



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica  
de Ingenieros de Minas

# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

## TRABAJO FIN DE MASTER

### ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD, S) EN BEMBIBRE (LEÓN).

León, Julio de 2015

Autor: Jorge Benavides Sevillano

Tutor: Laura Álvarez de Prado

El presente trabajo ha sido realizado por D. Jorge Benavides Sevillano, alumno/a de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Máster en Ingeniería Minera y de Recursos Energéticos.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D<sup>a</sup> Laura Álvarez de Prado, profesor/a del Máster Universitario en Ingeniería Minera y de Recursos Energéticos.

Visto Bueno

Fdo.: D. Jorge Benavides Sevillano  
El autor del Trabajo Fin de Máster

Fdo.: Dña. Laura Álvarez de Prado  
El Tutor del Trabajo Fin de Máster

## **RESUMEN**

El presente estudio incluye el análisis de toda la maquinaria y posterior descripción de los flujos de producción de una planta de reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD, s) en Bembibre (León).

En segundo lugar se realiza un estudio económico para obtener la rentabilidad del proyecto según diferentes variables de estudio como porcentaje de capacidad de las máquinas, tipo de interés del crédito adquirido con el banco o incluso precio de las fracciones valorizables. El análisis de sensibilidad de dichas variables permite concluir con umbrales mínimos de funcionamiento de la planta en los que la inversión será rentable. Y por último, la simulación de tres posibles escenarios da una visión más realista del proyecto ya que aporta conclusiones a diferentes situaciones que se podrían dar en la realidad.

Para el estudio económico se ha utilizado la herramienta ofimática EXCEL. Para poder concluir con valores de rentabilidad, previamente se han calculado las amortizaciones de la maquinaria, los gastos e ingresos anuales a lo largo de los 10 años de estudio, la cuenta de resultados y los cash flow de la inversión. Con todo ello se han podido obtener valores de VAN y TIR en función de los parámetros de estudio. Para el análisis de sensibilidad se han modificado las variables antes nombradas simulando el modelo para diferentes valores.

## **ABSTRACT**

This current study includes the analysis of the whole machinery and afterwards description of production fluxes of a construction and demolition waste recycling plant in Bembibre (León).

In addition, an economic study to obtain the project profitability is done. It is calculated according to different variables such as percentage of machine capacity, the interest of the credit acquired with the bank or even prices of the valorised fractions. The analysis of sensitivity of those variables indicates the minimum thresholds in which the plant must work, in order to be profitable. Finally, the simulation of three possible scenarios gives a more realistic vision of the project because it provides conclusions to different situations, which could occur in real life.

For the economic study, it has been used the office application EXCEL. In order to obtain the profitability values, previously it is calculated the depreciations of fixed assets, annual expenses and income, the Income Statement Account during the 10 years of study and the cash flows of the whole investment are calculated. With all of these, it is possible to obtain the NPV (Net Present Value) and IRR (Internal Rate of Return) according to the study parameters. For the sensitivity analysis, the aforementioned values were modified by simulating the model with different values.

## ÍNDICE

RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
MEMORIA	1
1. Antecedentes	2
2. Situación	3
3. Normativa urbanística	7
4. Legislación vigente	8
5. Plan regional de ámbito sectorial de residuos de construcción y demolición de Castilla y León (2008-2010).	13
6. Descripción del proceso	16
6.1. Introducción	16
6.2. Principales conceptos	16
6.3. Catalogación de los residuos de la lista del catálogo europeo de residuos	18
6.4. Principales características de los residuos	21
6.5. Producción y composición media de los RCD' s	22
6.6. Tipos de residuos admisibles y no admisibles.	24
6.6.1. Residuos admisibles	24
6.6.2. Residuos no admisibles.	25
6.7. Descripción del proceso de tratamiento	26
6.7.1. Proceso de recepción y pesaje.	28
6.7.2. Proceso trituración de materiales	28
6.7.3. Proceso de triaje de materiales.	29
6.7.4. Proceso de depósito	30
6.7.5. Proceso de contenerización	30
6.8. Tratamiento de residuos.	30
6.8.1. Fracciones a separar.	30
6.8.2. Cantidades a tratar. Balance de masas.	31
6.8.3. Dimensionado de las zonas.	34

6.8.4. Clasificación manual	34
6.8.5. Gestión de residuos recuperados y rechazos.	34
6.8.6. Almacenamiento de residuos peligrosos	35
6.8.7. Destino de los productos reciclados.	36
6.8.8. Productos de la valorización obtenidos.	37
7. Instalaciones	38
7.1. Báscula y caseta de control.	38
7.2. Obras a ejecutar, solución proyectada	39
7.2.1. Recogida de aguas pluviales	39
7.2.2. Playa de descarga y estiaje	40
7.3. Área de acopios.	41
7.4. Diseño de la planta.	41
7.4.1. Equipo de trituración:	43
7.4.2. Alimentadores:	46
7.4.3. Cintas transportadoras.	46
7.4.4. Módulo de triaje manual.	50
7.4.5. Soplador de finos.	53
7.4.6. Separación magnética.	54
7.4.7. Clasificación y limpieza de tamaños medios y finos.	56
7.5. Abastecimientos.	59
7.6. Relación de equipos, maquinaria y mobiliario en las diferentes fases del proceso.	60
7.7. Abandono de las instalaciones.	61
8. Condiciones generales del gestor de residuos de construcción y demolición.	62
8.1. Horario.	63
8.2. Admisión y recepción de residuos.	63
8.2.1. Residuos admisibles.	63
8.2.2. Residuos no admisibles.	65
8.2.3. Documentación a aportar por los usuarios.	66
8.2.4. Verificación de los residuos.	66
8.2.5. Punto de acceso.	67
8.2.6. Control de pesaje.	68
8.2.7. Condiciones de entrega de los residuos.	69

8.2.8. Acceso y estancia.	70
8.2.9. Descarga de residuos.	71
8.2.10. Zonas de descarga.	72
8.2.11. Salida de la planta.	73
8.2.12. Manipulación de los residuos.	74
8.2.13. Gestión de productos obtenidos.	74
8.2.14. Almacenamiento y gestión de productos valorizables.	76
8.2.15. Gestión de rechazos y residuos peligrosos.	76
8.2.16. Carga y retirada de productos obtenidos, rechazos y residuos peligrosos.	77
8.3. Relación de personal.	78
9. Incidencia ambiental de la actividad.	79
9.1. Emisiones de polvo.	80
9.2. Emisiones procedentes de gases de combustión.	83
9.3. Ruido	84
9.4. Aguas.	85
10. Seguridad e higiene en las instalaciones.	87
11. Programa de vigilancia.	91
11.1. Control y vigilancia.	93
12. Estudio de viabilidad.	94
12. 1. Introducción.	94
12.2. Impuestos y tasas sobre el vertido.	94
12.3. Estimación de costes.	97
12.4. Estimación de ingresos.	103
12.5. Estudio de viabilidad y análisis de la cuenta de resultado	109
PLANOS	112
Plano de situación.	113
Plano de instalaciones. Planta.	114
Plano de instalaciones. Alzados.	115
PRESUPUESTO	116
Lista de referencias.	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Situación de la parcela de referencia catastral 7818205 QH0271N.

Figura 2.2.- Situación de la parcela de referencia catastral 7818206 QH0271N.

Figura 6.1.- Porcentajes de RCD, s en contenedores.

Figura 6.2.- Esquema del proceso de tratamiento de los RCD, s.

Figura 6.3.- Producción de residuos por municipios en Castilla y León.

Figura 7.1.- Báscula y caseta de control.

Figura 7.2.- Esquema general de una planta de RCD, s.

Figura 7.3.- Trituradora de mandíbulas de simple efecto, funcionamiento.

Figura 7.4.- Trituradora de mandíbulas de simple efecto.

Figura 7.5.- Estructura de una cinta transportadora.

Figura 7.6.- Cabina de triaje.

Figura 7.7.- Contenedores de triaje manual.

Figura 7.8.- Panel tipo sándwich.

Figura 7.9.- Soplador de finos.

Figura 7.10.- Separador magnético.

Figura 7.11.- Separador magnético. Funcionamiento.

Figura 7.12.- Cribas.

Figura 9. 1.- Diagrama concentración de polvo en función de l distancia.

Figura 9. 2.- Emisiones de gases en la combustión.

Figura 12. 1.- Tasa de vertido legal de escombros (Dumping Fee).

Figura 12. 2.- Tipping Fee& Dumping Fee.

Figura 12. 3.- Dumping Fee por comunidades.

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2.- Lindes de la parcela de referencia catastral 7818205 QH0271N.

Tabla 2.2.- Lindes de la parcela de referencia catastral 7818206 QH0271N.

Tabla 6.1.- Códigos LER de RCD, s.

Tabla 6.2.- Volúmenes anuales previsibles de RCD, s en la provincia de León.

Tabla 6.3.- Dimensiones de la planta.

Tabla 7.1.- Relación cazo cargadora/ tolva.

Tabla 7. 2.- Relación de equipos en fases del proceso.

Tabla 9. 1.- Niveles de potencia sonora, LwA, (dBA).

Tabla 9. 2.- Nivel máximo de inmisión por zonas (dB).

Tabla 12. 1.- Costes Variables.

Tabla 12. 2.- Coste de personal.

Tabla 12. 3.- Costes fijos.

Tabla 12. 4.- Ingresos.

Tabla 12. 5.- Cuenta de explotación.

Tabla 12. 6.- Tasa de crecimiento de venta de áridos reciclados

Tabla 12. 7.- Cuenta de resultados.

# MEMORIA

## **1. Antecedentes**

La empresa PIBASA, Polígono Industrial Bierzo Alto sociedad Anónima, es una empresa municipal a través de la cual se realiza la gestión del área industrial situada en San Román de Bembibre, término municipal del ayuntamiento de Bembibre, es la promotora de este estudio y la propietaria de las parcelas en las que se pretende instalar la PLANTA de TRATAMIENTO de RESIDUOS de CONSTRUCCIÓN y DEMOLICIÓN, (R. C. D, s).

Para llevar a cabo la instalación de una planta industrial dedicada al TRATAMIENTO de RESIDUOS de CONSTRUCCIÓN y DEMOLICIÓN. (R. C. D, s), se redacta el presente estudio, con el fin de describir las actividades a realizar, las obras a ejecutar y la viabilidad económica del estudio.

Así mismo, se fijaran los requisitos técnicos esenciales y las medidas de seguridad mínimas que deben observarse al montar, utilizar y mantener las referidas instalaciones, así como para dar cumplimiento a la Legislación Vigente a fin de obtener, los correspondientes permisos y licencias para su instalación y puesta en servicio.

El tipo de planta estudiada será de primer nivel.

## 2. Situación

La parcelas sobre el que se estudia llevar a cabo la actividad de PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD' s) se encuentra situada en San Román de Bemibre (León), aproximadamente a 98 km al Oeste de la capital (León) y a 19 km al Este de Ponferrada, tal y como queda reflejado en el plano de situación.

El emplazamiento de las instalaciones estará en las parcelas Nº 05 y la 06 del polígono 78182 del término municipal de Bemibre (León).

La superficie total de ambas parcelas es de 1,7 ha, siendo la extensión de la parcela Nº 05 de 5.495 m<sup>2</sup> y la parcela 06 de 11.600 m<sup>2</sup>.

Con coordenadas UTM:

Parcela	X	Y
05	707.692	4.721.654
06	707.794	4.721.724

La superficie dentro de la parcelas citadas, que se va a destinar a la Planta de Tratamiento de RCD' s es de aproximadamente 16.000 m<sup>2</sup>. El resto de superficie estará dedicada a otros usos.

Los límites de las parcelas son los siguientes:

Tabla 2.1.- Linderos de la parcela de referencia catastral 7818205 QH0271N

NORTE	Parcela 131,132,133 y 134 del Polígono 24015 (T. M. Bembibre)
SUR	Carretera de servicio del polígono industrial Bierzo Alto
ESTE	Parcela 06 del Polígono 78182 (T. M. Bembibre).
OESTE	06 del Polígono 78182 (T. M. Bembibre)

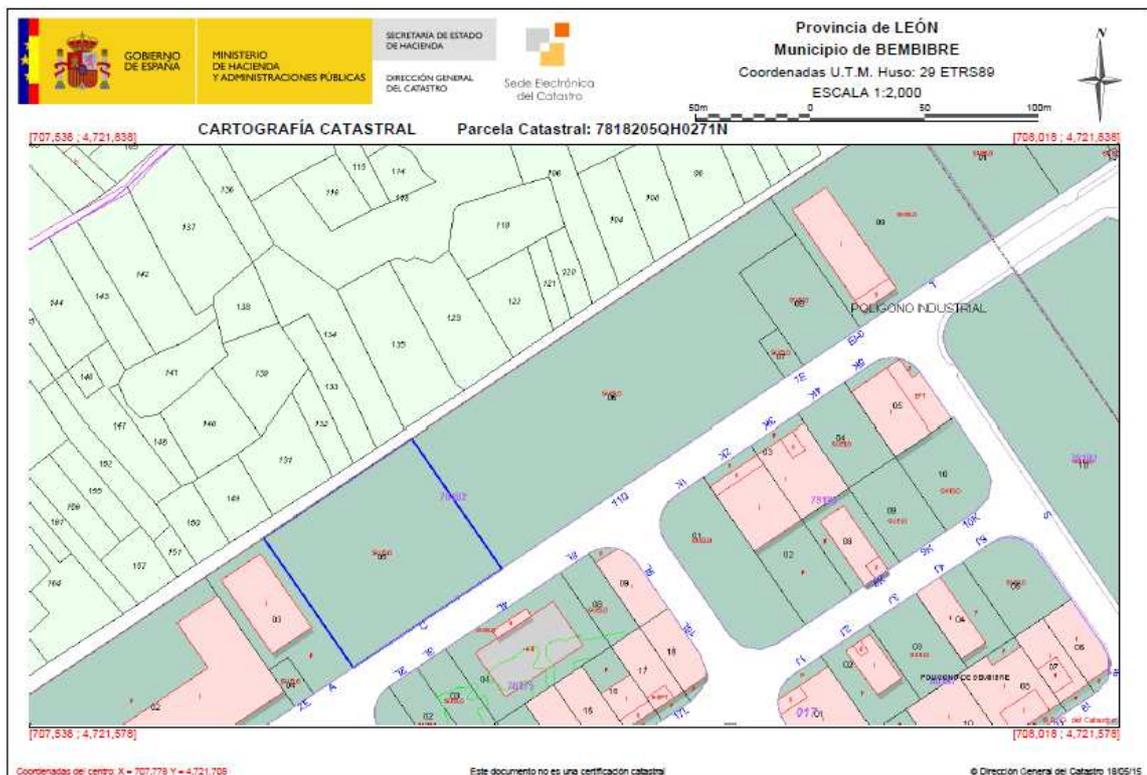


Figura 2.2.- Situación de la parcela de referencia catastral 7818205 QH0271N

Tabla 2.2.- Linderos de la parcela de referencia catastral 7818206 QH0271N

NORTE	Parcela 135,123,122,121,120,106,104,100, y 96 del Polígono 24015 (T. M. Bembibre)
SUR	Carretera de servicio del polígono industrial Bierzo Alto
ESTE	Parcela 07, 08, y 09 del Polígono 78182 (T. M. Bembibre).
OESTE	05 del Polígono 78182 (T. M. Bembibre)

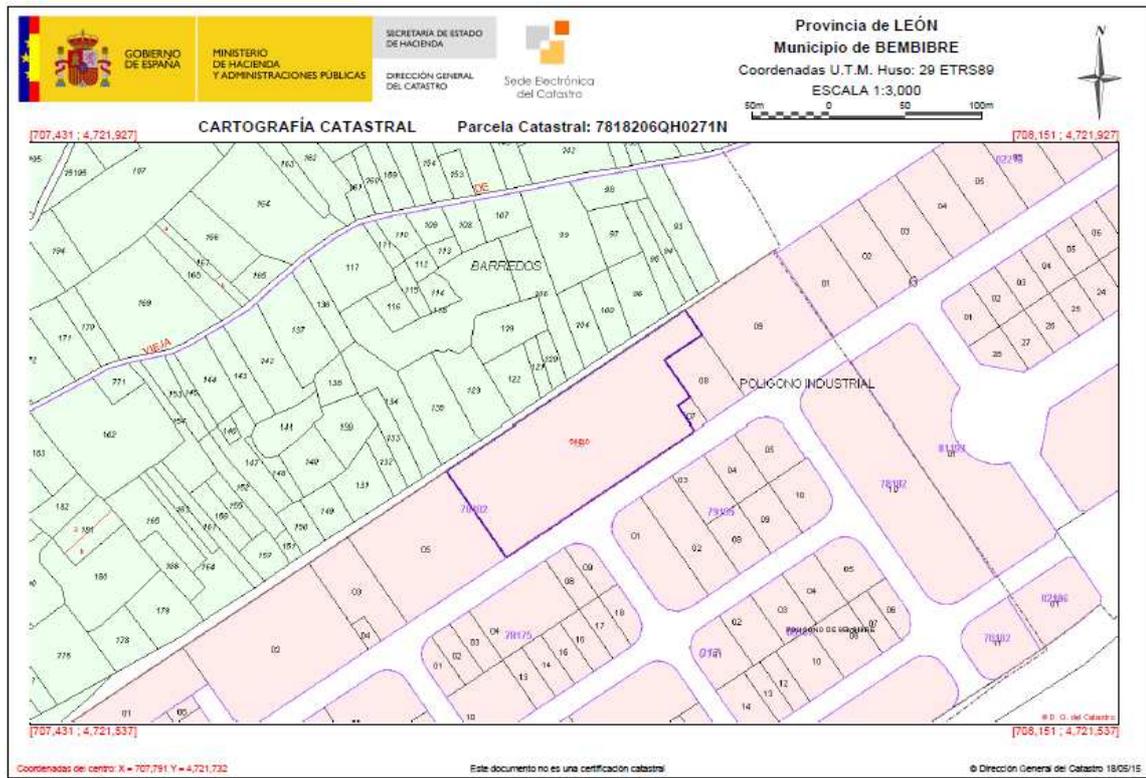


Figura 2.2.- Situación de la parcela de referencia catastral 7818206 QH0271N

Toda la planta está comprendida dentro de un vallado que la delimita, a fin de proteger la instalación y disponer de las medidas suficientes de seguridad para impedir el libre acceso de personas no autorizadas y disuadir el vertido ilegal en la instalación

Del mismo modo, está a una distancia suficiente del núcleo urbano o zonas habitadas (2.245 metros) para limitar efectos de contaminación acústica o de polvo asociados al funcionamiento de esta planta.

Para llevar a cabo esta actividad, no se ejecutará obras de construcción, más allá de la báscula de pesaje, el acondicionamiento del pavimento del recinto y la playa de descarga.

### **3. Normativa urbanística**

Las parcelas objeto del estudio se encuentra regulado por las normas urbanísticas de Bembibre, estando calificada como suelo industrial.

## 4. Legislación vigente

Para la ejecución de este estudio se han considerado las Reglamentaciones y Normas Técnicas indicadas a continuación:

Decreto 54/2008, de 17 de julio, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos de Construcción y Demolición de Castilla y León (2008-2010) (BOCYL de 23 de julio de 2008).

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Plan de Residuos de Construcción y Demolición de Castilla y León 2006-2010. Ley 11/2003 de 8 de abril de Prevención Ambiental de Castilla y León.

Ley 8/2007, de 24 de octubre, de Modificación de la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León BOCL 29 Octubre 2007 y BOE 10 Noviembre 2007 Ley 8/2007, 24 octubre rectificado por Corrección de errores («B.O.C.L.» 14 noviembre).

Decreto 70/2008, de 2 de octubre, por el que se modifican los Anexos II y V y se amplía el Anexo IV de la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León. BOCL 8 Octubre 2008.

Ley 8/2014, de 14 de octubre, por la que se modifica la Ley 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León. BOCL 17 Octubre 2014. BOE 31 Octubre 2014.

Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero BOE 1 Agosto 2009.

Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. BOE 23 Abril 2013.

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. BOE 29 Julio 2011

Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 BOE 26 Febrero.

Resolución de 20 de diciembre de 2013, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de diciembre de 2013, por el que se aprueba el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020. BOE 23 Enero 2014.

Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León. BOCL 9 Junio BOE 6 Julio.

Decreto 31/1995 de Castilla y León, de 12 de enero, por el que se establecen las condiciones a cumplir por los niveles sonoros o de vibraciones producidos en actividades clasificadas.

Ley 5/2009, de 4 de junio, del Ruido de Castilla y León. BOCL 9 Junio 2009. BOE 6 Julio 2009.

Decreto 8/2008, de 31 de enero, por el que se establece el plazo de vigencia de determinadas licencias ambientales y se regula el procedimiento de renovación de las licencias ambientales BOCL 6 Febrero 2008.

Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León. BOCL 2 Febrero 2004.

Ley 4/2008, de 15 de septiembre, de Medidas sobre Urbanismo y Suelo. BOCL 18 Septiembre 2008 y BOE 8 Octubre 2008.

Orden FOM/1602/2008, de 16 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Urbanística 1/2008, para la aplicación del Reglamento de Urbanismo de Castilla y León tras la entrada en vigor de la Ley 4/2008, de 15 de septiembre, de Medidas sobre Urbanismo y Suelo. BOCL 19 Septiembre 2008.

Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. BOE 7 Abril 2015.

Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios BOE 14 Diciembre 1993.

Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo. BOE 28 Abril 1998.

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales BOE 17 Diciembre 2005.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.

REAL DECRETO 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE nº 97 23/04/1997.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. BOE 2 Julio 2002.

Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. BOE 12 Junio 2013.

Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial BOE 22 Mayo.

Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE núm. 176, de 23 de julio de 1992).

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE 28 Marzo 2006.

Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero BOE 25 Marzo.

ACUERDO de 7 de noviembre de 2002, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el Plan de Residuos Industriales de Castilla y León 2002-2010. BOCL 13 Noviembre 2002

Decreto 11/2014, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial denominado «Plan Integral de Residuos de Castilla y León. BOCL 24 Marzo 2014

Orden FYM/162/2012, de 9 de marzo, por la que publica la relación de residuos susceptibles de valorización y se establecen los métodos y criterios para la estimación indirecta del peso y composición de residuos en el impuesto sobre la eliminación de residuos de Castilla y León. BOCL 29 Marzo 2012

Decreto 159/ 1994, Reglamento para la aplicación de la Ley de Actividades Clasificadas.

ORDEN FOM2523/2014: Actualización de determinados artículos del pliego de prescripciones generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) 4 de Enero 2015

## **5. Plan regional de ámbito sectorial de residuos de construcción y demolición de Castilla y León (2008-2010).**

El Plan de Residuos de Construcción y Demolición de Castilla y León, articula la gestión de los residuos de construcción y demolición, (RCD), de acuerdo con la legislación vigente y de la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Castilla y León 2001-2010.

Este Plan de carácter abierto y flexible, promovido por la Consejería de Medio Ambiente, constituye un punto de partida en la ordenación y coordinación de la gestión de los RCD, s.

Para el desarrollo del modelo de gestión del Plan se propone una serie de medidas instrumentales, entre las que destacan: Sistema de gestión de residuos basado en la instalación de plantas de reciclado de RCD y reutilización de las fracciones obtenidas.

Programa de sensibilización, información y participación ciudadana

Se pretende potenciar un sistema de gestión descentralizado, de ámbito provincial con infraestructuras ubicadas según los niveles territoriales de la Comunidad, aplicando criterios de proximidad, pero también de optimización de recursos y de la inversión. Este modelo de gestión permitirá cubrir las necesidades operativas de todos los municipios de la Comunidad.

Para ello, se ha zonificado la región estableciéndose un total de 3 Niveles (Capitales de provincia y municipios de su ámbito de influencia, resto de la provincia y zonas aisladas) en las que se fomentará el desarrollo de las infraestructuras adecuadas en función de las necesidades de cada nivel. Esto permite optimizar los costes de gestión,

recogida y transporte de los residuos, organizándose en función de radios de un máximo de 35 kilómetros de los centros de tratamiento, a excepción de las zonas más aisladas donde se ofrecen 2 alternativas (contenerización y/o zona de vertido).

El modelo además potencia, con la tipología de las infraestructuras planteadas, la recogida selectiva "in situ" y posterior entrega a gestor autorizado, hecho que representa un paso previo al reciclaje y que favorece enormemente las posibilidades de reciclaje de los materiales minoritarios contenidos en los RCD, que ayudan a alcanzar los objetivos de reciclado establecidos.

Los costes de la gestión de los RCD recaerán directamente y de manera íntegra sobre los productores y/o poseedores de los mismos, de acuerdo con el principio de corresponsabilidad -quien contamina, paga", La construcción de las instalaciones para el tratamiento y eliminación de los RCD corresponderá a la iniciativa privada, de acuerdo con el principio de responsabilidad del productor, que establece que es éste quien debe hacerse cargo de que el residuo reciba una correcta gestión.

Con carácter general, para Bembibre se proyecta la instalación de una planta que de servicio a un radio aproximado de 35 km desde el punto de generación.

La Planta de Tratamiento propuesta denominada de Primer Nivel.

Cada instalación de este tipo estará ubicada en una zona comprendida dentro de un vallado que la delimite, a fin de proteger la instalación y disponer de las medidas suficientes de seguridad para impedir el libre acceso de personas no autorizadas y disuadir el vertido ilegal en la instalación.

Del mismo modo, deberá estar urbanizada y acondicionada, situándose a distancia suficiente de núcleos urbanos o zonas habitadas para limitar efectos de contaminación acústica o de polvo asociados al funcionamiento de estas plantas.

Este tipo de plantas estarán equipadas, al menos con las siguientes partes:

- Zona de recepción y pesaje.
- Playa de descarga.
- Proceso de triaje de materiales.
- Zona de trituración.
- Zona de acopio.

Estas plantas deberán proporcionar un tratamiento primario con la parte de la infraestructura que es fija y el resto a través de una parte móvil que se traslada de planta en planta con una frecuencia de rotación establecida en función de la admisión de residuos. Asimismo, estas partes móviles podrán trasladarse a puntos de generación concretos para el tratamiento de residuos in situ.

Las plantas deberán de disponer de unas tecnologías y tratamientos mínimos para garantizar la aceptación de los productos de salida.

## 6. Descripción del proceso

### 6.1. Introducción

La Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre, relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación, posteriormente derogada por la Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación, estableció el marco legislativo cuyo objetivo básico es evitar o, cuando ello no sea posible, reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrados de la contaminación, con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente en su conjunto. La Directiva 96/61/CE ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación

La entrada en vigor del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, unido al Decreto 54/2008, de 17 de julio, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos de Construcción y Demolición de Castilla y León (2008-2010), ha venido a unificar las dispares ordenanzas existentes hasta la fecha.

### 6.2. Principales conceptos

**Gestor del residuo:** la persona o entidad, pública o privada, que realice la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización o la eliminación de los

residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre, sea o no el productor de los mismos.

**Obras menores de construcción y reparación domiciliaria:** obra de construcción y/o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o servicio, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, ni cambios en partes estructurales de la construcción, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.

**Obra mayor:** Toda obra que suponga un volumen de trabajo y entidad, así como una complejidad del proyecto de intensidad mayor que la definición de obra menor. Tendrán la consideración de obra mayor, cuando se trate de realizar: obras de nueva planta; obras y usos provisionales; obras de reestructuración; obras de reforma; obras de rehabilitación; obras de reparación; obras de restauración; obras de demolición; intervención en edificios catalogados.

**Productor del residuo:** la persona o entidad, pública o privada que realice las operaciones de construcción y/o demolición generadoras de este tipo de residuos, sea o no el propietario del inmueble o estructura que lo origine.

**Reciclado:** la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines. Sólo puede decirse que un residuo ha sido reciclado cuando ha sido obtenido en un proceso de transformación del que se obtiene un producto con la calidad, precio y cantidad adecuada para hacer posible su aprovechamiento en usos concretos.

**Residuos de construcción:** aquellos que se originen en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta como de rehabilitación o reparación.

**Residuos de demolición:** aquellos materiales y productos de construcción que se originan como resultado de las operaciones de desmontaje, desmantelamiento y derribo de edificios y de instalaciones.

**Residuos inertes:** aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes de los residuos y la eco toxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas.

### 6.3. Catalogación de los residuos de la lista del catálogo europeo de residuos

Se establece la catalogación de los residuos en una lista denominada lista Europea de Residuos (en adelante LER), entre los que se encuentran los de construcción y demolición, agrupándolos en el código 17.

Los RESIDUOS de CONSTRUCCION y DEMOLICION objeto del presente estudio serán los clasificados dentro del **CODIGO 17 RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN:**

Tabla 6.1.- Códigos LER de RCD, s

CODIGO LER	RESIDUO
<b>17.01</b>	<b>Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.</b>
17.01.01	Hormigón.
17.01.02	Ladrillos.
17.01.03	Tejas y materiales cerámicos.
17.01.07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en código 17.01.06.
<b>17.02.</b>	<b>Madera, vidrio y plástico.</b>
17.02.01	Madera.
17.02.02	Vidrio.
17.02.03	Plástico.
<b>17.03.</b>	<b>Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.</b>
17.03.02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17.03.01.
<b>17.04.</b>	<b>Metales (incluidas sus aleaciones)</b>
17.04.01	Cobre, bronce latón.
17.04.02.	Aluminio.
17.04.03.	Plomo.
17.04.04.	Zinc.
17.04.05.	Hierro y acero.
17.04.06.	Estaño.
17.04.07	Metales mezclados.
17.04.11.	Cables distintos de los especificados en código 17.04.10.
<b>17.05.</b>	<b>Tierra, piedras y lodos de drenaje.</b>

17.05.04	Tierras y piedras <i>distintas a las especificadas en el código 17 .05 .03.</i>
17.05.06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17. 05. 05.
17.05.08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 .05 .07.
17.06.	<b>Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.</b>
17.06.04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17. 06. 01 y 17. 06. 03.
17.06.05	Materiales de construcción que contienen amianto.
17.08.	<b>Materiales de construcción a base de yeso.</b>
17.08.02	Materiales de construcción a base de yeso <i>distintos de los especificados en el código 17. 08 .01.</i>
17.09.	<b>Otros residuos de construcción y demolición.</b>
17.09.04.	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17. 09. 01, 17. 09. 02 y 17. 09. 03.

Los residuos que se tratarán serán todos lo considerados NO residuos peligrosos de conformidad con la Decisión 2001/118/CE de la Comisión, de 16 de enero de 2001, por laque se modifica la Decisión 2000/532/CE en lo que se refiere a la lista de residuos.

Este listado armonizado de residuos, que no exhaustivo, se caracteriza por su mutabilidad y amplitud caracterizadora de los residuos, para cuya actualización se prevé un procedimiento de adaptación al progreso científico y técnico denominado "procedimiento del Comité" (art. 18 de la Directiva 75/442/CEE tras la modificación de la Directiva 91/156/CEE).

#### 6.4. Principales características de los residuos

La mayoría de los residuos de construcción se pueden clasificar como inertes excepto una pequeña parte que incluye ciertos residuos peligrosos como el amianto, fibras minerales y algunos disolventes. **Estos últimos no serán objeto de recogida por la planta.**

Además, en un principio, los residuos que genera la construcción son fácilmente recuperables y reciclables.

En cuanto a la composición de los residuos de construcción, depende directamente del tipo de actividad generadora de los residuos. Las actividades de derribo y demolición son las principales fuentes de producción de residuos. La masa completa del edificio o estructura demolida pasa directamente a ser residuo, exceptuando aquellos elementos que se extraen del flujo general para ser reutilizados o valorizados, como ocurre con la madera, el cristal etcétera.

En cuanto a la construcción, la producción de residuos va estrechamente ligada a los tipos de edificación y con las distintas fases constructivas de la obra.

Por otra parte las obras de rehabilitación y reforma producen una mezcla de residuos típicos del rechazo en la edificación y en la demolición selectiva, dependiendo del tipo de obra y edificio.

Las obras públicas no producen cantidades importantes de residuos, y cuando las ocasionan, en la mayoría de los casos se intentan reutilizar y aprovechar en las mismas instalaciones. Algo parecido ocurre con las obras de excavación, que principalmente generan tierras que pueden ser utilizadas directamente en los rellenos de la misma obra o de otras cercanas.

### **6.5. Producción y composición media de los RCD' s**

Las actividades productoras de los residuos de construcción y demolición son:

- Residuos provenientes de demolición total o parcial de edificios e infraestructuras.
- Residuos provenientes de construcción de edificios e Infraestructura.
- Residuos provenientes de obras de reforma y mantenimiento.
- Residuos provenientes del mantenimiento de carreteras.
- Tierras de excavación procedentes de obras de nivelación de terrenos y de preparación de cimientos de edificación.
- Residuos industriales asimilables, procedentes de las industrias de fabricación de materiales de construcción.

La Asociación Española de Certificación y Normalización AENOR, propugna la distinción de residuos, siendo los residuos de construcción y demolición, clasificados como:

**Residuos inertes**, (la inmensa mayoría de los materiales pétreos y cerámicos) "que no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de los contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular, no deberá suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas."

### TIPOLOGIA

Como se ha venido comentando en España, los RCD se caracterizan por su elevada heterogeneidad; no existen medidas gubernamentales que impulsen u obliguen a los constructores y demás productores de este tipo de residuos a seleccionar y clasificar estos productos en origen.

El resultado práctico es que a las instalaciones de reciclaje llegan productos heterogéneos con un bajo índice de materiales reciclables o en cualquier caso una inmensa variabilidad en este índice.

Según el Plan Nacional de gestión de RCD (2001-2006) los RCD se pueden dividir en dos partes, compuestas principalmente de:

1. 75% de escombros: 54 % Ladrillos, azulejos y otros cerámicos 12% Hormigón 5% Piedra 4% Arena, grava y otros áridos.

2. 25% de mezcla de madera, vidrio, plástico, metales, asfalto, yeso, papel, basura y otros.

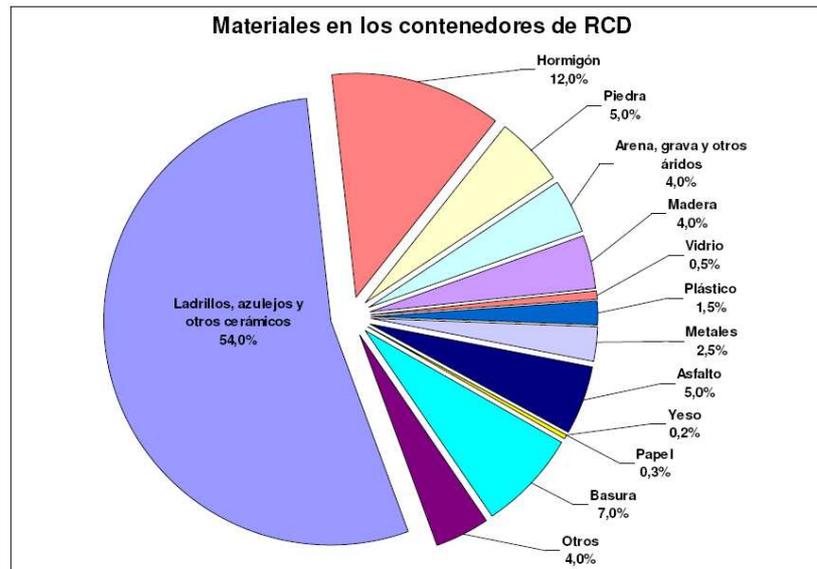


Figura 6.1.- Porcentajes de RCD, s en contenedores

## 6.6. Tipos de residuos admisibles y no admisibles.

### 6.6.1. Residuos admisibles

#### RCD' s seleccionados

Se aplica a los residuos constituidos por hormigón en masa o armado, No se aplica en presencia de otros materiales o de contaminación por sustancias peligrosas.

#### RCD' s mezclados:

Se aplica a los residuos formados por ladrillos, tejas, materiales cerámicos o mezclas asfálticas, en solitario o mezclados con tierras o piedras. También a hormigones armados o en masa mezclados con los materiales antes citados.

No se aplica en presencia de papel, cartón, madera u otros materiales. Tampoco en presencia de sustancias peligrosas.

### RCD' s muy mezclados:

Se aplica a los residuos formados por hormigón en masa o armado, ladrillos, tejas, materiales cerámicos o mezclas asfálticas, tierras o piedras mezclados con papel, cartón o plástico. No se aplica en presencia de madera o sustancias peligrosas.

### RCD' s con maderas:

Se aplica a los residuos de cualquier tipo (dentro de los admisibles por la Planta) que contengan madera en cualquier cantidad.

### RCD' s con residuos peligrosos:

Se aplica a los residuos de cualquier tipo (dentro de los admisibles por la Planta) que contengan residuos peligrosos en pequeñas cantidades.

#### **6.6.2. Residuos no admisibles.**

No serán tratados los RCD' s que contengan residuos peligrosos en una cantidad que pueda suponer su consideración como tal, o suponer unos costes de gestión no contemplados en las tarifas de tratamiento, así como tampoco aquellos que supongan un riesgo en su manipulación (fibrocemento, etc.) o aquellos que no puedan ser reducidos en peligrosidad o cantidad (por ejemplo, yesos no mezclados).

- Voluminosos.
- Materiales aislantes (poliespan, fibra de vidrio, lana de roca, etc.)
- Láminas y similares (PP, PE, moquetas, suelos de plástico, etc.).
- Materiales y residuos peligrosos: fibrocemento.

## 6.7. Descripción del proceso de tratamiento

La actividad que se pretende llevar a cabo es la de PLANTA de Primer nivel, de TRATAMIENTO de RESIDUOS de CONSTRUCCION y DEMOLICION (RDC' s).

La instalación de la planta de tratamiento se va a ubicar dentro de las parcelas indicadas anteriormente en el punto 2 Situación de este estudio.

Toda la planta está comprendida dentro de un vallado que la delimita, a fin de proteger la instalación y disponer de las medidas suficientes de seguridad para impedir el libre acceso de personas no autorizadas y disuadir el vertido ilegal en la instalación.

Del mismo modo, toda está urbanizada y acondicionada, situándose a distancia suficiente del núcleo urbano o zonas habitadas para limitar efectos de contaminación acústica o de polvo asociados al funcionamiento de esta planta.

Las instalaciones constan de zonas de:

Recepción y pesaje.

Playa de descarga.

Zona de trituración.

Triaje de materiales.

Zona de acopio.

El esquema general del proceso será el siguiente.

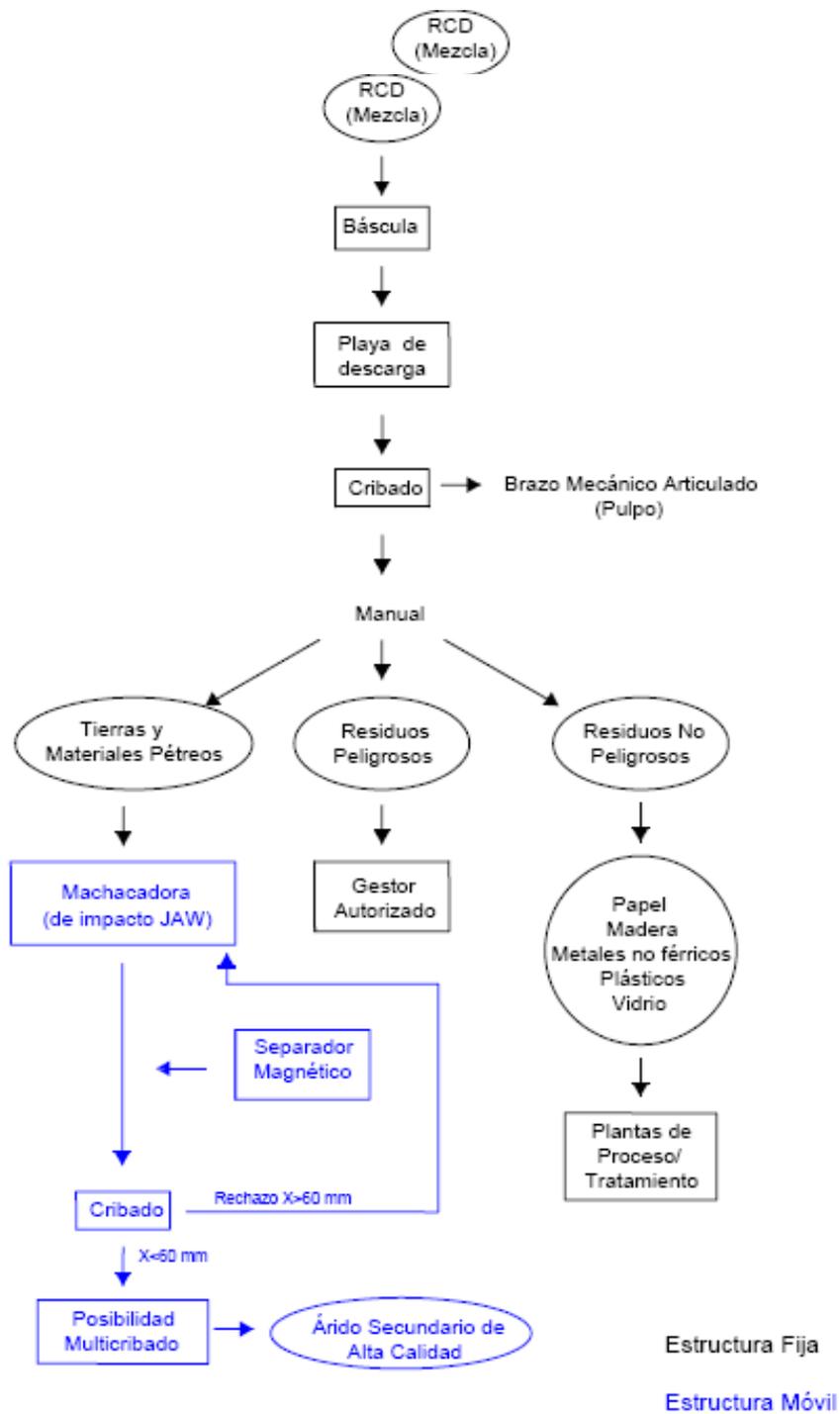


Figura 6.2.- Esquema del proceso de tratamiento de los RCD, s

El desarrollo del proceso será:

### 6.7.1. Proceso de recepción y pesaje.

Este proceso se desarrolla en la zona situada a la entrada de la parcela, a su llegada al acceso principal de la planta los vehículos que realizan el transporte de material a la planta, así como los que salen de la misma con subproductos, son sometidos a pesaje y control, en la zona de recepción, en una báscula ubicada en la zona de recepción en la entrada de las instalaciones, Esta inspección visual de la mezcla, debido a la distinta tipología y grado de mezcla con la que se presentan los residuos, así como a su pesado y determinación de la densidad estimada, incidirá en el tratamiento posterior del residuo. Si el residuo es aceptado, pasa a inspeccionar visualmente el material, clasificando el material como residuo limpio o mezclado.

**En el caso de que sea material que no haya que tratar** (caso de tierras de excavación), el mismo es enviado a la zona de stokaje de este tipo de material.

En los demás casos se procede al vaciado en la zona de recepción o descarga para su tratamiento, disponiéndose de unas zonas diferenciadas para descargar los residuos recibidos en función de su naturaleza.

### 6.7.2. Proceso trituración de materiales

Previamente a la trituración, mediante una cizalla, los materiales más voluminosos, son troceados, a la vez que se separan las posibles incrustaciones férricas o de otro tipo.

En la zona de trituración, se dispondrá de una maquina móvil de trituración de mandíbulas con sistemas de cribado y separadores magnéticos, separadores balísticos o

similares y zonas de acopios de material final, donde los materiales pétreos se trituran y pasando por sistemas de cribado, se obtienen áridos de diferentes granulometrías.

La granulometría y clasificación de los materiales resultantes deberá permitir su reutilización, tanto en grandes obras de infraestructuras y actuaciones públicas como en labores de conservación y mantenimiento, como es el caso de los caminos agrícolas.

### 6.7.3. Proceso de triaje de materiales.

Se desarrolla en una zona especialmente habilitada al efecto, como es una instalación fija con mesa de triaje.

En esta instalación se procede por medios manuales a la segregación de los distintos componentes, empezando por los posibles residuos peligrosos que pudieran presentarse (residuos de envases que han contenido sustancias peligrosas, restos de disolventes, pinturas, sistemas de refrigeración..., etc.), y fracción valorizable (metales, vidrios, cartón, madera, etc.).

Todos los materiales (subproductos) seleccionados en el proceso anterior son recogidos en contenedores y almacenados en las zonas de clasificación (trojes y contenedores) para su posterior reciclado y/o reutilización.

El resto de los materiales pétreos pasa directamente a la línea de separación compuesta básicamente por un sistema de cribado automático, en el que el material ya cribado que se considere pasará directamente a una zona de acopio donde posteriormente pasará el proceso de trituración.

#### 6.7.4. Proceso de depósito

Los residuos inertes podrán ser aprovechados para restaurar y sellar canteras y escombreras abandonadas en la zona, esto será objeto de otro proyecto.

El resto de materiales se depositará para su posterior uso.

#### 6.7.5. Proceso de contenerización

Se dispondrá de una zona acondicionada para el almacenamiento temporal de residuos mediante contenedores.

En estos contenedores se almacenará: maderas, hierros, envases y bidones metálicos, plásticos, cartones, papeles, mobiliario doméstico y vidrios.

### 6.8. Tratamiento de residuos.

#### 6.8.1. Fracciones a separar.

En esta planta se separarán las siguientes fracciones:

- Tierras y materiales Pétreos.

- Residuos peligrosos: se depositarán en zonas habilitadas al efecto, pavimentadas y cubiertas. Posteriormente, serán entregados a un gestor autorizado por la Junta de Castilla y León.

- Residuos no peligrosos como:

-Maderas: disposición en acopio de madera.

-Hierros: disposición en acopio de metales.

-Envases y bidones metálicos: Disposición en acopio de metales.

-Plásticos: Disposición en acopio de plásticos.

-Cartones, papeles, mobiliario doméstico: disposición en acopio de voluminosos.

-Vidrios: Disposición en acopio de vidrios.

#### 6.8.2. Cantidades a tratar. Balance de masas.

Actualmente en la zona de influencia de la planta (35 km) existen dos plantas de tratamiento para una producción de residuos de aproximadamente de 200.000 t /año.

Tabla 6.2.- Volúmenes anuales previsibles de RCD, s en la provincia de León.

<b>LEON</b>	Municipios de menos de 5.000 hab.	89.194,50
	Municipios entre 5.000 y 20.000 hab.	46.649,40
	Municipios de más de 20.000 hab.	227.868,00
	Total LEON	363.711,90

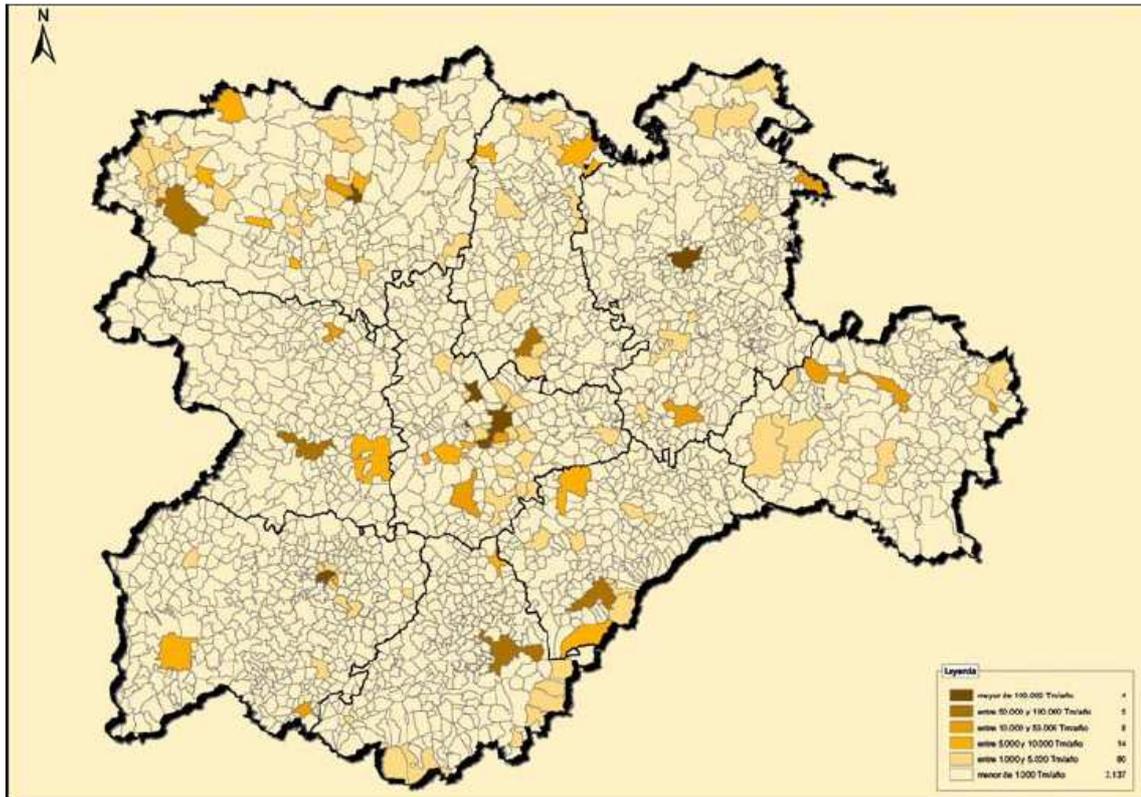


Figura 6.3.- Producción de residuos por municipios en Castilla y León.

Teniendo en cuenta que las otras plantas tienen una capacidad de tratamiento de aproximadamente 150.000 t, inicialmente se estima en 50.000 t el volumen anual de RCD' s a tratar en nuestra planta.

Se parte de 1 turno de trabajo de 8 horas, puesto que cada trabajador tiene derecho a un descanso diario de 60 minutos.

Se parte del valor máximo:  $50.000 \text{ t/año} = X \text{ días de trabajo} \times 100 \text{ t/h} \times 7 \text{ horas efectivas de trabajo/día}$ .

$$X = 71 \text{ días /año.}$$

Para el cálculo de la máxima capacidad de la planta partiremos de un turno de 8 horas ampliable hasta 10 horas/día, durante 264 días al año equivalente a 22 días de trabajo mensuales.

$$264 \text{ días} \times 100 \text{ t/h} \times 8 = 211.200 \text{ t/año.}$$

$$264 \text{ días} \times 100 \text{ t/h} \times 10 = 264.000 \text{ t/año.}$$

**La capacidad nominal de la planta estará entre 211.000 t/año y 264.000 t/año.**

Del total se estima que la composición será:

- Tierras y residuos inertes no recuperables, 32%: 16.000 t
  
- Escombros, 48%, 24.000 t
  
- RCD' S recuperados, 31%: 15.500 t
- Rechazos, 17%: 8.500 t
  
- Otros residuos, 20%: 10.000 t
  
- Papel y cartón, 0,30%: 150 t
- Plásticos, 2,50%, 1.250 t
- Madera, 5,00%, 2.500 t
- Vidrio, 0,10%, 50 t
- Metales, 2,50 %, 1.250 t

- Residuos peligros, 0,005 %, 2,5 t
- Otros 9,59 %, 4.795 t

### 6.8.3. Dimensionado de las zonas.

Las dimensiones de la planta y sus zonas es la siguiente:

Tabla 6.3.- Dimensiones de la planta.

Superficie total utilizada por la planta	16.000,00 m <sup>2</sup>
Recepción y pesaje	200,00 m <sup>2</sup>
Playa de descarga.	500,00 m <sup>2</sup>
Triaje de materiales	500,00 m <sup>2</sup>
Zona de trituración	6.460,00 m <sup>2</sup>
Area de acopios	6.460,00 m <sup>2</sup>

### 6.8.4. Clasificación manual

Del total de RCD' s a tratar se estima que manualmente se clasificarán un 68% de los volúmenes, es decir 34.000 t.

### 6.8.5. Gestión de residuos recuperados y rechazos.

Del total de RCD' s a tratar, se estima que la composición será:

- Tierras y residuos inertes no recuperables (16.000 t) A vertedero de inertes, se estudiara en otro proyecto la posibilidad de emplearlos para rehabilitar canteras abandonadas o escombreras de la zona.

- Otros residuos 10.000 t.

Papel y cartón (150 t): A gestor autorizado

Plásticos (1250 t): A gestor autorizado

Madera (2500 t): A gestor autorizado

Vidrio (50 t): A gestor autorizado

Metales (1250 t): A gestor autorizado

Residuos peligrosos (2,5 t): A gestor autorizado

Otros (4.795 t): A gestor autorizado

- Escombros (24.000 t)

RCD' s recuperados (15.500 t): Recuperación

Rechazos 16% (8.500 t): A vertedero de inertes

#### 6.8.6. Almacenamiento de residuos peligrosos

A pesar de que no se admitirán residuos procedentes de la construcción y demolición con sustancias orgánicas o inorgánicas peligrosas, existe la posibilidad de que se haya vertido en las cubetas algún residuo clasificado como peligroso. La presencia de este residuo será ocasional y se deberá a que no se detecten en las partidas de residuos admitidos.

El volumen de almacenamiento de residuos peligrosos será inferior a 10 t, estimándose en un volumen de 8 t.

En las cubetas también llegarán residuos peligrosos como tubos fluorescentes, trapos contaminados, envases vacíos de pinturas etc., que se almacenarán en la zona

habilitada a tal efecto según las condiciones establecidas bajo contrato con un gestor de residuos peligrosos y conforme a la normativa aplicable. En ningún caso, el tiempo de almacenamiento de los residuos peligrosos superará los seis meses.

#### 6.8.7. Destino de los productos reciclados.

El volumen anual estimado de áridos reciclados es de 15.500 t.

El uso potencial de los mismos puede ser como

Los áridos reciclados, si bien cumplen algunas de las características requeridas, no son recomendables para su uso como zahorra artificial en las condiciones exigidas en el PG-3.

Sí lo son para su empleo como suelo tolerable e, incluso, adecuado, pese a la variabilidad del material obtenido, en:

1. Rellenos de zanjas y terraplenes (excepto coronación explanada) y rellenos en general.
2. Regularización de superficies.
3. Capas de apoyo de firmes poco exigentes.
4. En la restauración de canteras abandonadas, áreas degradadas y espacios de singular interés (parques periurbanos, zonas deportivas, etc.).
5. El árido reciclado es un producto apto para su reutilización como un granulado para bases y sub bases de carreteras y caminos, en la nivelación de terrenos, en la formación de capas drenantes y en otros procesos constructivos de ingeniería civil.

#### 6.8.8. Productos de la valorización obtenidos.

Los residuos inertes (sobre todo de áridos) podrán ser aprovechados para sellar las canteras de áridos de la zona o restauración de escombreras abandonadas, pero como hemos indicado anteriormente esto será objeto de otro proyecto.

Otros productos extraídos del residuo de construcción, como madera, se podrán reutilizar para generar energía en instalaciones de biomasa.

## 7. Instalaciones

### 7.1. Báscula y caseta de control.

Se instalará una báscula empotrada, de plataforma chapa y hormigón, construida con vigas longitudinales, entre las cuales van montados unos paneles modulares de acuerdo con los metros de la plataforma de pesaje.

La báscula va dotada de seis u ocho células de carga de doble cizalladura (totalmente estancas), de 30 toneladas de carga nominal, cada punto de apoyo, va dotado de un soporte oscilante, repartiendo las cargas equitativamente sobre las células, consiguiendo una mayor efectividad y exactitud en la pesada, dichas células se agrupan en módulos de entre 6 y 8 en una caja de suma para la unificación de las distintas señales emitidas y enviarlas mediante cable apantallado a un visor digital, ya un ordenador donde se encuentra instalado un programa especial pesa camiones.



Figura 7.1.- Báscula y caseta de control.

Se situará junto a la zona de control y registro (paralela a la misma), en la entrada de acceso al recinto, facilitando así el pasaje de los camiones y verificando que todos ellos cumplen con el procedimiento.

En paralelo a la báscula se instalarán 24 m<sup>2</sup> de módulos prefabricados solapados separados por un tabique donde se diferenciarán dos zonas: la que está orientada a la báscula cumplirá las funciones de oficinas donde se expedirán los albaranes, la otra zona será de vestuarios.

## 7.2. Obras a ejecutar, solución proyectada

Las actividades se pretenden llevar a cabo, como PLANTA de TRATAMIENTO de RESIDUOS de CONSTRUCCION y DEMOLICION (RDC' s) dentro de la parcelas indicadas en el apartado 2 situación.

Dentro de la parcela la zona que se destinara al uso exclusivo de la actividad, con una superficie aproximada de 16.000 m<sup>2</sup>.

### 7.2.1. Recogida de aguas pluviales

Los Residuos inertes, (la inmensa mayoría de los materiales pétreos y cerámicos) "que no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana. El lixiviado total, el contenido de los contaminantes de los residuos y la eco-toxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular, no supone un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas."

Las aguas pluviales se conectarán y verterán a balsa de decantación de unas dimensiones de 25 x 25 metros con rampa de acceso de desnivel máximo de un 10 % y una profundidad de 5 metros.

La balsa se encontrará vallada y estará situada a la entrada de la finca.

Lo muros de la balsa serán de 5 metros de altura por 30 cm. de espesor con la siguiente armadura:

Sentido vertical:  $\varnothing$ 12 a 20cm.

Sentido horizontal:  $\varnothing$ 12 a 20cm

La losa de cimentación de la balsa será de hormigón HA-25 de 30cm. de espesor sobre una capa de piedra caliza de 20cm

#### 7.2.2. Playa de descarga y estiaje

El pavimento del espacio donde se llevará a cabo la actividad de playa de descarga con separación de los distintos RCD' s y estiaje es una solera de hormigón HA-25 de 15cm. de espesor sobre un encachado de piedra caliza de 20cm. de espesor (excepto en exteriores). El acabado es monolítico con cuarzo, fratasado mecánico completamente nivelado, pulimentado, cortado y sellado de juntas con masilla de poliuretano de elasticidad permanente.

En el interior de la solera se construirá una estructura metálica porticada de dimensiones 12 x 27 metros y 9.50 metros de altura en la cumbre, para la sección de clasificación.

La estructura estará compuesta de pilares, vigas y viguetas tipo HEB 180 de acero laminado tipo A-52., la transmisión de cargas a la cimentación se realiza por medio de placas de anclaje de 350 x 350 x 14 mm y garrotas de acero corrugado B500 SD del diámetro  $\varnothing$  16 mm.

Las zapatas de cimentación tendrán unas dimensiones de 1x1x1 m. de hormigón armado HA-25, con tamaño de árido máximo de 40mm.

La separación de los 5 tipos de RCD' s se realizarán mediante muros de hormigón prefabricados de 3 metros de altura, de los que se adquirirán 12 unidades. Esta superficie ocupará un total de 1.700 m<sup>2</sup>.

### **7.3. Área de acopios.**

La zona de acopios se adecuará mediante un suelo firme a base de zahorras artificiales compactadas. Se extenderá a una capa de de 15-30 cm. de zahorras y se procederá a su compactado. Con este refuerzo se creará un suelo estable que facilitará el transito de la maquinaria y equipos que desarrollarán las operaciones de tratamiento.

### **7.4. Diseño de la planta.**

En el diseño propuesto se ha tenido en cuenta la totalidad del ciclo de generación y gestión de RCD. Se estima que de los RCD, tras pasar por una clasificación inicial, el 32% serán tierras y residuos inertes no recuperables que pasarán directamente a depósito

controlado, el 20 % serán de tipología variada y serán entregados a gestores para su correcta eliminación o valorización, y el 48% restante pasará a la planta de reciclaje. De este 48 % se estima un 17 % de rechazo que irá a depósito. Por lo tanto el 49% de los residuos tiene como destino final el depósito controlado de residuos de construcción y demolición y un 31 % se valorizará como árido para la construcción. A continuación se muestra el esquema general de una planta de reciclaje.

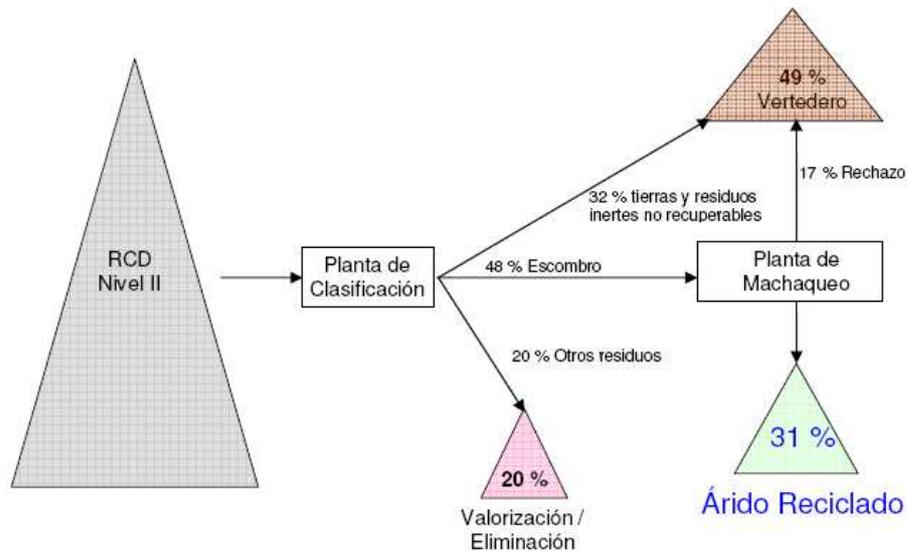


Figura 7.2.- Esquema general de una planta de RCD, s.

En la planta de clasificación se separan los distintos tipos de materiales. Por un lado se separan del proceso los inertes como tierras que no se recuperarán, estos materiales van a depósito controlado en la planta, siempre que tenga un hueco y esté permitido, o deberán ser transportados hasta las instalaciones que hayan sido habilitadas para ese uso por la administración.

En segundo lugar se procede a la separación del resto de los residuos, estos materiales podrán ser reciclables o no, entre los reciclables están el papel, cartón, vidrio y plásticos, que serán entregados tras su separación a gestores autorizados de residuos que se ocuparán de retirarlos, en algunos casos como el papel o el de los metales puede constituir una fuente de ingresos para la planta, sin embargo hay otros materiales como

la madera, algunos tipos de plásticos o residuos peligrosos cuya retirada por parte de los gestores autorizados constituirá un coste para la planta.

La operación de la planta de reciclaje tiene, como ya se ha dicho, dos partes diferenciadas, clasificación y machaqueo. La clasificación de los materiales es la parte más compleja en cuanto a operación. Las características del material en la recepción son las que determinan las condiciones del proceso y, en el caso español, suponen una situación complicada por la heterogeneidad de los residuos. La planta de machaqueo también deberá incluir una serie de características específicas para este tipo de materiales.

#### 7.4.1. Equipo de trituración:

La solución técnica propuesta consiste en una planta móvil con una trituradora de mandíbulas (machacadora) en fase primaria, dotadas de revestimientos ultrarresistentes en mandíbulas y cámaras.

Para reducir el gasto en mandíbulas durante el funcionamiento en minería se suelen utilizar trituradoras de mandíbulas de doble efecto para los minerales más abrasivos. En el caso de los reciclados, al tener en su composición posibles componentes intriturbables y muy abrasivos, lo adecuado sería optar por la misma solución. Sin embargo, los desgastes debidos a estas piezas existentes en los RCD son puntuales y no se llega a los efectos deseados con las máquinas de doble efecto, las máquinas de simple efecto, aunque puntualmente puedan sufrir mayores desgastes, tienen la ventaja de que el movimiento de la mandíbula solidaria a la excéntrica ayuda a que los materiales fluyan por la máquina. Por lo tanto, la máquina adecuada para la conminución primaria en las condiciones más agresivas, pensada en conjunto, es la trituradora de mandíbulas de simple efecto, véase las siguientes figuras.

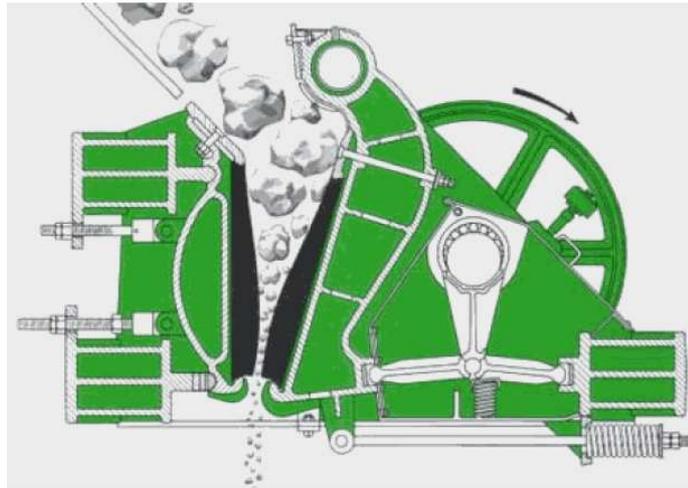


Figura 7.3.- Trituradora de mandíbulas de simple efecto, funcionamiento.

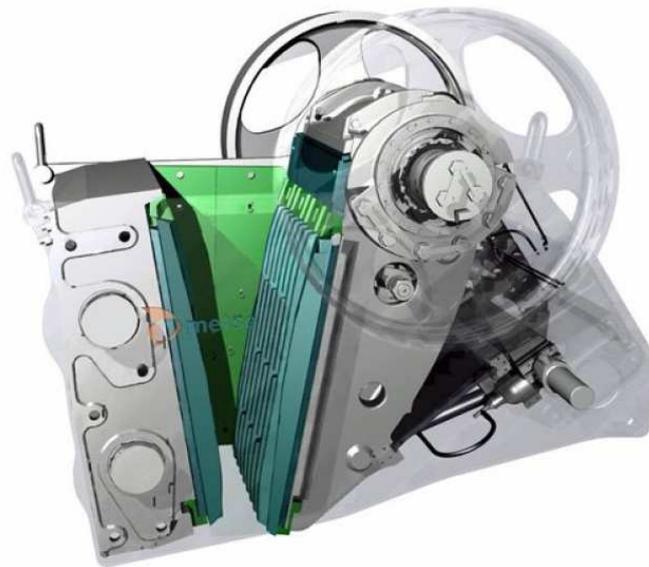


Figura 7.4.- Trituradora de mandíbulas de simple efecto.

### **Dimensionado del modulo de trituración primaria.**

Los parámetros clave son el Diámetro máximo ( $D_{max}$ ) y la boca de entrada, como en este caso no se conoce la curva granulométrica del material de entrada, ésta se puede estimar mediante el volumen del cazo de la cargadora de todo-uno desde los acopios del parque de descarga de los RCD, s.

En la siguiente tabla se relaciona la capacidad del cazo de la máquina que alimenta la tolva de entrada para dimensionar la apertura de la misma, esta tabla es fruto de la experiencia en minería.

Tabla 7.1.- Relación cazo cargadora/ tolva.

Capacidad cazo de la cargadora yd <sup>2</sup>	Capacidad cazo de la cargadora m <sup>3</sup>	Abertura mínima recomendada en pulgadas	Abertura mínima recomendada en mm.
¾	0,573	30 x 36	762 x 915
1	0,765	30 x 36	762 x 915
1 ½	1,15	36 x 42	915 x 1.065
1 ¾	1,34	42 x 48	1.065 x 1.220
2	1,53	42 x 48	1.065 x 1.220
2 ½	1,92	48 x 60	1.220 x 1.525
2 ¾	2,3	48 x 60	1.220 x 1.525
3 ½	2,68	48 x 60	1.220 x 1.525
4	3,06	56 x 72	1.422 x 1.830
5 - 10	3,8 - 7,65	66 x 86	1.675 x 2.185

El punto de partida es la optimización del transporte, el camión tipo utilizado dispone de una caja cuyo volumen oscila entre 20 y 24 m<sup>3</sup>. La cargadora de ruedas más utilizada en este tipo de trabajos tiene un volumen de cazo aproximado de 4 m<sup>3</sup>, ya que es el volumen óptimo para maximizar el rendimiento de la operación de cargue, de modo que el vehículo es cargado en 4 o 5 ciclos, ya que en el cargue el volumen de tierra por ciclo está en torno a los 5 m<sup>3</sup> (incluido el remonte del cazo), para este valor podemos ver en la tabla una correspondencia para la boca de admisión de la machacadora de al menos 1.675 x 2.185 mm.

Para estas dimensiones la dimensión máxima aceptada en la machacadora es el 80% de la dimensión más pequeña de la boca.

$$A = 0,8 \times 1.675 = 1.340 \text{ mm.}$$

La machacadora propuesta llega a una producción 100 t/ h.

#### 7.4.2. Alimentadores:

Los alimentadores se situarán antes de las machacadoras y bajo las tolvas de alimentación. Se caracterizan por la posibilidad de admitir grandes bloques, la regularidad del flujo de alimentación y la regulación del caudal mediante potenciómetro.

Los alimentadores propuestos son los alimentadores llamados de placas que son mucho más robustos, normalmente son utilizados en condiciones extremas de minería.

#### 7.4.3. Cintas transportadoras.

Las cintas transportadoras se encargarán de llevar el material por las fases de clasificación. La diferencia sustancial entre ellas se encuentra en el tipo de banda a utilizar, ya que las cintas que están en contacto con los materiales férricos contenidos en los RCD, s han de ser especialmente resistentes. A continuación, en la siguiente figura se puede observar el esqueleto de una cinta transportadora donde se pueden observar los elementos que la integran:

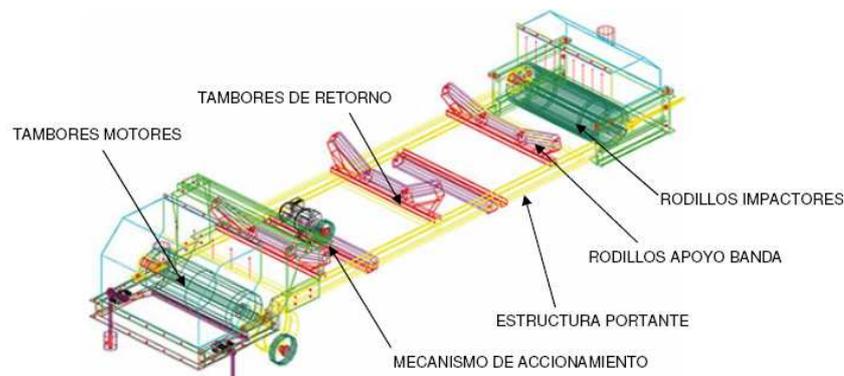


Figura 7.5.- Estructura de una cinta transportadora.

**ESTRUCTURA PORTANTE:** Compuesta por dos laterales de chapa plegada de 3 mm, con sus arriostramientos transversales e inferiores, resultando un conjunto rígido y resistente. Su parte anterior y posterior van dispuestas de tal forma que permiten el alojamiento de los mecanismos de accionamiento y retorno, así como tolvas de carga y descarga.

**BANDAS:** Formadas por varias capas de tejidos de fibra sintética poliéster nylon, de alta resistencia, con recubrimiento de material resistente a aceites y grasas de origen animal y/o vegetal, la adherencia entre dos telas y entre éstas y el recubrimiento será superior a 5 kg./cm<sup>2</sup>. El espesor del recubrimiento mínimo será de 2 mm en la cara inferior y de 4 mm en la cara de trabajo. El material del recubrimiento es acrilonitrilo. El grueso total aproximado es de 8,6 mm. La resistencia de cada capa de la banda es como mínimo 125 kg/cm. de ancho. Calidad ROM (DIN 22102 grado G), en caso de estar tratando materiales que requieran resistencia a los aceites y las grasas. Los coeficientes de tensión mínimos de seguridad a la rotura será de 10 veces la tensión de trabajo y 6 veces la tensión de arranque. El alargamiento de las bandas completas bajo carga, es inferior al 3%. Se realizará un empalme de banda por cada transportador, vulcanizados en caliente, pudiendo soportar una tracción como mínimo del 10% superior a la de rotura de la banda.

**RODILLOS APOYO BANDA:** Son de construcción tubular, del tipo de engrase permanente, con rodamientos a bolas estancos y obturación por juntas laberínticas de estampación y su alojamiento se realiza sobre tapetas también de estampación. El diámetro de los rodillos será de 89 mm. La disposición de los puentes de rodillos superiores será en artesa o planos, y la inclinación de los rodillos laterales sobre la horizontal será de 20 °. En el ramal inferior la disposición será horizontal, y las estaciones estarán formadas por un sólo rodillo autolimpiador.

**RODILLOS IMPACTORES:** Se usan en las zonas de carga de las cintas de impacto. De construcción similar a los rodillos de apoyo de banda, van recubiertos por una capa de goma de 1 cm. de espesor.

**TAMBORES MOTORES:** Están recubiertos de goma vulcanizada en caliente para aumentar la adherencia de la banda y así disminuir la tensión. El espesor mínimo es de 8 mm, y dicha goma es resistente a grasas y aceites, siendo mecanizada y ranurada. Están formados por una virola como se ha descrito anteriormente, que va soldada a unos discos de refuerzo y éstos unidos al eje mediante anillos de presión de acero F-1140 y apoyan en rodamientos oscilantes alojados en soportes estancos al polvo y con engrasadores. En los extremos de los ejes, se prevé el mecanizado adecuado para enchavetar y ajustar el reductor.

**TAMBORES DE RETORNO:** De características similares al anterior. Colocado junto a los tambores de retorno se coloca el sistema de tensado, siendo este de contrapeso si la longitud es mayor de 40 m y siendo de husillo, con longitud entre 318 y 718 mm, dependiendo de la longitud de la cinta.

**MECANISMO DE ACCIONAMIENTO:** Constituidos por motores eléctricos, forma B5, protección IP-55, aislamiento clase F, tensión 380V / IIIIF, 50 Hz, 1.500 r.p.m., que por medio de reductor colocado en cabeza, siendo éste de eje hueco con engranajes cónicos, transmite el movimiento directamente sobre el eje del tambor motor. El factor de servicio mínimo es 1,5. El motor será de tipo de jaula marca ABB. La potencia de cada cinta se indica en la hoja de datos correspondiente. Las transmisiones estarán protegidas de acuerdo con las normas de seguridad. Se incluirá antirretroceso en las cintas que por producción y pendiente lo necesiten.

**CANALES GUIA DE CARGA:** Se dispone la colocación de encauzadores a lo largo de todas las cintas, al objeto de impedir el derrame lateral del producto a transportar.

Dichos encauzadores están compuestos por una zona de chapa metálica de 4 mm de espesor, provistos de goma de ajuste sobre la banda y de menor dureza que ésta, siendo fácil el ajuste cuando se produzca desgaste de la misma. Estas tiras de goma también serán resistentes a grasas y aceites en caso de ser necesario. (Se cotizará a petición del cliente).

RASCADORES: Los transportadores de banda lisa van provistos de rascadores de limpieza de banda, sobre la cara portante junto al tambor de accionamiento, de presión constante. La goma del rascador es de dureza inferior a la de la banda. En todos los transportadores se dispone un rascador tipo "V" sobre la cara inferior de la banda a la entrada del tambor de retorno, para impedir la penetración de cualquier material entre la banda y el tambor de retorno.

PROTECCIONES: Todas las partes móviles del mecanismo de accionamiento están debidamente protegidas por cajones envolventes de malla electrosoldada de 25 x 25 mm en alambre de 3 mm, en las zonas convenientes, para poder ser observados sin necesidad de desmontar dichas protecciones. Los tambores de retorno que representan peligro irán protegidos por malla para evitar accidentes. Se prevé protecciones laterales a toda la longitud de la cinta, en chapa galvanizada de 2 mm y agujeros de diámetro 15 mm, abarconada sobre el encauzador. Del mismo modo, la parte inferior de la cinta irá debidamente protegida con malla de idénticas características, abarconada sobre las diagonales y pasantes del bastidor, en aquellos tramos donde por seguridad sea necesario.

OPCIONES: Las cintas colocadas bajo separadores magnéticos tipo overband se realizan con la parte de rodillos, estructura, cabeza y tolván en su caso, de material antimagnético, acero inoxidable.

Todas las cintas incluyen interruptor de tirón en dos laterales, Todas las cintas incluyen tolvín de salida para realizar correctamente el trasvase de material, de espesor 4 mm, con faldones de ajuste de acrilonitrilo.

Se incluyen rodillos autocentradores en la zona de reenvío de las cintas.

Se dotará a las cintas que así se indiquen, de pasarelas y barandillas según estándar (piso en chapa lagrimada 6/8 mm sobrecarga mínima de 250 kg./m<sup>2</sup>).

#### 7.4.4. Módulo de triaje manual.

El módulo de triaje manual está destinado a la limpieza de la fracción de tamaños gruesos procedentes de la machacadora de mandíbulas. Estos materiales se seleccionan en la criba principal de la instalación de clasificación. Los materiales tendrán ya físicamente separados los elementos contaminantes de los RCD, s recuperables como áridos, siendo en la cabina de triaje donde se seleccionan los distintos tipos de residuos y se dejan caer en los contenedores correspondientes.



Figura 7.6.- Cabina de triaje.

El principio básico de funcionamiento es muy simple, consiste en un módulo protegido de la intemperie en forma de cabina por donde pasa una cinta transportadora con el material, donde los operarios depositan en contenedores especiales para su gestión, situados debajo del módulo de trabajo.



Figura 7.7.- Contenedores de triaje manual.

El módulo deberá estar a una cierta altura que permita que los contenedores estén situados por debajo de él, de manera que los residuos sean lanzados con facilidad desde la cabina por los operarios a través de unos orificios dispuestos al efecto. La cinta que transporta los residuos habrá de ser horizontal, su velocidad tendrá que permitir la selección manual de los residuos.

Los contenedores que se sitúen bajo la cabina serán aptos para el transporte en camiones, debiendo incluir los distintos tipos de residuos a clasificar:

Contenedor para chatarras férreas: Recogerá las chatarras procedentes del overband que hay en cabina para su posterior venta a las fundiciones de la zona. El precio que alcance este residuo dependerá fundamentalmente de la limpieza que se haya conseguido en el proceso, La planta que se plantea aquí puede presentar ciertos problemas de limpieza en la chatarra férrea procedente del hormigón armado.

Contenedor para chatarras metálicas no férreas: En principio el precio de estas chatarras puede ser superior que el de las férricas, pero en la práctica no se logra hacer una buena separación, lo que obliga a negociar a la baja el precio con los pequeños gestores de la zona.

Contenedor de papel y cartón: Los ingresos obtenidos por estos residuos son muy bajos, aunque se puede negociar precios razonables por tonelada, hay que tener en cuenta que estos residuos tienen densidades muy bajas y que no se va a disponer de maquinaria especial para su compactación.

Contenedor de vidrio: Se entregarán a gestores autorizados.

Contenedor de Residuos peligrosos: Se entregarán a gestores autorizados. Su gestión tiene un coste para la planta de RCD, s que dependerá de los parámetros y condiciones pactadas con los gestores autorizados.

Contenedor de Yesos: Se tratarán de separar y no son considerados residuos inertes debido a la posibilidad de lixiviar en vertedero. Los yesos, por su contenido en sulfatos, pueden ser origen de contaminación de acuíferos por lo que su vertido como inertes no está permitido. Su gestión también supondrá un coste.

El cerramiento de la cabina de triaje está compuesto por paneles modulares realizados con doble capa de chapa y aislante interior, utilizando para ello panel tipo sándwich de 40 mm en fachada y lamas metálicas en el techo aisladas interiormente.

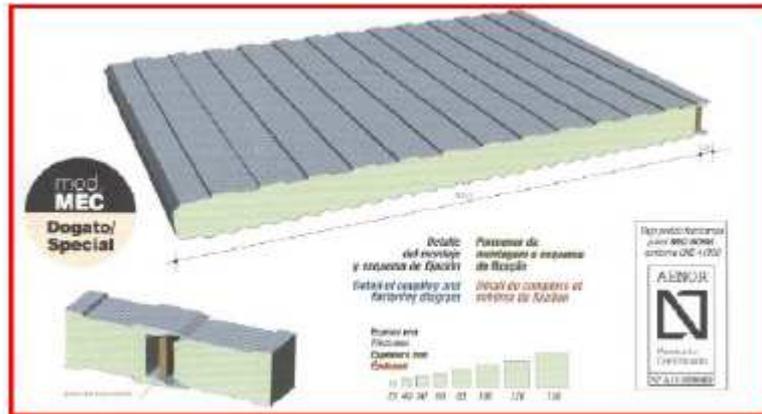


Figura 7.8.- Panel tipo sándwich.

#### 7.4.5. Soplador de finos.

Equipo destinado a extraer de forma automática los elementos ligeros (film, papel, cartón y maderas) en el flujo de material proveniente de la zona de clasificación. El separador de materiales ligeros es un dispositivo separador de materiales como película, tiras de papel y similares, con aplicaciones como la separación de película de material, residuos domésticos así como compost, la separación de papel de recogidas de residuos de papel o la separación de materiales planos de residuos arbóreos mixtos.

El material se separa de manera automática en la transferencia entre la cinta de triaje y la criba móvil. Cuando el material se encuentra en caída hacia la criba, se introduce un flujo de aire soplado que es introducido en un conducto que desemboca en un embudo diseñado con una red de tal forma que permita la salida de aire sin llevar ninguna partícula en suspensión. El embudo vierte su contenido en un contenedor carenado en su parte superior por chapa perforada para que pueda salir el aire soplado.



Figura 7.9.- Soplador de finos.

De los requerimientos arriba expuestos resultan los equipos necesarios para el tratamiento del aire y de los ligeros captados:

1 Ventilador de 30 kW.

#### 7.4.6. Separación magnética.

Destinado a la separación de los materiales magnéticos de los no magnéticos, se coloca suspendido encima de la cinta transportadora. Atraen a los materiales férricos separándolos del material transportado.

Su especial diseño les permite tratar con eficacia materiales transportados en capas de grandes espesores o a elevadas velocidades.

El separador está dotado de un dispositivo de descarga automática y continua de los desechos metálicos. Una cinta de limpieza movida por un motor-reductor, retira sistemáticamente el material magnético atraído por el separador.

Tanto los cojinetes de apoyo de los tambores de la cinta como el motor-reductor montado directamente sobre el eje del tambor motriz, están previstos para trabajar en cualquier ambiente e incluso a la intemperie.



Figura 7.10.- Separador magnético.

La cinta de limpieza es de goma con varias lonas de nylon muy resistente al desgaste y provista de salientes transversales para facilitar el arrastre del material. Su tensado se efectúa por medio del tambor de inversión.

La instalación del separador es extremadamente sencilla, basta con colocarlo sobre el transportador teniendo en cuenta únicamente que las partes de éste que se encuentran dentro del campo magnético deben ser no magnéticas, ya que en caso contrario atraería y deformarían hacia sí el campo magnético, disminuyendo el rendimiento del separador.

La mejor posición del separador es inclinado sobre el punto de descarga del transportador o del tambor de cabeza de la cinta. En este lugar las capas transportadas se disgregan saltando los materiales magnéticos hacia el separador, pudiendo ser limpiadas capas profundas y transportadas a elevadas velocidades. Esta instalación es la que da mayor rendimiento, al menos un 90% del material magnético contenido en la fracción.

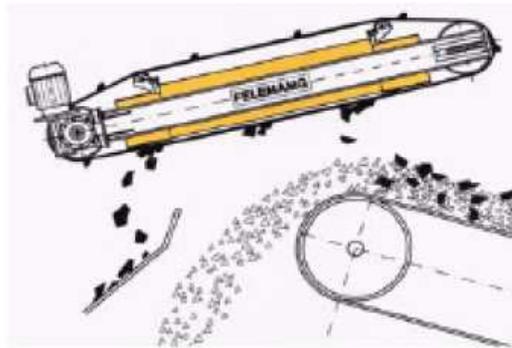


Figura 7.11.- Separador magnético. Funcionamiento.

#### 7.4.7. Clasificación y limpieza de tamaños medios y finos.

Las cribas convencionales inclinadas, con vibración por contrapesos, tienen por finalidad obtener por vía seca o húmeda varios tamaños granulométricos a partir de un todo uno.

Dimensionadas adecuadamente, consiguen una elevada eficacia de clasificación.

- Desde 2,3 a 15 m<sup>2</sup> de superficie.
- Dos, tres o cuatro bandejas.
- Mallas metálicas, de goma o poliuretano.
- Estructura soporte de seis pies de apoyo de tipo atornillado.
- Pasarela de visita en todo su perímetro, con piso en rejilla galvanizada.

- Laterales rigidizados, cuadros atornillados a éstos.
- Posibilidad de regulación de frecuencia y amplitud.
- Sistema automático de limitación amplitudes en arranques y paradas.
- Sistema de suspensión por muelles helicoidales.
- Rodamientos sobredimensionados especiales para cribas.

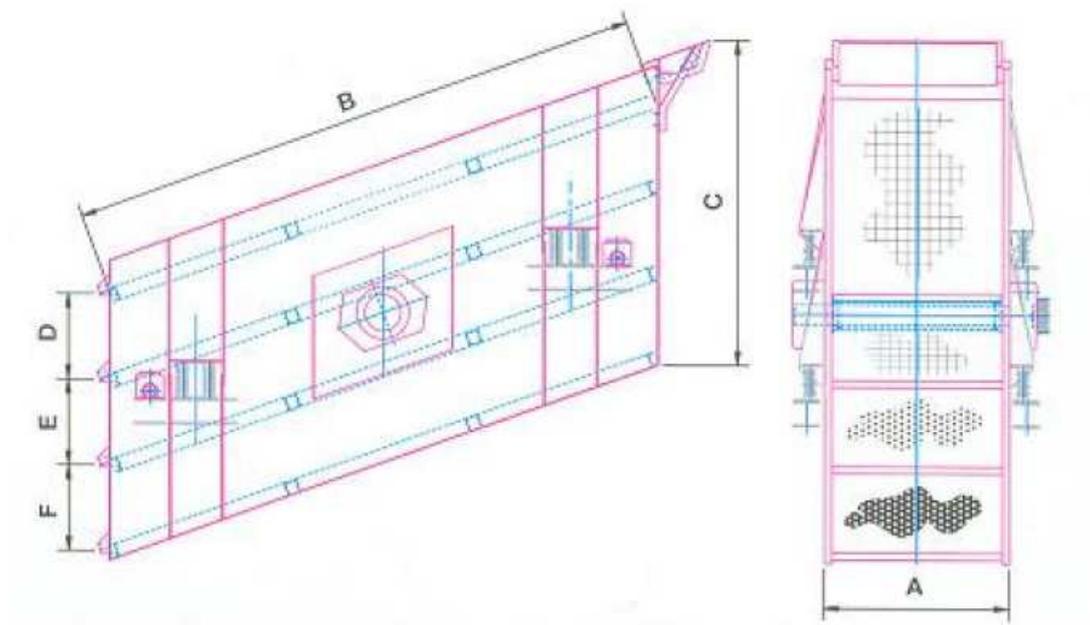


Figura 7.12.- Cribas.

Los productos que se pretenden obtener de esta máquina y por tanto de esta planta son:

- Áridos reciclados 0 mm - 10 mm
- Áridos reciclados 10 mm - 20 mm
- Áridos reciclados 20 mm - 40 mm
- Áridos reciclados 40 mm - 70 mm
- Todo uno 0 mm - 70 mm

La criba vibrante propuesta es de 10 m<sup>2</sup> de superficie de cribado y 3 bandejas.

Está formada por:

CAJA VIBRANTE.- Construida en chapa ampliamente dimensionada y arriostrada adecuadamente.

MECANISMO DE ACCIONAMIENTO.- Lo constituye un eje de concepción muy robusta, apoyado sobre rodamientos especiales antivibración, sobre este eje se montan las masas descompensadas, que nos han de producir las vibraciones.

MARCO SOPORTE MALLAS.- Se construye de perfil laminado soldado. Estos serán muy robustos e irán unidos a la caja vibrante.

JUEGO DE CAIDAS.- Para la distribución del árido, se han previsto canales y caídas contruidos en chapa, reforzados adecuadamente y con previsión de mata caídas para evitar desgaste de chapa y ruidos en el golpe. En todo caso se disponen según cada caso y granulometría correspondiente.

ESTRUCTURAS APOYO CRIBAS.- Como soporte de estos elementos, se han previsto castilletes contruidos en perfiles laminados ampliamente dimensionados, equipando pasillo de inspección, barandilla de protección y escalera de acceso.

## **7.5. Abastecimientos.**

Dado que todos los equipos son autoportantes, solo será necesaria la instalación de un pequeño grupo electrógeno de 50 kVA para la alimentación de la báscula y las casetas de obras.

El abastecimiento de gasoil se realizará a demanda mediante camión cisterna, que repostará los distintos equipos.

Para el agua de las casetas será necesaria la instalación de un depósito de 2.000 litros para los aseos y una pequeña bomba de 2CV.

## 7.6. Relación de equipos, maquinaria y mobiliario en las diferentes fases del proceso.

Tabla 7. 2.- Relación de equipos en fases del proceso.

PROCESO	OPERACIONES	INSTALACIONES/EQUIPOS
RECEPCIÓN Y PESAJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección visual de la carga.</li> <li>• Si es aceptado el material se procede al pesaje.</li> <li>• Registros y elaboración de albarán.</li> <li>• Descarga en zona de Clasificación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bascula de pesaje.</li> <li>• Oficina y Vestuarios.</li> <li>• Área de almacenamiento</li> </ul>
CLASIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección visual clasificación del residuo.</li> <li>• Segregación de residuos peligrosos.</li> <li>• Segregación restos de residuos.</li> <li>• Envío de estos residuos contenedores.</li> <li>• Los materiales pétreos se envían a la línea de separación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de almacenamiento.</li> <li>• Criba móvil o Retropala con pinza.</li> <li>• Pala Cargadora.</li> </ul>
TRITURACION DE MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molturación de los materiales petreos.</li> <li>• Envío a zonas de almacenaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de almacenamiento.</li> <li>• Pala Cargadora.</li> <li>• Machacadora Móvil</li> <li>• Criba móvil</li> </ul>
DEPOSITO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenaje de los materiales valorizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de almacenamiento.</li> <li>• Pala Cargadora</li> </ul>
CONTENERIZACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenaje de materiales a reciclar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenedores.</li> <li>• Camiones.</li> </ul>
EXPEDICION	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga y transporte de los materiales reciclados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pala Cargadora.</li> <li>• Oficinas</li> </ul>

## 7.7. Abandono de las instalaciones.

Para el abandono de las instalaciones se cumplirán las siguientes condiciones:

### RETIRADA DE LE LOS ACOPIOS Y PRODUCTOS RESULTANTES

Retirada de los residuos acopiados por un gestor autorizado de las distintas áreas de tratamiento de la planta.

### RETIRADA DE LOS ABASTECIMIENTOS

Desconexión de los diferentes equipos e infraestructuras a la red de abastecimientos y retirada de conducciones y cableado.

### RETIRADA DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

Se procederá al desmontaje y retirada de los principales equipos y maquinaria del proceso como son: módulos prefabricados, báscula de pesajes de camiones, grupos electrógenos, maquinaria de carga.

### RECUPERACIÓN DE LA SUPERFICIE AFECTADA

El entorno del área donde se va a desarrollar nuestra actividad es eminentemente agrícola con parcelas dedicadas al cultivo de secano. De tal forma que una vez abandonada la actividad se pretende recuperar el uso agrícola inicial, aprovechando la estructura para guardar los útiles de labranza, así lograríamos su integración en dicho entorno.

## **8. Condiciones generales del gestor de residuos de construcción y demolición.**

Además de las recogidas en la legislación sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAMI3O412002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este Real Decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

Disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

## **8.1. Horario.**

El horario de recepción de residuos en la Planta será el siguiente:

- lunes a viernes: de 9:00 h a 19:00 h.
- sábados: de 9:00 h a 13:00 h.

Este horario estará expuesto en un cartel a la vista de los usuarios en el punto de acceso a la Planta. Salvo situaciones excepcionales, previamente autorizadas por la empresa de la Planta, no se admitirán descargas de residuos fuera del horario establecido.

## **8.2. Admisión y recepción de residuos.**

### **8.2.1. Residuos admisibles.**

Los residuos admitidos en la Planta de Tratamiento serán los Residuos de Construcción y Demolición (RCD' s) procedentes de la localidad de Bembibre y de su entorno.

De acuerdo con el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado mediante la Decisión 2001/1181CE, de la Comisión, de 16 de enero de 2001, por la que se modifica la Decisión 200015321CE en lo que se refiere a la lista de residuos, son los siguientes:

17.01. Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.

17.01.01. Hormigón.

17.01.02. Ladrillos.

17.01.03. Tejas y materiales cerámicos.

17.01.07. Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en código 170106.

17.03. Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.

17.03.0.2 Mezclas bituminosas distintas de las especificadas con el código 170301.

17.05.04. Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17.05.03.

17.05.08. Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 170505.

17.09. Otros residuos de construcción y demolición.

17.09.04. Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 170902 y 170903.

La posible adscripción de un residuo a un código concreto no significa que el mismo deba ser necesariamente admitido en la Planta, ya que para ello deberá cumplir con el procedimiento de admisión de los residuos.

La empresa podrá denegar el acceso a la instalación de determinados residuos incluidos dentro de los residuos admisibles cuando, por razones de interés público o por causas que alteren la normal y correcta explotación de la Planta, sea conveniente su no admisión o su deposición en otros puntos de vertido alternativos. Tal decisión de la empresa deberá ser debidamente motivada por ésta al usuario.

### 8.2.2. Residuos no admisibles.

No serán admisibles en la Planta de Tratamiento los siguientes tipos de residuos:

- Residuos tipificados como peligrosos de acuerdo con la legislación vigente.
- Residuos urbanos no caracterizables como RCD' s.
- Residuos procedentes de la actividad minera y extractiva.
- Materiales excavados de zonas contaminadas.
- Residuos industriales tóxicos.
- Residuos radiactivos.
- Restos hospitalarios y clínicos.
- Residuos farmacéuticos y simples fármacos.
- Residuos procedentes de la actividad ganadera, residuos veterinarios, restos de animales muertos, despojos de mataderos y residuos de subproductos animales.
- Productos sólidos pulverulentos o fangos que presenten riesgos de producción química o toxicidad.
- Residuos explosivos, corrosivos, oxidantes, fácilmente inflamables o inflamables, irritantes y liberadores de gas inflamable o de humos ácidos en contacto con el agua.
- Vehículos automóviles y los residuos procedentes de las actividades de fragmentación de vehículos (residuos de fragmentadora y de medios densos) y otros residuos similares.
- Neumáticos usados, tanto enteros como troceados.

No se aceptarán, aun en el supuesto de que dispusieran de autorización previa, los residuos que presenten alguna de las siguientes circunstancias:

- Los que se presenten en estado de ignición.
- Los que presenten una temperatura superior a 50 °C.
- Los que pueden producir riesgos en las personas, las cosas o el medio ambiente en el momento de la descarga o en posterior manipulación y/o tratamiento.

### 8.2.3. Documentación a aportar por los usuarios.

La documentación a aportar por el usuario que quiera depositar residuos en la Planta será como mínimo la siguiente:

Entidad generadora del residuo.

Nombre y localización de la obra en que se genera el residuo.

Tipo y matrícula del vehículo de transporte.

Persona propietaria del vehículo transportista y teléfono de contacto.

### 8.2.4. Verificación de los residuos.

Para confirmar que los residuos que lleguen a la Planta en un cargamento están dentro de los residuos admisibles en la planta, la empresa aplicará métodos de comprobación rápida, que consistirán en una inspección visual del cargamento antes y después de la descarga, así como cualquier otro que se considere necesario.

Si de la inspección visual se derivasen sospechas fundadas de que los residuos no son admisibles en la planta, la empresa llevará a cabo un ensayo de caracterización, por laboratorio homologado, que permita definir la procedencia o no de su admisión.

En caso de rechazar el residuo, será devuelto a la persona usuaria, haciéndose ésta cargo de todos los gastos originados, incluidos los analíticos, la recogida y transporte de los residuos, así como la limpieza e, incluso, descontaminación de posibles áreas afectadas en la Planta, sin perjuicio de las responsabilidades a las que hubiere lugar.

La empresa de la Planta podrá poner a disposición de los usuarios los medios y útiles necesarios para la recogida y retirada de los residuos que pudiere haberse vertido, pudiendo repercutir en los y las responsables la tarifa correspondiente a los medios utilizados.

La inspección visual de la carga transportada por cada vehículo servirá, además, para determinar, según el grado de impurezas, su calificación como RCD Seleccionado, RCD Mezclado, RCD Muy Mezclado, RCD con residuos peligrosos o RCD con maderas y, en consecuencia, el troje de recepción donde se debe descargar, así como la tarifa de tratamiento a aplicar en cada caso.

No podrán acceder a la planta vehículos que no puedan ser inspeccionados visualmente.

#### **8.2.5. Punto de acceso.**

El único punto de acceso de vehículos a la Planta será el de acceso actual.

Dicho acceso será utilizado para la entrada y salida de vehículos

El acceso a las instalaciones estará restringido, y cualquier persona ajena a las instalaciones deberá obtener autorización para acceder al recinto, no pudiendo, en caso contrario, superar el puesto de control de la entrada de la Planta.

No podrán acceder a la Planta de Tratamiento vehículos que no puedan ser inspeccionados visualmente.

#### 8.2.6. Control de pesaje.

Una vez inspeccionado el residuo que llegue, y admitido por tratarse de RCD, se procederá al pesaje del vehículo en la báscula de entrada de la Planta.

La primera operación a realizar será el pesado de los vehículos en el control de entrada.

Seguidamente, se indicará al conductor/a del vehículo dónde deberá descargar según sea la naturaleza del RCD que transporte.

Una vez descargado, se volverá a pesar el vehículo, esta vez en la báscula de salida, con el fin de tarar la carga transportada.

Finalizada la operación de pesaje por el personal encargado de dicho control, se hará entrega al conductor o conductora del camión de una copia de la hoja de pesaje, en la que, además de la carga del vehículo, se recogerán los siguientes datos:

- Tipo y matrícula del vehículo,
- Persona propietaria del mismo y teléfono de contacto,
- Entidad generadora del residuo,
- Tipología del residuo que transporta y su volumen,

- Fecha y hora en que tenga lugar el pesaje y
- Firma de la persona responsable de la admisión.

Sin perjuicio de todo lo anterior, los vehículos que trasladen residuos a la Planta irán provistos de los documentos de aceptación y de control y seguimiento que reglamentariamente les sean de aplicación.

Tanto en las esperas como en el proceso de pesaje o control de entrada, deberán seguirse escrupulosamente las instrucciones facilitadas por el personal encargado de la explotación.

#### **8.2.7. Condiciones de entrega de los residuos.**

No se admitirá la entrega de cualquier clase de residuo que no sea presentado en vehículos acondicionados especialmente para el transporte de los mismos.

De cualquier accidente o afección causada en las instalaciones de la Planta a la propia Planta, al medio ambiente o a terceros, como consecuencia de deficientes condiciones en el transporte y descarga de los residuos, será responsable, aun dentro del recinto de la Planta, el o la transportista del residuo.

Si se produjeran derrames de residuos en los accesos o en el interior de la Planta, como consecuencia de deficientes condiciones en el transporte y descarga de los mismos, la persona transportista de esos residuos será responsable de su inmediata recogida y retirada, sin perjuicio de posibles responsabilidades añadidas en caso de paralización de la Planta o disminución de su actividad.

La empresa de la Planta podrá poner a disposición de los y las transportistas los medios y útiles necesarios para la recogida y retirada de los residuos que pudieren haberse vertido, pudiendo repercutir en los y las responsables la tarifa correspondiente a los medios utilizados, que coincidirá con la equivalente en ese momento en el Vertedero sin perjuicio de posibles reclamaciones económicas en caso de paralización de la Planta o disminución de su actividad.

Si se produjere negativa por parte de la persona transportista a recoger y retirar los residuos vertidos por su causa, la Planta procederá a realizar dicho trabajo a su costa, sin perjuicio de posibles reclamaciones económicas en caso de paralización de la Planta o disminución de su actividad.

#### **8.2.8. Acceso y estancia.**

Queda terminantemente prohibida la entrada en la Planta de toda persona, y todo vehículo no autorizado, ajena al servicio o a la explotación de la misma.

Tanto los vehículos como las personas que viajen en los mismos permanecerán en el interior de la Planta el tiempo exclusivamente necesario para proceder a la descarga de los residuos.

No podrán estacionarse dentro de la Planta vehículos, contenedores o similares, que no sean los propios de la explotación de la misma, excepto en caso de avería, fuerza mayor o autorización expresa de la empresa concesionaria.

Deberán respetarse escrupulosamente las limitaciones de velocidad señaladas en los viales de acceso a los puntos de vertido.

Todos los vehículos que accedan a la Planta para proceder a la descarga de residuos deberán disponer de alarma acústica de retroceso en perfecto estado de funcionamiento.

Las normas básicas a cumplir por los usuarios en el interior de la Planta estarán expuestas en un cartel en el punto de acceso a la misma.

Igualmente, figurarán expuestas en otro cartel las diferentes rutas que deberán seguir los camiones que accedan a la Planta en función de su destino (línea de clasificación, línea de tratamiento, acopios de materiales reciclados o acopios de subproductos).

Se diferenciarán en el interior y en el exterior de la planta las rutas para los vehículos de las de los peatones.

#### **8.2.9. Descarga de residuos.**

Los residuos que cumplan las exigencias a las que se hace referencia pasarán a la zona de descarga, donde esta operación se llevará a cabo teniendo en cuenta todas las medidas en materia de seguridad laboral y medioambiental previstas.

Todos los accesos a las zonas de descarga estarán adecuadamente preparados y señalizados.

Para proceder a la descarga de los residuos, los y las transportistas seguirán escrupulosa y puntualmente las instrucciones que reciban del personal de la empresa concesionaria.

Las operaciones de descarga, en todo caso, producirán el mínimo de molestias a las personas o de afección al entorno, en particular en lo que se refiere a producción de polvo y generación de ruidos, debiendo la empresa poner en marcha todos los medios necesarios para ello.

Los residuos serán descargados en los puntos de vertido siempre siguiendo las instrucciones del personal de la empresa.

#### **8.2.10. Zonas de descarga.**

La Planta dispondrá de zonas diferenciadas para la descarga de los diversos tipos de residuos autorizados.

Los residuos se descargarán en los trojes destinados a RCD' s limpio de diferente tipología (hormigón, cerámicos, mezclados, etc.) y en los trojes destinados a RCD' s Mezclado, RCD' s Muy Mezclado, RCD' s con residuos peligrosos o a RCD' s con maderas.

De esta forma, se podrán aplicar tratamientos diferentes en función de esa misma variedad de residuos recibidos, para, así, alimentar en unos casos a la línea de clasificación y, seguidamente, a la de tratamiento y, en otros, por su mayor grado de limpieza, directamente a la de tratamiento.

En las zonas de descarga no se permitirá la circulación de vehículos no adscritos a los trabajos de explotación, a excepción de aquellos cuya descarga vaya a realizarse.

La empresa dispondrá y mantendrá puntualmente la adecuada señalización para la organización del tránsito de vehículos y peatones en el interior de la Planta, a través de

caminos internos de circulación, tanto en la entrada y salida como en las zonas de descarga, diferenciándose las rutas exclusivas de los peatones de las de los vehículos.

La Planta dispondrá de una zona destinada a la espera de vehículos, bien con carga que deba ser examinada o bien que deban esperar a su descarga por necesidades de la explotación.

Se prohíbe la presencia en las zonas de descarga de personas no autorizadas.

Se prohíbe igualmente la rebusca y manipulación de los residuos en la Planta, a excepción de las operaciones de clasificación, tratamiento y valorización de los mismos por el personal adscrito a la explotación.

#### **8.2.11. Salida de la planta.**

Los vehículos que, a la salida de la Planta, presenten residuos adheridos a las cubiertas de sus ruedas, serán objeto de una intensa limpieza antes de acceder a la vía pública, mediante proyección de agua a presión sobre los mismos.

La empresa concesionaria estará obligada al registro diario de las salidas de los camiones que abandonen la planta tras haber descargado en ella residuos, consignando información sobre la persona transportista que haya llevado a cabo el porte (nombre, empresa, matrícula), así como cualquier otra información que estime oportuna el personal de expedición de la carga.

Asimismo, se registrarán las salidas de camiones con materiales o rechazos (áridos reciclables, rechazos inertes, etc.) señalando cantidades y destinos.

#### 8.2.12. Manipulación de los residuos.

Una vez descargados los residuos en los trojes correspondientes, mediante el empleo de una retropala provista con implemento de pinza, se retirarán los residuos más voluminosos.

Se separarán, posteriormente, las fracciones peligrosas con el fin de que no accedan a las líneas de proceso para no contaminar el producto final. Dichas fracciones se enviarán al contenedor de Residuos Peligrosos (RP' s) de la Planta hasta su entrega a la persona o empresa gestora autorizada.

La manipulación para carga y descarga de residuos en los puntos de alimentación de las líneas de proceso se llevará a cabo mediante palas cargadoras.

La manipulación en los puestos de triaje será manual, por lo que el personal operario irá provisto del equipamiento necesario para cumplir la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.

La retirada de productos recuperados en los distintos puntos del proceso en que se produzca tal recuperación (separadores magnéticos, separadores de impurezas), se realizará mediante contenedores metálicos y camión porta-contenedores.

#### 8.2.13. Gestión de productos obtenidos.

Los productos obtenidos como consecuencia de los procesos de recuperación y reciclado son los siguientes:

### ÁRIDOS RECICLADOS.

En función del tipo de material con que se alimente en cada momento, bien a la línea de tratamiento de RCD Limpio como a la línea de clasificación de RCD mezclado, se obtendrán diferentes granulometrías de cada tipo de producto alimentado.

Cada una de estas granulometrías se almacenará en un punto identificado y dispuesto al efecto.

Los áridos reciclados se transportarán desde la zona de salida de proceso hasta los puntos de almacenamiento mediante palas cargadoras y/ o cintas transportadoras.

### OTROS PRODUCTOS VALORIZABLES.

#### Residuos plásticos.

Los materiales plásticos se separarán en las líneas de triaje.

#### Papel y cartón.

Tanto el papel como el cartón se separarán en las líneas de triaje.

#### Residuos metálicos.

Los residuos metálicos pasarán por varios separadores magnéticos para realizar la separación de los elementos férricos.

#### Madera.

Se separarán los palets, cajas, tablas y tablonos antes de alimentar el proceso. En el triaje manual se separarán las maderas de menor dimensión.

#### 8.2.14. Almacenamiento y gestión de productos valorizables.

Estos productos, una vez clasificados, se almacenarán en el lugar dispuesto al efecto. Los residuos se entregarán a gestores autorizados.

#### 8.2.15. Gestión de rechazos y residuos peligrosos.

Los rechazos y residuos peligrosos obtenidos como consecuencia de los procesos de recuperación y reciclado son los siguientes:

- Rechazos inertes del tratamiento: se trata de los rechazos de naturaleza inerte aptos para ser empleados en restauraciones de zonas degradadas o de canteras. Serán almacenados de forma independiente y, posteriormente, cargados en camiones y trasladados a canteras y/ o zonas degradadas pendientes de restaurar. En cualquier caso, quedarán perfectamente registradas todas las salidas de este tipo de materiales junto con sus correspondientes destinos.

- Rechazos no peligrosos del tratamiento: se trata de los rechazos de naturaleza no peligrosa no aptos para el reciclado, que, bien por su naturaleza o estado, una vez segregados, no tengan posibilidad de ser aprovechados. Serán cargados en camiones y trasladados a vertedero autorizado.

- Residuos peligrosos: se trata de residuos peligrosos que puedan llegar a la planta mezclados con los no peligrosos. Se almacenarán adecuadamente y se gestionarán a través de personas o empresas gestoras autorizadas, quedando perfectamente documentada toda entrega de estos residuos a las y los gestores correspondientes. Los residuos peligrosos podrán ser almacenados en la Planta hasta un máximo de seis meses.

#### 8.2.16. Carga y retirada de productos obtenidos, rechazos y residuos peligrosos.

Los materiales ya procesados serán acopiados en los distintos puntos de almacenamiento previstos, teniendo en cuenta todas las medidas en materia de seguridad laboral y medioambiental previstas.

Todos los accesos a las zonas de carga estarán adecuadamente preparados y señalizados.

Para proceder a la carga de los materiales, los transportistas seguirán escrupulosa y puntualmente las instrucciones que reciban de la persona responsable de la explotación.

Las operaciones de carga, en todo caso, producirán el mínimo de molestias a las personas o de afección al entorno, en particular en lo que se refiere a producción de polvo y generación de ruidos.

La Planta dispondrá de zonas diferenciadas para la carga de los diversos tipos de materiales recuperados y áridos reciclados.

En las zonas de carga no se permitirá la circulación de vehículos no adscritos a los trabajos de explotación, a excepción de los camiones cuya carga vaya a realizarse.

### 8.3. Relación de personal.

En la planta industrial donde se llevarán a cabo los procesos de Tratamiento de RCD' s, está prevista la creación de 3 puestos de trabajo. Asimismo, a estos puestos de trabajo hay que añadir el empleo indirecto preciso para el mantenimiento y explotación de las instalaciones.

#### Como puestos directos:

Operario de Pala Cargadora/encargado: cuyas Principales funciones son responsable de la planta, operario de pala para logística interior de la materia así como expedición de los productos reciclados y responsable de recepción y expedición.

Peón de Estrío: Responsable del estrío inicial, así como de las labores de clasificación manual.

Operario de Retropala: operario de retropala, ayuda de peón de estrío.

#### Como puestos indirectos:

Operario de planta de machaqueo: responsable de la disminución de tamaños hasta la consecución de un árido.

## 9. Incidencia ambiental de la actividad.

Las emisiones que puede generar la actividad pretendida son debidas principalmente a las siguientes sustancias: Partículas sólidas y gases.

Las partículas contaminantes en estado sólido, cuyo nombre genérico es polvo, se podrían definir como una cantidad de partículas sólidas dispersas en el aire y procedentes de una disgregación, el diámetro de estas partículas oscila entre 1 y 1000  $\mu\text{m}$ . Particularmente en nuestro estudio, va a constituir la mayor fuente de polución del aire, encontrándose su origen en el viento sobre las superficies de acopios, en la carga de los materiales y en el tráfico de los vehículos y la trituración del material.

Los gases y vapores se obtienen como resultado las emisiones de los motores térmicos. En nuestro estudio la intensidad de este tipo de contaminación es de menor entidad que la anterior.

Los límites máximos tolerables de presencia en la atmósfera de cada contaminante, se recogen en la siguiente legislación:

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del Ambiente Atmosférico.

También la contaminación sónica producida por las máquinas que realizan estas actividades perturban al medio produciendo sensaciones molestas sobre las personas y los animales.

### 9.1. Emisiones de polvo.

Para cuantificar las emisiones de polvo en las diferentes operaciones que se desarrollarán en la explotación de la planta utilizaremos ecuaciones empíricas de recientes estudios llevados a cabo en Estados Unidos.

Acarreo de material sobre pistas sin pavimentar (Cowherd, 1982)

$$E_p = 5,9(s/12) (S/30) (W/3) 0,7(w/4) 0,5(d/365)$$

Donde:

$E_p$  = Emisiones en pistas sin pavimentar, expresadas en lb de partículas sólidas/millas (partículas menores de 30  $\mu\text{m}$  con una densidad de 2,2  $\text{g/cm}^3$ ).

$s$  = contenido de limo del material de la superficie de rodadura (%).

$S$  = velocidad media del vehículo (millas/h).

$W$  = Peso medio de vehículo.

$w$  = número de neumáticos.

$d$  = número de días secos por año.

Como hemos definido en la descripción del proceso el vehículo que se utilizará para acarrear material será una Cargadora de 22 t de peso, con 4 neumáticos y con una velocidad de acarreo de 30 km/h. El número de días secos según datos obtenidos de la

estación de Ponferrada (León) son de 174, y el contenido en limo de las pistas se estima que será de un 15 %.

Con estos datos se obtiene un resultado de 0, 150 kg/ km recorrido.

Consultando otras fuentes los valores de emisión de polvo obtenidos en diversas operaciones de movimientos de tierras de material varían entre 0, 25-0, 200 kg/ km recorrido.

La distancia media entre el núcleo urbano más cercano (Bembibre) y el foco de emisión se estima en 2245 metros. Como puede verse en la siguiente figura la concentración de polvo varía con la distancia a la fuente emisora. Aparte de la dilución que se produce tiene lugar una disminución paulatina de las partículas sedimentables.

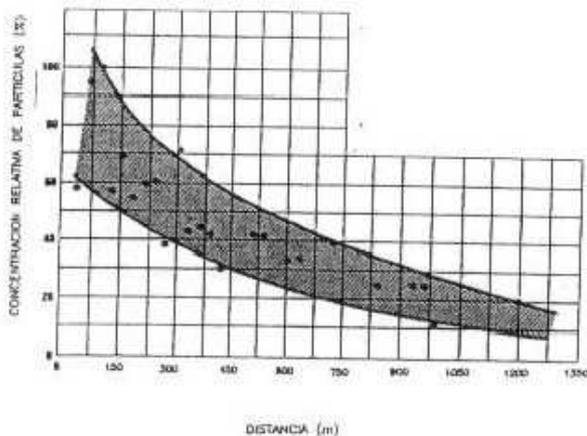


Figura 9. 1.- Diagrama concentración de polvo en función de la distancia.

Suponiendo que el vehículo recorra en un día 20 km. La estimación de cantidad de polvo que podría llegar a Bembibre coincidiendo con días en los que la dirección del viento fuese Este sería de 0, 3 kg de polvo diario o lo que es lo mismo a una media de 3 g/h.

Operaciones de carga (Cowherd, Bohn, coscino 1978).

$$ecd = 0,0018((s/5)(V/5)(h/5))/(M/2)^2(Y/6)^{0,33}$$

ecd = emisiones de partículas expresadas en lb/t de material cargado.

V = velocidad media del viento.

h = Altura de descarga (pies).

M = Contenido en humedad del material (%).

Y = capacidad de carga del equipo (yd<sup>3</sup>).

S = contenido del material de superficie (%).

La velocidad media es de 12 millas/h, la altura de descarga 4 metros, el contenido en humedad del material se estima que sea de un 5%, la capacidad de carga del equipo será de 1,5 m<sup>3</sup> y el contenido en limo de un 30%.

Con estos datos se obtiene un resultado de 6 g/ t de material reciclado.

Considerando que diariamente se cargarán 300 t máximo. La estimación de cantidad de polvo que podría llegar a Bembibre, coincidiendo con días en los que la dirección del viento fuese Este sería de 0,18 kg diarios, es decir, 22 g/h.

La cantidad total de polvo en el supuesto más desfavorable sería de 25 g/h, cantidad despreciable.

No obstante como medidas correctoras se procederá al riego periódico de las zonas de tránsito de maquinaria para evitar la formación de polvo. De igual forma los camiones encargados del transporte de material, deberán ir tanto a la entrada como a la salida de la planta, debidamente cubiertos con lonas que minimicen las emisiones de polvo y materiales en suspensión a la atmósfera.

También se realizarán tareas de limpieza periódica en las zonas de acumulación con objeto de reducir las fuentes de emisión.

## 9.2. Emisiones procedentes de gases de combustión.

Aunque la contaminación procedente de los equipos móviles accionados por motores de combustión interna es mucho menos importante que la polución del aire debida al polvo, conviene recordar que por cada kg de gasoil se requieren 15 kg de aire para la combustión completa y que la emisión resultante en volumen, es aproximadamente de 13 m<sup>3</sup>. Bajo condiciones perfectas de combustión, la emisión está compuesta volumétricamente por un 73 % de nitrógeno, un 13 % de dióxido de carbono y un 44 % de vapor de agua según se puede ver en la siguiente figura:

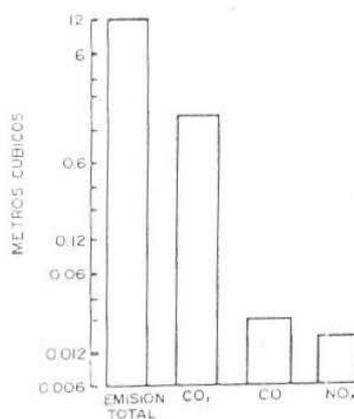


Figura 9. 2.- Emisiones de gases en la combustión.

El consumo de gas-oil de los equipos móviles que se utilizarán en las operaciones mineras se estima que sea de 72 kg de Gas-oil/h. Por lo que se puede deducir que las emisiones serán de 936 m<sup>3</sup>/h cuando la planta funcione en full-time. Cantidad despreciable teniendo en cuenta que la actividad se desarrollara en un mes al año.

La minimización de estos impactos pasa por mantener una renovación de equipos continua.

### 9.3. Ruido

Los datos de emisión estimados por los fabricantes se presentan en las siguientes tablas, definidos como potencia acústica y su determinación se ha realizado a partir de los datos facilitados por el cliente, nivel de presión sonora a un metro de las instalaciones y dimensiones aproximadas obtenidas a partir de planos generales de la planta y planos detallados de cada uno de los equipos.

Tabla 9. 1.- Niveles de potencia sonora, LwA, (dBA).

<b>FOCOS DE RUIDO</b>	<b>EdBA</b>
Trituradora (5)	94
Cribadora	84
TRÁNSITO DE CAMIONES (6)	78
Periodos día, potencia por metro de recorrido	

Considerando una distancia media de 3.000 m entre la fuente de emisión y Bembibre y la existencia de un pantalla arboréa entre la fuente y el receptor, estimamos que la sensación acústica que percibirá una persona en dicha localidad será de 20 dB.

Respecto al niveles de ruidos permitidos en poblaciones, existe una propuesta de Real Decreto de Legislación para control de los niveles de ruido Ambiental, del Ministerio

de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, de la Dirección general de Política Ambiental, que establece unos límites de inmisión del nivel sonoro continuo equivalente, medido en dB, en función del tipo de receptor y de si la recepción es diurna (NED entre las 7:00 y las 22:00) y nocturna (NEN entre las 22:00 y las 7:00), cuyos valores se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 9. 2.- Nivel máximo de inmisión por zonas (dB).**

TIPO DE RECEPTOR	NIVEL MÁXIMO DE INMISION dB	
	NED	NEN
1. Áreas sanitarias, docentes, culturales y parques naturales	55	45
2. Viviendas, hoteles, áreas deportivas	60	50
3. Oficinas, centros comerciales	65	60
4. Industrias, estaciones de viajeros	75	70

#### 9.4. Aguas.

La alteración de las aguas superficiales comenzará en el momento en el que se modifique la red de drenaje natural.

Las nuevas canalizaciones se realizarán dejando superficies de acopios sobre las que el agua puede actuar erosionándolas al disgregar los materiales y removilizar los elementos finos.

El aumento de la turbidez del agua coincidirá con los días de tormenta 20 al año.

Para ello se instalará una cuneta perimetral de recogida de aguas perimetrales, que serán vertidas a la balsa de decantación construida a la salida de la parcela y de aquí a los desagües de aguas pluviales que dispone el polígono de San Román de Bembibre.

## 10. Seguridad e higiene en las instalaciones.

Una vez analizada la viabilidad de este estudio y durante el desarrollo del proyecto se realizará la evaluación de riesgos y el plan de emergencias.

En la Evaluación de Riesgos se detallarán los riesgos previsibles como consecuencia de las actividades a desarrollar y del entorno, se estudiará la forma de evitarlos y se señalarán las medidas preventivas adecuadas. Se tratarán los temas siguientes: formación e información a los trabajadores y trabajadoras, protecciones individuales y colectivas, señalización, interferencias entre distintos trabajos, medicina del trabajo, normas de primeros auxilios, iluminación, prevención de incendios, etc.

En el Plan de Emergencias se identificarán las posibles situaciones de emergencia y se detallarán las actuaciones a seguir en cada caso.

La identificación de los posibles riesgos, laborales o no, que puedan producirse como consecuencia de las obras a que se refiere este estudio, ha de hacerse desde dos puntos de vista: los riesgos que puedan sobrevenir a terceras personas o a bienes ajenos a la propia obra, y aquellos que se puedan causar al personal de la obra.

A continuación se describe los riesgos identificados y las medidas de prevención a adoptar:

### **Operaciones**

Inspecciones oculares en las instalaciones en carga.

Comprobaciones con aparatos.

Mantenimiento y reparaciones sin tensión.

### **Equipo técnico**

1. Equipos de comprobación de tensión, intensidad, resistencia de tierra, aislamiento.
2. Equipos de puesta a tierra.
3. Placas separadoras dieléctricas.
4. Capuchones.

### **Identificación de riesgos**

Caída de objetos o cargas.

Caída de personas a diferente nivel.

Caída de personas al mismo nivel. Proyección de partículas a los ojos.

Daños en los ojos por arco eléctrico (soldadura u otros).

Daños en las extremidades.

Sobreesfuerzos.

Golpes contra objetos.

Atrapamiento por objetos o máquinas.

Quemaduras.

Electrocuciones.

Atropello por vehículos.

Ambiente pulverulento.

### **Prevención**

Asegurarse de la ausencia de personas bajo cargas en movimiento.

Asegurar el estrobo de objetos y cargas.

Mantener limpia y libre de obstáculos la zona de trabajo.

Abalizar las zonas de alcance de máquinas u objetos móviles.

Identificación de la instalación en el esquema unifilar.

Mantener las distancias de seguridad.

Corte con corte visible de todas las fuentes de tensión\*.

Enclave o bloqueo de los aparatos de corte y señalización\*.

Reconocimiento de la ausencia de tensión\*.

Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión\*.

Organización cuidadosa de los trabajos. Comunicación.

Estacionamiento y apuntalamiento cuidadosos de la grúa.

\*En caso de tener que manipular elementos sin tensión pero que habitualmente sí la tienen. Protección colectiva (PC)

Aviso a toda persona que pueda entrar en contacto con las instalaciones probadas.

Señalización de seguridad delimitando la zona de trabajo. Protección individual (PI)

Casco.

Arnés de seguridad sujeto a estructuras estables que permita una caída máxima de 1,5 m.

Calzado antideslizante.

Pantalla facial,

Gafas de protección contra rayos ultravioleta.

Guantes de protección mecánica.

Faja lumbar.

Casco.

Guantes antitérmicos.

Guantes aislantes.

Pértigas detectaras de tensión.

Máscara buconasal.

## 11. Programa de vigilancia.

Las funciones básicas del programa de vigilancia se pueden resumir en tres aspectos principales:

Comprobar la valoración de impactos previstos, comprobar que las medidas preventivas y correctoras propuestas se llevan a cabo y comprobar su efectividad para en caso contrario establecer las modificaciones necesarias.

El programa de vigilancia incidirá principalmente en los siguientes aspectos.

Se asegurará que en el funcionamiento de la instalación no se realiza ningún tipo de vertido.

La vigilancia ambiental deberá verificar la implantación y efectividad de las técnicas y medidas preventivas y correctoras establecidas para reducir el consumo de agua.

Con objeto de verificar que los niveles sonoros generados por la instalación se ajustan a los límites regulados, se efectuará una campaña de medición del nivel de ruido (diurno y nocturno) emitido por la instalación dentro de los 6 primeros meses de funcionamiento.

Control de aguas superficiales, y de los sistemas de drenaje y recogida de las mismas.

Control de la recogida y gestión de los lixiviados producidos.

Se comprobará así mismo la efectividad de las medidas implementadas en la maquinaria, en relación con la contaminación atmosférica.

Control de la efectividad de la impermeabilización de la solera de hormigón.

Control de la dispersión en el entorno exterior de la planta de residuos ligeros o volátiles (plásticos, etc.).

Se comprobará el cumplimiento de todas las medidas establecidas para evitar y reducirla generación de residuos, así como el cumplimiento de la legislación aplicable en cuanto a almacenamiento y gestión de residuos, y los requisitos que establezca la correspondiente Autorización de productor de residuos peligrosos.

#### EMISIÓN DE INFORMES

Los informes que se elaboren reflejarán las siguientes acciones:

Modificaciones de las medidas preventivas, correctoras y adopción de medidas no previstas.

Identificación de impactos no previstos inicialmente o variaciones sobre la valoración inicial.

### **11.1. Control y vigilancia.**

Se vigilará continuamente por la dirección de la planta el comportamiento del asentamiento o pavimento, En concreto, se comprobará la estabilidad interna de los residuos.

El tráfico de maquinaria pesada que se producirá ha de planificarse utilizando aquellas rutas que resulten menos molestas para las zonas pobladas próximas.

Se llevará a cabo un riego periódico de las zonas descarga de los camiones que participen en la ejecución. Se cubrirá con malla toda la superficie del material constructivo transportado. Durante la fase de funcionamiento de la planta se habilitarán las medidas correctoras precisas para evitar la existencia de niveles de polvo inadecuados.

La instalación estará equipada para evitar que la suciedad originada en la instalación se disperse en la vía pública y en las tierras circundantes.

Por parte del personal de la planta se efectuarán inspecciones y limpiezas de los diferentes restos de residuos que puedan aparecer en zonas que no correspondan a su ubicación prevista dentro del interior de la instalación. Estas limpiezas se extenderán a las zonas exteriores de la planta, con el objeto, entre otros, de no propiciar puntuales vertidos ilegales.

Toda la maquinaria usada en la ejecución de las obras contará con los obligados elementos correctores en la emisión de gases.

## **12. Estudio de viabilidad.**

### **12. 1. Introducción.**

Las operaciones de reciclaje de RCD para la comercialización de áridos reciclados se realizan en muchos países del mundo desarrollado. La viabilidad técnica está ampliamente demostrada en las condiciones tecnológicas actuales. Por el contrario la viabilidad económica de estas operaciones depende en gran medida de las características intrínsecas de la zona donde se quiera operar.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del método preliminar de evaluación en la zona de Bembibre (León) indican, a priori, la conveniencia de analizar la viabilidad económica.

En el estudio económico se tratará determinar la rentabilidad de la instalación de reciclaje propuesta y se analizará la sensibilidad de los principales indicadores económicos frente a los parámetros críticos en este negocio. Por tanto, este estudio será la realización de un modelo económico para una instalación de reciclaje de RCD y el estudio de su comportamiento. Para realizar dicho estudio se cuenta con los pocos datos oficiales, aunque suficientes para sacar conclusiones si se analizan todos en común.

### **12.2. Impuestos y tasas sobre el vertido.**

La instalación tendrá unos ingresos procedentes del canon que se cobra a los portadores de los RCD por permitirles depositar sus residuos en la planta de reciclaje. Esta tasa es comúnmente conocida por su acepción inglesa, tipping fee y dependerá de la heterogeneidad de los mismos.

El tipping fee está relacionado con la tasa de eliminación de los residuos en los vertederos públicos o en su denominación inglesa, dumping fee. Los estados o regiones que incentivan el reciclaje de RCD ponen tasas muy elevadas al vertido con lo que el tipping fee de las plantas de reciclaje hace que esta actividad sea atractiva para los inversores.

El coste de vertido de los escombros en los vertederos (dumping fee) es como se ha visto, uno de los indicadores más importantes para estudiar cual es la preocupación de las autoridades en el campo del reciclaje. Obviamente, este valor varía mucho dependiendo de la zona, véase el siguiente gráfico. A mayor coste de vertido, mayor coste de aceptación en planta que se podrá imponer a los RCD a procesar. Por lo tanto, hay una relación directa entre la tasa de vertido o dumping fee y la tasa de aceptación de RCD del reciclador o tipping fee, lo cual es fundamental desde el punto de vista de la rentabilidad del negocio.

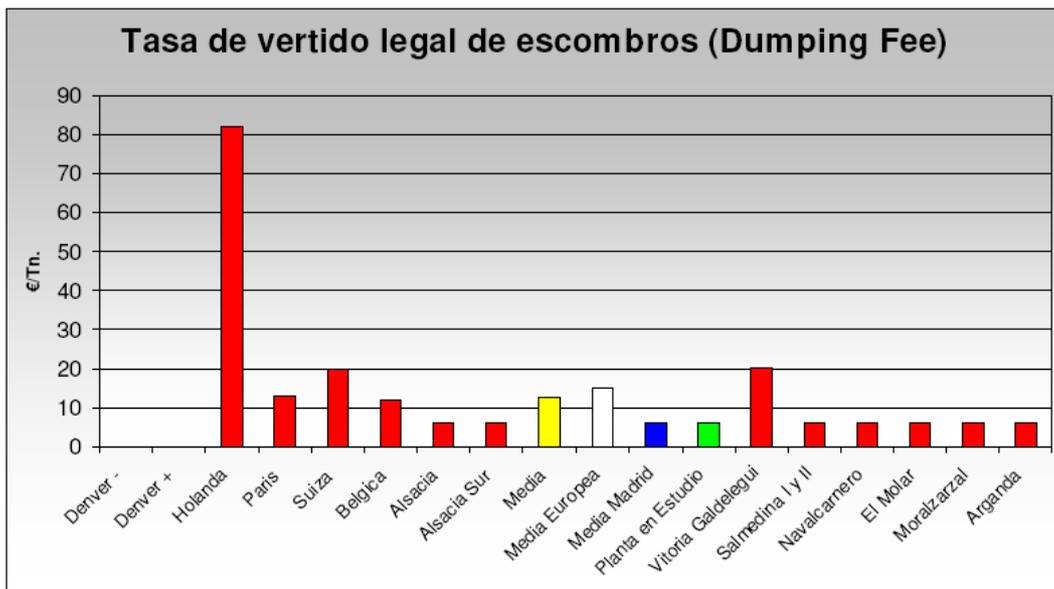


Figura 12. 1.- Tasa de vertido legal de escombros (Dumping Fee).

Por lo tanto, se deberá buscar la relación existente entre el dumping fee y el tipping fee en el estudio. Los casos estudiados muestran que existe una relación matemática entre los dos datos, dicha relación se puede ver claramente en la figura 3-8. La pendiente de la recta nos muestra la dependencia entre la tasa de vertido en vertedero contra la tasa de entrada en planta de RCD en €/t.

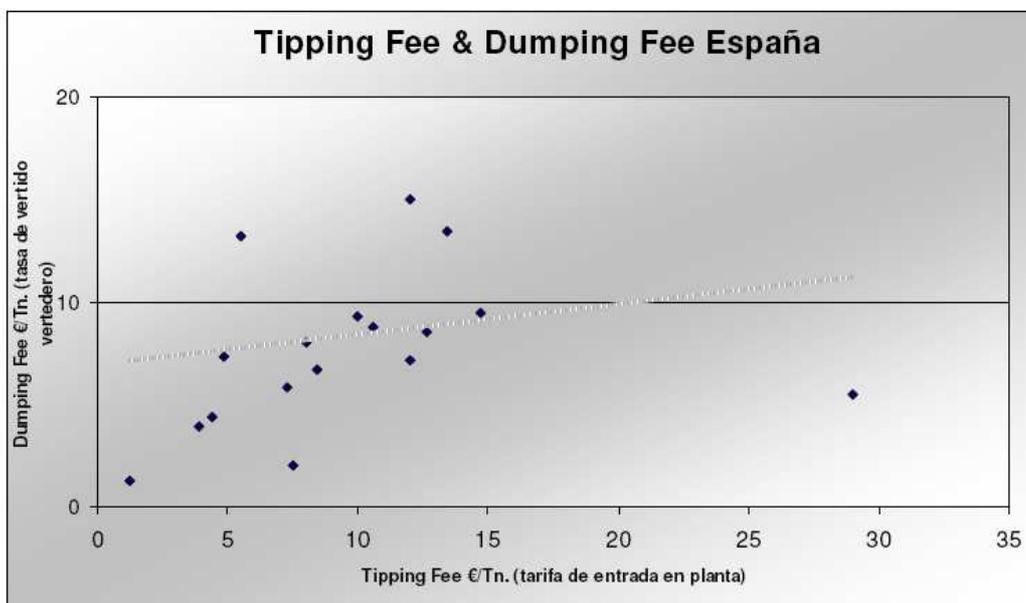


Figura 12. 2.- Tipping Fee& Dumping Fee.

La representación de los mismos datos sobre el vertido legal de escombros en columnas permite apreciar las diferencias entre las distintas comunidades autónomas.

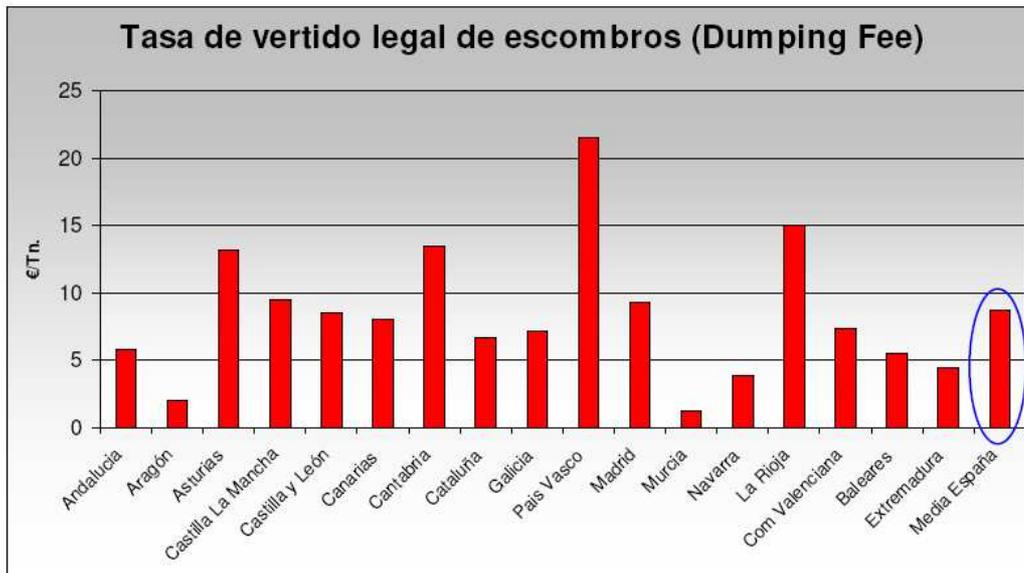


Figura 12. 3.- Dumping Fee por comunidades.

### 12.3. Estimación de costes.

Para conseguir la estimación de costes se procedió a contactar vía mail con empresas registradas en el GERD, Asociación Nacional de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición, pedir a los fabricantes de los equipos los costes de operación que éstos manejan y hasta comprar varios informes económico-financieros de algunas empresas que desarrollan su actividad en el sector a través de la página Web [www.einforma.com](http://www.einforma.com).

Del análisis y estudio de todos los datos recopilados se ha conseguido estimar tanto los costes variables como los costes fijos.

### **Costes Variables**

Estos costes incluyen energía, mantenimiento, transporte y acarreo de materiales en planta, permisos y licencias, colocación y distribución de los RCD dentro de la planta, y costes por el control de calidad.

En nuestro caso las hipótesis estudiadas tienen en cuenta que la recepción de materiales muy heterogéneos puede predominar y los tonelajes reciclados difieren mucho de los aceptados, siendo el porcentaje de reciclaje no superior el 35%.

Tabla 12. 1.- Costes Variables.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>COSTES VARIABLES</b>										
Costes de Gestion de residuos										
Coste de transporte otros residuos por viaje	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Costes de transporte madera	1.375	1.389	1.403	1.417	1.431	1.445	1.460	1.474	1.489	1.504
Costes de transporte papel y cartón	3.000	3.030	3.060	3.091	3.122	3.153	3.185	3.216	3.249	3.281
Costes de transporte plásticos	625	631	638	644	650	657	663	670	677	684
Costes de transporte metales ferreos	2.500	2.525	2.550	2.576	2.602	2.628	2.654	2.680	2.707	2.734
Costes de transporte metales no ferreos mezclados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coste total Transporte	7.590	7.665	7.741	7.817	7.895	7.973	8.051	8.131	8.211	8.293
Energía										
Coste de gasoleo	29.259	29.552	29.847	30.146	30.447	30.752	31.059	31.370	31.683	32.000
Coste de energía eléctrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coste total de energía	29.259	29.552	29.847	30.146	30.447	30.752	31.059	31.370	31.683	32.000
Mantenimiento										
Mantenimiento	1.300	1.313	1.326	1.339	1.353	1.366	1.380	1.394	1.408	1.422
Reparaciones	2.800	2.828	2.856	2.885	2.914	2.943	2.972	3.002	3.032	3.062
Coste de mantenimiento y reparación	4.100	4.141	4.182	4.224	4.266	4.309	4.352	4.396	4.440	4.484
Eliminación de desechos a vertedero										
Coste de eliminación en vertedero autorizado	205.083	205.083	205.083	205.083	205.083	205.083	205.083	205.083	205.083	205.083
Coste de transporte	58.595	58.595	58.595	58.595	58.595	58.595	58.595	58.595	58.595	58.595
Coste total de eliminación de desechos a vertedero	263.678	263.678	263.678	263.678	263.678	263.678	263.678	263.678	263.678	263.678
Control de calidad	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Agua	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
<b>COSTE EURO POR TONELADA REICLADA</b>	<b>6,16</b>	<b>6,17</b>	<b>6,18</b>	<b>6,19</b>	<b>6,20</b>	<b>6,20</b>	<b>6,21</b>	<b>6,22</b>	<b>6,23</b>	<b>6,24</b>

## **Costes fijos**

Los costes fijos totales son el resultante de los siguientes:

- Alquiler de equipos de clasificación y machaqueo móvil.
- Personal.
- Amortización de las inversiones.
- Gestión de residuos, referente al alquiler de contenedores para depósito de los productos no pétreos resultantes de la planta.

### Alquiler de equipos

Corresponde al alquiler de los equipos móviles durante el tiempo calculado que dure los procesos de reciclado.

El alquiler incluye: Transporte a planta, mantenimiento y reparación de los equipos.

El precio de alquiler de estos equipos es de 1,60 €/Tm tratada

### Coste de personal

El coste fijo de personal es un factor que depende fundamentalmente de la automatización y tecnología empleada en la planta.

Tabla 12. 2.- Coste de personal.

	<b>Nº OPERARIOS</b>	<b>COSTE BRUTO</b>	<b>COSTE TOTAL</b>
OPERARIOS TRIAJE	2	9.000	12.300
PALISTA	1	4.500	6.150
ENCARGADO	1	6.000	8.000
<b>COSTE TOTAL</b>			<b>26.450</b>

### Amortización

La amortización de los equipos a instalar será una amortización lineal a 10 años con una repercusión €/ t tratada de 0,28.

Tabla 12. 3.- Costes fijos.

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
<b>COSTES FIJOS</b>										
Costes de Gestion de residuos										
Coste de alquiler de contenedor	1.350	1.364	1.377	1.391	1.405	1.419	1.433	1.447	1.462	1.476
Coste total de gestión de residuos	1.350	1.364	1.377	1.391	1.405	1.419	1.433	1.447	1.462	1.476
Alquiler de equipos										
Alquiler maquinaria móvil	80.000	80.800	81.608	82.424	83.248	84.081	84.922	85.771	86.629	87.495
Alquiler de Cargadora	17.040	17.040	17.040	17.040	17.040	17.040	17.040	17.040	17.040	17.040
Coste total de alquiler	97.040	97.840	98.648	99.464	100.288	101.121	101.962	102.811	103.669	104.535
Coste de personal										
Coste de personal	26.450	26.979	27.519	28.069	28.630	29.203	29.787	30.383	30.990	31.610
Coste de personal	26.450	26.979	27.519	28.069	28.630	29.203	29.787	30.383	30.990	31.610
Amortización										
Amortización	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937
Coste amortización	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937	13.937
<b>COSTE EURO POR TONELADA RECICLADA</b>	<b>2,78</b>	<b>2,80</b>	<b>2,83</b>	<b>2,86</b>	<b>2,89</b>	<b>2,91</b>	<b>2,94</b>	<b>2,97</b>	<b>3,00</b>	<b>3,03</b>

## 12.4. Estimación de ingresos.

Los ingresos de la planta se componen de la suma de los ingresos por venta de áridos reciclados, los ingresos por el tipping fee y los ingresos por gestión de residuos no pétreos. Los resultados del análisis de viabilidad del negocio están condicionados por una serie de parámetros. Entre ellos y con gran importancia destaca el porcentaje de árido reciclado obtenido por tonelada de RCD aceptado, así como la aceptación en el mercado de los áridos reciclados, ya que de no venderse obliga a la planta a deshacerse de ellos con el consiguiente coste de vertido. De no hacerse, las playas de descarga se saturarían y habría que parar la producción salvo que se dimensiona para poder almacenar grandes cantidades de áridos reciclados sin vender con los consiguientes costes financieros que acarreen.

Hoy en día la aceptación de este producto se ha dificultado tal y como se venido exponiendo debido a:

- Fuerte contracción de la demanda en el sector de la construcción como consecuencia de la crisis.
- Mayor competencia con los áridos naturales
- Deficiente normativa que regule y obligue en la construcción a la utilización de áridos reciclados.

### **Ingresos por venta de áridos reciclados**

En el presente estudio se ha supuesto una venta del 15% del árido reciclado obtenido en los primeros 3 años, del 35% en los 2 siguientes, 50% en el 6º y 7º año, el siguiente un 75 % y los 2 siguientes el 100% y a partir de ahí una reducción del stock acumulado. Se hace esta suposición debido a que en todas las plantas visitadas se

coincidía en afirmar la dificultad para la venta del árido reciclado. En algunas de ellas se optaba por venderlo a precio 0, incluso pagando el transporte por no tener espacio suficiente para almacenarlo.

Se ha considerado este 35% teniendo en cuenta que la CC.AA. incluye la utilización de estos áridos en algunos de sus pliegos. De no ser así ese porcentaje habría sido mucho menor por las circunstancias de la actual crisis, ya comentadas anteriormente.

Se toma por tanto 50.000 t de RCD como parámetro de toneladas previstas a tratar en la planta. A su vez se ha hecho una estimación de los precios de los áridos naturales y reciclados con destino base y sub-base de carreteras partiendo de los casos de plantas de reciclaje estudiados. La realidad operativa y económica fija para España precios de áridos reciclados menores que los aportados por la media de las instalaciones estudiadas en Europa.

La necesidad de venta de los stocks de áridos naturales reducirá el precio, efecto que se compensará con las esperadas subidas del tipping fee. Se estima por tanto que se pueden vender los áridos reciclados a origen de actividad a un precio medio de 2,5 €/ t.

Si los ingresos por venta de árido reciclado son superiores a los obtenidos por gestión y aceptación de RCD la actividad de la instalación estará preferentemente centrada en la producción de áridos reciclados. Si por el contrario, la actividad que genera mayores ingresos es la de la gestión de residuos, la producción de áridos reciclados pasará a ser una actividad secundaria. **En este caso la instalación trabajará como gestora de RCD más que como productora de áridos, como es habitual en España.**

### **Ingresos por recepción de materiales**

Se toma un valor medio del tipping fee de 8 €/ t basado en la media de las plantas de la comunidad de Castilla y León, (dicho valor dependerá de la heterogeneidad del RCD aceptado. Cuanto mayor sea ésta, mayor será la tarifa de entrada en la planta, así como mayores serán los costes variables y menor el árido reciclado obtenido y la calidad del mismo.)

### **Ingresos por gestión de residuos no pétreos**

Son los correspondientes a la venta de residuos valorizables provenientes de la separación de los RCD antes de la clasificación.

Estos residuos serán entregados a gestores de residuos autorizados y generarán ingresos siempre que se puedan vender estos materiales. Su precio generalmente será bajo, pero no ha de ser descartada esta fuente de ingresos, sobre todo en el caso de que no se apliquen criterios de selectividad en la recepción de RCD.

Los distintos tipos de residuos valorizables se pueden encontrar en los RCD son básicamente metales, papel y cartón, plásticos y madera. De entre los materiales obtenidos, los más valiosos serán los metales no férricos entre los que destaca el aluminio y el cobre aunque también los más escasos precisamente por su mayor valor.

El precio de venta estará condicionado por el coste de transporte que tenga que asumir el gestor autorizado, por lo que una forma de aumentar su valor es utilizar prensadoras o compactadoras que permitan maximizar su densidad, rentabilizando al máximo el coste de transporte. Los precios de los materiales utilizados en este estudio

proviene de la encuesta realizada a diversas plantas de reciclaje, siendo éstos los siguientes:

- Papel y cartón: 20 € / t. o Plásticos: 40 € / t
- Metales férricos: 60 € / t
- Metales no férricos: 300 € / t
- Madera: - 10 € / t.

En este caso vamos a suponer un coste el precio de venta de la madera, según la zona de España era 0 €/ t o bien suponía un coste para la instalación como era el caso de las plantas encuestadas en Castilla y León.



Total Ingresos	173.813	298.813	298.813	306.563	306.563	312.375	312.375	322.063	331.750	331.750
Ingresos por Tipping fees	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000
TOTAL INGRESOS	573.813	698.813	698.813	706.563	706.563	712.375	712.375	722.063	731.750	731.750
TOTAL INGRESOS	11,48	13,98	13,98	14,13	14,13	14,25	14,25	14,44	14,64	14,64

### 12.5. Estudio de viabilidad y análisis de la cuenta de resultado.

En base a los datos anteriores la cuenta de explotación será la siguiente:

Tabla 12. 5.- Cuenta de explotación.

		AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EQUIPOS 139.378		139.378									
TOTAL INVERSIONES (1) (139.378)		(139.378)									
EXPLOTAC.	TONELADAS ANUALES VENDIDAS	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
	PRECIO MEDIO DE VENTA UNITARIO	11,48	13,98	13,98	14,13	14,13	14,25	14,25	14,44	14,64	14,64
	Incremento anual del PVP									1,4%	
	COSTE MEDIO UNITARIO DE PRODUCCION	8,94	8,97	9,01	9,05	9,09	9,11	9,15	9,19	9,23	9,27
	Incremento anual del PVP			0,45%	0,44%	0,44%	0,22%	0,44%	0,44%	0,44%	0,43%
RESULTADOS	Ingresos por Ventas	574.000	699.000	699.000	706.500	706.500	712.500	712.500	722.000	732.000	732.000
	Coste de Ventas	447.000	448.500	450.500	452.500	454.500	455.500	457.500	459.500	461.500	463.500
	EBITDA	127.000	250.500	248.500	254.000	252.000	257.000	255.000	262.500	270.500	268.500
	% s/ Ventas	22,1%	35,8%	35,6%	36,0%	35,7%	36,1%	35,8%	36,4%	37,0%	36,7%
	Amortización Inversiones	13.938	13.938	13.938	13.938	13.938	13.938	13.938	13.938	13.938	13.938
	BAI	113.062	236.562	234.562	240.062	238.062	243.062	241.062	248.562	256.562	254.562
	Impuesto de sociedades 25 %/30%	27.919	64.969	64.369	66.019	65.419	66.919	66.319	68.569	70.969	70.369
	BDI	85.144	171.594	170.194	174.044	172.644	176.144	174.744	179.994	185.594	184.194
	% s/ Ventas		24,5%	24,3%	24,6%	24,4%	24,7%	24,5%	24,9%	25,4%	25,2%
CASH FLOW	CASH FLOW DE EXPLOTACIÓN (2)	99.081	185.531	184.131	187.981	186.581	190.081	188.681	193.931	199.531	198.131
	Capital circulante	17.016	17.016	17.016	17.016	17.016	17.016	17.016	17.016	17.016	17.016
	Variacion del capital circulante (3)	17.016									
	CASH FLOW LIBRE (1 + 2 + 3)	(57.312)	185.531	184.131	187.981	186.581	190.081	188.681	193.931	199.531	198.131
	CASH FLOW LIBRE ACUMULADO	(57.312)	128.219	312.350	500.332	686.913	876.994	1.065.676	1.259.607	1.459.139	1.657.270

Para estudiar la viabilidad económica de la inversión se utilizan dos indicadores financieros:

V.A.N. - Valor Actual Neto de la inversión.

T.I.R. - Tasa Interna de Retorno.

Para la evaluación de las inversiones utilizando los flujos financieros antes descritos se ha considerado un horizonte futuro de 10 años, es una especie de cálculo a perpetuidad que se suele utilizar para evaluar las inversiones.

La tasa de descuento propuesta para la evaluación del valor actual de estas inversiones estaría en la horquilla del 7% - 10%. Para casos como este en el que el riesgo es elevado se aconseja ser prudentes (9%).

Las suposiciones que sustentan este modelo económico y que son factores introducidos de riesgo en la inversión son:

- % de reciclaje: punto de partida 28,5% con incremento del 0% anual

- Tasa de crecimiento del tonelaje aceptado: 0%, a pesar de la crisis se supone esta tasa de crecimiento por el continuo aumento del reciclaje, ya que partimos de la base del 20% de reciclaje de los residuos producidos en la zona de influencia.

- Tasa de crecimiento del precio de los áridos reciclados: 0%.

- Tasa de crecimiento de ingresos por gestión de residuos: 0%.

- Tasa de crecimiento de venta de áridos reciclados.

Tabla 12. 6.- Tasa de crecimiento de venta de áridos reciclados

Año	1-3	4-5	6-7	8	9-10
	15%	35%	50%	75%	100%

- Tasa de crecimiento de venta de productos no pétreos: 0%
- Tasa de crecimiento del coste de gestión de rechazos varios: 1%
- Tasa de crecimiento de los costes fijos de producción: 2%
- Tasa de vertido de residuos a vertedero: 1%

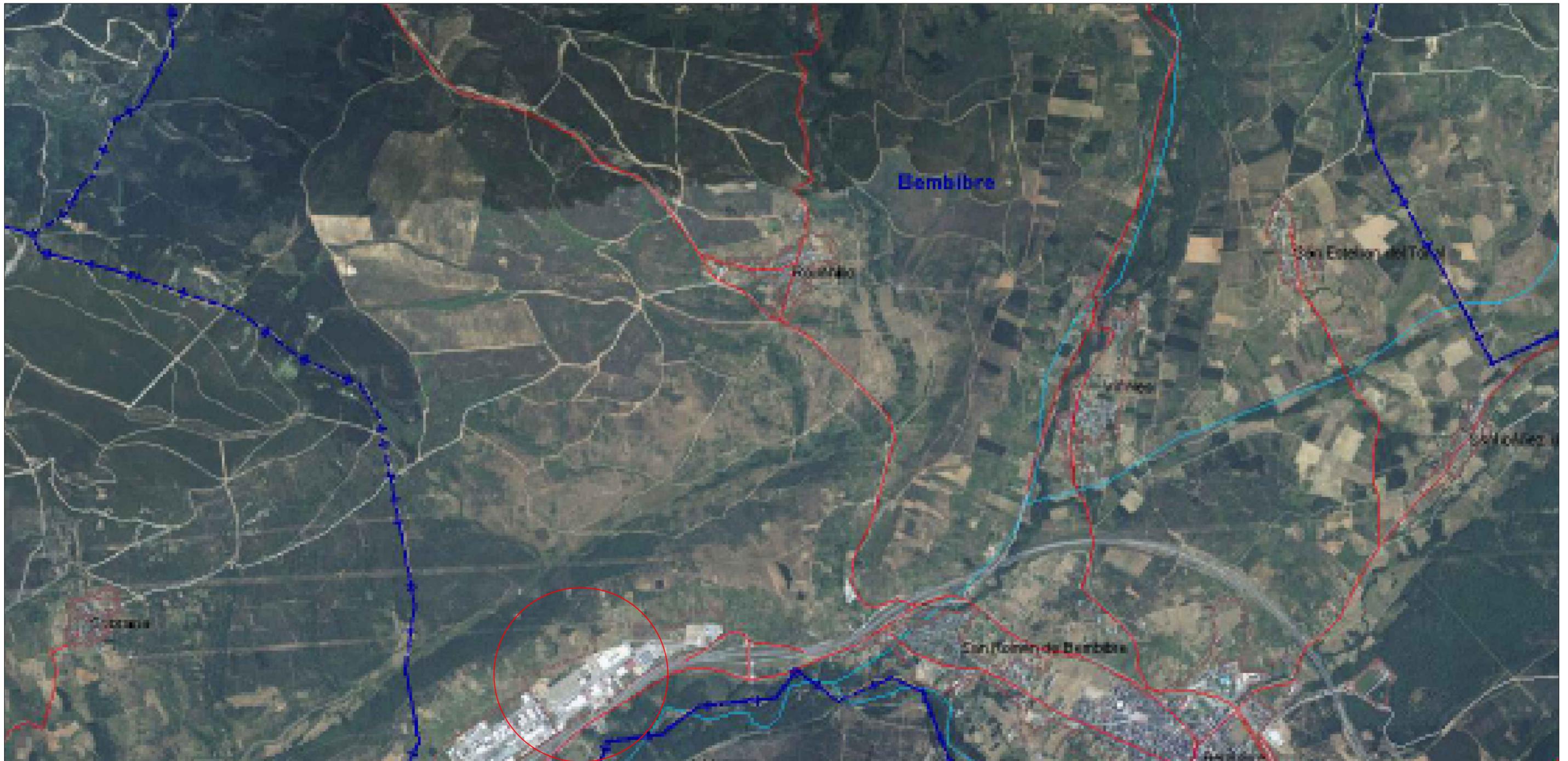
Con estos parámetros se obtienen los siguientes valores:

Tabla 12. 7.- Cuenta de resultados.

<b>INVERSION</b>	<b>(139.378)</b>
<b>TIR</b>	<b>323,5%</b>
<b>VAN</b>	<b>989.642</b>
<b>PAY BACK</b>	<b>2 AÑOS</b>
<b>Tasa de descuento</b>	<b>9,0%</b>

De esta última tabla se deduce la rentabilidad del proyecto.

# PLANOS



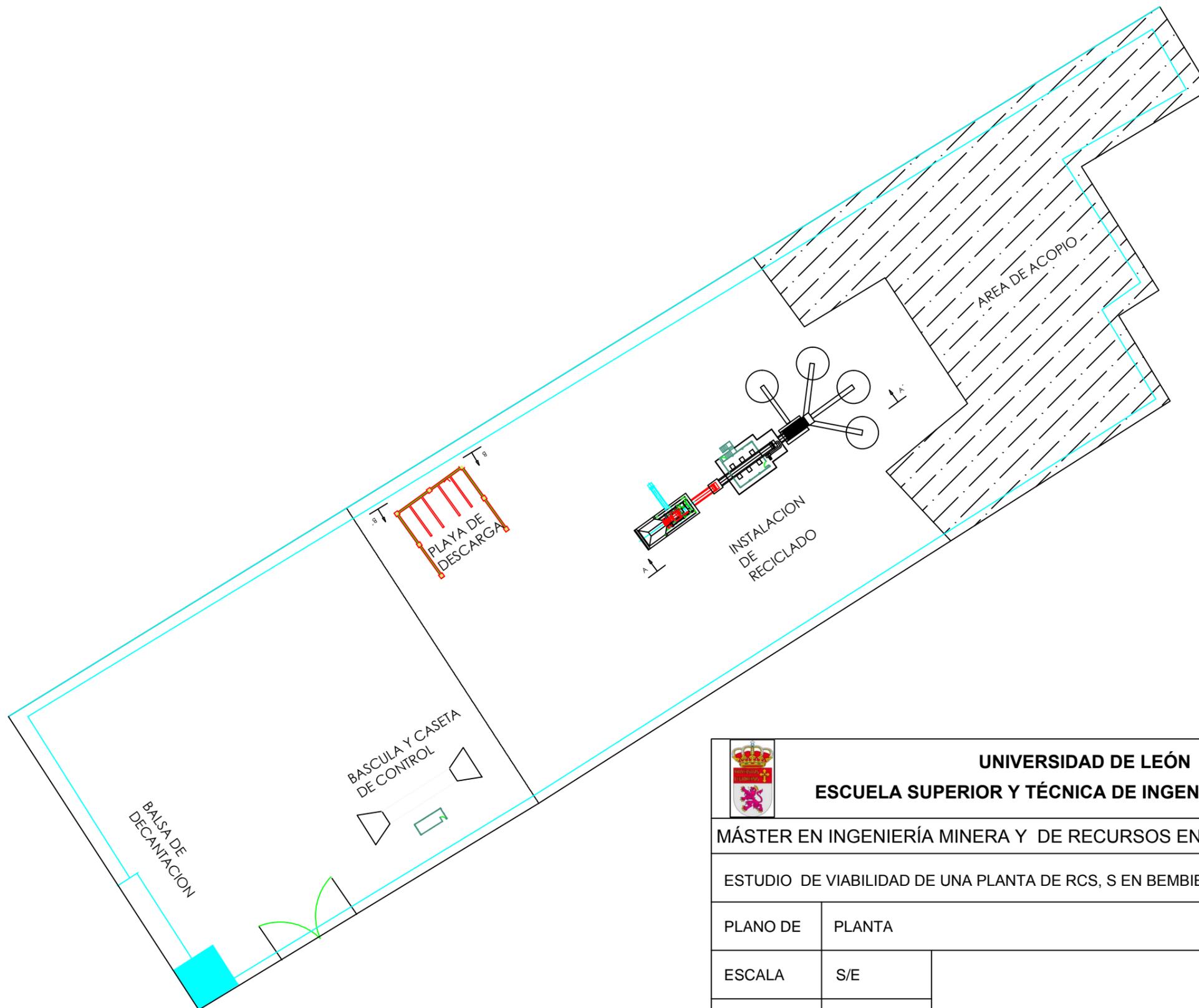
**UNIVERSIDAD DE LEÓN**  
**ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS**



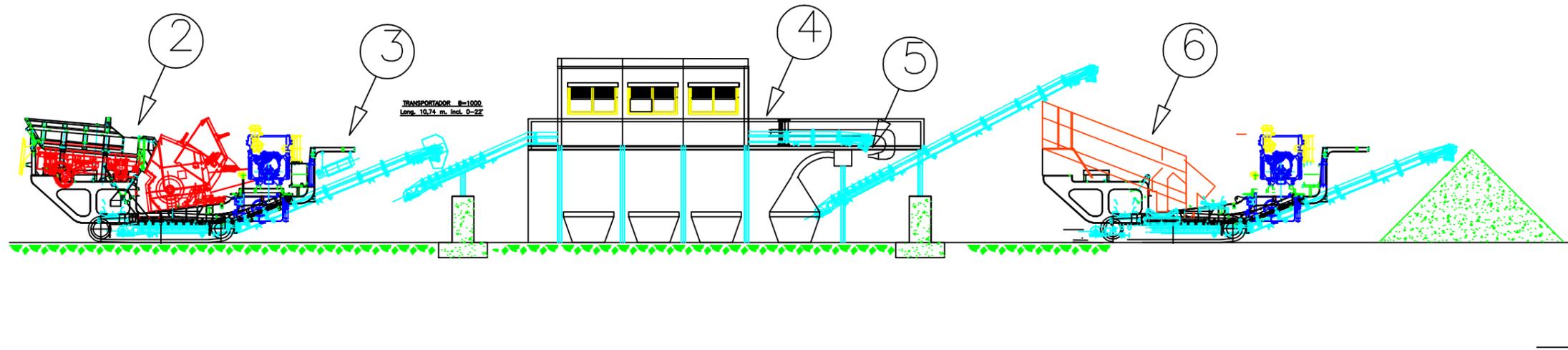
MÁSTER EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA PLANTA DE RCS, S EN BEMBIBRE (LEÓN)

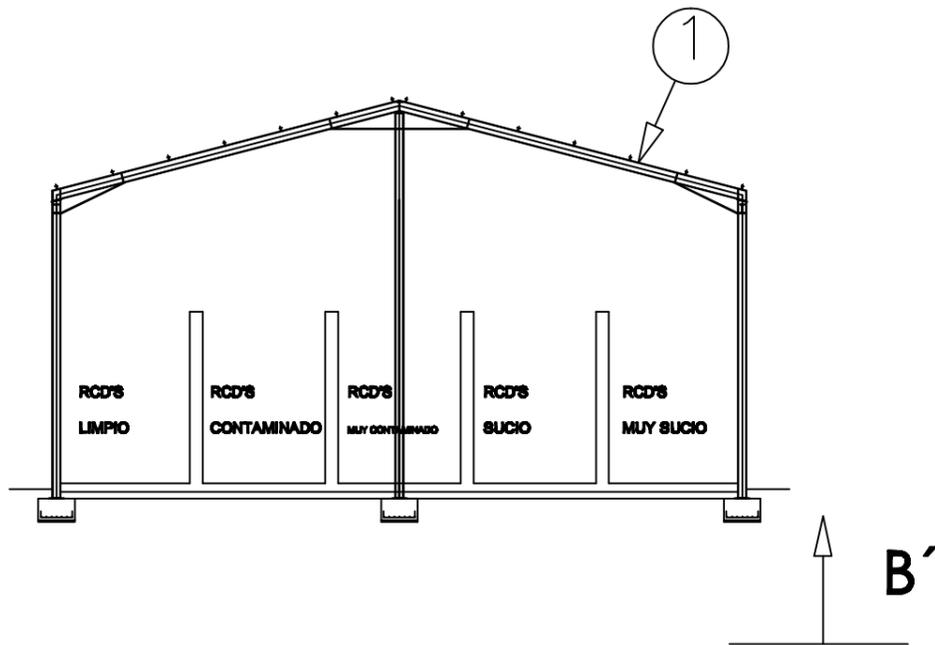
PLANO DE	SITUACION		PLANO N°
ESCALA	1:50.000	Fdo.: Jorge Benavides Sevillano	1
FECHA	JULIO 2015		



 <b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> 	
<b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b>	
MÁSTER EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS	
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA PLANTA DE RCS, S EN BEMBIBRE (LEÓN)	
PLANO DE	PLANTA
ESCALA	S/E
FECHA	JULIO 2015
Fdo.: Jorge Benavides Sevillano	
PLANO Nº	
2	



1. PLAYA DE DESCARGA
2. EQUIPO MOVIL DE MOLIENDA
3. SEPARADOR MAGNETICO
4. PLANTA DE TRIAJE
5. SEPARADOR SOPLANTE
6. EQUIPO MOVIL DE SEPARACION



 <b>UNIVERSIDAD DE LEÓN</b> <b>ESCUELA SUPERIOR Y TÉCNICA DE INGENIEROS DE MINAS</b> 	
MÁSTER EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS	
ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA PLANTA DE RCS, S EN BEMBIBRE (LEÓN)	
PLANO DE INSTALACIONES. ALZADOS	
ESCALA	S / E
FECHA	JULIO 2015
Fdo.: Jorge Benavides Sevillano	
PLANO Nº 3	

# **PRESUPUESTO**

**PRESUPUESTO.**

Este capítulo recoge el presupuesto de ejecución de las instalaciones necesarias para el desarrollo de la actividad descrita en el proyecto.

**CAPITULO 1: PROCESO DE RECEPCIÓN Y PESAJE**

DESCRIPCIÓN	MEDICION	P.V.P/ud	TOTAL
BASCULA	1 Ud.	15.000 €	15.000 €
MODULOS PREFABRICADOS	2 Ud.	1.500 €	3.000 €
CIERRE PERIMETRAL	550 m.	18 €	8.250 €
PUERTA DE ACCESO A PARCELA	1 Ud.	970 €	970 €
GUPO ELECTROGENO 50 KVA	1 Ud.	3.600 €	3.600 €
BALSA DE DECANTACIÓN	1 Ud.	7.200 €	7.200 €
<b>TOTAL CAPITULO 1</b>			<b>38.020 €</b>

**CAPITULO 2: PROCESO DE CLASIFICACIÓN**

DESCRIPCIÓN	MEDICION	P.V.P/ud	TOTAL
SOLERA DE HORMIGON	1.700 m2	16 €	27.200 €
REALIZACIÓN DE PORTICO METALICO	324	37 €	11.988 €
SEPARADORES DE HORMIGÓN	20 Ud.	300 €	6.000 €
CABINA DE TRIAJE	1 Ud.	32.500 €	32.500 €
SEPARADOR DE FINOS	1 Ud.	7.200 €	7.200 €

SEPARADOR MAGNETICO	1 Ud.	8.100 €	8.100 €
TOTAL CAPITULO 2			92.988 €

## CAPITULO 3: PROCESO DE DEPÓSITO

DESCRIPCIÓN	MEDICION	P.V.P/ud	TOTAL
ESTENDIDO Y COMPACTADO DE ZAHORRAS	6.460 m2	1,7 €	10.982 €
TOTAL CAPITULO 3			10.982 €

La siguiente tabla resume las distintas partidas a ejecutar:

DESCRIPCIÓN	MEDICION	P.V.P/ud	TOTAL
CAPITULO 1: PROCESO DE RECEPCION Y PESAJE			38.020 €
CAPITULO 2: PROCESO DE CLASIFICACION			92.988 €
CAPITULO 3: PROCESO DE DEPOSITO			10.982 €
TOTAL CAPITULO 2			139.378 €

EL PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACION Y PUETA EN MARCHA DE LA PLANTA DE RCD' S EN LA PARCELAS Nº 05 y 06 DEL POLIGONO Nº 78.182 DEL TERMINO MUNICIPAL DE BEMBIBRE (LEÓN) **ASCIENDE A LA CANTIDAD DE CIENTO TREINTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS (139.378 €).**

León, Julio de 2015

Fdo: Jorge Benavides Sevillano

## Lista de referencias.

[1] Acarreo de material sobre pistas sin pavimentar (Cowherd, 1982).

[2] Operaciones de carga (Cowherd, Bohn, coscino 1978).

[3] Trituración molienda y clasificación. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, (Ramón Alvarez 1996).

Otras fuentes consultadas:

Cámara de Contratistas de Castilla y León <http://www.ccontratistascyl.es>.

Einforma, información de empresas. [www.einforma.com](http://www.einforma.com).

Instituto de la Construcción de Castilla y León <http://www.iccl.es>.

Junta de Castilla y León <http://www.jcyl.es>.

Ministerio de Medio Ambiente <http://www.mma.es>.