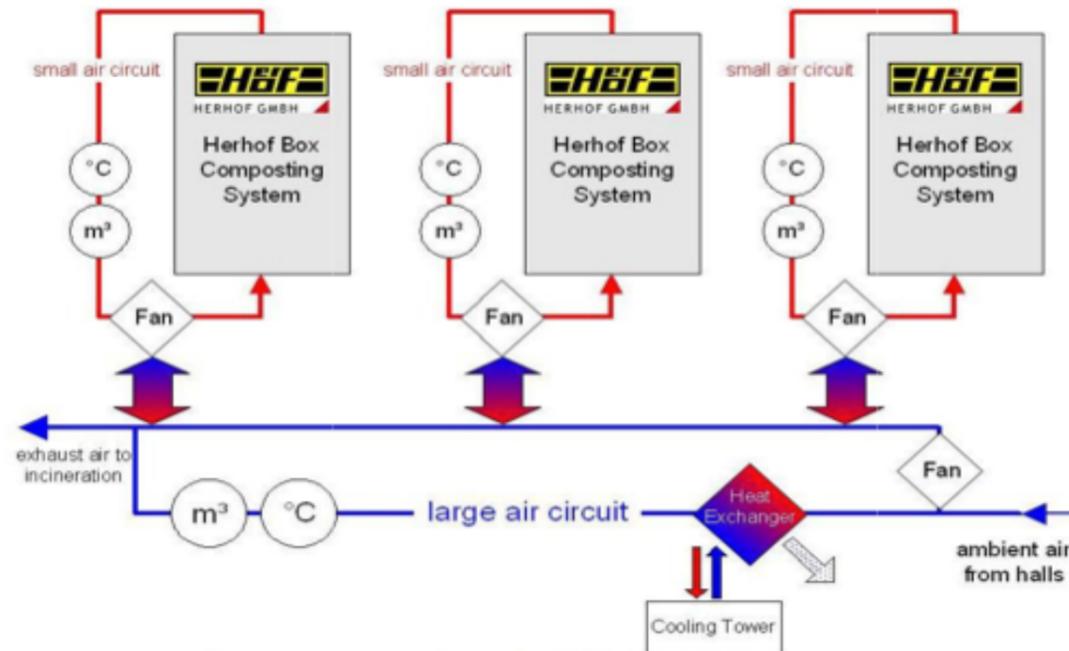
Debido a la corriente de aire de circulación (100-125 m³ / h), hay una ventilación homogénea dentro del material. Gracias a este flujo de aire, el volumen de poros del material se puede mantener a un nivel óptimo y el proceso de secado se acelera.

6.1.3.3 VENTILACIÓN CONTROLADA POR ORDENADOR

El control de aire del box del sistema de biosecado consta de dos circuitos de ventilación vinculados:



- a) **CIRCULACIÓN DE AIRE CORTA:** Cada box está equipado con un ventilador, tuberías y aparatos de medición, para el flujo de aire y la temperatura. El aire que sale del box durante la descomposición intensiva contiene vapor de agua, CO₂ y sustancias olorosas. Dependiendo de la etapa del proceso, este aire (no refrigerado) puede ser enviado directamente de nuevo al box. Tan pronto como la temperatura suba por encima de sus valores de ajuste, la cantidad necesaria de aire refrigerado se toma desde el circuito largo, mientras que una cantidad proporcional de aire expulsado se libera al mismo circuito. El control por ordenador también hace posible una operación de "aire mezclado". Esto permite un óptimo ajuste de la temperatura durante varios períodos de biosecado. La razón es reducir al mínimo la cantidad de aire expulsado, mientras se mantienen las condiciones aerobias óptimas en el sistema.
- b) **CIRCULACIÓN DE AIRE LARGA:** Cada fila de boxes tiene su circulación de aire larga, es de donde los circuitos individuales cortos toman su suministro de aire y es a donde liberan el aire expulsado. El circuito de aire largo está equipado con un ventilador, un intercambiador de calor aire/agua y dispositivos de medición para el flujo de aire y la temperatura. El intercambiador de calor aire/agua en el sistema de circulación largo transfiere el calor en exceso del proceso a través del circuito de agua, el cual es llevado a la torre de refrigeración y evaporación, desde donde se libera a la atmósfera. El suministro de aire (fresco) necesario para la circulación de aire larga, se toma desde el interior de las salas de proceso con el fin de eliminar el aire contaminado de olor de esas áreas. El aire liberado de la circulación de aire larga se puede mantener muy controlado en términos de cantidad, CO₂, temperatura y humedad, ya que mezcla el aire de salida de los boxes en diferentes etapas de descomposición.



Circulaciones de aire larga y corta en el sistema de biosecado por boxes de HERHOF.

Si los residuos suministrados están fríos o congelados, la circulación de aire caliente asegura que la fase de calentamiento se acorte hasta que se haya alcanzado la temperatura de funcionamiento. El control por ordenador también hace posible una operación de "aire mezclado". Esto permite un óptimo ajuste de la temperatura durante varios períodos de biosecado. Para reducir al mínimo la cantidad de aire expulsado, mientras se mantienen las condiciones aerobias óptimas en el sistema.

6.1.3.4 CONTROL PLC DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

Cada box está equipado con una unidad de control independiente. El proceso es supervisado y controlado por ordenadores durante el proceso de 7 días de forma permanente. A intervalos de tiempo ajustables, se comparan los valores nominales y reales de los diferentes parámetros de medición. El PLC restablece automáticamente el proceso de biosecado para cada box. La construcción modular de la planta también permite diferentes valores nominales para cada box única y su carga. Todos los datos se registran en un procesador central. La salida de datos es posible, ya sea mediante el uso de una unidad de visualización o una impresora. En caso de fallo del PLC, los parámetros por lotes individuales, se almacenan hasta la finalización de un proceso completo y se pueden descargar cuando se reactiva el PLC.

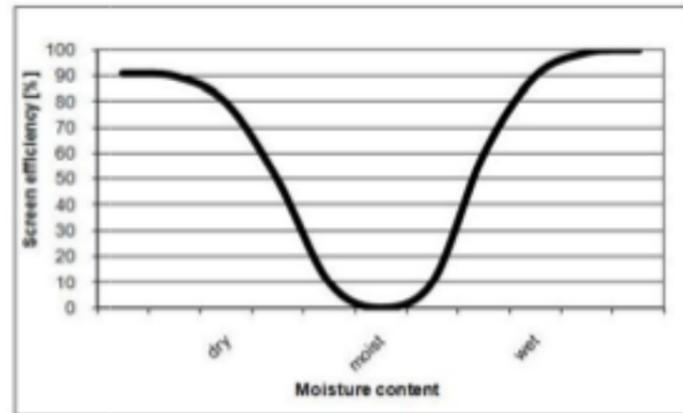
Todos los fallos de funcionamiento que puedan surgir durante el proceso, en cualquier box con cualquier carga, se almacenan y pueden dar información sobre sus efectos en el proceso de secado.

Los datos en el PLC se almacenan durante diez días. En caso de fallo del ordenador central se puede recuperar.

6.2 SEPARACIÓN DE METALES Y PROCESO DE REFINADO

6.2.1 GENERAL

La reducción del contenido de agua debido al proceso de secado biológico es decisiva para obtener unos buenos resultados en la separación mecánica. Este es el requisito previo esencial para la eficiencia del sistema de separación de residuos automatizado y para la pureza y la calidad de las fracciones extraídas.



Eficiencia de la pantalla con diferentes contenidos de humedad

El diagrama anterior muestra el hecho de que para la proyección en pantalla, e incluso para la selección de procesos, las condiciones secas o húmedas son ventajosas en términos de eficiencia. Los residuos sólidos urbanos típicos son húmedos, y por lo tanto, no es adecuado para la clasificación de los procesos. El proceso de secado biológico crea un material seco y fácilmente separable.

Una característica importante de la separación de material, especialmente la separación de la fracción de peso ligero, es que debido a la correcta colocación de varios separadores de aire o balísticos, y los diversos procesos de tamizado, se consigue una separación muy precisa para los combustibles entre los componentes ligeros y los pesados. Por lo tanto, se garantiza un combustible de alta calidad.

6.2.2 PROCESO BÁSICO DE SEPARACIÓN DE METALES

El objetivo de este proceso es separar el compuesto en 2 fracciones básicas:

- 1) Residuo seco.
- 2) Metales, tanto ferrosos como no ferrosos.

Una visión general del proceso mecánico se muestra en la siguiente imagen:

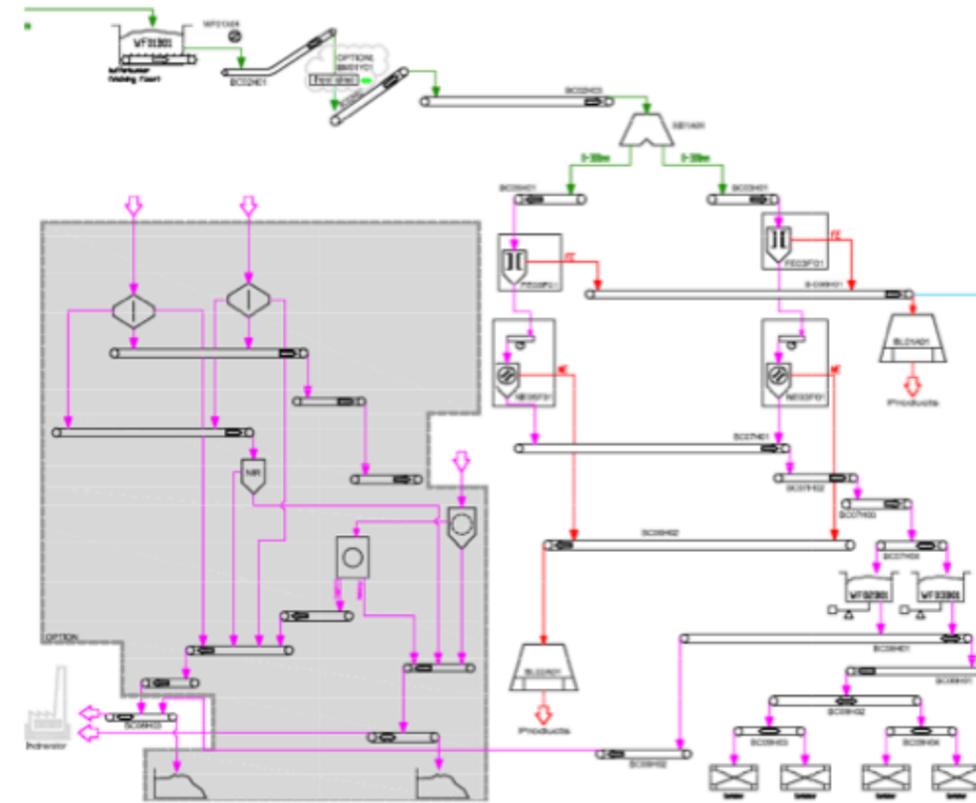
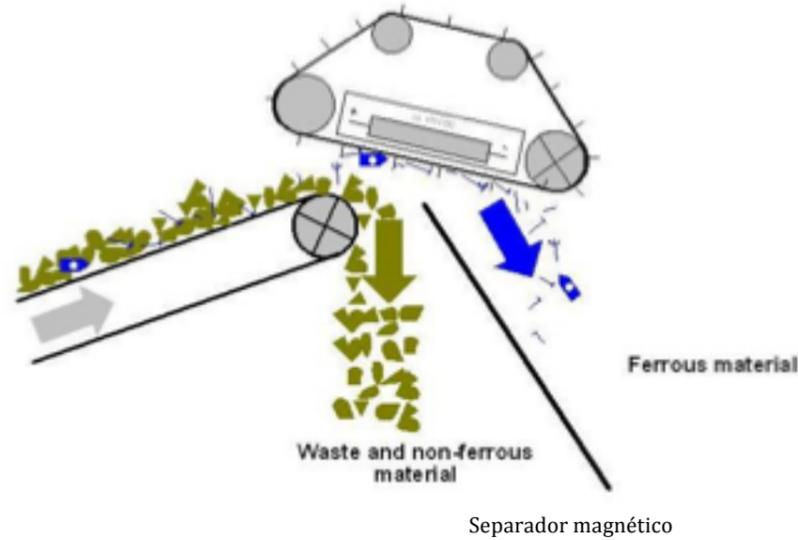


Diagrama del procesamiento mecánico

Un suelo deslizante intermedio dosifica los residuos secos para el proceso mecánico. Entonces, los metales se separan en dos etapas. En primer lugar, se extraen las piezas magnéticas metálicas (metales ferrosos) y luego los metales no magnéticos (metales no ferrosos).

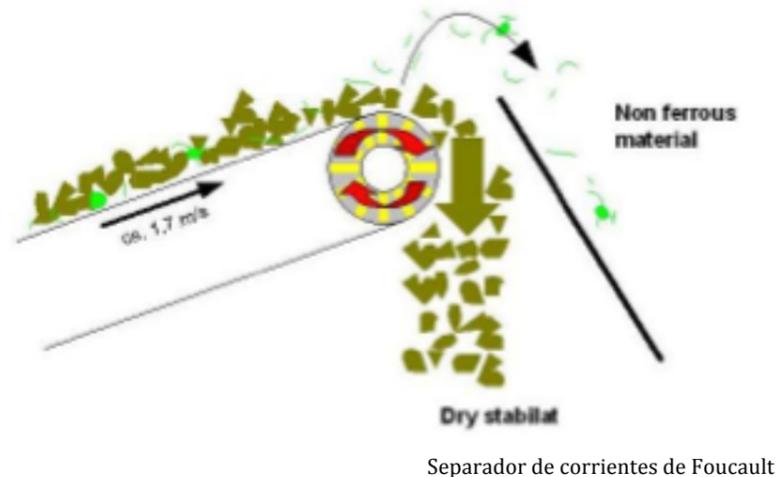
Los componentes ferrosos se eliminan de la materia seca usando imanes. El imán es capaz de recoger el material ferroso muy fácilmente a partir de una corriente mixta. Un canalón vibrante es suficiente para producir una corriente homogénea consistente. Se requiere este paso para una mejor eficacia de separación.

La siguiente imagen muestra un separador magnético, que levanta las piezas magnéticas del flujo de materiales.



Otros materiales dentro de la corriente, como los plásticos, madera, papel, vidrio, cerámica, metales no ferrosos, etc., no se pueden separar con este procedimiento. Por lo tanto, los componentes metálicos no ferrosos restantes en la fracción de residuos secos se eliminan utilizando separadores de corriente de Foucault.

El separador no ferroso se basa en el sistema de corrientes de Foucault, lo que significa que la rotación rápida de imanes permanentes producen un campo magnético. Por esta razón, los materiales no ferrosos son empujados lejos y se pueden separar de la corriente principal. El campo magnético es ajustable a fin de proporcionar una buena calidad para el material separado.



El proceso básico para la separación de metal termina en este punto. Todos los materiales no metálicos, tales como plásticos, papel, madera, orgánicos, minerales, etc. son conducidos a la planta de incineración.

6.2.3 PROCESO OPCIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE CDR

6.2.3.1 PROCESO MECÁNICO ADICIONAL

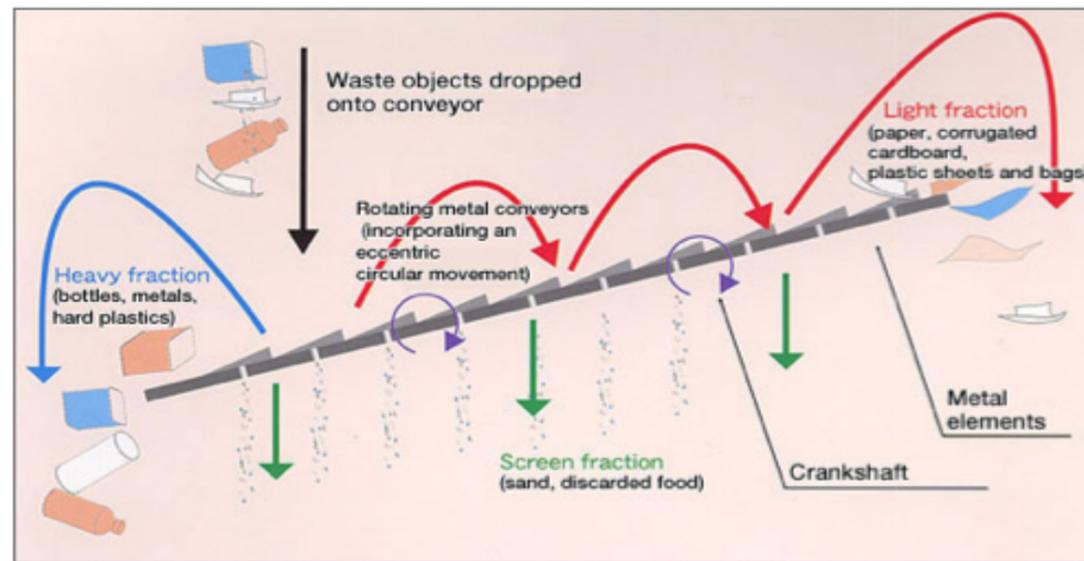
El objetivo de todo el proceso mecánico adicional es la separación de las fracciones combustibles y no combustibles de los residuos secos. Para estos procesos de separación, se utilizan varias características de los materiales tales como el tamaño de grano, la densidad y forma.

Inicialmente cabe destacar que, la corriente principal se divide en 3 corrientes secundarias en función del tamaño de grano. Las diferentes fracciones de tamaño de grano se tratan de diferentes maneras. El grano fino (menor de 50 mm) se conseguirá de nuevo utilizando unos paneles de tamizado.

Esos paneles se utilizan a menudo para la clasificación del compostaje. La tensión y la extensión de la pantalla provoca un movimiento de rebote del material que provoca una detección eficaz de los materiales, incluso de los difíciles. Por otra parte, la tensión y la extensión garantiza la auto-limpieza de los paneles.

El flujo inferior de los paneles (menor que 10 mm) es conducido directamente a la producción de CDR. El flujo intermedio de los paneles (10-50 mm) es conducido a un separador de viento, ya que las partes combustibles están contenidas en la fracción de baja densidad, mientras que las partes no combustibles están contenidas en la fracción de alta densidad. Por lo tanto, un proceso de selección de densidad guiará a una separación de partes combustibles y no combustibles. Las partes combustibles, tales como madera, plástico, etc, son conducidas a la línea la CDR, mientras que las partes no combustibles, como vidrio, piedras y cerámicas pueden ser conducidas al vertedero.

Las otras dos fracciones de grano son tratados de una manera similar. En primer lugar, un separador balístico se utiliza para dividir el material entrante en tres fracciones, consiste en una separación combinada, en términos de tamaño de grano y forma. Esta máquina se basa en la rotación de unas paletas (placas de metal) dispuestas en paralelo entre sí. Cada conjunto de paletas está inclinado y tiene la posibilidad de ajustarse el ángulo. Debido al ajuste del ángulo, el separador puede ser adaptado para el material de entrada. El principio del separador balístico se muestra en el cuadro siguiente:



Separador balístico

El separador balístico crea 3 fracciones:

- 1) El grano fino, (menor que 50 mm) que se ha incluido por error en la fracción gruesa (50-120 mm) y fracciones mayores de 120 mm. Una vez separado, es conducido de nuevo a la fracción de grano menor de 50 mm detallada en el proceso anterior.
- 2) Fracción plana o de baja densidad, que contiene papel, cartón, láminas de plástico, etc. Esta fracción se encuentra en las paletas y es transportado hacia arriba por su movimiento. Esta fracción contiene material de alto poder calorífico, por lo que es conducido a la línea de CDR.
- 3) Materiales de alta densidad, que contienen piedras, vidrio, metales, etc. Esta fracción comienza rebotando en las paletas y rueda por causa de su inclinación. Sin embargo, partes combustibles también se incluyen en esta fracción pesada. Por lo tanto, se necesita otra etapa de separación para esta fracción.

Las partes combustibles y las inertes de esta última fracción pesada del separador balístico, se separan por medio de un separador NIR (por sus siglas en inglés, "Near InfraRed", que consiste en un separador óptico utilizando infrarrojos), cuyo principio se muestra en la siguiente imagen:



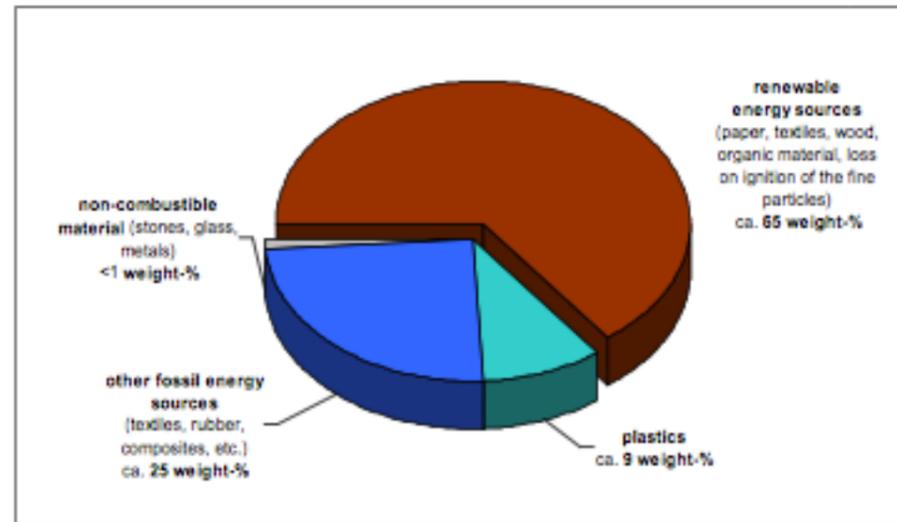
Separador NIR

El flujo de entrada se acelera por medio de una cinta transportadora y pasa por debajo de un sensor de infrarrojos. Las longitudes de onda reflejadas son identificadas y, por el disparo de un chorro de aire a determinados artículos de la corriente, se consigue una eficiente separación. En este caso, el agregado sopla hacia fuera la fracción combustible mientras ignoran las partes no combustibles.

6.2.3.2 EL COMBUSTIBLE DE SUSTITUCIÓN (CDR)

6.2.3.2.1 COMPOSICIÓN DEL COMBUSTIBLE

El fuel obtenido, patentado como STABILAT®, está compuesto por las diferentes fracciones ligeras separadas, prácticamente el 100% del combustible consiste en materiales combustibles, como madera, papel, plásticos, textiles y material orgánico. La fracción de la energía renovable contenida en el fuel (madera, papel, cartón y productos orgánicos) constituye hasta 2/3 del fuel, lo que permite el suministro de energía neutra de CO₂ en el mismo grado.



Ejemplo de composición del CDR

Un aumento en dos etapas claras en el poder calorífico, se logra mediante el secado biológico y la separación de materiales inertes.

Debido a su consistencia seca, el fuel STABILAT® es muy fácil de almacenar y transportar, y se puede utilizar como combustible secundario en los procesos industriales.

Con el fin de lograr altas cualidades para el fuel, se realiza una separación casi cuantitativa de los bultos de los metales ferrosos y no ferrosos y de las baterías, además de la separación de minerales. Muchos metales ferrosos están terminados o protegidos con inhibidores de la corrosión superficiales (cromo, níquel, zinc, etc). Las baterías tienen carcasas de acero, o una gran parte de la fracción de metal en sí consta de metales pesados (cobre, plomo u otras aleaciones). Se ha establecido que hasta el 90% de los metales pesados en los residuos, deben ser encontrados en la fracción de metal. Por lo tanto, una separación óptima de la fracción metálica, conduce a una reducción significativa del contenido de metales pesados en el fuel, y, por lo tanto a una mejora significativa de su calidad.

6.2.3.2.2 USO DEL FUEL

Debido a sus buenas propiedades de almacenamiento, el fuel se puede utilizar para el suministro de energía específica, independientemente de la cantidad, el momento y la ubicación de los residuos generados. Por primera vez en la industria de los residuos, el suministro de energía descentralizadas y flexibles son posibles. Esta es la base para una relación cada vez más urgente, entre los residuos y los objetivos energéticos de la industria.

6.3 TRATAMIENTO DE AIRE RESIDUAL

6.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El concepto de tratamiento del aire expulsado es diferente para cada etapa de tratamiento de residuos. Se puede dividir en dos sistemas de flujo de aire. La primera de ellas es el tratamiento del aire expulsado de las unidades de operación 1 - 3 (suministro de residuos, pretratamiento y sala de biosecado). El segundo es el tratamiento del aire expulsado por la unidad de operación 4 (la separación mecánica).

6.3.1.1 SUMINISTRO, PRETRATAMIENTO Y BIOSECADO

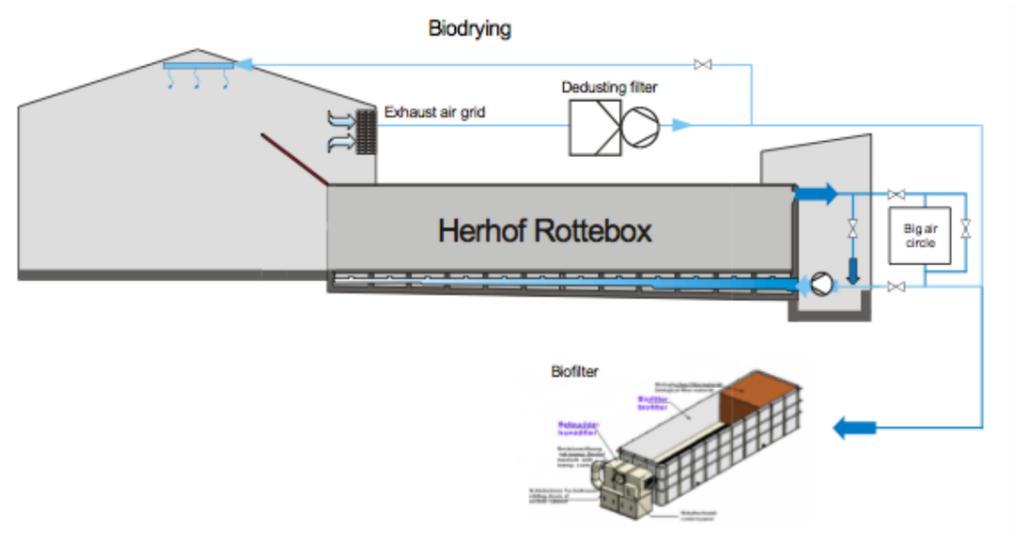
Debido a los residuos, el movimiento durante la descarga y la alimentación de las trituradoras, entran polvo y vapor en el área del bunker y del pretratamiento. Debido a esto es necesario un intercambio de aire dentro de los pasillos.

En cuanto a la sala de biosecado, la situación es un poco diferente. Cuando las tapas de los boxes están cerradas, hay una presión negativa en el espacio aéreo por debajo de la tapa que mantiene los humos que salgan de los boxes. Las tapas están equipadas con juntas de goma blandas, que se presionan contra el hormigón por el peso de la tapa, produciendo así un sello hermético. De esta forma, las contaminaciones más pequeñas situadas en los bordes del hormigón se encuentran atrapados por el caucho, y mantienen la tapa completamente cerrada.

Con la carga y descarga del box de compostaje, el polvo y el vapor entran en el espacio aéreo de la sala de estabilización. Debido a esto, también es necesario un intercambio de aire dentro de la sala de estabilización. El box que se muestra a continuación, muestra de forma esquemática, el flujo de aire en la sala de secado biológico.

Para reducir al mínimo el aire expulsado, la extracción dentro del área de suministro, el pretratamiento y la sala de biosecado, se desempolva por medio de un filtro de polvos, de modo que está disponible como aire fresco para el proceso de secado biológico. La necesidad exacta de aire para cada box difieren dependiendo de la fase del proceso biológico. Por otra parte, algunos boxes se cargan y descargan en la fase de calentamiento y necesitan considerablemente menos aire durante esas operaciones. En caso de un aire desempolvado excesivo, se devuelve a la sala de secado biológico a través de mangueras textiles que cuelgan por debajo del techo. También podría suceder, sin embargo, que el aire extraído de la sala de boxes no sea suficiente para el proceso biológico. Por lo tanto, una válvula de aire fresco será instalada en el espacio detrás de los boxes.

El aire expulsado de la circulación larga, se puede mantener muy controlado en cuanto a su cantidad, CO₂, temperatura y humedad, porque mezcla el aire de salida de los boxes en diferentes etapas de descomposición. Dado que más del 60% de las sustancias olorosas están unidos a la fase líquida, pueden ser retirados de la fase gaseosa por enfriamiento.



Flujo de aire en la sala de secado biológico

El aire refrigerado, que contiene el resto de las sustancias olorosas, se limpia con la ayuda de biofiltros, y entonces es liberado a la atmósfera.

6.3.1.2 CONCEPTO PARA LA SEPARACIÓN MECÁNICA

Este proceso se realiza después de que el proceso biológico seque los residuos. Por lo tanto, cada agitación, movimiento o caída de residuos, provoca la formación de grandes cantidades de polvo. La extracción de aire se realiza de dos maneras diferentes.

En primer lugar, un intercambio de aire dentro de la sala de separación mecánica es necesaria. El aire se extrae a través de la rejilla de aire expulsado, y se desempolva con la ayuda de la segunda cámara de filtros de polvo. Entonces, todas las áreas donde se cae el material seco están equipadas con puntos de aspiración. El aire extraído por estos puntos de aspiración, también se ha de desempolvar con la ayuda de un filtro de polvos. El aire limpio es descargado a la atmósfera. El polvo separado se granula y se añade al combustible secundario, producido por el proceso de separación mecánica.

6.3.2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AIRE

La explicación previa muestra que, el filtro de polvo y el biofiltro, son las partes centrales del sistema de tratamiento de aire de esta planta.

6.3.2.1 FILTRO DE POLVO

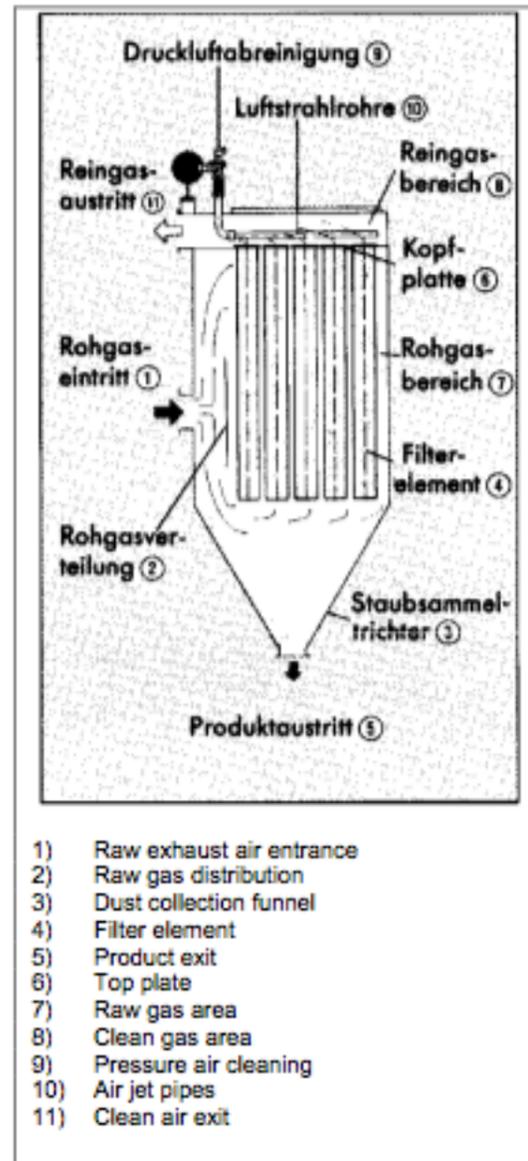
6.3.2.1.1 FUNDAMENTOS DE LOS FILTROS DE MANGAS

El gas bruto a tratar se introduce en el filtro a través de una pieza de conexión (1) en el área de la cámara de polvo. Se dispone de una pared de distribución de gas (2), detrás de la pieza de conexión, la distribución del gas en bruto se lleva a cabo transversalmente a la dirección de soplado, de manera que una parte del gas en bruto llega a la parte inferior de los elementos del filtro (4) a través del embudo de recogida de polvos (3).

Junto a la distribución directa del flujo de gas hacia los elementos del filtro, tiene lugar una preseparación, en función de la construcción y la disposición de la pared de distribución de gas.

En primer lugar, las partículas de polvo que golpean la pared de distribución de gas, son aceleradas por el flujo del gas, preferiblemente en dirección a la salida del producto (5) y están preseparadas gracias al embudo de recogida de polvo con una disminución de la velocidad del gas.

De esta manera, la corriente de gas llega a los elementos del filtro con una carga reducida de polvo. Esos elementos del filtro son, por lo general, un fieltro de telas sintéticas. Los cuales se sacan sobre una malla que actúa como soporte, y se montan protegiendo la placa superior del polvo (6), entre el gas en bruto (7) y el área de gas limpio (8).



Filtro de mangas

El gas fluye en bruto a través del filtro, desde el exterior hacia el interior, las partículas sólidas se adhieren a las superficies exteriores de los tubos del filtro. Esta capa ayuda a la filtración, pero daría lugar a un continuo aumento de la resistencia al flujo si no se limpia el filtro. Este aumento de la resistencia al flujo de los elementos del filtro se mantiene en un nivel casi constante por la limpieza de aire a presión.

Los tubos de chorro de aire (10) están montados sobre las filas individuales de los tubos. El aire presurizado desde el distribuidor, es soplado en la parte interior de los tubos por agujeros definidos a través de válvulas de membrana.

Con el fin de mejorar el efecto de limpieza, y para minimizar el consumo de aire a presión, las partes superiores de los elementos del filtro están equipadas con inyectores, que son responsables de mezclar el aire a presión con el aire secundario de la zona limpia. La presión opuesta generada en el elemento del filtro, hace que se infle el tubo del filtro temporalmente. Por la acción de la gravedad, las partículas sólidas se conducen a la salida del producto (5), de donde son retiradas inmediatamente.

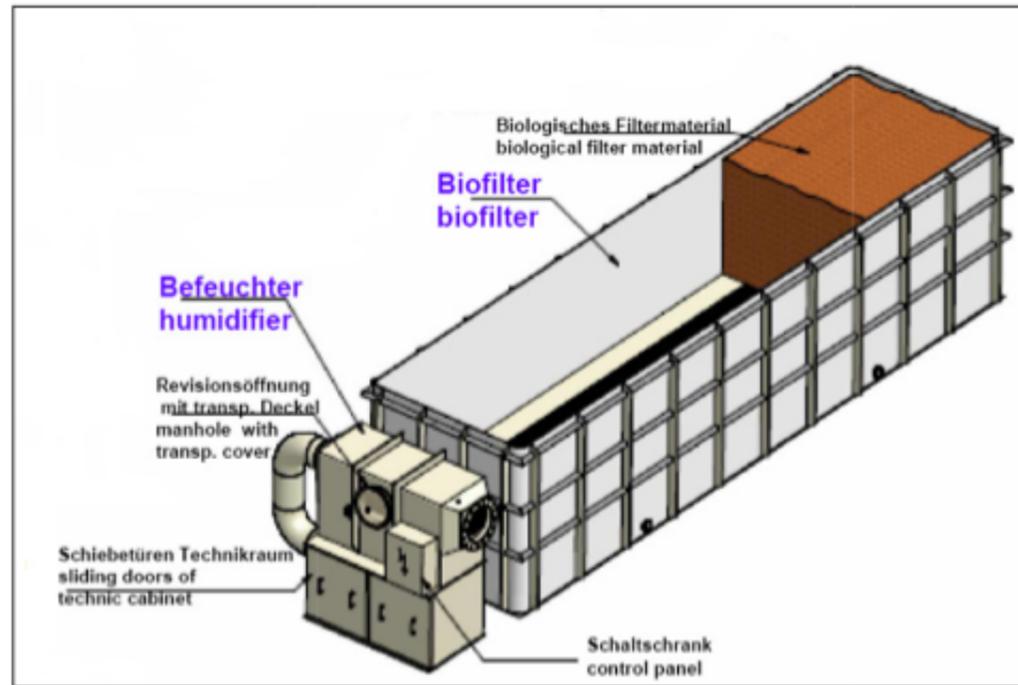
La frecuencia de los ciclos de limpieza, y los tiempos de apertura de la válvula, se puede ajustar de forma fija, o ser regulados por la presión diferencial. Debido a la limpieza fila por fila, que siempre retira una pequeña parte de la superficie del filtro, el gas limpio consigue, sin ninguna presión, influenciar a los diferentes componentes de la planta o, respectivamente, en el modo de sobrepresión a través de ventilador directamente a la atmósfera.

Durante la fase de filtración, el tubo del filtro ejerce presión contra la construcción que soporta la mala. Cuando se inicia la onda de presión en el tubo del filtro, el tubo sopla desde la parte inferior hacia arriba, de manera continuada a lo largo de toda su longitud.

6.3.2.1.2 POLVO DETRÁS DE LOS FILTROS DE MANGAS

Se elimina el polvo del aire expulsado, acorde a un nivel de menos de 10 mg/m³. El polvo orgánico es (opcionalmente peletizado) transferido a los residuos secos y se puede incinerar junto con la fracción del combustible.

6.3.2.2. BIOFILTRO



Esquema de un biofiltros

El aire expulsado, que contiene sustancias olorosas, circula a través del biofiltro. El aire puede ser opcionalmente humidificado para su un mejor funcionamiento. La planta de distribución dispensa el aire para que fluya a través del suelo del filtro, desde el fondo hasta la parte superior. En el interior del lecho de filtración biológica, que consta de astillas de madera, una población de microorganismos crece y degrada los ingredientes olorosos a sustancias naturales e inoocuos como el CO₂ y el agua. El tiempo de adaptación para las bacterias es de unos 10-15 días. Después, la planta alcanza su plena eficacia. Si es necesario, el biofiltro puede iniciarse más rápido por inoculación de las cepas bacterianas especializadas. La biomasa está mineralizada y tiene que ser cambiada cada 4-5 años. El punto de mineralización está señalado por una pérdida de presión superior.

El cambio de la biomasa se puede hacer durante un día de trabajo con la ayuda de un camión grúa telescópica montada. La biomasa puede ser reciclado en una planta de compostaje o eliminarse en un vertedero.

El aire cargado que ha de ser expulsado, circula desde el lecho del filtro en la parte inferior, hasta la parte superior . El lecho del filtro se compone de dos capas:

Capa 1: Conducir y distribuir (10-20%). El tamaño de grano de 60-80 mm.

Capa 2: Actividad biológica (80-90%). El tamaño de grano de 40-60 mm.

6.4 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

6.4.1 TIPO DE ALCANTARILLADO GENERADO

6.4.1.1 CONDENSADO

El condensado se produce cuando se enfría el aire del proceso de secado biológico. Este condensado, comparable a las aguas residuales domésticas, fluye libremente en el regulador del condensado y se limpia a continuación, a través del sistema biológico interno de tratamiento de agua.

Aproximadamente 280 litros de condensado son generados por cada tonelada de residuos biológicamente secados en los boxes de compostaje. Esto conduce a la siguiente ecuación:

$$\frac{205.000 \text{ t/a} \times 0,28 \text{ m}^3/\text{t}}{8760 \text{ h/a}} = 6,55 \text{ m}^3/\text{h}$$

Podríamos considerar un valor medio de condensado generado alrededor de 6,200 a 6,700 l/hora.

Debido a sus ingredientes y su composición fluctuante, el condensado es un agua residual problemático. El rango de concentración de DQO (Demanda Química de Oxígeno) es de 500 a 2,500 mg/l. El rango de valores del gas nitrógeno es: N_{gas} = 90-400 mg/l. Esto a menudo resulta una desfavorable relación C/N para la degradación biológica.

El condensado generado por la refrigeración del aire residual de los boxes de compostaje muestra los siguientes valores de contaminación aproximados:

pH	=	7,1
DQO	=	2.500 mg/l
Amonio	=	500 mg/L
DQO/DBO ₅	=	1,5

Los valores de contaminación pueden variar ligeramente de los de arriba, debido a los diferentes materiales de entrada.

Por otra parte, el condensado es pobre en minerales y micro-elementos, ya que ha pasado a través del estado gaseoso de agregación. El uso del agua filtrado y las aguas residuales domésticas con el condensado, tienen la ventaja de proporcionar sustancias que son importantes para la conversión biológica, tales como fosfato, hierro, potasio, sulfato y manganeso.



6.4.1.2 AGUAS FILTRADAS

En el proceso de tratamiento biológico de los residuos sólidos municipales se genera calor. Durante los primeros días de secado biológico, se genera agua a presión y de infiltración en el proceso de elución. Esta agua de filtración debe ser tratada debido a sus ingredientes. Es introducido en el sifón de agua filtrada a través de la placa del suelo de hormigón del box de biosecado, que tiene una inclinación de un 1%. En el tratamiento del condensado puro, los pocos compuestos degradables son utilizados durante el proceso de nitrificación, y ya no están disponibles en la siguiente desnitrificación. Por esta razón, la mayor carga de DQO de las aguas de infiltración es incluso deseable. También surgirá agua de infiltración en el bunker profundo de la planta de biosecado, así como en la planta de incineración.

Para seleccionar el procedimiento de tratamiento adecuado, se deben tener en cuenta varios factores. Como por ejemplo:

- La composición del agua de infiltración.
- Requisitos sobre la calidad de drenaje de las aguas de infiltración.
- Medida económica-ecológica de la tecnología empleada.

Para cada llenado del box, se puede prever una generación de agua de hasta 1 m³ (350 m³ por año).

6.4.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

El agua residual es tratada biológicamente con la ayuda de microorganismos que degradan los ingredientes no deseados.

Nitrificación: consiste principalmente en la transformación del amonio (NH₄), que se degrada y pasa a formar nitrato (NO₃) y agua (H₂O) durante la fase de aireado a través de nitrosomas y Nitrobacterias (bacterias aerobias) con el oxígeno (O₂) suministrado.

Desnitrificación: para el segundo proceso de degradación, no hay necesidad de suministrar oxígeno a través de la aireación. Los microorganismos anaerobios (bacterias heterótrofas) degradan nitrato a nitrógeno elemental (N₂), que se escapa en forma de gas, mediante la separación del dióxido de carbono (CO₂) y del agua (H₂O).

En el caso de reactores pequeños, como los utilizados en el sistema Herhof, sólo la desnitrificación puede ser implementada.

Desnitrificación intermitente: en el caso de la desnitrificación intermitente, las bases para los procesos de nitrificación y desnitrificación en un biorreactor se establecen, a través de una alteración de la aireación (fase aeróbica) y una no-aireación (fase anaeróbica). Durante la fase de aireación, el amonio se oxida y se convierte en nitrato, y en la ruptura de la aireación, el nitrato se reduce a nitrógeno atmosférico.

6.4.3 ESTRUCTURA EN PLANTA

El sistema de tratamiento de agua está formado por varios componentes que están completamente coordinados en términos de control. Para lograr resultados óptimos de limpieza, esta coordinación es de suma importancia para el buen funcionamiento de un sistema de tratamiento de agua.

6.4.3.1 BUFFER FRONTAL DE AGUAS RESIDUALES

El condensado generado en el intercambiador de calor aire/agua y el agua de infiltración de los boxes y bunkers se recogen continuamente en un buffer de condensado.

Las líneas de agua de todas los boxes instalados se unen en un buffer frontal que recoge aguas de infiltración. El almacén del buffer tiene un volumen de aproximadamente dos metros cúbicos. Se utiliza como un pozo de alimentación para las bombas de suministro del buffer condensado. Un filtro de línea (2 mm) se instala entre el buffer frontal y el buffer condensado, con el fin de interceptar impurezas gruesas. Los sólidos separados son eliminados. El nivel de llenado se controla a través de interruptores de nivel.

6.4.3.2 BUFFER CONDENSADO

El buffer condensado sobre el suelo está instalado cerca del sistema de tratamiento de agua, con el fin de proporcionar distancias de bombeo cortas. La medición del nivel de llenado hidrostático proporciona una monitorización continua del nivel de llenado de condensado en el buffer.

6.4.3.3 BIORREACTOR

En el biorreactor, el agua utilizada en el proceso se somete a un proceso de limpieza biológica, en la que los ingredientes DQO, DBO y nitrógeno se degradan casi completamente. El biorreactor es de chapa de acero esmaltado.

El tamaño del biorreactor depende de la carga de agua. Un control hidrostático del nivel de llenado está instalado en el biorreactor para controlar la tasa de condensado suministrado y el suministro a la ultrafiltración.

6.4.3.3.1 PUESTA EN MARCHA

En el sistema de tratamiento de condensado, los ingredientes del agua se degradan con la ayuda de microorganismos (básicamente nitrosomas y nitrobacterias). Los microorganismos que trabajan en el biorreactor necesitan permanentemente agua contaminada fresca, como una fuente de nutrientes para sobrevivir. Sin un suministro suficiente de nutrientes, la composición de los microorganismos va a cambiar. A partir de entonces, ya no se puede esperar buenos resultados de limpieza.



En la naturaleza, las poblaciones de microorganismos utilizadas en el tratamiento del agua tardan varias semanas en desarrollarse, de acuerdo a los tiempos de generación. En la naturaleza, también pueden desarrollarse formas de vida superiores que se alimentan de los microorganismos originalmente deseados. Para abreviar este período de tiempo, el biorreactor se vacuna con bacterias en la fase de arranque del proceso de tratamiento de agua. Podemos encontrar los microorganismos adecuados, por ejemplo, en plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas.

Un empleo repetido de cepas microbianas no es necesario si el sistema de tratamiento de agua funciona correctamente.

Desde que el condensado es una nueva fuente de nutrientes para los microorganismos, las bacterias deben primero adaptarse al nuevo medio. Esto, sin embargo, toma un período relativamente corto de tiempo. Después de este periodo de inicio, los ingredientes del condensado están casi totalmente degradados.

6.4.3.3.2 ADITIVOS PARA LA OPERACIÓN

Durante el proceso de limpieza biológica (la degradación de amonio a nitrato y nitrito, y finalmente a nitrógeno), el valor del pH disminuye a medida que se desarrolla operación. La suspensión del biorreactor se vuelve ácida, lo que disminuye la efectividad de los microorganismos y ralentiza el proceso considerablemente. El valor del pH se controla constantemente a través de un dispositivo de medición. Cuando se requiera, se añade hidróxido de sodio automáticamente a fin de aumentar el valor del pH, y ácido acético para disminuirlo.

El fosfato trisódico, que puede compensar la falta de nutrientes en el condensado, es otra base para los microorganismos. Durante el suministro del condensado, se añade fosfato trisódico automáticamente a través de un dispositivo de dosificación.

6.4.3.3.3 CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN

Para el proceso de limpieza biológica, se requiere una temperatura constante de aproximadamente 30 ° C para que los microorganismos consigan un desarrollo óptimo en el proceso de degradación. La temperatura está controlada por un intercambiador de calor (intercambiador de calor agua/agua) que está conectado al circuito de refrigeración de la circulación de aire larga de los boxes.

6.4.3.4 ULTRAFILTRACIÓN

Para evitar que la biomasa sea expulsada del sistema, se instala una membrana de filtración en la parte final.

La ultrafiltración puede lograr la retención celular de hasta el 100%. De esta manera, la biomasa se mantiene en el reactor y se puede utilizar un filtrado limpio

El diseño del proceso reduce el tiempo de capacidad de reacción requerida, mediante el aumento de la concentración de biomasa. Los orgánicos se descomponen en un tiempo mucho más corto que con los métodos usuales.

La combinación (biorreactor más ultrafiltración) tiene varias ventajas:

- El agua residual es limpiado muy efectivamente.
- Solo se necesita un biorreactor.
- Es un método operativo completamente automatizado.
- Es una construcción modular.

A diferencia de la filtración estática, la filtración de membrana dinámica no dirige el flujo de fluido en ángulo recto sobre la superficie de filtrado, pero fluye sobre la superficie de filtración a alta velocidad. Esto también se conoce como el principio de flujo transversal. El agua residual prefiltrada fluye a través de los canales de la membrana. Durante este proceso, una gran parte del agua penetra en los poros de la membrana y fluye hacia fuera. Debido al tamaño de los poros adaptados exactamente, la biomasa se contiene. El condensado, una vez limpiado fluye fuera, en ángulo recto hacia la dirección del flujo de la suspensión del biorreactor, y se encamina a continuación, en el buffer de impregnación. El agua que fluye a través y que es enriquecido con biomasa se devuelve al biorreactor.



Membrana de filtración dinámica

Dependiendo del rendimiento, la planta de ultrafiltración está hecho de uno o dos módulos, cada uno de los cuales consta de múltiples elementos de diafragma.

Dos bombas proporcionan la presión de servicio requerido de 2 bares, mientras que una bomba de circulación proporciona la presión de servicio requerido de 1 bar para la ultrafiltración.

El módulo de ultrafiltración tiene una superficie de filtración de 29 m². Este módulo tiene una longitud de aproximadamente 3 m, y se instala horizontalmente. El tamaño de poro de la membrana es de 0,1 µm.



6.4.3.5 ALMACENAMIENTO DE AGUA DE IMPREGNACIÓN

Un buffer de impregnación se utiliza para almacenar el líquido generado. A partir de ahí, se bombea al circuito de refrigeración abierto.

Un control de nivel de llenado coordina el proceso. Cuando el nivel de llenado en la buffer cae por debajo de un valor específico, por ejemplo cuando el condensado para el tratamiento se ha utilizado, o si el requisito de agua de refrigeración es temporalmente mayor que la cantidad de líquido producido, se añade agua fresca. Por lo tanto, el suministro del circuito de agua de refrigeración siempre está garantizado

6.5 SISTEMA DE VISUALIZACIÓN

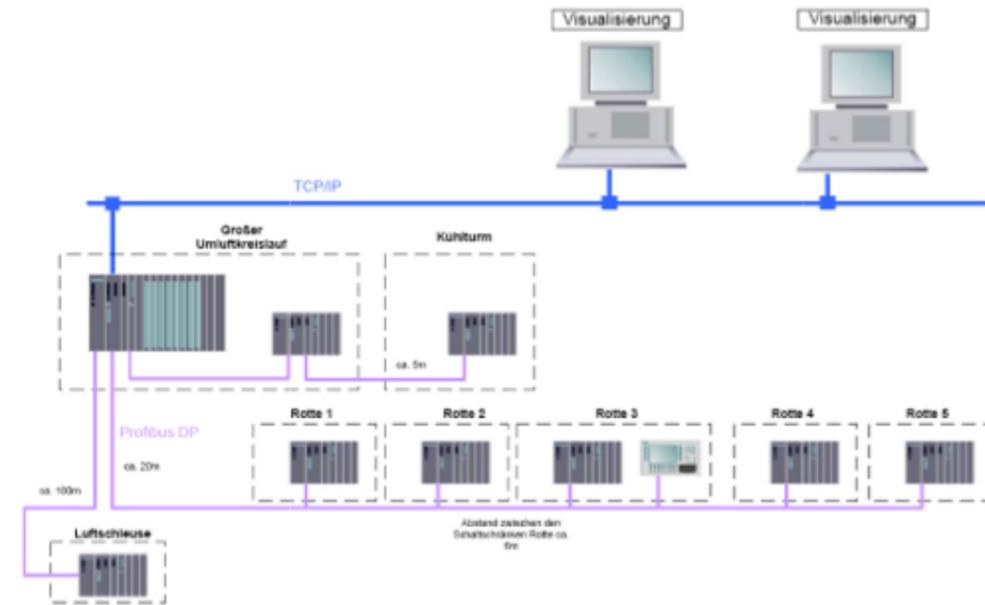
6.5.1 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

El software de visualización, denominado “Control Maestro” se utiliza para el control, funcionamiento y gestión de todo el sistema, así como las áreas de proceso individuales. Puede utilizarse para operar los sistemas más importantes y complejos con unos pocos clicks del ratón.

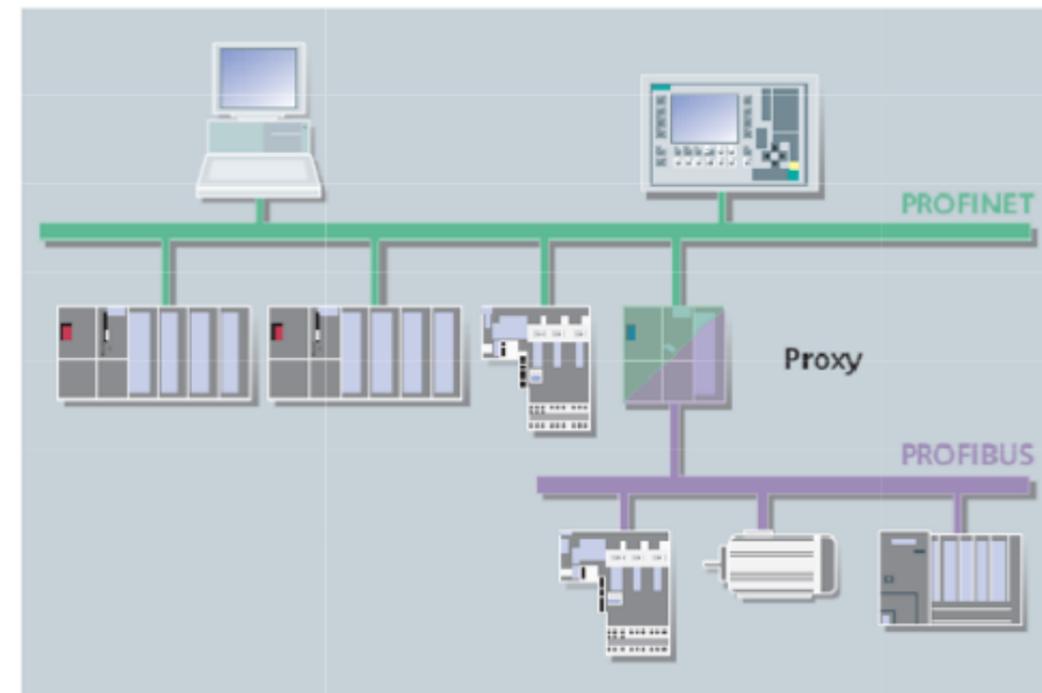
Los controladores internos de SIEMENS S7 de los módulos individuales, envían todos los datos que necesita el sistema de visualización para representar pantallas de estado individuales, o mensajes de fallo establecidos en la red. A partir de ahí, el servidor recupera cíclicamente todos los datos a través de líneas ETHERNET en fracciones de segundo..

6.5.2 EJEMPLO DE UN MÓDULO DE LA RED

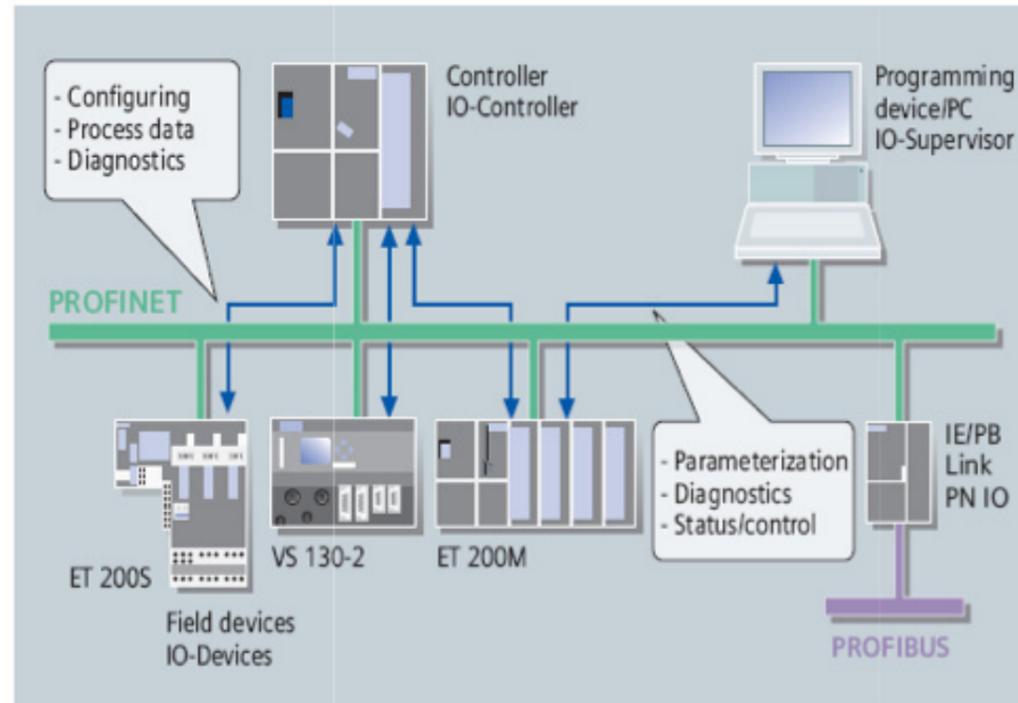
La siguiente figura muestra un módulo de la red con dos ordenadores de visualización, que obtienen sus datos de los PLCs conectados en red por debajo de ellos.



Las dos figuras siguientes muestran algunos ejemplos de diversas opciones de red dentro de un sistema PROFINET y PROFIBUS.



Integración de un sistema PROFIBUS en un sistema PROFINET, a través de un servidor Proxy.



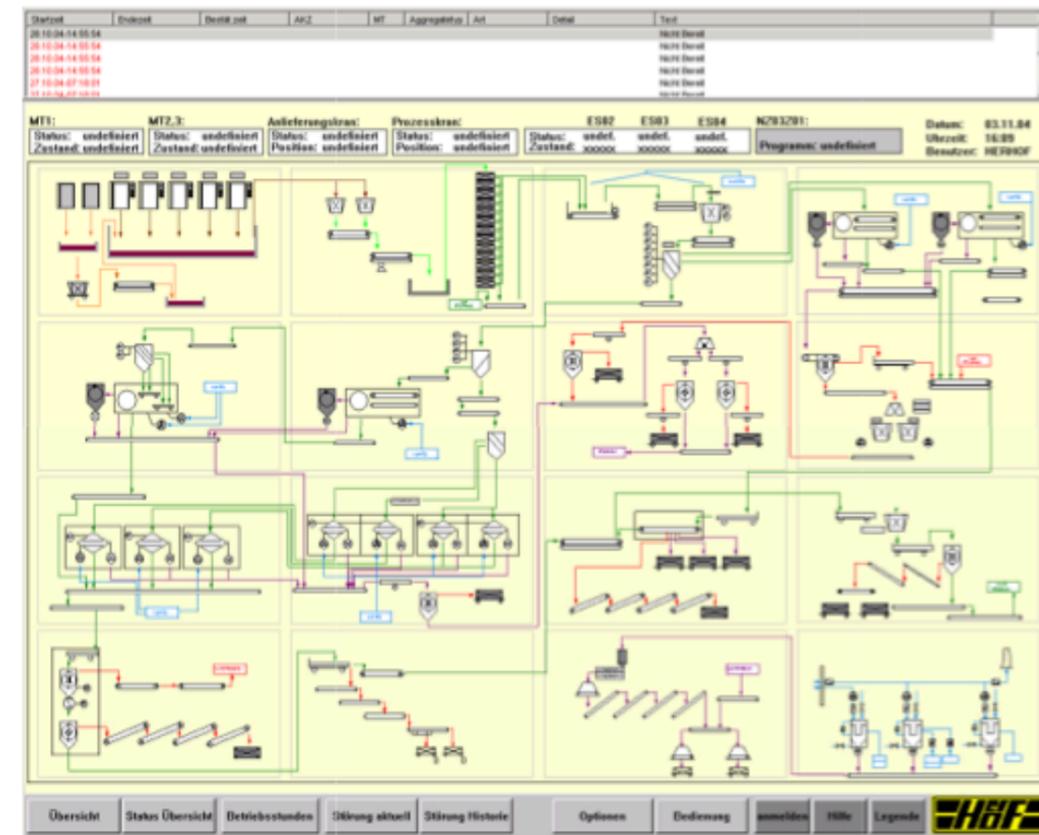
Tipos de dispositivos de un sistema PROFINET: controlador, dispositivos y supervisor.

- Suelo deslizante.

El sistema de control de procesos muestra el box seleccionado en su estado habitual (especificando los parámetros de la temperatura, flujo de volumen, etc).

6.5.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Como se muestra en la siguiente imagen, se muestra una visión general del proceso para obtener una rápida evaluación del estado



6.5.3 EJEMPLO DE VISUALIZACIÓN DE LOS MÓDULOS INDIVIDUALES

Se presentan ejemplos individuales de visualización para los siguientes módulos:

- Descripción general del sistema.
- Grúa.
- Trituradora.
- Boxes.
- Diagramas de los boxes.
- Circuito de circulación del aire largo y corto.
- Desempolvado.
- Sistema de tratamiento de agua.
- Torre de refrigeración.

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Datum	Endzeit	Seitlänge	Farbe	AGZ	Teil
21-13:36:45	21-13:40:00		R000	00_Altroh_Nr	Sortierstation Box unterdruck Nebenrich
21-13:36:47	21-13:39:00		R100	00(011)	Sortiergk 070 2-Fahrgestelle 111
21-13:36:47	21-13:39:07		R000	00_Altroh_Nr	Sortierstation Box unterdruck Nebenrich
21-13:36:28	21-13:36:00		R001	00K_000_S02C	R001006-002-HausBlatt 2 Sortiergk
21-13:36:28	21-13:36:00		R004	006_S01-C	Abw006-001-HausBlatt-Druckstation ausgleich Abw006
21-13:36:28	21-13:36:00		R004	006_S01-C	Abw006-001-HausBlatt-Druckstation ausgleich Abw006

Box Nr.	Start Datum	Antragsdatum	Phase	Eintritts Temp.	Austritts Temp.	Frischluft Temp.	Frequenz	Kleiner Volumenstrom	Frischluft Volumenstrom	Unterdruck vor Filter	Unterdruck nach Filter
0 Box 1	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 2	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 3	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 4	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 5	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 6	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 7	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 8	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 9	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa
0 Box 10	01.01.0000	01.01.0000	Grundstellung	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C	0,0 Hz	0 m³/h	0 m³/h	0 Pa	0 Pa

Gr. Umwälzdruck	Umlaufzeit	Temperatur	DRK Druck	Überdruck	Temp. Wasserkreislauf	Lüfter zur LARA	Überdruck
V01	0,0 Hz	0 Pa	VWT 1: 0,0 °C NWT 1: 0,0 °C WT 1: 0 Pa	0 Pa	0,0 °C	V01 0,0 Hz	0 Pa
V02	0,0 Hz	0 Pa	VWT 2: 0,0 °C NWT 2: 0,0 °C WT 2: 0 Pa	0 Pa			

Kühlkreis	Kältemittel	Kältemaschine	Kältemaschine 1	Kältemaschine 2
Kälteleistung:	0,0 [kW]	Kälteleistung gesamt:	0,0 [kW]	
Lüfter:	0,0 [1/s]	Temperatur VWT:	0,0 [°C]	0,0 [°C]
Temperatur VWT:	0,0 [°C]	Temperatur NWT:	0,0 [°C]	0,0 [°C]
Temperatur NWT:	0,0 [°C]	Kältemittel DF:	0,0 [m³/h]	0,0 [m³/h]
Kältemittel DF:	0,0 [m³/h]	Ausleistung:	0,0 [kW]	0,0 [kW]
Außentemperatur:	0,0 [°C]	Kreis A Strom:	0,0 [A]	0,0 [A]
		Kreis B Strom:	0,0 [A]	0,0 [A]

RTG	Status	Temperatur	Volumenstrom	Lüfterfrequenz	Druckdifferenz
AP01	xxxxxxxxxxxxxxxx	0,0 °C	0,0 °C	V01 0,0 Hz	0 daPa
AP02	xxxxxxxx	0,0 °C	0,0 °C	V01 0,0 Hz	0 daPa

Kranstatus Kran 2

Programminformationen:
 Steuerstand: PC 1
 Schichtnummer: 4
 Gewicht [kg]: 203
 Programmname: Wartapp. erstellt
 Programmstatus: Start, Stop, Abbruch, Ende

Kranstatus:
 Kranstatus: Ein / Aus
 Betriebsart: Automatik, Auto Ein

Positionen:
 Aufnahme: 0, Abgabe: 0
 Solwert: X: 10.800, Y: 20.000, Z: 15.200
 Ibwert: X: 10.700, Y: 20.917, Z: 15.192

6.5.3.2 GRÚA

Anlagensübersicht

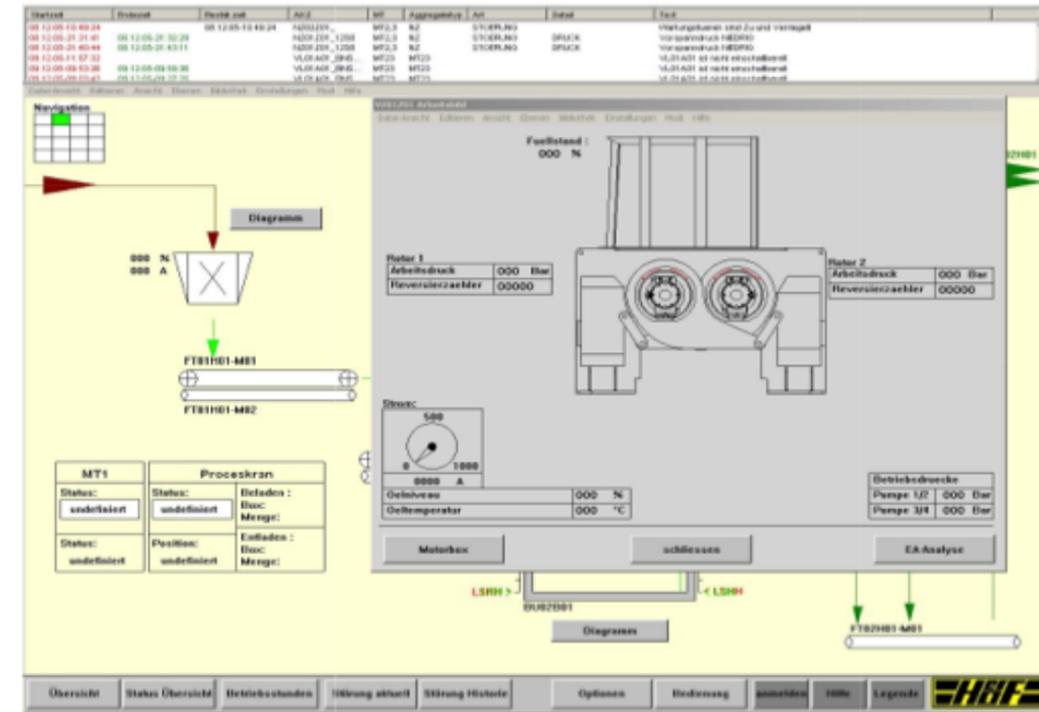
2-te Deckel: Box geschlossen (green), Box offen (yellow)

Einlagerung gesch...
 Auslagerung via...

Prozessplan PR 1:
 Konzeptionsgeschwindigkeit: 1
 Antriebsgeschwindigkeit: 5
 Deckelgeschwindigkeit: 3
 Einlagerung: 2
 Auslagerung: 2
 Technische Vorgabe: 2

Umschlagsmengen der Rotteboxen

Einlagerung	Box 1	Box 2	Box 3	Box 4	Box 5
Start	112.12.00	00.00.00	01.01.00	00.12.00	01.01.00
Ende	112.12.00	00.00.00	01.01.00	00.12.00	01.01.00
Umschlag (t/h)	112.12.00	00.00.00	01.01.00	00.12.00	01.01.00
Umschlag (t/d)	112.12.00	00.00.00	01.01.00	00.12.00	01.01.00
Umschlag (t/mo)	112.12.00	00.00.00	01.01.00	00.12.00	01.01.00
Umschlag (t/yr)	112.12.00	00.00.00	01.01.00	00.12.00	01.01.00



6.5.3.3 TRITURADORA

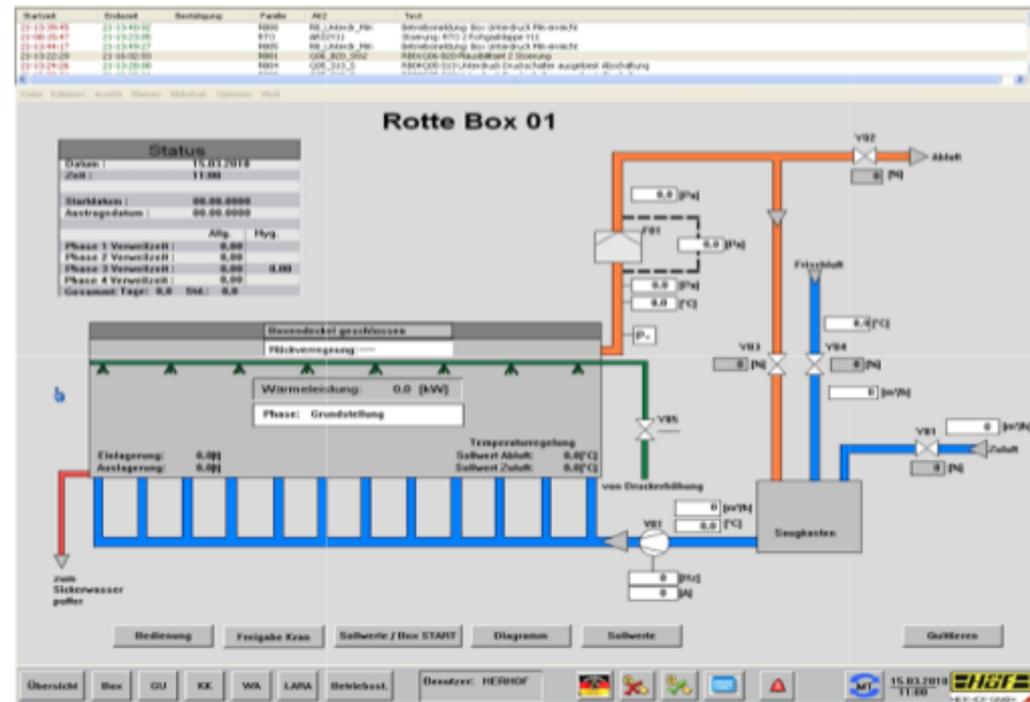
Las unidades individuales, tales como la trituradora, se pueden mostrar gráficamente en la visualización. Por lo tanto, la comprensión del sistema se ha mejorado y los datos pertinentes se pueden mostrar de una manera más conveniente.

6.5.3.4 BOXES

Muestra el esquema de un box con sus sistemas de aireación y ventilación. También puede ser operado a través de esta imagen y varias estadísticas se mostradas.

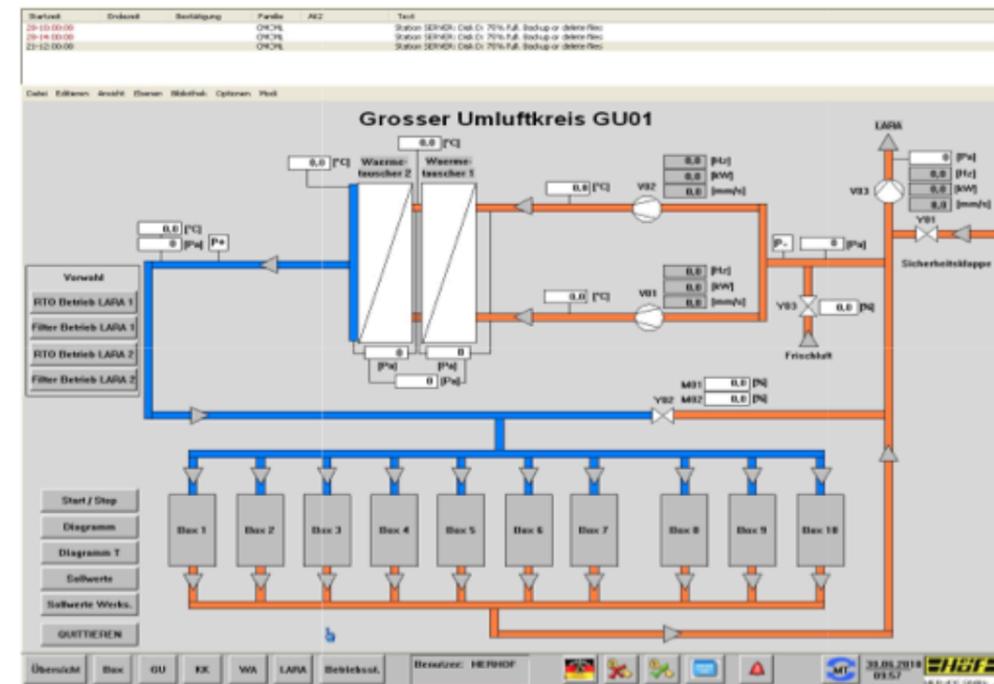


DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



6.5.3.6 CIRCULACIÓN DE AIRE LARGA Y CORTA

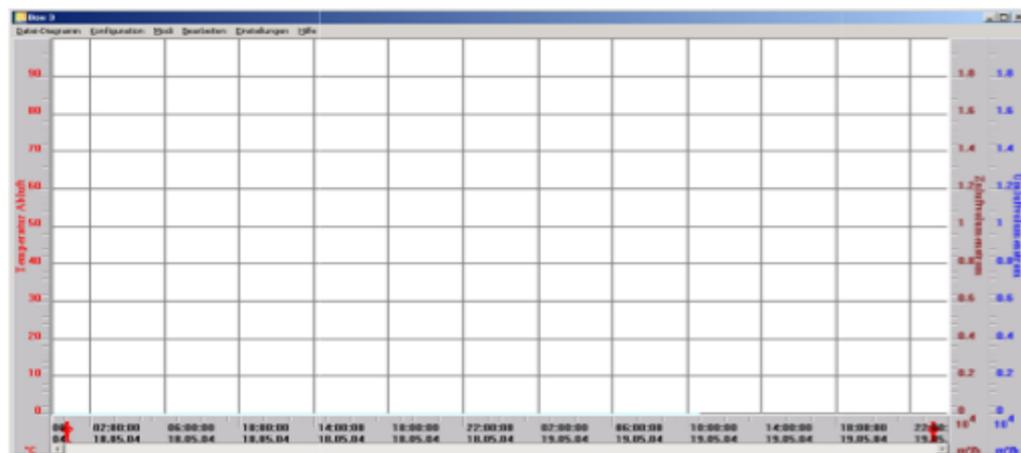
Las ventanas para el funcionamiento de las trampillas son idénticas. Las fotos que se muestran a continuación muestran un ejemplo para el funcionamiento de una válvula de aire de escape. En la circulación de aire larga, la operación de las unidades también se basa en los 3 modos básicos de funcionamiento: AUTO, MANUAL, STOP.



Análoga a la visualización de la circulación de aire corta, al hacer clic en el icono, muestra una ventana que permite controlar el funcionamiento de la unidad. De esta manera, por ejemplo, el operador puede adaptar las posiciones de las trampillas del aire derivado, del aire expulsado y del aire suministrado.

6.5.3.5 DIAGRAMAS DE LOS BOXES

Esta función reúne los datos necesarios para visualizar algunos parámetros, tales como la temperatura, el flujo de aire que circula, y el flujo del aire suministrado en un gráfico.



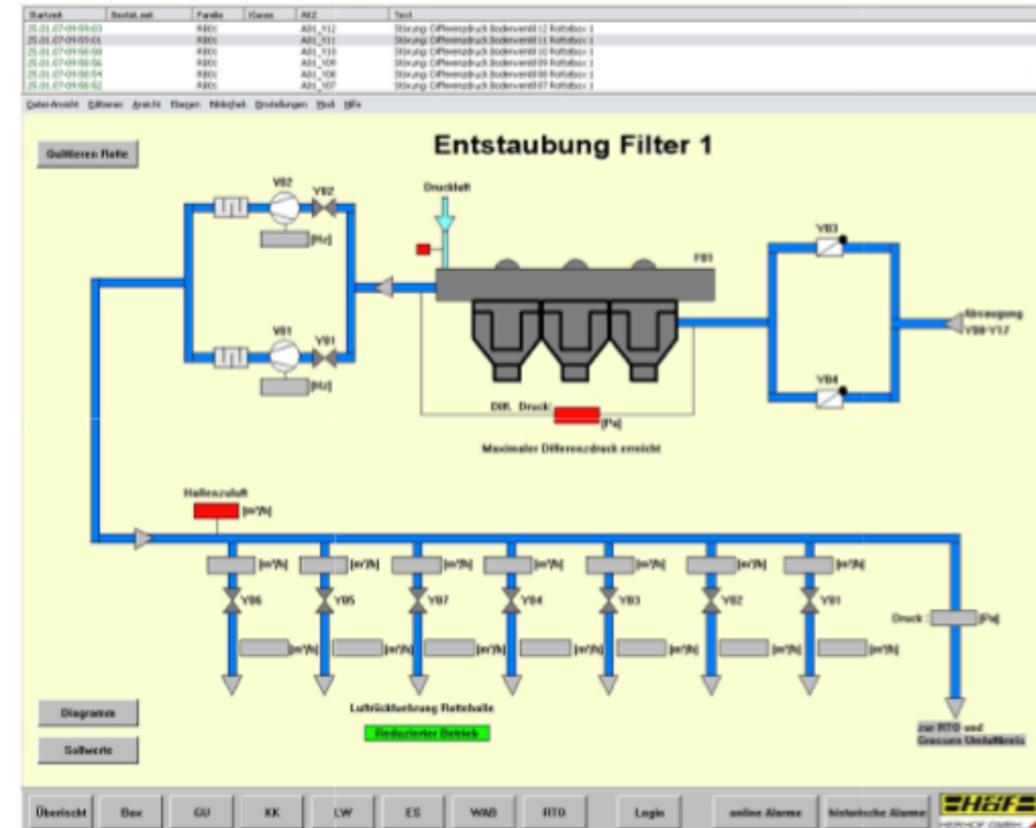


En el modo AUTO, la posición de la trampilla está controlada automáticamente por el controlador.
En el modo MANUAL, se utilizan los valores nominales para la operación manual de las trampillas.
En modo STOP la trampilla permanece en su posición actual.

Los ventiladores son operados con el mismo funcionamiento.

6.5.3.7 DESEMPOLVADO

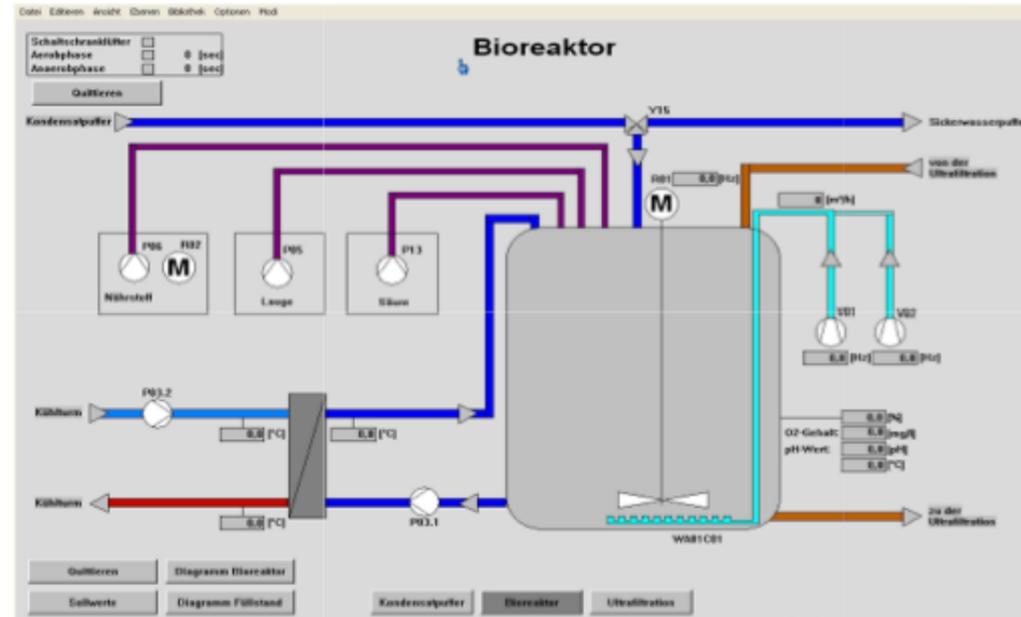
La siguiente imagen muestra una visión general del estado del filtro de eliminación de polvo.





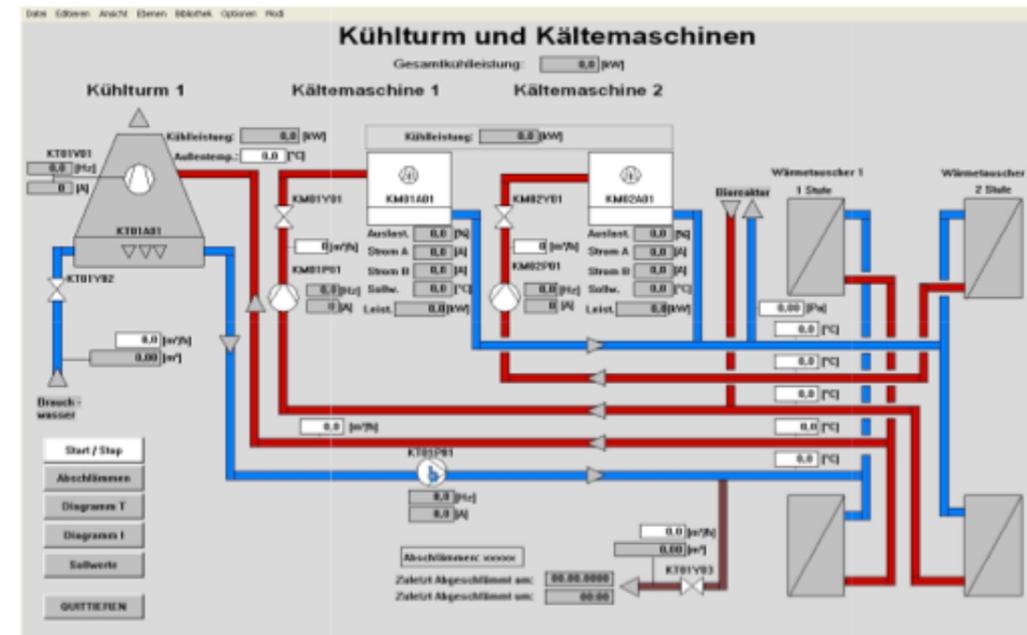
6.5.3.8 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

A través de esta visualización, los procesos biológicos pueden ser monitorizados y controlados. Los valores nominales se pueden cambiar mientras que los niveles de O₂ y de pH se puede comprobar.



6.5.3.9 TORRE DE REFRIGERACIÓN

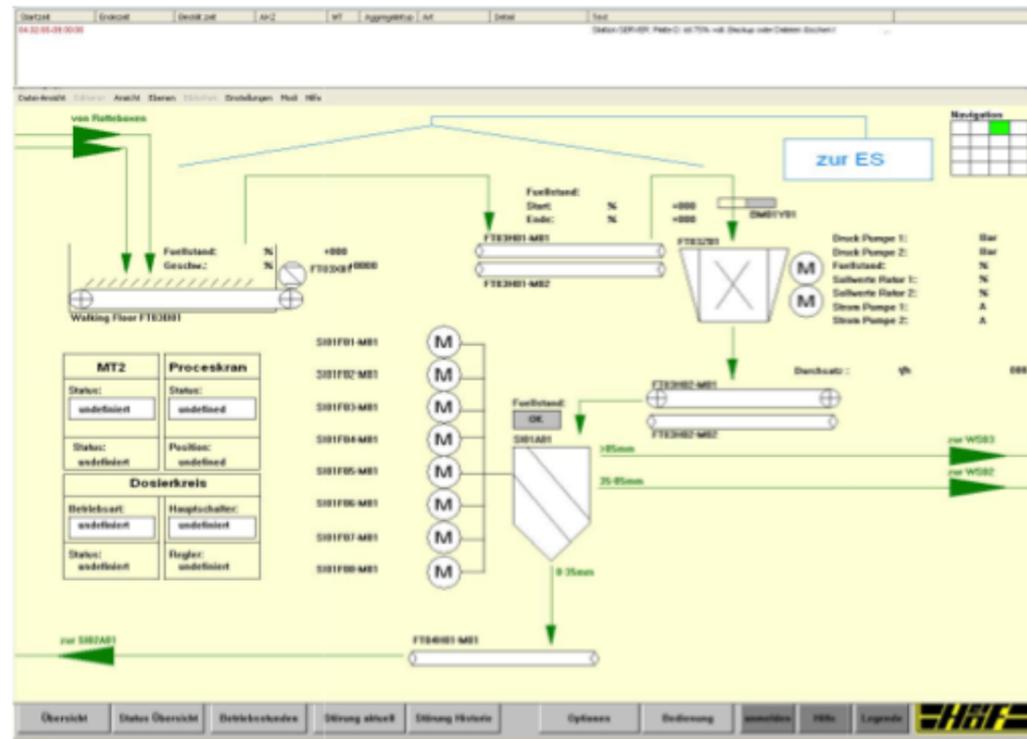
La temperatura del agua suministrada y de retorno se puede leer en el diagrama de la torre de refrigeración. Al igual que en otros módulos, existe la posibilidad de intervenir directamente en los procesos para iniciar o detener la torre de refrigeración, la modificación de los valores nominales, etc.





6.5.3.10 SUELO DESLIZANTE

Las unidades individuales, tales como el suelo deslizante, se pueden mostrar gráficamente en la visualización. Por lo tanto, la comprensión del sistema se ha mejorado y los datos pertinentes se puede mostrar de una manera más conveniente.





7 PROTOCOLO DE PUESTA EN MARCHA

7.1 OBJETIVO

El objetivo de este documento es la descripción, a modo genérico, de los protocolos de puesta en marcha de los equipos que componen las instalaciones y del conjunto de toda la instalación para su correcta puesta en servicio y operación.

La puesta en marcha es un proceso que se realiza de una manera secuencial. En este documento se mostrarán las diferentes etapas que se irán desarrollando secuencialmente hasta que la línea quede en estado completamente operativo y cumpliéndose las condiciones de funcionamiento acordadas en contrato.

En caso de adjudicación del contrato se entregará un documento completo en el que se recojan todas las actividades de la puesta en marcha.

Se adjuntan en los anexos los modelos de protocolos a realizar durante la puesta en marcha.

Antes de la finalización de los trabajos de montaje se desarrollarán los protocolos para cada componente de la instalación.

7.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PUESTA EN MARCHA

Para el inicio de la puesta en marcha es necesario que la instalación se encuentre finalizada en su totalidad y no existan interferencias. La planta deberá encontrarse en estado adecuado de limpieza y se deberán poner a disposición las medidas de seguridad necesarias.

Previamente será necesario disponer de corriente eléctrica, consumibles, repuestos necesarios y del personal que vaya a realizar la operación y mantenimiento de la planta.

A modo general puede decirse que un proceso de puesta en marcha, ya se trate de un equipo o de una instalación, requiere de la realización secuencial de cuatro procesos que son los siguientes:

- 1) Marcha automática sin material
- 2) Marcha automática con material

3) Prueba en carga

4) Prueba en carga conforme a valores de contrato

Describimos a continuación el significado de estos conceptos y las características de cada uno.

7.2.1 MARCHA AUTOMÁTICA SIN MATERIAL

La fase de marcha automática sin material de un equipo significa que el equipo se pondrá en funcionamiento sin que circule material a través de él. En esta fase se observará que:

- Todos los equipos se pondrán en funcionamiento en vacío, esto es, el equipo funcionará sin tratamiento de material.
- Se ha de verificar que los equipos cumplen con los valores estipulados en contrato para su funcionamiento en vacío.
- Se comprobarán todos los elementos de seguridad de los equipos (paradas de emergencia, compuertas...).
- Se procederá al ajuste de los equipos y, de cara al funcionamiento de la línea, a la sincronización de unos equipos con otros.

7.2.2 MARCHA AUTOMÁTICA CON MATERIAL

Durante la fase de marcha automática con material los equipos se ponen en funcionamiento circulando material a través de ellos, es decir, se observa el funcionamiento de los equipos cuando están tratante el material. En esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Todos los equipos se pondrán en funcionamiento automático y se cargarán con material.
- Se ajustarán los parámetros de funcionamiento de forma que el tratamiento del material se realice de manera óptima.
- Se comprobará que los equipos cumplen las capacidades y valores de funcionamiento estipulados en contrato. Se incluye el funcionamiento correcto de los elementos de seguridad.



7.2.3 PRUEBA EN CARGA

Por prueba en carga se entiende el funcionamiento con material de todos los equipos que componen el conjunto de la instalación. En esta fase se realizarán las siguientes actividades:

- Se realizará un registro de las capacidades con las que funciona cada equipo.
- Todas las partes interesadas estarán presentes durante la realización de la prueba en carga.
- Se comprobará que los parámetros de funcionamiento de los equipos son los establecidos en contrato.

7.2.4. PRUEBA EN CARGA CONFORME A VALORES DE CONTRATO

Esta cuarta fase y última fase de una puesta en marcha se realizará conforme a las siguientes indicaciones:

- Se solicitará la presencia del cliente.
- Se verificará que durante el periodo estipulado en contrato los equipos funcionan con el nivel de capacidad acordado.
- El personal del cliente que manejará la maquinaria habrá sido convenientemente instruido en el funcionamiento de los equipos y en las medidas de seguridad que requieran.
- La aprobación final será realizada conjuntamente por el suministrador, el cliente y el director de obra encargado de las operaciones de la puesta en marcha.
- No se podrá operar la planta sin la aprobación final.

7.3 CONDICIONES DE LA PUESTA EN MARCHA

En este apartado se describe con detalle el proceso concreto con el que se realizará la puesta en marcha de las instalaciones. Este proceso se desglosa en siete fases que se han de ejecutar de manera consecutiva. No se podrá realizar una fase determinada sin que se haya desarrollado y concluido satisfactoriamente la fase precedente.

Se describen a continuación cada una de las fases y las operaciones que las componen:

7.3.1 PRIMERA FASE

A. Control de seguimiento en la fabricación y en el montaje de los equipos (programa de puntos de inspección). Durante el proceso de fabricación en taller de los equipos se realizarán controles de diferentes puntos del proceso de fabricación. Igualmente para el proceso de montaje de los equipos. Para esta finalidad se preparará un documento específico para cada equipo en el que se dejará constancia de cualquier anomalía detectada para su inmediata rectificación.

B. Constatación de la finalización de las obras de montaje de los equipos

C. Aprobación de las obras de montaje por parte del cliente.

D. Protocolo de obras pendientes en caso de disconformidad por parte del cliente con el montaje realizado.

7.3.2 SEGUNDA FASE

A. Comprobación de equipos. Se verificará que todos los equipos cumplen sus requisitos respectivos y se dejará constancia de ello mediante un documento específico para esta comprobación.

B. Control de señales. Se verificará el perfecto funcionamiento de las señales de control y regulación de todos los equipos. Se dejará constancia de este buen funcionamiento mediante un documento específico para esta finalidad.

C. Verificación de la documentación de los equipos. Se comprobará que la documentación de los equipos se encuentra completa y en perfecto orden. Se dejará constancia de esta verificación mediante un documento específico para esta finalidad.

D. Verificación de las listas de elementos de repuesto. Se comprobará que se dispone de un listado de repuestos para cada uno de los equipos.



7.3.3 TERCERA FASE

A. Pruebas en vacío. Los equipos se pondrán en funcionamiento en vacío, esto es, sin que traten material, observándose el funcionamiento del equipo.

B. Cumplimentación de protocolos. Tras la realización de las pruebas en vacío se rellenarán protocolos anotándose cualquier anomalía detectada (véase el ANEJO No5).

C. Verificación de los sistemas de control e información. Se comprobará el correcto funcionamiento de los interfaces de control y comunicación de los diferentes equipos.

D. Verificación de software. Se comprobará el correcto funcionamiento del software de control de cada uno de los equipos.

7.3.4 CUARTA FASE

A. Planificación de la puesta en marcha. Se redactará una lista de las operaciones a ejecutar para la puesta en marcha de la instalación.

B. Finalización de los trabajos / preparación de la puesta en marcha. Se ultimarán todos los trabajos de montaje pendientes y se adecuarán las instalaciones en todos sus detalles para la realización de la puesta en marcha.

C. Formación del personal en el manejo y control de los equipos. Se realizará un curso de formación para los operarios que deban encargarse del funcionamiento de los equipos durante la puesta en marcha.

D. Formación de los operarios en materia de seguridad. Se realizará un curso de formación para los operarios en cuanto a las medidas de seguridad que deban tomar para el manejo adecuado de los equipos durante la puesta en marcha.

7.3.5 QUINTA FASE

A. Planificación del arranque. Se realizará una planificación temporal del orden en el que irán arrancando los equipos de la línea. Igualmente se realizará una planificación del orden de parada.

B. Parámetros de arranque . Se establecerá el valor de los parámetros de arranque de los equipos (set-points).

C. Preparación de planes alternativos en caso de imprevistos. Se contemplará la posibilidad de que surjan imprevistos durante la puesta en marcha y se diseñará un plan de acción alternativo para las principales eventualidades que puedan ocurrir.

7.3.6 SEXTA FASE

A. Planificación de diferentes velocidades de funcionamiento. Se determinarán las diferentes velocidades de funcionamiento a las que se probará la línea y funcionarán cada uno de los equipos.

B. Puesta en marcha en vacío. Se pondrán en funcionamiento todos los equipos según la planificación de arranque establecida y se realizarán observaciones del funcionamiento, sin que circule material por la línea. Se procederá a rellenar el informe correspondiente a la puesta en marcha en vacío.

C. Puesta en marcha en carga. Se procederá a cargar la línea con material y se realizarán observaciones del funcionamiento de los equipos.

D. Prueba en carga conforme a los valores de contrato. Se procederá a rellenar un documento de resultados y garantías en el que quedarán reflejadas las capacidades de cada equipo y el cumplimiento de los valores establecidos en contrato.



7.3.7 SÉPTIMA FASE

A. Disponibilidad de la planta / equipos. Tras las pruebas realizadas los equipos se dejarán en condiciones óptimas para el funcionamiento en continuo de la instalación.

B. Análisis de los productos relevantes. Se realizará un análisis de los productos tratados en la línea con objeto de verificar que el tratamiento realizado por los equipos sobre el material.

C. Entrega de la Planta al cliente.



ÍNDICE

NAVE: CUADRO DE PRECIOS Nº 1

NAVE: CUADRO DE PRECIOS Nº 2

NAVE: PRESUPUESTO

INSTALACIONES: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO



NAVE: CUADRO DE PRECIOS N° 1

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS N° 2	Ref.: procdp2a
	Movimiento de tierras	Fec.:

N° Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

01	001	Movimiento de tierras			
01.01	006	M2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO			
	021	Capataz	0,001	22,81	0,02
	022	Peon 1	0,005	19,74	0,10
	023	Peon 3	0,001	19,74	0,02
	024	Retroexcavadora 15-20 Tn	0,002	53,24	0,11
	025	Bulldozer 13-18 Tn	0,005	73,00	0,37
	026	Camion de tres ejes	0,002	33,67	0,07
		Clase: Mano de Obra			0,14
		Clase: Maquinaria			0,55
		Coste Total			0,69
01.02	007	M3 EXCAVACION T. VEGETAL Y TRANSPORTE			
	027	Capataz	0,001	22,81	0,02
	028	Peon 1	0,010	19,74	0,20
	029	Peon 2	0,010	19,74	0,20
	030	Bulldozer 30-40 Tn	0,005	120,92	0,60
	031	Retroexcavadora 35-45 Tn	0,005	130,08	0,65
	032	Dumper 25 Tn	0,013	49,10	0,64
		Clase: Mano de Obra			0,42
		Clase: Maquinaria			1,89
		Coste Total			2,31

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS N° 2	Ref.: procdp2a
	Movimiento de tierras	Fec.:

N° Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

02	002	Cimentacion			
02.01	008	M3 HM-20 NIVELACION			
	033	m3 Hormigon HM-20	1,000	83,50	83,50
	034	Capataz	0,030	22,81	0,68
	035	Oficial 1	0,110	22,71	2,50
	036	Peon 1	0,055	19,94	1,10
		Clase: Mano de Obra			4,28
		Clase: Material			83,50
		Coste Total			87,78
02.02	009	M3 HA-25 CIMENTACION			
	037	Capataz	0,060	22,81	1,37
	038	Oficial 1	0,200	22,71	4,54
	039	Peon 1	0,100	19,94	1,99
	040	Peon 2	0,200	19,74	3,95
	041	Hormigon HA-25	1,000	95,15	95,15
	042	Camion con bomba de hormigon	0,075	93,50	7,01
	043	Vibrador	0,200	3,50	0,70
		Clase: Mano de Obra			11,85
		Clase: Maquinaria			7,71
		Clase: Material			95,15
		Coste Total			114,71
02.03	010	KG ACERO ARMAR B 500 S			
	044	Capataz	0,004	22,81	0,09
	045	Oficial 1	0,008	22,72	0,18
	046	Peon 1	0,008	19,74	0,16
	047	Acero B-500-S	1,050	0,80	0,84
	048	Alambre	0,004	0,93	
		Clase: Mano de Obra			0,43
		Clase: Material			0,84
		Coste Total			1,27
02.04	011	M2 ENCOFRADO PLANO			
	049	Capataz	0,050	22,81	1,14
	050	Oficial 1	0,250	22,71	5,68
	051	Peon 1	0,250	19,94	4,99
	052	Madera para encofrados	0,011	188,49	2,07
	053	Desencofrante	0,090	2,11	0,19
		Clase: Mano de Obra			11,81
		Clase: Material			2,26
		Coste Total			14,07

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS N° 2	Ref.: procdp2a
	Movimiento de tierras	Fec.:

N° Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

03	003	Estructura metalica			
03.01	012	PERFILES FACHADA			
	054	Capataz	0,007	22,81	0,16
	055	Oficial 1	0,065	22,72	1,48
	056	Peon 1	0,065	19,74	1,28
	057	Peon 2	0,065	19,74	1,28
	058	Camion con pluma	0,065	29,97	1,95
	059	Perfil HEB 400	1,000	32,00	32,00
		Clase: Mano de Obra			4,20
		Clase: Maquinaria			1,95
		Clase: Material			32,00
		Coste Total			38,15
03.02	013	CORREAS CUBIERTA			
	060	Capataz	0,007	22,81	0,16
	061	Oficial 1	0,070	22,71	1,59
	062	Peon 1	0,070	19,74	1,38
	063	Peon 2	0,070	19,74	1,38
	064	Camion con pluma	0,070	33,57	2,35
	065	Perfil IPE 300	1,000	27,00	27,00
		Clase: Mano de Obra			4,51
		Clase: Maquinaria			2,35
		Clase: Material			27,00
		Coste Total			33,86
03.03	014	PERFILES CUBIERTA			
	066	Capataz	0,007	22,81	0,16
	067	Oficial 1	0,070	22,72	1,59
	068	Peon 1	0,070	19,74	1,38
	069	Peon 2	0,070	19,74	1,38
	070	Camion con pluma	0,070	33,57	2,35
	071	Perfil IPE 500	1,000	35,00	35,00
		Clase: Mano de Obra			4,51
		Clase: Maquinaria			2,35
		Clase: Material			35,00
		Coste Total			41,86

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS N° 2	Ref.: procdp2a
	Movimiento de tierras	Fec.:

N° Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------

04 004 Solera y cerramientos

04.01	015	CUBIERTA			
	072	Capataz	0,007	22,81	0,16
	073	Oficial 1	0,065	22,72	1,48
	074	Peon 1	0,065	19,74	1,28
	075	Peon 2	0,065	19,74	1,28
	076	Camion con pluma	0,065	29,97	1,95
	077	Chapa metálica cubierta	1,000	33,20	33,20

Clase: Mano de Obra	4,20
Clase: Maquinaria	1,95
Clase: Material	33,20
Coste Total	39,35

04.02	016	M3 HA-20 SOLERA			
	078	Capataz	0,060	22,81	1,37
	079	Oficial 1	0,200	22,71	4,54
	080	Peon 1	0,100	19,94	1,99
	081	Peon 2	0,200	19,94	3,99
	082	Hormigon HA-20	1,000	87,15	87,15
	083	Camion con bomba de hormigon	0,075	93,50	7,01
	084	Vibrador	0,200	3,50	0,70

Clase: Mano de Obra	11,89
Clase: Maquinaria	7,71
Clase: Material	87,15
Coste Total	106,75

04.03	017	M2 PANEL SANDWICH			
	085	Capataz	0,050	22,81	1,14
	086	Oficial 1	0,250	22,72	5,68
	087	Peon 1	0,250	19,94	4,99
	088	Madera para encofrados	0,011	188,49	2,07
	089	Desencofrante	0,090	2,11	0,19

Clase: Mano de Obra	11,81
Clase: Material	2,26
Coste Total	14,07

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS N° 2	Ref.: procdp2a
	Movimiento de tierras	Fec.:

N° Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	-------------------------------------	-------------	--------	---------



NAVE: CUADRO DE PRECIOS Nº 2

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	Movimiento de tierras	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

01	001	Movimiento de tierras	
01.01	006	M2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	0,69
01.02	007	M3 EXCAVACION T. VEGETAL Y TRANSPORTE DOS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS	2,31

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	Movimiento de tierras	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

02	002	Cimentacion	
02.01	008	M3 HM-20 NIVELACION OCHENTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	87,78
02.02	009	M3 HA-25 CIMENTACION CIENTO CATORCE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS	114,71
02.03	010	KG ACERO ARMAR B 500 S UN EURO CON VEINTISIETE CÉNTIMOS	1,27
02.04	011	M2 ENCOFRADO PLANO CATORCE EUROS CON SIETE CÉNTIMOS	14,07

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	Movimiento de tierras	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

03	003	Estructura metalica	
03.01	012	PERFILES FACHADA TREINTA Y OCHO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS	38,15
03.02	013	CORREAS CUBIERTA TREINTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	33,86
03.03	014	PERFILES CUBIERTA CUARENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	41,86

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS Nº 1	Ref.: procdp1a
	Movimiento de tierras	Fec.:

Nº Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------

04	004	Solera y cerramientos	
04.01	015	CUBIERTA TREINTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	39,35
04.02	016	M3 HA-20 SOLERA CIENTO SEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	106,75
04.03	017	M2 PANEL SANDWICH CATORCE EUROS CON SIETE CÉNTIMOS	14,07

		Pág.: 1
	CUADRO DE PRECIOS N° 1	Ref.: procdp1a
	Movimiento de tierras	Fec.:

N° Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio
--------------	--------	-------------------------------------	--------



NAVE: PRESUPUESTO

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	Movimiento de tierras	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

01 Movimiento de tierras

01.01 006	M2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO	12.000,00	0,69 €	8.280,00 €
01.02 007	M3 EXCAVACION T. VEGETAL Y TRANSPORTE	380,00	2,31 €	877,80 €
Total Capítulo 01				9.157,80 €

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	Movimiento de tierras	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

02 Cimentacion

02.01 M3 HM-20 NIVELACION 28,00 87,78 € 2.457,84 €
008

02.02 M3 HA-25 CIMENTACION 68,00 114,71 € 7.800,28 €
009

02.03 KG ACERO ARMAR B 500 S 2.785,00 1,27 € 3.536,95 €
010

02.04 M2 ENCOFRADO PLANO 114,00 14,07 € 1.603,98 €
011

Total Capítulo 02 15.399,05 €

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	Movimiento de tierras	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

04 Solera y cerramientos

04.01 015	CUBIERTA	98,00	39,35 €	3.856,30 €
04.02 016	M3 HA-20 SOLERA	9.800,00	106,75 €	1.046.150,00 €
04.03 017	M2 PANEL SANDWICH	54,00	14,07 €	759,78 €
Total Capítulo 04				1.050.766,08 €

		Pág.: 1
	PRESUPUESTO	Ref.: propre1
	Movimiento de tierras	Fec.:

N.º Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio	Importe
-----------	-------------------------------------	----------	--------	---------

05 Seguridad y salud

Total Capítulo 05 25.735,00 €

Total Presupuesto 1.120.749,39 €



INSTALACIONES: PRESUPUESTO

CAPÍTULO	CONCEPTO	PRECIO
1	EQUIPO MECÁNICO	9.115.000 €
1.1	GRÚAS DE SUMINISTRO	2.090.000€
	Además de la grúa, incluye pinzas, railes, cables, software para el proceso automático, es decir todo lo necesario para su correcta utilización.	
1.2	GRÚAS DEL PROCESO	2.200.000
	Además de la grúa, incluye pinzas, railes, cables, software para el proceso automático, es decir todo lo necesario para su correcta utilización. Permite una mayor carga que la grúa de suministro.	
1.3	SEPARADOR FÉRRICO	175.000 €
	Anchura de 1.600 mm	
1.4	SEPARADOR NO FÉRRICO	250.000 €
	Anchura de 2.000 mm	
1.5	TRITURADORAS	1.800.000 €
	Se incluyen todos los dispositivos necesarios para un correcto funcionamiento	
1.6	CINTAS TRANSPORTADORAS DE LA TRITURADORA AL BUNKER INTERMEDIO	700.000 €
	Incluye todas las cintas transportadoras necesarias, con su longitud y anchura correspondiente	
1.7	SUELO DESLIZANTE	150.000 €
	De dimensiones: 18,0 x 3,0 m	
1.8	CINTAS TRANSPORTADORAS DEL SUELO DESLIZANTE AL POZO DE INCINERACIÓN	1.000.000 €
	Incluye todas las cintas transportadoras necesarias, con su longitud y anchura correspondiente	
1.9	SISTEMA DE PESAJE	150.000 €
	Se incluyen todos los dispositivos necesarios para un correcto funcionamiento	
1.10	OBRAS AUXILIARES, DE APOYO Y PLATAFORMAS	600.000 €
	Obras complementarias necesarias para un correcto funcionamiento y mantenimiento de los equipos instalados.	
2	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	6.700.000 €
2.1	COMPRESOR Y CLIMATIZACIÓN	500.000 €

	Climatización para las distintas salas, y los compresores utilizados en el proceso de tratamiento de agua	
2.2	SISTEMA DE VENTILACIÓN Y FILTROS DE POLVO	1.700.000 €
	Incluye todos los filtros de polvo instalados y todos los sistemas de ventilación que conectan las distintas salas	
2.3	SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LOS BOXES E INTERCAMBIADORES DE CALOR	4.500.000 €
	Incluye todos los circuitos individuales de cada box, así como el circuito general que conecta todos los circuitos individuales. También se incluye en esta parte los intercambiadores de calor instalados en los refrigeradores.	
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE CONTROL	2.400.000 €
3.1	OBRAS NECESARIAS PARA LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	600.000 €
	Todas las obras necesarias para instalar los distintos dispositivos que pertenecen a la instalación eléctrica, como los distintas luces, interruptores, etc.	
3.2	OBRAS ELÉCTRICAS CORRESPONDIENTES AL SISTEMA DE VENTILACIÓN Y DE LOS BOXES	400.000 €
	Incluye centralitas para el control de los boxes de biosecado, sistemas de control de los sistemas de circulación largo y corto.	
3.3	INSTALACIÓN	1.400.000 €
	Incluye la instalación de todo el sistema eléctrico, así como del suministro del voltaje necesario, además incluye todos los cables necesarios por cada equipo y sus debidas protecciones.	
4	SOLERA PREFABRICADA	250.000 €
4.1	SOLERA PREFABRICADA	250.000 €
	Hace referencia a la solera de hormigón perforado necesaria para los boxes de biosecado.	
5	MÓDULO DE CDR	4.775.000 €
5.1	TAMBOR DE TAMIZADO	620.000 €
	Tambor de tamizado de 11.400 mm de longitud, con tamices disponibles de 50/120 mm.	
5.2	SEPARADOR ÓPTICO	450.000€
	Separador de los materiales no combustibles de los combustibles, con ayuda de infrarrojos.	
5.3	SEPARADOR DENSÍMETRICO	70.000 €
	Separador de materiales pesados y ligeros.	
5.4	CINTAS TRANSPORTADORAS	1.650.000 €

	Incluye las distintas cintas transportadoras necesarias a lo largo del proceso, con las correspondientes medidas que se necesiten en cada caso.	
5.5	TRITURADORAS	1.320.000 €
	Sucesión de trituradoras necesarias para conseguir el tamaño deseado.	
5.6	PLATAFORMAS	350.000 €
	Incluye todas las construcciones metálicas, elementos de apoyo y plataformas necesarias para poder colocar correctamente los distintos equipos.	
5.7	CENTRALITAS Y PROGRAMACIÓN	230.000 €
	Incluye los distintas centralitas necesarias para el control de los distintos equipos.	
5.8	TECNOLOGÍA DE CONTROL POR ORDENADOR	85.000 €
	Incluye el software correspondiente al control	
PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIONES		23.240.000 €

PRESUPUESTO TOTAL:	24.360.749,39 €
13,00 % Gastos generales.....	3.166.897,42 €
6,00 % Beneficio Industrial.....	1.461.644,96 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA:	28.989.291,77 €
21 % IVA.....	6.087.751,27 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN:	35.077.043,04 €

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de TREINTA Y CINCO MILLONES, SETENTA Y SIETA MIL CUARENTA Y TRES EUROS con CUATRO CÉNTIMOS