

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Titulo: Planta de fabricación ecoeficiente de
suelos artificiales para la regeneración de
espacios degradados

Autora: Minerva LÓPEZ MAGDALENO

Fecha: Marzo 2008





ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I: MEMORIA.....	3
ANEXO 1: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	79
ANEXO 2: PLAN DE RESTAURACIÓN.....	111
ANEXO 3: ESTUDIO ECONÓMICO.....	123
ANEXO 4: DOCUMENTACIÓN DE FABRICANTES.....	133
DOCUMENTO II: PLIEGOS DE CONDICIONES.....	162
PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	163
PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	190
DOCUMENTO III: PLANOS.....	201
DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO.....	213

DOCUMENTO I

MEMORIA

ÍNDICE.

<u>CAPÍTULO 1: PETICIONARIO</u>	8
<u>CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN</u>	8
<u>CAPÍTULO 3: OBJETO</u>	8
<u>CAPÍTULO 4: JUSTIFICACIÓN</u>	9
<u>CAPÍTULO 5: EMPLAZAMIENTO</u>	10
<u>CAPÍTULO 6: MATERIAS PRIMAS</u>	14
6.1. LOS SUELOS NATURALES.....	14
6.2. ALTERNATIVAS PARA LAS MATERIAS PRIMAS.....	15
6.3. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LAS MATERIAS PRIMAS..	17
6.4. MATERIAS PRIMAS SELECCIONADAS.....	18
6.4.1. Fracción de inertes: residuos de construcción y demolición (RCDs).....	18
6.4.2. Lodos de depuradora de aguas residuales.....	23
6.4.3. Residuos de biomasa.....	26
6.4.4. Cenizas de la combustión de biomasa.....	29

<u>CAPÍTULO 7: PRODUCTO</u>	31
7.1. COMPOSICIÓN DEL SUELO ARTIFICIAL.....	31
7.2. CANTIDADES DE RESIDUOS NECESARIAS PARA FABRICAR EL SUELO ARTIFICIAL.....	32
7.3. CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL SUELO ARTIFICIAL.....	32
7.3.1. Fertilidad del suelo artificial.....	32
7.3.2. Metales pesados en el suelo artificial.....	33
7.3.3. Control de calidad del suelo artificial fabricado.....	34
7.4. APLICACIONES DEL SUELO ARTIFICIAL.....	35
<u>CAPÍTULO 8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN</u>	37
<u>CAPÍTULO 9: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</u>	39
9.1. SECCIÓN 100: INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RCDs.....	39
9.2. SECCIÓN 200: INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE BIOMASA.....	41
9.3. ZONA DE ACOPIO DE CENIZAS DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA...42	
9.4. ZONA DE MEZCLA.....	42
9.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	43
9.6. NAVE TALLER/ALMACÉN/GARAJE.	43
9.7. EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES.....	44

<u>CAPÍTULO 10: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.....</u>	45
10.1. TOLVA, TV-101.....	45
10.2. ALIMENTADOR VIBRANTE, AV-101.....	45
10.3. CINTAS TRANSPORTADORAS.....	46
10.4. TRITURADORA DE MANDÍBULAS, TM-101.....	47
10.5. TRITURADORA DE IMPACTOS, TI-101.....	48
10.6. CRIBA VIBRANTE DE CONTRAPESOS, CV-101.....	49
10.7. TRITURADORA PRIMARIA, TP-201.....	50
10.8. TRITURADORA SECUNDARIA, TS-201.....	51
10.9. BÁSCULA PUENTE PARA CAMIONES.....	51
10.10. PALAS CARGADORAS.....	52
10.11. CAMIÓN.....	52
<u>CAPÍTULO 11: MARCO LEGAL.....</u>	53
11.1. LEGISLACIÓN COMUNITARIA.....	53
11.2. LEGISLACIÓN ESTATAL.....	54
<u>CAPÍTULO 12: ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL.....</u>	55
12.1. RESIDUOS DE PROCESO.....	55
12.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	55
12. 3. RUIDO Y VIBRACIONES.....	56
12.4. IMPACTO VISUAL O PAISAJÍSTICO.....	57

CAPÍTULO 13: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	58
13.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS.....	58
13.1.1. Tipo de obra.....	58
13.1.2. Emplazamiento.....	59
13.1.3. Plazo de ejecución.....	59
13.1.4. Acceso de personal ajeno a la obra.....	59
13.2. ACTIVIDADES DE OBRA PREVISTAS.....	59
13.3. OFICIOS OBJETO DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	60
13.4. MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA PREVISTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.....	60
13.5. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	61
13.6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.....	63
13.6.1. Medidas preventivas durante la construcción de la planta.....	64
13.6.2. Medidas preventivas durante la operación y mantenimiento de la planta.....	65
13.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN.....	67
13.7.1. Equipos de protección individual.....	67
13.7.2. Sistemas de protección colectiva.....	68
13.8. PLAN DE EMERGENCIA.....	75
13.9. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	76

CAPÍTULO 1: PETICIONARIO.

La Comisión de Proyectos de Fin de Carrera de la Universidad de Cádiz concedió, en la convocatoria de solicitud de asignación de julio de 2007, el proyecto titulado “Planta de fabricación ecoeficiente de suelos artificiales para la regeneración de espacios degradados” a la alumna doña Minerva López Magdaleno, siendo éste el proyecto por el que opta al título de Ingeniero Químico.

CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN.

Un suelo artificial es un material sólido, fabricado a partir de diversos componentes de carácter residual, que permite el anclaje del sistema reticular, desempeñando el papel de soporte y fuente de nutrientes de la vegetación.

Una planta de elaboración de suelos artificiales tiene una triple función ecológica. Por un lado, el producto que se fabrica sirve para la restauración de espacios que han sido degradados por diversas causas; en segundo lugar, la instalación funciona como un gestor de residuos, reutilizándolos como materias primas; y por último, la reforestación contemplada en la restauración supone una contribución a la fijación del CO₂ atmosférico.

Para fabricar este tipo de suelo deben emplearse materias primas que posean ciertas propiedades, que pasen por determinado tratamiento y en una formulación tal que el producto sea susceptible de actuar como sustrato para el desarrollo vegetal. Además, deben utilizarse en cantidad suficiente para que esta reutilización sea una alternativa de gestión de residuos.

CAPÍTULO 3: OBJETO.

El objeto del presente proyecto es el diseño de una planta de fabricación ecoeficiente de suelos artificiales para la regeneración de espacios degradados, a partir de materiales residuales, situándola en La Barca de la Florida (Cádiz) y siguiendo la normativa vigente.

La capacidad de producción de la planta se adecuará al ritmo de explotación y restauración de los espacios a regenerar, siendo a todos los efectos, un proceso discontinuo. Se diseñará la instalación para una producción máxima de 25000 toneladas anuales de suelo artificial, funcionando un sólo turno de 8 horas.

CAPÍTULO 4: JUSTIFICACIÓN.

Actualmente, la ley exige una restauración de los terrenos que han sido degradados por la actividad del ser humano, como es el caso de las canteras a cielo abierto o de los vertederos. Además, la gran cantidad de residuos que genera el ser humano hace tiempo que ha comenzado a ser un problema, llevando a la investigación de nuevas líneas de reutilización, recuperación y reciclaje de residuos.

La planta que se diseña en este proyecto es una solución para ambos problemas. En ella, se fabricarán suelos artificiales para la recuperación de espacios degradados, a partir de residuos de diversa índole reutilizados como materias primas. Asimismo, cabe destacar la contribución de este proyecto a la fijación del CO₂, pues la restauración de un espacio degradado conlleva su reforestación.

Este tipo de plantas de reciclaje o valorización de residuos se encuentra totalmente amparada por la ley (entre otras, por la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos), que obliga a los poseedores de residuos a entregarlos a un gestor para su valorización o eliminación, o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración que comprenda estas operaciones (siempre que no procedan a gestionarlos por sí mismos). Asimismo, estipula que todo residuo potencialmente reciclable o valorizable deberá ser destinado a estos fines, evitando su eliminación en todos los casos posibles, y que el poseedor de residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión.

Así pues, la ley declara de utilidad pública e interés social el establecimiento o ampliación de instalaciones de almacenamiento, valorización y eliminación de residuos, como la planta de suelos artificiales que aquí se considera.

CAPÍTULO 5: EMPLAZAMIENTO.

Como se analizará más adelante, una de las principales aplicaciones de los suelos artificiales es la recuperación de canteras o graveras, zonas degradadas que por lo general tienen gran extensión. Por ese motivo, la planta se situará junto a las instalaciones de una gravera propiedad de la empresa cementera Holcim S.A., y pertenecerá a dicha empresa, que empleará el suelo artificial fabricado en la restauración de sus canteras y graveras en la provincia de Cádiz.

Existen numerosas canteras y graveras en la provincia de Cádiz; las más importantes son propiedad de Holcim S.A, pero existen otras, de grandes dimensiones, susceptibles de ser restauradas con los suelos fabricados, propiedad de las empresas Portland-Valderrivas y Financiera y Minera (Italcementi Group).

La selección del emplazamiento para la planta de fabricación de suelos artificiales se ha realizado en función de la ubicación de estas canteras y de las distancias a las principales ciudades, según el criterio de proximidad de materias primas y clientes. Como se puede apreciar en el Plano N°1 (Situación de las principales canteras y graveras de Cádiz), y en la tabla 5.1, la gravera Los Algarrobos, propiedad de Holcim S.A., reúne las condiciones necesarias para construir en ella la planta de suelos artificiales: se encuentra próxima a dos ciudades de las que se pueden obtener materias primas (Jerez y Arcos de la Frontera), y a menos de 35 km de las principales canteras, lo cual es importante para que los costes de transporte de materias primas y producto, que se hará por carretera, no haga inviable el proyecto. Además, Los Algarrobos es una gravera de gran extensión, de modo que el ahorro en transporte de suelo artificial durante su restauración será considerable. Asimismo, cuenta ya con un buen acceso, terreno llano para la construcción de la fábrica y una subestación eléctrica. Por último, la proximidad en un radio de 20 km de numerosos pueblos y las dos ciudades antes citadas supone facilidad para encontrar mano de obra.

Tabla 5.1. Principales canteras/graveras de la provincia de Cádiz, extensión y distancias.

Empresa propietaria	Cantera / Gravera	Extensión (ha)	Distancia a las principales ciudades (km)	Distancia a Los Algarrobos (km)
Holcim	Los Algarrobos	50	Jerez - 20 Arcos - 18	-
Holcim	Cabral	50	Jerez - 35 Arcos - 22	12
Holcim	Torrecedera	30	Jerez - 20 Arcos - 22	7
Holcim	La Florida	55	Jerez - 19 Arcos 23	8
Portland - Valderrivas	Arcos	40	Jerez - 45 Arcos - 19	26
Financiera y Minera	Sierra Valleja	50	Jerez - 45 Arcos - 20	27
Financiera y Minera	Las Pilas	20	Jerez - 40 Chiclana - 31	33
Financiera y Minera	La Herradura	50	Jerez - 40 Arcos - 7	23

En el Plano N° 2 (Emplazamiento de la gravera Los Algarrobos) se muestra el emplazamiento de la gravera Los Algarrobos.

Se accede a esta gravera, desde Jerez de la Frontera, por la carretera A-2003, dirección La Barca de la Florida / San José del Valle. Pasada la población de La Barca de la Florida, a 1,7 km existe un desvío a la izquierda, que lleva a la carretera CA-4105. Tras recorrer 800 m se encuentra la gravera a mano izquierda, a pie de carretera. Los Algarrobos se halla a tan sólo 500 m del río Guadalete, y Holcim S.A. tiene actualmente permiso para explotar 50 ha. Las instalaciones de la gravera se inauguraron en diciembre de 2007.



Fig. 5.1. Gravera Los Algarrobos, vista al este. Entrada, subestación eléctrica, zona de maniobra, oficinas y zona de almacenamiento de producto.



Fig. 5.2. Gravera Los Algarrobos, vista al sur. Instalaciones de la gravera; detrás, zona de almacenamiento de producto.



Fig. 5.3. Gravera Los Algarrobos, vista al oeste. Zona de explotación actual; al fondo, la línea de árboles indica el paso del río Guadalete.



Fig. 5.4. Gravera Los Algarrobos, vista al norte. Zona de explotación actual; afloramiento de agua subterránea debida a la proximidad del río.

CAPÍTULO 6: MATERIAS PRIMAS.

6.1. LOS SUELOS NATURALES.

Los suelos naturales poseen una serie de fracciones que les proporcionan todas sus cualidades. Estas fracciones son:

- Arcilla (partículas de diámetro inferior a 0,002 mm).
- Limo (partículas con un diámetro entre 0,002 y 0,05 mm).
- Arena (partículas con un diámetro entre 0,05 y 2 mm).
- Materia orgánica (humus)

Los valores habituales de los diferentes elementos químicos en un suelo fértil son los siguientes:

Tabla 6.1. Elementos químicos propios de un suelo fértil.

Elementos principales	%	Elementos menores	ppm
Nitrógeno	0,1 a 1,8	Boro	60 a 360
Fósforo	0,1 a 1,7	Cadmio	15 a 40
Potasio	0,1 a 2,3	Cobre	90 a 260
Azufre	0,5 a 3	Hierro	8000 a 15000
Calcio	1 a 20	Mercurio	1 a 5
Sales totales	0,5 a 2	Manganeso	300 a 1300
		Molibdeno	10
		Plomo	300 a 400
		Zinc	800 a 1200

La mezcla de los materiales residuales para la formulación del suelo artificial debe proporcionar un suelo con una concentración de elementos constituyentes que se encuentre dentro de los márgenes señalados. Nitrógeno, fósforo y potasio son los elementos que mayor influencia tienen en la fertilidad del suelo, y por lo tanto sus concentraciones han de ser lo más elevadas posible, dentro de los márgenes establecidos.

6.2. ALTERNATIVAS PARA LAS MATERIAS PRIMAS.

Para la fabricación de suelos artificiales se pueden emplear residuos de diversa naturaleza, con la condición de que el producto resultante reúna las características apropiadas para actuar como sustrato vegetal.

Según la lista europea de residuos que se recoge en la orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, algunas de las distintas alternativas de materias primas para las tres fracciones en las que se puede dividir el suelo, y que ya han sido probadas, son:

1º) Fracción de inertes:

- Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales.
- Residuos de grava, rocas trituradas, arenas y arcillas.
- Residuos del corte y serrado de piedra.
- Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión.
- Cenizas volantes de turba y de madera no tratada.
- Residuos de la construcción y demolición, incluida la tierra excavada.

2º) Fracción biodegradable rápida:

- Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca.
- Heces de animales, orina y estiércol (incluida paja podrida) y efluentes recogidos selectivamente tratados fuera del lugar donde se generan.
- Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales, de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial.
- Lodos del tratamiento de aguas residuales urbanas procedentes de procesos de digestión anaerobia.
- Residuos de parques y jardines.

3º) Fracción biodegradable lenta:

- Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón.
- Serrín, virutas, cortes, madera, tableros de partículas y chapas.

En los ensayos realizados por diferentes universidades y empresas, se comprobó que las formulaciones ensayadas permitían un desarrollo normal de los plantones testados en sus primeras etapas de desarrollo, y que los lixiviados y suelos no presentaban concentraciones en metales pesados superiores a los límites máximos legales. También se comprobó que diferentes formulaciones de suelo permitían igualmente el desarrollo de especies vegetales. Se verificó cuáles de los tipos de suelos ensayados presentaban mayor fertilidad y qué especies mostraban mejor adaptación al empleo como sustrato de suelo artificial.

Los residuos que resultaron ser más aptos, dando un suelo artificial de mayor fertilidad, son:

- Fracción de inertes: residuos de construcción y demolición que hayan sido previamente clasificados, tierras de excavación.
- Fracción biodegradable lenta: biomasa leñosa.
- Fracción biodegradable rápida: biomasa herbácea, lodos cuya calidad haya sido comprobada (clasificados como no tóxicos ni peligrosos de acuerdo con el R.D. 952/1997, de 20 de junio).

6.3. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LAS MATERIAS PRIMAS.

Todos los residuos que se incorporen al suelo deben cumplir con el R.D. 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, con los valores límite de concentración de metales pesados que se establecen en el anexo IB de dicho Real Decreto (tabla 6.2.).

Tabla 6.2. Valor límite de concentración de metales pesados en los lodos destinados a su utilización agraria (mg/kg de materia seca).

Metal	Suelos con pH < 7	Suelos con pH > 7
Cadmio	20	40
Cobre	1000	1750
Níquel	300	400
Plomo	750	1200
Zinc	2500	4000
Mercurio	16	25
Cromo	1000	1500

En cuanto a los lodos que se empleen, debe comprobarse su calidad para asegurar que superen los protocolos de admisión para su uso. Los lodos deberán someterse a los análisis de los parámetros físico-químicos que aparecen reflejados en la legislación vigente (R.D. 1310/1990): pH, nitrógeno, fósforo, materia seca, materia orgánica y metales pesados (cadmio, cromo, cobalto, cobre, níquel, plomo, zinc, mercurio).

En cuanto a los residuos de construcción y demolición, se emplearán exclusivamente fracciones previamente clasificadas como no peligrosas. Cada 400 toneladas se realizará un análisis de su composición. La granulometría adecuada tendrá un diámetro de partícula siempre inferior a 40 mm.

6.4. MATERIAS PRIMAS SELECCIONADAS.

6.4.1. Residuos de construcción y demolición (RCDs).

6.4.1.1. Función de los RCDs en el suelo artificial.

La función de los residuos de construcción y demolición (en adelante, RCDs), es aportar al suelo artificial una textura que se asemeje lo máximo posible a la de los suelos naturales más fértiles, conformando las fracciones de arena y arcilla, y por tanto la fracción de inertes.

La textura influye sobre numerosos aspectos importantes del suelo, como la asimilación de los elementos por las plantas, la capacidad de retención de agua, la disponibilidad de nutrientes, la erosionabilidad, etc. Las texturas más adecuadas son la franca y la franco-limosa, que se caracterizan por presentar una porosidad del orden del 65%, con una mezcla de arena, limo y arcilla equilibrada, para retener las cantidades necesarias de agua y nutrientes, además de permitir una buena aireación.

6.4.1.2. Caracterización de los RCDs.

Se consideran como residuos de la construcción y demolición los procedentes de:

- Demolición de viejos edificios y estructuras.
- Rehabilitación y restauración de edificios y estructuras existentes.
- Construcción de nuevos edificios y estructuras.
- Rechazos de los materiales de construcción en las obras.
- Rechazos de los materiales de construcción en la producción.

La composición media de los RCDs, según el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, es la siguiente:

- Escombros: 75%, de los cuales:
 - Ladrillos, azulejos y otros cerámicos: 54%.
 - Hormigón: 12%.
 - Piedra: 5%.
 - Arena, grava y otros áridos: 4%.
- Madera: 4%.
- Vidrio: 0,5%.
- Plástico: 1,5%.
- Metales: 2,5%.
- Asfalto: 5%.
- Yeso: 0,2 %.
- Papel: 0,3%.
- Otros: 11%.

Atendiendo a esta composición, el peso específico de los RCDs se puede estimar en 1,5 t/m³.

Las características analíticas medias de los RCDs se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.3. Composición media de los RCDs.

pH (en agua)	9	Calcio	30 mg/kg
Azufre	0,3 %	Cadmio	1,5 mg/kg
Carbono	1,5 %	Cobre	30 mg/kg
Nitrógeno	0,07 %	Níquel	45 mg/kg
Manganeso	250 mg/kg	Plomo	150 mg/kg
Hierro	16 mg/kg	Zinc	200 mg/kg
Sodio	20 mg/kg	Mercurio	-
Potasio	33 mg/kg	Cromo	60 mg/kg

6.4.1.3. Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición.

El Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía, estima una generación de 6 kilogramos/habitante/día de RCDs en los municipios de más de 5000 habitantes, como es el caso de Jerez (que con 200000 habitantes genera unas 438000 toneladas/año) o Arcos de la Frontera (que con 30000 habitantes genera unas 65700 toneladas/año). Así, se estima en 12.176.586 toneladas/año los RCDs generados en esta Comunidad Autónoma.

En 2000, la media comunitaria situaba el reciclaje de RCDs entre el 25-30% de la producción, terminando el 70-75% en vertederos; pero en España, el porcentaje reciclado o reutilizado no alcanzaba el 5%.

Estos residuos son inertes o asimilables, y su poder contaminante es bajo, pero por el contrario, su impacto visual es con frecuencia alto, por el gran volumen que ocupan y por el escaso control ambiental ejercido sobre los terrenos que se eligen para su depósito.

Por ello, en el Plan Nacional de RCDs, se establecían como principios de gestión de estos residuos, el principio de jerarquía y el de proximidad:

- El principio de jerarquía (artículo 1.1 de la Ley 10/1998, de residuos) trata de prevenir en la medida de lo posible, reutilizar lo que se pueda, reciclar lo que no se pueda reutilizar, mediante la recuperación selectiva en origen con vistas a su posterior tratamiento tanto de los materiales reciclables mixtos como de materiales destinados a plantas de tratamiento, y valorizar energéticamente todo lo que no se pueda reutilizar o reciclar. El depósito final en vertedero es la última opción.
- El principio de proximidad establece que es necesario optimizar las distancias desde el punto de producción al punto de gestión. Este principio se respeta, en general, por la propia naturaleza de los RCDs, ya que son de un elevado peso y volumen, y por tanto, el costo de su transporte hasta el punto de reciclado o vertido es alto. La retirada de escombros de los núcleos de población se suele hacer mediante contenedores de 7 m³ de capacidad. Se debe prever una red de centros de transferencia en un radio de unos 25 km alrededor de estos núcleos, para su vaciado. En los núcleos de población más importantes, esta distancia se reducirá a 15 km. En ellos se puede llevar a cabo una primera clasificación de los residuos, y posteriormente, desde ellos se pueden trasladar a las plantas de reciclaje en camiones de gran tonelaje.

Los objetivos de este Plan Nacional de RCDs 2000-2006 eran, para finales del año 2006:

- La recogida controlada y correcta gestión ambiental de, al menos, el 90% de los RCDs.

- Reciclaje o reutilización de, al menos, el 60% de RCDs.
- Identificación de las áreas degradadas (canteras, minas, etc.) susceptibles de ser restauradas mediante RCDs y determinación de las condiciones técnicas y ecológicas aceptables para ello.
- Clausura y restauración ambiental de los vertederos no adaptables a la Directiva antes de 2006.

Para alcanzar estos objetivos, el Plan Nacional de RCDs propone una serie de instrumentos, que amparan la planta de fabricación de suelos artificiales objeto de este proyecto:

- Ayudas a programas de I+D tendentes a la mejora de la gestión de los RCDs, incluidas las técnicas de demolición, y a la búsqueda de nuevas posibilidades de reutilización o reciclaje.
- Ayudas a la construcción de plantas de tratamiento de RCDs reutilizables o reciclables.

6.4.1.4. Procedencia y tratamiento de los RCDs para la fábrica de suelos artificiales.

Se emplearán residuos de construcción y demolición producidos por las empresas constructoras que actúen en los municipios de Jerez y Arcos de la Frontera. Sólo se aceptarán los residuos que estén previamente clasificados.

Estos RCDs deberán triturarse hasta alcanzar un tamaño de partícula inferior a 40 mm. Se hará un análisis de composición cada 400 toneladas recibidas en planta.

6.4.2. Lodos de depuradora de aguas residuales.

6.4.2.1. Función de los lodos de depuradora en el suelo artificial.

Los lodos de depuradora constituyen la fracción limo del suelo artificial, y además, aumentan la cantidad de materia orgánica presente en el suelo, siendo ésta más fácil y rápidamente transformada a humus que los residuos de biomasa.

Además, estudios sobre la aplicación de lodos de depuradora a la restauración de canteras demuestran que:

- Los lodos contribuyen a reducir la erosión de los taludes, disminuyendo las pérdidas por salpicadura y el arrastre de sedimentos por escorrentía.
- Ayudan a inmovilizar los metales en el suelo, lo que queda patente por su baja presencia en los lixiviados y en la cubierta vegetal.
- La fertilidad biológica del suelo aumenta claramente con la adición de lodos.
- La evolución en el suelo de los contaminantes orgánicos indica que la mayoría se degrada progresivamente o se volatiliza.

6.4.2.2. Utilización de lodos en suelos y agricultura.

Dentro de los lodos que pueden formar parte de la elaboración del suelo artificial, nos encontramos con los siguientes tipos:

- Lodos EDAR (origen urbano).
- Lodos EDARI (origen industrial).
- Lodos de origen mixto.
- Lodos de origen agroganadero.

El R.D. 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, anuncia la importancia creciente de la producción de lodos, procedentes de la depuración de aguas residuales domésticas o urbanas, que está planteando serios problemas para su almacenamiento, y sobre

todo, para su eliminación. La composición de estos lodos, aunque variable, los convierte en una fuente de materia orgánica y de elementos fertilizantes para su utilización en la actividad agraria, que resulta ser la vía más adecuada para su eliminación.

La estimación de la generación de lodos de depuradora para Andalucía es de 312.500 toneladas de materia seca por año (según datos del Plan Nacional de Lodos de Depuradoras para 2005).

Siguiendo la Directiva 86/278/CEE del Consejo, de 12 de junio, relativa a la protección del medio ambiente, y en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura, sólo se emplearán lodos tratados por vía biológica, química o térmica, mediante almacenamiento a largo plazo o por cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que se reduzcan de manera significativa su poder de fermentación y los posibles inconvenientes sanitarios de su utilización.

Toda partida de los lodos tratados deberá ir acompañada por una documentación expedida por el titular de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR), en la que quedarán claramente establecidos el proceso de tratamiento y la composición de la mercancía. Los lodos deberán someterse a los análisis de parámetros físico-químicos que aparecen reflejados en la legislación vigente, y que incluyen controles de: pH, nitrógeno, fósforo, materia seca, materia orgánica y metales pesados. Tampoco se podrán superar los límites establecidos en cuanto a metales pesados, indicados en la tabla 6.2.

6.4.2.3. Procedencia y tratamiento de los lodos para la fábrica de suelos artificiales.

Se emplearán preferentemente los lodos de la depuradora de Jerez (EDAR Guadalete), cuya calidad está certificada por la norma ISO 9001:2000, tras la Auditoría de la entidad certificadora AENOR, y que cuenta con un laboratorio acreditado por ENAC, en el que se ha implantado el sistema de calidad bajo los criterios de la Norma UNE-EN ISO/IEC-17025. En caso de problemas con el suministro, se podrá recurrir a los lodos de la depuradora de Arcos de la Frontera.

El proceso de tratamiento de los lodos de la EDAR Guadalete es el siguiente:

- Los lodos recogidos en los decantadores primarios se concentran en los espesadores por gravedad, precedidos de un desbaste mediante tamices rotativos.
- Los lodos en exceso que se eliminan del decantador secundario se espesan mediante un sistema de flotación.
- A continuación, se realiza la digestión anaerobia en grandes digestores, provistos con equipos de calefacción y homogeneización, con un tiempo de retención de 25,6 días con proceso físico-químico y 28,8 días en temporada normal. En este proceso se desprende el gas de digestión o biogás, que se almacena en gasómetros de campana flotante.
- Tras la digestión, los lodos pasan a la línea de deshidratación, que cuenta con el equipo de dosificación de polielectrolito, y se deshidratan en filtros de banda.
- Al final del proceso, los lodos contienen entre un 20 y un 30% de agua.

En la planta de suelos artificiales no será necesario someter estos lodos a ningún tratamiento, y se mezclarán directamente en el suelo fabricado, evitando almacenarlos (la mezcla para la obtención del suelo artificial se realizará cuando se reciba este residuo en planta).

6.4.2.4. Caracterización de los lodos de EDAR.

La composición exacta de los lodos depende de las características del agua que llega a la depuradora en cada momento, y no es constante. La composición media aproximada se refleja en la tabla 6.4, en la que se observa también que la concentración de metales pesados en el lodo es inferior a los máximos fijados por la legislación para suelos con pH superior a 7 (el pH de los lodos de EDAR es ligeramente básico):

Tabla 6.4. Composición media de los lodos de EDAR (en porcentajes o mg/kg de materia seca).

Parámetro	Valor	Normativa para suelos con pH > 7
pH	8,12	-
Nitrógeno (%)	4,35	-
Fósforo (%)	2,36	-
Potasio (%)	0,21	-
Sodio (%)	0,03	-
Calcio (%)	4,81	-
Magnesio (%)	0,25	-
Manganeso (mg/kg m.s)	131	-
Hierro (mg/kg m.s)	0,82	-
Cadmio (mg/kg m.s)	0,1	40 mg/kg m.s.
Cobre (mg/kg m.s)	3,4	1750 mg/kg m.s.
Níquel (mg/kg m.s)	2,7	400 mg/kg m.s.
Plomo (mg/kg m.s)	4,5	1200 mg/kg m.s.
Zinc (mg/kg m.s)	18,9	4000 mg/kg m.s.
Mercurio (mg/kg m.s)	0,01	25 mg/kg m.s.
Cromo (mg/kg m.s)	1	1500 mg/kg m.s.

6.4.3. Residuos de biomasa.

6.4.3.1. Función de los residuos de biomasa en el suelo artificial.

La biomasa es el material precursor del humus, que constituye la materia orgánica, junto con los lodos de depuradora, que será fuente de nutrientes de la vegetación. Además, forma agregados con las partículas minerales que mejoran la textura y la aireación del suelo artificial.

6.4.3.2. Procedencia y tratamiento de los residuos de biomasa para la fábrica de suelos artificiales.

Los residuos de biomasa que se utilizarán en la planta de suelos artificiales procederán del Ayuntamiento de Jerez de la Frontera:

- Teconma, empresa concesionaria del servicio de mantenimiento de parques y jardines.
- Ememsa, empresa que gestiona la explotación y conservación de los Montes Propios Municipales de Jerez.
- Zoobotánico de Jerez, mantenimiento de jardines.

Además, podrá incluirse, según la disponibilidad, serrín, viruta o astilla de madera procedentes de las industrias de transformación de la madera o producción de muebles, siempre y cuando no hayan sido tratados con productos químicos como protectores o barnices.

La biomasa herbácea no se somete a ningún tipo de tratamiento, se mezcla directamente en el suelo artificial. La biomasa leñosa tendrá que ser sometida a un proceso de trituración antes de su aplicación, en el que las partículas deberán alcanzar un tamaño siempre inferior a 40 mm, pues se trata de una materia con un proceso de mineralización lento.

6.4.3.3. Caracterización de los residuos de biomasa.

El tipo de residuo disponible dependerá de la época: períodos de poda, de caída de la hoja caduca, etc.

Los residuos provendrán de restos de poda y de limpieza, y contendrán diversas especies vegetales, entre otras:

- Almendro.
- Castaño.
- Drago.
- Encina.

- Eucalipto.
- Laurel.
- Limonero.
- Palmera.
- Pino.
- Pinsapo.
- Sauce.
- Hierba.
- Hojas caídas.
- Coronas de flores secas.

La cantidad de agua de los residuos de biomasa suele estar entre el 10 y el 15 % en masa. El análisis elemental aproximado da los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 6.5. Análisis elemental de los residuos de biomasa (% masa, base seca).

Elemento	% masa (b.s.)
Carbono	47,8
Oxígeno	38
Hidrógeno	6
Nitrógeno	3,4
Otros	4,8

6.4.4. Cenizas de la combustión de biomasa.

6.4.4.1. Función de las cenizas de la combustión de biomasa en el suelo artificial.

Las cenizas de combustión de biomasa sirven como fertilizante, aportando al suelo una cantidad complementaria de micronutrientes, tanto los fundamentales para la fertilidad (potasio y fósforo), como otros complementarios (calcio, sodio, magnesio, etc.). Su función es mejorar la fertilidad del suelo artificial fabricado, evitando la necesidad de añadir fertilizantes de origen químico.

Asimismo, el tamaño de partícula que caracteriza a este residuo es similar a la de la fracción limo, por lo que añadiendo cenizas de combustión de biomasa al suelo artificial, se aumenta esta fracción.

Estas cenizas presentan una ventaja más, pues regulan la acidez generada por los compuestos que se originan en la degradación de la biomasa herbácea y leñosa, así como la generada en la descomposición de las arcillas ácidas.

6.4.4.2. Procedencia y tratamiento de las cenizas de combustión de biomasa para la fábrica de suelos artificiales.

Las cenizas de combustión de biomasa procederán de calderas de biomasa, y no será necesario ningún tratamiento en la planta de fabricación de suelos artificiales. Se almacenarán en una zona protegida con pantallas cortaviento y cubiertas con lonas, para evitar la emisión de partículas al medio, y se mezclarán directamente en el suelo artificial.

6.4.4.3. Caracterización de las cenizas de combustión de biomasa.

La capacidad fertilizante de las cenizas de combustión de biomasa se debe a su composición química. La cantidad de micronutrientes presentes en este residuo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6.6. Cantidad media de micronutrientes en las cenizas de combustión de biomasa.

Elemento	% masa
Calcio	20,6
Azufre	4,7
Potasio	4,4
Magnesio	3,2
Manganeso	1,2
Sodio	1,0
Hierro	0,8
Fósforo	0,6

CAPÍTULO 7: PRODUCTO.

7.1. COMPOSICIÓN DEL SUELO ARTIFICIAL.

Es necesario realizar una correcta formulación del suelo reciclado, es decir, incorporar los tipos de residuos y cantidades de cada uno adecuados para proporcionar al suelo una composición y características que lo conviertan en fértil para el desarrollo de la vegetación.

La composición con que se formulará el suelo artificial en la planta será la siguiente:

Tabla 7.1. Composición del suelo formulado en la planta, en porcentaje en masa.

Componente	% masa
RCDs	50
Lodos de EDAR	25
Residuos de biomasa	20 (*)
Cenizas de combustión de biomasa	5

(*) Hasta un 5 % del total, podrá estar formado por serrín, viruta o astilla de madera procedentes de las industrias de transformación de la madera o producción de muebles, quedando un 15 % de los demás tipos de residuos de biomasa.

Los RCDs y los lodos de EDAR confieren al suelo artificial fabricado un carácter ligeramente básico.

7.2. CANTIDADES DE RESIDUOS NECESARIAS PARA FABRICAR EL SUELO ARTIFICIAL.

Dada la composición del suelo a fabricar y la capacidad de producción de la planta (25000 toneladas anuales trabajando un sólo turno de 7 horas efectivas), las cantidades de residuos necesarias para la formulación del suelo artificial, calculadas en el Capítulo 2 del Anexo I (Cálculos justificativos), son las siguientes:

Tabla 7.2. Cantidades de residuos necesarias para la formulación del suelo artificial.

Componente	Cantidad (t/h)
RCDs	8
Lodos de EDAR	4
Residuos de biomasa	3,2
Cenizas de combustión de biomasa	0,8

7.3. CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL SUELO ARTIFICIAL.

El suelo fabricado debe cumplir dos condiciones imprescindibles: contener una cantidad mínima de nutrientes para la futura cubierta vegetal, y cumplir la legislación referente a las cantidades de metales pesados. Además, deberá seguir una serie de controles de calidad, mediante el análisis de lixiviados.

7.3.1. Fertilidad del suelo artificial.

En cuanto a la fertilidad, en la tabla 7.3 se compara la concentración media de los nutrientes fundamentales (nitrógeno, fósforo y potasio) en los suelos naturales fértiles con la concentración en el suelo artificial, calculada en el

Capítulo 3 del Anexo I (Cálculos justificativos). Dicha concentración está dentro del intervalo propio del suelo natural, lo que garantiza la fertilidad del producto.

Tabla 7.3. Concentración de nutrientes fundamentales.

Nutriente	% en el suelo artificial	% en el suelo natural fértil
Nitrógeno	1,77	0,1 a 1,8
Fósforo	0,62	0,1 a 1,7
Potasio	0,27	0,1 a 2,3

7.3.2. Metales pesados en el suelo artificial.

Al no existir una normativa específica para la aplicación forestal o agrícola de los suelos artificiales, se considera de aplicación el R.D. 1310/1990, en el que se establecen las limitaciones a tener en cuenta al formular el suelo artificial en cuanto a su contenido en metales pesados, expresados en la tabla 7.4.

Tabla 7.4. Valor límite de concentración de metales pesados en los suelos (mg/kg de materia seca).

Metal	Suelos con pH < 7	Suelos con pH > 7
Cadmio	1	3
Cobre	50	210
Níquel	30	112
Plomo	50	300
Zinc	150	450
Mercurio	1	1,5
Cromo	100	150

Las concentraciones medias de metales pesados en el suelo artificial fabricado, calculadas en el Capítulo 4 del Anexo I (Cálculos justificativos) no alcanzan los límites para suelos básicos, e incluso están por debajo de la mayoría de límites para suelos ácidos.

Tabla 7.5. Concentración en metales pesados del suelo artificial (en mg/kg de materia seca).

Metal	Concentración en el suelo artificial (mg/kg m.s.)	Concentración máxima para suelos con pH > 7 (mg/kg m.s.)
Cadmio	0,81	3
Cobre	17,46	210
Níquel	32,45	112
Plomo	79,09	300
Zinc	107,42	450
Mercurio	0,011	1,5
Cromo	31,43	150

7.3.3. Control de calidad del suelo artificial fabricado.

Durante la maduración del suelo artificial fabricado, se realizará un control sobre los lixiviados, para determinar su composición:

- Un primer análisis al día siguiente de la mezcla.
- Un segundo análisis durante la maduración, a las dos semanas de la mezcla.
- Un tercer análisis al terminar la maduración, a las cuatro semanas de la mezcla.
- Un análisis previo al inicio de la reforestación.

Los análisis se realizarán tomando como referencia las normas de uso de lodos en actividades agrícolas (Directiva 86/278/CE de protección del medio ambiente, en la que se establecen los límites en los suelos de metales pesados). Cualquier anomalía supondrá el rechazo de toda la partida correspondiente.

Antes de la aplicación de los lodos a la zona a regenerar, se analizarán los siguientes parámetros: materia seca, materia orgánica, pH, nitrógeno y fósforo.

También se deberá someter el suelo, durante su maduración, a análisis de pH, nitrógeno orgánico total, fósforo, potasio, carbono orgánico total, calcio, azufre y metales pesados. Es imprescindible el análisis de composición del suelo artificial en el momento de su aplicación. Estos análisis deben seguir efectuándose una vez al año. Si el suelo se aplica en grandes superficies, se recomienda el control de metales, fósforo total, nitrógeno total, nitratos y nitritos en aguas subterráneas.

7.4. APLICACIONES DEL SUELO ARTIFICIAL.

Los lugares donde resulta factible la utilización de los suelos artificiales como medio de recuperación, y que por tanto resultan clientes potenciales para este proyecto, serán los siguientes:

- Zonas degradadas por distintos motivos, como la actividad minera u otras actividades que agoten la fertilidad del suelo.
- Cimas erosionadas.
- Zonas en las que se pretende evitar los procesos de erosión que provocan desertización.
- Espacios degradados inutilizados para cualquier fin.
- Superficies dañadas o erosionadas, con un perfil edáfico mínimo.
- Zonas que en principio no eran aptas para la reforestación (contribuyendo a la producción maderera).
- Vertederos (creación de la cubierta vegetal tras su sellado).

- Entornos de las obras de carreteras y vías de comunicaciones.
- Suelos afectados por incendios.

Como la planta de fabricación de suelos artificiales que se diseña en este proyecto sería propiedad de Holcim, el producto fabricado iría destinado a la restauración de sus canteras en la provincia de Cádiz, aunque se podría compaginar esta actividad de restauración con la venta de producto a canteras de otras empresas, restauradores de vertederos, etc.

CAPÍTULO 8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.

Las materias primas se transportan en camiones de tipo bañera desde su lugar de producción o clasificación hasta la planta de fabricación de suelo artificial. Para conocer la cantidad de los distintos residuos que transportan, y por tanto los costes de gestión de residuos a cobrar, se pesan en la báscula puente para camiones antes de descargar.

Los residuos de construcción y demolición se descargarán en la zona de acopio, y se llevarán mediante pala cargadora a la instalación de tratamiento de RCDs (sección 100), que se describe en el apartado 9.1 de esta Memoria. En esta instalación se triturarán hasta un tamaño de partícula inferior a 40 mm, y se descargarán mediante cinta transportadora a la zona de almacenamiento. Cada 400 t se tomará una muestra para analizar su composición. Desde la zona de almacenamiento, se llevarán con pala cargadora hasta la zona de mezcla.

Los residuos de biomasa se descargarán en la zona de acopio, y se llevarán mediante pala cargadora a la instalación de tratamiento de residuos de biomasa (sección 200), que se describe en el apartado 9.2 de esta Memoria. En dicha instalación, se triturarán, al igual que los RCDs, hasta un tamaño de partícula inferior a 40 mm, y una cinta transportadora los descargará en la zona de almacenamiento. Desde ésta, se llevarán con pala cargadora hasta la zona de mezcla.

Las cenizas de combustión de biomasa no necesitan un tratamiento previo a la mezcla, por lo que se descargarán en la zona de acopio y se llevarán con pala cargadora hasta la zona de mezcla.

El tiempo de almacenamiento de las materias primas deberá ser el menor posible, exceptuando los lodos, que no deben almacenarse. Debido a esta condición, la mezcla se realizará cuando se reciban los lodos de depuradora en planta y se disponga de suficiente cantidad de las otras materias primas. En caso de que fuese necesario almacenar los lodos de EDAR por causas de fuerza mayor, por ejemplo, por avería en la planta una vez recibidos, y como el contenido en materia seca es superior al 20 %, se podrían almacenar en montones sin necesidad

de impermeabilizar el suelo. El tiempo de almacenamiento no superará, en ningún caso, los 6 meses. Los lodos procedentes de la EDAR se descargarán directamente en la zona de mezcla.

En la zona de mezcla, las materias primas se extenderán sucesivamente por capas, humedeciéndolas si es preciso para evitar la producción de polvo. Preferentemente, se colocarán en la capa inferior los RCDs, y la última capa corresponderá al lodo. Estas capas se voltearán dos o tres veces con la pala cargadora, para que la mezcla final tenga una distribución lo más uniforme posible. Una vez terminada la mezcla, antes de cargar el producto en los camiones, se tomará una muestra de lixiviado para analizar su composición.

La maduración del producto tendrá lugar preferentemente en la zona a regenerar con el suelo artificial fabricado, para que la incorporación al suelo de los microorganismos propios del lugar sea lo más rápida posible. En caso de no poder transportarse a dicha zona inmediatamente, se apilará y almacenará, al aire libre, hasta su utilización. El tiempo mínimo de maduración del suelo elaborado en el lugar a restaurar será de un mes, antes de que se pueda llevar a cabo la reforestación.

Antes de la colocación del suelo artificial sobre el área degradada, es necesario acondicionarla para que la aplicación del suelo tenga los resultados beneficiosos que se pretenden conseguir. Este proceso se desarrolla en el Anexo 2 (Plan de restauración).

CAPÍTULO 9: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

9.1. SECCIÓN 100: INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RCDs.

El objetivo de esta instalación es la reducción del tamaño de partícula de los RCDs a una granulometría no superior a 40 mm.

Los RCDs llegan a la planta de fabricación de suelos artificiales en camiones tipo bañera de 30 t, y tras el pesaje en la báscula puente, estos camiones descargan los RCDs en la zona de acopio correspondiente, de 7,5 x 9,5 m, con pavimento de hormigón y capacidad para 200 t; por lo tanto, con la zona de acopio llena, se puede trabajar durante más de tres turnos de producción.

El material se introduce en la instalación de tratamiento mediante una pala cargadora, que lo lleva desde la zona de acopio hasta la tolva de recepción TV-101, a la que accede por una plataforma de carga de 3,3 m de altura total, 5 m de ancho y 10 m de longitud, perpendicular a la línea de proceso. Esta tolva tiene un volumen total de 37 m³, y por tanto, capacidad para 42,5 t de RCDs, cantidad con la que se puede operar durante más de 5 h de producción. Además, está dotada de un sistema de proyección de agua pulverizada para minimizar la emisión de partículas, y de un desbaste vibratorio que evita que entre material de más de 30 cm, que podría ocasionar obstrucciones a la salida de la tolva o incluso a la entrada de la trituradora de mandíbulas TM-101.

Acoplado a la tolva, un alimentador vibrante (AV-101), cuyas dimensiones son de 1000 x 2000 mm, conduce 8 t/h de RCDs a la cinta transportadora CT-101, de 0,5 m de ancho y 20 m de longitud, que con un ángulo de inclinación de 18°, los transportará directamente a la trituradora de mandíbulas TM-101.

Los RCDs entran en esta pretrituradora, la trituradora de mandíbulas TM-101, que con una potencia de 75 kW y un reglaje del lado cerrado de 130 mm, tritura todo el material hasta una granulometría inferior a 200 mm, con un bajo porcentaje de finos. A su salida, un sistema de proyección de agua pulverizada minimiza la emisión de partículas y polvo.

El material que abandona la trituradora de mandíbulas TM-101 se dirige a la trituradora de impactos TI-101, que con una potencia de 90 kW, un reglaje de 30 mm, y una granulometría de la alimentación inferior a 200 mm, tritura el material hasta que el 90 % tiene un tamaño de partícula inferior a 30 mm. Esta trituradora produce un porcentaje importante de finos, siendo el 50 % del material de salida inferior a 10 mm; esta característica es importante para mejorar la textura del suelo artificial.

Para garantizar que los RCDs triturados que se incorporarán al suelo artificial tienen una granulometría inferior a 40 mm, a la salida de la trituradora de impactos TI-101, la cinta transportadora CT-102 conduce el material triturado a una criba vibrante. Esta cinta transportadora tiene 0,5 m de ancho, 6 m de longitud y una inclinación de 19°.

La criba vibrante CV-101, de dos bandejas de malla metálica con 40 mm de luz y 3 kW de potencia, separa el material que sale de la trituradora de impactos TI-101 en dos fracciones: una de granulometría superior a 40 mm, que se reconduce a la TI-101 mediante la cinta transportadora CT-103, de 0,5 m de ancho, 6 m de longitud y una inclinación de 19°, y otra de granulometría inferior a 40 mm, ya apta para formar parte del suelo artificial, que se lleva a la zona de almacenamiento mediante la cinta transportadora CT-104, de 0,5 m de ancho, 8 m de longitud y una inclinación de 18°. La descarga de la criba a la CT-104 dispone de un sistema de proyección de agua pulverizada para evitar la emisión de partículas al medio.

La zona de almacenamiento de RCDs triturados cuenta con una pantalla cortavientos, también para minimizar la emisión de partículas. La pila cónica de descarga de la cinta transportadora CT-104 tiene un radio máximo de 3,8 m y una altura máxima de 2,7 m, después de un turno completo de producción. Por lo tanto, se reserva un área cuadrada de 8 m de lado para almacenamiento, con pavimento de hormigón.

Desde esta zona de almacenamiento, se llevarán los RCDs a la zona de mezcla, mediante pala cargadora.

9.2. SECCIÓN 200: INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE BIOMASA.

El objetivo de esta instalación es la reducción del tamaño de partícula de los residuos de biomasa a una granulometría no superior a 40 mm.

Los residuos de biomasa llegan a la planta de fabricación de suelos artificiales en camiones tipo bañera de 30 m³, y tras el pesaje en la báscula puente, estos camiones descargan los residuos de biomasa en la zona de acopio correspondiente, de 7,5 x 11 m, con pavimento de hormigón y capacidad para 75 t; por lo tanto, con la zona de acopio llena, se puede trabajar durante más de cuatro turnos de producción.

El material se introduce en la instalación de tratamiento mediante una pala cargadora, que lo lleva desde la zona de acopio hasta la tolva de la trituradora primaria, TP-201, de 3,8 m³ de volumen, y por tanto, capacidad para 1,8 t de biomasa, cantidad con la que se puede operar durante más de 0,5 h de producción.

En la trituradora primaria, TP-201, los residuos de biomasa se reducen hasta un tamaño de partícula inferior a 100 mm. Se trata de una trituradora de 55 kW, con rotor de cuchillas, bajo el que se encuentra un tamiz con orificios de hasta 100 mm de diámetro. El material que atraviesa el tamiz se extrae de la trituradora mediante un tornillo sin fin, que lleva el material a la cinta transportadora CT-201.

Esta cinta transportadora CT-201, de 0,5 m de ancho, 10 m de longitud y 16° de inclinación, lleva los residuos de biomasa pretriturados a la trituradora secundaria, TS-201.

La trituradora TS-201, de 11 kW de potencia, es también una trituradora con rotor de cuchillas. En este caso, el tamiz con orificios de 10 a 40 mm, garantiza que todo el material que sale de la trituradora tiene una granulometría apta para formar parte del suelo artificial. El material ya triturado se extrae mediante un tornillo sin fin, y se descarga a la cinta transportadora CT-202, proyectando agua pulverizada para evitar la emisión de polvo y virutas.

La cinta transportadora CT-202, de 0,5 m de ancho, 10 m de longitud y 19° de inclinación, descarga los residuos de biomasa ya triturados, en una pila cónica de 3,8 m de radio y 2,7 m de altura (dimensiones tras un turno completo de producción). Por tanto, el área que se reserva para el almacenamiento de la biomasa triturada es un cuadrado de 8 m de lado, con pavimento de hormigón.

Desde esta zona de almacenamiento, se llevará la biomasa a la zona de mezcla, mediante pala cargadora.

9.3. ZONA DE ACOPIO DE CENIZAS DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA.

Las cenizas de combustión de biomasa llegan a la fábrica de suelos artificiales en camiones tipo bañera de 30 m³. Tras el pesaje en la báscula puente, descargan las cenizas en la zona de acopio correspondiente, de 5 x 4 m, con pavimento de hormigón y capacidad para 19 t, lo que equivale a un camión. Así, con la zona de acopio llena, se puede trabajar durante más de 23 turnos de producción.

La zona de acopio de cenizas estará provista de pantallas cortavientos, y el montón se cubrirá con lonas, para evitar la emisión de partículas.

Este material no necesita tratamiento, y se lleva directamente a la zona de mezcla, mediante pala cargadora.

9.4. ZONA DE MEZCLA.

La zona de mezcla tendrá unas dimensiones de 10 x 11,4 m y pavimento de hormigón. En ella se extenderán las materias primas por capas y se mezclarán, volteando el material con la pala cargadora. Al lado de esta zona se encuentra la plataforma de carga de camiones, de 1,5 m de altura total, 5 m de ancho y 6,5 m de longitud.

9.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El centro de transformación ya existente en la gravera Los Algarrobos, cuenta con dos transformadores de 1000 kVA, a los que se suministra energía eléctrica desde la subestación de Endesa “La Barca de la Florida”, que linda al sureste con la parcela de la gravera.

9.6. NAVE TALLER/ALMACÉN/GARAJE.

Para las operaciones de mantenimiento, el almacenamiento de repuestos, herramientas, etc., y para servicio de garaje, se dispondrá de una nave de 300 m². Sus dimensiones serán de 20 m de longitud, 15 m de ancho y 6 m de altura. El cerramiento será de hormigón, y tendrá dos puertas correderas de 6 x 5 m y 4 x 3 m. Esta nave dispondrá de alumbrado, instalación eléctrica y de saneamiento, y se situará al lado del edificio de servicios generales.

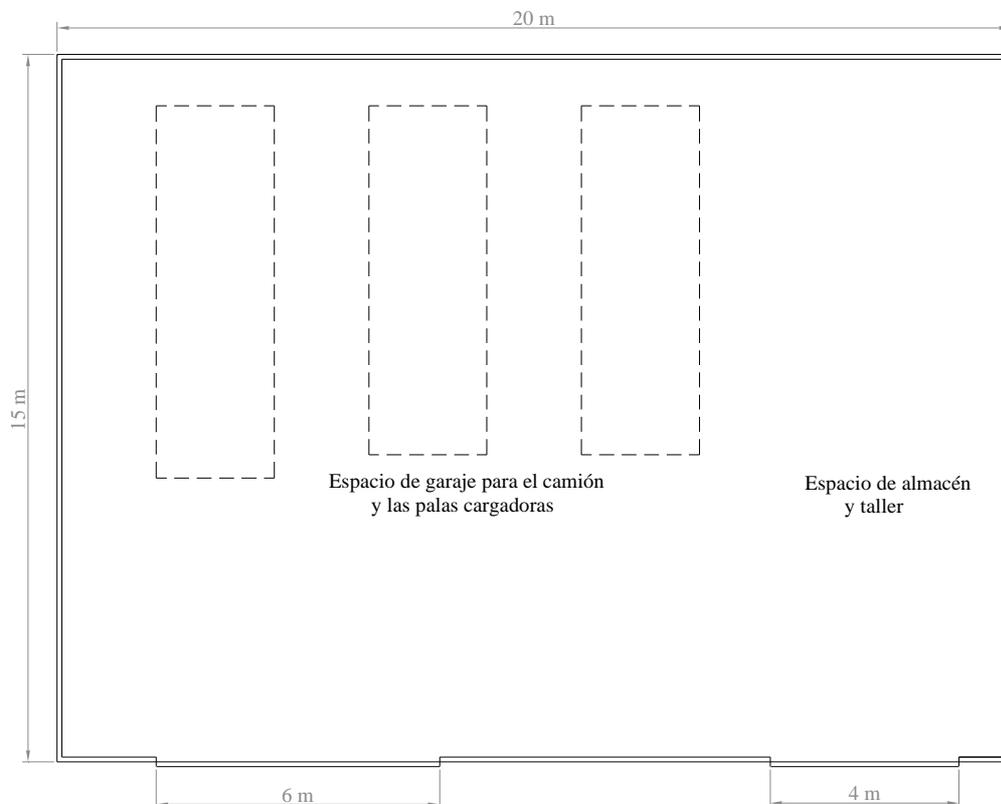


Fig. 9.1. Planta de la nave taller/almacén/garaje.

9.7. EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES.

Por último, se contará con un edificio de 82 m², para servicios tales como oficinas, laboratorio y servicios del personal. Contará con una sala para uso de los operarios, vestuario, aseo y dos puertas por motivos de seguridad.

Este edificio estará situado a la entrada de la planta, y la báscula puente para camiones se situará justo enfrente, para facilitar el procedimiento de control de camiones y residuos.



Fig. 9.1. Planta de la nave taller/almacén/garaje.

CAPÍTULO 10: SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

10.1. TOLVA, TV-101.

La tolva TV-101 almacena los RCDs al inicio de la instalación de tratamiento.

Su capacidad es de 37 m³. La parte superior, de 2,5 m de altura, tiene forma de paralelepípedo, con una boca de carga de 3 x 3,5 m. La parte inferior, también de 2,5 m de altura, tiene forma de pirámide truncada invertida, y la boca de descarga tiene unas dimensiones de 0,6 x 0,8 m.

La tolva está realizada en chapa de acero 3 y 5 mm de espesor con costillares de refuerzo en perfiles laminados.

La boca de descarga se sitúa a 1 m respecto al suelo. Dispone de plataforma soporte, con cuatro soportes de apoyo y placas de anclaje al suelo.

Está equipada con un desbaste vibratorio de 30 cm de luz, y con un sistema de proyección de agua pulverizada.

Cintasa S.A. fabrica tolvas con estas características. El precio para la tolva incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a esta empresa. En la figura A1.1 del Anexo 1 (Cálculos justificativos) se puede ver un esquema de este equipo.

10.2. ALIMENTADOR VIBRANTE, AV-101.

Se selecciona un modelo de alimentador vibrante tipo AV-100x200 de Aritema S.A.L., cuyas dimensiones son de 1 m de ancho (A) y 2 m de largo (B). La producción (t/h) que alimenta desde la tolva TV-101 a la cinta transportadora CT-101, que conduce a la trituradora de mandíbulas TM-101, se regula mediante el ángulo de inclinación del alimentador y el variador de frecuencia, y depende del material a alimentar.

El alimentador vibrante está suspendido por muelles y accionado por dos vibradores eléctricos rotativos, de fuerza centrífuga, de 2 kW cada uno. Se fabrica con chapa antidesgaste para tratar materiales abrasivos.

El precio para este equipo incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo de Aritema S.A.L.

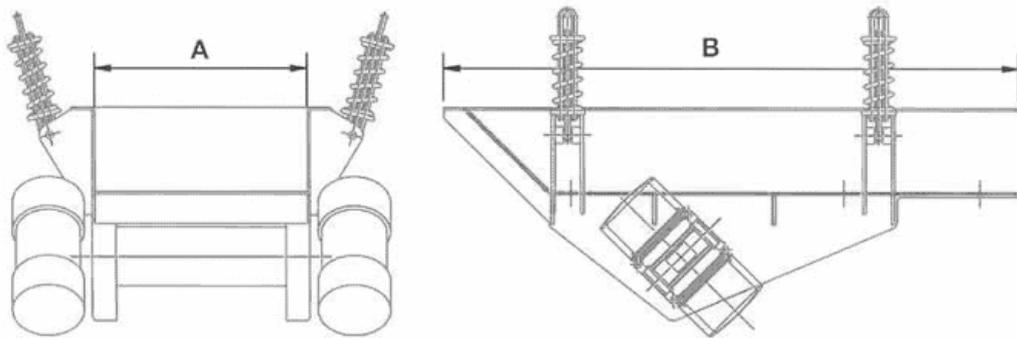


Fig. 10.1. Alimentador vibrante AV-100x200 de Aritema S.A.L.

10.3. CINTAS TRANSPORTADORAS.

Las cintas transportadoras, tanto de la instalación de tratamiento de RCDs (sección 100) como de la instalación de tratamiento de residuos de biomasa (sección 200), tienen un ancho de 500 mm, una inclinación normal de 18°, y una velocidad de 1 m/s. Están diseñadas para una producción máxima de 10 t/h.

Se selecciona la gama de cintas transportadoras de banda TTL de Cintasa S.A. El bastidor está formado por cuatro perfiles longitudinales de sección tubular rectangular, arriostrados entre sí formando celosía. Sobre dicha estructura tubular están situados los soportes de los rodillos, tanto superiores, en forma de “V” a 1 m de paso, como inferiores, planos, situados cada 2 m. Se fabrican en tramos modulares con uniones atornilladas. El grupo motriz está formado por un tambor motriz de jaula, realizado con perfiles “T” en forma abombada. Sobre el eje del tambor motriz va calado el motorreductor, accionado mediante motor eléctrico

trifásico a 1500 rpm, cuya potencia depende de la longitud e inclinación de la cinta transportadora, y fijado todo ello al bastidor, mediante brazo de reacción. El tambor tensor es de ejecución similar al motriz, y el sistema de tensado es mediante husillos.

Estas cintas transportadoras disponen de tolva encauzadora con protecciones laterales, rascador interior en forma de “V”, rascador resorte, soportes de apoyo, protección del tambor de reenvío e interruptor de tirón.

Los precios para las distintas cintas transportadoras, que dependen de la longitud y de la potencia, incluidos en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponden a la gama TTL de Cintasa S.A.

10.4. TRITURADORA DE MANDÍBULAS, TM-101.

La trituradora de mandíbulas, TM-101, debe reducir la granulometría de los RCDs hasta un tamaño inferior a 200 mm.

Se selecciona un modelo de simple efecto (sólo una mandíbula móvil) tipo Nordberg C80 de Metso Minerals. La descripción detallada de este equipo puede verse en el Anexo IV (Documentación de fabricantes).

La instalación de esta trituradora no requiere anclajes a las estructuras, estando simplemente apoyada sobre calas de goma, para evitar de esta forma la transmisión de vibraciones y esfuerzos a la estructura soporte. El bastidor se compone de dos chapones de acero laminado y dos piezas de acero moldeado, unidas entre sí mediante encastres de precisión y pernos de gran diámetro. La ausencia de uniones soldadas le proporciona al equipo mayor resistencia a fatiga. La biela, el frontal y la culata de la máquina están fabricados en acero al vacío Vaculok. Los cuatro rodamientos son iguales, de rodillos esféricos y de gran diámetro. El reglaje se realiza mediante un sistema de cuñas desplazables, y puede hacerse de forma opcional hidráulicamente y a distancia. Las mandíbulas se componen de dos piezas reversibles para la fija y otras dos para la móvil, lo que

permite la máxima utilización de las piezas de desgaste. El motor queda montado sobre su soporte, que a su vez está anclado al bastidor del equipo, y la transmisión se realiza por medio de poleas fijas entre rodamientos. La velocidad de rotación es de 350 rpm, y la potencia es de 75 kW.

Se selecciona un reglaje del lado cerrado de 130 mm, con el que se garantiza que el 100 % del producto de salida tendrá una granulometría inferior a 200 mm, que el 90 % tendrá una granulometría inferior a 130 mm, y que se producirá un bajo porcentaje de finos (menos del 25 % del producto tendrá una granulometría inferior a 40 mm).

La abertura de la alimentación es de 800 x 510 mm. El Plano N° 8 muestra el esquema y las demás dimensiones de este modelo de trituradora de mandíbulas.

El precio para este equipo incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo de Metso Minerals.

10.5. TRITURADORA DE IMPACTOS, TI-101.

La trituradora de impactos, TI-101, debe reducir el tamaño de partícula de los RCDs desde una granulometría de 0-200 mm hasta una granulometría de 0-40 mm.

Se selecciona un modelo tipo Nordberg NP1007 de Metso Minerals. La descripción detallada de este equipo puede verse en el Anexo IV (Documentación de fabricantes).

La fabricación de este equipo se realiza en aceros especiales resistentes al desgaste. Los martillos, de fundición con cromo, están asegurados al rotor por un montaje de cuñas con un par de apriete que garantiza una sujeción segura. Las piezas de desgaste son modulares, para poder intercambiarlas, puesto que no todas sufren el mismo desgaste. Esto permite trabajar con un stock más reducido de recambios. La velocidad de rotación es de 800 rpm, y la potencia es de 90 kW.

El tamaño máximo de alimentación de diseño es de 500 mm, pero en este caso, se trabajará con una granulometría de alimentación inferior a 200 mm y con

un reglaje de 30 mm, lo que garantiza que el 100 % del producto tendrá una granulometría inferior a 50 mm, que el 90 % tendrá una granulometría inferior a 30 mm, y que el porcentaje de finos será elevado, lo que interesa para la textura final del suelo artificial fabricado (el 50 % del producto tendrá una granulometría inferior a 10 mm).

La abertura de la alimentación es de 800 x 750 mm. El Plano N° 9 muestra el esquema y las demás dimensiones de este modelo de trituradora de impactos.

El precio para este equipo incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo de Metso Minerals.

10.6. CRIBA VIBRANTE DE CONTRAPESOS, CV-101.

Se selecciona un modelo de criba vibrante de contrapesos tipo C-23/2 de Aritema S.A.L., de dos bandejas, cuyas dimensiones son de 1 m de ancho (A), 2 m de longitud (B), 1 m de altura (C) y una separación entre bandejas de 0,54 m (E). Tiene una inclinación de 15°, una superficie total de 2,3 m², y las bandejas están construidas con malla metálica. Está accionada por un motor eléctrico de 3 kW. Se puede regular la frecuencia y amplitud, y cuenta con un sistema automático de limitación de amplitudes en arranques y paradas. El sistema de suspensión es por muelles helicoidales. La estructura de soporte tiene seis pies de apoyo, y cuenta con pasarela en todo el perímetro, con piso en rejilla galvanizada.

El precio para este equipo incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo de Aritema S.A.L.

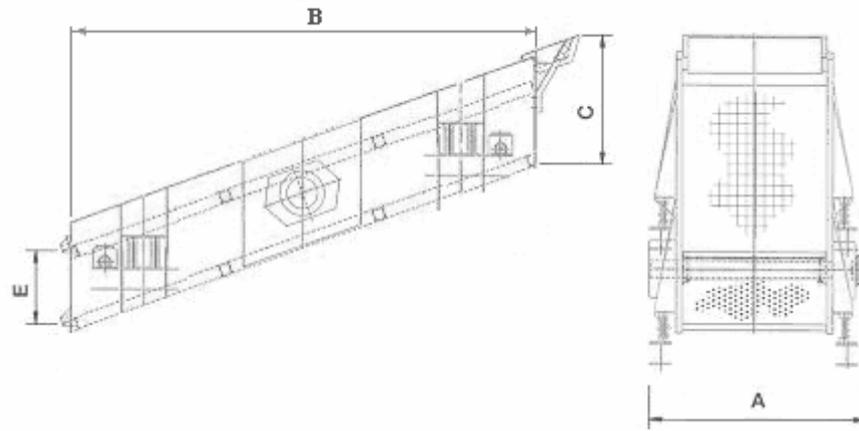


Fig. 10.2. Criba vibrante de contrapesos C-23/2 de Aritema S.A.L.

10.7. TRITURADORA PRIMARIA, TP-201.

La trituradora primaria, TP-201, debe reducir los residuos de biomasa hasta una granulometría inferior a 100 mm.

Se selecciona un modelo tipo trituradora de un árbol de giro lento WL-20, de Weima. La descripción detallada de este equipo puede verse en el Anexo IV (Documentación de fabricantes).

El material entra en este equipo a través de una tolva de 3,8 m³, que se encuentra delante de un cajón de accionamiento hidráulico, cuya función es presionar el material contra el rotor en marcha. La trituración del material se produce entre las cuchillas del rotor y una regleta de contracuchillas fija. Las astillas salen del rotor cuando tienen el tamaño adecuado para atravesar el tamiz, con orificios de 100 mm, y se transportan al exterior de la máquina mediante un tornillo sin fin. El rotor, de modelo en V perfilado, se fabrica en material macizo y se aloja entre rodamientos. En su perímetro hay soldados portacuchillas, donde se atornillan las cuchillas cóncavas, que pueden ser cambiadas con facilidad. El rotor puede girar a una velocidad entre 60 y 120 rpm, y el accionamiento se produce mediante un motor eléctrico de 55 kW.

El Plano N° 10 muestra el esquema y las demás dimensiones de este modelo de trituradora de rotor de cuchillas.

El precio para este equipo incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo de Weima.

10.8. TRITURADORA SECUNDARIA, TS-201.

La trituradora secundaria, TS-201, debe reducir la biomasa triturada por la trituradora primaria TP-201 hasta una granulometría inferior a 40 mm.

Se selecciona un modelo tipo WL-4, de Weima. La descripción y dimensiones detalladas de este equipo pueden verse en el Anexo IV (Documentación de fabricantes).

Esta trituradora es similar a la WL-20 descrita en el apartado anterior, con dimensiones más reducidas. La tolva de entrada tiene una capacidad de 0,6 m³. El rotor puede girar a una velocidad entre 60 y 100 rpm, y el accionamiento se produce mediante un motor eléctrico de 11 kW.

El precio para este equipo incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo de Weima.

10.9. BÁSCULA PUENTE PARA CAMIONES.

La báscula puente sobresuelo, de 10 m de longitud y 3 m de ancho, tiene una capacidad de hasta 60000 kg, y mide fracciones de 20 kg. Está formada por cuatro células, y fabricada en chapa y hormigón, con perfiles de acero laminado.

El precio para este equipo incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a un modelo de estas dimensiones y capacidad de Sipesa Pesaje S.L.

10.10. PALAS CARGADORAS.

Para la operación de la planta de fabricación de suelos artificiales son necesarias dos palas cargadoras. El ancho de la pala es de 2,5 m, la longitud total de la pala es de 6 m, y la altura máxima de descarga es de 2,77 m. El volumen de la pala es aproximadamente de 2,3 m³.

Se selecciona un modelo tipo Volvo L-60F, de 156 CV. El precio incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo.

10.11. CAMIÓN.

Por último, es también necesario un camión tipo bañera, para el transporte de los residuos de biomasa y del suelo artificial fabricado. La capacidad del camión debe ser de 30 t, y el volumen de la bañera, de 30 m³.

Se selecciona un modelo tipo Volvo FM, de 380 CV. El precio incluido en el apartado 1.3 del Documento IV (Presupuesto), corresponde a este modelo.

CAPÍTULO 11: MARCO LEGAL.

Ante la inexistencia de una legislación clara sobre la utilización de residuos diferentes a los lodos de depuradora, como enmiendas a suelos naturales, o como constituyentes de un suelo artificial, deben tenerse en cuenta las recomendaciones internacionales y las previsiones de la legislación sobre los materiales que vayan a ser empleados, así como sobre el resultado final, con el fin de garantizar la calidad de estos suelos artificiales.

El marco legal engloba la legislación correspondiente a los ámbitos de residuos, aguas, impacto ambiental y suelos. La legislación correspondiente a seguridad y salud en el trabajo, edificación, electricidad, etc., se comenta en el Capítulo 13 (Estudio de seguridad y salud).

11.1. LEGISLACIÓN COMUNITARIA.

- Directiva 91/156/CEE, estrategia comunitaria en materia de residuos.
- Directiva 99/31/CEE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- Directiva 86/278/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura.
- Directiva 97/11/CE, de 3 de marzo, por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Reglamento 1774/2002/CE, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano.

- Directiva 91/676/CE, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos utilizados en la agricultura.

11.2. LEGISLACIÓN ESTATAL.

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Real decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario.
- Real decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.

CAPÍTULO 12: ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL.

En este análisis se localizarán los posibles focos de contaminación de la planta de fabricación de suelos artificiales, para su evaluación y para la aplicación de las medidas preventivas y correctoras que permitan mantener bajo control los posibles impactos sobre el medio ambiente.

Los focos de contaminación en una instalación de este tipo se pueden agrupar en tres categorías: residuos de proceso, emisiones atmosféricas, y ruido y vibraciones. Además, existe un último tipo de impacto ambiental provocado por la instalación: el impacto visual o paisajístico.

12.1. RESIDUOS DE PROCESO.

El proceso objeto de este estudio busca precisamente la revalorización de residuos de diferente naturaleza, de manera que no se producirán más residuos de proceso que pequeñas cantidades de partículas en las zonas de almacenamiento y transporte hacia las unidades, que se tratarán en el apartado siguiente.

12.2. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.

El origen y tipo de emisiones de la instalación son los siguientes:

Tabla 12.1. Foco y tipo de emisiones atmosféricas de la instalación.

Foco de emisión	Tipo de emisión
Trituradoras	Emisión de partículas
Almacenamiento de materias primas a la intemperie	Emisiones difusas de partículas
Manipulación de sólidos (cintas transportadoras)	Emisión de partículas

En cuanto a los gases emitidos (fundamentalmente por camiones y palas cargadoras), la concentración de monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno no supera los valores límites legales.

Se adoptan las siguientes medidas correctoras para minimizar la emisión de partículas a la atmósfera:

- Las materias primas almacenadas a la intemperie se cubrirán con fundas de lona, plástico u otro material, o se protegerán de la acción del viento mediante la colocación de pantallas cortavientos.
- Las tolvas estarán dotadas de un dispositivo de proyección de agua pulverizada, que arrastre las partículas que puedan producirse tanto en la carga y descarga de la tolva como en el roce del material en movimiento.

12. 3. RUIDO Y VIBRACIONES.

Las principales fuentes de ruido y vibración en la instalación son los camiones (incluidas las palas cargadoras), las cintas transportadoras y las trituradoras. Los niveles de ruido que producen se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 12.2. Focos y niveles de ruido en la instalación.

Foco de ruido	Distancia de medición (m)	Nivel de ruido (dBA)
Camiones	7	90-100
Cintas transportadoras	1	65-80
Trituradoras	1	100-115

Se tomarán las medidas correctoras necesarias para que el nivel de ruido diario equivalente en los lugares de trabajo no supere los 80 dBA, y 75 dBA (65 dBA durante la noche) en los alrededores de la planta.

La legislación a seguir a estos efectos se cita a continuación:

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, desarrollada por el R.D. 1513/2005, de 16 de diciembre, y por el R.D. 1367/2007, de 19 de octubre.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Además de proporcionar protectores auditivos a los trabajadores, se adoptarán las siguientes medidas correctoras para el ruido y las vibraciones:

- Camiones volquete: cajas revestidas de goma para reducir los ruidos de choques al cargarlas.
- Instalaciones de trituración: la tolva de recepción debe estar revestida de goma.
- Cintas transportadoras: rodillos bien equilibrados, limpiadores de cinta muy eficaces y cojinetes poco ruidosos.

12.4. IMPACTO VISUAL O PAISAJÍSTICO.

Para la corrección del impacto visual o paisajístico, se procederá a la plantación de una barrera verde a lo largo de la carretera por la que se accede a la planta de fabricación de suelos artificiales, empleando para ello árboles de rápido crecimiento que se integren en la flora circundante.

Tras clausurar las instalaciones, se realizará una restauración del terreno tal como se explica en el Anexo 2 (Plan de restauración) para las canteras o graveras.

CAPÍTULO 13: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la presencia de riesgos de accidentes y de enfermedades profesionales durante la construcción de la obra, así como los riesgos derivados del trabajo de operación, reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones necesarias para el bienestar y la higiene de los trabajadores.

Este estudio se rige por la legislación vigente, Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, actualizada en enero de 2005, y por el R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

El Estudio de Seguridad y Salud constituye un conjunto de directrices básicas que la empresa constructora deberá considerar a la hora de elaborar el Plan de Seguridad y Salud, que deberá ser aprobado por el director de la obra. En dicho plan se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en el presente estudio.

El Plan de Seguridad y Salud, con el correspondiente informe de la dirección facultativa, deberá ser aprobado por la administración de acuerdo con el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

13.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS.

13.1.1. Tipo de obra.

La obra objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud consiste en la construcción de la instalación de formulación de suelos artificiales descrita en el presente proyecto.

El proceso de construcción constará de cinco fases, que se citan a continuación, siguiendo orden cronológico:

- 1°. Reconocimiento de la zona por el contratista, acompañado del propietario o del director técnico de obra.
- 2°. Organización previa de los trabajos.
- 3°. Obtención de las licencias y permisos necesarios.
- 4°. Organización de la zona de obra.
- 5°. Desarrollo de los trabajos.

13.1.2. Emplazamiento.

El terreno donde se realizará la obra es propiedad de la Gravera Los Algarrobos, situada en la localidad de La Barca de la Florida, Cádiz, y perteneciente a la empresa Holcim S.A. Se describe con detalle en el Capítulo 5 de la presente Memoria.

13.1.3. Plazo de ejecución.

El plazo previsto para la realización de la obra es de 6 meses, debiendo quedar lista para su puesta en funcionamiento.

13.1.4. Acceso de personal ajeno a la obra.

El perímetro de la obra en curso estará vallado, impidiendo el acceso a personas ajenas a la misma.

13.2. ACTIVIDADES DE OBRA PREVISTAS.

Las actividades de obra que se llevarán a cabo, según el plan de ejecución y la experiencia previa, se citan a continuación, ordenadas cronológicamente:

- 1°. Organización del solar donde se realizará el montaje de la planta (visitas previas, reconocimiento del terreno y organización de los trabajos).

- 2°. Recepción de maquinaria, equipos y materiales auxiliares, herramientas, etc.
- 3°. Movimiento de tierras (excavación y/o relleno) para el acondicionamiento del terreno.
- 4°. Construcción de las cimentaciones, naves y colocación de los equipos.
- 5°. Obras complementarias y finalización del montaje de equipos.
- 6°. Acondicionamiento de los accesos, zonas de maniobra y vías públicas.

13.3. OFICIOS OBJETO DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

Para la realización de las actividades de obra descritas se necesitará el trabajo del siguiente personal:

- Albañiles.
- Montadores.
- Maquinistas.
- Conductores especializados.

13.4. MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA PREVISTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.

Atendiendo al tipo de proyecto, a las actividades de obra y a los oficios participantes, se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares:

- Camiones para transporte de materiales.
- Grúa autotransportadora (movimiento de equipos) y camión grúa (movimiento de materiales).

- Maquinaria de movimiento de tierras (pala cargadora, retroexcavadora, etc.).
- Maquinaria y herramientas en general (radiales, cortadoras, equipos de soldadura, etc.).
- Andamios y escaleras de mano.
- Cuerda, material y herramientas auxiliares.
- Cable y grupo electrógeno de 20/30 KVA.

13.5. ANÁLISIS DE RIESGOS.

Los diferentes riesgos a los que se puede ver expuesto el personal que trabaja en la planta, tanto durante su construcción como durante su operación y mantenimiento, son:

- Desprendimientos.

En la construcción de la planta será necesario el movimiento de tierras, cimentación, etc., lo que puede provocar desprendimientos de tierra, rocas y otros materiales. Durante la operación de la planta, se pueden producir desprendimientos de material de las zonas de acopio, de las cintas transportadoras o de las operaciones de carga y descarga.

- Caídas.

Durante el montaje de la planta será necesario trabajar en altura, por lo que se pueden producir caídas a distinto nivel de los trabajadores subidos en andamios, o en las zanjas provisionalmente abiertas. Durante la construcción, operación y mantenimiento de la planta, pueden producirse caídas de los trabajadores desde la maquinaria, o caídas por distracción, presencia de obstáculos o falta de limpieza en las áreas de trabajo.

- Caídas de objetos.

Durante el trabajo a distintos niveles de altura, los trabajadores de niveles inferiores pueden recibir impactos por objetos desprendidos desde

los niveles más elevados, especialmente por emplazamiento inadecuado de las herramientas.

- Electrocución.

Este riesgo es mayor durante la instalación de la red eléctrica o durante la manipulación de sistemas eléctricos para operaciones de revisión y mantenimiento.

- Incendio.

En una planta de fabricación de suelos artificiales, los incendios más probables son de tipo eléctrico, incendios del combustible de camiones y palas cargadoras, e incendios en las zonas de acopio y tratamiento de biomasa.

- Cortes.

Se pueden producir durante la manipulación de herramientas y equipos mecánicos.

- Atrapamientos.

Este riesgo es característico de la utilización de equipos con partes móviles (tanto camiones y palas cargadoras como cintas transportadoras, trituradoras, etc.).

- Quemaduras.

Pueden ser de tipo eléctrico, por soldadura o por contacto con equipos que se encuentran a elevada temperatura (motores, etc.).

- Colisiones, golpes, atropellos y aplastamiento.

En cualquier obra o fábrica existe riesgo de colisiones o golpes contra objetos móviles u obstáculos presentes en la zona de trabajo, colisiones de camiones o palas cargadoras, atropellos o incluso aplastamiento por vuelco, debido a la mala visibilidad, distracciones, negligencias, pérdida de control o desplazamientos en terrenos inestables de la maquinaria.

- Proyección de fragmentos y partículas.

Este riesgo está presente en instalaciones con maquinaria móvil y circulación de vehículos, y es especialmente peligrosa la proyección de fragmentos a los ojos.

- Ruido y vibraciones.

Los ruidos y vibraciones debidos a operaciones de carga y descarga, motores y equipos mecánicos también suponen un riesgo para la salud de los trabajadores.

- Lesiones y sobreesfuerzo.

Se pueden producir por adoptar una posición inadecuada durante el trabajo, o por el empleo de herramientas poco apropiadas, etc.

13.6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Una vez localizados los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, se adoptarán las medidas oportunas para la prevención de accidentes derivados de dichos riesgos.

En todos los casos, la primera medida a tener en cuenta es la formación del personal; los trabajadores deben conocer con precisión los riesgos a los que se exponen y aprender a prevenirlos, utilizando correctamente los equipos de protección individual necesarios para la realización de su trabajo.

Antes de comenzar la construcción de la planta, deberán estar aprobados por la dirección facultativa el método y trabajo a seguir. Se estudiará la zona para decidir la colocación de plataformas, zonas de paso y accesos, y se dispondrá antes del inicio de los trabajos, el equipo necesario, los elementos de protección individual oportunos y demás medios para socorrer y evacuar a los operarios que se puedan accidentar.

13.6.1. Medidas preventivas durante la construcción de la planta.

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso. Sólo se utilizará determinada herramienta o maquinaria si el trabajador está autorizado e instruido.
- Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de deterioro, deberán reponerse con la mayor rapidez.
- La señalización será revisada a diario, de forma que esté siempre actualizada a las condiciones de trabajo.
- Durante la ejecución de trabajos con riesgo de proyección de fragmentos o partículas, se establecerá obligatoriamente el uso de cascos y gafas de seguridad homologados.
- En las tareas realizadas en zonas con niveles de ruido superiores a los permitidos por la legislación vigente, se emplearán protectores auditivos homologados.
- Durante la realización de trabajos en ambientes pulverulentos o con humos de soldadura, se utilizarán los equipos filtrantes (máscaras buconasales) oportunos.
- Se emplearán guantes de protección adecuados a las operaciones que se realicen, y las botas de seguridad serán obligatorias para acceder al recinto.
- Para los trabajos realizados en altura, se emplearán cinturones de seguridad dotados de arnés, cuando no sea posible la protección mediante elementos activos.

13.6.2. Medidas preventivas durante la operación y mantenimiento de la planta.

13.6.2.1. Generales.

- Todo el personal de operación estará adiestrado en los distintos procedimientos y operaciones.
- Los trabajadores se preocuparán del mantenimiento y limpieza de sus equipos y herramientas de trabajo. En todos los casos se respetarán tanto las instrucciones del fabricante como el mantenimiento.
- En todos los casos se utilizarán los equipos de protección individual oportunos, y se emplearán ropas adecuadas para evitar el riesgo de atrapamiento en equipos móviles.
- Las duchas de seguridad y lava-ojos se comprobarán periódicamente, y todos los trabajadores y visitantes conocerán su situación.
- Todos los trabajadores conocerán la situación y el modo de empleo del equipo contra incendios de su zona de trabajo.
- Todos los trabajadores y visitantes conocerán el sistema de alarmas, el plan de evacuación y los puntos de concentración en caso de emergencia.

13.6.2.2. Trabajos de carga y descarga.

- Las autorizaciones y permisos de conducción de maquinaria (camiones, palas cargadoras, etc.) deberán estar vigentes.
- Se comprobará la estabilidad del terreno y la presencia del conductor durante la carga y descarga.
- En ningún caso se superará la carga máxima.
- Las cabinas se mantendrán cerradas durante las operaciones para amortiguar el ruido del motor y del movimiento del material.

- Toda la maquinaria estará equipada con el dispositivo de alarma de marcha atrás, para prevenir colisiones, golpes o atropellos debidos a la mala visibilidad.
- Antes de que el conductor abandone la cabina, deberá estacionar y desconectar la maquinaria.

13.6.2.3. Operación de la planta de suelos artificiales.

- Los trabajadores sólo desempeñarán aquellos trabajos para los que hayan sido designados e instruidos.
- Se mantendrá limpia el área de trabajo, para evitar caídas, golpes contra obstáculos, incendios y electrocución por presencia de líquidos conductores.
- Se aplicarán los procedimientos oportunos de bloqueo y señalización de seguridad de los equipos que se encuentren averiados, o en mantenimiento o revisión.

13.6.2.4. Mantenimiento preventivo.

- Las herramientas, máquinas y medios auxiliares deberán disponer de un certificado del fabricante, AENOR o equivalente, que garantice su calidad.
- La instalación eléctrica se revisará periódicamente.
- Los trabajadores revisarán diariamente las herramientas manuales, reparándose o sustituyéndose inmediatamente en caso de mal funcionamiento o peligro para el usuario.
- Los accesos a la obra o instalación se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad. En caso necesario, se regarán las superficies transitadas para eliminar los ambientes pulverulentos.

13.7. MEDIDAS DE PROTECCIÓN.

13.7.1. Equipos de protección individual.

La utilización de prendas de protección individual debe cumplir las recomendaciones establecidas en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, de disposiciones mínimas sobre la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Estas prendas deberán estar homologadas en todos los casos; la utilización de una prenda no homologada, cuando en el mercado exista una con esta acreditación, se considera a efectos legales como si no se utilizase ninguna. La Orden Ministerial de 17 de mayo de 1974 regula la homologación y calidad mínima de los equipos de protección individual.

De la lista de equipos de protección individual del anexo I del citado Real Decreto, serán necesarios en la construcción, operación y mantenimiento de la planta de suelos artificiales los que a continuación se enumeran.

- Cascos de seguridad contra golpes o caída de objetos.
- Protectores auditivos (tapones desechables o reutilizables, orejeras o cascos).
- Gafas de seguridad contra las proyecciones de fragmentos y partículas.
- Equipos filtrantes de partículas (máscaras buconasales).
- Equipos filtrantes para gases de soldadura.
- Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, o acoplables al casco).
- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones, etc.).
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.
- Guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos.
- Cinturones de seguridad y arneses contra las caídas de altura.

- Ropa de trabajo (tejido cómodo de fácil limpieza, adaptación al cuerpo y comodidad, sin holgura ni elementos que puedan producir enganches, acumulación de suciedad o atrapamientos).
- Ropa y accesorios de señalización o reflectantes (brazaletes, chalecos, etc.).

13.7.2. Sistemas de protección colectiva.

13.7.2.1. Señalización.

La normativa vigente, R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, establece una serie de disposiciones sobre las señales, para que proporcionen información clara y anticipada relativa a la seguridad.

Esta señalización deberá estar actualizada en todo momento, para adaptarse a las condiciones reales de trabajo.

Los tipos de señales instaladas serán:

Tabla 13.1. Tipos de señales en los lugares de trabajo.

Tipo de señal	Forma	Color de seguridad	Color de contraste	Color de símbolo
Prohibición	Círculo	Rojo	Blanco	Negro
Peligro	Triángulo	Amarillo	Negro	Negro
Información de seguridad	Rectangular	Verde	Blanco	Blanco
Obligación	Círculo	Azul	Blanco	Blanco
Localización de equipos contra incendios	Rectangular	Rojo	Blanco	Blanco



Fig. 13.1. Ejemplos de señales de prohibición.



Fig. 13.2. Ejemplos de señales de peligro.

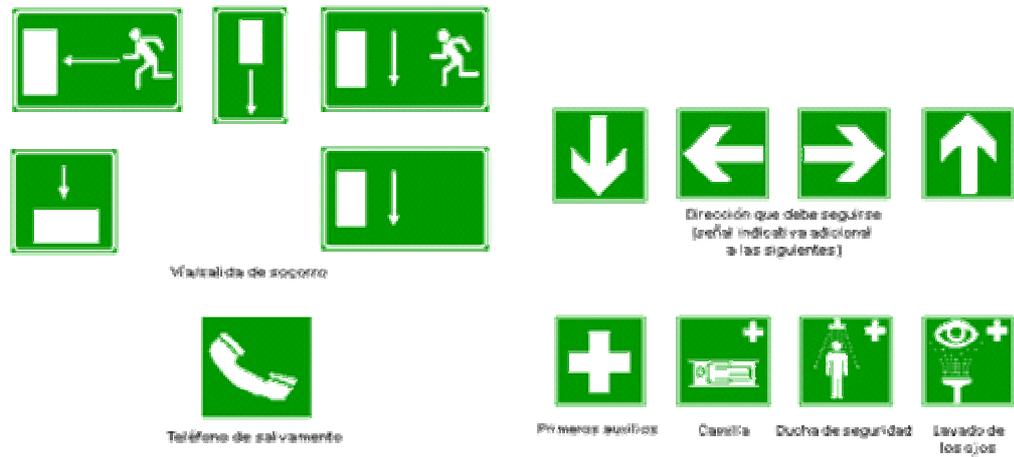


Fig. 13.3. Ejemplos de señales de información de seguridad.



Fig. 13.4. Ejemplos de señales de obligación.



Fig. 13.5. Ejemplos de señales de localización de equipos contra incendios.

13.7.2.2. Cintas de señalización.

Los obstáculos y las zonas de peligro de caída de objetos serán delimitados con cintas de tela o plástico, con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 60° con respecto a la horizontal.

13.7.2.3. Iluminación.

Atendiendo al R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, en particular, las siguientes disposiciones:

1. La iluminación de cada zona deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta los riesgos para la seguridad y salud que dependan de las condiciones de visibilidad y las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.
2. Cuando sea posible, la iluminación será natural, y deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la natural por sí sola no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con iluminación localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.
3. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 13.2. Niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo.

Zona de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con bajas exigencias visuales	100
Zonas donde se ejecuten tareas con exigencias visuales moderadas (manejo de maquinaria pesada, etc.)	200
Zonas donde se ejecuten tareas con exigencias visuales altas (reparación de maquinaria, etc.)	500
Zonas donde se ejecuten tareas con exigencias visuales muy altas (escritura, montaje de circuitos, etc.)	1.000
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
(*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo	

4. Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando existan riesgos de caídas, choques u otros accidentes, cuando un error de apreciación visual pueda suponer un peligro para el trabajador o para terceros, o cuando el contraste entre el objeto a visualizar y el fondo sea muy débil.
5. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:
 - a. La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
 - b. Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.

- c. Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
 - d. Se evitarán los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
 - e. No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.
6. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.
7. Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

13.7.2.4. Protección contra caídas de personas y objetos.

La protección contra caídas de personas y objetos se efectuará mediante la instalación de los equipos de protección colectiva adecuados al riesgo:

- Barandillas de protección: se colocarán barandillas, constituidas por balaustres, rodapiés de 20 cm, travesaño intermedio y pasamanos superior a 1 m de altura (todos los elementos anclados sólidamente), para el cerramiento de huecos verticales y plataformas de trabajo, cuando el desnivel sea superior a 2 m.

- Protección de zanjas: para evitar caídas en las zanjas, se cercarán con vallas de protección. Las zanjas se construirán con una inclinación de talud tal que evite los desprendimientos.
- Redes de seguridad: se instalarán para evitar la caída de personas y objetos a través de huecos horizontales, a niveles inferiores. Las dimensiones de las redes se ajustarán al hueco a proteger.
- Tapas en aberturas: las aberturas horizontales, tanto provisionales como de servicios, se taparán con tableros de dimensiones y resistencia adecuados.

13.7.2.5. Protección de personas en instalaciones eléctricas.

La instalación eléctrica se ajustará al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado en el R.D. 842/2002, de 2 de agosto.

Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.

Para trabajos en condiciones de humedad muy elevada es obligatorio el uso de transformador portátil de seguridad de 24 V, o protección mediante transformador de separación de circuitos.

13.7.2.6. Protección de la maquinaria.

Se adoptarán las medidas necesarias para la protección de la maquinaria, siguiendo el Reglamento de Seguridad en Máquinas (R.D. 1495/1986, de 26 de mayo), modificado por el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

13.7.2.7. Andamios y escaleras de mano.

La normativa vigente en materia de andamios y escaleras de mano viene dada por el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las

disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. La última modificación de la Directiva 89/655/CEE (traspuesta por el RD 1215/1997) aprueba la Directiva 2001/45/CEE sobre trabajos temporales en altura, que contiene disposiciones específicas relativas a la utilización de escaleras de mano, andamios, así como técnicas de acceso y posicionamiento mediante cuerdas, que también se aplicarán al sector de la construcción.

Se armarán y organizarán de forma adecuada para asegurar su estabilidad y que los trabajadores puedan permanecer en ellos con las debidas condiciones de seguridad. La anchura del andamio será la adecuada para la fácil circulación de los trabajadores y el adecuado almacenamiento de útiles, herramientas y materiales, pero no se almacenarán más materiales que los estrictamente necesarios para la continuidad del trabajo, procurando el mínimo peso. Los contornos serán protegidos con barandillas rígidas, de madera o metálicas, de 0,9 m de altura. Las cargas a tener en cuenta considerarán tanto al personal y materiales de trabajo como mecanismos, cargas de viento, etc.

13.8. PLAN DE EMERGENCIA.

El R.D. 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, modificado por el R.D. 948/2005, de 29 de julio, excluye de la obligación de la elaboración de un Informe de Seguridad (que incluye un Plan de Emergencia Interior y un Plan de Emergencia Exterior) a las actividades del tipo de las canteras y a los vertederos de residuos, y por extensión a la presente planta de fabricación de suelos artificiales, en la que no hay presencia de sustancias peligrosas en las cantidades tabuladas en dicho Real Decreto.

Aún así, se elaborará un Plan de Emergencia Interior, perfectamente jerarquizado, en el que se establecerán los procedimientos de actuación en caso de accidente en la planta, con plan de evacuación, punto de encuentro y los oportunos avisos a los organismos de seguridad oficiales, para minimizar las

consecuencias ante un accidente industrial. Asimismo, se elaborará un Plan de Emergencia Exterior, para contemplar el entorno de la planta, que comprende las instalaciones de la Gravera Los Algarrobos y la Subestación La Barca de la Florida de Endesa.

13.9. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Dado que en toda planta industrial existe riesgo de incendio, se elaborará un plan contra incendios que incluya protecciones pasivas para prevenir su aparición, sistemas de detección con sistemas manuales y/o automáticos de alarma, y sistemas de extinción.

La normativa que habrá que aplicar en cuanto a protección contra incendios se cita a continuación:

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del R.D. 1942/1993.
- R.D. 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.

Los aparatos, equipos y sistemas, así como sus partes, componentes e instalación deben cumplir las siguientes características:

- Sistemas automáticos de detección de incendio.

Los sistemas automáticos de detección de incendio y sus características y especificaciones se ajustarán a la norma UNE 23.007.

- Sistemas manuales de alarma de incendio.

Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Las fuentes de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, sus características y especificaciones deberán cumplir idénticos requisitos que las fuentes de alimentación de los sistemas automáticos de detección, pudiendo ser la fuente secundaria común a ambos sistemas.

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 m.

- Sistemas de comunicación de alarma.

El sistema de comunicación de la alarma permitirá transmitir una señal diferenciada, generada voluntariamente desde un puesto de control. La señal será, en todo caso, audible, debiendo ser, además, visible cuando el nivel de ruido donde deba ser percibida supere los 60 dBA.

El nivel sonoro de la señal y el óptico, en su caso, permitirán que sea percibida en el ámbito de cada sector de incendio donde esté instalada.

El sistema de comunicación de la alarma dispondrá de dos fuentes de alimentación, con las mismas condiciones que las establecidas para los sistemas manuales de alarma, pudiendo ser la fuente secundaria común con la del sistema automático de detección y del sistema manual de alarma o de ambos.

Se efectuarán periódicamente simulacros de incendio y de alarmas.

▪ Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

Cuando se exija sistema de abastecimiento de agua contra incendios, sus características y especificaciones se ajustarán a lo establecido en la norma UNE 23.500.

El abastecimiento de agua podrá alimentar a varios sistemas de protección si es capaz de asegurar, en el caso más desfavorable de utilización simultánea, los caudales y presiones de cada uno.

▪ Extintores de incendio.

Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al Reglamento de aparatos a presión, y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5.

Los extintores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados por un organismo de control, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE 23.110.

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

Se considerarán adecuados, para cada una de las clases de fuego (según UNE 23.010), los agentes extintores siguientes:

- Para fuegos de clase A (combustibles sólidos): agua pulverizada, agua a chorro, polvo ABC o espuma física.
- Para fuegos de clase B (líquidos inflamables): polvo BC, polvo ABC, espuma física o derivados halogenados.
- Para fuegos de clase C (gases inflamables): polvo BC ó ABC.
- Para fuegos de clase E (eléctricos): anhídrido carbónico ó derivados halogenados.

ANEXO 1

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE.

<u>CAPÍTULO 1: CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN.....</u>	82
<u>CAPÍTULO 2: BALANCE DE MATERIA GLOBAL.....</u>	84
<u>CAPÍTULO 3: BALANCE DE NUTRIENTES FUNDAMENTALES.....</u>	85
<u>CAPÍTULO 4: BALANCE DE METALES PESADOS.....</u>	87
<u>CAPÍTULO 5: DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZONAS DE MEZCLA, ALMACENAMIENTO Y ACOPIO.....</u>	91
5.1. ZONA DE MEZCLA.....	91
5.2. ZONA DE ALMACENAMIENTO DE RCDs.....	93
5.3. ZONA DE ALMACENAMIENTO DE BIOMASA.....	93
5.4. ZONA DE ACOPIO DE RCDs.....	93
5.5. ZONA DE ACOPIO DE BIOMASA.....	94
5.6. ZONA DE ACOPIO DE CENIZAS DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA...	94
5.7. RESUMEN DE SUPERFICIES NECESARIAS.....	95
<u>CAPÍTULO 6: DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE RCDs (TV-101).....</u>	96
<u>CAPÍTULO 7: DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA DE CARGA DE LA TOLVA DE RCDs TV-101.....</u>	98

CAPÍTULO 8: DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA DE CARGA
DE CAMIONES..... 99

CAPÍTULO 9: CÁLCULO DE CINTAS TRANSPORTADORAS..... 100

9.1. CINTA TRANSPORTADORA CT-101..... 101

9.2. CINTA TRANSPORTADORA CT-102..... 102

9.3. CINTA TRANSPORTADORA CT-103..... 102

9.4. CINTA TRANSPORTADORA CT-104..... 103

9.5. CINTA TRANSPORTADORA CT-201..... 103

9.6. CINTA TRANSPORTADORA CT-202..... 104

9.7. RESUMEN DE DATOS DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS.....105

CAPÍTULO 10: CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE CRIBADO..... 106

10.1. FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA DENSIDAD..... 107

10.2. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL RECHAZO..... 107

10.3. FACTOR DE CORRECCIÓN DE SEMITAMAÑO..... 107

10.4. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LA
CRIBA..... 108

10.5. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁREA LIBRE DE PASO..... 108

10.6. FACTOR TOTAL DE CORRECCIÓN DE LA CAPACIDAD
BÁSICA..... 109

10.7. CAPACIDAD BÁSICA..... 109

10.8. SUPERFICIE DE CRIBADO MÍNIMA..... 110

CAPÍTULO 1: CAPACIDADES DE PRODUCCIÓN.

La densidad de un suelo natural varía de 1100 a 1500 kg/m³, dependiendo del tipo de suelo, pero los suelos artificiales presentan una densidad menor, próxima a 1000 kg/m³, debido a su mayor contenido en restos de biomasa.

La capa de suelo artificial a extender será de 0,8 m, para permitir el desarrollo de las especies arbóreas. Por tanto, harán falta 0,8 toneladas de suelo artificial por cada metro cuadrado a restaurar, o lo que es lo mismo, 8000 t/ha, siendo una hectárea 10000 m².

$$0,8m \cdot \frac{10000 m^2}{1 ha} \cdot \frac{1t}{m^3} = 8000 t / ha$$

La capacidad de producción máxima de la planta será de unas 25000 t/año, trabajando un sólo turno de 8 horas, y considerando 7 horas efectivas de producción, durante 235 días al año. De este modo, se produciría suelo para restaurar una cantera o gravera de grandes dimensiones, como la gravera Los Algarrobos (50 ha) en 16 años, es decir, adaptando la producción al ritmo de explotación, que en el caso de Los Algarrobos se prolongará durante 10 - 15 años.

$$\frac{8000 \frac{t}{ha} \cdot 50 ha}{25000 \frac{t}{año}} = 16 años$$

Lo interesante es que, puesto que el proceso es discontinuo, se puede ajustar la producción a la demanda en cada momento. En caso de gran demanda de producto, para restaurar más de una cantera al mismo tiempo, podrían llegar a producirse hasta 100000 t/año, operando durante 3 turnos diarios de 8 horas, y un total de 335 días al año (se considera un mes de parada anual, para vacaciones y operaciones de mantenimiento). En este modo de operación continua, se produciría suelo artificial para restaurar un espacio de las dimensiones de Los Algarrobos en tan sólo 4 años.

$$\frac{8000 \frac{t}{ha} \cdot 50 ha}{100000 \frac{t}{año}} = 4 años$$

Así pues, según el ritmo de explotación de las canteras clientes, se establecerán períodos de fabricación de 25000, 50000, 75000 ó 100000 t/año. De esta forma, durante la vida de la planta, considerando una vida media de 30 años, podrá producirse suelo artificial para restaurar desde 94 hasta 375 ha.

$$\frac{25000 \frac{t}{año} \cdot 30 años}{8000 \frac{t}{ha}} = 94 ha$$

$$\frac{100000 \frac{t}{año} \cdot 30 años}{8000 \frac{t}{ha}} = 375 ha$$

CAPÍTULO 2: BALANCE DE MATERIA GLOBAL.

A continuación, se calculará el balance de materia global de la planta de fabricación de suelos artificiales, para conocer la cantidad de materias primas necesarias.

Dada la capacidad de la planta (25000 t/año produciendo 7 horas diarias), y conociendo la composición del producto, dada en la tabla 7.1 de la Memoria, se puede calcular la producción en toneladas/hora y las cantidades de materias primas necesarias, o lo que es lo mismo, las cantidades de residuos gestionadas:

- Producción de suelo artificial:

$$25000 \frac{t}{\text{año}} \cdot \frac{1 \text{ año}}{235 \text{ días}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{7 \text{ h}} = 15,2 t/h$$

Se tomarán 16 t/h, es decir, 112 t/día.

- Cantidad de RCDs (50 % en masa):

Conocida la producción total de suelo artificial, la cantidad de RCDs necesaria será de 8 t/h, es decir, 56 t/día.

- Cantidad de lodos de EDAR (25 % en masa):

La cantidad de lodos de depuradora necesaria será de 4 t/h, es decir, 28 t/día.

- Cantidad de biomasa (20 % en masa):

La cantidad de residuos de biomasa necesaria será de 3,2 t/h, es decir, 22,4 t/día.

- Cantidad de cenizas de combustión de biomasa (5 % en masa):

La cantidad de cenizas de combustión de biomasa necesaria será de 0,8 t/h, es decir, 5,6 t/día.

CAPÍTULO 3: BALANCE DE NUTRIENTES FUNDAMENTALES.

Los nutrientes fundamentales del suelo artificial proceden de las fracciones de lodos de EDAR, biomasa y cenizas de la combustión de biomasa. Las cantidades de estos nutrientes procedentes de los RCDs que la vegetación podrá asimilar son menores y no se consideran aquí.

Como ya se había visto en las tablas 6.4, 6.5 y 6.6 de la Memoria, los porcentajes de estos nutrientes en las distintas fracciones a considerar son:

Tabla A1.1. Nutrientes fundamentales en las distintas fracciones del suelo artificial.

Nutriente	% en lodos EDAR	% en biomasa	% en cenizas de combustión de biomasa
Nitrógeno	4,35	3,4	-
Fósforo	2,36	-	0,6
Potasio	0,21	-	4,4

Considerando la composición del suelo artificial, la presencia de estos nutrientes en el producto final se calcula a continuación:

1º) Balance de nitrógeno:

$$\% N = 3,4 \cdot 0,2 \frac{\text{kg biomasa}}{\text{kg suelo artificial}} + 4,35 \cdot 0,25 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} = 1,77 \%$$

2º) Balance de fósforo:

$$\% P = 0,6 \cdot 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} + 2,36 \cdot 0,25 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} = 0,62 \%$$

3°) Balance de potasio:

$$\% K = 4,4 \cdot 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} + 0,21 \cdot 0,25 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} = 1,77 \%$$

Como se puede observar en la tabla A1.2, el suelo artificial fabricado presenta unas cantidades de nutrientes fundamentales que se encuentran dentro de los intervalos de concentración en los suelos naturales fértiles.

Tabla A1.2. Nutrientes fundamentales en el suelo artificial y natural.

Nutriente	% en el suelo artificial	% en el suelo natural fértil
Nitrógeno	1,77	0,1 a 1,8
Fósforo	0,62	0,1 a 1,7
Potasio	0,27	0,1 a 2,3

CAPÍTULO 4: BALANCE DE METALES PESADOS.

Los metales pesados que estarán presentes en el suelo artificial procederán de las fracciones de RCDs, lodos de EDAR y cenizas de la combustión de biomasa. Estas fracciones son, además, las que confieren un carácter ligeramente básico al suelo fabricado. En la fracción de biomasa se puede considerar que las concentraciones de estos metales son nulas. La legislación (R.D. 1310/1990) establece unos valores máximos de estos elementos contaminantes, que se reflejan en la tabla 7.4 de la Memoria.

Las cantidades de estos metales pesados en las distintas fracciones a considerar se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla A1.3. Metales pesados en las distintas fracciones del suelo artificial.

Metal	mg/kg en RCDs	mg/kg m.s. en lodos de EDAR	mg/kg en cenizas de combustión de biomasa
Cadmio	1,5	0,1	1
Cobre	30	3,4	44
Níquel	45	2,7	195
Plomo	150	4,5	75
Zinc	200	18,9	120
Mercurio	-	0,01	0,2
Cromo	60	1	27

Considerando la composición del producto, y que sólo el 7,5% del suelo artificial corresponde al lodo seco, la presencia de estos metales pesados en el producto final se calcula a continuación:

1°) Balance de cadmio:

$$[Cd] = 0,5 \frac{\text{kg RCDs}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 1,5 \frac{\text{mg Cd}}{\text{kg RCDs}} + 0,075 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 0,1 \frac{\text{mg Cd}}{\text{kg lodo}} +$$
$$+ 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 1 \frac{\text{mg Cd}}{\text{kg cenizas}} = 0,81 \frac{\text{mg Cd}}{\text{kg suelo artificial}}$$

2°) Balance de cobre:

$$[Cu] = 0,5 \frac{\text{kg RCDs}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 30 \frac{\text{mg Cu}}{\text{kg RCDs}} + 0,075 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 3,4 \frac{\text{mg Cu}}{\text{kg lodo}} +$$
$$+ 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 44 \frac{\text{mg Cu}}{\text{kg cenizas}} = 17,46 \frac{\text{mg Cu}}{\text{kg suelo artificial}}$$

3°) Balance de níquel:

$$[Ni] = 0,5 \frac{\text{kg RCDs}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 45 \frac{\text{mg Ni}}{\text{kg RCDs}} + 0,075 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 2,7 \frac{\text{mg Ni}}{\text{kg lodo}} +$$
$$+ 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 195 \frac{\text{mg Ni}}{\text{kg cenizas}} = 32,45 \frac{\text{mg Ni}}{\text{kg suelo artificial}}$$

4°) Balance de plomo:

$$[Pb] = 0,5 \frac{\text{kg RCDs}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 150 \frac{\text{mg Pb}}{\text{kg RCDs}} + 0,075 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 4,5 \frac{\text{mg Pb}}{\text{kg lodo}} +$$
$$+ 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 75 \frac{\text{mg Pb}}{\text{kg cenizas}} = 79,09 \frac{\text{mg Pb}}{\text{kg suelo artificial}}$$

5°) Balance de zinc:

$$[Zn] = 0,5 \frac{\text{kg RCDs}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 200 \frac{\text{mg Zn}}{\text{kg RCDs}} + 0,075 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 18,9 \frac{\text{mg Zn}}{\text{kg lodo}} +$$
$$+ 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 120 \frac{\text{mg Zn}}{\text{kg cenizas}} = 107,42 \frac{\text{mg Zn}}{\text{kg suelo artificial}}$$

6°) Balance de mercurio:

$$[Hg] = 0,075 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 0,01 \frac{\text{mg Hg}}{\text{kg lodo}} +$$
$$+ 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 0,2 \frac{\text{mg Hg}}{\text{kg cenizas}} = 0,011 \frac{\text{mg Hg}}{\text{kg suelo artificial}}$$

7°) Balance de cromo:

$$[Cr] = 0,5 \frac{\text{kg RCDs}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 60 \frac{\text{mg Cr}}{\text{kg RCDs}} + 0,075 \frac{\text{kg lodo}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 1 \frac{\text{mg Cr}}{\text{kg lodo}} +$$
$$+ 0,05 \frac{\text{kg cenizas}}{\text{kg suelo artificial}} \cdot 27 \frac{\text{mg Cr}}{\text{kg cenizas}} = 31,43 \frac{\text{mg Cr}}{\text{kg suelo artificial}}$$

Como se puede observar en la tabla A1.4, el suelo artificial fabricado presenta unas cantidades de metales pesados que se encuentran muy por debajo de los límites máximos establecidos por la legislación para suelos básicos, e incluso por debajo de la mayoría de límites para suelos ácidos.

Tabla A1.4. Concentración en metales pesados del suelo artificial (en mg/kg de materia seca).

Metal	Concentración en el suelo artificial (mg/kg m.s.)	Concentración máxima para suelos con pH > 7 (mg/kg m.s.)
Cadmio	0,81	3
Cobre	17,46	210
Níquel	32,45	112
Plomo	79,09	300
Zinc	107,42	450
Mercurio	0,011	1,5
Cromo	31,43	150

CAPÍTULO 5: DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZONAS DE MEZCLA, ALMACENAMIENTO Y ACOPIO.

5.1. ZONA DE MEZCLA.

La mezcla se realizará cuando se reciban los lodos de depuradora en planta, puesto que es la única materia prima que no debe almacenarse. En caso de que fuese necesario almacenarlos por causas de fuerza mayor, por ejemplo, por avería en la planta una vez recibidos, deben respetarse unas condiciones de almacenamiento, que dependen de la cantidad de materia seca del lodo. En este caso, como el contenido en materia seca es superior al 20 %, se pueden almacenar en montones sin necesidad de impermeabilizar el suelo. El tiempo de almacenamiento no superará, en ningún caso, los 6 meses. Para el resto de materias primas, el tiempo de almacenamiento también debe ser el menor posible, especialmente en el caso de la biomasa.

Los cálculos que se realizan a continuación se refieren a un sólo turno de trabajo, es decir, a una producción de 25000 t/año de suelo artificial.

La cantidad de suelo artificial formulado será de 112 t/día. Para el cálculo de las superficies de almacenamiento y mezcla se considerará un 10 % de margen en el volumen (salvo para los lodos), debido al esponjamiento que experimentan los materiales al ser descargados por la cinta transportadora, camión o pala cargadora.

Se necesitan 28 t/día de lodos de EDAR, que se transportan a la fábrica en camiones de 30 toneladas, y que se depositarán directamente en la zona de mezcla. El proceso de mezclado se realizará, por tanto, una vez por turno. Debido al mayor contenido en agua de los lodos, es preferible depositarlos sobre los demás residuos, para que el agua se filtre a las capas inferiores y facilite la mezcla.

Para calcular el área de la zona de mezcla, es necesario conocer los volúmenes de las cantidades de residuos a mezclar.

- Volumen de lodos de EDAR:

$$V_{lodos} = \frac{m_{lodos}}{\rho_{lodos}} = \frac{28t}{1,25 \frac{t}{m^3}} = 22,4 m^3$$

- Volumen de RCDs:

$$V_{RCDs} = \frac{m_{RCDs}}{\rho_{RCDs}} \cdot 1,1 = \frac{56t}{1,5 \frac{t}{m^3}} = 41 m^3$$

- Volumen de residuos de biomasa:

$$V_{biomasa} = \frac{m_{biomasa}}{\rho_{biomasa}} \cdot 1,1 = \frac{22,4t}{0,6 \frac{t}{m^3}} = 41 m^3$$

- Volumen de cenizas de combustión de biomasa:

$$V_{cenizas} = \frac{m_{cenizas}}{\rho_{cenizas}} \cdot 1,1 = \frac{5,6t}{0,7 \frac{t}{m^3}} = 8,8 m^3$$

- Volumen total de suelo artificial:

$$V_{suelo} = V_{lodos} + V_{RCDs} + V_{biomasa} + V_{cenizas} = 113,2 m^3$$

Se considerará una altura (h) del conjunto de capas de materias primas de 1 m, para poder llevar a cabo fácilmente el volteo con la pala cargadora. El ancho de la zona de mezcla será de (a) 10 m, el equivalente al ancho de 4 palas cargadoras (el ancho de la pala es de 2,5 m). Por lo tanto, la superficie (S) de la zona de mezcla será:

$$S_{mezcla} = \frac{V_{suelo}}{h} = \frac{113,2 m^3}{1 m} = 113,2 m^2$$

Con un ancho de 10 m, la longitud (L) de la zona de mezcla será:

$$L_{mezcla} = \frac{S_{mezcla}}{a} = \frac{113,2 m^2}{10 m} \cong 11,4 m$$

5.2. ZONA DE ALMACENAMIENTO DE RCDs.

Las cintas transportadoras descargan el material formando una pila cónica. Considerando un ángulo de reposo conservador, $\alpha = 35^\circ$ (que correspondería a gravas), y un volumen suficiente (V) para almacenar los RCDs producidos en un turno (41 m^3), el radio de la base del cono (R) será:

$$V_{cono} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot (R \cdot \text{tg} \alpha) \Rightarrow R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{cono}}{\pi \cdot \text{tg} \alpha}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 41 \text{ m}^3}{\pi \cdot \text{tg} 35}} = 3,8 \text{ m}$$

Por tanto, se reservará como área de almacenamiento un cuadrado de 8 m de lado. Una vez calculado el radio, la altura de la pila cónica de RCDs (h) será:

$$h = R \cdot \text{tg} \alpha = 2,7 \text{ m}$$

5.3. ZONA DE ALMACENAMIENTO DE BIOMASA.

Análogamente al caso de RCDs, se considera un ángulo de reposo $\alpha = 35^\circ$ y un volumen de la pila cónica para almacenar la biomasa producida en un turno (también 41 m^3). Por lo tanto, se reservará un área de almacenamiento cuadrada de 8 m de lado, y la altura de la pila será también de 2,7 m.

5.4. ZONA DE ACOPIO DE RCDs.

Se dispondrá de una zona de acopio rectangular capaz de albergar 200 toneladas de RCDs (suficientes para más de 3 turnos de producción).

Se considerará un margen del 30 % en exceso para el volumen, puesto que los RCDs llegan a planta sin triturar, y una altura del montón (h) de 2,5 m.

$$V_{RCDs} = \frac{m_{RCDs}}{\rho_{RCDs}} \cdot 1,3 = \frac{200 \text{ t}}{1,5 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} \cdot 1,3 = 173,3 \text{ m}^3 \approx 175 \text{ m}^3$$

$$S_{RCDs} = \frac{V_{RCDs}}{h} = \frac{175 m^3}{2,5 m} = 70 m^2$$

Por lo tanto, se reservará una zona de acopio de 7,5 m de ancho (medida que corresponde a 3 palas cargadoras o camiones) y 9,5 m de largo.

5.5. ZONA DE ACOPIO DE BIOMASA.

Se dispondrá de una zona de acopio rectangular capaz de albergar 75 toneladas de biomasa (suficientes para más de 4 turnos de producción).

Se considerará un margen del 30 % en exceso para el volumen, puesto que la biomasa llega a planta sin triturar, y una altura del montón de 2 m.

$$V_{biomasa} = \frac{m_{biomasa}}{\rho_{biomasa}} \cdot 1,3 = \frac{75 t}{0,6 \frac{t}{m^3}} \cdot 1,3 = 162,5 m^3 \approx 165 m^3$$

$$S_{biomasa} = \frac{V_{biomasa}}{h} = \frac{165 m^3}{2 m} = 82,5 m^2$$

Por lo tanto, se reservará una zona de acopio de 7,5 m de ancho (medida que corresponde a 3 palas cargadoras o camiones) y 11 m de largo.

5.6. ZONA DE ACOPIO DE CENIZAS DE COMBUSTIÓN DE BIOMASA.

Los camiones descargarán directamente en esta zona de acopio, que estará provista de pantallas cortaviento, y las cenizas se cubrirán con lonas para evitar la emisión de partículas.

La zona se calcula para la ceniza transportada por un camión de 30 m³, y una altura del montón de 1,5 m.

$$m_{cenizas} = \frac{V_{cenizas} \cdot \rho_{cenizas}}{1,1} = \frac{30 m^3 \cdot 0,7 \frac{t}{m^3}}{1,1} = 19 t$$

Por lo tanto, con la zona de acopio llena, se podrá operar durante más de 23 turnos.

$$S_{cenizas} = \frac{V_{cenizas}}{h} = \frac{30m^3}{1,5m} = 20m^2$$

Se construirá una zona de acopio de 5 m de ancho (lo que equivale a dos palas cargadoras) y 4 m de largo.

5.7. RESUMEN DE SUPERFICIES NECESARIAS.

Tabla A1.5. Superficies necesarias para las zonas de mezcla, almacenamiento y acopio.

Zona	Ancho (mm)	Largo (mm)
Mezcla	10000	11400
Almacenamiento de RCDs	8000	8000
Almacenamiento de biomasa	8000	8000
Acopio de RCDs	7500	9500
Acopio de biomasa	7500	11000
Acopio de cenizas de combustión de biomasa	5000	4000

CAPÍTULO 6: DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA DE RCDs (TV-101).

Para definir las dimensiones de la tolva (TV-101), se propone un margen de tiempo de operación con la tolva llena de unas 5 horas; por lo tanto, el volumen de la tolva debe ser de unos 35 m³.

Asimismo, la entrada de la tolva debe ser lo suficientemente amplia como para poder descargar fácilmente los RCDs desde la pala cargadora, cuyo ancho es de 2,5 m. Por ello, se definen unas dimensiones de 3,5 m de largo y 3 m de ancho para la boca de carga de la tolva.

La forma de la parte superior será la de un paralelepípedo, y la parte inferior tendrá forma de pirámide invertida truncada, como se aprecia en la figura A1.1. La altura del paralelepípedo será de 2,5 m, al igual que la altura de la pirámide truncada.

La boca de salida de la tolva tendrá un largo de 0,8 m y un ancho de 0,6 m. Para evitar obstrucciones al descargar al siguiente equipo (el alimentador vibrante AV-101), la tolva dispondrá en su boca de carga de un desbaste vibratorio, que evitará que pase material de más de 0,3 m de granulometría. Asimismo, dispondrá de un sistema de proyección de agua pulverizada para evitar la emisión de partículas y polvo.

La boca de descarga se sitúa a 1 m del suelo; así, junto con los 5 m de altura de la tolva, el punto de carga se sitúa a 6 m de altura. La pala cargadora puede descargar a una altura máxima de 2,77 m, por lo que será necesaria una plataforma de carga.

El volumen de la zona superior de la tolva es el de un paralelepípedo:

$$V_{\text{paralelepípedo}} = a \cdot b \cdot c = 3,5 \cdot 3 \cdot 2,5 = 26,3 \text{ m}^3$$

El volumen de la zona inferior es el de una pirámide truncada:

$$V_{\text{pirámide truncada}} = \frac{d}{3} \cdot (a \cdot b + e \cdot f + \sqrt{a \cdot b \cdot e \cdot f}) = 11 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen total de la tolva es aproximadamente de 37 m^3 . Considerando un factor del 30 % de margen para el volumen, debido a la forma irregular y al tamaño de los RCDs sin triturar, la capacidad de la tolva será:

$$m = \frac{V \cdot \rho}{1,3} = \frac{37 \text{ m}^3 \cdot 1,5 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}}{1,3} = 42,5 \text{ t}$$

Como la producción es de 8 t/h, con la tolva llena se podrá operar durante más de 5 horas.

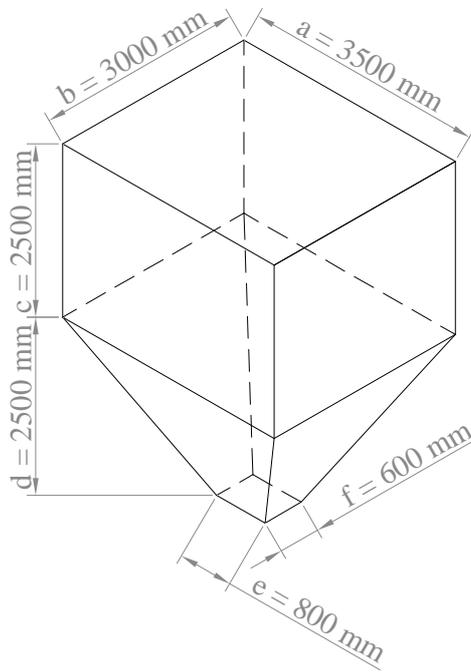


Figura A1.1. Dimensiones de la tolva de RCDs (TV-101).

CAPÍTULO 7: DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA DE CARGA DE LA TOLVA DE RCDs TV-101.

Para salvar la diferencia de altura y poder descargar la pala cargadora en la tolva de RCDs es necesaria una plataforma de carga. La altura de descarga de la pala es de 2,77 m, y el punto más alto de la tolva se encuentra a 6 m del suelo, por lo que es necesaria una plataforma de 3,3 m de altura.

La subida a la plataforma tendrá una pendiente de 30°, seguida de una zona más llana, con 10° de inclinación para ahorrar espacio, donde se efectuará la maniobra de descarga. Esta zona de descarga tendrá una longitud de 6 m, puesto que la longitud total de la pala cargadora es de 5990 mm (3000 mm entre los ejes de las ruedas). El ancho de la plataforma será de 5 m, el doble del ancho de la pala cargadora, para poder maniobrar con comodidad. Para poder salvar la altura de 3,3 m, será necesaria una plataforma con una longitud total de 10 m.

La plataforma se construirá con un muro de seguridad de 1 m de altura, tanto en los laterales como en el frontal. La situación será perpendicular a la línea de proceso de RCDs, como se aprecia en los planos N° 4 y N° 5.

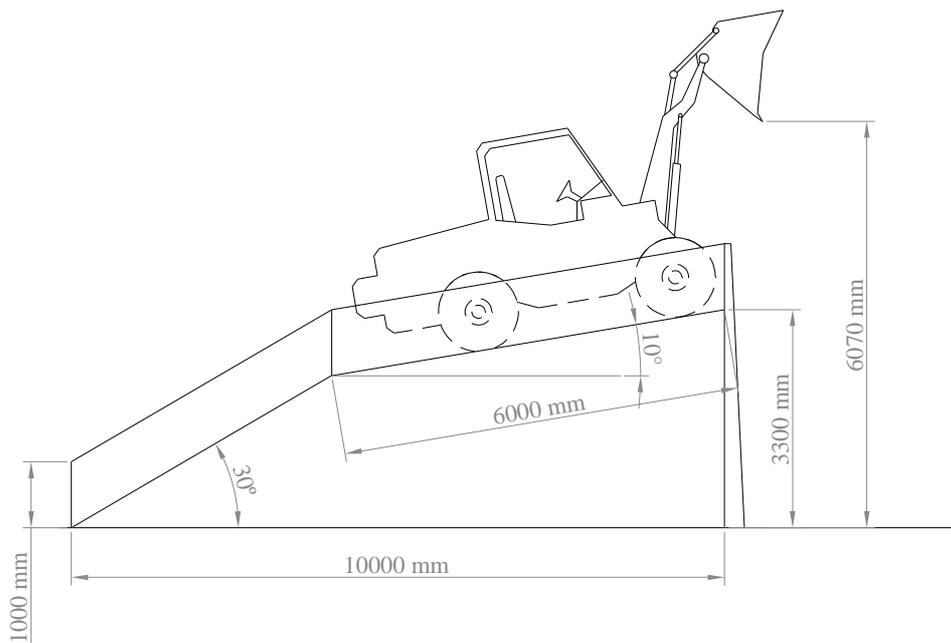


Figura A1.2. Dimensiones de la plataforma de carga de la tolva TV-101.

CAPÍTULO 8: DIMENSIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA DE CARGA DE CAMIONES.

Para poder cargar los camiones que transportarán el suelo artificial fabricado a su destino, mediante las palas cargadoras, es necesaria también una plataforma de carga. La altura de descarga de la pala es de 2,77 m, y los camiones tienen una altura de unos 4 m, por lo que bastará con una plataforma de 1,5 m de altura.

La subida a la plataforma tendrá una pendiente de 30°, seguida de una zona llana, donde se efectuará la maniobra de descarga. Esta zona de descarga tendrá una longitud de 4 m, puesto que la distancia entre ejes de las ruedas de la pala es de 3 m. El ancho de la plataforma también será de 5 m, el doble del ancho de la pala cargadora, para poder maniobrar con comodidad, y la longitud total es de 6,5 m.

La plataforma se construirá con un muro de seguridad de 1 m de altura, tanto en los laterales como en el frontal. Su situación será al lado de la zona de mezcla, como se aprecia en el plano N° 7 (Implantación).

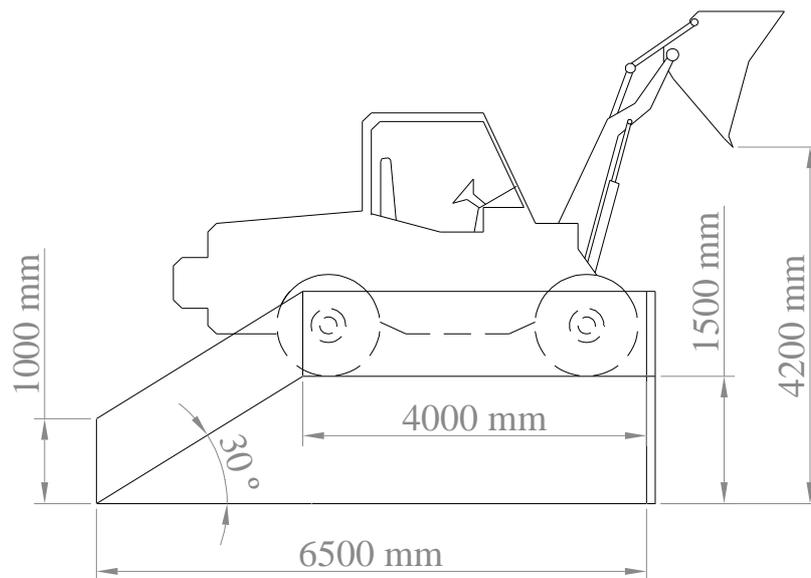


Figura A1.3. Dimensiones de la plataforma de carga de la tolva TV-101.

CAPÍTULO 9: CÁLCULO DE CINTAS TRANSPORTADORAS.

Para la producción con la que trabajará la planta de fabricación de suelos artificiales (8 t/h de RCDs y 3,2 t/h de residuos de biomasa), se emplearán cintas transportadoras de banda flexible, de 500 mm de ancho, para capacidades de hasta 10 t/h. Trabajarán a una velocidad típica de 1 m/s, y con un ángulo de inclinación conservador, generalmente 18° (basado en la experiencia previa de Holcim, para evitar el retroceso del material).

Para calcular la potencia mínima requerida (P) por cada una de las cintas transportadoras, se emplea la siguiente ecuación empírica:

$$P_{total} = P_{vacía} + P_{llano} + P_{subida} = \frac{(A + B \cdot L) \cdot V}{100} + \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot L) \cdot Q}{100} + \frac{1,015 \cdot h \cdot Q}{1000},$$

donde:

$P_{vacía}$ ≡ potencia requerida cuando la cinta está vacía (CV)

P_{llano} ≡ potencia requerida para transportar el material en llano (CV)

P_{subida} ≡ potencia requerida para elevar el material (CV)

A ≡ constante empírica (0,3 para cintas de 500 mm de ancho)

B ≡ constante empírica (0,00187 para cintas de 500 mm de ancho)

L ≡ longitud de la cinta (m)

V ≡ velocidad de la cinta (m/s)

Q ≡ capacidad (t/h)

h ≡ altura de subida (m)

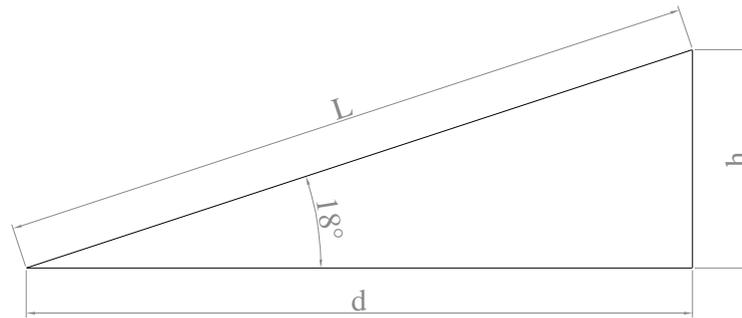


Figura A1.3. Dimensiones de las cintas transportadoras.

Conocidos el ángulo y la altura, la longitud de la cinta y la distancia que recorre sobre el suelo (la proyección de la longitud) se calculan mediante las expresiones:

$$L = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)}$$

$$d = L \cdot \cos(\alpha)$$

9.1. CINTA TRANSPORTADORA CT-101.

La cinta transportadora CT-101 lleva los RCDs sin triturar desde el alimentador vibrante que regula la salida de la tolva, hasta la trituradora de mandíbulas. Esta cinta debe salvar una altura, h , de 6300 mm, con una inclinación de 18°:

$$L = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)} = \frac{6300}{\text{sen}(18^\circ)} = 20000 \text{ mm}$$

$$d = L \cdot \cos(\alpha) = 20000 \cdot \cos(18^\circ) = 19000 \text{ mm}$$

La longitud de la cinta será de 20 m, y la distancia que recorrerá sobre el suelo, 19 m.

La potencia mínima requerida por la cinta será de:

$$P_{total} = \frac{(0,3 + 0,00187 \cdot 20) \cdot 1}{100} + \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot 20) \cdot 10}{100} + \frac{1,015 \cdot 6,3 \cdot 10}{1000} = 0,70 \text{ CV}$$

9.2. CINTA TRANSPORTADORA CT-102.

La cinta transportadora CT-102 lleva los RCDs desde la trituradora de impactos hasta la criba vibrante de contrapesos. Esta cinta debe salvar una altura, h , de 2000 mm, con una inclinación de 19° :

$$L = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)} = \frac{2000}{\text{sen}(19^\circ)} = 6000 \text{ mm}$$

$$d = L \cdot \cos(\alpha) = 6000 \cdot \cos(19^\circ) = 5673 \text{ mm}$$

La longitud de la cinta será de 6 m, y la distancia que recorrerá sobre el suelo, 5,7 m.

La potencia mínima requerida por la cinta será de:

$$P_{total} = \frac{(0,3 + 0,00187 \cdot 6) \cdot 1}{100} + \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot 6) \cdot 10}{100} + \frac{1,015 \cdot 2 \cdot 10}{1000} = 0,073 \text{ CV}$$

9.3. CINTA TRANSPORTADORA CT-103.

La cinta transportadora CT-103 lleva los RCDs de granulometría superior a 40 mm desde la criba vibrante de contrapesos hasta la entrada de la trituradora de impactos. Esta cinta debe salvar una altura, h , de 2000 mm, con una inclinación de 19° :

$$L = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)} = \frac{2000}{\text{sen}(19^\circ)} = 6000 \text{ mm}$$

$$d = L \cdot \cos(\alpha) = 6000 \cdot \cos(19^\circ) = 5673 \text{ mm}$$

La longitud de la cinta será de 6 m, y la distancia que recorrerá sobre el suelo, 5,7 m.

La potencia mínima requerida por la cinta será de:

$$P_{total} = \frac{(0,3 + 0,00187 \cdot 6) \cdot 1}{100} + \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot 6) \cdot 10}{100} + \frac{1,015 \cdot 2 \cdot 10}{1000} = 0,073 \text{ CV}$$

9.4. CINTA TRANSPORTADORA CT-104.

La cinta transportadora CT-104 lleva los RCDs de granulometría adecuada desde la criba vibrante de contrapesos hasta la zona de almacenamiento. Esta cinta debe salvar una altura, h, de 2400 mm, con una inclinación de 18°:

$$L = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)} = \frac{2400}{\text{sen}(18^\circ)} = 8000 \text{ mm}$$

$$d = L \cdot \cos(\alpha) = 8000 \cdot \cos(18^\circ) = 7610 \text{ mm}$$

La longitud de la cinta será de 8 m, y la distancia que recorrerá sobre el suelo, 7,6 m.

La potencia mínima requerida por la cinta será de:

$$P_{total} = \frac{(0,3 + 0,00187 \cdot 8) \cdot 1}{100} + \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot 8) \cdot 10}{100} + \frac{1,015 \cdot 2,4 \cdot 10}{1000} = 0,078 \text{ CV}$$

9.5. CINTA TRANSPORTADORA CT-201.

La cinta transportadora CT-201 lleva los residuos de biomasa desde la trituradora primaria hasta la trituradora secundaria. Esta cinta debe salvar una altura, h, de 2800 mm, con una inclinación de 16°:

$$L = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)} = \frac{2800}{\text{sen}(16^\circ)} = 10000 \text{ mm}$$

$$d = L \cdot \cos(\alpha) = 10000 \cdot \cos(16^\circ) = 9600 \text{ mm}$$

La longitud de la cinta será de 10 m, y la distancia que recorrerá sobre el suelo, 9,6 m.

La potencia mínima requerida por la cinta será de:

$$P_{total} = \frac{(0,3 + 0,00187 \cdot 10) \cdot 1}{100} + \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot 10) \cdot 10}{100} + \frac{1,015 \cdot 2,8 \cdot 10}{1000} = 0,083 \text{ CV}$$

9.6. CINTA TRANSPORTADORA CT-202.

La cinta transportadora CT-202 lleva los residuos de biomasa desde la trituradora secundaria hasta la zona de almacenamiento. Esta cinta debe salvar una altura, h , de 3200 mm, con una inclinación de 19° :

$$L = \frac{h}{\text{sen}(\alpha)} = \frac{3200}{\text{sen}(19^\circ)} = 10000 \text{ mm}$$

$$d = L \cdot \cos(\alpha) = 10000 \cdot \cos(19^\circ) = 9455 \text{ mm}$$

La longitud de la cinta será de 10 m, y la distancia que recorrerá sobre el suelo, 9,5 m.

La potencia mínima requerida por la cinta será de:

$$P_{total} = \frac{(0,3 + 0,00187 \cdot 10) \cdot 1}{100} + \frac{(0,48 + 0,00302 \cdot 10) \cdot 10}{100} + \frac{1,015 \cdot 3,2 \cdot 10}{1000} = 0,087 \text{ CV}$$

9.7. RESUMEN DE DATOS DE LAS CINTAS TRANSPORTADORAS.

Tabla A1.6. Resumen de datos de las cintas transportadoras.

Cinta	Ancho (mm)	Largo (mm)	d (mm)	α	Q (t/h)	V (m/s)	Potencia mínima (CV)
CT-101	500	20000	19000	18°	10	1	0,7
CT-102	500	6000	5673	19°	10	1	0,073
CT-103	500	6000	5673	19°	10	1	0,073
CT-104	500	8000	7610	18°	10	1	0,078
CT-201	500	10000	9600	16°	10	1	0,083
CT-202	500	10000	9455	19°	10	1	0,087

CAPÍTULO 10: CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE CRIBADO.

Los RCDs que salen de la trituradora de impactos TI-101 pasan a la criba vibrante de contrapesos CV-101. Esta criba separa el material de granulometría superior e inferior a 40 mm. Los RCDs con la granulometría final (inferior a 40 mm), son enviados mediante la cinta transportadora CT-104 a la zona de almacenamiento. Los RCDs con granulometría superior a 40 mm son devueltos a la trituradora de impactos TI-101.

Los procedimientos para la determinación de la superficie de cribado son empíricos, y se basan en la experiencia de los fabricantes de cribas. Juan Luis Bouso, de Eral - Equipos y Procesos, S.A, propone un método híbrido entre el método de alimentación y el método pasante (denominado método *Bouso*), que fue publicado en la revista *Rocas y Minerales* en junio de 1999.

Según este método, la superficie de cribado se calcula mediante la expresión:

$$S = \frac{T}{B \cdot f_T} = \frac{T}{B_c},$$

donde:

S \equiv superficie de cribado mínima (m²)

T \equiv tonelaje a cribar (t/h)

B \equiv capacidad específica o básica (t/hm²)

B_c \equiv capacidad corregida (t/hm²)

f_t \equiv factor total de corrección de la capacidad básica

El factor total de corrección se obtiene del producto de factores de corrección de distintos parámetros de la criba. Para el caso de la fábrica de suelos artificiales objeto de este proyecto, los factores a tener en cuenta se calculan a continuación.

10.1. FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA DENSIDAD.

Este factor depende de la densidad del material a cribar, en este caso RCDs:

$$f_d = \frac{\rho}{1,6 \frac{t}{m^3}} = \frac{1,5 \frac{t}{m^3}}{1,6 \frac{t}{m^3}} = 0,94$$

10.2. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL RECHAZO.

Para un reglaje de 40 mm, el 90 % del material que sale de la trituradora de impactos TI-101 tiene una granulometría inferior a 40 mm. Por lo tanto, el porcentaje de rechazo (R) en la criba será del 10 %. Para este rechazo, el factor de corrección es:

$$f_T = 1,06$$

Tabla A1.7. Factores de corrección del rechazo.

R	5	10	15	20	25	30
f_T	1,08	1,06	1,04	1,02	1	0,98

10.3. FACTOR DE CORRECCIÓN DE SEMITAMAÑO.

El material que sale de la trituradora de impactos TI-101 contiene un 66 % de partículas más finas que la mitad de la luz de malla, es decir, menores de 20 mm. Por lo tanto, el factor de corrección de semitamaño será de:

$$f_s = 1,61$$

Tabla A1.8. Factores de corrección de semitamaño.

% semitamaño	30	35	40	45	50	55	60	65	70
f_s	0,85	0,92	1	1,10	1,20	1,30	1,45	1,60	1,65

10.4. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN DE LA CRIBA.

El ángulo de inclinación de la criba vibrante de contrapesos CV-101 es de 15°, por lo que el factor de corrección correspondiente será:

$$f_i = 0,96$$

Tabla A1.9. Factores de corrección del ángulo de inclinación de la criba.

Ángulo de inclinación	0°	5°	10°	15°	20°
f_i	0,83	0,87	0,94	0,96	1

10.5. FACTOR DE CORRECCIÓN DEL ÁREA LIBRE DE PASO.

Para mallas de acero de luz cuadrada de 40 mm, el porcentaje de superficie libre es del 68 %, y por tanto, el factor de corrección del área libre de paso será:

$$f_o = 1,32$$

Tabla A1.10. Área libre de paso en mallas de acero de luz cuadrada.

Luz de malla (mm)	20	31,5	40	50	63
Área libre (%)	61	64	68	71	72

Tabla A1.11. Factores de corrección del área libre de paso.

Área libre (%)	50	55	60	65	70
f₀	1	1,1	1,2	1,2	1,4

10.6. FACTOR TOTAL DE CORRECCIÓN DE LA CAPACIDAD BÁSICA.

El factor total de corrección de la capacidad básica se obtiene como producto de los factores de corrección calculados:

$$f_t = f_d \cdot f_T \cdot f_s \cdot f_i \cdot f_0 = \frac{1,5}{1,6} \cdot 1,06 \cdot 1,61 \cdot 0,96 \cdot 1,32 = 2,03$$

10.7. CAPACIDAD BÁSICA.

La capacidad básica para un material triturado, como es el caso de los RCDs que llegan a la criba desde la trituradora de impactos TI-101, para una luz de malla de la criba de 40 mm es:

$$B = 34,7 \text{ t/hm}^2$$

Tabla A1.12. Capacidades básicas para materiales triturados en función de la luz de malla.

Luz de malla (mm)	25	31,5	40	50	63
B	26,0	30,0	34,7	39	44

10.8. SUPERFICIE DE CRIBADO MÍNIMA.

La producción en la línea de tratamiento de RCDs es de 8 t/h. El 90 % del material que sale de la trituradora de impactos TI-101 tiene una granulometría inferior a 40 mm, por lo que el tonelaje que atraviesa la criba, T, es:

$$T = 8 \cdot 0,9 = 7,2 \text{ t/h}$$

Con los parámetros calculados, se obtiene que la mínima superficie necesaria para que la criba opere de forma satisfactoria es:

$$S = \frac{T}{B_c} = \frac{7,2 \frac{t}{h}}{2,03 \cdot 34,7 \frac{t}{h \cdot m^2}} = 0,1 \text{ m}^2$$

ANEXO 2

PLAN DE RESTAURACIÓN

ÍNDICE.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN..... 113

CAPÍTULO 2: PLAN DE RESTAURACIÓN DE UN VERTEDERO..... 113

2.1. CONSTRUCCIÓN DE UN VERTEDERO..... 113

2.2. PLAN DE RESTAURACIÓN..... 114

CAPÍTULO 3: PLAN DE RESTAURACIÓN DE UNA CANTERA..... 115

3.1. REMODELACIÓN DEL TERRENO..... 115

3.2. INSTALACIÓN DE DRENAJES..... 115

3.3. CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA Y DIMENSIONAMIENTO
DE LAS CUNETAS..... 116

3.4. PREPARACIÓN DEL TERRENO..... 117

3.5. EXTENSIÓN DEL SUELO ARTIFICIAL..... 117

3.6. REFORESTACIÓN..... 117

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

El trabajo de recuperación de un espacio degradado consta generalmente de más etapas que la fabricación y la extensión del suelo artificial. Los dos casos más complejos son los vertederos y las canteras, que se describen a continuación.

CAPÍTULO 2: PLAN DE RESTAURACIÓN DE UN VERTEDERO.

2.1. CONSTRUCCIÓN DE UN VERTEDERO.

Los vertederos controlados de residuos urbanos se construyen aprovechando depresiones en el terreno, que facilitarán la posterior restauración. Como se trata de instalaciones para el aislamiento permanente de residuos (y el tratamiento de las emisiones que éstos produzcan), han de emplearse barreras múltiples y materiales adecuados; los materiales utilizados hoy en día reciben el nombre de barreras de ingeniería.

Antes del depósito de residuos, se acondiciona el terreno con formas suaves que no corten las capas impermeabilizantes.

Si el terreno forma una barrera geológica natural, con más de 1 m de espesor y una permeabilidad inferior a 10^{-9} m/s, no será necesaria la aplicación de una barrera geológica artificial. En caso de que no cumpla estos requisitos, se extenderá una barrera geológica artificial de al menos 0,5 m de grosor (por ejemplo, arcilla compactada).

A continuación, se coloca un revestimiento artificial impermeable, de elevada resistencia mecánica, para aislar los residuos de la barrera geológica e impedir la infiltración de los lixiviados al subsuelo. Existen diversos materiales en el mercado que cumplen estas funciones: geomembranas basadas en el polietileno

de alta densidad, geosintéticos formados por varias láminas, etc. Sobre este revestimiento, se suele colocar un geotextil protector.

Encima del geotextil se extiende una capa de drenaje de al menos 0,5 m de grosor, generalmente de grava, para la recogida de lixiviados, que se envían mediante un colector a una balsa para su posterior tratamiento. Esta capa de drenaje va cubierta por una capa filtrante, generalmente de zahorra, sobre la que se depositan los residuos.

2.2. PLAN DE RESTAURACIÓN.

Una vez el vertedero esté lleno de residuos compactados, se procede al sellado del mismo.

En primer lugar, se coloca una capa de suelo para regularizar la superficie, de aproximadamente 0,5 m de espesor.

A continuación, se extiende una capa de terreno para la recogida de gases, con colectores para el biogás producido durante la fermentación de los residuos.

Sobre esta capa, se extiende un geosintético o una arcilla de impermeabilización, que aísla el vertedero y evita la percolación de aguas pluviales al mismo.

Una vez aislados los residuos, se extiende una capa drenante mineral de unos 0,3 m de espesor para la recogida en un colector de las aguas pluviales, y una capa filtrante de material granular o geosintético (estas capas drenante y filtrante se colocarán en caso de que sean necesarias, a juicio de la autoridad competente para la autorización de la clausura del vertedero, y dependiendo de factores como intensidad de precipitaciones o la pendiente del terreno). Por último, se extiende una capa de suelo artificial de aproximadamente 1 m de espesor. Una vez el suelo artificial ha madurado, se procede a la reforestación con vegetación autóctona, tal como se explicará para el caso de canteras o graveras.

CAPÍTULO 3: PLAN DE RESTAURACIÓN DE UNA CANTERA.

El caso de restauración de una cantera o gravera agotada es el más complejo, debido a la extensión y a las etapas previas a la extensión del suelo artificial, que se describen a continuación.

3.1. REMODELACIÓN DEL TERRENO.

El suelo que queda tras la explotación de una cantera es rocoso, o de tierra no vegetal, y por lo tanto no es fértil, y el terreno presenta cortes rectos y taludes de pendiente acentuada. Es necesario remodelar esta superficie por varias razones. En primer lugar, se buscarán formas suaves, naturales, que se integren en el paisaje circundante, minimizando el impacto visual. En segundo lugar, es necesario facilitar el drenaje natural del agua superficial para evitar que las precipitaciones arrastren el suelo extendido. Y por último, de esta topografía final dependerá el éxito del establecimiento de la vegetación.

Por lo tanto, se remodelarán los taludes para disminuir su pendiente, para conseguir la mayor estabilidad hidráulica y del terreno, y para mejorar la situación paisajística.

3.2. INSTALACIÓN DE DRENAJES.

El agua caída durante las precipitaciones tiene dos efectos negativos sobre la estabilidad del terreno. En primer lugar, el aumento del contenido del agua en los materiales cohesivos del suelo produce una disminución de la estabilidad, aumentando el riesgo de deslizamientos en las zonas de pendiente acentuada. Por otro lado, aumenta el peligro de erosión, pues parte del agua caída durante las precipitaciones corre por la superficie en forma de escorrentía, invadiendo el talud y arrastrando el suelo, produciendo un fenómeno de erosión muy rápido.

Por lo tanto, es necesario interceptar parte de esta agua superficial en las zonas superiores del talud, antes del inicio de la pendiente fuerte (zona denominada frente de explotación). Para ello, en esta zona se construirán cunetas

de guarda que recogerán el agua de escorrentía del entorno del talud para llevarla a vaguadas o corrientes naturales. En casos excepcionales, como carreteras o pistas al pie de los taludes, se construirán cunetas al pie de los mismos, evitándolos en la medida de lo posible por su rápida obstrucción con sedimentos.

3.3.CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESCORRENTÍA Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUNETAS.

Para dimensionar las cunetas será necesario el cálculo del caudal de escorrentía, que depende de la intensidad de precipitación y de la superficie de la cuenca, y que se puede determinar por diferentes métodos: método racional, hidrogramas sintéticos, hidrograma unitario, etc.

El método más sencillo, aplicable en el caso de canteras por tratarse de cuencas pequeñas, es el método racional. Según este método, la escorrentía se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = C \cdot I \cdot A,$$

donde:

Q = caudal de escorrentía (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía (adimensional, con valores entre 0,2 y 0,7)

I = intensidad de precipitación (mm/h)

A = superficie de la cuenca (km²)

Una vez calculado el caudal de escorrentía, se pueden determinar las dimensiones de la cuneta. Se emplearán cunetas de sección triangular o semicircular por su facilidad de construcción. La sección de la cuneta (m²) vendrá determinada por la relación entre el caudal de escorrentía que debe recoger (m³/s) y la velocidad media del agua a lo largo de la cuneta (m/s).

La velocidad media debe ser suficiente para que los sedimentos no se depositen en la cuneta, obstruyéndola, pero tampoco debe superar valores que produzcan erosión en su pared, especialmente si son canales naturales, de suelo excavado, sin revestimiento de hormigón. Esta velocidad dependerá, por tanto, del

coeficiente de rugosidad de la pared de la cuneta, del radio hidráulico (relación entre la sección transversal y el perímetro mojado) y la pendiente longitudinal. Esta pendiente suele ser del 2%, y la velocidad media del agua suele oscilar entre 1 y 2 m/s.

Conocidos el caudal de escorrentía correspondiente a la localización de la cantera a restaurar (que depende de la intensidad de precipitación de la zona) y la velocidad media del agua, se determinan finalmente las dimensiones de la sección de las cunetas.

3.4. PREPARACIÓN DEL TERRENO.

En las canteras próximas a la planta objeto de este proyecto se extraen fundamentalmente áridos de origen calizo, dolomítico y silíceo. Este tipo de canteras suelen dejar una superficie de roca dura, que es necesario fracturar, sin dañar la estructura y estabilidad de los taludes, para obtener las grietas necesarias para el anclaje radicular de la vegetación, especialmente de la arbórea.

Para conseguir esta fracturación, se realizarán voladuras superficiales con pequeñas cargas de explosivo.

3.5. EXTENSIÓN DEL SUELO ARTIFICIAL.

El suelo artificial fabricado se transporta hasta la zona a restaurar mediante camión tipo bañera para distancias medias y tipo volquete (dumper) para distancias cortas. Se extiende, mediante pala cargadora de tipo frontal sobre neumáticos y empezando por la zona más alejada del acceso, formando una capa de al menos 0,8 m de espesor.

3.6. REFORESTACIÓN.

Tras la maduración del suelo, se realiza finalmente la reforestación, con la que se conseguirá recuperar la flora autóctona previa a la explotación, corrigiendo el impacto visual y contribuyendo a la estabilidad de los taludes, pues el

crecimiento de las raíces evita los procesos erosivos. Además, el crecimiento de la vegetación supone un consumo de CO₂ atmosférico, lo que contribuye, aunque a pequeña escala por tratarse de un área reducida, a la disminución del efecto invernadero.

Las especies seleccionadas para la restauración deben ser autóctonas y permitir una continuidad respecto a los bosques colindantes, dependiendo en cada caso de factores climáticos, hidrológicos y topográficos de la zona. En las canteras consideradas en esta zona de la provincia de Cádiz, próxima al Parque Natural de Los Alcornocales, podrán plantarse especies tales como:

- Alcornoque (*Quercus suber*): es una especie de hoja perenne, que puede alcanzar los 20 m de altura; debe plantarse a altitudes entre los 400 y 1000 m, en lugares no excesivamente expuestos al viento, pues éste limita su desarrollo. El sotobosque característico de los bosques de alcornoque está formado por especies como el jaguarzo, el agracejo, el escobón blanco, el jerguen, la aulaga, el matagallo o el torvizco, en zonas de gran insolación, y brezo y helecho en zonas más protegidas del sol.



Fig. A2.1. De izquierda a derecha, en la fila superior, alcornoque y jaguarzo; en la fila inferior, brezo, matagallo y torvizco.

- Acebuche (*Olea europaea*): es el olivo silvestre, un árbol de copa redondeada y densa con tronco grueso, de hoja perenne y flores blancas. Es una especie longeva, resistente a la sequedad y el calor, pero sensible a las heladas, por lo que se plantará en zonas bajas con relieves suaves. Crece en zonas de algarrobo, lentisco, mirto, zarzaparrilla y madreSelva.



Fig. A2.2. De izquierda a derecha, en la fila superior, acebuche y algarrobo; en la fila central, lentisco y zarzaparrilla; en la fila inferior, madreSelva y mirto.

- Encina (*Quercus rotundifolia*): es el árbol más característico de España, de copa amplia, redondeada y densa, y hoja perenne. Es longevo, y crece con rapidez en todo tipo de suelos, hasta los 1400 m; resiste bien el frío, el calor y la sequía. Debido a estas características, se utilizará como especie básica en todos los proyectos de reforestación.



Fig. A2.3. Imagen de una encina a la izquierda. Imagen de un quejigo a la derecha.

- Quejigo (*Quercus faginea*): se puede encontrar desde arbusto hasta árbol de 30 m; es una especie de copa amplia, robusta, que crece en zonas húmedas y umbrías, y en suelos de tipo calizo, lo que la hace muy apropiada para la restauración de canteras próximas a ríos de las que se extrae caliza. Se puede utilizar hasta los 2000 m de altitud, creando un sotobosque de diferentes especies de brezo.
- Aliso (*Alnus Glutinosa*): es un árbol caducifolio que se da en las orillas de los ríos. Crece en las sierras, por lo que se empleará en proyectos de reforestación a mayor altitud, para seguir la línea de los ríos.
- Fresno (*Fraxinus excelsior*), sauce (*Salix alba*), álamo blanco (*Populus alba*): son árboles caducifolios que forman bosques de galería en las riberas de los ríos, en zonas de escasa altitud, por lo que se utilizarán para reforestar este tipo de espacios próximos a ríos. Su sotobosque se compondrá de tarajes, adelfas y zarzas.



Fig. A2.4. De izquierda a derecha, en la fila superior, aliso y fresno; en la fila central, sauce y álamo; en la fila inferior, taraje y adelfa.

El ahoyado se hará con una distancia de unos 3 m, sin alinear los plantones para que la visión sea más natural. Se crearán módulos de bosque, con zonas más claras.

Por tratarse de árboles frondosos, la densidad de plantación será de unas 1100 ó 1200 plantas por hectárea, es decir, unos 200 ó 300 plantones de cada una de las cinco ó seis especies elegidas para cada emplazamiento; así se asegura la supervivencia de todas las especies utilizadas. Se dejarán algunos claros para permitir que el bosque evolucione de forma natural, en los que se sólo se plantarán arbustos, para evitar la erosión del suelo.

ANEXO 3

ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE.

<u>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</u>	125
<u>CAPÍTULO 2: REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS MEDIANTE SUELO NATURAL</u>	126
<u>CAPÍTULO 3: REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS MEDIANTE SUELO ARTIFICIAL</u>	127
3.1. COSTES DE PRODUCCIÓN DEL SUELO ARTIFICIAL.....	127
3.1.1. Amortización.....	127
3.1.2. Mantenimiento.....	127
3.1.3. Seguros.....	128
3.1.4. Consumo energético.....	128
3.1.5. Mano de obra.....	128
3.1.6. Control de calidad.....	128
3.1.7. Resumen de costes de producción y coste total.....	129
3.2. INGRESOS POR GESTIÓN DE RESIDUOS.....	130
3.3. COSTE FINAL DEL SUELO ARTIFICIAL.....	132

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

La regeneración de los espacios degradados no es una actividad con ánimo de lucro, sino una operación obligatoria con fines medioambientales obvios. Por lo tanto, una fábrica de suelos artificiales, que debe considerarse como un proyecto medioambiental, no debe perseguir una gran rentabilidad, sino una gestión de residuos optimizada con la obtención de un producto apto para la restauración.

Sin embargo, es imprescindible que los suelos artificiales obtenidos sean más económicos que la tierra vegetal transportada mediante camiones, para que, aunque la restauración en sí supone un coste y no reporta beneficios, la utilización de suelos artificiales suponga un ahorro importante respecto a la restauración tradicional con suelo natural. Sólo así se conseguirá que los propietarios y responsables de la regeneración de canteras, graveras, vertederos, etc. opten por este producto realizado a partir de residuos, que presenta importantes ventajas medioambientales.

CAPÍTULO 2: REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS MEDIANTE SUELO NATURAL.

Tradicionalmente, la restauración de las áreas degradadas se ha llevado a cabo con tierra vegetal. Este material natural, procede típicamente de desmontes y excavaciones en obras de edificación o de construcción de infraestructuras, y se transporta a las zonas a restaurar mediante camiones.

El problema es que se trata de un recurso limitado; no siempre se puede encontrar una fuente de tierra vegetal en las proximidades de la zona a regenerar, por lo que el transporte resulta caro, y también supone grandes dificultades encontrar un volumen de tierra suficiente para la restauración.

Además, no toda la tierra será fértil, pues sólo la capa superior del suelo natural presenta la concentración de nutrientes y materia orgánica necesaria para el desarrollo vegetal, por lo que será necesario aportar fertilizantes, lo que supondrá un coste adicional, ya sean fertilizantes naturales o químicos.

El cálculo del coste de la tierra vegetal puesta en la zona a restaurar se muestra a continuación, considerando:

- Precio de la tierra: 3,2 €/m³.
- Densidad de la tierra vegetal: 1,3 t/m³.
- Existencia de tierra suficiente en un radio de 50 km (100 km, teniendo en cuenta que los camiones deben hacer el viaje de ida y vuelta).
- Precio del transporte: 0,15 €/t·km.
- Sobrecoste de 0,5 €/t debido a los fertilizantes necesarios, el precio de la tierra vegetal puesta en la zona a restaurar es:

$$\text{Coste de la tierra vegetal} = \frac{3,2 \frac{\text{euros}}{\text{m}^3}}{1,3 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}} + 0,15 \frac{\text{euros}}{\text{t} \cdot \text{km}} \cdot 100 \text{ km} + 0,5 \frac{\text{euros}}{\text{t}} = 17,96 \frac{\text{euros}}{\text{t}}$$

CAPÍTULO 3: REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS MEDIANTE SUELO ARTIFICIAL.

Para el cálculo del precio del suelo artificial es necesario tener en cuenta que, contrarrestando en parte los costes de producción, existen unos ingresos debidos a la gestión de residuos, que contribuirán notablemente a la obtención de un precio ventajoso frente al suelo natural.

3.1. COSTES DE PRODUCCIÓN DEL SUELO ARTIFICIAL.

Los costes de producción se dividen en dos categorías: costes fijos y costes variables. Los costes fijos son los costes de amortización, mantenimiento, y seguros. Los costes variables, que dependen de la producción, son el consumo energético, la mano de obra y el control de calidad. La producción, dependiendo de la demanda de suelo artificial, puede variar entre 25000 y 100000 t/año. El cálculo del coste que se realiza aquí es para el caso más desfavorable, de 25000 t/año; cuanto mayor sea la producción, menor será el coste final del producto, puesto que los costes fijos no aumentan con la producción.

3.1.1. Amortización.

El presupuesto de la planta, como se puede consultar en el Documento IV de este proyecto, asciende a 1119073 €.

Si se considera una amortización lineal, y un periodo de vida de la planta de 30 años, el importe anual de la amortización será de 37302 €.

3.1.2. Mantenimiento.

El mantenimiento de las instalaciones (revisiones periódicas, reparaciones y sustituciones) representa anualmente un 1 % del inmovilizado, por lo tanto, supone aquí un total de 11191 €.

3.1.3. Seguros.

Al igual que el mantenimiento, los seguros representan un 1 % anual del inmovilizado, por lo tanto 11191 €.

3.1.4. Consumo energético.

El consumo eléctrico de los equipos mecánicos asciende a un total de 411579 kW·h/año. Considerando un precio del kW·h de 0,07 €, el coste anual es de 28811 €. Se estima además un consumo adicional de 1200 €/año correspondientes al alumbrado, al edificio de servicios generales y a la nave taller/almacén/garaje, por lo que el consumo eléctrico anual de la planta será de 30011 €.

También es necesario tener en cuenta el consumo de gasoil de las palas cargadoras, que se estima en 2200 €/año. El consumo del camión se considera más adelante, en el transporte de las materias primas y del producto.

El consumo energético anual de la planta es, por tanto, de 32211 €.

3.1.5. Mano de obra.

El gasto derivado del salario de los dos operarios que trabajarán en la fábrica, de 14 pagas anuales de 1100 €, supone un total de 30800 €. A este importe se le suman 280 € anuales por trabajador, en concepto de formación, reconocimiento médico y reposición de los equipos de protección individual. Por lo tanto, el coste total derivado de la mano de obra asciende a 31360 €/año.

3.1.6. Control de calidad.

El coste de los análisis de RCDs que es necesario realizar cada 400 t, y de los lixiviados del suelo artificial fabricado, considerando un precio de 20 € por análisis, supone un gasto anual de 5360 €.

3.1.7. Resumen de costes de producción y coste total.

Tabla A3.1. Costes de producción y coste de producción total.

Concepto	Importe (€/año)
Amortización	37302
Mantenimiento	11191
Seguros	11191
Consumo energético	32211
Mano de obra	31360
Control de calidad	5360
Coste de producción total	128615 €

Considerando una producción de 25000 t/año, los costes de producción por tonelada de suelo artificial producido son:

$$\text{Costes de producción} = \frac{128615 \frac{\text{euros}}{\text{año}}}{25000 \frac{\text{t}}{\text{año}}} = 5,14 \frac{\text{euros}}{\text{t}}$$

3.2. INGRESOS POR GESTIÓN DE RESIDUOS.

La ley 10/1998, de residuos obliga al productor de residuos a anteponer el reciclaje al depósito en vertederos. Para reforzar esta ley, el coste del reciclaje para el dicho productor no debería ser superior al coste de depósito en un vertedero controlado. El canon de vertido varía según la Comunidad Autónoma y según el vertedero, estando los valores más bajos para el vertido de inertes (como los RCDs) en torno a los 3 €, y para el vertido de residuos peligrosos (como los lodos o las cenizas de combustión de biomasa) en torno a los 10 €. Por tanto, estos serán los valores que se fijarán como tasa de gestión de residuos en la planta de suelos artificiales.

En el caso de los residuos de biomasa, cedidos por el Ayuntamiento de Jerez de la Frontera, hay que considerar únicamente el coste de transporte, que se estima en 0,20 €/km (para un consumo de 20 L/100 km y un precio del gasoil de 1 €/L). Se supone un caso desfavorable, en el que haya que ir a buscarlos a 50 km de distancia (100 km ida y vuelta), puesto que aunque Jerez se encuentra tan sólo a 20 km, no toda la biomasa procederá de los parques y jardines de la ciudad, sino también de los montes propios municipales. Teniendo en cuenta que la bañera del camión tiene un volumen de 30 m³, que la densidad media de la biomasa es de 0,6 t/m³, y un factor de margen del 30 % debido al mayor volumen que ocupa el material sin triturar, el coste del transporte de los residuos de biomasa será:

$$\text{Coste del transporte} = \frac{0,2 \frac{\text{euros}}{\text{km}} \cdot 100 \text{ km}}{\frac{30 \text{ m}^3 \cdot 0,6 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}}{1,3}} = 1,44 \frac{\text{euros}}{\text{t}}$$

Nótese que en este caso, el precio del transporte (0,20 €/km) es inferior al precio considerado para la restauración con suelo natural, que se considera por tonelada (0,15 €/t·km). Esto se debe a que sólo se está considerando el precio del gasoil, puesto que el coste del camión y del conductor ya están incluidos en el

cálculo del precio del suelo artificial, en los apartados de amortización y mano de obra.

En la tabla A3.2 se muestran los ingresos debidos a esta gestión de residuos y el coste de transporte de los residuos de biomasa.

Tabla A3.2. Ingresos por gestión de residuos, restando el coste de transporte de los residuos de biomasa.

Residuo	Tasa de gestión (€/t)	Proporción (t/t_{suelo artificial})	Ingresos (€/t_{suelo artificial})
RCDs	3	0,50	1,50
Lodos de EDAR	10	0,25	2,50
Cenizas de combustión de biomasa	10	0,05	0,50
Residuos de biomasa	- 1,44	0,20	- 0,29
Total			4,21 €/t

3.3. COSTE FINAL DEL SUELO ARTIFICIAL.

El precio final del suelo artificial será la diferencia entre los costes de producción y los ingresos por gestión de residuos, es decir, **0,93 €/t** coste mucho inferior al del suelo natural.

Éste será el coste final del suelo artificial para la restauración de la gravera Los Algarrobos, para el que no se considera un margen de beneficio por ser Holcim la empresa propietaria tanto de la explotación como de la fábrica de suelos artificiales. Para la restauración de otras canteras de la misma empresa, habrá que añadir el coste derivado del transporte; en el caso más desfavorable, la cantera Cabral, que se encuentra a 12 km de Los Algarrobos, el coste del suelo artificial, incluyendo el transporte, y considerando un margen del 10 % en el volumen y una densidad del suelo artificial de 1 t/m³, sería:

$$\text{Coste} = 0,93 \frac{\text{euros}}{t} + \frac{0,20 \frac{\text{euros}}{\text{km}} \cdot 24 \text{ km}}{\frac{30 \text{ m}^3 \cdot 1 \frac{t}{\text{m}^3}}{1,1}} = 1,11 \frac{\text{euros}}{t}$$

Este precio sigue siendo mucho inferior al del suelo natural, aún habiendo hecho suposiciones conservadoras (producción mínima, mayor distancia de los residuos de biomasa, tasas de gestión de residuos mínimas, etc.). Por lo tanto, se concluye que la restauración de espacios degradados con suelos artificiales supone una alternativa que presenta grandes ventajas respecto a la utilización tradicional de suelos naturales, tanto desde el punto de vista medioambiental como desde el punto de vista económico.

Para canteras, vertederos, etc., propiedad de otras empresas, además del transporte se consideraría un precio que incluyese un margen de beneficio, pero manteniendo siempre un coste final inferior al suelo natural, para seguir suponiendo una alternativa competitiva.

ANEXO 4

DOCUMENTACIÓN DE FABRICANTES

ÍNDICE.

CAPÍTULO 1: TRITURADORA DE MANDÍBULAS METSO NORDBERG
C80..... 135

CAPÍTULO 2: TRITURADORA DE IMPACTOS METSO NORDBERG
NP1007..... 147

CAPÍTULO 3: TRITURADORA WEIMA WL-20..... 154

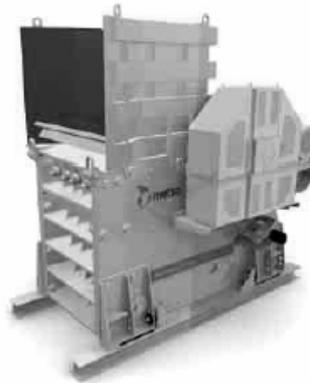
CAPÍTULO 4: TRITURADORA WEIMA WL-4..... 158

**CAPÍTULO 1: TRITURADORA DE MANDÍBULAS METSO NORDBERG
C80.**



Trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C





Contenido

Alta calidad y fiabilidad.....	4
Alto rendimiento.....	6
Bajos costes de funcionamiento e instalación	10
Instalaciones en superficie	14
Instalaciones subterráneas.....	16
Plantas móviles.....	18
Infomación técnica	20
No todas las trituradoras de mandíbulas son iguales.....	22

La trituradora de mandíbulas preferida en el mundo entero

Metso Minerals, el grupo líder mundial en el procesamiento de rocas y minerales, ha instalado más de 10.000 trituradoras de mandíbulas desde la década de 1920. En la actualidad, la Nordberg Serie C es, sin duda alguna, la trituradora de mandíbulas preferida en todo el mundo. En todas las situaciones en las que se requiere una reducción primaria rentable de materiales abrasivos y de alta dureza, las trituradoras de la Serie C representan el máximo nivel de conocimientos técnicos y de fabricación.

Todas las trituradoras de mandíbulas de la Serie C se basan en una revolucionaria construcción de bastidor modular sin soldaduras. Este diseño ofrece a los usuarios la máxima resistencia posible a la fatiga, una excelente fiabilidad y numerosas posibilidades de montaje. Todo ello, combinado con sus componentes de acero fundido de alta calidad y sus rodamientos de rodillos esféricos, proporciona una disponibilidad excepcionalmente alta de la trituradora, un proceso rentable y un coste reducido por tonelada.

La línea de la Serie C incorpora en la actualidad 2 gamas de modelos. La primera es la gama de trituradoras de mandíbulas de tipo tradicional y muy conocidas en el mercado, diseñadas para aplicaciones tanto fijas como móviles (C80, C100, C3054, C110, C125, C140, C145, C160, C200). La segunda gama se ha diseñado específicamente para adaptarse a las necesidades de la trituración móvil de tamaño pequeño o mediano (C95, C105). Todas las trituradoras de la Serie C se diseñan para triturar roca de altísima dureza.

Sean cuales sean sus necesidades de trituración (desde roca abrasiva y de alta dureza hasta distintos materiales de reciclaje), siempre encontrará la solución óptima dentro de la gama de trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C. ¡Compruebe de primera mano las ventajas de la trituradora de mandíbulas preferida en el mundo entero!

Alta calidad y fiabilidad

Fabricación y materiales líderes en el mundo

Las trituradoras de la Serie C resultan insuperables tanto por su diseño como por los materiales que utilizamos en su fabricación. Se ha prestado una atención especial incluso a los detalles más pequeños, con el fin de garantizar la máxima funcionalidad y fiabilidad posible y sin hacer ningún tipo de concesión. ¡Quienes han instalado y utilizado trituradoras de mandíbulas de la Serie C saben que no todas las trituradoras de mandíbulas son iguales!

Construcción modular sin soldaduras

La exclusiva construcción modular del bastidor, sin soldaduras, es un diseño de última generación basado en dos placas laterales de acero laminado en caliente, unidas a bastidores de acero fundido de alta calidad mediante rebordes mecanizados con alta precisión y asegurados por pernos. La ausencia de inductores de tensión, como los cordones de soldadura, garantiza una excelente resistencia frente a las cargas de impacto.

Conjunto de biela de alta resistencia

La biela se fabrica en acero fundido de alta calidad y es accionada por dos volantes de inercia macizos de acero o hierro fundidos. Un eje excéntrico forjado de gran tamaño y cuatro grandes rodamientos de rodillos cilíndricos todos del mismo tamaño, garantizan la máxima fiabilidad incluso en las condiciones de trituración más exigentes. Los rodamientos se lubrican con grasa y están protegidos de cualquier contaminación mediante juntas laberínticas de resultados probados.

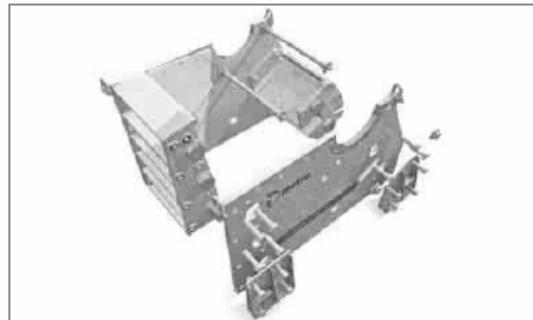
Alojamientos para rodamientos con bastidor de acero fundido de una pieza

Los alojamientos para rodamientos con bastidor de acero fundido de una pieza garantizan una adaptación perfecta al bastidor de la trituradora. También evitan la aplicación de cargas innecesarias a los rodamientos del bastidor, algo que ocurre habitualmente con los alojamientos para rodamientos con bastidor de dos piezas.

Construcción de trituradora reparable

Las trituradoras de la Serie C siempre satisfacen las expectativas de resistencia de sus usuarios durante las 24 horas del día, pero puede darse el caso de que necesiten cierta atención. Gracias al uso de componentes de acero fundido, la trituradora puede ser regenerada o reconstruida de forma económica después de un buen número de años de uso. Estas reparaciones resultan poco rentables o incluso imposibles de realizar en el caso de otros diseños de trituradora.

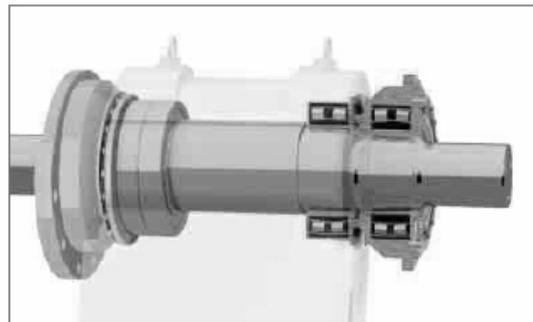
El robusto conjunto de biela garantiza la máxima fiabilidad incluso en las condiciones de trituración más exigentes.



La biela, los bastidores de la trituradora y los alojamientos para rodamientos se fabrican en acero fundido de alta calidad.



Su construcción modular sin soldaduras garantiza una excelente resistencia.



Todas las trituradoras de la Serie C incorporan rodamientos de eje excéntrico mayores y más resistentes que otras trituradoras de unas dimensiones comparables.

Alto rendimiento

El diseño de cavidad perfecto

Las trituradoras de mandíbulas de la Serie C se diseñan literalmente "de dentro afuera", dado que la cavidad es el corazón y la razón de existir de la trituradora de mandíbulas. Por eso llevamos muchos años prestando una gran atención a las dimensiones de las aberturas de alimentación, así como a la altura de la cavidad. La perfecta relación entre la anchura de la abertura de alimentación y la profundidad de la cavidad garantiza el mínimo de bloqueos y evita que la trituradora tenga una altura innecesaria.

Cinemática de alto impacto y gran potencia

Además de utilizar unas dimensiones adecuadas en la cavidad, es necesario aplicar la cinemática correcta. Por ello, las trituradoras de mandíbulas de la Serie C cuentan con una larga carrera excéntrica acoplada a un ángulo de placa basculadora elevado que aumenta el vaivén eficaz en la descarga de la trituradora. El vaivén largo, combinado con la velocidad adecuada, la inercia de los volantes y la alta potencia de trituración disponible dan como resultado un rendimiento de trituración impresionante. El funcionamiento con reglaje reducido, así como el método elegido para el reglaje, permite obtener productos más finos en comparación con otras trituradoras.

Las mandíbulas adecuadas para cada aplicación

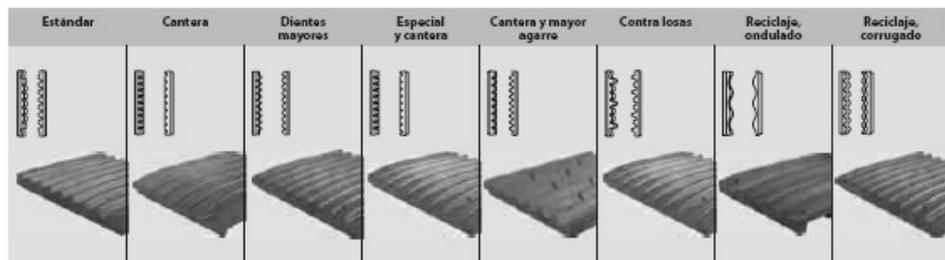
Con el paso de los años hemos desarrollado muchos tipos de mandíbulas para optimizar el rendimiento de las trituradoras Nordberg Serie C en una amplísima gama de aplicaciones, como canteras convencionales, minas, graveras y reciclaje de asfalto y material de demoliciones. Los perfiles de los dientes, así como el grosor de las mandíbulas, están optimizados y combinados con las mejores aleaciones de acero al manganeso para aumentar al máximo la productividad y minimizar los costes de funcionamiento. Metso Minerals también desarrolla activamente mandíbulas para aplicaciones especiales. También están disponibles placas laterales especiales.



Desarrolladas inicialmente para las exigentes condiciones de trabajo las trituradoras de mandíbulas de la Serie C trituran con eficiencia materiales duros.



El diseño perfecto de la cavidad y una cinemática adecuada son dos de los motivos por los que la Serie C ofrece un alto rendimiento día tras día.



Existen muchos tipos de mandíbulas para las distintas aplicaciones. Póngase en contacto con Metso Minerals si necesita asesoramiento para su aplicación en concreto.

Las trituradoras de la Serie C se han diseñado "de dentro afuera".

7

Alto rendimiento

Capacidades y especificaciones técnicas

	C95	C105	C80	C100	C3054	C110	C125	C140	C145	C160	C200
Anchura de la abertura de alimentación mm	930	1060	800	1000	1375	1100	1250	1400	1400	1600	2000
Profundidad de la abertura de alimentación mm	580	700	510	760	760	850	950	1070	1100	1200	1500
Potencia kW	90	110	75	110	160	160	160	200	200	250	400
Velocidad (rpm)	330	300	350	260	260	230	220	220	220	220	200
Tamaño del producto mm	Lado cerrado Regleja mm		t/h	t/h							
0-30	20		*								
0-35	25	*	*	*							
0-45	30	*	*	*							
0-60	40	*	*	55 - 75	*	*	*				
0-75	50	*	*	65 - 95	*	*	*				
0-90	60	105 - 135	*	80 - 110	*	*	*				
0-105	70	125 - 155	135 - 175	95 - 135	125 - 175	210 - 270	160 - 220				
0-120	80	140 - 180	155 - 195	110 - 150	145 - 200	240 - 300	175 - 245	*			
0-135	90	160 - 200	175 - 225	125 - 175	160 - 220	260 - 330	190 - 275	*	*	*	
0-150	100	175 - 225	195 - 245	140 - 190	180 - 250	285 - 365	215 - 295	245 - 335	*	*	*
0-185	125	220 - 280	245 - 315	175 - 245	220 - 310	345 - 435	260 - 360	295 - 405	325 - 445	335 - 465	*
0-225	150	265 - 335	295 - 375	210 - 290	265 - 365	405 - 515	310 - 430	345 - 475	380 - 530	395 - 545	430 - 610
0-260	175	310 - 390	345 - 435	245 - 335	310 - 430	465 - 595	350 - 490	395 - 545	435 - 605	455 - 625	495 - 695
0-300	200		390 - 500		355 - 490	530 - 670	405 - 555	445 - 615	495 - 685	510 - 710	560 - 790
0-340	225							495 - 685	550 - 760	570 - 790	625 - 880
0-375	250							545 - 755	610 - 840	630 - 870	685 - 965
0-410	275									690 - 950	745 - 1055
0-450	300									815 - 1145	1015 - 1435

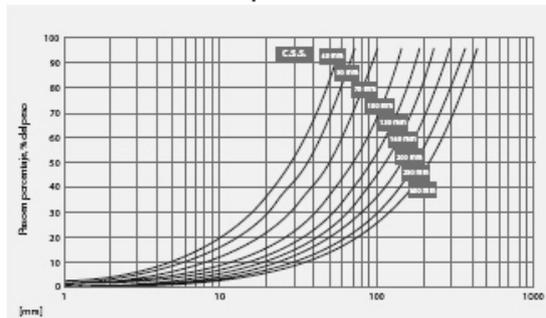
* Con frecuencia es posible utilizar reglejas del lado cerrado más reducidas, en función de la aplicación y los requisitos de producción. Póngase en contacto con Metso Minerals para recibir una estimación de rendimiento para su aplicación en concreto.

Las cifras anteriores se basan en un material de alimentación con una masa específica media de 2,7, con un tamaño máximo de alimentación que entra sin problemas en la cámara de trituración sin pasante y retirando el material menor al 5% (lado cerrado). Las capacidades pueden variar en función del método de alimentación y de características de alimentación como la granulometría, la densidad bruta, la humedad, el contenido de arcillas y la facilidad de trituración.

La medición del regleja del lado cerrado de la trituradora varía en función del perfil de mandíbulas utilizado y afecta a la capacidad y la graduación del producto en la trituradora. Los factores siguientes permiten aumentar la capacidad y el rendimiento de la trituradora:

1. Selección adecuada de las mandíbulas.
2. Graduación correcta de la alimentación.
3. Velocidad de alimentación controlada.
4. Suficiente capacidad y anchura del alimentador.
5. Área de descarga adecuada para la trituradora.
6. Cinta transportadora de descarga dimensionada para transportar la máxima capacidad de la trituradora.

Graduación de productos indicativa



La trituradora de mandíbulas Nordberg C110 en una instalación fija.

Bajos costes de funcionamiento e instalación

Bajos costes de funcionamiento e instalación

Además de ofrecer un alto rendimiento, las trituradoras de la Serie C se han diseñado también para reducir sus costes totales de trituración. Cada característica exclusiva de la Serie C aporta ventajas específicas que influyen directamente en su cuenta de resultados. Por ello, usted experimentará un claro aumento de la rentabilidad. ¡Quienes han instalado y utilizado trituradoras de mandíbulas de la Serie C saben que no todas las trituradoras de mandíbulas son iguales!

Sistemas de reglaje tan rápidos como seguros

Todas las trituradoras de la Serie C cuentan con un sistema probado, resistente y rápido de reglaje por cuñas. El reglaje por cuñas resulta más sencillo, mucho más seguro y más rápido que los obsoletos sistemas de reglaje por suplementos.

El reglaje de la trituradora puede hacerse a mano y en cuestión de minutos, con herramientas que se suministran con la trituradora y sin necesidad de manejar suplementos sucios y pesados. Otra posibilidad es cambiar el reglaje de la trituradora en segundos desde una ubicación remota. ¡Incluso cuando la trituradora está llena. El sistema también resulta especialmente efectivo a la hora de vaciar la cavidad de la trituradora si llega a pararse con carga debido a interrupciones del suministro eléctrico.

¿Preferiría no tener que reparar continuamente la cimentación de su trituradora de mandíbulas?

Los amortiguadores y topes de goma reducen eficazmente las cargas de compresión aplicadas a la cimentación, reduciendo la absorción de los picos de carga de impacto y permitiendo que la trituradora se mueva tanto vertical como longitudinalmente. Este sistema exclusivo e innovador elimina la necesidad de usar pernos de anclaje y es una solución mucho más práctica, ya que los esfuerzos de anclaje pueden llegar a dañar la cimentación de una trituradora de mandíbulas.

Los rodamientos más resistentes del mercado

Todas las trituradoras de la Serie C incorporan rodamientos de eje excéntrico mayores y más resistentes que otras trituradoras de unas dimensiones comparables. Su mayor capacidad de soporte de cargas y la eficacia de sus juntas laberínticas permiten alargar considerablemente la vida útil de los rodamientos.

Una trituradora de mandíbulas A Nordberg C140 en una instalación fija.



El reglaje manual por cuñas resulta más rápido y seguro que los obsoletos sistemas de reglaje por suplementos.



El reglaje hidráulico por cuñas permite cambiar el reglaje en segundos incluso mientras la trituradora está vacía.



Los amortiguadores y topes especiales fabricados en goma permiten que la trituradora se mueva tanto vertical como longitudinalmente, evitando con ello los desgastes y posibles daños posteriores en la cimentación de la trituradora.

Bajos costes de funcionamiento e instalación

Versátil base para motor integrada

La base para motor integrada está montada en el bastidor principal de la trituradora, con lo que se reducen las necesidades de espacio y la necesidad de usar correas trapezoidales muy largas. La vida útil de las correas trapezoidales se alarga gracias a que no existe ningún movimiento diferencial entre la trituradora y la base para motor integrada. Además, la base pivota sobre la trituradora a la hora de ajustar la tensión de las correas trapezoidales. Por otro lado, admite motores eléctricos tanto de tipo IEC como NEMA. El uso de una base para motor integrada permite utilizar protectores estándar sobre los volantes de inercia, eliminando la necesidad de trabajos de ingeniería y montaje en sus instalaciones.

Protectores de volantes de inercia compactos y con servicio técnico sencillo

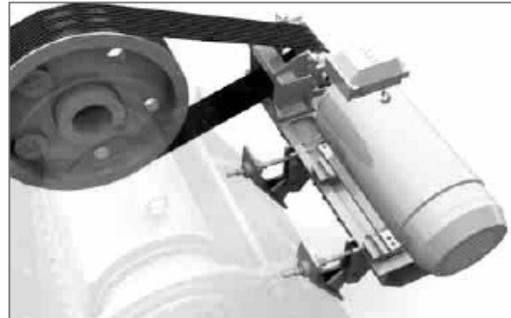
Los protectores de los volantes de inercia están fijados con pernos a las placas laterales de la trituradora y protegen eficazmente a los operadores de las piezas móviles potencialmente peligrosas. Las ventanas de inspección y las puertas de acceso permiten a los técnicos inspeccionar y mantener la trituradora. Su uso también permite un acceso más cómodo a la trituradora, dado que los protectores no están apoyados en la plataforma de servicio.

Conducto de alimentación especial

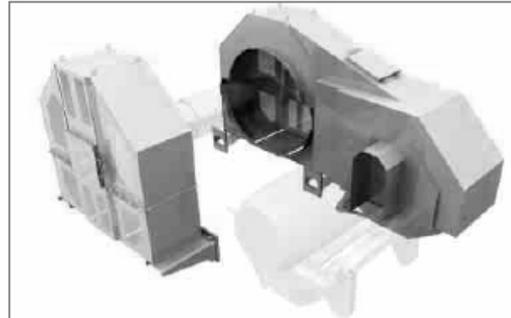
El conducto de alimentación se ha diseñado para guiar eficazmente la alimentación hacia el interior de la cavidad de la trituradora. La retirada y el montaje de las mandíbulas y las placas laterales se realizan sin necesidad de mover ni desmontar el conducto de alimentación. Este conducto está fijado con pernos a la trituradora y puede desmontarse para otras tareas de mantenimiento.

Otras excelentes características que reducirán sus costes

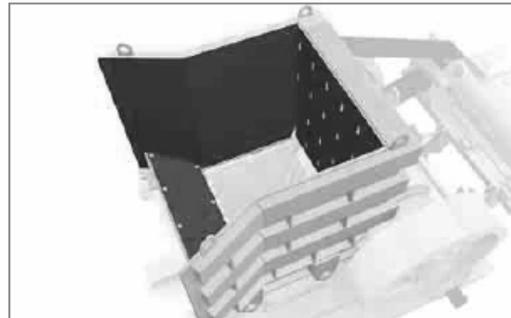
Existen varias características adicionales que le ayudarán a conseguir unos costes de funcionamiento e instalación muy reducidos. Entre ellas se encuentra el sistema de lubricación automática con grasa, distintos soportes de montaje para adaptarse a distintas alturas de alimentación, sensores de temperatura y velocidad, placas de protección y placas intermedias que permiten aumentar al máximo el aprovechamiento de las mandíbulas de manganeso. También existen placas desviadoras que protegen a la cinta transportadora de descarga de la trituradora ante las barras de acero puntiagudas que suelen aparecer en las aplicaciones de reciclaje.



La base para motor integrada reduce los requisitos de espacio y los costes de mantenimiento.



Los protectores de los volantes de inercia reducen los requisitos de espacio alrededor de la trituradora.



El conducto de alimentación protege eficazmente a la trituradora y puede desmontarse para tareas e mantenimiento.

Una trituradora de mandíbulas A Nordberg C160
en una instalación fija de minería.

Instalaciones en superficie

Su mejor opción para instalaciones en superficie

Las trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C son su mejor opción para las instalaciones fijas en superficie, como canteras, minas, graveras e incluso plantas de reciclaje. Su facilidad de instalación y servicio junto con su productividad las hacen especialmente adecuadas tanto para instalaciones existentes como para nuevos emplazamientos.

La mejor sustituta para su trituradora actual

Gracias a sus requisitos generales de espacio, las trituradoras de la Serie C son la opción idónea para sustituir a sus trituradoras de mandíbulas actuales de simple y doble efecto. En comparación con las trituradoras de esas versiones anteriores, presentan unos requisitos de cimentación menores y por tanto rara vez se requieren modificaciones en la cimentación existente.

Un aumento en la capacidad de la planta, la capacidad para procesar una alimentación más gruesa y la posibilidad de producir un producto más fino son algunas de las ventajas de sustituir las trituradoras de simple y doble efecto de unas dimensiones comparables.

Conocimientos profundos en plantas completas

Metso Minerals diseña y suministra sistemas completos de trituración y cribado de áridos. Tenemos presencia local en todo el mundo y gestionamos el diseño de plantas, la selección de equipos, el aprovisionamiento, la fabricación, la instalación y la puesta en servicio. Cada nueva planta de trituración primaria se adapta a las necesidades de cada cliente. Nuestros distintos tipos de disposiciones de alimentación, la automatización, la facilidad de servicio y la rentabilidad global son las claves de nuestro éxito.



Una C125 durante la fase de instalación en una nueva planta de trituración primaria.



Una C145 durante la fase de instalación en una nueva planta de trituración primaria.



Una C200 tras la sustitución de una trituradora de mandíbulas de doble placa basculadora. Se ha aumentado la capacidad de la planta sin necesidad de modificar la cimentación.

Una trituradora de mandíbulas A Nordberg C145 en una instalación fija.

Instalaciones subterráneas

Su mejor opción para instalaciones subterráneas

Sin duda alguna, las trituradoras de la Serie C son las trituradoras más utilizadas en las minas y canteras subterráneas de todo el mundo. Su productividad, fiabilidad, facilidad de transporte y posibilidades de automatización hacen de ellas la opción idónea para las producciones que funcionan las 24 horas del día.

Montaje subterráneo

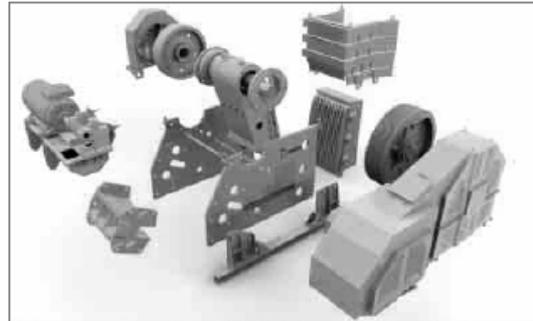
El transporte de las trituradoras de la Serie C hasta las instalaciones subterráneas se ha simplificado enormemente, dado que todos y cada uno de los componentes principales se maneja por separado y el ensamblaje final de la trituradora se realiza bajo tierra. Este hecho influye directamente en la planificación de la mina, consiguiéndose con frecuencia un ahorro considerable de costes y tiempo.

El ensamblaje final bajo tierra sólo necesita los elevadores habituales y se realiza en un tiempo sorprendentemente corto.

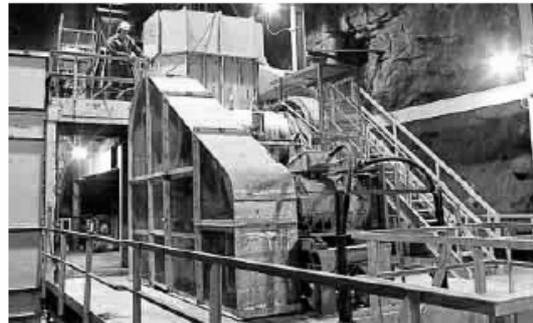
Fácil de automatizar

Gracias a su reglaje de tipo hidráulico, las trituradoras de mandíbulas de la Serie C pueden integrarse completamente en los sistemas de automatización de la planta. El reglaje de la trituradora puede cambiarse desde un armario eléctrico situado junto a la trituradora o desde la sala de control, con sólo pulsar un botón e incluso mientras la trituradora está en carga.

La lubricación de los rodamientos de la trituradora puede automatizarse también. Las temperaturas de los rodamientos, la velocidad de la trituradora y los niveles de la cavidad pueden medirse e integrarse completamente en los sistemas de automatización de la planta.



Las trituradoras de mandíbulas de la Serie C, con su diseño con pasadores y pernos, son fáciles de transportar y mover en minas subterráneas estrechas.



Una C160 en una mina aurífera subterránea.



Una trituradora de mandíbulas A Nordberg C200 en el proceso de montaje en una mina subterránea. La trituradora fue transportada en piezas y ensamblada bajo tierra.

Una C200 en funcionamiento en una mina subterránea de cinc y cobre a 1.400 metros de profundidad. La trituradora se monitoriza y maneja desde la sala de control situada en la superficie.

Plantas móviles

Líderes en plantas móviles con trituradoras primarias de mandíbulas

Metso Minerals ha sido la empresa pionera en el desarrollo de plantas de trituración totalmente móviles y montadas sobre orugas y también lleva décadas suministrando plantas sobre ruedas y semimóviles. Las plantas de trituración con mandíbulas Lokotrack (LT) y Nordberg NW se usan en producciones de áridos, minería, reciclaje y trituración en túneles.

El centro de cada planta móvil con trituradora de mandíbulas es una trituradora Nordberg Serie C.

Movilidad total con la gama Lokotrack

La planta móvil de trituración de la Serie Lokotrack se basa en ideas innovadoras centradas en la flexibilidad que permiten trasladar el equipo hasta el frente de arranque para eliminar la necesidad de utilizar camiones de acarreo. Las plantas Lokotrack pueden moverse dentro de un mismo emplazamiento o de un emplazamiento a otro, lo que significa menores costes de transporte de materiales. La transportabilidad puede mejorarse aún más con opciones especiales como las versiones multirruedas o divididas. La utilización de equipos de trituración totalmente móviles presenta unas ventajas considerables, como la reducción del tráfico, el ruido y las emisiones contaminantes en la cantera. Gracias a la combinación de todos estos factores, se consigue un entorno de trabajo más seguro y más limpio.

Una planta móvil Nordberg para cada proceso de trituración

Independientemente de si el requisito prioritario es una alta capacidad de producción, buena adaptación a distintos procesos, cubricidad excelente o trituración eficiente de materiales reciclados, la gama de plantas móviles de Metso Minerals puede ofrecerle la respuesta más adecuada.

Desde las aplicaciones de trituración bajo pedido hasta las exigentes aplicaciones de trituración dentro de la excavación, Metso Minerals cuenta con la planta móvil adecuada y adaptada a sus necesidades de capacidad y producto final.

La gigantesca Lokotrack LT160, acoplada con las cintas transportadoras móviles Lokolink para áreas de excavación, elimina la necesidad de usar camiones de acarreo.



La planta móvil de trituración con mandíbulas Lokotrack LT10SS produce 2 productos en una sola fase.

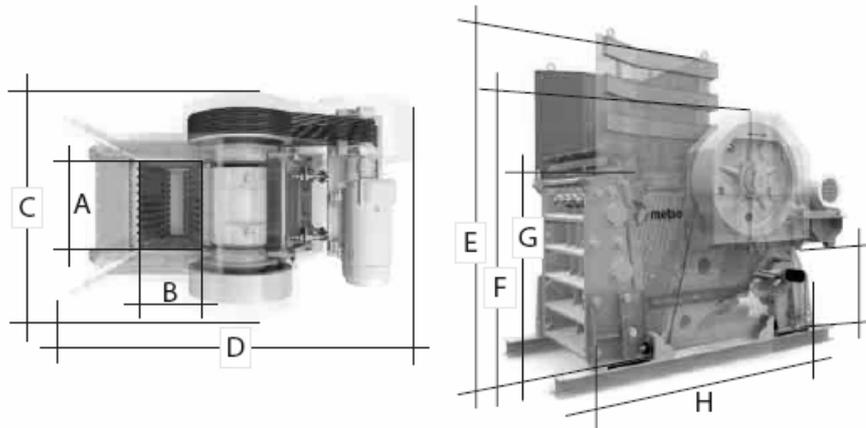


Proceso de trituración y cribado en tres etapas con los modelos Lokotrack LT10, LT300GP y LT300GPB.



Trituración móvil con la NW125.

Información técnica

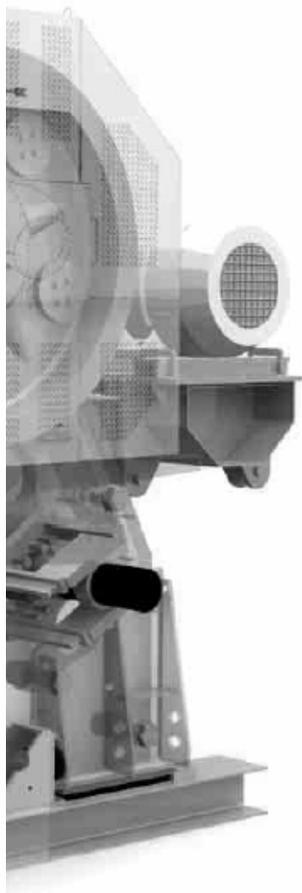


Dimensiones y pesos

		C95	C105	C80	C100	C3054	C110	C125	C140	C145	C160	C200
A	mm	930	1060	800	1000	1375	1100	1250	1400	1400	1600	2000
B	mm	580	700	510	760	760	850	950	1070	1100	1200	1500
C	mm	1755	2030	1526	2420	2640	2385	2800	3010	3110	3700	4040
D	mm	2880	3320	2577	3670	3540	3770	4100	4400	4600	5900	6700
E	mm	1610	2075	1990	2890	2470	2890	3440	3950	4100	4580	4950
F	mm	1460	2005	1750	2490	2470	2750	2980	3140	3410	3750	4465
G	mm	755	1135	1200	1700	1080	1940	2100	2260	2430	2650	2800
H	mm	2500	2630	2100	2965	2950	2820	3470	3755	3855	4280	4870
I	mm	465	700	625	775	690	580	980	1050	1050	1300	1400
Peso de la trituradora básica	kg	9 759	14 350	7 670	20 060	25 900	25 800	37 970	48 250	55 800	71 330	121 510
Peso de la trituradora en operación	kg	11 870	17 050	9 520	23 300	30 300	29 500	43 910	55 600	65 000	83 300	137 160

Los diagramas certificados de disposición general, dimensión y requisitos de espacio para servicio técnico están disponibles a través de Metso Minerals.

No todas las trituradoras de mandíbulas son iguales



En contra de lo que se suele creer, no todas las trituradoras de mandíbulas son iguales. Esta es una afirmación que se cumple claramente en el caso de las trituradoras de mandíbulas Nordberg Serie C. Pero nuestro éxito no tiene secretos. ¡Compruebe de primera mano las ventajas de la trituradora de mandíbulas preferida en el mundo entero!

Alta calidad y fiabilidad

- Fabricación y materiales líderes en el mundo
- Construcción modular sin soldaduras
- Cuatro rodamientos del mismo tamaño, más grandes que los de la mayoría de las trituradoras de unas dimensiones comparables
- Biela y bastidores de la trituradora fabricados en acero fundido
- Alojamiento para rodamientos con bastidor de acero fundido de una pieza
- Construcción de trituradora reparable

Alto rendimiento

- El diseño de cavidad perfecto
- Gran excentricidad velocidad óptima y alta potencia instalada
- Reglaje reducido de la trituradora
- Mandíbulas y placas laterales adecuadas para la gama más amplia de aplicaciones

Bajos costes de funcionamiento e instalación

- Fácil de automatizar
- Sistema de reglaje por cuñas, tan rápido como seguro
- Placas de protección detrás de las placas de mandíbula
- Trituradora montada sobre amortiguadores de goma
- Versátil base para motor integrada
- Protectores de volantes de inercia compactos y con servicio técnico sencillo
- Conducto de alimentación especial
- Sistema automático de lubricación con grasa

Utilizadas en una amplia gama de aplicaciones, tanto fijas como móviles

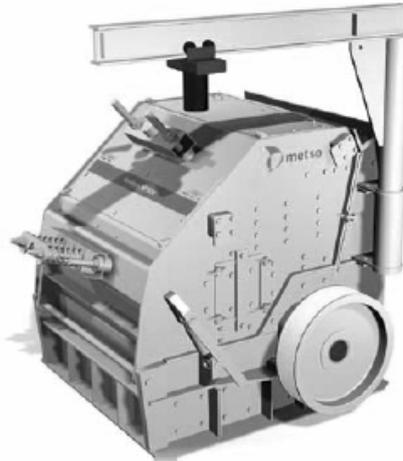
- Áridos
- Minería (a cielo descubierto y subterránea)
- Reciclaje (hormigón, asfalto, etc.)
- Industrias (escorias, ánodos, etc.)

**CAPÍTULO 2: TRITURADORA DE IMPACTOS METSO NORDBERG
NP1007.**



Molinos de Impacto Nordberg Serie NP





Altas prestaciones para el mayor beneficio

Los molinos de impacto de la gama Nordberg NP se distinguen por su potente rotor, el empleo de materiales muy resistentes al desgaste y un diseño particular de las cámaras de trituración. Una combinación excepcional de características que permite elevar notablemente la capacidad de producción y elaborar productos de excelente calidad, todo con unos costes de funcionamiento inferiores, gracias, en particular, a la supresión de muchos problemas de desgaste. Otra particularidad de los molinos de impacto NP es su exclusivo sistema de sujeción del martillo, que ofrece las mejores garantías. Necesitan menos mantenimiento, y las operaciones de reglaje son muy sencillas. Los molinos de impacto NP ofrecen las mejores prestaciones en aplicaciones primarias, secundarias, terciarias y en todas las aplicaciones de reciclaje.

Larga tradición de calidad

La gama de molinos de impacto NP es el fruto de 50 años de experiencia de Metso Minerals en la fabricación de los molinos de impacto BP y HS.

La industria reconoce los molinos de la serie NP como una síntesis de las innovaciones tecnológicas de los equipos Nordberg, un fabricante decidido a ofrecer siempre la mejor solución disponible, particularmente en lo que concierne a la resistencia de materiales al desgaste, para garantizar a sus clientes los más altos niveles de rentabilidad.

Ventajas económicas

Los equipos Metso Minerals ponen más alto el listón

Aumento de producción

Las características de los molinos de impacto NP permiten satisfacer todas las exigencias de utilización y explotación, actuales y futuras, responder a las crecientes exigencias de capacidad de producción. Un minucioso trabajo de ingeniería ha permitido ampliar la alimentación y la cámara de trituración, disponer idealmente las pantallas de impacto y adaptar el rotor según las distintas aplicaciones, para elevar la capacidad de producción. Destaca la ingeniería del rotor, con su inercia más importante, que permite reducir más eficazmente el material y elevar la capacidad. Los molinos de impacto garantizan excelentes resultados: altos valores de reducción y un producto más fino obtenido en menos etapas de trituración, lo que supone costes mínimos de inversión y de explotación.

Mejora de calidad

Metso Minerals no transige en calidad, en ninguno de los aspectos de sus molinos de impacto NP. La opción inicial era un rotor único, que permitiera adoptar un solo formato de martillos para molinos primarios y secundarios de la misma capacidad, pero hemos logrado que los rotores primarios sean de mayor tamaño, y siempre con los mismos martillos. Gracias a una colaboración continuada con distintos laboratorios de investigación, podemos ofrecer a nuestros clientes las soluciones técnicas más avanzadas en términos de duración de las piezas de desgaste (martillos, blindajes de pantallas, blindajes laterales) y fiabilidad de los componentes mecánicos de la máquina (árbol, rodamientos, etc.).

Soluciones para todas las aplicaciones

La calidad de los elementos mecánicos de los molinos de impacto Nordberg NP permite utilizarlos en toda clase de aplicaciones y en diferentes configuraciones. Desde la trituración de materiales poco abrasivos hasta las aplicaciones industriales de reciclaje, los molinos de impacto NP garantizan siempre los mejores resultados.



Aplicación secundaria : molinos de impacto NP1620 en instalación fija.



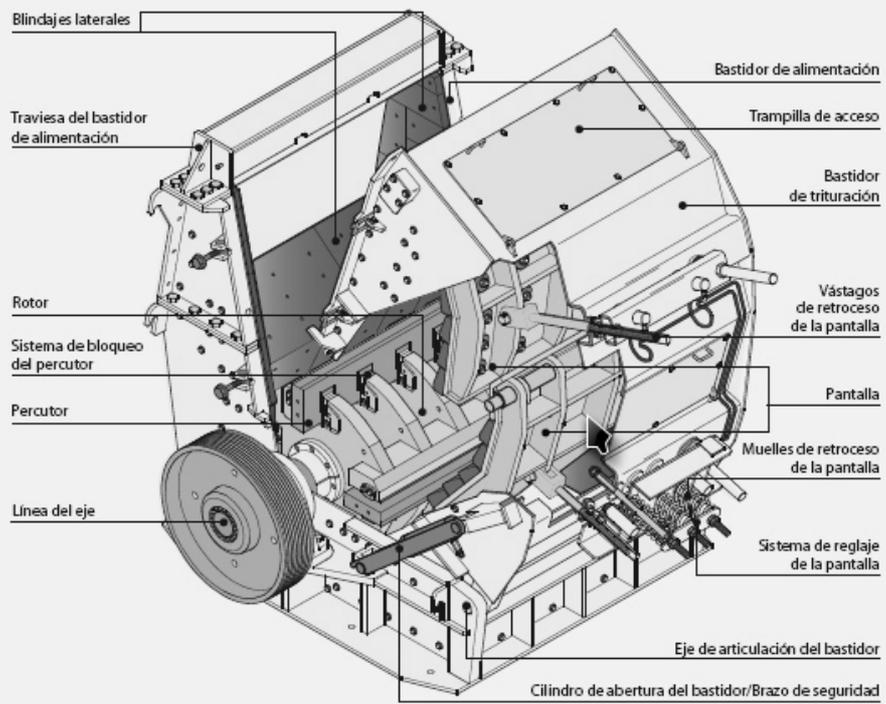
Aplicación en reciclaje : molinos de impacto NP1007 instalado en Lokotrack



Aplicación móvil : molinos de impacto NP1315 instalado en Nordwheeler

Molinos de percusión Nordberg NP1213 en instalación fija (Francia).

Componentes principales



Ventajas económicas

Exclusivo sistema de sujeción de los martillos

El empleo de calidades de acero especiales resistentes al desgaste no es la única diferencia de los molinos de impacto NP. El sistema de sujeción también es muy especial: los martillos están asegurados al rotor por un montaje especial de cuñas, con un par de apriete superior al de cualquier otro sistema disponible en el mercado. Una sujeción segura y el ajuste perfecto de posición de los martillos sobre las caras de contacto del rotor, garantizan que no hay juego entre el rotor y el martillo, una ventaja muy importante. Dado que hay menos riesgos de rotura, los martillos en fundición con cromo pueden utilizarse más allá de los límites habituales.

Mantenimiento más sencillo y todas las garantías de seguridad

Se utiliza una sola central hidráulica para abrir la estructura y hacer el reglaje de las pantallas de impacto. Las puertas con protección dispuestas en todo el perímetro de la estructura permiten acceder al interior del molino. En previsión de las numerosas posibilidades de implantación, es posible reemplazar los martillos en posición horizontal o vertical.

Otra condición importante del diseño técnico era hacer las piezas de desgaste modulares, para reducir el número de piezas diferentes. Además, el usuario puede intercambiar las distintas piezas de una máquina, dado que todas no sufren el mismo desgaste, y esto permite trabajar con un stock más reducido de recambios.

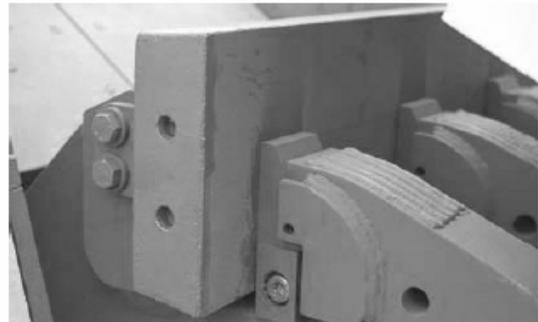
Los detectores instalados en la estructura impiden el funcionamiento de la máquina para garantizar la seguridad durante todas las operaciones de mantenimiento.

Distintas posibilidades de aplicación, fácil de utilizar

Si las nuevas actividades de la empresa hicieran necesario un uso diferente de la máquina, los molinos de impacto de la serie NP permiten esta adaptación sin modificaciones particulares. Estos molinos pueden adaptarse a todas las aplicaciones, simplemente instalando la opción apropiada: asistencia hidráulica, reglaje hidráulico, tercera pantalla de impacto, empleo de diferentes calidades de acero resistentes al desgaste (martillos, blindajes de pantalla, blindajes laterales). Para obtener las mejores prestaciones de los molinos de impacto NP sólo es necesario hacer la configuración correcta para la utilización, sin ninguna otra operación particular.

Automatización de la regulación

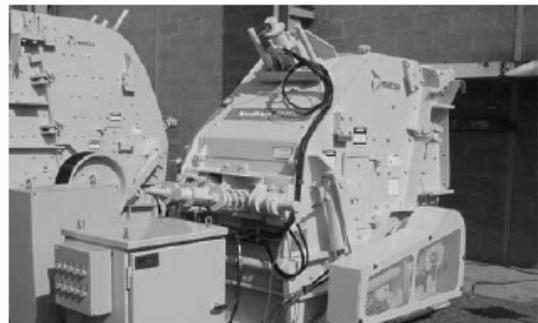
Un sistema opcional de regulación automática permite manejar a distancia la abertura del impactor, sin intervención humana. El principio consiste en calibrar y regular la placa de impacto inferior a la medida deseada. La placa de impacto superior se ajustará automáticamente para un valor calculado. El resultado será la máquina auto-ajustándose, para compensar el desgaste, mismo que haya modificaciones en la aplicación.



Sistema de sujeción de los martillos



Asistencia hidráulica



Sistema de regulación automática

Capacidades de trituradoras¹

Modelos	Granulometría máxima de alimentación 400 mm		Granulometría máxima de alimentación 200 mm	
	Granulometría de salida 60 mm	Granulometría de salida 40 mm	Granulometría de salida 40 mm	Granulometría de salida 20 mm
NP1007	150 MtpH	100 MtpH	150 MtpH	80 MtpH
NP1110	200 MtpH	150 MtpH	250 MtpH	150 MtpH
NP1213	250 MtpH	200 MtpH	300 MtpH	200 MtpH
NP1315	350 MtpH	250 MtpH	350 MtpH	250 MtpH
NP1520	500 MtpH	400 MtpH	600 MtpH	350 MtpH
Modelos	Granulometría máxima de alimentación 800 mm		Granulometría máxima de alimentación 600 mm	
	Granulometría de salida 200 mm	Granulometría de salida 100 mm	Granulometría de salida 200 mm	Granulometría de salida 100 mm
NP1210	350 MtpH	250 MtpH	350 MtpH	250 MtpH
NP1313	450 MtpH	300 MtpH	500 MtpH	350 MtpH
NP1415	550 MtpH	400 MtpH	600 MtpH	400 MtpH
NP1620	900 MtpH	600 MtpH	950 MtpH	650 MtpH
NP2023	1800 MtpH	1200 MtpH	2000 MtpH	1300 MtpH

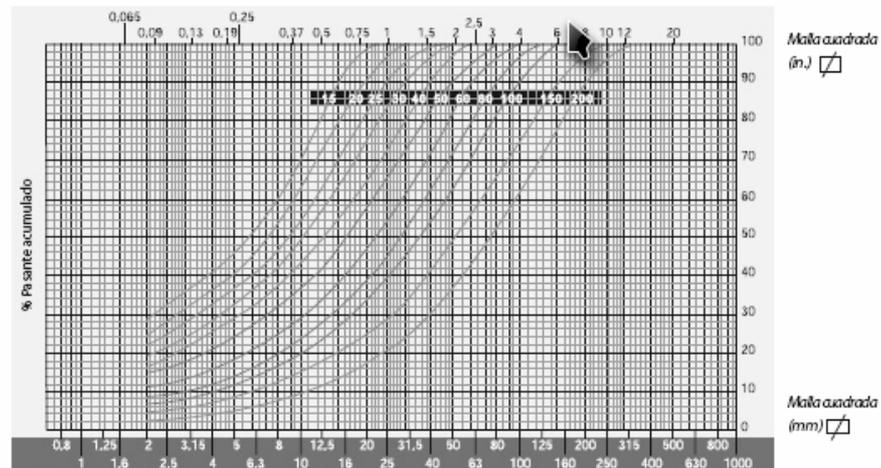
¹Se representan capacidades instantáneas de producción.

Las capacidades mostradas en el cuadro son solo una herramienta orientativa por la selección de los molinos de impacto NP.

Dichas capacidades solo son aplicables para materiales con densidad de 100 Lb/ft³ ó 1.600 kg/m³.

El molino impactor es solo uno de los componentes de la instalación, como tal su rendimiento depende en parte de su correcta selección, del funcionamiento de los alimentadores, cintas transportadoras, cribas, motores eléctricos, accionamientos y tolvas de alimentación.

Criba de malla cuadrada*



*Los gráficos granulométricos y los rendimientos ilustrados dependen del perfil de alimentación, de la densidad del material y de su comportamiento en fragmentación.

Servicio y asistencia

Una diferencia a escala mundial

Los especialistas de Metso Minerals están a su servicio antes, durante y después de la compra de su máquina, para proponerles las mejores soluciones.

Ya sea porque instalen un conjunto completo, ya sea porque reemplacen o actualicen un equipo específico, pueden contar con una asistencia adaptada a sus necesidades.

En la fase de concepción, estamos a su disposición tanto en lo que se refiere al análisis de las características y propiedades de su material, como para entre otras posibilidades, proponer soluciones financieras...

Una vez haya comprado la máquina, se le pondrá en contacto con el servicio de repuestos, que gracias a un sistema totalmente informatizado, le permitirá conocer rápidamente las disponibilidades y plazos de entrega. Técnicos posventa cualificados están a su servicio para analizar sus necesidades y recomendar una solución a largo plazo completa y rentable.

Disponemos también de un servicio de formación para ayudarle a extraer el mejor provecho de su instalación. Desde años atrás, millares de profesionales de la trituración machaqueo se han beneficiado de los numerosos cursillos que ofrecemos. ¿Cree que tiene necesidades particulares? Contáctenos y organizaremos una formación específica para su empresa.

Los molinos de impacto Nordberg serie NP: no tienen equivalente en materia de tecnología, de calidad, de prestaciones, de fiabilidad y de servicio. Para mayor información, contacte con la oficina Metso Minerals más cercana.



NP1007



NP1110



NP1213

CAPÍTULO 3: TRITURADORA WEIMA WL-20.



Las trituradoras universales robustas y confiables



Las trituradoras de la serie WL 4 - WL 4 S Técnica acreditada para todo tipo de materiales de madera

Wood Division

Las máquinas de la serie WL 4 - WL 4 S son las clásicas entre las trituradoras. La experiencia de largos años ha madurado la técnica de esta serie hasta el detalle.

Las máquinas trituran confiablemente todo tipo de residuos de madera. El rotor en V patentado se utiliza con dos diámetros diferentes según las exigencias específicas del cliente.

Técnica de trituración para profesionales

Las trituradoras universales – robustas y confiables

Serie WL 4 – WL 4 S

La trituradora de la serie WL 4 – WL 4 S en acción

La entrada de material se produce a través de la tolva que se encuentra delante de un cajón de accionamiento hidráulico que tiene la función de presionar el material en el rotor con dependencia de la carga. La trituración del material se produce entre las cuchillas del rotor y una contra-

cuchilla fija. El cajón está dotado con listones que impiden la entrada indeseada de material entre el cajón y la carcasa de la máquina. Las virutas producidas pueden transportarse fuera de la máquina mediante una instalación aspiradora o una rosca transportadora.



Tritradora de la serie WL 4, conectada a una instalación aspiradora



Tritradora de la serie WL 4 S, conectada a una instalación aspiradora

La técnica de la serie WL 4 – WL 4 S



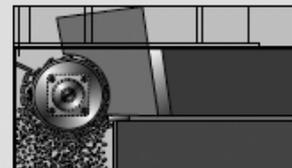
Accionamiento potente

El accionamiento de las máquinas se produce mediante un motor eléctrico de hasta 22 kW de potencia motriz que transmite la fuerza al rotor mediante un embrague hidráulico, una correa trapezoidal y un engranaje.

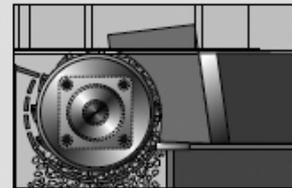


Hidráulica protegida

La hidráulica del cajón se encuentra dentro del cuerpo de la máquina por lo que está protegida de golpes y del polvo producido por la madera. El cilindro hidráulico está suspendido en cardán lo que impide la formación de fuerzas transversales indeseadas en los retenes de cuero para émbolo.



Diámetro del rotor con 252 mm, con gran fuerza de arreste



Diámetro del rotor con 368 mm, gracias al gran diámetro del rotor y al arco abrazado del tamiz se alcanzan grandes rendimientos de paso

La técnica de la serie WL 4 – WL 4 S



Rotor en V patentado

- Entrada óptima de material
- Desgaste mínimo de las cuchillas
- Poca fuerza con gran rendimiento
- Ranura de corte reducida entre rotor y contracuchillas
- Saliente definido de la cuchilla

El rotor en V perfilado se fabrica de material macizo y está alojado en rodamientos estables. En el perímetro hay soldadas portacuchillas especiales en bolsas fresadas en las que se introducen las cuchillas y se atornillan por detrás. De esta forma queda asegurado el cambio rápido de las cuchillas dado que esta construcción evita el daño de las cabezas de los tornillos durante la trituración.

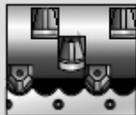
Las cuchillas cóncavas pueden intercambiarse cuatro veces y garantizan un corte preciso con gran rendimiento. Se utilizan dos diámetros del rotor (WL 4 con 252 mm y WL 4 S con 368 mm).



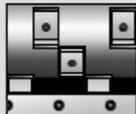
Otras variantes del rotor



Rotor de perfiles con las cuchillas colocadas en los valles.



Rotor plano con cuchillas redondas y de vaso



Rotor plano con cuchillas reversibles rectangulares o cuadradas

Las trituradoras universales – robustas y confiables

Serie WL 4 – WL 4 S

La trituradora acreditada para todo tipo de materiales de madera

Las trituradoras de la serie WL 4 – WL 4 S se utilizan constantemente en empresas medianas y pequeñas de todo el mundo. Se distinguen por su concepción robusta que posibilita una gran duración (también para uso en el

exterior). El gran número de piezas que trabaja la trituradora, fabricada en serie, garantiza una técnica acreditada y confiable con buena relación precio – rendimiento.



Modelo base de la serie WL 4 – WL 4 S, construcción en serie

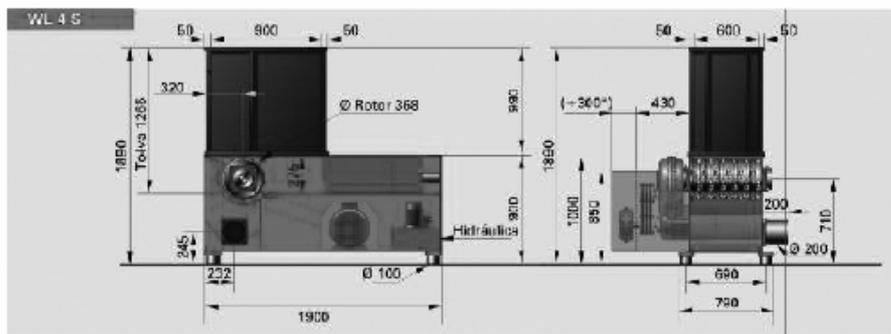
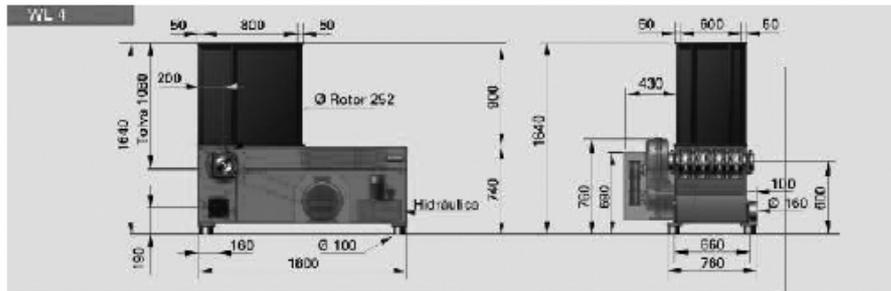


V-Rotor con dos hileras de cuchillas Ejecución de la tolva específica para el cliente



Datos técnicos

Serie WL 4 – WL 4 S



	WL 4	WL 4 S	
Apertura de entrada:	600 mm x 800 mm	600 mm x 900 mm	*desde 22 kW con embrague de arranque hidráulico
Volumen de la tolva:	0,6 m ³	0,7 m ³	Mando SPS para el funcionamiento automático (opcional), ejecuciones especiales por pedido.
Rendimiento de paso:	depende del material y del tamiz	depende del material y del tamiz	
Diámetro del rotor:	252 mm	368 mm	
Longitud del rotor:	600 mm	600 mm	
Nº revoluciones del rotor:	60 - 100 r.p.m	60 - 100 r.p.m	
Fuerza consumida:	11/15/18,5 kW	15/18,5/22* kW	
Herramientas:	14 cuchillas	17 / 30 cuchillas	
Perforación del tamiz:	10 a 40 mm	10 a 40 mm	Podemos realizar presentaciones y pruebas con su material si lo desea.
Ø tubuladura de succión:	160 mm	200 mm	
Velocidad del aire:	28 m/seg.	28 m/seg.	
Peso:	aprox. 1.300 kg	aprox. 1.700 kg	

WEIMA Maschinenbau GmbH
 Zona industrial Bustadt
 74360 Illsfeld (Alemania)
 Teléfono: +49 -(0)7062-9570-0
 Telefax: +49 -(0)7062-9570-92
 info@weima.com
 www.weima.com

Técnica de trituración para profesionales

Wood Division No garantiza la exactitud de los datos técnicos - Reservado el derecho a realizar modificaciones técnicas - Estado: 04/2005 ver. 1.0

CAPÍTULO 4: TRITURADORA WEIMA WL-4.



Las trituradoras ideales para el máximo rendimiento



Las trituradoras de la serie WL 10 – WL 30 técnica veterana para todo tipo de materiales de madera

Wood Division

Las trituradoras de un árbol de giro lento de la serie WL 10 – WL 30 se utilizan en la industria de mecanización de madera para la trituración de grandes cantidades de madera. Los modelos básicos

se equipan de conformidad con las necesidades específicas del cliente (rendimiento de paso, ejecución del rotor, modelo de tolva, etc.).

Técnica de trituración para profesionales

Las trituradoras ideales para el máximo rendimiento

Serie WL 10 – WL 30

/// Trituradora de la serie WL 10 – WL 30 en funcionamiento

La entrada de material se produce a través de la tolva que se encuentra delante de un cajón de accionamiento hidráulico que tiene la función de presionar el material en el rotor en marcha con dependencia de la carga. La trituración del material se produce entre las cuchillas del rotor y una regleta de contracuchilla

que fija. El cajón está dotado con listones que impiden la entrada indeseada de material entre el empujador y la carcasa de la máquina. Las virutas producidas pueden transportarse fuera de la máquina mediante una rosca transportadora, una instalación aspiradora, una cinta transportadora o cinta de cadenas.



Trituradora de la serie WL 15, entrada de material mediante una carretilla de horquilla elevadora con dispositivo de volcado



Regleta dentada en el empujador para sujetar el material



Base segmentada para material muy fino (p. ej. chapa)



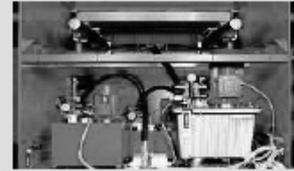
Forma de trabajar del cajón, presionado del material contra el rotor

/// La técnica de la serie WL 10 – WL 30



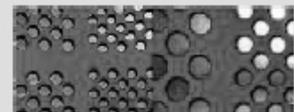
Accionamiento potente

El accionamiento de las máquinas se produce mediante un motor eléctrico de hasta 90 kW de potencia motriz o con un accionamiento doble de 2 x 75 kW que transmite la fuerza al motor mediante un embrague hidráulico, una correa trapezoidal y un engranaje.



Hidráulica protegida

La hidráulica del cajón se encuentra dentro del cuerpo de la máquina por lo que está protegida de golpes y del polvo producido por la madera. El cilindro hidráulico está suspendido en cardán lo que impide la formación de fuerzas transversales indeseadas en los retenes de cuero para émbolo.



Evacuación rápida

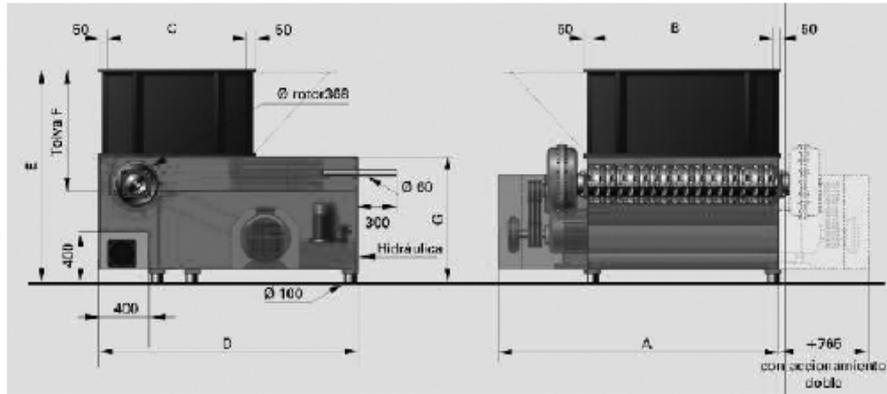
El material triturado se descarga mediante un tamiz situado dentro del rotor. El tamaño deseado de las astillas de madera determina el diámetro del tamiz que puede variar entre 10 y 100 mm.





Datos técnicos

Serie WL 10 - WL 30



	WL 10	WL 12	WL 14	WL 15	WL 18	WL 20	WL 25	WL 30
Dimensión A (mm):	1.800	2.000	2.300	2.300	2.600	3.000	3.300	3.800
Dimensión B (mm):	1.000	1.200	1.500	1.500	1.800	2.000	2.500	3.000
Dimensión C (mm):	1.200	1.200	1.200	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Dimensión D (mm):	2.100	2.100	2.100	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
Dimensión E (mm):	1.720	1.720	1.720	1.720	1.900	1.900	1.900	1.900
Dimensión F (mm):	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030
Dimensión G (mm):	990	990	990	990	1.200	1.200	1.200	1.200
Apertura de entrada (mm):	1.000	1.200	1.500	1.500	1.800	2.000	2.500	3.000
	x 1.200	x 1.200	x 1.200	x 1.500	x 1.500	x 1.500	x 1.500	x 1.500
Volumen de la tolva (m³):	1,3	1,5	1,9	2,3	2,8	3,0	3,8	4,6
Rendimiento de paso (kg/h):	El rendimiento de paso depende de la composición del material y del diámetro del tamiz							
Diámetro del rotor (mm):	368	368	368	368	368	368	368	368
Nº revoluciones del rotor (r.p.m.):	60-120	60-120	60-120	60-120	60-120	60-120	60-120	60-120
Potencia (kW):	22/30 37/45	22/30 37/45	30/37 45/55	30/37 45/55	45/55/75 2x55	55/75/90 2x55	75/90 2x55/2x75	75/90 2x55/2x75
Herramientas (Ctdad.):	28/52	34/64	43/82	43/82	52/100	58/112	73/142	88/172
Perforación del tamiz (mm):	10-100	10-100	10-100	10-100	10-100	10-100	10-100	10-100
Ø Boca de aspiración:	200	200	250	250	250	250	250	250
Peso aprox (kg):	2.800	3.200	4.000	4.500	5.800	6.500	8.500	10.500

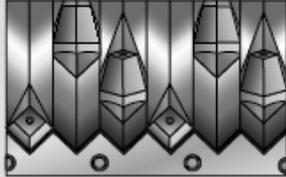
Podemos realizar presentaciones y pruebas con su material si lo desea!

WEIMA Maschinenbau GmbH
 Zona industrial Bustadt
 74360 Illsfield (Alemania)
 Teléfono: +49 -(0)7062 - 9570-0
 Telefax: +49 -(0)7062 - 9570-92
 info@weima.com
 www.weima.com

Técnica de trituración para profesionales

Wood Division No garantiza la exactitud de los datos técnicos - Reservado el derecho a realizar modificaciones técnicas - Estado: 04/2005 ver. 1.0

La técnica de la serie WL 10 – WL 30



Rotor en V patentado

- Entrada óptima de material
- Desgaste mínimo de las cuchillas
- Poca fuerza con gran rendimiento
- Ranura de corte reducida entre rotor y contracuchillas
- Saliente definido de la cuchilla

El rotor en V perfilado se fabrica de material macizo y está alojado en rodamientos estables. En el perímetro hay soldadas portacuchillas especiales en bolsas fresadas en las que se introducen las cuchillas y se atornillan por detrás. De esta forma queda asegurado el cambio rápido de las cuchillas dado que esta construcción evita el daño de las cabezas de los tornillos durante la trituración.

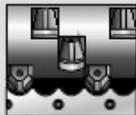
Las cuchillas cóncavas pueden intercambiarse cuatro veces y garantizan un corte preciso con gran rendimiento. Se utiliza un diámetro del rotor con 368 mm.



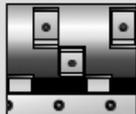
Otras variantes del rotor



Rotor de perfiles con las cuchillas colocadas en los valles.



Rotor plano con cuchillas redondas y de vaso



Rotor plano con cuchillas reversibles rectangulares o cuadradas

Las trituradoras ideales – para el máximo rendimiento

Serie WL 10 – WL 30

Para la trituración de grandes cantidades de residuos de madera a medida de la industria

Las trituradoras de la serie WL 10 - WL 30 se utilizan en la industria de mecanización de madera para la trituración de grandes cantidades de residuos. Los rotors de las máquinas tienen una anchura de 1.000 a 3.000 mm, según el modelo. Las máquinas son accionadas mediante un motor eléctrico

co con potencias motrices que van de 22 a 90 kW o con un accionamiento doble de 2 x 75 kW.

La cantidad de potencia motriz necesaria depende del material a triturar, el número de las cuchillas aplicadas y el rendimiento deseado.



Trituradora de la serie WL 10 – WL 30, accionamiento sencillo y doble

Rotor en V, dos hileras de cuchillas



Trituradora de la serie WL 15, cinta transportadora con desconectador magnético



Trituradora de la serie WL 20, alimentación con cargadora sobre ruedas

DOCUMENTO II

PLIEGOS DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

GENERALES

ÍNDICE.

CAPÍTULO 1: DISPOSICIONES GENERALES..... 166

1.1. OBJETO DEL PLIEGO..... 166

1.2. CONTRADICCIONES, EMISIONES O ERRORES..... 166

1.3. TRABAJOS PREPARATORIOS..... 167

1.4. PLAZOS DE EJECUCIÓN..... 169

1.5. DESARROLLO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS..... 169

1.6. MEDICIÓN DE LAS OBRAS..... 175

1.7. CERTIFICACIONES..... 176

1.8. LEGISLACIÓN SOCIAL..... 176

1.9. GASTOS A CUENTA DEL CONTRATISTA..... 177

1.10. FUNCIONES DEL INGENIERO DIRECTOR DE OBRA..... 177

1.11. RECEPCIONES, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES DEL
CONTRATISTA..... 179

CAPÍTULO 2: CONDICIONES DE LOS MATERIALES..... 181

2.1. ESPECIFICACIONES Y PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES..... 181

2.2. CONTROL DE CALIDAD..... 181

2.3. ACOPIO DE MATERIALES..... 182

<u>CAPÍTULO 3: MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS</u>	183
3.1. MEDICIONES Y VALORACIONES.....	183
3.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.....	184
3.3. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	185
<u>CAPÍTULO 4: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS</u>	186
4.1. EJECUCIÓN EN GENERAL.....	186
4.2. REPLANTEO.....	186
4.3. ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	186
4.4. MARCHA DE LAS OBRAS.....	187
4.5. OBRA CIVIL.....	187
4.6. INSTALACIONES VARIAS.....	187
4.7. RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATA.....	187
4.8. DIRECCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	188
4.9. LEGALIZACIÓN.....	188
<u>CAPÍTULO 5: SEGURIDAD Y SALUD</u>	189

CAPÍTULO 1: DISPOSICIONES GENERALES.

1.1. OBJETO DEL PLIEGO.

El objetivo del presente pliego de condiciones es definir el conjunto de directrices, requisitos y normas aplicables al desarrollo de las obras a las que se refieren los documentos que conforman el Proyecto. Este documento contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y equipos, el modo de ejecución, medición de las unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente Proyecto; por lo tanto, son las norma y guía que ha de seguir en todo momento el adjudicatario.

La administración podrá conocer de forma detallada las diferentes tareas que se desarrollarán durante la ejecución del Proyecto.

1.2. CONTRADICCIONES, EMISIONES O ERRORES.

En el caso de contradicción entre los planos y el pliego de prescripciones técnicas, prevalecerá lo indicado en este último. Lo mencionado en el pliego de prescripciones técnicas y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser aceptado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del director de obras, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y esta tenga precio en el contrato.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el director o contratista, deberán reflejarse en el acta de comprobación.

1.3. TRABAJOS PREPARATORIOS.

Los trabajos preparatorios para el inicio de las obras consistirán en:

- Comprobación del replanteo.
- Fijación y conservación de los puntos del replanteo.
- Programación de los trabajos.

1.3.1. Comprobación del replanteo.

En el plazo de quince días a partir de la adjudicación definitiva se comprobarán, en presencia del adjudicatario o de su representante, el replanteo de las obras de la licitación, extendiéndose la correspondiente acta de comprobación del replanteo.

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o la disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del Proyecto, refiriéndose expresamente a las características de los trabajos, así como a cualquier punto que en caso de disconformidad pueda afectar al cumplimiento del contrato.

Cuando el acta de comprobación del replanteo refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del Proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto, valorado a los precios del contrato.

1.3.2. Fijación de los puntos del replanteo.

La comprobación del replanteo deberá incluir como mínimo los datos y referencias previstos para poder materializar las obras, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalles y de otros elementos que puedan estimarse precisos.

Los puntos de referencia para los sucesivos replanteos se marcarán con los medios adecuados para evitar su desaparición o desplazamiento.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anexo del acta de comprobación del replanteo, el cual se unirá al expediente de las obras, entregándose una copia al contratista.

El contratista se responsabilizará de la conservación de las señales de los puntos que hayan sido entregados.

1.3.3. Programación de los trabajos.

En el plazo que se determine en días hábiles a partir de la aprobación del acta de comprobación del replanteo, el adjudicatario presentará el programa de trabajos de las obras. Dicho programa de trabajos incluirá los siguientes datos:

- Fijación de las clases de obras y trabajos que integran el Proyecto e indicación de las mismas.
- Determinación de los medios necesarios (instalaciones, equipos y materiales).
- Valoración mensual y acumulada de la obra, programada sobre la base de los precios unitarios de adjudicación.
- Representación gráfica de las diversas actividades en un gráfico de barras o en un diagrama espacio-tiempo.

Cuando del programa de trabajos se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado por el adjudicatario y por la dirección técnica de las obras, acompañándose de la correspondiente propuesta de modificación para su tramitación reglamentaria.

1.4. PLAZOS DE EJECUCIÓN.

El contratista empezará las obras al día siguiente de la fecha del acta de comprobación del replanteo, debiendo quedar terminadas en la fecha acordada en dicha acta.

1.5. DESARROLLO Y CONTROL DE LOS TRABAJOS.

Para el mejor desarrollo y control de los trabajos, el adjudicatario seguirá las normas que se indican en los apartados siguientes:

1.5.1. Equipos de maquinaria.

El contratista quedará obligado a situar en las obras los equipos de la maquinaria que se comprometa a aportar en la licitación, y el director de las obras considere necesario para el correcto desarrollo de las mismas. Dichos equipos de maquinaria deberán ser aprobados por el director.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedar adscritos a la obra durante el curso de la ejecución de las unidades en las que deban utilizarse. No podrán retirarse sin el consentimiento del director.

1.5.2. Ensayos.

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como unidades de obra terminadas, será fijado por el ingeniero director y se efectuarán con arreglo a las normas que afecten a cada unidad de obra, o en su defecto, con arreglo a las instrucciones que dicte el director.

El adjudicatario abonará el costo de los ensayos que se realicen, que no podrán superar el 1% del presupuesto de adjudicación.

El contratista está obligado a realizar su autocontrol de cotas, tolerancias y geométrico en general, así como el de calidad, mediante ensayos materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la dirección de la obra que una unidad de obra esté terminada a juicio del contratista para su comprobación hasta que el mismo contratista, mediante su personal facultativo para el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones.

Así, el contratista está obligado a disponer de los equipos necesarios para dichas mediciones y ensayos.

1.5.3. Materiales.

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el pliego de condiciones, pudiendo ser rechazadas en caso contrario por el ingeniero director. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del contratista y, eventualmente, con el control de dirección de obra.

Cuando la procedencia de los materiales no esté fijada en el pliego de prescripciones técnicas, los materiales requeridos para la ejecución del contrato serán fijados por el contratista de las fuentes de suministro que se estime oportuna.

El contratista notificará al director, con la suficiente antelación, los materiales que se propone utilizar y su procedencia, aportando, cuando así lo solicite el director, las muestras y los datos necesarios para su posible aceptación, tanto en lo que se refiere a su cantidad como a su calidad. El no rechazo de un material no implicará su aceptación. El no rechazo o la aceptación de una procedencia no impide el posterior rechazo de cualquier partida de material de ella que no cumpla las prescripciones, ni incluso la eventual prohibición de dicha procedencia.

1.5.4. Manipulación de materiales.

Todos los materiales se manipularán con cuidado, y de tal modo que se mantengan su calidad y aptitud para la obra.

- Inspección en planta. Si el volumen de la obra, la marcha de la construcción y otras consideraciones lo justifican, el ingeniero puede proceder a la inspección del material o de los artículos manufacturados en sus respectivas fuentes.
- Inspección de los materiales. Con el objeto de facilitar la inspección y prueba de los materiales, el contratista notificará al ingeniero con dos semanas como mínimo de antelación a la entrega.
- Materiales defectuosos. Todos los materiales que no se ajusten a los requisitos del pliego de condiciones se considerarán defectuosos y, por tanto, se retirarán inmediatamente del lugar de la obra, a menos que el ingeniero ordene lo contrario.

Los materiales rechazados, cuyos defectos se hayan corregido substancialmente, no se utilizarán mientras no se les haya otorgado la aprobación.

1.5.5. Acopios.

Queda terminantemente prohibido, salvo autorización escrita del director, efectuar acopio de materiales, cualesquiera que sea su naturaleza, sobre la plataforma de obra y en aquellas zonas marginales que defina el director.

Se considera especialmente prohibido el depositar materiales, herramientas, maquinaria, escombros o cualquier otro elemento no deseable, en las siguientes zonas:

- Áreas de proceso adyacentes o limítrofes con la zona donde se realizan los trabajos.
- Desagües y zonas de trabajo en general.

- Vías de acceso a casetas de operación, puntos de reunión para estados de emergencia y puntos de situación de extintores.
- Calles y vías de circulación interior, tanto de la zona de construcción como de áreas de proceso adyacentes a ésta.
- En general, cualquier lugar en el que la presencia de materiales, herramientas o utensilios pueda entorpecer las labores de mantenimiento y operación de las unidades de proceso, o pueda dificultar el proceso de emergencia de la planta.

Los materiales se almacenarán en forma tal que se asegure la preservación de su calidad para su utilización en la obra, requisito que deberá ser comprobado en el momento de su utilización.

Las superficies empleadas en la zona de acopios deberán acondicionarse de forma que, una vez terminada su utilización, recuperen su aspecto original. Todos los gastos que de ello se deriven correrán por cuenta del contratista.

1.5.6. Trabajos nocturnos.

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el director, y solamente realizados en aquellas unidades de obra que así lo requieran. El contratista deberá instalar los equipos de iluminación y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

1.5.7. Accidentes de trabajo.

De conformidad con lo establecido en el artículo 71 del Reglamento de la Ley de Accidentes de Trabajo, el contratista está obligado a contratar, para su personal, el seguro contra riesgo por accidentes de trabajo.

El contratista y la dirección de obra fijarán de antemano las condiciones de seguridad en las que se llevarán a cabo los trabajos objeto del presente Proyecto, así como las pruebas, ensayos, inspecciones y verificaciones necesarias, que en

cualquier caso deberán ser, como mínimo, las prescritas por los reglamentos actuales vigentes.

No obstante, en aquellos casos en que el contratista o la dirección consideren que se deben tomar disposiciones adicionales de seguridad, podrán tomarse éstas sin reserva alguna.

Por otra parte, el contratista será responsable de suministrar al personal a su cargo los equipos necesarios para que éste trabaje en las condiciones de seguridad adecuadas, tales como cascos, botas reforzadas, gafas de protección, guantes, etc.

Asimismo, serán responsabilidad del contratista los posibles daños causados en las instalaciones, tanto terminadas o aún en construcción, ocasionados por personas ajenas a la obra dentro del horario establecido de trabajo, así como de los accidentes personales que puedan ocurrir.

1.5.8. Descanso en días festivos.

En los trabajos concedidos a la contrata se cumplirá puntualmente el descanso en días festivos, del modo que se señale en las disposiciones vigentes.

En casos excepcionales, en los que fuera necesario trabajar en dichos días, se procederá como indican las citadas disposiciones.

1.5.9. Trabajos defectuosos o no autorizados.

Los trabajos defectuosos no serán de abono, debiendo ser demolidos por el contratista y reconstruidos en el plazo de acuerdo con las prescripciones del proyecto.

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera, sin embargo, admisible a juicio del ingeniero de obras, podrá ser recibida provisionalmente, y definitivamente en su caso, quedando el adjudicatario obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con la rebaja económica que el ingeniero director estime, salvo en el caso de que el

adjudicatario opte por la demolición a su costa y las rehaga con arreglo a las condiciones del contrato.

1.5.10. Señalización de las obras.

El contratista queda obligado a señalar a su cargo las obras objeto del contrato, con arreglo a las instrucciones y uso de aparatos que prescriba el director.

1.5.11. Precauciones especiales.

- Lluvias: Durante las fases de construcción, montaje e instalación de obras y equipos, éstos se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas y demás desagües se mantendrán de modo tal que no se produzcan daños. El equipo que no necesite revisión o inspección previa a su instalación no será desembalado hasta el momento de la misma. Se protegerá el equipo desembalado de la lluvia mediante cubiertas y protectores adecuados.
- Incendios: El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las recomendaciones u órdenes que reciba del director. En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se puedan producir. No obstante lo anterior, el contratista podrá exigir el asesoramiento de un técnico de seguridad competente, elegido por la dirección, en todos los casos en que lo estime conveniente, y particularmente, en aquellos en que el riesgo de producción de incendio sea más elevado (soldadura, corte con soplete, etc.).

1.5.12. Personal técnico.

El contratista está obligado a dedicar a los trabajos (tanto de obra civil como de montaje e instalación de líneas y equipos) el personal técnico que se comprometió en la licitación. A pie de las obras, y al frente de las mismas, deberá haber un ingeniero superior. El personal así designado no podrá ser asignado a otras obligaciones mientras duren los trabajos.

Por otra parte, el personal a cargo del contratista deberá estar lo suficientemente cualificado para la realización de los trabajos. Es responsabilidad del contratista, por lo tanto, cualquier retraso derivado de la incompetencia o ignorancia del personal a su cargo.

El director podrá prohibir la presencia en la zona de trabajos de determinado personal del contratista por motivo de falta de obediencia o respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben, a su juicio, la seguridad, integridad o marcha de los trabajos. El contratista podrá recurrir, si entendiéndose que no hay motivo fundado para dicha prohibición.

1.6. MEDICIÓN DE LAS OBRAS.

La forma de realizar la medición, y las unidades de medida a utilizar, serán definidas en el pliego de prescripciones técnicas para cada unidad de obra.

Todas las mediciones básicas para el abono deberán ser confirmadas por el director y el representante del contratista.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán de cuenta del contratista las operaciones para llevarlas a cabo.

1.7. CERTIFICACIONES.

El importe de los trabajos efectuados se acreditará mensualmente al contratista por medio de certificaciones expedidas por el director en la forma legalmente establecida.

1.7.1. Precio unitario.

Los precios unitarios fijados en el contrato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, mano de obra, materiales y medios auxiliares de cada unidad de obra, siempre que expresamente no se indique lo contrario en este pliego de prescripciones técnicas.

1.7.2. Partidas alzadas.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán consignando las unidades de obra que comprenden los precios del contrato, o los precios aprobados si se trata de nuevas unidades.

1.7.3. Instalaciones y equipos de maquinaria.

Los gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes, y en consecuencia, no serán abonados separadamente.

1.8. LEGISLACIÓN SOCIAL.

El contratista estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley sobre el Contrato del Trabajo y Reglamentaciones de Trabajo Reguladoras de Subsidio y Seguros Sociales vigentes.

1.9. GASTOS A CUENTA DEL CONTRATISTA.

Serán a cuenta del contratista, siempre que en el contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Los gastos de construcción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terreno para depósito de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios de basuras.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico, balizamiento y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesaria para las obras.
- Los gastos de demolición y desmontaje de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

1.10. FUNCIONES DEL INGENIERO DIRECTOR DE OBRA.

El ingeniero director de obra será responsable de la inspección y vigilancia de la ejecución del contrato, y asumirá la representación de la administración o de la entidad pertinente frente al contratista.

Las funciones del ingeniero director de obra serán las siguientes:

- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas.
- Definir aquellas condiciones técnicas que en el presente pliego de condiciones se dejen a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a la interpretación de los planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no modifiquen las condiciones del contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupaciones de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual, el contratista deberá poner a su disposición el personal y el material de la obra.
- Acreditar al contratista las obras realizadas conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras conforme a las normas legales establecidas.

El contratista está obligado a prestar su colaboración al ingeniero director para el normal funcionamiento de las funciones a éste recomendadas.

1.11. RECEPCIONES, GARANTÍAS Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.

El adjudicatario deberá obtener a su costa todos los permisos y licencias para la ejecución de las obras. Del mismo modo, serán a su cuenta los gastos derivados de los permisos y tasas. Las garantías y obligaciones del contratista serán las siguientes:

1.11.1. Recepción provisional.

Una vez terminados los trabajos, se procederá al examen global por parte del director, el cual, si los considera aptos para ser recibidos, extenderá un acta donde así lo haga constar, procediéndose inmediatamente a la puesta en marcha y entrada en normal funcionamiento de las instalaciones.

En ningún caso la recepción provisional tendrá lugar antes de las siguientes operaciones:

- Inspección visual de todos los equipos y líneas, así como de los equipos auxiliares.
- Prueba hidrostática de las áreas que así lo requieran.
- Comprobación de servicios auxiliares.

Teniendo en cuenta lo anterior, la obra no podrá ponerse en funcionamiento por partes desde su inicio, a menos que, a juicio del ingeniero director, no se perjudique la integridad de la instalación y no se interfiera en la normal operación de otras unidades o procesos adyacentes.

Si el ingeniero director apreciase en las obras defectos de calidad u otras imperfecciones que, a su juicio, pudieran resultar perjudiciales o poco convenientes, el contratista deberá reparar o sustituir, a su costa, dichas partes o elementos no satisfactorios.

1.11.2. Plazo de garantía.

Será de dos años, contado a partir de la fecha de recepción provisional, salvo indicación contraria expresa en el pliego de contratación de la obra. Durante dicho periodo, las posibles obras de reparación, conservación y sustitución serán por cuenta del contratista, siendo éste el responsable de las faltas que puedan existir.

En caso de existir defectos o imperfecciones, no servirá de disculpa ni le dará derecho alguno al contratista el que el director o subalterno hayan examinado la obra durante la construcción, reconocido sus materiales o hecho valoraciones parciales. En consecuencia, si se observan vicios o imperfecciones antes de efectuarse la recepción, se dispondrá que el contratista demuela y reconstruya, o bien repare, de su cuenta, las partes defectuosas.

1.11.3. Recepción definitiva.

Transcurrido el plazo de garantía, y previamente a los trámites reglamentarios, se procederá a efectuar la recepción definitiva de las obras, una vez realizado el oportuno reconocimiento de las mismas y en el supuesto de que todas ellas se encuentren en las condiciones debidas.

En caso de que, al proceder al reconocimiento de las obras, éstas no se encontrasen en estado de ser recibidas, se aplazará su recepción hasta que estén en condiciones de serlo.

Al proceder a la recepción definitiva de las obras, se extenderá por cuadruplicado el acta correspondiente.

1.11.4. Prescripciones particulares.

En todos los casos en que, a juicio del director de las obras, se haga aconsejable para la ejecución de los trabajos previstos la fijación de determinadas condiciones específicas, se procederá a la redacción por éste del oportuno pliego de prescripciones particulares, que ha de ser aceptado por el contratista, quedando obligado a su cumplimiento.

CAPÍTULO 2: CONDICIONES DE LOS MATERIALES.

2.1. ESPECIFICACIONES Y PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.

Los materiales de las instalaciones que vayan a formar parte de la obra definitiva, así como los de las obras y medios auxiliares, deberán cumplir las especificaciones establecidas en este Pliego de Condiciones. En el caso de que alguna característica no esté especificada, será definida por el director, de acuerdo con la normativa vigente.

El director deberá conocer con antelación, y aprobar, la procedencia y características de los materiales que el contratista propone utilizar. La aceptación de la procedencia es indispensable para que el contratista pueda iniciar el acopio; si la procedencia no está autorizada, el director podrá considerar como defectuoso el trabajo realizado con ese material.

Si durante la obra, el contratista encuentra materiales que puedan emplearse con ventajas técnicas o económicas sobre los autorizados, lo notificará al director, que podrá autorizar el cambio de procedencia.

Los productos industriales que se empleen en la obra se definirán por sus calidades y características, no por su marca, modelo o denominación específica. El contratista deberá presentar a la dirección, para su aprobación, muestras, catálogos y certificados de homologación de los productos industriales y equipos identificados por marcas o patentes.

2.2. CONTROL DE CALIDAD.

El contratista suministrará, a su coste, muestras de los materiales en la cantidad y características establecidas para el control de calidad de la obra. Asimismo, será a su coste la obtención, transporte y manipulación de las muestras.

En el momento de su utilización para la obra, se comprobará la calidad de los materiales que hayan sido acopiados, siendo rechazados los que en ese momento no cumplan los requisitos de calidad establecidos.

Cuando los materiales no fueran de la calidad establecida en el presente Pliego de Condiciones, el contratista los retirará inmediatamente de la obra y los reemplazará, a su costa, por otros que cumplan las especificaciones establecidas.

La inspección de los materiales, unidades de obra y obras terminadas corresponde al director, que utilizará los servicios de control de calidad de un laboratorio homologado. No obstante, el contratista podrá efectuar, a su cargo, su propio control de calidad previo, independiente del realizado por la dirección.

El contratista instalará, por su cuenta, los almacenes necesarios para evitar el deterioro de los materiales acopiados, cumpliendo las instrucciones que reciba del director.

2.3. ACOPIO DE MATERIALES.

Los materiales se almacenarán de modo que se asegure su correcta conservación y sea posible su inspección en todo momento.

Las zonas de acopio deberán ser devueltas, al final de la obra, a sus condiciones originales, siendo responsabilidad del contratista, así como la retirada de todos los excedentes de material acopiado.

CAPÍTULO 3: MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.

3.1. MEDICIONES Y VALORACIONES.

Las mediciones de las obras concluidas se harán por el tipo de unidad fijada en el presupuesto. La valoración deberá obtenerse igualmente, aplicando a las unidades de obra el precio que tuvieran asignado en el presupuesto. La valoración de las partidas no expresadas se verificará aplicando a cada una de ellas la media más apropiada, en la forma y condiciones que estime el director de obra, multiplicando el resultado final de la medición por el precio correspondiente.

Los gastos de los bienes y servicios objeto del suministro, serán expresados en moneda española y cubrirá la fabricación, el suministro y el montaje de todos los equipos ensayados y en funcionamiento, así como todos los repuestos y servicios adicionales que se especifiquen.

Los gastos de primer establecimiento y desmontaje y retirada de las instalaciones de obra, serán incluidos en el precio del suministro.

Todos los precios unitarios o globales comprenden, sin excepción ni reserva, además del beneficio del adjudicatario, la totalidad de los gastos y cargas ocasionadas por la ejecución de los plazos establecidos de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, comprendidos los que resulten de las obligaciones impuestas al adjudicatario por los diferentes documentos del contrato y por el presente Pliego de Condiciones Generales. El precio de los materiales y equipos que componen el suministro comprenderá:

- Coste en factoría de los materiales y equipos, sean de procedencia nacional o extranjera, incluso el embalaje adecuado.
- Coste del transporte de factoría a pie de obra y distribución en la propia obra.
- Coste del segundo transporte.
- Coste unitario de las piezas de repuesto que se establezcan.

En el precio de materiales y equipos estarán incluidos los estudios de fabricación, dibujos, esquemas eléctricos, etc., así como los derechos de patente y demás que puedan incidir sobre los mismos, quedando la propiedad libre de cualquier exigencia de terceros sobre los citados derechos.

En el precio del transporte estarán incluidos cargas, descargas, transbordos, colocación en parque o almacén, incluso guarda, así como los gastos correspondientes a derechos aduaneros o permisos de importación de haberlos.

El costo y montaje incluirá los gastos de instrucción y adiestramiento del personal de la propiedad, que se hará cargo de la explotación de las instalaciones, el precio de los seguros de montaje y los ensayos de los equipos e instalaciones finalizado el montaje, en los términos señalados en el presente Pliego de Condiciones.

3.2. CONDICIONES ECONÓMICAS.

A efecto de pago de los diferentes equipos y servicios objeto del contrato, serán consideradas las partidas siguientes:

- Equipo y materiales entregados en el local de montaje.
- Montaje del equipo e instrucción del personal de explotación de la propiedad.
- En el contrato figurará una cláusula en la que se indique claramente la forma en que la propiedad efectuará los pagos del equipo y materiales.
- El costo del montaje será abonado totalmente en la fecha de recepción definitiva de las instalaciones, salvo que se especifique otro acuerdo en el contrato.

3.3. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

Las leyes españolas regularán las fases de concurso y establecimiento del contrato.

El adjudicatario queda obligado a respetar las disposiciones prescritas en la legislación española vigente aplicables a la ejecución del contrato y a soportar las consecuencias de su incumplimiento.

El adjudicatario y la propiedad acuerdan someter la resolución de todas las divergencias, controversias o discrepancias a que puedan dar lugar la interpretación o la ejecución del contrato de obras, al juicio arbitral de derecho privado, de acuerdo con las normas establecidas en la Ley de 22 de diciembre de 1953. El arbitraje será de equidad y los árbitros han de ser tres ingenieros.

Los árbitros resolverán sobre los puntos concretos que se sometan a su decisión en la correspondiente escritura notarial de formalización de compromiso y dentro del plazo que en la misma se señale.

Los honorarios de los árbitros serán sufragados a medias entre el adjudicatario y la propiedad.

Contra el laudo emitido por los árbitros, con arreglo a su leal saber y entender, únicamente cabrá recurso de nulidad ante la Sala 1ª del Tribunal Supremo, por los motivos que indica el nº 3 del Artículo 1691 de la Ley de Enjuiciamiento Civil.

CAPÍTULO 4: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

4.1. EJECUCIÓN EN GENERAL.

El contratista tiene la obligación de ejecutar esmeradamente las obras, cumplir estrictamente todas las obligaciones estipuladas y cuantas órdenes le sean dadas por el director de obra, entendiéndose que deben entregarse completamente terminadas cuantas obras afecten a este compromiso.

Si a juicio del citado director, hubiese alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el contratista obligación de volverla a ejecutar cuantas veces sean necesarias, hasta quedar a satisfacción de aquel, no siendo motivos estos aumentos de trabajo para pedir indemnización alguna.

4.2. REPLANTEO.

Antes de comenzar los trabajos se realizará el replanteo general del trazado de cables y tuberías por el contratista o su representante bajo las órdenes del director de la obra, marcando las alineaciones con los puntos necesarios para que, con el auxilio de los planos, pueda el contratista ejecutar debidamente las obras.

Será de obligación del contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo. Para la realización del replanteo el contratista deberá aportar todo el material y personal necesario para la ejecución de esta operación.

4.3. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

El técnico director encargado de las obras fijará el orden en que deben llevarse a cabo estos trabajos, y la contrata está obligada a cumplir exactamente cuanto se disponga sobre el particular.

4.4. MARCHA DE LAS OBRAS.

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y terminarse en el plazo estipulado. Los retrasos, cuando sean justificados, podrán ser aceptados por la dirección de la obra.

4.5. OBRA CIVIL.

Se realizará con arreglo a las especificaciones de los restantes documentos del proyecto y a las órdenes que expresamente deberá solicitar el contratista al director de la obra.

4.6. INSTALACIONES VARIAS.

En todas las instalaciones, y como norma general, se seguirá exactamente todo lo indicado en la memoria y demás documentos del proyecto. En caso de duda, será competencia del director del proyecto decidir la solución a adoptar. Las instalaciones serán efectuadas conforme a los reglamentos vigentes que les afectan.

4.7. RESPONSABILIDAD DE LA CONTRATA.

La contrata será la única responsable de la ejecución de las obras, no teniendo derecho a indemnizaciones de ninguna clase por errores que pudiera cometer, y que serán de su cuenta y riesgo.

Aún después de la recepción provisional, la contrata está obligada a rectificar todas las deficiencias que sean advertidas por la dirección de la obra. La demolición y reconstrucción o reparación precisa será exclusivamente por cuenta de la contrata.

Asimismo, la contrata se responsabilizará ante los tribunales de los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución de las obras. Igualmente, estará obligada al cumplimiento de todos los preceptos legales establecidos o que se establezcan por disposiciones oficiales.

4.8. DIRECCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El técnico encargado de las obras constituye la dirección técnica y, como tal, ejecutará todos los trabajos del desarrollo del proyecto, así como la dirección e inspección de los trabajos. Por lo tanto, la dirección técnica asumirá toda la responsabilidad en lo concerniente a planos e instrucciones técnicas.

4.9. LEGALIZACIÓN.

Para la recepción de las obras la contrata está obligada a la legalización de las obras e instalaciones ante los organismos oficiales competentes. Los gastos que éstos ocasionen correrán a cuenta de la contrata.

CAPÍTULO 5: SEGURIDAD Y SALUD.

El adjudicatario queda obligado al cumplimiento de la normativa referente al Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo vigente, y en especial a todo lo que contempla en el Real Decreto 555/1986 del 21 de febrero, BOE 21/03/1986.

PLIEGO DE CONDICIONES

PARTICULARES

ÍNDICE.

<u>CAPÍTULO 1: CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS</u>	192
1.1. OBRAS DE HORMIGÓN.....	192
1.2. HORMIGÓN.....	193
1.3. ESTRUCTURAS.....	194
<u>CAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA</u>	196
2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	196
2.2. IDENTIFICACIÓN.....	196
2.3. CONDUCTORES.....	196
2.4. TERMINALES.....	197
2.5. INSTALACIÓN DE APARATOS.....	197
2.6. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.....	198
2.7. INSTALACIONES DE FUERZA Y ALUMBRADO.....	198
2.8. EQUILIBRIO DE FASES.....	198
2.9. ACOMETIDA GENERAL.....	199
2.10. CAJA DE PROTECCIÓN.....	199
2.11. LÍNEA REPARTIDORA.....	199
2.12. CONTADORES.....	199
2.13. DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	200
2.14. INSTALACIÓN.....	200
2.15. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	200

CAPÍTULO 1: CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS.

1.1. OBRAS DE HORMIGÓN.

Los componentes del hormigón (agua, áridos y aditivos) cumplirán lo especificado en los apartados correspondientes del presente Pliego de Condiciones.

La puesta en obra del hormigón no se iniciará hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo, que será fijada por el director a la vista de las circunstancias que concurren en las obras, y que determinará su granulometría, dosificación y consistencia.

La dosificación será determinada mediante ensayos previos, si bien se podrá prescindir de ellos si el adjudicatario justifica, a través de experiencias anteriores, que ésta es adecuada para las características exigidas para el hormigón.

El agua de amasado no tendrá una temperatura superior a 40° C, salvo en caso de hormigonado en tiempo frío. Deberá ser dulce, no admitiéndose agua salitrosa ni magnésica, así como todas aquellas que contengan sustancias perjudiciales para la resistencia y conservación del buen estado de los morteros y hormigones.

Las arenas serán naturales, silíceas, no contendrán ni yeso ni magnesia, y estarán limpias de tierra y materia orgánica. No tendrán más de una décima parte de su peso en humedad, ni tomarán cuerpo al apretarlas.

Para hormigones H-250 o superiores, será obligatorio realizar la mezcla en central. La mezcla en el camión comenzará a los treinta minutos siguientes de la unión del cemento a los áridos. La descarga se realizará dentro de la hora y media siguientes a la carga, pudiéndose aumentar ésta previa autorización del director, o bien disminuirse si la elevada temperatura o cualquier otra circunstancia así lo aconsejan.

Todas las cimbras, encofrados y moldes deberán ser capaces de resistir las acciones del hormigonado, para lo cual deberán presentar la resistencia y rigidez

suficiente. Asimismo, serán suficientemente estancos como para impedir pérdidas de lechada y sus superficies estarán completamente limpias en el momento de hormigonar.

Para las obras, tanto con hormigón en masa o armado, se seguirán las normas NTE-EH de Estructuras de Hormigón.

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el ingeniero director señale, con independencia de lo señalado en el proyecto, que tiene carácter meramente informativo.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad especificadas en la norma NTE-CSZ de Cimentaciones Superficiales y Zapatas.

El transporte desde la hormigonera se realizará lo más rápido posible, cuidando de que no se produzca segregación, introducción de cuerpos extraños o desecación excesiva de la masa. No se rellenará ninguna zanja o pozo de cimentación y estructura en general hasta que el adjudicatario reciba la orden del director técnico.

Durante la operación de vertido, las armaduras quedarán completamente envueltas, manteniéndose los recubrimientos y separación entre ellas, para lo cual se removerá el hormigón adecuadamente. El método general de compactación será el vibrado. Éste se realizará de manera que no se produzcan segregaciones ni fugas de lechada importantes.

1.2. HORMIGÓN.

Para la realización de las cimentaciones se empleará el H-275, si el director técnico no indica lo contrario.

Las características técnicas exigibles para el hormigón son:

- Densidad: Las densidades máximas del hormigón en seco y fresco serán de 425 kg/m^3 y 600 kg/m^3 respectivamente.

- Conductividad térmica: El coeficiente de conductividad térmica será de 0,1 W/mK.
- Resistencia a compresión: La resistencia a compresión será como mínimo de 4 kg/cm².

En cada lote, compuesto como máximo de 1000 m³, se realizarán sobre dos muestras los ensayos definidos en las características técnicas con las siguientes tolerancias de aceptación, sobre los valores expuestos, según los métodos de ensayo de las normas UNE correspondientes.

- Densidad: Valores superiores a 433 kg/m³.
- Conductividad térmica: Valores no superiores a 0,11 W/mK. El ensayo se realizará según ASTM-C-177 y UNE 92201-86, 92202-86.
- Resistencia a compresión: Valor no inferior a 3 kg/cm². Ensayo según ASTM-C-49569.

Para el hormigón en zapatas de estructuras metálicas y cimentaciones de recipientes, se preparará su superficie (fratasado) previamente, se aplicará una capa de 60 micras de epoxi alquitrán y una capa de 120 micras de pintura de acabado de epoxi alquitrán.

1.3. ESTRUCTURAS.

Las estructuras empleadas para soportar los equipos serán de acero laminado, tanto la propia estructura como todos sus elementos de unión.

La estructura y elementos de unión serán de acero al carbono A-52.

La superficie de las estructuras se preparará con un chorreado siguiendo las especificaciones SIS 05.59.00, PSC-SPIO.

Se aplicará una capa de imprimación de 40 micras de minio al clorocaucho. Se aplicará otra capa de pintura de fondo de 80 micras de

clorocaucho. Como pintura de acabado, se aplicarán dos capas de 25 micras cada una de clorocaucho puro.

Las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de ejecución, valoración y mantenimiento se regirán según lo establecido en las normas:

- NBE-MV-102: “Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación”. Se fijan los tipos de unión, la ejecución en taller, el montaje en obra y las tolerancias.
- NBE-MV-103: “Acero laminado para estructuras de edificaciones”, en donde se fijan las características del acero laminado y los productos laminados actualmente utilizados.
- NBE-MV-105: “Roblones de acero”.
- NBE-MV-106: “Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero”.
- NBE-EA: “Estructuras de acero”.

CAPÍTULO 2: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Serán de aplicación los reglamentos españoles en vigencia (Reglamentos de Instalación Eléctrica y Baja Tensión, Reglamento de Verificaciones Eléctricas, etc.). Asimismo, deberán tenerse presentes los reglamentos locales, con carácter general se aplicarán las normas UNE en los equipos materiales a los que se puedan aplicar.

En casos de distintas calidades o interpretaciones de los distintos reglamentos y normas aplicables, se tomarán en cuenta la opinión y decisión de la dirección.

Todos los equipos y materiales eléctricos se instalarán de acuerdo con las normas de los fabricantes.

2.2. IDENTIFICACIÓN.

Todos los conductos se identificarán al principio y al final del recorrido, mediante accesorios tipo Unex o similar en material no corrosivo.

2.3. CONDUCTORES.

Las bobinas y rollos de cable se protegerán de todo daño posible durante la obra.

No se introducirán los conductores en los conductos antes de que éstos estén perfectamente colocados en su sitio y haya sido previamente comprobado que no existe ninguna obstrucción en su interior.

Cuando varios conductores vayan juntos en un tubo, se introducirán todos a la vez.

Todos los conductores que se empleen serán de cobre y deberán cumplir las Normas UNE 20003, UNE 21022 y UNE 21064.

Su aislamiento y cubierta serán de policloruro de vinilo y deberá cumplir la Norma UNE 21029.

El contratista informará por escrito al ingeniero director de la obra del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos.

Si el fabricante no reúne la suficiente garantía a juicio del ingeniero director, antes de instalar el molde se comprobarán las características de éstos en un laboratorio oficial.

No se admitirán cables que presenten desperfectos superficiales, o que no vayan en las bobinas de origen en las que deberá figurar el nombre del fabricante y tipo de cable y sección.

No se permitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito.

2.4. TERMINALES.

Se utilizarán terminales de precisión para la conexión de los conductores a los equipos y barras de distribución.

2.5. INSTALACIÓN DE APARATOS.

Todos los aparatos se instalarán en donde muestran los planos, quedando completamente preparados para funcionar.

El adjudicatario de la instalación deberá poseer las instrucciones de los diferentes fabricantes de los equipos y seguirlas ordenadamente.

Cuando los equipos vayan sobre paredes, techos o estructuras, el adjudicatario realizará todo el trabajo necesario para su fijación.

2.6. CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.

Los cuadros serán nivelados y alineados perfectamente en su sitio usando calzos si fuese preciso. Antes de entrar en servicio serán repasadas las conexiones y la tornillería, y se limpiarán perfectamente todos los aisladores, etc. El adjudicatario realizará todas las conexiones interiores y exteriores que se requieran.

2.7. INSTALACIONES DE FUERZA Y ALUMBRADO.

El adjudicatario realizará las conexiones en cajas, aparatos, etc. Serán instalados completamente incluyendo lámparas, difusoras, reactancias, etc., y todos aquellos accesorios que formen parte del montaje.

Las lámparas se instalarán una vez que estén perfectamente colocados los aparatos de alumbrado, de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante.

Las cajas de mecanismos no se instalarán hasta conocerse perfectamente el acabado de las paredes en donde han de alojarse, y no se permitirá el paso de conductores hasta que estén bien tomadas.

2.8. EQUILIBRIO DE FASES.

Se realizarán las conexiones de receptores de tal manera que el desequilibrio de fases no supere más de un 10%.

2.9. ACOMETIDA GENERAL.

El cable cumplirá además la normativa particular de la empresa suministradora de energía. Los conductores estarán aislados por una tensión nominal de 1000 V del tipo UNE DV-0.6/kV.

2.10. CAJA DE PROTECCIÓN.

Estará construida en material aislante, autoextinguible, según norma UNE 20234, y será de grado de protección 417, como indica la Norma m20305. Será del tipo CGPH de 250 A, y contendrá cartuchos fusibles calibrados de 250 A y neutro seccionable.

2.11. LÍNEA REPARTIDORA.

Será del tipo UNE DV-0.6/1 kV, sección de 95 mm², alojada en el interior de una canalización de 48 mm de diámetro en tubo aislante de PVC, autocombustible.

2.12. CONTADORES.

Los módulos serán de material aislante, autoextinguible y de estabilidad térmica de clase A, proporcionando un grado de protección 413, de acuerdo con la Norma UNE 20324. Serán accesibles por medio de tapa transparente y precintable de las mismas características que los módulos.

2.13. DERIVACIONES INDIVIDUALES.

Los conductores serán del tipo rígido de cobre y con un aislamiento para una tensión de 750 V, respondiendo a la denominación UNE VV-750V. Se instalarán en el interior de tubos rígidos de PVC, de acuerdo con la Norma MI-BT-019. Los diámetros de conductores y tubos se fijarán en los planos correspondientes. Cada derivación contendrá las fases, neutro y conductor de protección.

Las cajas de derivación serán aislantes, con tope del mismo material, ajustable a presión o con tornillos, y estarán dotadas de huellas de ruptura para el peso de tubos.

2.14. INSTALACIÓN.

Los mecanismos, cajas de derivación y pantallas serán del tipo estanco con protección IP-4, contra chorro de agua. La instalación será de superficie y los conductores irán por el interior de tubos rígidos de PVC con diámetros que se fijen en los planos correspondientes.

2.15. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

Se realizará por medio de electrodos de tierra de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro de cobre con alma de acero. El conductor de unión de las picas será de cobre de 35 mm² de sección, de acuerdo con la Instrucción MI-BT-0.39.

Los portes metálicos de los soportes se unirán a dicho conductor mediante soldadura autógena. La línea de enlace de la red con tierra será de 35 mm², que enlazará con la línea principal de tierra de 16 mm².

Puerto Real, febrero de 2008.

Autora del proyecto:

Minerva López Magdaleno.

DOCUMENTO III

PLANOS

ÍNDICE.

PLANO Nº 1: SITUACIÓN DE LAS PRINCIPALES CANTERAS Y GRAVERAS DE CÁDIZ..... 203

PLANO Nº 2: EMPLAZAMIENTO DE LA GRAVERA LOS ALGARROBOS..... 204

PLANO Nº 3: DIAGRAMA DE FLUJO..... 205

PLANO Nº 4: INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RCDs - ALZADO..... 206

PLANO Nº 5: INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RCDs - PLANTA..... 207

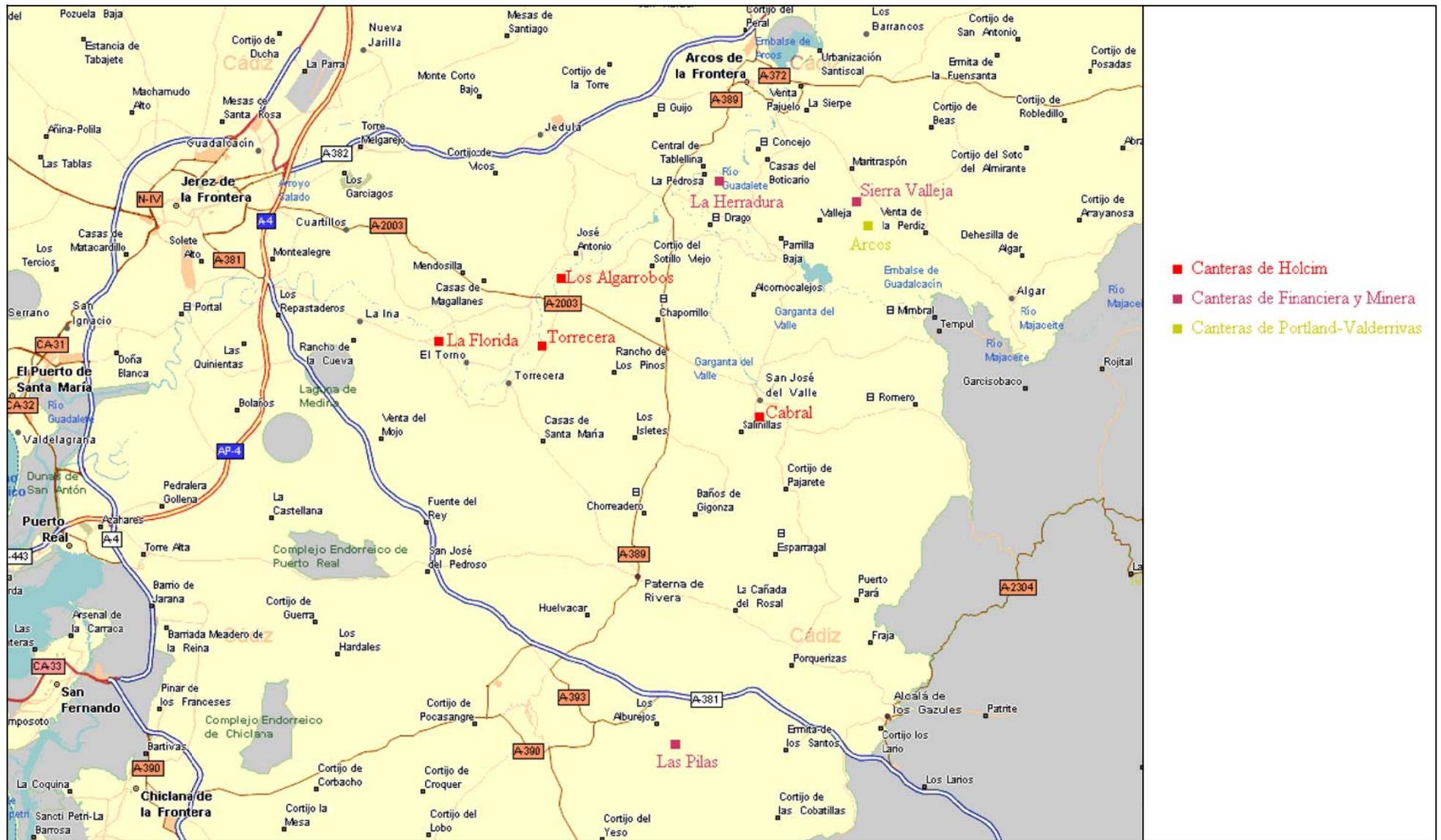
PLANO Nº 6: INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE BIOMASA..... 208

PLANO Nº 7: PLANO DE IMPLANTACIÓN..... 209

PLANO Nº 8: TRITURADORA DE MANDÍBULAS - ALZADO Y PLANTA..... 210

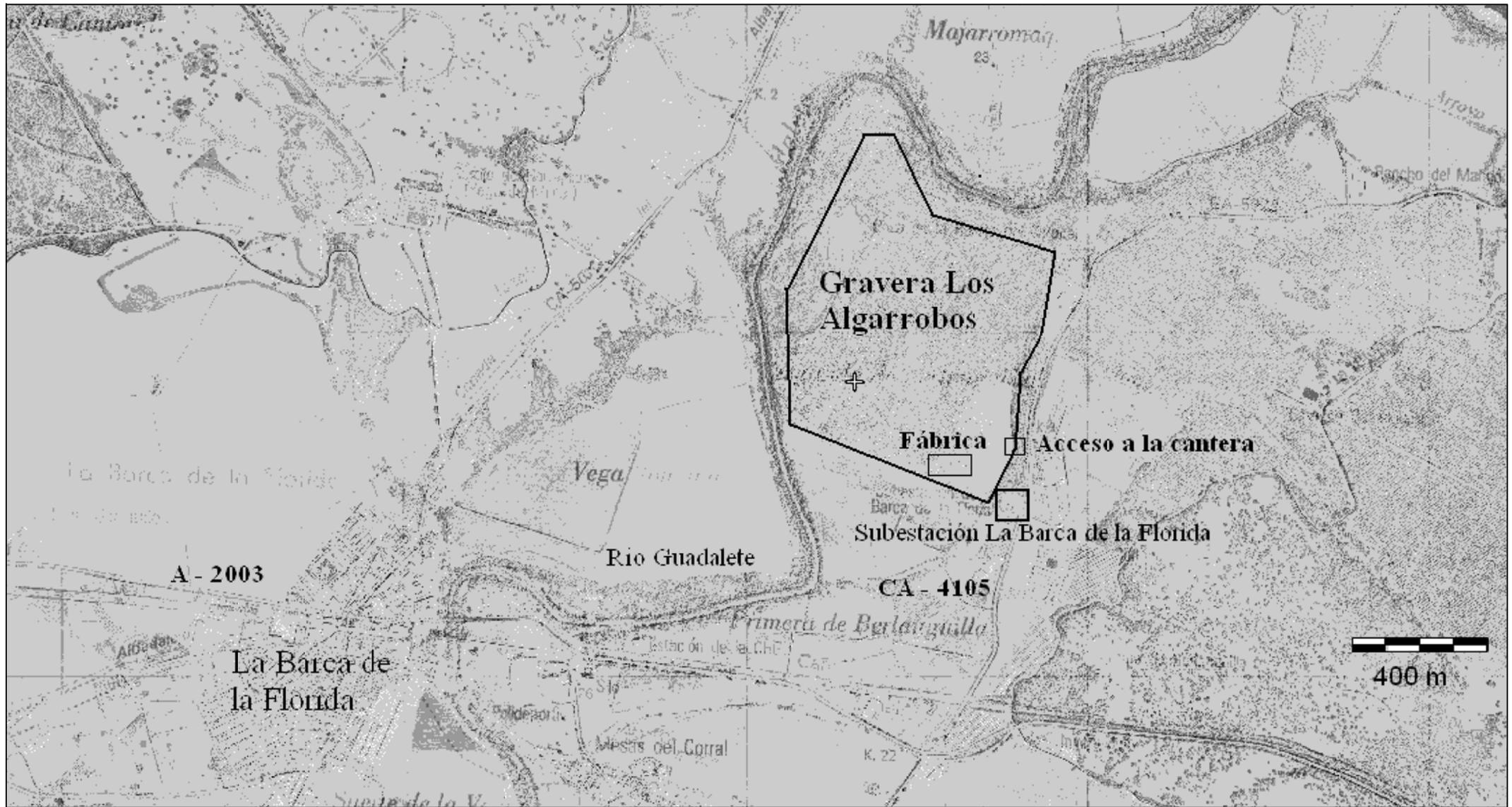
PLANO Nº 9: TRITURADORA DE IMPACTOS - VISTAS LATERAL Y FRONTAL..... 211

PLANO Nº 10: TRITURADORA DE RESIDUOS DE BIOMASA - VISTAS LATERAL Y FRONTAL..... 212



- Canteras de Holcim
- Canteras de Financiera y Minera
- Canteras de Portland-Valderrivas

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS		
SITUACIÓN DE LAS PRINCIPALES CANTERAS Y GRAVERAS DE CÁDIZ		
AUTORA:	MINERVA LÓPEZ MAGDALENO	FIRMA
FEBRERO 2008	ESCALA: S/E	PLANO Nº 1



PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES
 PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS

EMPLAZAMIENTO DE LA GRAVERA LOS ALGARROBOS

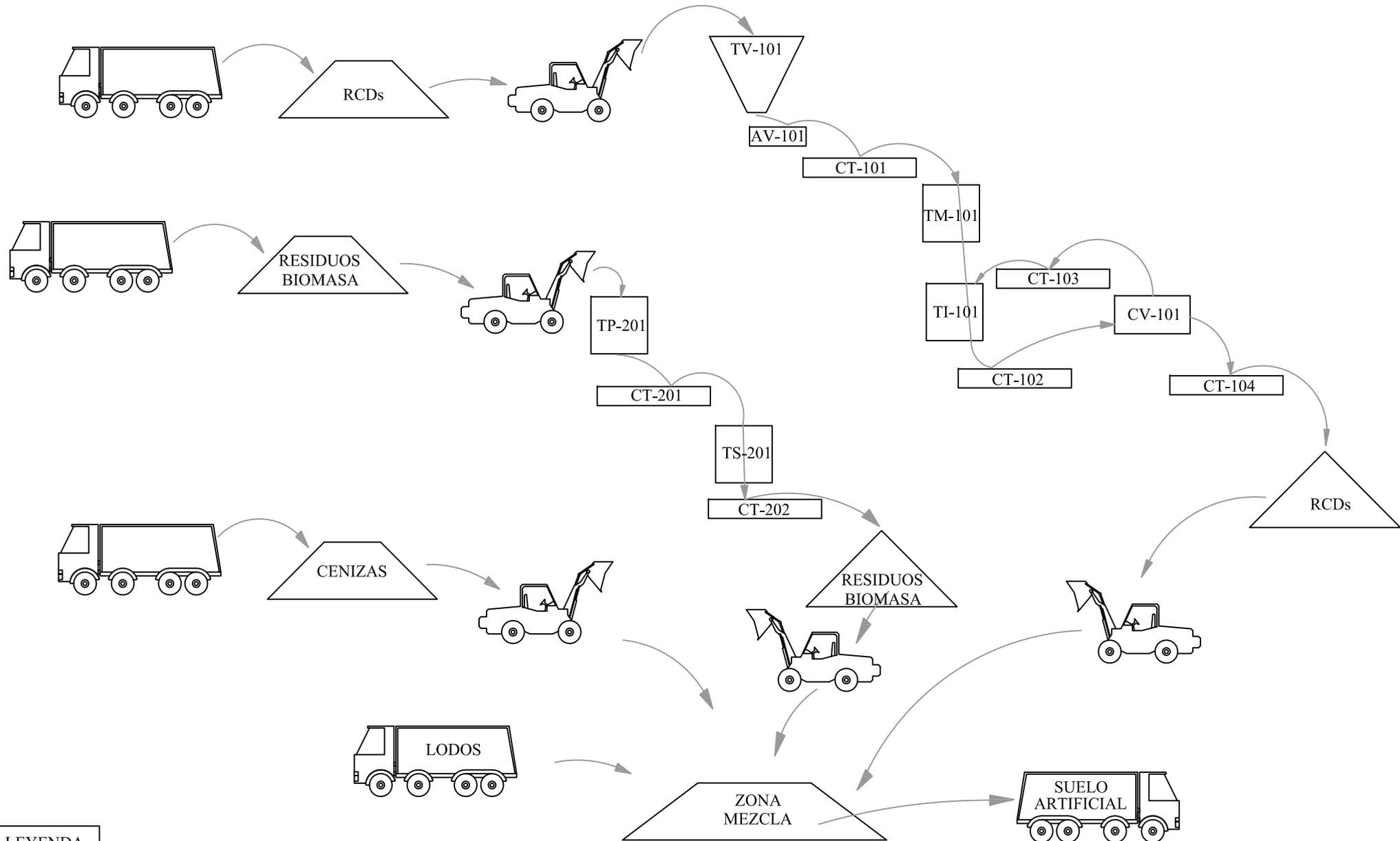
AUTORA: MINERVA LÓPEZ MAGDALENO

FIRMA

FEBRERO 2008

ESCALA: S/E

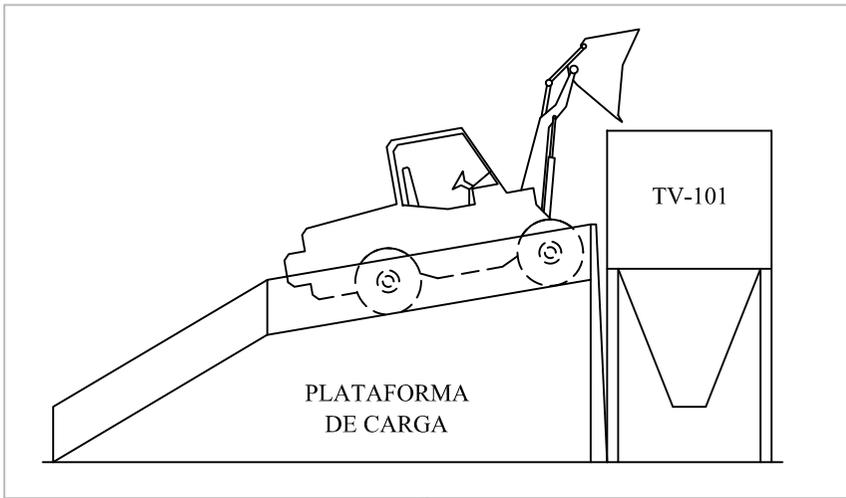
PLANO N° 2



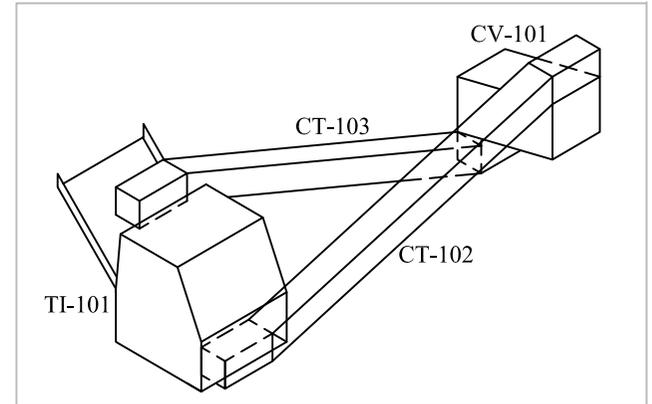
LEYENDA

Sección 100 - Tratamiento de RCDs		Sección 200 - Tratamiento de residuos de biomasa	
TV-101 Tolva	CT-102 Cinta transportadora	TP-201 Trituradora primaria	
AV-101 Alimentador vibrante	CV-101 Criba vibrante	CT-201 Cinta transportadora	
CT-101 Cinta transportadora	CT-103 Cinta transportadora	TS-201 Trituradora secundaria	
TM-101 Trituradora de mandíbulas	CT-104 Cinta transportadora	CT-202 Cinta transportadora	
TI-101 Trituradora de impactos			

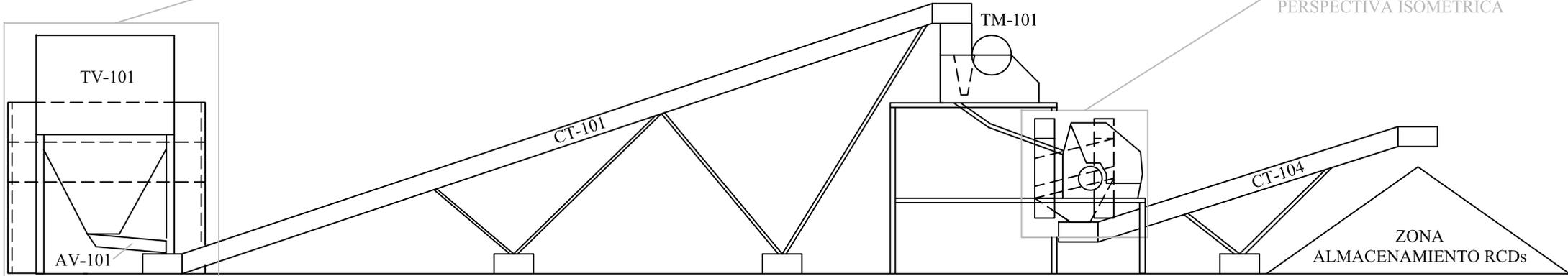
PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS		
DIAGRAMA DE FLUJO		
AUTORA:	MINERVA LÓPEZ MAGDALENO	FIRMA
FEBRERO 2008	ESCALA: S/E	PLANO N° 3



VISTA PERPENDICULAR A LA LÍNEA DE PROCESO

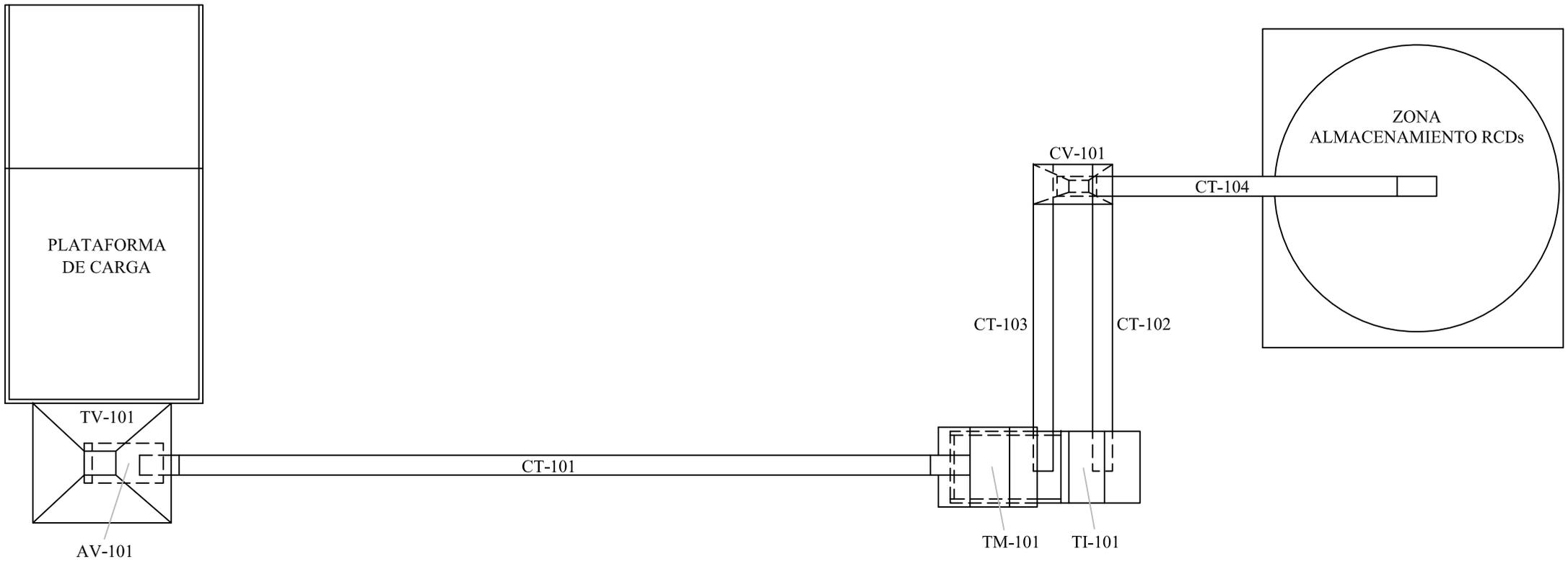


PERSPECTIVA ISOMÉTRICA



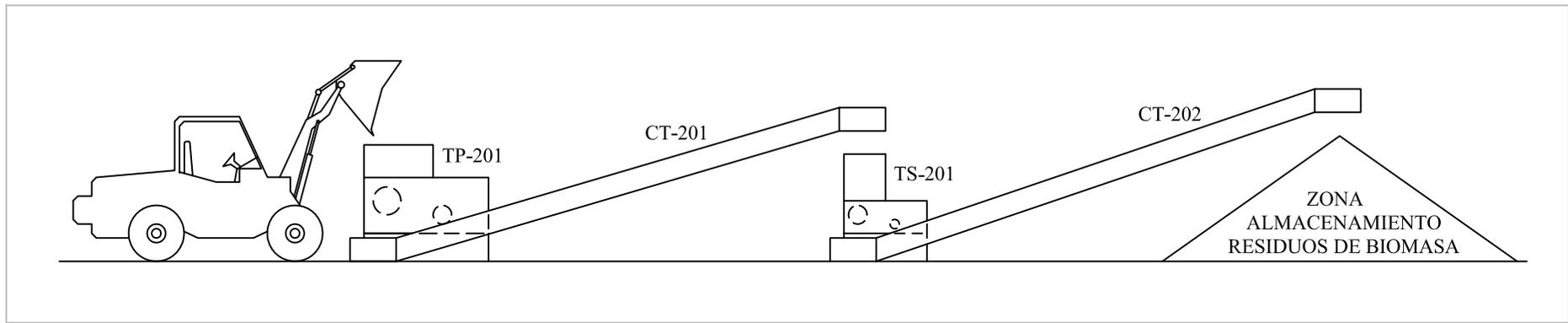
LEYENDA	
TV-101 Tolva	CT-102 Cinta transportadora
AV-101 Alimentador vibrante	CV-101 Criba vibrante
CT-101 Cinta transportadora	CT-103 Cinta transportadora
TM-101 Trituradora de mandíbulas	CT-104 Cinta transportadora
TI-101 Trituradora de impactos	

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS		
INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RCDs - ALZADO		
AUTORA:	MINERVA LÓPEZ MAGDALENO	FIRMA
FEBRERO 2008	ESCALA: 1/100	PLANO N° 4

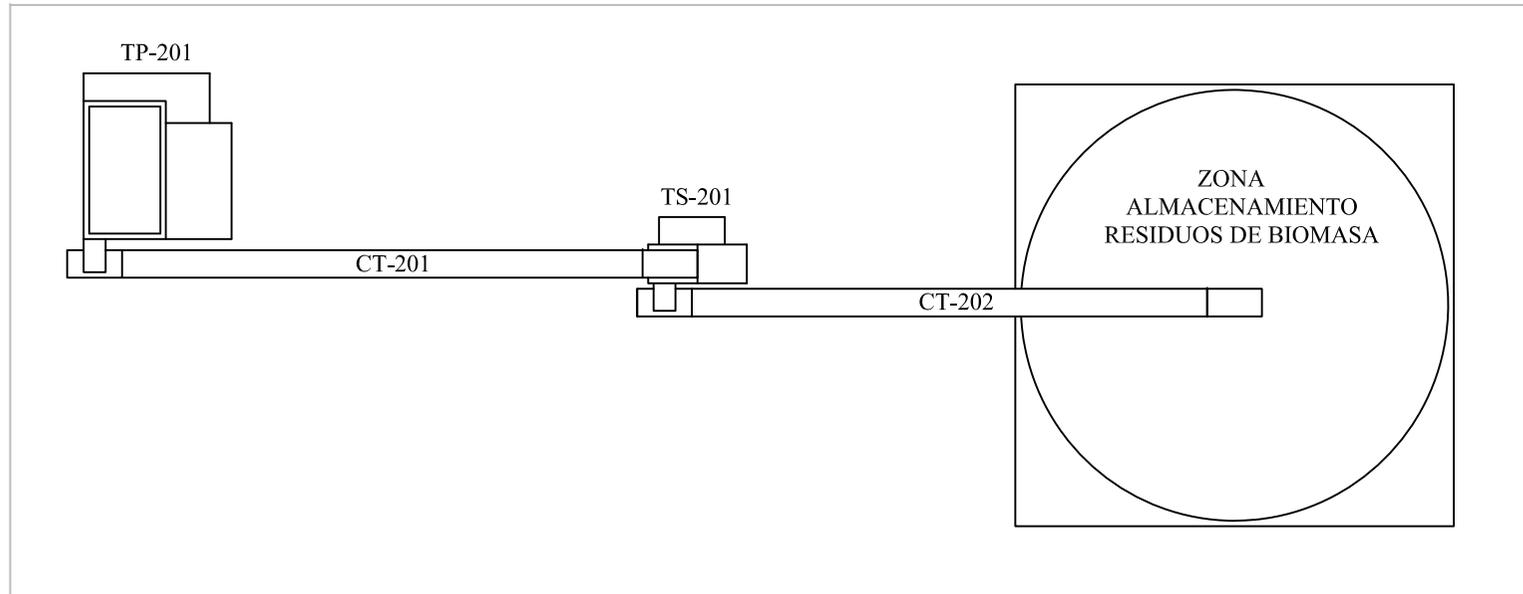


LEYENDA	
TV-101 Tolva	CT-102 Cinta transportadora
AV-101 Alimentador vibrante	CV-101 Criba vibrante
CT-101 Cinta transportadora	CT-103 Cinta transportadora
TM-101 Trituradora de mandíbulas	CT-104 Cinta transportadora
TI-101 Trituradora de impactos	

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS		
INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RCDs - PLANTA		
AUTORA:	MINERVA LÓPEZ MAGDALENO	FIRMA
FEBRERO 2008	ESCALA: 1/100	PLANO N° 5



ALZADO



PLANTA

LEYENDA

TP-201 Trituradora primaria
 CT-201 Cinta transportadora
 TS-201 Trituradora secundaria
 CT-202 Cinta transportadora

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES
 PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS

INSTALACIÓN DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE BIOMASA

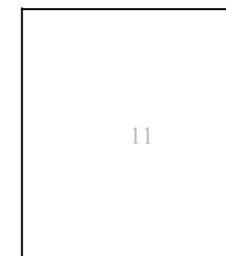
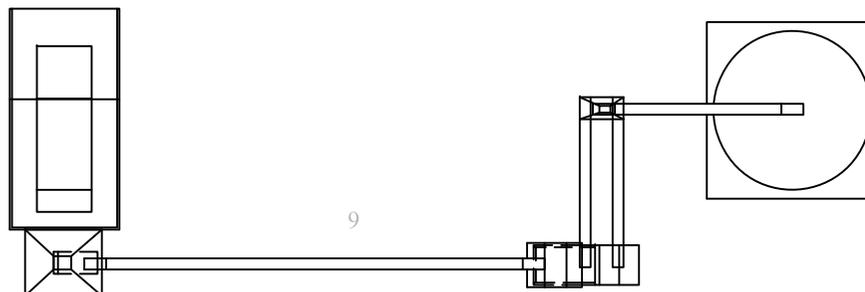
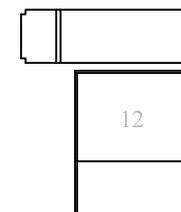
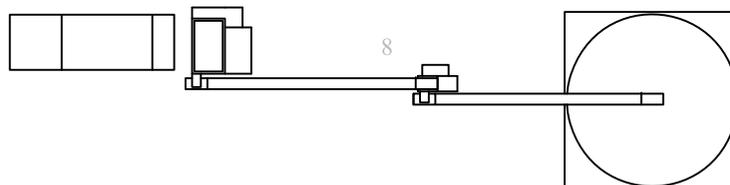
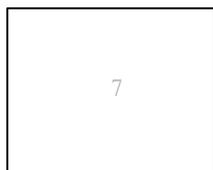
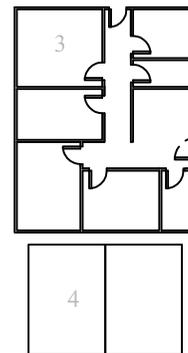
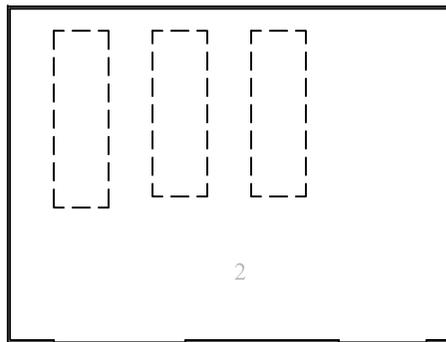
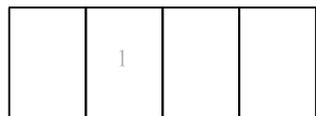
AUTORA: MINERVA LÓPEZ MAGDALENO

FIRMA

FEBRERO 2008

ESCALA: 1/100

PLANO N° 6



LEYENDA

- 1 - Aparcamientos
- 2 - Nave taller/almacén/garaje
- 3 - Edificio de servicios generales
- 4 - Aparcamiento
- 5 - Báscula puente para camiones
- 6 - Zona de acopio de residuos de biomasa
- 7 - Zona de acopio de RCDs
- 8 - Sección 100: Tratamiento de RCDs
- 9 - Sección 200: Tratamiento de residuos de biomasa
- 10 - Zona de acopio de cenizas de combustión de biomasa
- 11 - Zona de mezcla
- 12 - Plataforma de carga de camiones

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES
PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS

PLANO DE IMPLANTACIÓN

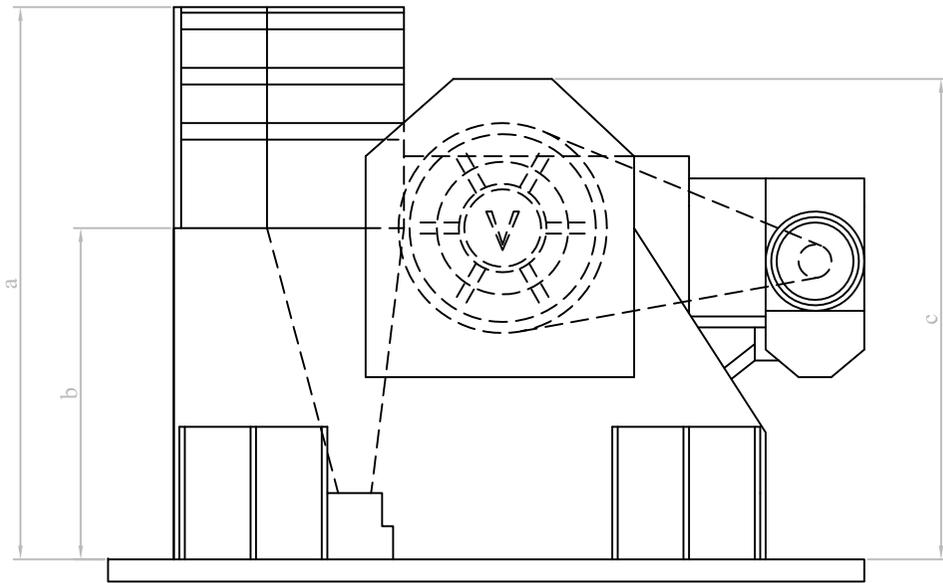
AUTORA: MINERVA LÓPEZ MAGDALENO

FIRMA

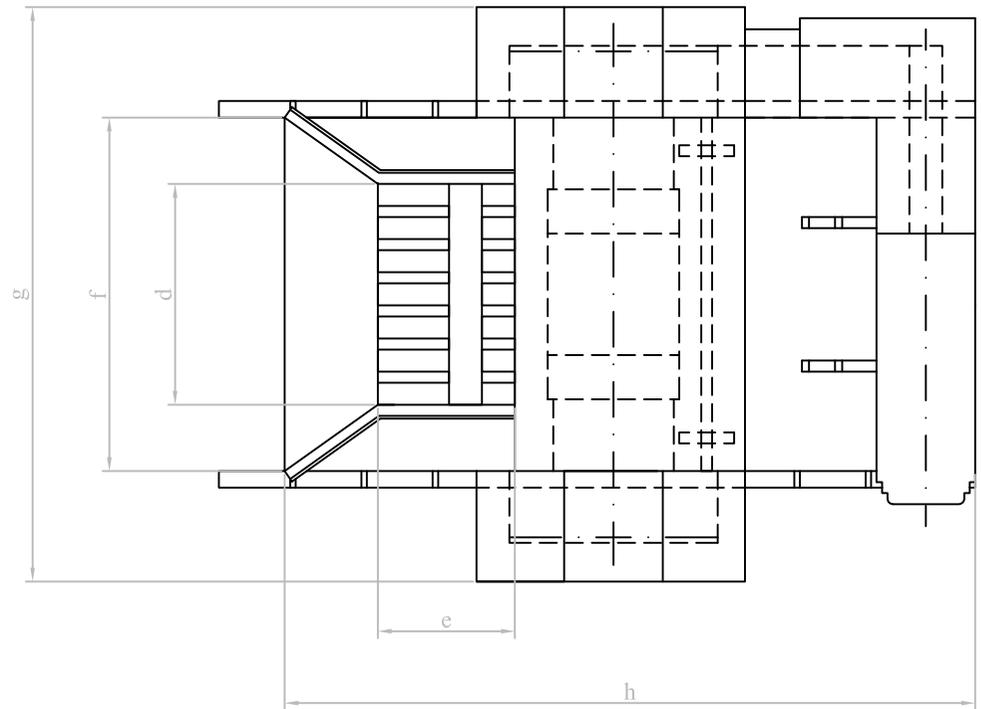
FEBRERO 2008

ESCALA: 1/250

PLANO Nº 7



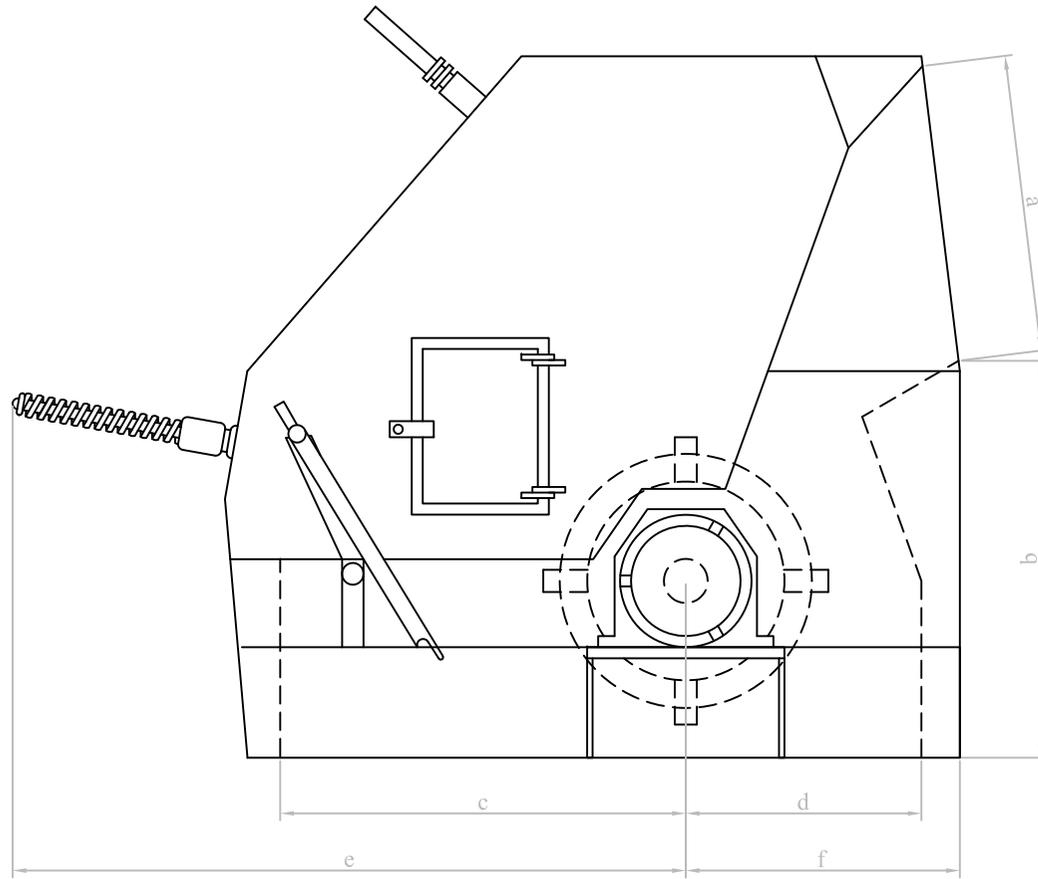
ALZADO



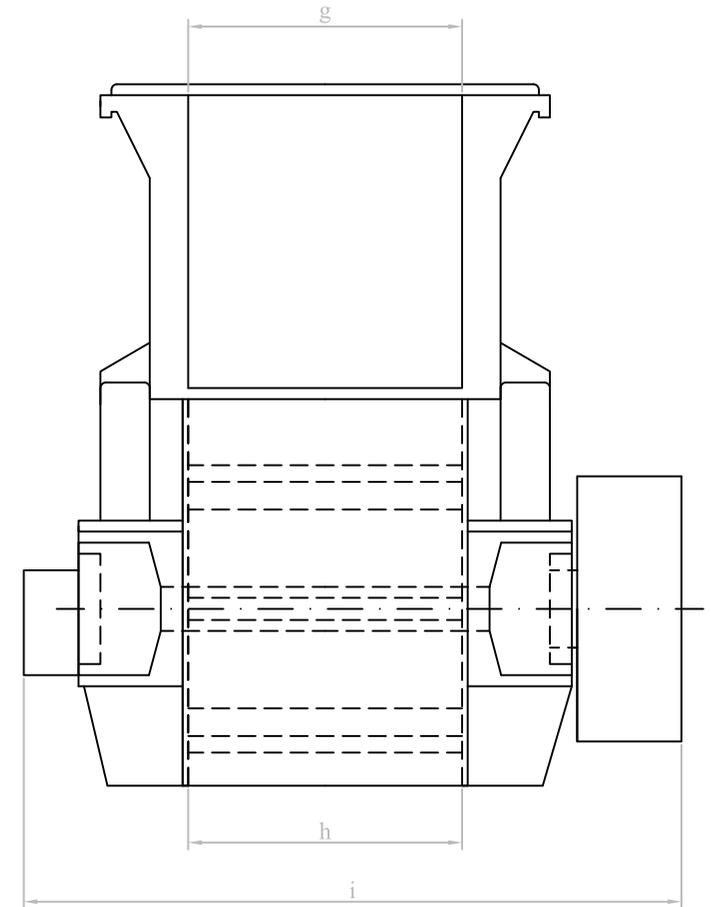
PLANTA

LEYENDA	
a = 2000 mm	e = 510 mm
b = 1200 mm	f = 1280 mm
c = 1740 mm	g = 2080 mm
d = 800 mm	h = 2520 mm

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS		
TRITURADORA DE MANDÍBULAS - ALZADO Y PLANTA		
AUTORA:	MINERVA LÓPEZ MAGDALENO	FIRMA
FEBRERO 2008	ESCALA: 1/20	PLANO N° 8



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

LEYENDA

a = 800 mm	f = 751 mm
b = 1057 mm	g = 750 mm
c = 1100 mm	h = 750 mm
d = 652 mm	i = 1804 mm
e = 1845 mm	

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES
PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS

TRITURADORA DE IMPACTOS - VISTAS LATERAL Y FRONTAL

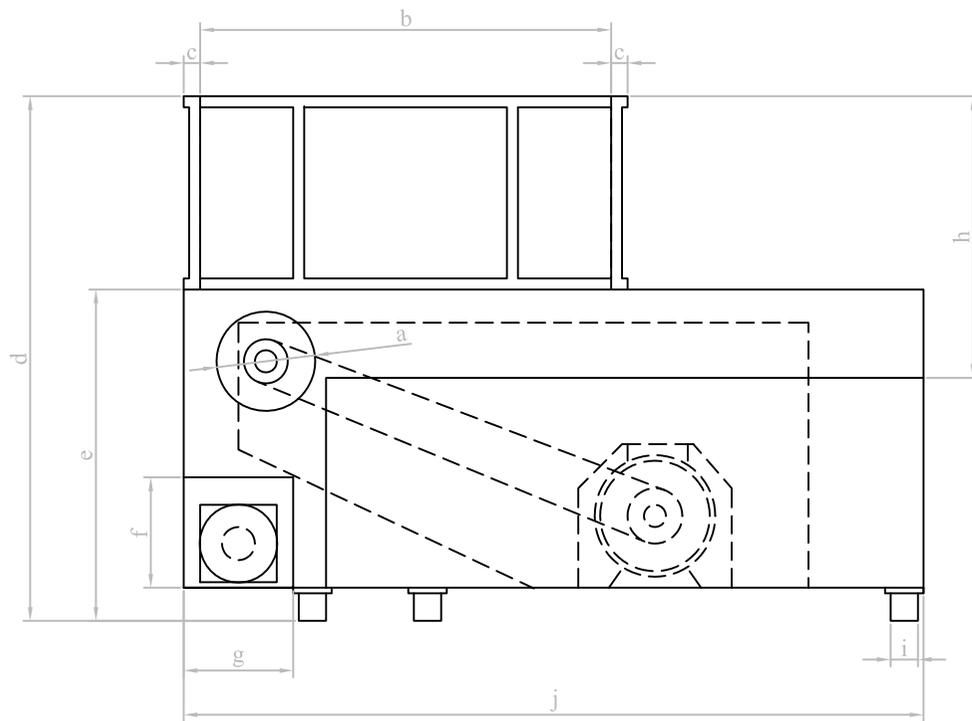
AUTORA: MINERVA LÓPEZ MAGDALENO

FIRMA

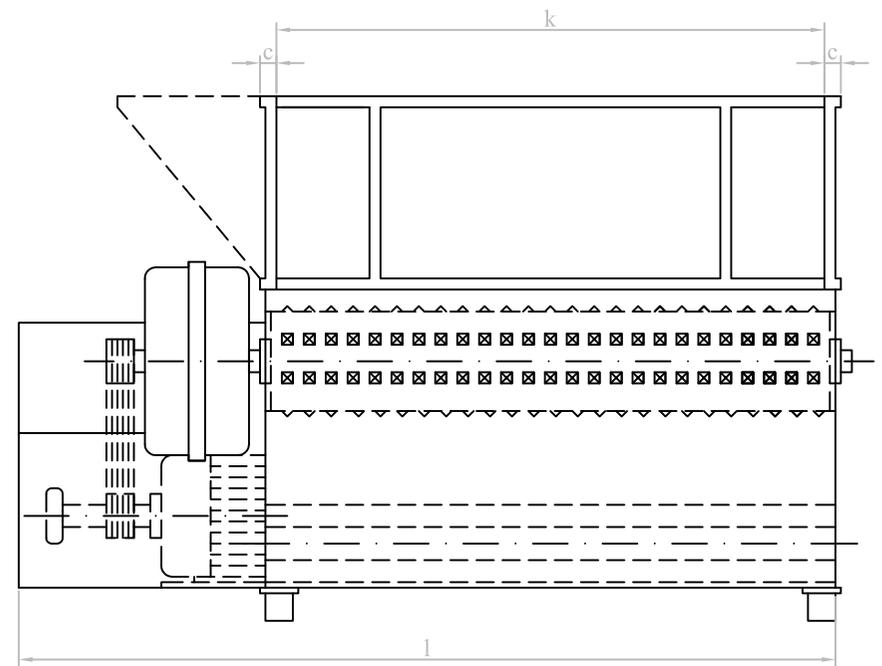
FEBRERO 2008

ESCALA: 1/15

PLANO N° 9



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

LEYENDA

a = 386 mm	e = 1200 mm	i = 100 mm
b = 1500 mm	f = 400 mm	j = 2700 mm
c = 50 mm	g = 400 mm	k = 2000 mm
d = 1900 mm	h = 1030 mm	l = 3000 mm

PLANTA DE FABRICACIÓN ECOEFICIENTE DE SUELOS ARTIFICIALES
PARA LA REGENERACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS

TRITURADORA DE RESIDUOS DE BIOMASA - VISTAS LATERAL Y FRONTAL

AUTORA: MINERVA LÓPEZ MAGDALENO

FIRMA

FEBRERO 2008

ESCALA: 1/20

PLANO N° 10

DOCUMENTO IV

PRESUPUESTO

ÍNDICE.

<u>CAPÍTULO 1: PRESUPUESTOS PARCIALES.....</u>	215
1.1. URBANIZACIÓN.....	215
1.2. CONSTRUCCIONES Y EDIFICACIÓN.....	216
1.3. EQUIPOS.....	217
1.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	210
1.5. SEGURIDAD Y SALUD.....	220
1.5.1. Elementos de protección colectiva.....	220
1.5.2. Equipos de protección individual (EPIs)	223
1.5.3. Presupuesto parcial de seguridad y salud.....	225
<u>CAPÍTULO 2: PRESUPUESTO TOTAL.....</u>	226
2.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	226
2.2. PRESUPUESTO TOTAL.....	227

CAPÍTULO 1: PRESUPUESTOS PARCIALES.

1.1. URBANIZACIÓN.

Los trabajos de urbanización consistirán en la pavimentación de las zonas de tránsito y rodaje de camiones y en la construcción de una red de drenajes.

Tabla 1.1. Presupuesto parcial de urbanización.

Ítem	Concepto	Unidades	Precio unitario	Importe (€)
1.1.1	Firme rígido formado por pavimento de hormigón vibrado con subbase de zahorra artificial	1500 m ²	16,41 €/m ²	24615
1.1.2	Canaleta de hormigón prefabricada para recogida de aguas, de 30 cm. de ancho, incluyendo solera de hormigón HM-20 N/mm ² .	300 m	13,31 €/m	3993
1.1.3	Arqueta de polipropileno (PP) de dimensiones 30x30x30 cm, formada por cerco y tapa o rejilla de PVC, acoplables entre sí, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm ² de 10 cm de espesor incluida.	9	49,22 €/ud	443
Presupuesto parcial de urbanización				29051 €

1.2. CONSTRUCCIONES Y EDIFICACIÓN.

En este apartado se incluye la construcción de la plataforma de carga de la tolva de RCDs, la plataforma de carga de camiones con el suelo artificial fabricado, la nave taller/almacén/garaje y el edificio de servicios generales.

Tabla 1.2. Presupuesto parcial de construcciones y edificación.

Ítem	Concepto	Importe (€)
1.2.1	Plataforma de carga de hormigón armado sobre rampa de suelo compactado, con altura final de 3,3 m, ancho de 5 m y longitud total de 10 m, incluyendo muro de seguridad de 1 m de altura.	8000
1.2.2	Plataforma de carga de hormigón armado sobre rampa de suelo compactado, con altura final de 1,5 m, ancho de 5 m y longitud total de 6,5 m, incluyendo muro de seguridad de 1 m de altura.	4100
1.2.3	Nave de 300 m ² , de 6 m de altura, con cerramiento de hormigón, y dos puertas correderas de 6x5 m y 4x3 m, incluyendo alumbrado, instalación eléctrica y saneamiento.	64950
1.2.4	Edificio de 82 m ² , incluyendo mobiliario, alumbrado, instalación eléctrica y saneamiento.	75000
Presupuesto parcial de construcciones y edificación		152050 €

1.3. EQUIPOS.

Se incluyen aquí los equipos mecánicos correspondientes a las secciones 100 (Tratamiento de RCDs) y 200 (Tratamiento de residuos de biomasa), así como la báscula puente para camiones, el camión con bañera de 30 m³ y las dos palas cargadoras necesarias para el movimiento de materias primas y producto.

El asesoramiento, el transporte hasta la planta de fabricación de suelos artificiales, el montaje y la puesta en marcha de los equipos están incluidos en los precios.

Tabla 1.3. Presupuesto parcial de equipos.

Ítem	Concepto	Unidades	Precio unitario (€)	Importe (€)
1.3.1	Tolva con desbaste vibratorio y sistema de proyección de agua pulverizada (TV-101)	1	21800	21800
1.3.2	Alimentador vibrante (AV-101)	1	4300	4300
1.3.3	Cinta transportadora de 20 m (CT-101)	1	5000	5000
1.3.4	Cintas transportadoras de 6 m (CT-102 y CT-103)	2	2740	5480
1.3.5	Cinta transportadora de 8 m (CT-104)	1	3060	3060
1.3.6	Cintas transportadoras de 10 m (CT-201 y CT-202)	2	3390	6780

1.3.7	Trituradora de mandíbulas (TM-101)	1	90300	90300
1.3.8	Trituradora de impactos (TI-101)	1	72800	72800
1.3.9	Criba vibrante, incluyendo criba, canaletas y estructura	1	24400	24400
1.3.10	Trituradora primaria (TP-201)	1	65000	65000
1.3.11	Trituradora secundaria (TS-201)	1	52000	52000
1.3.12	Báscula puente para camiones	1	17000	17000
1.3.13	Camión de 30 t con bañera de 30 m ³	1	111200	111200
1.3.14	Palas cargadoras	2	123000	246000
Presupuesto parcial de equipos				725120 €

1.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

En este apartado se incluye la partida alzada correspondiente a la instalación eléctrica de los equipos mecánicos de las secciones 100 y 200.

Tabla 1.4. Presupuesto parcial de instalación eléctrica.

Ítem	Concepto	Importe (€)
1.4.1	Instalación eléctrica y puesta a tierra (incluye la instalación de fuerza, alumbrado, puesta a tierra, el cableado, la conexión de los equipos, las pruebas en planta y el centro de control de motores)	7000
Presupuesto parcial de instalación eléctrica		7000 €

1.5. SEGURIDAD Y SALUD.

En este apartado se incluyen los elementos de protección colectiva y los equipos de protección individual (EPIs).

1.5.1. Elementos de protección colectiva.

Dentro de elementos de protección colectiva se engloban las marcas en el pavimento, las señales verticales de seguridad y el equipo de protección contra incendios. Además, se incluyen en este apartado las pantallas cortavientos que se instalarán en las zonas de almacenamiento de RCDs y residuos de biomasa triturados, y en la zona de acopio de cenizas de combustión de biomasa, así como el botiquín y los cursos de formación en seguridad y salud para los riesgos específicos de la planta y de primeros auxilios que se impartirán a los operarios antes de la puesta en marcha de la planta de suelos artificiales.

Tabla 1.5. Subtotal del equipo de protección contra incendios.

Ítem	Concepto	Unidades	Precio unitario (€)	Importe (€)
1.5.1.1.1	Detectores térmicos tarados a 68° C, con certificado AENOR e instalación incluida	3	127	381
1.5.1.1.2	Detectores ópticos de humos con alarma y piloto indicador, con certificado AENOR e instalación incluida	2	151	302
1.5.1.1.3	Sistema de alarmas con instalación incluida	1	300	300
1.5.1.1.4	Hidrante de 4" con dos salidas de 70 mm, con certificado AENOR e instalación incluida	1	1000	1000
1.5.1.1.5	Extintor de polvo seco de 6 kg (instalado en el edificio de servicios generales)	1	43	43
1.5.1.1.6	Carro extintor de nieve carbónica de 10 kg (incluido carro de ruedas y manguera con difusor)	1	233	233
Subtotal del equipo de protección contra incendios				2259 €

Tabla 1.6. Subtotal de elementos de protección colectiva.

Ítem	Concepto	Unidades	Precio unitario	Importe (€)
1.5.1.1	Equipo de protección contra incendios	1	2259 €	2259
1.5.1.2	Marcas en el pavimento con pintura reflectante	300 m	1,1 €/m	330
1.5.1.3	Señales verticales de seguridad y tráfico de 70 cm	10	44,9 €/ud	449
1.5.1.4	Pantallas cortavientos	30 m	60 €/m	1800
1.5.1.5	Botiquín	1	110 €/ud	110
1.5.1.6	Curso de primeros auxilios	1	190 €	190
1.5.1.7	Curso de formación en seguridad y salud para los riesgos específicos de la planta	2 h	15 €/h	30
Subtotal de elementos de protección colectiva				5168 €

1.5.2. Equipos de protección individual (EPIs).

Dentro de los equipos de protección individual se engloban el equipamiento de protección de cada operario y equipamiento en exceso para repuestos o visitantes.

Tabla 1.7. Subtotal de los equipos de protección individual (EPIs).

Ítem	Concepto	Unidades	Precio unitario	Importe (€)
1.5.2.1	Casco de seguridad para uso normal, antigolpes, de polietileno, con un peso máximo de 400 g, homologado según UNE-EN 812	4	6 €/ud	24
1.5.2.2	Gafas de seguridad anti-impactos estándar, con montura universal, visor transparente y tratamiento contra empañamiento, homologadas según UNE-EN 167 y 168	4	6 €/ud	24
1.5.2.3	Protector auditivo tipo orejera acoplable al casco, homologado según UNE-EN 352, 397 y 458	4	15 €/ud	60
1.5.2.4	Mascarilla autofiltrante contra polvo, homologada según UNE-EN 405	10	0,8 €/ud	8

1.5.2.5	Par de guantes de tacto para uso general, con palma y dorso de la mano de piel flexible, dedo índice sin costura exterior y sujeción elástica en la muñeca	4	2 €/ud	8
1.5.2.6	Par de botas bajas de seguridad industrial, resistentes a la humedad, con tobillera acolchada, puntera metálica, suela antideslizante y cuña amortiguadora de impactos en el talón, según normas UNE-EN 344, 345, 346 y 347	4 pares	22 €/par	88
1.5.2.7	Conjunto de ropa de trabajo, compuesto por 2 camisas, 2 pantalones y 1 chaqueta	2	49 €/ud	98
1.5.2.8	Chaleco con tiras reflectantes en cintura, pecho y espalda, según norma UNE-EN 471	4	20 €/ud	80
Subtotal de equipos de protección individual				390 €

1.5.3. Presupuesto parcial de seguridad y salud.

Tabla 1.8. Presupuesto parcial de seguridad y salud.

Ítem	Concepto	Importe (€)
1.5.3.1	Subtotal de elementos de protección colectiva	5168
1.5.3.2	Subtotal de equipos de protección individual	390
Presupuesto parcial de seguridad y salud		5558 €

CAPÍTULO 2: PRESUPUESTO TOTAL.

2.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

Tabla 1.9. Presupuestos parciales y presupuesto de ejecución por contrata.

Ítem	Concepto	Importe (€)
2.1.1	Presupuesto parcial de urbanización	29051
2.1.2	Presupuesto parcial de construcciones y edificación	152050
2.1.3	Presupuesto parcial de equipos	725120
2.1.4	Presupuesto parcial de instalación eléctrica	7000
2.1.5	Presupuesto parcial de seguridad y salud	5558
Presupuesto de ejecución por contrata		918779 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de NOVECIENTOS DIECIOCHO MIL SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS.

2.2. PRESUPUESTO TOTAL.

Tabla 1.10. Presupuesto total.

Ítem	Concepto	Importe (€)
2.2.1	Presupuesto de ejecución por contrata	918779
1.6.2	16 % I.V.A.	147005
1.6.3	Gestión del proyecto y dirección de obra (5 % del presupuesto de ejecución por contrata con I.V.A.)	53289
Presupuesto total		1119073 €

El presupuesto total para la *Planta de fabricación ecoeficiente de suelos artificiales para la regeneración de espacios degradados* descrita en el presente proyecto asciende a la cantidad de UN MILLÓN CIENTO DIECINUEVE MIL SETENTA Y TRES EUROS.

Puerto Real, febrero de 2008.

Autora del proyecto:

Minerva López Magdaleno.

