



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

*PROYECTO DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE
RESIDUOS PROCEDENTES DE LA
CONSTRUCCIÓN*

Alumno: María Salas Martín

Tutor: Julián Ángel Martínez López

Depto.: Ingeniería Mecánica y Minera

Febrero, 2018

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.	10
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
Capítulo 1.....	12
1. MEMORIA.	13
1.1 Introducción.	13
1.2 Objeto del proyecto.	13
1.3 Ámbito de aplicación.	13
1.4 Ubicación de la parcela.....	14
1.4.1 Geología.	17
1.5 Actuaciones proyectadas.	21
1.5.1 Actuaciones.	21
1.5.2 Distribución de superficies.	22
1.5.3 Movimiento de tierras.....	22
1.5.4 Drenaje de pluviales.....	22
1.5.5 Plataformas y viales.....	22
1.5.6 Obra civil.....	23
1.5.7 Báscula.....	23
1.5.8 Instalación de agua de proceso.	23
1.5.9 Instalación de agua potable.	24
1.5.10 Instalación eléctrica.....	24
1.5.11 Instalaciones mecánicas.	25
1.5.12 Cerramiento y acceso parcela.....	26
1.5.13 Balsa de evaporación decantación.....	26
1.6 Gestión de residuos.	28
1.7 Legislación.....	31
2 ANÁLISIS DE LA MATERIAS PRIMAS A TRATAR Y PRODUCTOS OBTENIDOS.....	34
2.1 Materia prima RCDs.....	34

2.2	Descripción de los productos obtenidos.....	39
2.3	Garantía de calidad de los productos obtenidos.....	42
2.4	Mercado de los RCDs.....	45
3	DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO (FLOW-SHEET).....	48
3.1	Descripción de los equipos empleados.....	48
3.2	Dimensionado de la maquinaria.....	50
3.2.1	Martillo percutor y retroexcavadora.....	50
3.2.2	Criterios de selección de los equipos de trituración.....	53
3.2.3	Criterios de selección del equipo de clasificación.....	65
3.2.4	Criterios de selección de la tolva-alimentador vibrante.....	74
3.2.5	Selección del separador electromagnético.....	76
3.2.6	Equipo soplador para separación de elementos ligeros.....	78
3.2.7	Selección cintas transportadoras.....	79
3.2.8	Cabina de triaje.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	94
4	ANEJO 1. Documento de seguridad y salud.....	99
4.1	Introducción. Objeto del estudio de seguridad y salud.....	99
4.1.2	Principios generales aplicables al proyecto y a la obra.....	100
4.1.3	Características de la obra.....	101
4.2	Fases de obra con identificación de riesgos.....	102
4.2.1	Albañilería.....	102
4.2.2	Alumbrado público.....	103
4.2.3	Asfaltado.....	103
4.2.4	Carpintería metálica y cerrajería.....	104
4.2.5	Compactación y consolidación de terrenos.....	104
4.2.6	Consolidación de taludes.....	105
4.2.7	Cubiertas.....	105
4.2.8	Demolición manual.....	105
4.2.9	Demolición mecánica.....	106

4.2.10	Desbroce.	107
4.2.11	Desbroce por medios mecánicos.	107
4.2.12	Encofrado de forjados y losas.	107
4.2.13	Encofrado de jácenas y vigas.	108
4.2.14	Encofrado de pilares.	109
4.2.15	Estructura de hormigon armado con bomba.....	109
4.2.16	Estructura de hormigon armado con cubilote.	110
4.2.17	Estructura de hormigon armado por vertido directo.....	111
4.2.18	Estructuras con muros de carga.....	111
4.2.19	Estructuras metálicas. Colocacion de perfiles y cerchas.	112
4.2.20	Ejecución de trabajos para la instalación de maquinaria.	113
4.2.21	Excavación manual.	113
4.2.22	Excavación mecánica – zanjas.	114
4.2.23	Excavación mecánica a cielo abierto	114
4.2.24	Ferrallado de forjados y losas	115
4.2.25	Ferrallado de soportes y pilares.	115
4.2.26	Formación de cubiertas.....	116
4.2.27	Hormigonado de cimientos con bomba.	116
4.2.28	Hormigonado de cimientos con cubilote.....	117
4.2.29	Hormigonado de cimientos por vertido directo.	117
4.2.30	Instalaciones eléctricas alta tensión.	118
4.2.31	Instalaciones eléctricas baja tensión.	119
4.2.32	Pintura.	119
4.2.33	Saneamientos.	120
4.2.34	Zunchos perimetrales y jácenas.....	120
4.3	Medidas de prevención de los riesgos.	121
4.3.1	Protecciones colectivas.....	121
4.3.2	Equipos de protección individual (epis).	126
4.4	Medicina preventiva y primeros auxilios.	130

4.4.1	Botiquín.....	130
4.4.2	Normas sobre primeros auxilios y socorrismo.....	130
4.4.3	Reconocimiento médico.....	130
4.5	Prevención de daños a terceros.....	130
4.6	Disposiciones legales.....	130
4.7	Condiciones técnicas de los equipos de protección.	132
4.7.1	Protecciones personales.....	132
4.7.2	Protecciones colectivas.....	132
5	ANEJO 3. Protección ambiental.....	134
5.1	Clasificación de la actividad.....	134
5.2	Control y prevención de las emisiones al medio ambiente atmosférico.	136
5.2.1	Control y prevención del polvo.....	136
5.2.2	Control y prevención del ruido.....	139
5.2.3	Control y prevención contra los gases de emisión.....	141
5.2.4	Control y prevención de vibraciones.....	141
5.2.5	Control y prevención del impacto visual.....	141
5.2.6	Control y prevención de contaminación por lixiviados.....	141
	CAPÍTULO 2.....	143
2	PLIEGO DE CONDICIONES.....	144
2.1	Definición y alcance del pliego.....	144
2.1.1	Objeto del presente pliego.....	144
2.1.2	Documentos del presente proyecto.....	145
2.2	Pliego de condiciones.....	145
2.2.1	Compatibilidad y reciprocidad entre documentos.....	145
2.2.2	Variaciones del proyecto.....	145
2.2.3	Disposiciones particulares.....	145
2.3	Condiciones generales en la ejecución de las obras.....	146
2.3.1	Programación de los trabajos.....	146
2.3.2	Generalidades.....	146

2.4	Condiciones que deben reunir los materiales.....	146
2.4.1	Condiciones generales.....	146
2.4.2	Acero.	147
2.4.3	Cemento.	149
2.4.4	Agua.	149
2.4.5	Áridos.....	150
2.4.6	Componentes de la instalación de seguridad contra incendios.	151
2.4.7	Material eléctrico.....	154
2.4.8	Hormigón estructural.....	154
2.4.9	Revestimiento intumescente.	156
2.4.10	Materiales no expresados.	156
2.5	Ejecución y control de las obras.....	157
2.5.1	Condiciones generales.....	157
2.5.2	Replanteo.	160
2.5.3	Orden de los trabajos.....	160
2.5.4	Movimiento de tierras.....	161
2.5.5	Cimentaciones.	164
2.5.6	Estructuras metálicas.....	169
2.5.7	Instalaciones.....	171
2.5.8	Instalación eléctrica.....	174
2.5.9	Vallado perimetral valla simple torsión.	178
2.5.10	Seguridad.	178
2.5.11	Protección contra el fuego.....	178
2.6	Medición y abono de las obras.....	180
2.6.1	Condiciones generales.....	180
2.6.2	Movimiento de tierras.....	184
2.6.3	Cimentaciones.	187
2.6.4	Estructuras.....	188
2.6.5	Vallado perimetral malla de simple torsion.....	189

2.6.6	Instalaciones.....	189
2.7	Disposiciones aplicables.....	191
2.7.1	Cemento.....	191
2.7.2	Electricidad.....	191
2.7.3	Estructuras de acero,.....	191
2.7.4	Estructuras de hormigon.....	191
2.7.5	Proteccion contra incendios.....	191
2.7.6	Seguridad e higiene en el trabajo.....	191
2.7.7	Medio ambiente.....	192
CAPÍTULO 3.....		193
3	PLANOS.....	194
3.1	Plano 1: Plano de situación general.....	194
3.2	Plano 2: Plano de localización.....	196
3.3	Plano 3: Plano geológico y columna estratigráfica.....	197
3.4	Plano 4: Flow Sheet.....	198
3.5	Plano 5: Equipo móvil.....	199
3.6	Plano 6: Equipos planta fija.....	200
3.7	Plano 7: Molino de impacto.....	201
CAPÍTULO 4.....		202
4	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	203
4.1	Indice.....	203
4.2	Medición y presupuesto.....	204

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Situación catastral de la parcela.	14
Figura 2. Ubicación de la planta de tratamiento. Escala 1/50.000.....	15
Figura 3. Ubicación de la planta de tratamiento. Escala 1/ 25.000.....	16
Figura 4. Ubicación de la parcela en contexto geológico	17
Figura 5. Situación de la parcela en el Mapa Geológico de España hoja nº 904. Escala 1/50.000	19
Figura 6. Columna estratigráfica de la parcela.....	19
Figura 7 Columna estratigráfica terrazas bajas.....	20
Figura 8. Fotografía balsa de evaporación – decantación.....	27
Figura 9. Acopio de materia prima.....	38
Figura 10. Árido reciclado mixto de hormigón.....	40
Figura 11. Árido reciclado mixto de asfalto.	41
Figura 12. Fotografía del martillo percutor.	51
Figura 12. Esquema retroexcavadora.....	52
Figura 13. Machacadora de mandíbulas vs Giratorio.....	58
Figura 14. Selección del triturador en función del caudal y la abrasividad.	58
Figura 15. Fotografía del equipo de trituración primaria.....	61
Figura 16. Detalle del imán en la machacadora.....	62
Figura 17. Tabla con información de los molinos de impacto Hazemag.....	63
Figura 18. Posibles curvas granulométricas del producto según fabricante.....	64
Figura 18. Curva granulométrica de alimentación a la criba.	67
Figura 19. Tabla de valores de la Capacidad básica	69
Figura 20. Corrección del rechazo.....	70
Figura 21. Corrección de semitamaño.	70
Figura 22. Corrección de eficiencia de la clasificación.....	70
Figura 24. Corrección del área libre de paso.	71
Figura 25. Corrección de la posición de la malla en la criba.	72
Figura 26. Tabla de dimensiones de los modelos de criba de Sandvik.....	73
Figura 28. Equipo de alimentación.	75
Figura 28. Tabla equipos Overband.	77
Figura 31. Cinta transportadora CT-01.	87
Figura 32. Fotografía de cinta transportadora CT-03.....	90
Figura 33. Fotografía de la caseta de triaje	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones finales de la balsa.....	28
Tabla 2. Resumen de la gestión de residuos.....	30
Tabla 3. Residuos incluidos en los RCD.....	35
Tabla 4. Volumen producción residuos.....	37
Tabla 5. Balance materia tratada.....	38
Tabla 6. Categorías de los áridos reciclados según composición del material.....	43
Tabla 7. Descripción de componentes en ensayo de composición.....	43
Tabla 8. Ensayos de autocontrol.....	44
Tabla 9. Especificaciones técnicas del martillo percutor.....	50
Tabla 10. Especificaciones técnicas del motor de la retroexcavadora.....	51
Tabla 11. Sistema hidráulico de la retroexcavadora.....	52
Tabla 12. Resistencia a la rotura de algunos materiales.....	53
Tabla 13. Parámetros para el dimensionado de la machacadora de mandíbulas.....	59
Tabla 14. Datos de la planta móvil.....	60
Tabla 15. Datos generales del separador magnético.....	78
Tabla 16. Enumeración de las cintas transportadoras.....	79
Tabla 17. Capacidades de los transportadores.....	80
Tabla 18. Ángulos de carga.....	81
Tabla 19. Relación de anchura de banda con respecto al tamaño máximo de bloque.....	81
Tabla 20. Velocidades de las bandas (m/s).....	82
Tabla 21. Potencia en vacío para mover a una velocidad de 1 m/s.....	83
Tabla 22. Potencia para mover la roca horizontalmente.....	83
Tabla 23. Potencia para elevar el material.....	84
Tabla 24. Potencias de motores comerciales.....	84
Tabla 25. Características de la banda CT-01.....	85
Tabla 26. Características de la banda CT-02.....	87
Tabla 27. Características de CT-03.....	89
Tabla 28. Características del transportador CT-04.....	91
Tabla 29. Niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo.....	123
Tabla 30. Niveles de ruido equipos.....	140

CAPÍTULO 1.

1. MEMORIA.

1.1 Introducción.

Este proyecto tiene como propósito realizar el Trabajo Fin de Grado del *Grado de Ingeniería en Tecnologías Mineras*. Para su realización se aplican en él todos los conocimientos adquiridos de las asignaturas cursadas. Se ha propuesto este proyecto titulado “*Proyecto de una planta de tratamiento de reciclaje de residuos procedentes de la construcción*” en el que se pretende desarrollar entre otras, la competencia específica CEE11 “Diseño, operación y mantenimiento de plantas de preparación y tratamiento de minerales, rocas industriales, rocas ornamentales y residuos”, adquiriendo un mayor conocimiento en este campo de la gestión de los *residuos de la construcción y demolición* (a partir de ahora RCDs), el cual es de especial interés en la actualidad ya que con este tipo de plantas de tratamiento se contribuye a la optimización de la gestión de los residuos, tema de preocupación para la sociedad.

1.2 Objeto del proyecto.

Este proyecto tiene por objeto establecer y justificar todos los aspectos técnicos y las condiciones económicas que permitan la ejecución de una Planta de clasificación y tratamiento de los RCDs, en la provincia de Jaén. El Proyecto se desarrolla en varios documentos y recoge todos los trabajos y datos necesarios para su aprobación y posterior ejecución.

En él se incluirán capítulos referentes tanto a la legislación que regula esta actividad, la descripción de los materiales que se entran en la planta como de los productos obtenidos, el diseño de planta de tratamiento, la descripción de la maquinaria empleada en todo el proceso de reciclaje y la gestión de los residuos que se producen.

Además se incluirá en el proyecto el estudio detallado del martillo neumático utilizado en proceso de trituración preliminar.

1.3 Ámbito de aplicación.

La instalación proyectada pretende cubrir la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en Andújar y los municipios cercanos, todos de la provincia de Jaén. Esta población, que más adelante detallaremos, tiene un total de 38.549 habitantes según el censo de 2014 del Instituto Nacional de Estadística.

1.4 Ubicación de la parcela.

La ubicación de la parcela se ha elegido en base al artículo 13 del Real Decreto 105/ 2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Por ello se ha elegido una explotación minera como zona a instalar la planta, de modo que se realicen actividades de regeneración y recuperación de zonas degradadas amparadas en el artículo anterior.

La ubicación catastral es la parcela 205 del polígono 9 de Andújar. La zona destinada a la planta, presenta una superficie aproximada de 4,9 Ha, y está a una distancia de aproximadamente 8 km al núcleo urbano, podemos observar la situación exacta en planos adjuntos y en las siguientes figuras.

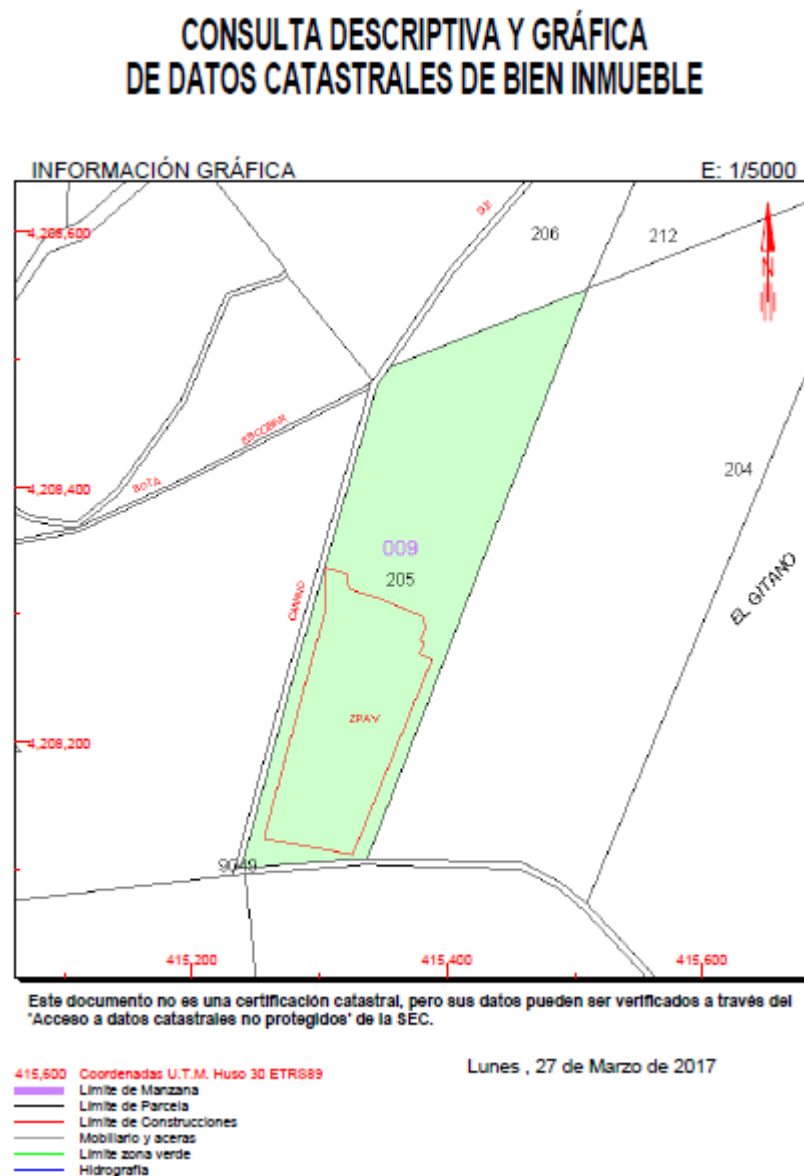


Figura 1. Situación catastral de la parcela.

El acceso a la parcela se realiza a través de la Autovía de Sur (A-4) dirección Córdoba hacia Bailén, tomamos la salida del P.K. 317, en dirección Villares de Andújar (J-2323), al llegar al poblado, tomamos la Carretera de los Villares dirección San José de Escobar (J-2321) y en el P.K. 7 + 500 llegamos al conjunto de las instalaciones de Airpresa S.A., posteriormente por señalización interna llegamos hasta la parcela de ubicación de la planta de reciclaje de RCD.



Figura 2. Ubicación de la planta de tratamiento. Escala 1/50.000



Figura 3. Ubicación de la planta de tratamiento. Escala 1/25.000

La topografía de la parcela es regular. Podemos identificar como coordenadas de referencia para la ubicación de la finca las siguientes:

LATITUD: 38 ° 0' 46,40" N

LONGITUD: 3 ° 57' 52,82 " W

1.4.1 Geología.

En primer lugar, hemos de situarnos en el contexto geológico, desde este punto de vista, la parcela está situada en la Cuenca del río Guadalquivir que constituye uno de los tres grandes dominios geológicos de Andalucía. Ocupa un área extensa del territorio andaluz que comprende parte de las provincias de Jaén, Córdoba, Sevilla, Huelva y Cádiz. Su morfología es subtriangular, alargada en la dirección ENE-OSO, y por ella discurre el río más importante de la Comunidad: el Guadalquivir.

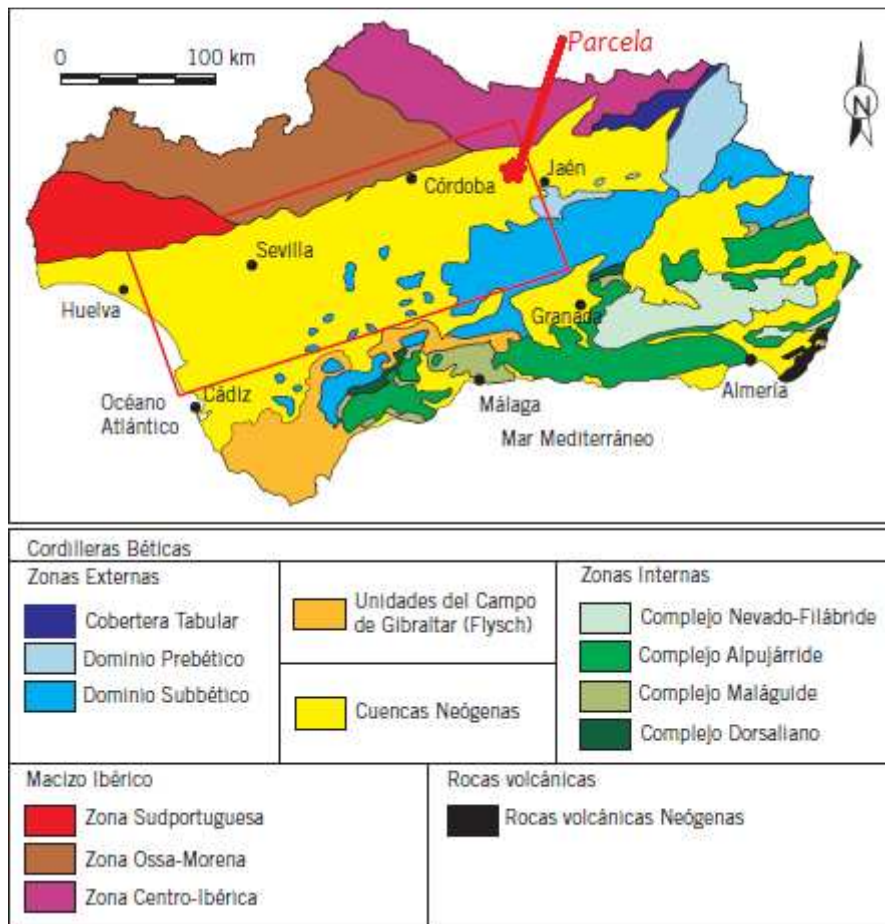


Figura 4. Ubicación de la parcela en Andalucía respecto al contexto geológico y unidades geológicas de la Cuenca del Guadalquivir.

Geográficamente, la depresión del Guadalquivir está limitada al norte por los relieves hercínicos de Sierra Morena, al sur por los relieves subbéticos, al este por los prebéticos de la Sierra de Cazorla y al oeste por el Golfo de Cádiz. Aunque su topografía es muy suave, se observa un descenso progresivo de cota desde el sector oriental (800 m), hasta el occidental, situado a nivel del mar.

La Cuenca del Guadalquivir se formó durante el Neógeno como una cuenca periférica al norte de la Cordillera Bética. Constituye una “cuenca de antepaís”, situada entre el frente de la Cordillera Bética (borde activo) y el Macizo Ibérico (borde pasivo). El relleno sedimentario de la cuenca se realizó mientras se estructuraba la Cordillera Bética, entre el Mioceno inferior y el Plioceno. Esta circunstancia ha condicionado una disposición asimétrica de sus sedimentos, de modo que en la mitad norte afloran unidades de carácter autóctono, mientras que en la mitad sur lo hacen unidades alóctonas procedentes del “volcado” de materiales desde el frente de la Cordillera Bética a la depresión. Este conjunto alóctono de materiales se conoce como “Unidad Olitostromica” y está compuesta esencialmente por materiales béticos mesozoicos y cenozoicos, muy desarticulados y dispuestos caóticamente.

El relleno sedimentario de la cuenca puede dividirse en dos grandes conjuntos estratigráficos: el inferior, que incluye los materiales depositados previos a la colisión, y el superior, que comprende los materiales de la propia cuenca de antepaís.

La parcela (recuadro verde Fig. 4), está situada a 1000 m del río Guadalquivir aproximadamente por lo que forma parte geomorfológicamente, de las terrazas fluviales del río Guadalquivir. Se han definido cinco niveles de terrazas escalonadas topográficamente y bien desarrolladas en la margen septentrional del río Guadalquivir y mal conservadas o ausentes al sur de la cuenca. Estas terrazas se sitúan a unos 50-55 metros (terrazza 1), 30 metros (terrazza 2), 13 a 15 metros (terrazza 3), 6 metros (terrazza 4) y 0 metros (terrazza 5, cauce actual del río), respectivamente por encima del río.

La parcela en la que está ubicada la planta de tratamiento, objeto de este proyecto, tiene una cota de 215 m por lo que la diferencia de cota entre el río (200 m) y la misma es de 15 m aproximadamente, por lo que la parcela pertenece al nivel 3 de las terrazas fluviales del río Guadalquivir, también denominado terrazas bajas.

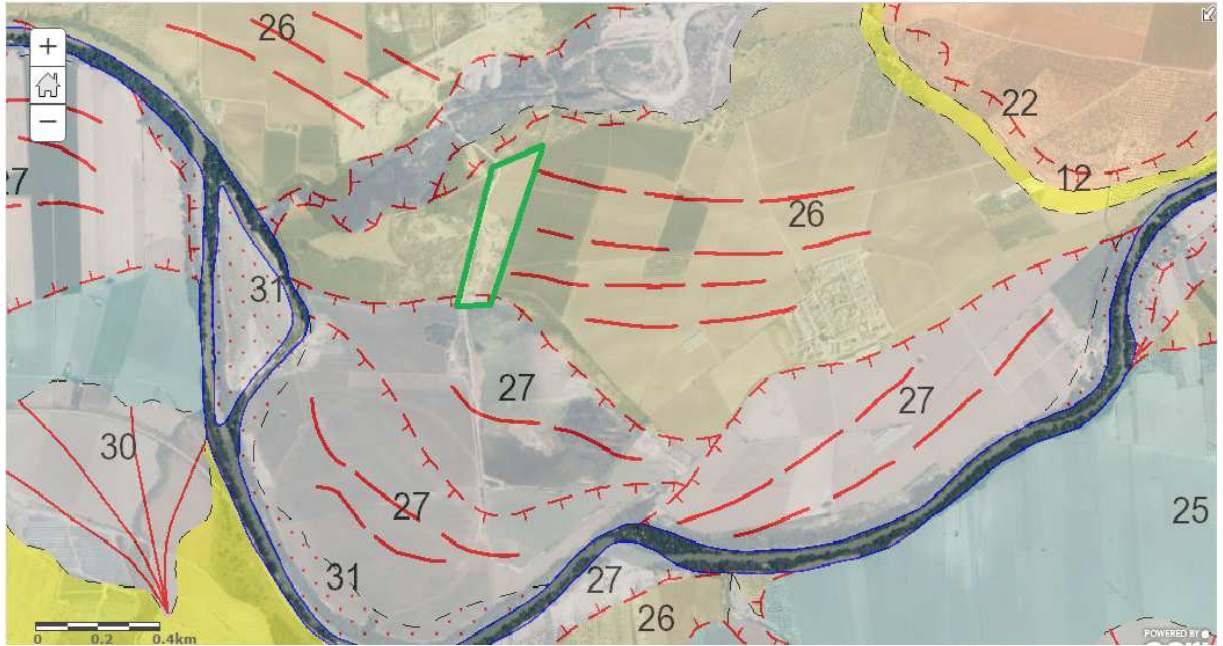
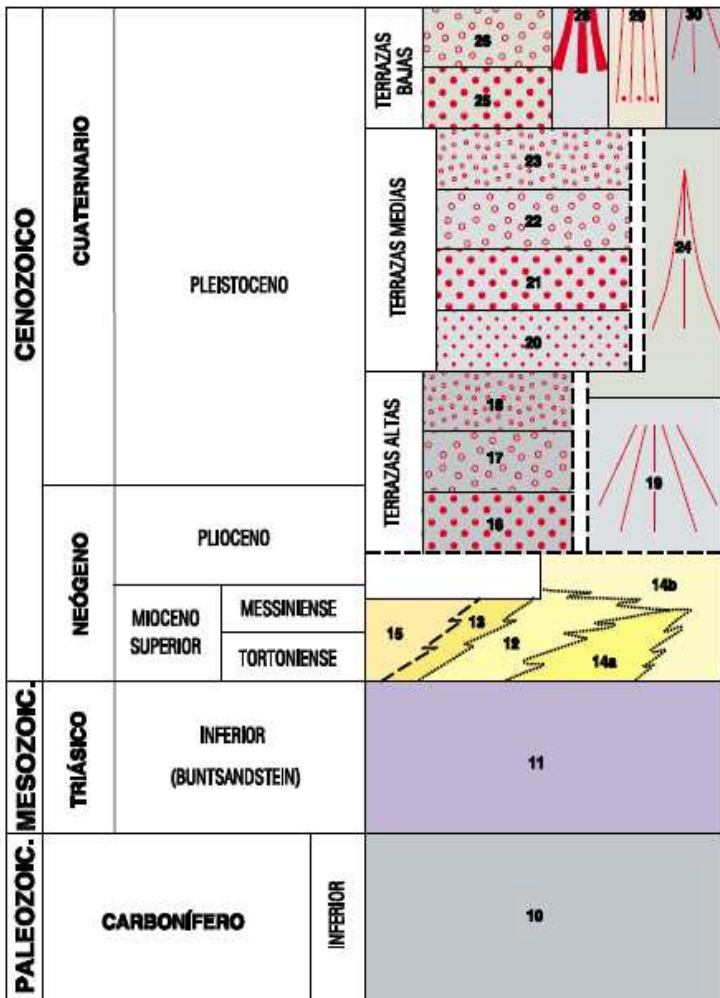


Figura 5. Situación de la parcela (en verde) en el Mapa Geológico de España hoja nº 904. Escala 1/50.000



Levenda.

25 y 26. Arenas y gravas. Terrazas bajas.

20, 21, 22 y 23. Gravas, arenas, limos y limos arcillosos.

19 y 24. Conglomerados siliciclásticos. Abanicos encajados perimontañosos.

16, 17, 18. Gravas, limos y arenas. Terrazas altas.

15. Brechas sintéctonicas.

14. b. Gravas y arenas. Conjunto de conglomerático.

14.a. Gravas, arenas, lutitas y calizas detríticas. Conjunto de transición marino-continental.

13. Arenas y calizas de Espelúy. Conjunto de arenas y calizas.

12. Margas de Vegas de Triana-Marmolejo. Conjunto margoso.

11. Areniscas y lutitas rojas.

10. Grauvacas y pizarras. "Culm de los pedroches"

Figura 6. Columna estratigráfica de la parcela. Fuente: Mapa Geológico de España, hoja nº 904.

Basándonos en la información geológica que nos proporciona el Mapa Geológico de España (MAGNA), hoja nº 904, y la columna estratigráfica, en esta parcela y en las zonas correspondientes a terrazas bajas en general, se desarrollan litofacias con conglomerados polimícticos con abundante matriz arenosa, principalmente siliciclásticos y una proporción abundante de arenas y fangos culminantes y escaso o nulo desarrollo de costras carbonatadas. Constituyen secuencias complejas y multiepisódicas, según un modelo en el que predominan depósitos de acreción lateral, tal como sucede en la actualidad.

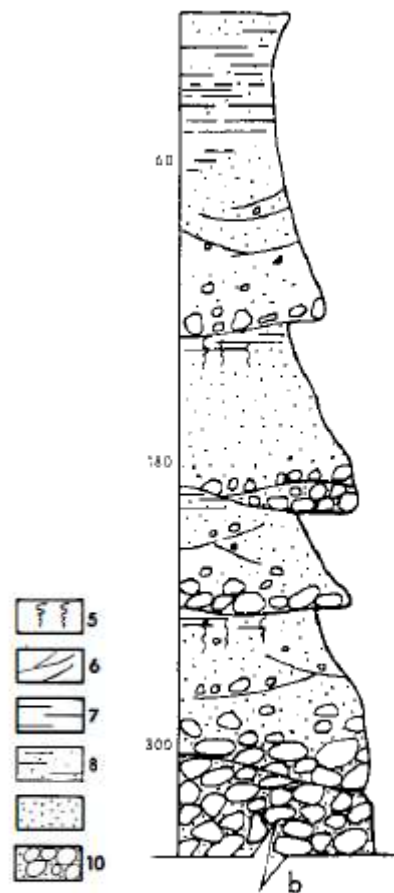


Figura 7. b) Columna estratigráfica correspondiente a una terraza baja (profundidad de los horizontes en cm. Leyenda: 5, Bioturbación; 6, Estratificación cruzada; 7, Arcilla; 8, Limos; 9, Arenas; 10, Conglomerados. Fuente: LOS FACTORES DETERMINANTES en LA SECUENCIA EDAFICA DE LA EVOLUCION MORFODINAMICA DEL TRAMO MEDIO DEL GUADALQUIVIR (JAEN). IGME.

Además, los suelos pertenecientes a terrazas bajas son suelos poco evolucionados en los que normalmente solo se conserva un horizonte de color ocre muy degradado y poco desarrollado que se ha interpretado como cámbico. No se observan horizontes argílicos, pero sí se detecta redistribución de carbonatos. La evolución de estos suelos es escasa, teniendo lugar únicamente los siguientes procesos:

Descarbonatación parcial => Formación del horizonte cámbico => redistribución de carbonatos => antropización.

En conclusión, los materiales aflorantes de la parcela se formaron en el pleistoceno, y son arenas y gravas de origen fluvial.

1.5 Actuaciones proyectadas.

En este apartado se describen las actuaciones necesarias para la realización de la instalación de la planta de tratamiento de escombros y el resto de instalaciones.

1.5.1 Actuaciones.

Las actuaciones contempladas son las siguientes:

- Distribución de superficies.
- Movimiento de tierras.
- Drenaje de pluviales.
- Plataformas y viales.
- Obra civil.
- Báscula.
- Instalación eléctrica en B.T.
- Instalación de agua potable.
- Instalación de agua de proceso.
- Instalación eléctrica.
- Instalaciones mecánicas.
- Cerramiento y acceso a la parcela.
- Balsa de evaporación-decantación.

Se realizan en primer lugar las actuaciones relacionadas con las medidas correctoras, y especialmente las referidas a la impermeabilización del suelo de acopio y recogida de lixiviados, se acometerán previamente al comienzo de la actividad para asegurar la protección ambiental.

1.5.2 Distribución de superficies.

La superficie total de la zona en la que se va a implantar la actividad es de 45.000 m², los cuales se distribuyen en:

- 2.300 m² para viarios de circunvalación.
- 1.300 m² de plataforma de maniobras en la zona de acceso a la parcela.
- 12.000 m² de zona de proceso y acopio de materiales.
- 29.400 m² de zona susceptible de ampliación de la planta.

1.5.3 Movimiento de tierras.

Por ser la superficie de terreno en la que se va a implantar la actividad relativamente llana, solo se va a proceder al acondicionamiento y regularización del terreno existente, consistente en reperfilado y compactación de la explanación y de los taludes, con los desmontes y/o terraplenes necesarios hasta alcanzar las cotas indicadas de proyecto.

1.5.4 Drenaje de pluviales.

Las aguas pluviales recogidas por las distintas superficies no poseen un trazado específico en el interior de la parcela debido al funcionamiento de la Planta, ya que se prevé un tráfico continuo y o existe urbanización en la mayor parte de la superficie, que está destinada al acopio.

No obstante se evitará mediante regularización topográfica la salida de agua de las instalaciones, de modo que sean derivadas mediante cunetas perimetrales o mediante gravedad a la propia balsa de decantación instalada.

1.5.5 Plataformas y viales.

Debido al trasiego intenso de materiales y vehículos pesados que registra este tipo de plantas, se opta por reducir la urbanización de la parcela a la zona de acceso y al vial perimetral de circulación de vehículos.

En el resto de la parcela (dedicada al acopio de materiales) se procederá únicamente a la regularización y compactación de la misma, además, en la zona de apoyo de la línea de clasificación, donde se ejecutará una losa de hormigón.

1.5.6 Obra civil.

El equipo de proceso correspondiente a la línea de clasificación (equipo fijo) requiere para su implantación la ejecución de una cimentación. Esta se realizará mediante una losa de hormigón armado.

Aparte de la cimentación, se realizará una obra auxiliar para mejorar las condiciones de alimentación de los materiales y de salida de elementos procesados, consistentes en muros de hormigón sobre zapatas corridas.

Tanto la losa como las zapatas serán de hormigón armado, sobre una capa de hormigón de limpieza y una base de zahorra.

Los muros tienen un espesor de 0,30 m en cabeza a 2,50 m de altura, con armadura base regularizada y refuerzos de borde de muro en laterales y coronación de cada tramo. La losa / cimentación incluirá las armaduras de espera correspondientes a los muros.

Para todos los elementos descritos se toman como materiales constructivos:

- Hormigón armado HA- 25 / P / 20 / IIa
- Hormigón de limpieza HL-150/ P/ 20
- Barras de acero corrugado B 500 S

Tanto los materiales como la ejecución, así como todo lo relacionado al hormigón se realizará de acuerdo a la EHE-08.

1.5.7 Báscula.

A la entrada de la planta, se procede a pesar los camiones que acceden a la misma cargados de Residuos.

También se realiza el pesaje de los camiones que salen de la planta cargados con materiales reciclados, que han sido seleccionados en la misma.

No se prevé la instalación de una báscula nueva, ya que las instalaciones de la cantera previa poseen una que será utilizada para tal efecto.

1.5.8 Instalación de agua de proceso.

El agua de proceso será la necesaria para la supresión de polvo mediante boquillas de distribución en la línea de clasificación.

Esta agua será tratada con productos tenso-activos, almacenándose en depósito de agua de poliéster de 10.000 l de capacidad, que será llenado periódicamente mediante camión cuba o desde el pozo artesiano que se ejecutará en la parcela.

El depósito estará sustentado por estructura apoyada sobre el terreno. Previamente en terreno se habrá compactado y preparado para el apoyo del depósito.

La distribución del agua hasta la línea de clasificación se hará mediante grupo de bombas instalado en prefabricada de 2,00 x 2,00 m, compuesta por:

- Bastidor de suelo formado por perfiles metálicos con correas de tubo estructural con suelo de panel hidrófugo.
- Bastidor de techo, formado por perfiles metálicos con correas de tubo estructural y cubierta con perfil de chapa trapezoidal y aislamiento.
- Pilares de acero laminado de 3 mm de espesor, de secciones acordes a los esfuerzos que han de soportar.
- Cerramientos exteriores con panel sándwich, con aislamiento en lana de roca, de 40 mm de espesor.
- Carpintería exterior con puertas de panel de sándwich, con aislamiento en lana de roca, y perfilería de aluminio, con ventana de doble hoja y carpintería de aluminio.

1.5.9 Instalación de agua potable.

El personal de la planta de tratamiento de residuos utilizará los lavabos con los que cuenta la explotación minera dentro de la zona. La caseta cuenta con agua potable para el uso de duchas, lavabos e inodoros. Este depósito es rellenado por camión cuba con la periodicidad necesaria según los consumos. El aviso al camión de suministro lo dará el personal encargado de la explotación minera cuando el nivel del depósito alcance el 20% de su capacidad.

El agua para beber procederá de columna de suministro de agua con botellones de 20 l de capacidad, suministrada por empresa autorizada.

1.5.10 Instalación eléctrica.

El objeto de esta instalación es dar suministro eléctrico en baja tensión a los equipos de proceso, y a la instalación de alumbrado. Para ello se realizará un cuadro independiente con toda la aparamenta correspondiente, que tomará la energía eléctrica

de un grupo electrógeno, en forma de corriente alterna trifásica de 220/ 380 voltios y 50 Hz.

La acometida al cuadro general se realizará mediante conductores de cobre unipolares enterrados bajo tubo de PVC reforzado de doble pared. Esta línea se protege mediante cartuchos fusibles situados en el cuadro de baja tensión del centro.

El cuadro general de mando y protección se sitúa en la Planta y estará dotado de los elementos y salidas indicados en su esquema unifilar, contando con un grado de protección mínimo de índice IP-55. A través de la línea de distribución partirán los circuitos de alumbrado exterior, alimentación de maquinaria, tomas de corriente y otros consumos. Se va a seguir un esquema de distribución TT.

La iluminación de las distintas áreas de trabajo se diseña mediante la distribución adecuada de torres de alumbrado compuestas por un soporte con un grupo de proyectores.

El objeto de la red de puesta a tierra es limitar el salto de tensión que puedan presentar en un momento dado las masas metálicas respecto a tierra, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los equipos. Para ello se dispondrá una malla con la conexión de la maquinaria y sus instalaciones.

1.5.11 Instalaciones mecánicas.

Las instalaciones necesarias para las Plantas de Reciclado constan de una serie de equipos destinados al proceso de escombros y que se describen a continuación.

Dadas las especiales características de la planta, todas las instalaciones irán equipadas con un sistema de supresión de polvo y estarán preparadas para el manejo de los RCD. También se exigirá con carácter general la instalación de los elementos de seguridad necesarios, la posibilidad de parada de emergencia de cada equipo y el cumplimiento de las especificaciones CE como corresponde a una instalación industrial.

Todas las partes metálicas recibirán un tratamiento de protección que constará de las siguientes fases: limpieza de grasas de las superficies y preparación con chorreado con arena hasta grado SA 1/2, capa de imprimación con pintura epoxídica rica en zinc, primera mano de pintura epoxi de alto cuerpo y capa de acabado con esmalte de poliuretano alifático. El espesor mínimo de las capas será de 50 micras.

Cada equipo mecánico incluirá el equipamiento eléctrico hasta el punto de suministro, con los armarios, interruptores y aparataje especial si fuese necesaria, y el cableado para la conexión de las entradas y salidas de potencia y control hacia la planta. La alimentación general se realiza en corriente alterna trifásica a 380 voltios y 50 Hz.

Todos los motores y elementos de transmisión poseerán como mínimo un grado de protección IP-55 y aislamiento clase F.

Las soldaduras y otros elementos estructurales, así con el resto de equipos y maquinaria estarán sujetos a los procedimientos, homologaciones y certificaciones que marca la ley. También se dispondrán las instalaciones de seguridad en las máquinas y para la protección de las personas, preceptivas en cada caso.

1.5.12 Cerramiento y acceso parcela.

Todo el perímetro de la parcela irá cerrado con tela metálica de acero a simple torsión de 2 m de altura fijada sobre postes de acero galvanizado repartido cada 3 m de distancia. Dichos postes irán sobre dados de hormigón in situ enterrados en el terreno. Además la parte norte y este de la parcela, estará protegida con una pantalla arborea para minimizar el impacto visual.

El acceso a la parcela se hará a través de una puerta de 10 m de largo con doble puerta (de 5,00 m cada una) con abertura pivotante formada por valla de malla de acero a simple torsión de 2 m de altura fijada sobre postes de acero galvanizado.

1.5.13 Balsa de evaporación decantación.

Se hace necesaria la instalación de una balsa de decantación- evaporación que se instalará en la parcela para almacenar los posibles lixiviados que se produzcan en la zona definida como acopio de material sucio o bruto, que se encontrará debidamente impermeabilizada y definida.

Según la Norma Española UNE 104425:2001 sobre Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad, el dimensionamiento de la balsa es el siguiente:

$$V_{min} = P_{mm} \times S$$

Dónde,

S = Superficie en m² de la zona de acopio de material bruto = 1000 m²

P_{mm} = Precipitación máxima media mensual / m² = 48,5 mm

$$V_{min} = 0,0485 \text{ m} \times 1000 \text{ m}^2 = 48,5 \text{ m}^3$$

Por tanto la balsa tendrá una capacidad de 48,5 m³, su diseño se realizará de tal manera que facilite la evaporación de los lixiviados. Debido a que la balsa recepciona los lixiviados producidos en la zona impermeabilizada procedentes del acopio de materiales sucios, se ubicará en una zona próxima a éstos.



Figura 8. Fotografía balsa de evaporación – decantación.

La ejecución se realiza con la siguiente secuencia,

1. Vaciado y realización del talud.
2. Extensión y compactación de suelo base con grava rodada.
3. Colocación de lámina de geotextil.
4. Ejecución de zanja perimetral (que servirá de sujeción para la lámina de polietileno tras el hormigonado posterior).
5. Colocación de lámina de polietileno de alta densidad, introduciendo los bordes en la zanja y hormigonado de la misma.

Finalmente, las dimensiones de la balsa son,

DIMENSIONES BALSA	
Longitud	25 m
Anchura	25 m
Profundidad	0,95 m
Talud	2 H; 1V

Tabla 1. Dimensiones finales de la balsa.

1.6 Gestión de residuos.

El Plan Director Territorial de Gestión de Residuos No Peligrosos de Andalucía (2010-2019) define un sistema de gestión de los RCD que comenzaría por la recepción de los escombros de pequeña producción en centros de recogida y selección previa que haría la función de Punto de Recogida y Estación de Transferencia, terminando en las Plantas de Tratamiento donde se ubicarían todos los procesos de recuperación y producción de materias.

El reciclaje de materiales de construcción tiene un mercado creciente en tanto que aumenta la gama de productos fabricados, mientras sea posible emplear técnicas de combinación con otros materiales. En la actualidad los restos de construcción deben ser seleccionados y tratados con el objetivo de producir materiales de relleno de diversas calidades.

La ventaja principal de los productos reciclados se encuentra en la reducción sustancial del ciclo de vida del material; por un lado la reentrada del árido reciclado en el mercado produce un ahorro de los recursos naturales y por otro supone la disminución del vertido.

La introducción de la separación en origen de los RCD incide directamente en sus posibilidades de recuperación, ya que permite una reutilización inmediata de muchos elementos, y la incorporación de los productos recuperados al propio mercado de la construcción. Así queda recogido en el PNRCD que indica la intención de desarrollar una normativa específica de gestión de estos residuos desde su origen. De ahí el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Este sistema establecería un proceso de demolición dirigida a través de distintas fases, que incluyen la recuperación de elementos arquitectónicos, la retirada de residuos peligrosos, y una primera clasificación de los RCD.

La caracterización de los RCD indica la presencia de diversas fracciones cuya gestión debe ser diferenciada; existe una parte de escombros inertes objeto de tratamiento de recuperación, hay un posible contenido de sustancias peligrosas y residuos contaminados, y finalmente se encuentra una fracción valorizable de materiales reciclables.

Los RCD pueden tener distintas procedencias, como la excavación de suelos o ejecución de obras de reforma en calles del casco urbano, los originados en carreteras e infraestructuras, la mezcla de los escombros de construcción o demolición de edificios y los rechazos o roturas de la fabricación de piezas y elementos de construcción.

Puesto que los residuos de excavación suelen ser tierras limpias, pueden ser reutilizadas sin mayor problema en rellenos para obras viarias o para regularizar la topografía de un terreno sin necesidad de recibir un tratamiento de adecuación. El resto de los escombros inertes requiere un proceso de reducción de tamaño y separación de materiales hasta definir fracciones de materia con valor económico.

Durante el proceso de obtención de los áridos reciclados a partir de los RCD se obtienen otros residuos de distinto origen, los residuos que pueden ser valorizados en otras industrias, como las maderas, el papel, textiles, plásticos, basuras y otros, son separados y acopiados de forma independiente para su envío a las correspondientes plantas de reciclaje o de valorización energética. Por ejemplo, los elementos voluminosos que se separan en primer lugar se conducirán a algún punto limpio, ya que en la mayor parte de los casos son residuos urbanos como electrodomésticos antiguos y similares.

Además, durante el proceso de tratamiento de los RCD de pueden aparecer otros residuos con carácter peligroso que tratarán según indica el *Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía 2012-2020*, como los CFC (clorofluorocarbonados) de los conductos de refrigeración, los PCB (policlorobifenilos) de transformadores, compuestos halogenados para protección del fuego y luminarias de mercurio, sodio, níquel o cadmio. Otro grupo de residuos que no son tóxicos en sí mismos, pero que pueden sufrir reacciones en las que se produzcan sustancias tóxicas deberán ser separados y clasificados. Todos estos residuos serán almacenados según el Real Decreto 833/1998, y dicha actividad será inscrita como pequeño productor de residuos peligrosos (< 10.000 kg/año).

En conclusión, la gestión de residuos en nuestra planta es la siguiente,

Tipo de residuos	Gestión.
Residuos Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Recogida por gestor autorizado para traslado al “Punto de Recogida Municipal” o “Punto Limpio”.
Neumáticos Fuera de Uso	Recogida por gestor autorizado para su correcto tratamiento.
Residuos Urbanos No Peligrosos voluminosos	Recogida por gestor autorizado para su traslado a vertedero.
Papel-cartón	Venta a gestor autorizado.
Envases ligeros - Plásticos	Venta a gestor autorizado o traslado a vertedero de RUNP.
Férricos	Venta a gestor autorizado.
Madera	Venta a gestor autorizado.
Fracción fina <4 mm (Rechazo de la criba)	Vertido a área de restauración dentro de la misma parcela para su valorización.
Residuos peligrosos	Recogida por parte del gestor autorizado.

Tabla 2. Resumen de la gestión de residuos.

1.7 Legislación.

La normativa que regula todo lo referente a los RCDs se expone a continuación en orden de competencias de estatales a locales.

ESTATAL:

- II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD 2007 – 2015)
http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/II-PNRCD_anexo6.pdf
- Plan Nacional Integrado de Residuos (2008 – 2015)
<http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/PLAN-NACIONAL-INTEGRADO-DE-RESIDUOS-PARA-EL-PERIODO-2008-2015..pdf>
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de RCD (BOE Nº 38, de 13-02-08)
<http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/REAL-DECRETO-1052008-de-1-de-febrero-por.pdf>

AUTONÓMICA:

- Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de Andalucía.
<http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/PLAN-DIRECTOR-TERRITORIAL-DE.pdf>

LOCAL:

- Plan Director de Gestión de Residuos Inertes de la provincia de Jaén.
http://www.jaen.es/galerias/galeriaDescargas/diputacion/jaen.es/medio_a_mambiente/servicios_medioambientales/Plan_Director.pdf

CONSTRUCCIÓN.

- CTE, Código Técnico de la Edificación en sus documentos básicos de seguridad estructural, DB SE
- NCSE – 02, Norma de construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.
- EHE-08, Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón estructural, en masa o armado.
- NTE, Normas Tecnológicas de la Edificación que le son de aplicación.

SEGURIDAD.

- Incendios.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- CTE en su DB-SI, documento básico de seguridad en caso de incendio.
- Real Decreto 2060/2008, reglamento de los aparatos a presión, sobre extintores de incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

- Laboral.

- 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.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

ELECTRICIDAD BAJA TENSIÓN.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- Normas UNE relacionadas y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por entidades públicas afectadas.

2 ANÁLISIS DE LA MATERIAS PRIMAS A TRATAR Y PRODUCTOS OBTENIDOS.

2.1 Materia prima RCDs.

La mayor parte de los residuos procedentes de la construcción o demolición de los edificios pueden clasificarse como inertes, a excepción de una pequeña proporción de peligrosos y no inertes como materiales aislantes, productos de tratamiento y acabado o algunos aditivos del hormigón, etc.

Los Residuos de Construcción y Demolición en general se pueden clasificar según el origen y tipo del material:

- Excavación de tierras; tierra vegetal, arena y grava, arcilla y barro, piedras y rocas.
- Pavimentos de carreteras; aglomerados bituminosos o hidráulicos, sustancias alquitranosas, adoquinado y bordillos, material de balasto.
- Escombros; tierras, hormigón, losas, ladrillos, arenisca calcárea, mortero, yeso, arcillas expansivas, lana mineral.
- Desechos de obras; madera, material sintético, papel y cartón, metales, cables eléctricos, pintura y barnices, engrudos.

Los RCD pueden incluir residuos de todo tipo junto con los materiales habituales en la construcción; entre ellos se pueden encontrar productos mixtos (maderas, metales, plásticos, papel y cartón, vidrio, cables, textiles,...), residuos tóxicos y peligrosos (pinturas, barnices, disolventes,...), residuos urbanos voluminosos y orgánicos en menor cantidad.

Bajo la denominación de residuos de construcción y demolición se incluye una variada serie de materiales que es conveniente analizar en mayor detalle. A continuación se describen una serie de materiales de construcción que se convierten en residuo en una obra, según el II PNRC y que se indican codificados según el código 17 de la Lista Europea de Residuos (Orden MAM/304/2008) (ver tabla 3).

Código LER (Orden MAM/304/2008)	Descripción residuo
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, que no contengan sustancias peligrosas.
17 02 01	Madera
17 02 02	Vidrio
17 02 03	Plástico
17 03 02	Mezclas bituminosas sin alquitrán de hulla.
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 que no contengan hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
17 05 04	Tierra y piedras que no contienen sustancias peligrosas
17 05 06	Lodos de drenaje que no contienen sustancias peligrosas
17 05 08	Balasto de vías férreas que no contiene sustancias peligrosas
17 06 04	Materiales de aislamiento que no contienen amianto ni sustancias peligrosas
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso que no estén contaminados por sustancias peligrosas

Tabla 3. Residuos incluidos en los RCD

Los RCD suelen presentar un carácter heterogéneo. El criterio para decidir la limpieza de residuo de construcción o demolición es la facilidad de separación de las distintas fracciones presentes, antes de su alimentación al proceso.

Así se puede diferenciar el residuo de construcción *limpio* y el *mezclado*.

El *escombro limpio* está formado normalmente por suelos y roca, hormigón, asfalto, madera, metales y plástico, que presentan una composición cualitativa homogénea ya que provienen de obras específicas y por ello no se encuentran elementos extraños. Este material se considera inerte y pierde su calidad cuando se transporta mezclado. Con una densidad de 1.200 kg/m^3 , una composición típica de este tipo de residuo puede ser la siguiente:

- Suelo, roca 20%
- Hormigón, asfalto 40%
- Madera 30%
- Metales, plásticos 10%

En la construcción y demolición de estructuras urbanas se generan productos de desecho con elementos extraños y presencia de hormigón, cubiertas, carpintería, instalaciones, embalajes, que plantean por ello una mayor dificultad de separación.

Se trata de residuos sucios que requieren instalaciones de tratamiento específico, y contando con una densidad aproximada de 600 kg/m^3 , presentan la siguiente composición característica:

- Escombros 25%
- Madera 33%
- Metales 20%
- Cubiertas 12%
- Otros 10%

En la planta de tratamiento proyectada, dado la zona en la que estamos, se tratarán residuos mayormente procedentes de la ejecución de obras para la implantación de servicios en las zonas urbanas (abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, tendido eléctrico, etc.), obras de reforma en calles del casco urbano, obras menores de rehabilitación de viviendas, los originados en reparaciones de carreteras e infraestructura y por último, de la mezcla de los escombros de construcción y/o demolición de edificios.

Así bien, basándonos en los datos de los estudios de referidos en el II PNRCD y en el PDTRUA en los que se estima en Andalucía una media de generación de

escombros de 3,6 kg/ hab. y día, con los datos del censo del año 2016 la producción que corresponde a los municipios comprendidos en un radio de 25 km de la planta a instalar se indica en la siguiente tabla:

LOCALIDAD	POBLACIÓN	PRODUCCIÓN (Tn/Año)
Andújar	37.975	49.899
Marmolejo	7.053	9.268
Arjonilla	3.695	4.855
Arjona	5.691	7.478
Lopera	3.743	4.918
La Higuera	1.771	2.327
Villanueva de la Reina	3.152	4.142
TOTAL	63.080	82.887

Tabla 4. Volumen producción residuos. Fuente: II PNRCD.

Se adoptará dicho valor de producción y para cumplir el objetivo de gestión del II PNRCD (el 90 % de este volumen) se requiere una instalación con una capacidad total de *74.599 toneladas/año*.

A falta de un estudio exhaustivo de los residuos que se producen en los municipios que abastecerán a esta planta, en la tabla 3 se presenta un primer balance de masas basado en los valores de composición típica que refleja el II PNRCD. El resumen de las fracciones da el siguiente resultado:

Denominación	Fracción	Destino
Rechazo asimilable a RSU (Residuos sólidos urbanos)	4%	Vertedero Municipal
Rechazo asimilable a RTP (Residuos tóxicos y peligrosos)	1,5%	Vertedero Peligrosos
Suelos y tierras	2,4%	Restauración zonas degradadas
Áridos reciclables	52%	Venta
Fracción valorizable	30,6%	Restauración zonas degradadas
Material recuperado	9,5%	Reciclado exterior

Tabla 5. Balance materia tratada.

En resumen, la materia prima a tratar y la cual iremos descomponiendo tras cada fase de tratamiento estará compuesta por residuos urbanos, residuos peligrosos, fino inerte no valorizable (fracciones de suelo de tamaño fino y no adecuadas para su empleo como árido), fracciones valorizables (tales como papel, aceros, plásticos, etc...) y el residuo limpio que será el que se emplee como árido reciclado.



Figura 9. Acopio de materia prima.

Respecto a la granulometría de los RCD cabe destacar que es muy variada debido a la propia naturaleza de los RCD, desde bolos de gran tamaño (por ejemplo por la demolición de bloques de hormigón) a partículas de tamaño limo o arcilla (asociadas a la propia demolición, por ejemplo). Esta característica de los RCD hace especialmente difícil la fase del dimensionamiento de la maquinaria.

2.2 Descripción de los productos obtenidos.

El proceso de clasificación y tratamiento de la planta da como resultado una serie de elementos que se disgregan a lo largo del proceso y que tienen un tratamiento especial.

En primer lugar, durante el periodo de acopio al que va a ser sometido el material que se recepciona, se separarán elementos **voluminosos**, que serán acopiados en lugares independientes y puestos a disposición de gestores autorizados.

En el momento del acopio y cada vez que bascule un camión, las personas responsables retirarán los **residuos peligrosos** que se identifiquen en los residuos, tales como envases de peligrosos, baterías, etc.

Posteriormente y ya en línea de clasificación se obtendrá en la primera criba un **fino** inerte no valorizable de tamaño entre 0 y 4 mm que será utilizado para regeneración o restauración de la explotación minera.

Mediante clasificación manual, electroimán y el soplante, se separan otros **productos valorizables** tales como elementos que contengan hierro, madera, papel y cartón o plásticos. Que serán acopiados y puestos a disposición de gestores autorizados.

Por último, y como producto final el cual era el objetivo principal, tenemos el **árido reciclado** que estará compuesto por alguno de estos materiales o una mezcla de los mismos,

- ❖ **Hormigón y mortero:** propiedades similares a las del hormigón natural, aunque su densidad es menor y mayor su absorción. El mortero adherido penaliza los resultados del ensayo Los Ángeles, y el cemento libre contenido incrementa las propiedades autofraguantes.
- ❖ **Piedra natural:** propiedades en función de su clase, en general aporta mayor densidad y resistencia y menor absorción a los áridos reciclados.
- ❖ **Material cerámico,** albañilería y obra de fábrica: aporta menor densidad y mayor absorción a la mezcla, incrementa sus propiedades drenantes y reduce la resistencia en usos ligados.

- ❖ **Asfalto y mezclas bituminosas:** aporta resistencia en las capas granulares pero reduce la resistencia en los hormigones.
- ❖ **Impropios:** otros materiales que pueden aparecer como elementos que “ensucian” el producto (plásticos, madera, papel, textil, metales, vidrio, etc), por insuficiencia de los sistemas de limpieza y separación. Sus efectos sobre el comportamiento del material depende en cada caso.

En nuestra planta en concreto se comercializan tres productos de diferente composición, que son:

- Zahorra ARH: árido reciclado de hormigón de tamaños 0/40 mm.



Figura 10. Árido reciclado mixto de hormigón.

- Zahorra ARA: árido reciclado mixto con asfalto de tamaños 0/40 mm.



Figura 11. Árido reciclado mixto de asfalto.

- Zahorra ARM II: árido reciclado mixto constituido mayormente por unidades de albañilería de arcilla (ladrillos y tejas), de silicato de calcio y hormigón aireado no flotante.
(No se adjunta fotografía debido a que no está disponible temporalmente).

Estos productos que se obtienen en la planta, están definidos según las normas UNE que se especifican en el siguiente apartado y se obtienen realizando un acopio selectivo de la materia prima según el origen de los residuos, lo que permite obtener áridos con diferente composición que confiere a cada tipo de zahorra unas características que permiten satisfacer un amplio abanico de aplicaciones.

La obtención de áridos reciclados se realizará en función de la demanda que se requiera ya que es preferible tener materia prima en stock que ya transformada en zahorra porque podría deteriorarse. Por lo que se estima, debido a la baja demanda de estos últimos años, la siguiente producción para cada tipo de árido.

- Zahorra ARM II: 9000 Tn/ año.
- Zahorra ARA: 4.000 Tn/ año.
- Zahorra ARH: 8.000 Tn/ año.

2.3 Garantía de calidad de los productos obtenidos.

Al ser cuatro las Administraciones competentes en la gestión de los RCD: la Unión Europea (UE), el Estado, las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales, las cuales han promulgado diversas Directivas, Reales Decretos, Decretos, Planes y Programas es muy diversa la información y la nomenclatura referida a este tema, pero haciendo una comparativa entre varios documentos como la “*GEAR: Guía Española de Áridos Reciclados procedentes de RCD*” y la “*Guía de áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) de Andalucía Central*” entre otras, se establecen una clasificación para los áridos reciclados procedentes de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción, recomendaciones técnicas y directrices de uso y aplicación específicamente elaboradas para los áridos reciclados procedentes de RCD.

La clasificación general, en base a la *composición*, está formada por cuatro tipos o categorías de áridos reciclados y dos suelos seleccionados.

Esta composición está basada en el “*Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados UNE-EN 933-11:2009*” y el “*Ensayo para la determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua UNE-EN 1097-6: 2014*” que son consideradas como un indicio de calidad del material reciclado.

En esta clasificación general, se distinguen **cuatro tipos de áridos** y **dos suelos reciclados, de los que en nuestra planta produciríamos tres: ARM II, ARH, ARA, pero dada la posible futura ampliación de la planta (debido a un aumento en la demanda de dichos productos), a continuación se contemplan todos los tipos de áridos reciclados que se recogen en la normativa.**

❖ ARM: Áridos reciclados mixtos.

Este tipo de áridos puede contener hasta un 15% de materiales bituminosos que le aportarían una alta capacidad de soporte y resistencia a la fragmentación. Se subdividen en dos calidades diferentes en base al contenido de partículas impropias (X), flotantes (FI) y absorción.

❖ ARH: Áridos reciclados de hormigón.

Este tipo de áridos es el que posee un porcentaje $R_c + R_u \geq 90 \%$. La absorción de la fracción gruesa de estos materiales (grava) debes ser inferior al 7% como indica la EHE-08, mientras que la fracción fina (arena) se eleva al 10 %.

❖ ARA: Áridos reciclados asfálticos.

Deben contener más de un 50 % de materiales bituminosos

❖ Suelos reciclados de RCD: SR

Se distinguen dos calidades, *seleccionados* y *tolerables* en base al contenido de impropios y partículas flotantes.

Se resumen en la tabla siguiente,

Tipo		Composición			Absorción	
		Componentes principales	X	FL*	Finos (<4mm)	Gruesos (≥ 4 mm)
ARH		Rc + Ru ≥ 90 %	<1%	<1 cm ³ / kg	<10 %	< 7 %
ARM	I	Rc + Ru + Ra ≥ 70 %	<1%		<12 %	< 9 %
	II	Rc + Ru ≥ 55 %	<2%	<2 cm ³ / kg	<14%	< 11 %
ARA		Ra ≥ 50 % Rc + Ru + Ra ≥ 90 %	<1%	<1 cm ³ / kg	<10%	< 7 %
SR Seleccionado		-	<3%	<2 cm ³ / kg	-	<12 %
SR Tolerable		-	<5%		-	<14%

* Se rebajará a 0,5 cm³ / kg cuando el suelo no vaya a ser cubierto por ninguna otra capa

Tabla 6. Categorías de los áridos reciclados según composición del material. Fuente: GEAR.

Componente	Descripción
Rc	Hormigón, productos de hormigón, mortero, unidades de albañilería de hormigón.
Ru	Áridos no tratados, piedra natural, áridos tratados con conglomerantes hidráulicos
Rb	Unidades de albañilería de arcilla (ladrillos y tejas), de silicato de calcio y hormigón aireado no flotante.
Ra	Materiales bituminosos
X	Arcilla, arenas, metales, madera no flotante, plástico, caucho y yeso
FL	Partículas flotantes en agua

Tabla 7. Descripción de componentes en ensayo de composición. Fuente: GEAR.

Además se realizan los siguientes ensayos de control (ver tabla 7)

Propiedad	Método de ensayo	Frecuencia mínima de ensayo(1)
Granulometría	EN 933-1	1 por semana
Índice de lajas	EN 933-3	1 por mes
Porcentaje de partículas trituradas	EN 933-5	1 por mes
Equivalente de arena	EN 933-8	1 por semana
Azul de metileno	EN 933-9	
Resistencias a la fragmentación	EN 1097-2	2 por año
Densidad de las partículas	EN 1097-6:2000, capítulo 7, 8 ó 9	1 por año
Absorción de agua	EN 1097-6:2000, capítulo 7, 8 ó 9	1 por año
Componentes que modifican la velocidad de fraguado y endurecimiento de las mezclas tratadas con conglomerantes hidráulicos: - hidróxido de sodio - ácido fúlvico (si no supera el ensayo de hidróxido de sodio) -ensayo de resistencia comparada -tiempo de fraguado	EN 1744-1:2010+A1	1 por año
Resistencia a los ciclos de hielo y deshielo	EN 1367-1 Ó EN 1367-2	1 cada 2 años
Contenido total en azufre	EN 14744-1	1 por año
Sulfatos solubles en ácido	EN 14744-1	1 por año
Sustancias peligrosas (2), en especial: liberación de metales pesados	EN 12457-4 (3)	Cuando se requiera, y cuando exista duda.

(1) La frecuencia de los ensayos se refiere a periodos de producción.

(2) Salvo especificación en contrario, solo si se exige a efectos de marcados CE.

(3) Norma propuesta por los autores de esta guía.

Tabla 8. Ensayos de autocontrol. Fuente: Gestión y tratamiento de RCD. Guía de buenas prácticas.

2.4 Mercado de los RCDs.

Los RCD forman un mercado relativamente reciente, por esto se han llevado a cabo diversas investigaciones en España a cargo de distintas universidades e instituciones con el fin de establecer unas recomendaciones para optimizar el uso de RCD en los campos de la ingeniería civil y de edificación.

Así, haciendo un estudio del mercado y las recomendaciones que han surgido tras dichas investigaciones se exponen a continuación las aplicaciones divididas en dos grupos, los **usos no ligados y los usos ligados**.

Los **principales usos no ligados** para los áridos reciclados son:

- ❖ Ahorras para bases granulares de firmes
- ❖ Suelos para rellenos tipo terraplén
- ❖ Material drenante
- ❖ Camas de asiento de tuberías.

Utilizando la clasificación que establece el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes –PG3, se pueden agrupar en dos grandes grupos: **expansiones** (y rellenos) **y los firmes**.

Del capítulo de **firmes** (Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes) se ha seleccionado los siguientes usos.

- Art. 510 Zahorra “material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas”.
- Art. 512 Suelo estabilizado in situ “mezcla homogénea y uniforme de un suelo con cal o con cemento, y eventualmente agua, en la propia traza de la carretera, la cual convenientemente compactada, tiene por objeto disminuir la susceptibilidad al agua del suelo.
- Art. 513 Materiales tratados con cemento (suelo cemento y grava cemento) “mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas, de material granular, cemento, agua y, eventualmente aditivos, realizada en central, que convenientemente compactada, se utiliza como capa estructural en firmes de carretera”.

Del capítulo de **explanaciones** (Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones) se ha seleccionado los usos siguientes:

- Art.330 Terraplenes “extensión y compactación por tongadas de materiales definidos más adelante, en zonas de tales dimensiones que permitan la utilización de maquinaria pesada, con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme de una carretera”. El terraplén se divide en diversas zonas (coronación, cimientado, núcleo). Los materiales que se pueden utilizar, según orden decreciente de exigencia, son suelos seleccionados, adecuados, tolerables y, finalmente, marginales.
- Art. 331 Pedraplenes “extensión y compactación por tongadas de materiales pétreos con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente la explanada y el firme de una carretera. El área de trabajo será suficiente para el empleo de maquinaria pesada”.
- Art.332 Rellenos localizados “extensión y compactación de suelos en rellenos de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa, no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria del resto del relleno”. Se utilizarán exclusivamente suelos seleccionados y adecuados.
- Art. 333 Rellenos todo uno “extensión y compactación por tongadas de materiales con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente la explanada y el firme de una carretera. El área de trabajo será suficiente para el empleo de maquinaria pesada”.
- Art. 420 Zanjas drenantes “consisten en zanjas rellenas de material drenante adecuadamente compactado”
- Art. 421 Rellenos localizados drenantes “consisten en la extensión y compactación de materiales drenantes en zanjas, trasdoses de obras de fábrica, o cualquier otra zona, cuyas dimensiones no permitan la utilización de maquinaria pesada.

Cabe destacar que casi totalidad de la producción de áridos reciclados se destina usos no ligados, Aproximadamente la mitad de la producción se caracteriza como zahorra artificial, y se destina a capas de base o sub base en caminos, calles urbanas y

carreteras (típicamente rotondas). El mismo producto, sin la fracción pequeña, suele utilizarse en capas drenantes. Otra parte importante de la producción se caracteriza como algún tipo de suelo, tolerable o adecuado principalmente. Se destina en gran medida a los rellenos y a restauraciones.

Los **principales usos ligados** para los áridos reciclados son,

- ❖ Suelo-cemento y grava-cemento para capas estructurales de firmes de carreteras.
- ❖ Hormigón compactado con rodillo.
- ❖ Gravas para la elaboración de hormigones en masa tanto estructurales como no estructurales.
- ❖ Prefabricados de hormigón.

3 DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO (FLOW-SHEET)

3.1 Descripción de los equipos empleados.

La planta de tratamiento es del tipo “*plantas de valorización*” (según el II PNRCD) que son instalaciones de tratamiento de los residuos de la construcción en las que se depositan, seleccionan, clasifican y valorizan las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objetivo de obtener productos finales aptos para su utilización. Pueden ser fijas o móviles. En este caso se trata de una planta con una parte fija y otra móvil, se trata de una instalación de reciclaje ubicada en un emplazamiento cerrado, con autorización administrativa para el reciclaje de RCD, cuya maquinaria de reciclaje (fundamentalmente los equipos de trituración) son móviles y no operan fuera del emplazamiento donde están ubicados.

En este tipo de plantas, el tratamiento de los Residuos de Construcción y Demolición, de acuerdo a las directrices que marcan la correcta gestión, debe especializarse hasta conseguir una producción con calidad y diversidad suficientes para adecuarse a las posibilidades del mercado secundario de productos para la construcción.

En el tratamiento integral de los RCD se trata de un proceso que consta de varias fases o etapas, entre las que se incluyen operaciones auxiliares y de control.

Tras un análisis del mercado, se han elegido las siguientes fases y equipos para esta planta de tratamiento de RCD con el fin de conseguir el proceso más óptimo y eficiente.

En primer lugar, se realizará la *recepción de los camiones* cargados de residuos para los que se rellenará la hoja de control correspondiente, acto seguido accederán a la *báscula* para realizar el pesaje y finalmente descargarán en una zona habilitada para ello.

En este momento se realiza una inspección visual de la carga y se clasifica según su naturaleza en una de la siguientes clases: de hormigón, mixto, asfáltico o tierras de excavación y según el grado de limpieza: limpio, sucio o muy sucio. Para realizar un acopio selectivo y optimizar el proceso de obtención de los áridos.

A continuación si el material se ha clasificado como “sucio” se hace un cribado previo del material recepcionado, en caso de ser “limpio” podría pasar directamente a trituración primaria. La operación de *precribado* tiene por objeto aumentar el porcentaje de residuo susceptible de reciclaje. Esto se consigue mediante la retirada de residuos de gran tamaño puesto que muchos de los camiones traerán un residuo que siendo bastante homogéneo, incluye impurezas que por sus grandes dimensiones permiten ser retiradas manualmente (muebles, colchones, enseres de diferentes características, etc.). Esta

labor se realiza mediante el empleo de una retroexcavadora giratoria a la que se le acopla un pulpo hidráulico. En este punto los elementos peligrosos e impropios pasarán al gestor autorizado o a vertedero y el residuo limpio al acopio correspondiente.

En esta misma fase de precibado, en caso de presencia de *bolos*, estos se reducen al tamaño óptimo para la siguiente fase de trituración primaria mediante un ***martillo percutor*** que se acopla a la retroexcavadora.

Una vez que tenemos los residuos preclasificados se someten a trituración primaria, de forma selectiva según se ha acopiado, que se realiza con un equipo móvil para una mayor versatilidad.

A continuación el material reducido de tamaño pasará a una **planta fija**. Esta planta fija consta de varios equipos que se describen a continuación.

En primer lugar, el material es vertido en la **tolva** que consta de un **alimentador vibrante** y mediante una **cinta transportadora (CT-01)** el material pasa por un **separador magnético** del tipo **Overband** para eliminar los materiales ferromagnéticos que serán acopiados.

Esta misma cinta vierte el material en la **criba** que clasifica en dos fracciones, la fracción fina, menor a 4 mm es acopiada mediante una **cinta lateral (CT-02)** y la fracción mayor de 4 mm es la que continúa en el proceso.

El rechazo de la criba es transportado la **cinta (CT-03)** hasta la **caseta de triaje**. A la entrada de la caseta se sitúa un **separador de aire (ventilador)** para eliminar los elementos ligeros que puedan estar presentes como papel, cartón o plástico. A continuación el material es transportado mediante una **cinta transportadora (CT-04)** por la **caseta de triaje** donde manualmente son retirados los residuos que haya podido quedar como madera y demás residuos ligeros. A la salida de la caseta el material es acopiado.

Por último los RCD son sometidos a trituración secundaria para obtener el producto final que es zahorra con una granulometría de 0/40 mm.

3.2 Dimensionado de la maquinaria.

La elección de los equipos que conforman la planta, ha sido rigurosamente analizada y en último lugar se escogió la maquinaria que en el presente documento se detalla, ya que se considera una maquinaria que cumple con las premisas de partida y que permiten obtener los productos con la calidad deseada de la forma más óptima y eficiente, y que además tiene garantizados los repuestos para su reparación en caso de rotura siendo baja la inversión inicial al tratarse la mayoría de maquinaria de segunda mano.

3.2.1 Martillo percutor y retroexcavadora.

El martillo percutor se encarga de reducir el tamaño de los bolos excesivamente grandes para su entrada en el proceso. Se trata de un martillo hidráulico del fabricante Atlas Copco modelo MB 1650 que se acopla a una excavadora hidráulica.

Las especificaciones técnicas del martillo son las siguientes:

Clase de portadora	19 – 32 Tn
Peso en servicio	1650 kg
Caudal de aceite	130 – 170 l/min
Presión de trabajo	160 – 180 bar
Frecuencia de impacto	320 – 640 blows/min
Diámetro de la herramienta de trabajo	140 mm
Longitud de trabajo de la herramienta	650 mm
Potencia hidráulica de entrada, máx	51 kW

Tabla 9. Especificaciones técnicas del martillo percutor.



Figura 12. Fotografía del martillo percutor.

La retroexcavadora empleada es una Liebherr 914 Litronic de cadenas de 21,1 Tn y capacidad de cazo de 1,4 m³, suficiente para el volumen que se tratará en esta plant

Algunas de sus características son,

MOTOR	
Rendimiento según ISO 9249	112 kW
Tipo de motor	Liebherr D 924 T-E
Diseño	4 cilindros en serie
Forma de trabajo	Motor diesel de 4 tiempos
	Inyección directa
	Turbocompresor
Refrigeración	Refrigeración por agua integrada
	Radiador
Depósito de combustible	360 l
Tensión de servicio	24 V
Batería	2 x 110 Ah/12 V
Motor de arranque	24 V/ 5,4 kW
Generador	Trifásica 24V/55A

Tabla 10. Especificaciones técnicas del motor de la retroexcavadora.

SISTEMA HIDRÁULICO	
Bomba hidráulica	Bomba dosificadora de desplazamiento variable
Salida máxima	2 x 200 l/min
Presión operacional máxima	350 bar
Depósito hidráulico	230 l
Sistema hidráulico	440 l max.

Tabla 11. Especificaciones técnicas del sistema hidráulico de la retroexcavadora

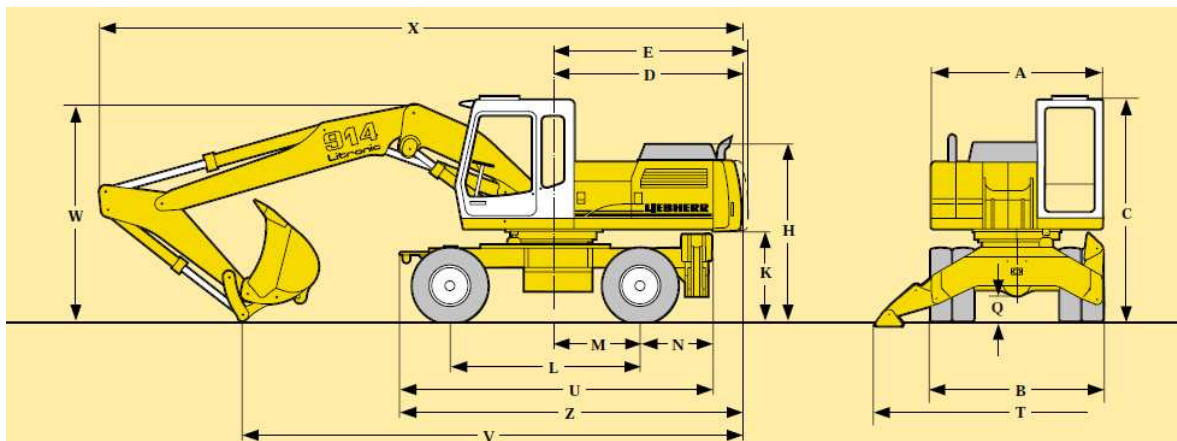


Figura 12. Esquema retroexcavadora. Fuente: Fabricante Liebherr.

3.2.2 Criterios de selección de los equipos de trituración.

Los principales requisitos para poder definir los equipos de trituración de la planta de tratamiento son:

- Dimensión máxima de entrada (D_{80}).
- Dureza y abrasividad del material.
- Humedad y adherencia del material. Plasticidad.
- Caudal.
- Razón de reducción.
- Granulometría del producto de salida.
- Forma del producto de salida.
- Robustez y mantenimiento de la máquina.

A continuación se desarrollan cada uno de estos requisitos.

Dimensión máxima de entrada (D_{80}).

Para el tamaño máximo de alimentación se debe emplear el índice D80 el cual permite definir la etapa de trituración y en consecuencia, el tipo de maquina más conveniente para cada etapa. Este factor se define como el tamaño de la luz de malla del tamiz por el “que pasa” el 80 % de la muestra, que en nuestro caso son los RCD. Este tamaño condiciona la boca de entrada del equipo.

Este D_{80} es difícil de definir para este tipo de plantas de reciclaje debido al heterogéneo origen de los RCD. Por lo que se define un D_{80} de 625 mm y los fragmentos que tengan unas dimensiones superiores a 625 mm se reducirán de tamaño mediante un martillo percutor.

Dureza y abrasividad del material.

La dureza de una roca se entiende como la resistencia a compresión que es capaz de aguantar.

Debido a que los RCD están compuestos de distintos materiales, en la siguiente tabla se encuentran los valores de la resistencia a la rotura por compresión de algunos de los componentes,

MATERIAL	RESISTENCIA A LA ROTURA (kg/cm ²)
Hormigón	150 – 500
Materiales cerámicos	100 - 650
Yesos	20 – 35
Caliza	80 – 1500

Tabla 12. Resistencia a la rotura de algunos materiales. Fuente, “Materiales para la construcción” – Vol. 1, L.Addleson.

Además, según su dureza se pueden clasificar las rocas en:

- Materiales blandos (< 1000 Kg/cm²): Yeso, Pizarras, Carbón, Cal.
- Materiales medios (1000 – 1500 Kg/cm²): Caliza, Dolomias, Areniscas.
- Materiales duros (1500 – 2000 Kg/cm²): Granitos, Basaltos, Mármol.

En este caso, se define que el material a tratar es de dureza *media*, como se trabaja con RCD podríamos encontrar materiales desde blandos a duros pero la mayoría serán del tipo medio y aunque de forma ocasional tengamos materiales duros la maquinaria es perfectamente capaz de asimilarlo. Aunque hay que tener en cuenta que esto supondrá un mayor desgaste en los equipos del previsto para materiales de dureza media.

En cuanto a la abrasividad, debida fundamentalmente al contenido en sílice, es la principal causante del desgaste en los equipos.

En el caso de los RCD, los definimos como medios, por la misma razón que para la dureza.

Las máquinas que mejor comportamiento tienen frente a estas propiedades en la etapa de trituración son:

- Materiales abrasivos: Mandíbulas, giratoria, autógenas.
- Materiales extraduros: Mandíbulas de doble efecto o tipo Blake.
- Materiales duros: Mandíbulas, giratoria, autógenas.
- Materiales medios: Impactos.
- Materiales blandos: Cilindros.

Hay que tener en cuenta que la dureza es un factor excluyente técnicamente para determinado tipo de máquinas, sin embargo la abrasividad puede condicionar el uso económico de las mismas.

Humedad y adherencia del material. Plasticidad.

Frente a este factor, en general son malas todas las máquinas que trabajan por gravedad. En caso donde se encuentre un material con estas propiedades no es recomendable el uso de machacadoras de mandíbulas, ni giratorias. En nuestro caso los RCD se tratan en seco por lo que la humedad será la del ambiente.

Caudal.

Este factor, en las máquinas de presión (giratorias, mandíbulas, cilindros lisos) depende poco de la dureza del material.

En las trituradoras de impactos o en los molinos de cilindros dentados, el caudal si depende de la dureza del material.

El caudal depende del estado de conservación de la máquina, ya sean las mandíbulas, el cóncavo y la campana, etc... Los datos del fabricante en cuanto al caudal se refieren en las trituradoras con revestimientos nuevos. A igualdad de boca de admisión de la trituradora giratoria tiene mayor caudal que la de mandíbulas.

Siendo la producción mínima anual de 74.559 Tn por lo que, trabajando la planta 240 días al año (20 días/mes) y 8 horas al día; la producción en puesto primario debe ser de, al menos, 40 Tn/h.

Razón de reducción.

Se denomina razón de reducción a la relación entre la dimensión de abertura de la malla cuadrada que permite el paso del 80% de la alimentación (D80) y la dimensión de la malla cuadrada que permite el paso del 80% del producto obtenido en la máquina (d80). Y no debe confundirse con la relación entre la boca de admisión y el reglaje de la máquina.

En general en las máquinas de presión (máquinas de fragmentación gruesa), la razón de reducción varía entre 3/1 – 8/1; en máquinas de impacto la razón de reducción puede llegar hasta 30/1 y en las máquinas autógenas se alcanzan razones de 1000/1.

Cabe tener en cuenta que el porcentaje de finos aumenta a medida que aumenta la razón de reducción, este apunte es importante porque nos interesa que nuestro producto final tenga una granulometría continua, con una cantidad más o menos equilibrada de todos los tamaños y con pocos finos por lo que el índice reductor debe ser bajo. Por este motivo, usualmente, se utilizan trituraciones sucesivas ya que producen menos finos que la trituración en una sola etapa.

Granulometría del producto de salida.

Como se describe el capítulo 1, para esta planta la granulometría de los productos deseados son:

Zahorra 0/40 mm.

Forma del producto de salida.

La forma del producto de salida depende de la estructura interna del material, del tipo de roca, y del tipo de trituradoras empleadas.

Esta propiedad se refiere a la mayor o menor cubicidad de las partículas. La cubicidad es la relación entre la superficie de un cubo, de igual volumen que una partícula dada, y la de dicha partícula.

Como regla general, las máquinas que trabajan con razón de reducción media y alimentada a plena carga, dan productos más cúbicos que las subalimentadas o reguladas con razones de reducción próximas a la máxima.

Las giratorias dan mejor cubicidad que las mandíbulas.

Las mandíbulas lisas dan un material más lajosos que las mandíbulas acanaladas.

Las trituradoras de impactos dan, en general, buena cubicidad.

El producto que se quiere obtener es zahorra, cuyo índice de lajas deberá ser inferior a 35, por ello es necesario tener especial cuidado a la hora de producir un material con cierta cubicidad.

Robustez y mantenimiento de la máquina.

En este apartado hay que tener en cuenta las consideraciones siguientes.

En pequeñas instalaciones, interesan máquinas de una elevada robustez y mantenimiento sencillo, aunque ello conlleve disminuir el rendimiento de la operación, ya que en este tipo de máquinas suelen tener un mantenimiento bajo.

En instalaciones grandes, interesan maquinas con grandes rendimientos y por ello una robustez no tan elevada debido a que este tipo de máquinas tienen un alto grado de sofisticación y un elevado mantenimiento..

3.2.2.1 Selección de los equipos de trituración en la planta.

En función de los parámetros que se han definido en el apartado anterior, se van a elegir los equipos de trituración necesarios para lograr los productos deseados.

Por las consideraciones descritas anteriormente, por ejemplo el hecho de producir menos finos, se decide realizar la trituración en dos etapas: trituración primaria y trituración secundaria.

3.2.2.2 Elección del equipo de trituración primaria.

Al puesto primario llegan los residuos procedentes de diversas construcciones y demoliciones. Los bolos que llegaran serán de gran tamaño, por lo que será necesario triturarlos para poder llevar el material en por transportadores de banda para posteriores etapas de trituración.

Para triturar el material en el puesto primario, se suele optar entre tres tipos de trituradoras:

- Trituradoras giratorias.
- Machacadoras de mandíbulas.
- Molino de impactos.

Para elegir la maquina más adecuada para la planta, hay que regirse por los factores que ya se avanzaron en el apartado anterior. Los factores que afectan, principalmente, en la elección entre estos dos equipos son:

- Tamaño máximo de bloque (D_{80})
- Caudal
- Resistencia a compresión simple y abrasión

Para un caudal de 40Tn/h, y un tamaño de bloque de hasta 150 mm, se estima que la trituradora ideal es una machacadora de mandíbulas.

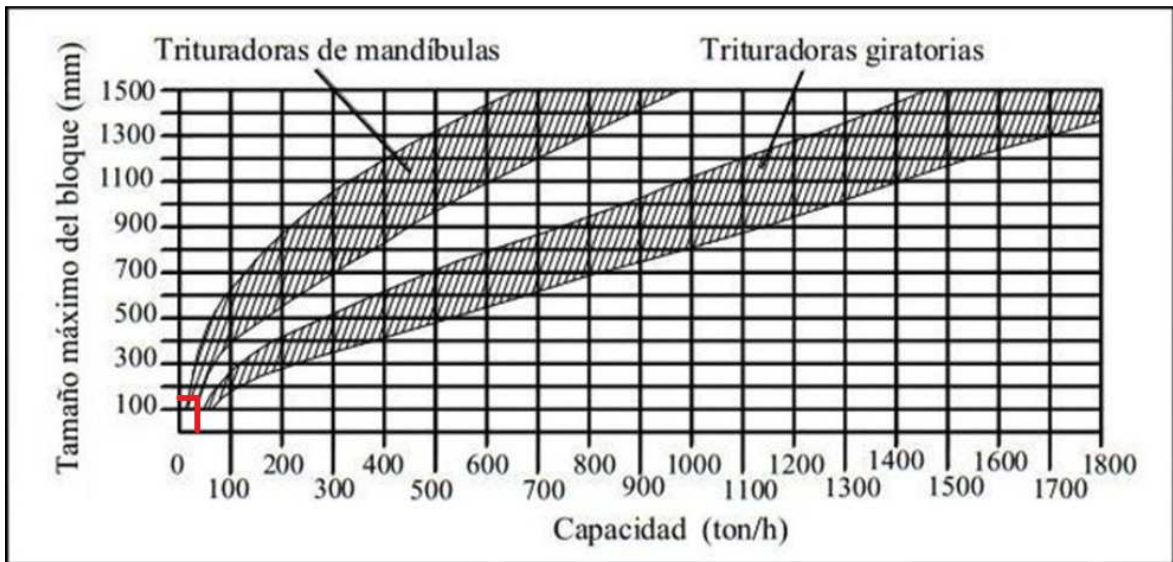


Figura 13. Machacadora de mandíbulas vs Giratorio.

No obstante atendiendo a factores como la resistencia a la compresión simple o la abrasividad, además del caudal, la elección del equipo más apropiado se puede hacer siguiendo el gráfico de la figura 14.

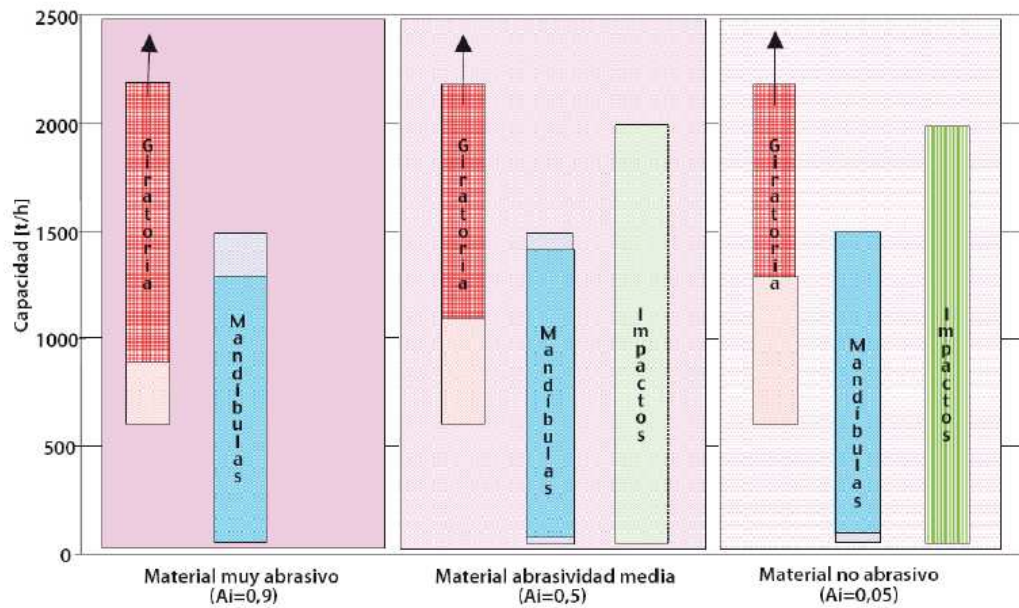


Figura 14. Selección del triturador en función del caudal y la abrasividad.

Atendiendo a este gráfico, con los datos definidos con anterioridad, se puede afirmar que el equipo más apropiado para realizar la trituración primaria es la machacadora de mandíbulas.

En conclusión, con el análisis realizado de todos los factores y con la información que nos aportan las últimas gráficas se elige como equipo de trituración primaria la ***machacadora de mandíbulas***.

3.2.2.2.1 Dimensionado de la machacadora de mandíbulas.

A la hora de dimensionar la machacadora de mandíbula se debe tener en cuenta los siguientes parámetros básicos:

- Tamaño máximo de alimentación D_{80} y boca de admisión.
- Caudal y reglaje.

El tamaño máximo de alimentación D_{80} será el tamaño máximo de la malla que permita pasar el 80% del material. El tamaño máximo de alimentación siempre debe ser menor que el 80 % de la dimensión de la boca de entrada. Por lo tanto, los parámetros son los siguientes.

Tamaño máximo de bloque	500 mm
Anchura de boca de admisión	625 mm
Caudal	40 Tn/h

Tabla 13. Parámetros para el dimensionado de la machacadora de mandíbulas.

Como se muestra en la tabla anterior, la anchura de admisión de la machacadora debe ser al menos de 625 mm, en caso de que se encuentre bolos de mayor tamaño serán seleccionados antes de entrar en la tolva de la machacadora y serán reducidos con un martillo hidráulico.

El reglaje de la machacadora de mandíbulas se establece de tal forma que con el cierre con el que se dote a dicha machacadora, entre el 70 y el 80 % del material triturado pase por una malla de determinado tamaño. De esta forma también se controlará la producción del primario, ya que cuanto mayor sea el cierre, menor será la producción.

Se tomará el índice de reducción como 1/5 de la admisión, siendo la admisión 625 mm el reglaje, d_{80} de 130 mm.

La trituradora que cumple con estas características es la PEGSON PREMIERTRAK 1165 HR cuyas características se detallan a continuación.

3.2.2.2.2 Características del equipo de trituración primaria. Machacadora de mandíbulas.

Como se ha indicado, para la trituración primaria se ha elegido el equipo móvil PEGSON PREMIERTRAK 1165HR, se ha elegido este equipo porque además de cumplir con las características de dimensionado, es un equipo móvil lo que lo hace más versátil. Se trata de equipo de segunda mano por lo que la inversión inicial disminuye, además lleva incorporada la tolva de alimentación por lo que ya está dimensionado para la misma y consta de su propio separador magnético que hace un precibado de los residuos férricos para así hacer más eficiente las siguientes fases del proceso.

El equipo se desplaza sobre un tren de rodaje formado por cadenas extra fuertes para terrenos duros con una anchura de 0,5 m y centros 3,8 m que alcanza velocidades de entre 0,321 y 0,96 km/h.

El motor de accionamiento es un Caterpillar C9 230 CV – 172 Kw a 1600 rev/min, que está provisto de un sistema de seguridad, un pre-filtro de aire ‘Turbo Cleaner’ y la capacidad del tanque de gasoil es de 431 l.

En la tabla 13, se describen algunos datos de carácter general de la planta móvil:

Altura para trabajo (m)	4,314
Altura para transporte (m)	3,470
Longitud de la máquina (m)	14,184
Anchura de la máquina (m)	2,800
Peso de la máquina (kg)	46.590

Tabla 14. Datos de la planta móvil.



Figura 15. Fotografía del equipo de trituración primaria.

A continuación se describen los equipos que a su vez forman el equipo móvil:

3.2.2.2.2.1 Tolva

El material que entra en la planta es descargado en una tolva de dimensiones 2,42 m x 4,57 mm. Las paredes están reforzadas con paredes Hardox y pueden ser accionadas hidráulicamente para poder ser plegadas en caso de ser necesario.

3.2.2.2.2.2 Alimentador vibrante.

El material acumulado en la tolva es descargado mediante un alimentador de cama vibrante de 4,26 m x 1,06 m, que lo conduce hasta la boca de la machacadora para ser triturado.

3.2.2.2.2.3 Machacadora de mandíbulas.

El equipo que se utiliza es una machacadora de mandíbulas de simple efecto **PEGSON PREMIERTRAK 1165 HR**, montada sobre un equipo móvil.

La boca de alimentación es de 1100 mm x 650 mm por lo que los bolos de tamaño superior a estas dimensiones son reducidos previamente de tamaño con el martillo percutor. La mandíbula es de alto movimiento consiguiendo altas producciones. La apertura de salida se ajusta de forma manual desde 50 a 125 mm, en nuestro caso está ajustada en 100 mm. La boca de trituración está protegida con recubrimientos tipo Hardox.

La transmisión se realiza de forma directa del motor mediante embrague hidráulico HFO. La lubricación se realiza por engrasadores y además el equipo consta de un sistema de protección de la mandíbula para intriturbables.

3.2.2.2.4 Cinta transportadora y separador electromagnético.

Una vez que el material sale de la machacadora, es conducido mediante una cinta transportadora para ser acopiado pasando previamente por un separador magnético de tipo Overband. La banda de la cinta transportadora es de 1m de anchura y una longitud de 4 m con 3 capas. La altura de descarga es de 3,6 m.

El imán Overband consta de una cinta transportadora de banda de goma que gira sobre dos rodamientos en cuyo interior se integra un imán permanente que permite la captación de residuos metálicos de naturaleza ferromagnética. El imán es de “Strontium Ferrite Anisotropic” (Ferrita de estroncio anisotrópico) de 1000 mm y tiene una potencia de 570 gauss a altura de 200mm y 400 gauss a altura de 250 mm.

La banda de goma móvil con paleta arrastradora que cubre los imanes se encarga de evacuar los residuos metálicos atraídos por el imán a un contenedor lateral para su posterior tratamiento.



Figura 16. Detalle del imán en la machacadora

Se adjunta el plano del equipo en el Capítulo 4.

3.2.2.3 Equipo de trituración secundaria.

Para la trituración secundaria, teniendo en cuenta lo descrito en el apartado 3.2.2, se ha elegido como equipo óptimo un molino de impacto de eje horizontal.

Se ha elegido esta opción porque frente a los demás equipos empleados normalmente en trituración secundaria, estos equipos dan al producto final una mayor cubicidad, propiedad muy importante en los áridos. Además estos equipos permiten obtener áridos con una granulometría continua.

Para el dimensionamiento de estos equipos se debe tener en cuenta principalmente la producción o caudal y el tamaño máximo de alimentación (D_{80}) y del producto (d_{80}).

En este caso, la producción máxima será de 40 Tn/h, el tamaño máximo de alimentación será de 130 mm y el tamaño de salida deseado es de 40 mm.

El equipo elegido es del fabricante Hazemag, que oferta los siguientes equipos.

Type	Rotor Dimensions		Capacity 95% < 35 mm [t/h]	Hard Rock			Soft to Medium hard, Low abrasive		
	Φ x Width [kW]	Height x Width [mm]		Edge-Length of Lump [mm]	Installed Power [kW]	Weight [kg]	Edge-Length of Lump [mm]	Installed Power [kW]	Weight [kg]
HSI 1007	1.030 x 670	495 x 690	40-90	180	90-132	6.950	300	55-110	6.100
HSI 1010	1.030 x 1.000	495 x 1.020	90-120	180	132-200	8.500	300	110-160	7.350
HSI 1014	1.030 x 1.340	495 x 1.360	120-160	180	200-250	10.900	300	160-200	9.500
HSI 1414	1.340 x 1.340	580 x 1.360	160-300	220	250-400	16.800	350	200-355	13.500
HSI 1420	1.340 x 2.010	580 x 2.020	300-420	220	400-630	24.000	350	355-500	20.800
HSI 1625	1.540 x 2.500	710 x 2.520	400-600	280	710-900	36.000	450	500-710	32.000
HSI 1630	1.540 x 3.000	710 x 3.020	600-700	280	900-1000	43.500	450	710-900	38.700

Figura 17. Tabla con información de los molinos de impacto Hazemag.

El modelo elegido es el HSI 1007 que cubre los requerimientos del dimensionamiento.

3.2.2.3.1 Características del equipo de trituración secundaria. Molino de impacto.

Por último se emplea un **molino Hazemag HSI 1007** para obtener el producto final, una zahorra de granulometría entre 0 y 40 mm.

Este es un molino de impacto que consta de un rotor de 1.030 mm de diámetro y 670 mm de ancho con cuatro barrones que al girar lanzan el material contra las placas de impacto.

Las dimensiones de la boca de alimentación son de 495 x 690 mm y el tamaño máximo de alimentación de 300 mm. El tamaño máximo de salida es de hasta 70 mm, estando ajustado para que el tamaño máximo sea de 40 mm.

La producción de este equipo es de 40-90 Tn/h, la potencia instalada varía entre 55 y 110 kW y el peso es de 6100 kg.

Este equipo da un producto con una curva granulométrica que se ajusta a las de la figura que se detalla a continuación.

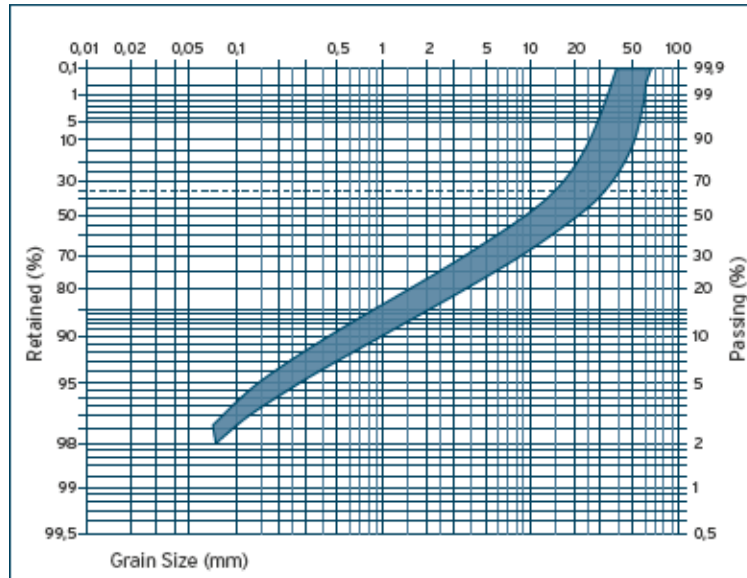


Figura 18. Posibles curvas granulométricas del producto según fabricante.

Se adjunta el plano del equipo en el Capítulo 4.

3.2.3 Criterios de selección del equipo de clasificación.

La clasificación es una operación obligada para cumplir con las especificaciones necesarias para que el producto pueda ser comercializado.

La clasificación se usa con los siguientes fines:

- Eliminar los finos y evitar la aparición de sobretriturados en las trituradoras.
- Separar por tramos granulométricos para su posterior comercialización.

En este caso se realiza para eliminar finos y evitar la sobreproducción de finos.

La selección de la máquina de cribado debe atender a los siguientes factores:

- Selección cualitativa: Tipo de criba, tipo de superficie cribante,... Todo ello en función de las características del material a cribar y los requerimientos de comercialización.
- Selección cuantitativa: Dimensiones de la criba. Esta selección se hace mediante datos y formulas empíricas.

Entre las diferentes máquinas que existen en el mercado para la clasificación de áridos como son:

- Criba de parrilla.
- Criba de rejillas.
- Cribas curvas.
- Tromel.
- Parrilla Ross
- Criba de discos.
- Criba de rodillos.
- Criba de sacudidas.
- Criba de resonancia.
- Criba Morgensen.
- Criba de vibración circular o elíptica.
- Criba de vibración rectilínea.

Se van a elegir las cribas de vibración circular, ya que presentan varias ventajas respecto a las demás. La capacidad, sobre todo en los tamaños más finos, es mucho

mayor que en cualquiera de los otros tipos de cribas. Además presenta las siguientes ventajas:

- La exactitud de la selección de tamaños.
- El aumento de la capacidad por unidad de área.
- El bajo coste de mantenimiento por tonelada de material tratado.
- Ahorro en el espacio necesario para la instalación.

También puede tener de una a cuatro bandejas además de un gran campo de aplicación que va desde 0,3-120mm hasta 200-300mm.

Este tipo de cribas suele tener una inclinación entre 15° y 20° necesaria debido a su vibración perpendicular a la superficie de cribado de 650 a 3000 r.p.m.

La elección de la futura criba dependerá de la capacidad necesaria para tratar un caudal de material por m² de paño de la criba.

Aunque existen un gran número de métodos para calcular y dimensionar las cribas vibrantes, se pueden agrupar en dos grandes grupos:

-**Método de alimentación**, basado en la masa sólida por unidad de tiempo que puede alimentarse a una superficie específica de malla de una determinada luz de paso.

-**Método pasante**, basado en la masa sólida por unidad de tiempo que pasa por una superficie específica de malla de una determinada luz de paso.

Existe otro método híbrido entre el método de alimentación y el método pasante, propuesto en 1.999 por Juan Luis Bouso que es el más empleado en la actualidad.

Este método está basado en una serie de fórmulas empíricas basadas en la experiencia de los fabricantes de cribas.

El método de cálculo se basa en la determinación de la superficie de cribado mediante la siguiente expresión,

$$S = \frac{T}{B \times F_t} = \frac{T}{B_c}$$

Siendo,

$S = \text{Área de la criba necesaria, en } m^2$

$T = \text{Tonelaje a tratar } Tn/h$

$B = \text{Capacidad específica o básica, en } (Tn/m^2 \cdot h)$

$B_c = \text{Capacidad específica o básica corregida, en (Tn/m}^2 \cdot \text{h)}$

$F_t = \text{Factor total de corrección de la capacidad básica, sin unidades}$

El factor total de corrección **F_t** se obtiene del producto de factores de corrección de distintos parámetros de la criba.

No obstante hay que destacar, que en la mayoría de las ocasiones, en el momento de realizar el cálculo de la superficie de cribado se desconocen muchas de las variables y condiciones mencionadas anteriormente, por lo que la imaginación y destreza del técnico, junto con el método que finalmente seleccionemos conducirá a resultados diferentes. En definitiva, son métodos basados en la experiencia.

3.2.3.1 Dimensionado de la criba por el método híbrido de Bouso.

Atendiendo a lo expuesto en el apartado anterior se va a dimensionar una criba a la que llegará el material procedente de la trituración primaria a través de una cinta, procedente de la tolva – alimentador vibratorio que a su vez será alimentada mediante una pala cargadora que carga el material de un prestock realizado con el producto de la machacadora de mandíbulas.

Así a la criba llegará un material con una granulometría como se muestra a continuación,

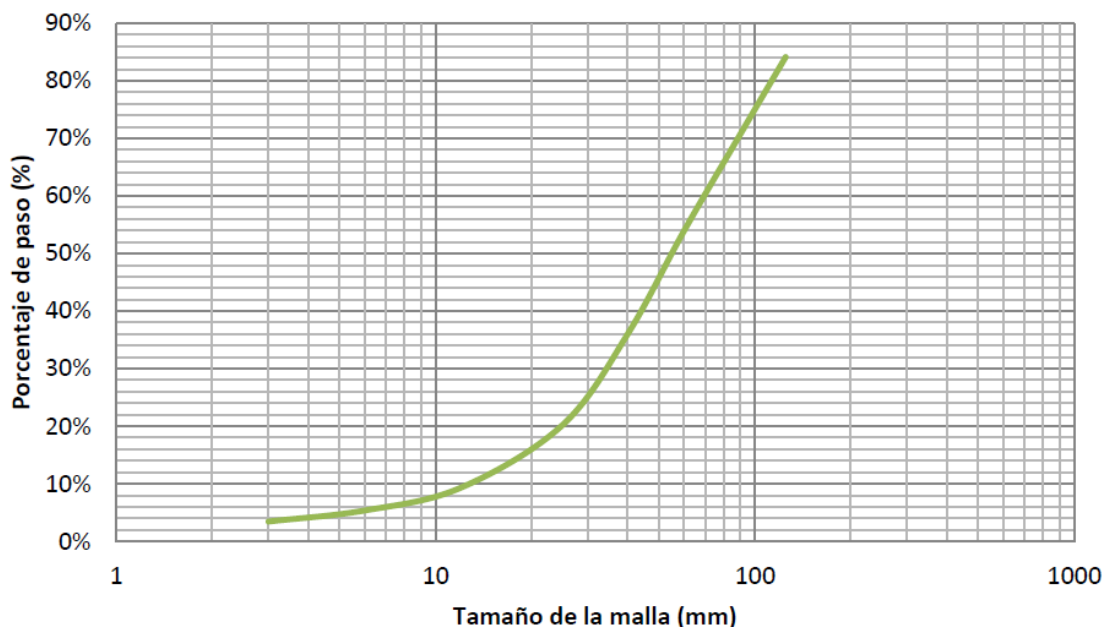


Figura 18. Curva granulométrica de alimentación a la criba.

A continuación vamos a ir calculando las variables de la expresión del método de Bousso,

$$S = \frac{T}{B \times F_t} = \frac{T}{B_c}$$

Siendo,

S = Área de la criba necesaria, en m²

T = Tonelaje a tratar Tn/h

B = Capacidad específica o básica, en (Tn/m² · h)

B_c = Capacidad específica o básica corregida, en (Tn/m² · h)

F_t = Factor total de corrección de la capacidad básica, sin unidades

1º. Capacidad básica o específica.

Los datos de partida son,

- Densidad aparente: 1.6 Tn/ m³
- Malla de luz determinada, de alambre de acero y con área libre del 50 %, colocada en la primera posición de la criba.
- Instalada con una inclinación de 20°.
- El material de alimentación tiene un contenido de partículas superiores a la luz de malla (rechazo) del 25 %, y de partículas inferiores al tamaño mitad de la malla (semitamaño), del 40 %
- Eficiencia del cribado considerada del 94 %

En la siguiente tabla, obtenida bajo las condiciones descritas, se exponen las capacidades básicas en función de la abertura de malla y del tipo de material, ya sea triturado o natural.

Abertura de malla (mm)	Material	
	Triturado	Natural
0,8	3,4	4,4
1	3,7	4,9
1,25	4,1	5,5
2	5,3	7,1
4	8	10,5
5,6	10	13
6,3	10,8	14
8	12,5	16
10	14,4	18,6
12,5	16,6	21,5
16	19	25,1
20	22	29
25	26	33,4
30	30	37,9
40	34,7	42,5
50	39	47,4
63	44	52
80	49	57
100	56	63

Figura 19. Tabla de valores de la Capacidad básica B en Tn/ m² · h

Por tanto para la abertura deseada, 4 mm y un material triturado, la capacidad básica es 8 Tn/ m² · h.

2º. Factor de corrección de la densidad (f_d).

Los valores de la capacidad básica están basados en un producto de densidad específica **1,6 Tn/m³**, por lo que cualquier otro producto de distinta densidad tendrá una capacidad proporcional a la misma, es decir, el valor de la capacidad básica deberá ser corregido con un factor f_d .

$$f_d = \frac{\rho}{1,6} = \frac{0,9}{1,6} = 0,5625$$

Puesto que tendremos materiales con distintas densidades que varían entre 1.200 kg/m³ y 600 kg/m³ según sean los componentes mayoritarios (hormigón, asfalto, materiales cerámicos, papel...). Se toma como valor de densidad la media entre ambos, 0,9 Tn/ m³.

3°. Factor de corrección del rechazo (f_r).

La capacidad básica considera un producto de alimentación con un 25 % de rechazo, por lo que cualquier otro porcentaje, significa que debe corregirse la capacidad básica con un factor f_r . Dicho valor viene tabulado en la siguiente tabla.

% R	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Factor f_r	1,1	1,08	1,06	1,04	1,02	1	0,98	0,96	0,94	0,92
R	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Factor f_r	0,9	0,88	0,86	0,84	0,8	0,76	0,7	0,64	0,55	0,4

Figura 20. Corrección del rechazo.

Para un rechazo del 94% f_r es 0,4.

4°. Factor de corrección de semitamaño (f_s).

La capacidad básica se calcula en base a un producto que contiene un 40 % de las partículas más finas que la mitad de la luz de la malla, por eso cualquier desviación debe ser corregida aplicando un factor f_s .

% S	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Factor f_s	0,5	0,55	0,6	0,65	0,72	0,77	0,85	0,92	1	1,1
% S	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Factor f_s	1,2	1,3	1,45	1,6	1,75	1,95	2,2	2,55	3	3,65

Figura 21. Corrección de semitamaño.

Para un porcentaje cercano a 0 f_s es 0,5.

5°. Factor de corrección de eficiencia de la clasificación (f_e).

Los valores de capacidad se calculan en base a una eficiencia o rendimiento de cribado, E , del 94 %, es decir, el 6 % de las partículas finas que debería haber pasado por la luz de la malla no pasaron, por lo que cualquier divergencia con esta hipótesis debe ser corregida con un factor de eficiencia f_e .

% E	98	96	94	92	90	85	80
Factor f_e	0,6	0,85	1	1,05	1,12	1,26	1,41
% E	75	70	65	60	55	50	45
Factor f_e	1,56	1,7	1,85	2	2,1	2,3	2,35

Figura 22. Corrección de eficiencia de la clasificación.

6°. Factor de corrección del ángulo de inclinación de la criba (f_i)

Los cálculos de la capacidad básica han sido hechos en cribas inclinadas, por lo cual el factor a aplicar en ese caso sería $f_i = 1$. En otros casos habrá que aplicar un factor según lo indicado a continuación:

Ángulo de inclinación	0°	5°	10°	15°	20°
Factor f_i	1,56	1,7	1,85	2	2,35

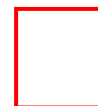


Figura 23. Corrección del ángulo de inclinación de la criba.

Por tanto, el valor f_i es de 2,35.

Factor de corrección del área libre de paso (f_o)

Los cálculos de la capacidad básica han sido realizados con mallas de alambre de acero, de ejecución media, es decir, con un diámetro de hilo medio de acuerdo a la luz de la malla, lo que da una área libre de paso determinada (se ha considerado un 50 %). Normalmente, el área libre de paso para las mallas industriales varía entre un 30 % y un 75 %.

Las mallas de tipo pesado se construyen con hilo más grueso, tienen menor área libre y resisten mejor el desgaste. A continuación se expone los factores de corrección del área libre de paso.

Para una luz de malla de 4 mm la superficie libre es del 45%, por tanto f_o es 0,9.

% Área libre	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Factor f_o	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

Figura 24. Corrección del área libre de paso.

7°. Factor de corrección de la posición de la malla en la criba (f_p)

Las partículas al caer sobre la criba debido a su componente de avance horizontal describen una parábola, lo que significa que los paños inferiores no son aprovechados en toda su longitud, por lo que la superficie efectiva de cribado es menor a medida que la malla está colocada en las posiciones más inferiores. Consecuentemente hay que aplicar un factor corrector en función de la posición del paño de cribado, f_p .

Posición de la malla	Primer Piso	Segundo Piso	Tercer Piso	Cuarto Piso
Factor f_p	1	0,9	0,8	0,7

Figura 25. Corrección de la posición de la malla en la criba.

8°. Superficie de cribado (S).

Finalmente, se calcula la superficie de cribado mediante la siguiente expresión,

$$S = \frac{T}{B \times F_t} = \frac{T}{B_c}$$

El factor de corrección total (F_t) será,

$$F_t = f_d \cdot f_r \cdot f_s \cdot f_e \cdot f_i \cdot f_o \cdot f_p = 0,5625 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 2,35 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,24$$

La capacidad básica, para un material triturado y una abertura de malla de 4 mm tiene un valor de $B = 8 \text{ Tn/m}^2 \cdot \text{h}$, por lo que la capacidad básica corregida es:

$$B_c = B \cdot F_t = 8 \cdot 0,24 = 1,92 \text{ Tn/m}^2 \cdot \text{h}$$

El tonelaje que recibe esta criba es de 7,5 Tn/h, por lo que la superficie de cribado necesaria es:

$$S = \frac{T}{B_c} = \frac{7,5}{1,92} = 3,9 \text{ m}^2 \cong 4 \text{ m}^2$$

Anchura y longitud mínimas de la criba:

$$A = 1000 \cdot \left(\frac{S}{2,5}\right)^{0,5} = 1000 \cdot \left(\frac{4}{2,5}\right)^{0,5} = 1265 \text{ mm}$$

$$L = A \cdot 2,5 = 3163 \text{ mm}$$

Por tanto, la criba a elegir tendrá unas dimensiones mínimas (longitud x anchura) de 3163 mm x 1265 mm. En la siguiente tabla podemos ver las cribas del fabricante Sandvik, que son las que más se ajustan a las necesidades requeridas.

Model*	Dimensions WxL mm / WxL ft	Weight 2 decks kg	Weight 3 decks kg	Weight 4 decks kg
SC124_	1200x3600 / 4x12	4200	5100	-
SC154_	1500x3600 / 5x12	4700	-	-
SC155_	1500x4800 / 5x16	5700	6800	-
SC185_	1800x4800 / 6x16	6200	8300	-
SC186_	1800x6000 / 6x20	7400	9800	12000
SC215_	2100x4800 7x16	7100	9200	-
SC216_	2100x6000 / 7x20	7900	10900	-

Figura 26. Tabla de dimensiones de los modelos de criba de Sandvik.

Según las características de las cribas ofrecidas el fabricante y los cálculos realizados, se elige la criba **Sandvik SC1542**.

3.2.3.2 Características criba.

Este equipo es una criba Sandvik SC1542. La caja de la criba es de 3,37 m x 1,52 m y está constituida por chapa antidesgaste de 8 mm, además consta con un sistema "huck bolt" para evitar rajadas de soldadura. La inclinación de la caja es ajustable hidráulicamente entre 15° - 18°.

Tiene dos paños de cribado, la luz de malla superior es de 40 mm y la inferior de 4 mm, pero en este caso solo se está utilizando la luz de malla inferior.

El movimiento se realiza a alta frecuencia para conseguir el máximo cribado, a una velocidad de 860 rpm por un motor de 10 CV y un sistema de dos rodamientos con protección IP55.

La caja de criba está sobre una estructura robusta soldada y atornillada y consta con una plataforma de mantenimiento con acceso a todas partes de la criba pudiendo acceder a la misma a través de una escalera.

3.2.4 Criterios de selección de la tolva-alimentador vibrante.

Para alimentar la criba dimensionada anteriormente es necesario utilizar un alimentador vibrante el cual se dimensiona a continuación.

El primer parámetro que se tiene en cuenta a la hora de seleccionar un alimentador vibrante es la producción básica o producción nominal.

Posteriormente se tiene en cuenta el tamaño del producto. Normalmente las producciones indicadas son válidas cuando:

- El tamaño del producto no excede del 10% de la anchura de la bandeja. Los alimentadores vibrantes sí pueden extraer partículas mayores, pero con una reducción de la producción.

- El tamaño del producto no excede del 30% de la apertura máxima de salida entre la tolva y la bandeja. En caso contrario se deberán colocar cadenas de retención.

- El contenido en finos ($X < 0,3 \text{ mm}$) es inferior al 5%.

En este caso la producción máxima es de 40 Tn/h y el tamaño máximo de alimentación es de 130 mm.

Teniendo en cuenta estas premisas se escoge la tolva-alimentador vibrante del fabricante Roher.

SERIE AVP		9.40	11.50	13.50	17.70
Ancho útil	mm	900	1.100	1.300	1.700
Largo total	mm	4.000	5.000	5.000	7.000
Potencia	kW	2 x 7	2 x 7,6	2 x 9	2 x 19
Producción*	t/h	80 - 400	150 - 600	200 - 800	250 - 1000
Peso ⁽¹⁾ aproximado	kg	3.500	4.600	5.700	9.400

también disponible serie AVP/G (serie AVP con precibado)

* valores orientativos (calculados para una densidad de material de $1,6 \text{ t/m}^3$)

⁽¹⁾ valores sólo máquina, sin soporte

Figura 27. Modelos de alimentadores primarios del fabricante Roher.

Finalmente el modelo elegido es de serie AVP/G 9,40 por ser el que más se ajusta a las necesidades de alimentación de la criba. Se elige con precibado, que estará formado por unos barrones.

3.2.4.1 Características del alimentador vibrante elegido.

El alimentador está constituido por una cama vibrante de chapa anti desgaste de 4 m x 1.15 m siendo el ancho útil de 0,9 m, inclinable entre 1° y 4°. La vibración es proporcionada por dos motores de 7 kw y tanto la velocidad de alimentación como la frecuencia son regulables. La cama vibrante va apoyada en unos soportes de goma y va atornillado a los perfiles IPB de la estructura principal. Ambos equipos van sobre un bloque de hormigón que a su vez está anclado a la losa.

Al elegir la opción con precibado el equipo incluye una tolva cuyas dimensiones superiores son de 4.70m x 2.48m y 8 m³ de capacidad, los laterales de la misma son de chapa de 10 mm de espesor y tienen 45° de inclinación. Las dimensiones inferiores son de 3.95 m x 1.08 m con el fin de evitar atascos. Está construida en acero resistente de 4 mm sujeta a la estructura de la unidad.

Además consta de una parrilla con trece barrones perpendiculares al largo de la tolva. La parrilla está instalada de forma que en su lado derecho está apoyada en la tolva y en el izquierdo se encuentra elevada unos 0.03 m de forma que entre la superficie de la tolva y la parrilla se forma una cuña. Este sistema facilita la evacuación del rechazo del precibado.



Figura 28. Equipo de alimentación.

3.2.5 Selección del separador electromagnético.

El separador electromagnético de limpieza automática (Overband) está diseñado para extraer y recuperar las piezas ferro magnéticas que se encuentran entre el material que circula por una cinta.

Se compone por un potente electro-imán que forma a su vez la estructura principal o cuerpo soporte de una pequeña cinta nervada que envuelve al electro-imán. Unos pequeños bastidores solidarios al electro-imán soportan los tambores motriz y de reenvío y el motor- reductor para el arrastre de la cinta.

La pieza ferromagnética que circule por la cinta transportadora, al entrar en el campo magnético generado por el electro-imán, es atraída y asciende hasta la cinta que rodea al electro-imán.

Los nervios de esta cinta arrastran a las piezas férricas hasta sacarlas del campo magnético generado por el electro-imán en donde se desprenden libremente.

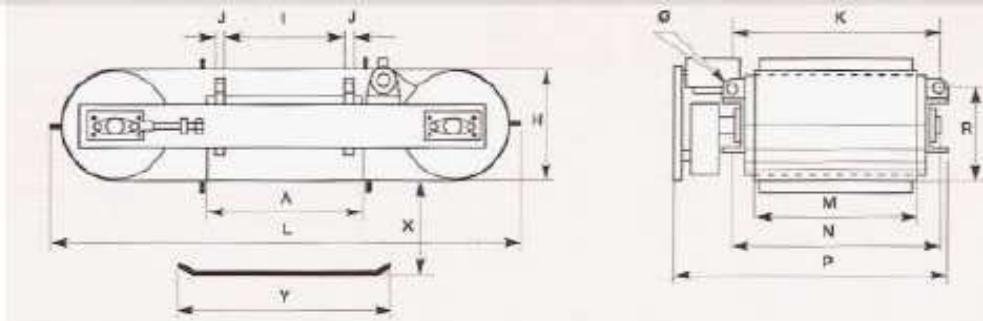
El montaje de estos separadores puede realizarse de forma transversal sobre la cinta transportadora o de forma longitudinal en cabeza de cinta.

La elección del separador ideal y el montaje más adecuado va a depender de diversos factores:

- Tipo de producto.
- Velocidad y caudal del transporte.
- Granulometría.
- Dimensiones del material magnético.

En esta planta los materiales susceptibles de este equipo serán del tipo acero, la velocidad de la cinta transportadora es de 2,2 m/s, el tamaño máximo de las partículas es de 130. Las dimensiones del material magnético son variables.

Con estos datos de diseño el electroimán a instalar debe ser de un tamaño pequeño, adecuado para el volumen a tratar en la planta. Los equipos que oferta el fabricante Selter son los siguientes,



ART. N°	pot. iman kW	ancho cinta Y	distanc. máx. trabajo X	pot. motor kW	A	H	I	J	K	L	M	N	P	R	Ø	Peso Kg
28.150	1,95	500	200	1,5	400	450	320	30	725	1950	500	750	1000	400	31	820
28.151	2,55	500	280	1,5	400	450	320	30	875	2050	650	950	1200	400	31	1040
28.152	3	500	350	1,5	400	450	320	30	1025	2150	800	1050	1300	400	31	1180
28.153	2,25	650	200	1,5	500	450	420	30	725	2050	500	750	1000	400	31	970
28.154	2,85	650	280	1,5	500	450	420	30	875	2150	650	950	1200	400	31	1180
28.155	3,5	650	350	1,5	500	450	420	30	1025	2250	800	1050	1300	400	31	1350
28.156	4,44	650	420	2,2	500	450	420	30	1225	2410	1000	1310	1500	400	31	1680
28.157	2,6	800	200	1,5	650	450	570	30	725	2200	500	750	1000	400	31	1200
28.158	3,2	800	280	1,5	650	450	570	30	875	2300	650	950	1200	400	31	1410
28.159	3,9	800	350	1,5	650	450	570	30	1025	2400	800	1050	1300	400	31	1650
28.160	5	800	420	2,2	650	450	570	30	1225	2560	1000	1310	1500	400	31	2050
28.161	7,1	800	500	3	650	600	550	40	1500	3000	1200	1560	1810	550	41	3060
28.162	3,66	1000	280	1,5	800	450	720	30	885	2450	650	950	1200	400	31	1630
28.163	4,35	1000	350	1,5	800	450	720	30	1025	2550	800	1050	1300	400	31	1940
28.164	5,6	1000	420	2,2	800	450	720	30	1225	2710	1000	1310	1500	400	31	2450
28.165	7,9	1000	500	3	800	600	700	40	1500	3150	1200	1560	1800	550	41	3620

Figura 28. Tabla equipos Overband.

Se elige el modelo 28.151 por ser el que mejor se aproxima ajusta a las características requeridas.

3.2.5.1 Características del separador magnético Overband.

El separador electromagnético es del fabricante Selter modelo 28.151 está formado por un electroimán constituido por potentes bobinas hechas de aluminio que tienen una potencia de 2,55 kW. Los tambores tienen forma cóncava para facilitar que la trayectoria de la cinta se autoajuste. El sistema de conducción es un motor reductor acoplado al eje o un motor reductor separado con transmisión por correa en V. La potencia eléctrica es trifásica 380 V 50 Hz.

El equipo va montado sobre una estructura formada por un marco robusto soldado y atornillado de HRC con una caja de acero inoxidable para el montaje del imán y chapas de seguridad para la protección de tambores y etc. Además es regulable en altura para situarlo a la distancia óptima respecto a la cinta de triaje.

La cinta de autolimpieza es de goma sintética con palas de arrastre, la banda de 0,5 m de anchura. Está accionada por un motor de 1,2 kW con protección IP-55, rodamientos SKF fácilmente engrasables y cuatro puntos de suspensión.

Otros datos de carácter general son,

Altura (m)	0,450
Anchura (m)	0,650
Longitud (m)	2,05
Peso de la máquina (kg)	1.040 kg

Tabla 15. Datos generales del separador magnético.

3.2.6 Equipo soplador para separación de elementos ligeros.

Este equipo es el encargado de eliminar los residuos ligeros como plásticos, papel o cartón de la fracción valorizable, está constituido básicamente por un ventilador que hace incidir aire a una determinada velocidad sobre el material que va pasando por una cinta transportadora (CT-04), el aire arrastra los elementos ligeros por un canal hasta depositarlos en un contenedor, quedando la fracción que queremos valorizar libre de estos residuos.

Se trata de un ventilador centrífugo que está fabricado en chapa de 3 mm y tiene un rotor encajado y montado en dos rodamientos. El diámetro del rotor es de 940 mm y las revoluciones 940 rpm. La transmisión es directa por un motor eléctrico de 15 kW con protección IP 55. Por último el rendimiento del equipo es de 23000 cuf /min (652 m³/min).

La entrada de aire es regulable mediante un sistema de compuertas y las cuchillas de aire a la salida son intercambiables, además consta de un canal de conducción al contenedor donde son acopiados los residuos.

3.2.7 Selección cintas transportadoras.

En la parte “fija” de la planta de tratamiento son necesarios los siguientes transportadores de banda,

CT-01	Transportador de salida de tolva- alimentador vibratorio a criba. Fracción 0-130 mm
CT-02	Transportador de pasante criba (fracción inferior a 4 mm) a stock.
CT-03	Transportador rechazo criba (fracción 4-130 mm) a equipo soplador.
CT-04	Transportador (fracción 4-130 mm) a pasando por cabina de triaje a stock

Tabla 16. Enumeración de las cintas transportadoras.

3.2.7.1 Criterios de selección.

Los datos de partida para el dimensionado y diseño de un transportador son:

- Tonelaje horario
- Perfil de la ruta de transporte
- Frecuencia de cambios de situación
- Características del material a transportar

En cuanto al **tonelaje**, se debe conocer el tonelaje horario máximo esperado y el tonelaje medio.

De la **ruta de transporte** es preciso conocer la longitud total y parcial en tramos rectilíneos; el desnivel en el punto de descarga, así como en los extremos de los tramos rectilíneos; los tramos ascendentes y descendentes en el perfil de transporte y la situación de las estaciones motrices.

En función de los **cambios de situación**, se determinará el grado de movilidad de la cinta y el tipo de bastidor de esta.

Las propiedades del **material** que hay que considerar son:

- Granulometría
- Densidad
- Ángulo de reposo

- Alterabilidad en diferentes condiciones

Los **parámetros finales de diseño** se concentrarán en la:

- Anchura y velocidad de la banda.
- Resistencia al movimiento y potencia de accionamiento
- Tensiones máximas
- Tipo de banda

Producciones horarias de los transportadores de banda.

La anchura de banda viene determinada por la capacidad de transporte que se precisa o por el tamaño máximo del material.

La producción es proporcional a:

- la velocidad de la cinta
- al área de la sección transversal del material sobre la banda
- a la densidad del material.

En condiciones de eficiencia máxima las cintas trabajarán totalmente cargadas y a la velocidad máxima recomendada.

Tablas de capacidad de los transportadores de banda.

En la tabla se indican las capacidades de transporte en toneladas/hora (Tn/h) para un material con una densidad de 1 Tn/m³ y una velocidad de 1 m/s y diversas anchuras de banda y ángulos de artesa.

Anchura de banda (mm)	Ángulo de artesa (Grados)					
	20	25	30	35	40	45
	Tn/h					
400	27	31	35	39	42	45
500	45	53	60	66	72	76
650	81	95	108	119	129	137
800	128	150	170	188	204	216
1000	206	243	276	304	229	349
1200	304	358	406	448	484	513
1400	420	494	561	619	669	709
1600	556	653	741	819	884	936
1800	710	834	947	1045	1128	1195
2000	882	1038	1177	1300	1403	1486

Tabla 17. Capacidades de los transportadores.

Ángulos de carga.

El ángulo de reposo del material a transportar disminuye cuando discurre sobre los rodillos.

El ángulo de carga es menor que el ángulo de reposo, y es una de las características más importantes que interviene en el cálculo de la capacidad de transporte, pues de él depende el área de la sección transversal del material, y por ello el volumen transportado por unidad de tiempo.

Materiales finos que fluyen fácilmente en seco	5° - 10°
Materiales de fluencia media	15°
Materiales que no fluyen	20°
Materiales gruesos mezclados con finos	25°

Tabla 18. Ángulos de carga.

Tamaño máximo de bloque.

El tamaño máximo de bloque es un factor que determina la anchura mínima de la banda, particularmente con transportadores de baja capacidad.

En la tabla siguiente se indican los tamaños máximos recomendados para diversas anchuras de banda. (Anchuras estándar utilizadas por los principales fabricantes).

Anchura de banda (mm)	Tamaño máximo de bloques (mm)
400	125
500	175
650	250
800	300
1000	375
1200	450
1400	600
1600	600
1800	600
2000	600

Tabla 19. Relación de anchura de banda con respecto al tamaño máximo de bloque.

Velocidades de los transportadores.

Las velocidades que se suelen utilizar en los procesos son las siguientes:

Anchura de banda (mm)	Suelos	Rocas
400	1,5	-
500	2,2	1,7
650	2,7	2,5
800	3,0 - 3,5	2,7
1000	3,0 - 3,5	3
1200	3,5 - 4,0	1,5
1400	3,5 - 4,0	1,5
1600	4,0	1,5
1800	4,0	1,5
2000	4,0	1,5

Tabla 20. Velocidades de las bandas (m/s)

Cálculo de la potencia de accionamiento.

La potencia total para accionar una cinta transportadora puede calcularse a partir de las tablas siguientes, teniendo en cuenta los siguientes componentes:

$$P_t = P_v + P_h + P_e$$

Donde,

P_t = Potencia total (Kw)

P_v = Potencia de accionamiento de la cinta en vacío (Kw)

P_h = Potencia para transportar el material horizontalmente (Kw)

P_e = Potencia para elevar o descender el material (Kw)

Anchura de banda (mm)	Longitud del transportador sobre la horizontal (m)														
	10	16	25	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
400	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,6	3,2	4
500	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1,1	1,4	1,7	2	2,4	3	3,6	4,3	5,3
650	0,7	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,9	4,9	5,9	7,3
800	0,8	0,9	1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,5	2,9	3,5	4,2	5,1	6,3	7,7	9,5
1000	1,1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,6	8,1	10	12,3
1200	1,3	1,5	1,7	2	2,5	2,9	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	8,1	9,9	12,2	15,6
1400	1,6	1,7	2	2,3	2,9	3,4	3,9	4,6	5,5	6,5	6,8	9,5	11,7	14,3	17,7
1600	1,9	2	2,3	2,8	3,5	4	4,7	5,4	6,5	7,8	9,3	11,3	14	17,1	21,1
1800	2,1	2,3	2,6	3,1	3,9	4,5	5,1	6	7,2	8,6	10,3	12,6	15,4	18,9	23,3
2000	2,4	2,5	2,9	3,4	4,3	5	5,7	6,7	8	9,6	11,5	14	17,2	21	26

Tabla 21. Potencia en vacío para mover a una velocidad de 1 m/s.

Capacidad (Tn/h)	Longitud del transportador sobre la horizontal (m)														
	10	16	25	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
40	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,9
60	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,4	2,9
100	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9	1,2	1,4	1,7	2	2,5	3,1	3,7	4,6
160	0,7	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1	1,9	2,2	2,7	3,2	3,9	4,8	5,9	7,3
200	0,8	0,9	1	1,2	1,5	1,8	1,6	2,4	2,9	3,3	4,1	5	6,1	7,5	9,3
250	1	1,1	1,3	1,5	1,9	2,2	2,6	3	3,6	4,1	5,1	6,2	7,7	9,7	11,6
320	1,3	1,4	1,6	1,9	2,4	2,7	3,2	3,7	4,5	5,4	6,4	7,8	9,6	11,8	14,6
400	1,6	1,8	2	2,4	3,1	3,5	4,1	4,8	5,7	6,8	8,2	9,9	12,2	15	18,5
500	2	2,2	2,6	3,1	3,8	4,4	5,1	6	7,1	8,3	10,7	12,4	15,3	18,7	23,1
630	2,6	2,8	3,2	3,9	4,8	5,6	6,4	7,5	9	10,7	12,8	15,6	19,3	23,5	29,1
800	3,3	3,6	4,1	4,9	6,1	7,1	8,2	9,5	11,4	13,6	16,3	19,8	24,5	29,9	37
1000	4,1	4,5	5,1	6,1	7,7	8,8	10,2	11,9	14,3	16,5	20,4	24,8	30,6	37,4	46,3
1250	5,1	5,6	6,4	7,7	9,7	11	12,8	15	18	21,4	25,7	31,2	38,5	47,1	58,2

Tabla 22. Potencia para mover la roca horizontalmente.

Capacidad (Tn/h)	Elevación (m)									
	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40
40	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,2	2,7	3,4	4,4
60	0,8	1	1,3	1,7	2,1	2,7	3,4	4,3	5,4	6,8
100	1,3	1,6	2,1	2,7	3,2	4,3	5,4	6,3	8,6	10,9
160	2,1	2,7	3,4	4,4	5,5	6,9	8,7	10,9	13,7	17,4
200	2,7	3,4	4,3	5,4	6,8	8,6	10,9	13,6	17,2	21,8
250	3,4	4,2	5,4	6,8	8,5	10,7	13,6	17	21,4	27,2
320	4,4	5,4	6,9	8,7	10,9	13,7	17,4	21,8	27,5	34,9
400	5,4	6,8	8,6	10,9	13,6	17,1	21,58	27,2	34,3	43,5
500	6,9	8,5	11	13,6	17	21,4	27,2	34	42,9	54,4
630	8,5	10,6	13	17	21,3	26,8	34	42,5	53,6	68,1
800	10,9	13,6	17	21,8	27,2	34,3	43,5	54,5	68,5	87
1000	13,6	17	21	27,2	34	42,9	54,4	68,1	85,7	108,9
1250	17	21,3	27	34	42,6	53,6	64,1	85,1	107,1	128,1

Tabla 23. Potencia para elevar el material.

La potencia mínima del motor debe ser:

$$M_p = \frac{P_T}{f}$$

Donde: f = Eficiencia de accionamiento (95%)

El motor que se seleccionará será el de tamaño más próximo, por exceso, que figura en la tabla siguiente.

Kw	Kw	Kw	Kw
0,37	5,5	45	200
0,55	7,5	55	220
0,75	11	75	250
1,1	15	90	280
1,5	18,5	110	315
2,2	22	132	355
3	30	150	400
4	37	185	

Tabla 24. Potencias de motores comerciales.

3.2.7.2 Cálculo de dimensiones de transportador de banda CT-01.

A continuación se definen las características de las bandas según lo especificado en el apartado anterior.

Características de CT-01	
Tamaño del producto (mm)	130
Ancho de banda (mm)	500
Ángulo de artesa (°)	20
Velocidad (m/s)	2,2
Capacidad de la cinta (Tn/h)	45
Sobredimensionamiento (x1,2)	54
Potencia de motor (Kw)	2,2
Longitud de la cinta (m)	8
Elevación (m)	2,97

Tabla 25. Características de la banda CT-01.

Por último se calcula la potencia necesaria del motor,

- Potencia de accionamiento en vacío:

$$P_v = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ Kw}$$

- Potencia para transportar el material horizontalmente:

$$P_h = 0,2 \text{ Kw}$$

- Potencia para elevar o descender el material:

$$P_e = 0,8 \text{ Kw}$$

- Potencia total

$$P_t = P_v + P_h + P_e = 0,5 + 0,2 + 0,8 = 1,5 \text{ Kw}$$

La potencia mínima del motor debe ser:

$$M_p = \frac{P_T}{f} = \frac{1,5}{0,95} = 1,59$$

Donde: f = Eficiencia de accionamiento (95%)

Elegimos por sobredimensionamiento que la potencia debe ser de 2,2 kW

A continuación, se describen en detalle las características de la cinta transportadora CT-01.

La **estructura portante** de las cintas transportadoras está construida mediante perfiles laminados, con sus correspondientes arriostramientos transversales inferiores y pasarelas de servicio para supervisión y mantenimiento del equipo, resultando un conjunto rígido y resistente. Dichos perfiles son de acero de 4 mm y las patas están ancladas al suelo, mediante una losa de cimentación.

La **banda** está constituida por una banda lisa de calidad antigrasa de 500 mm de anchura y 8 m de longitud, 4 capas y un tolvín de entrada de 5 mm reforzada con nervios. La banda está formada por varias capas de tejidos de fibra sintética poliéster nylon, de alta resistencia.

La adherencia entre dos telas, y entre estas y el recubrimiento será superior a 5 Kg/cm². El espesor de recubrimiento es de 2 mm en la cara inferior y 4 mm en la cara superior. La calidad de la banda como mínimo será de 125 Kg/cm².

El alargamiento de la banda completa bajo carga, es inferior al 3%. Llevará un empalme de banda, vulcanizado en caliente, pudiendo soportar una tracción como mínimo del 10 % superior a la de rotura de la banda.

Los laterales de la cinta son altos y con baberos de goma de 200 mm x 10 mm. Por último posee ranuras de 320 mm de largo para la fácil centralización de banda en cabeza y en cola.

Los **rodamientos** son tipo minera de 90 mm de diámetro, del tipo de engrase permanente. La disposición de los rodillos artesa a 20° y planos.

El **tambor motriz**, de diámetro 400 mm, estará recubierto de goma para aumentar la adherencia de la banda y así disminuir la tensión. La transmisión se realiza por un motor eléctrico de 2,2 Kw y tiene protección IP55.



Figura 31. Cinta transportadora CT-01.

3.2.7.3 Cálculo de dimensiones de transportador de banda CT-02.

A continuación se definen las características de las bandas según lo especificado en el apartado anterior.

Características de CT-02	
Tamaño del producto (mm)	4
Ancho de banda (mm)	400
Ángulo de artesa (°)	20
Velocidad (m/s)	1,5
Capacidad de la cinta (Tn/h)	27
Sobredimensionamiento (x1,2)	32,4
Potencia de motor (Kw)	
Longitud de la cinta (m)	5,5
Elevación (m)	1,51

Tabla 26. Características de la banda CT-02.

Por último se calcula la potencia necesaria del motor,

- Potencia de accionamiento en vacío:

$$P_v = 1 \cdot 0,5 = 0,4 \text{ Kw}$$

- Potencia para transportar el material horizontalmente:

$$P_h = 0,2 \text{ Kw}$$

- Potencia para elevar o descender el material:

$$P_e = 0,5 \text{ Kw}$$

- Potencia total

$$P_t = P_v + P_h + P_e = 0,4 + 0,2 + 0,5 = 1,1 \text{ Kw}$$

La potencia mínima del motor debe ser:

$$M_p = \frac{P_T}{f} = \frac{1,5}{0,95} = 1,16$$

Donde: f = Eficiencia de accionamiento (95%)

Elegimos por sobredimensionamiento que la potencia debe ser de 1,5 kW

Esta cinta es la encargada de recoger el pasante inferior de la criba, el que pasa por la malla de luz de 4 mm y acopiarlo.

La cinta en sí está constituida por una banda nervada de calidad antigrasa de 0,4 m de anchura y 5,5 m de longitud, 3 capas y un tolvin de alimentación de chapa de 4 mm reforzado con nervios. Respecto a la transmisión, los tambores son de 310 mm de diámetro y la cinta entra tambores es de 6,2 mm. Los rodamientos son tipo minera de 90 mm de diámetro. Además, posee ranuras de 320 mm de largo para la fácil centralización de banda en cabeza y en cola.

La transmisión se realiza por un motor eléctrico de 1,5 Kw y tiene protección IP55.

La estructura tiene unas patas que van ancladas al suelo y es de chapa plegada de 4 mm, el chasis es de 0,42 mm de anchura.

3.2.7.4 Cálculo de dimensiones de transportador de banda CT-03.

A continuación se definen las características de las bandas según lo especificado en el apartado anterior.

Características de CT-03	
Tamaño del producto (mm)	130
Ancho de banda (mm)	500
Ángulo de artesa (°)	20
Velocidad (m/s)	2,2
Capacidad de la cinta (Tn/h)	45
Sobredimensionamiento (x1,2)	54
Potencia de motor (Kw)	2,2
Longitud de la cinta (m)	8
Elevación (m)	3,49

Tabla 27. Características de CT-03.

Por último se calcula la potencia necesaria del motor,

- Potencia de accionamiento en vacío:

$$P_v = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ Kw}$$

- Potencia para transportar el material horizontalmente:

$$P_h = 0,2 \text{ Kw}$$

- Potencia para elevar o descender el material:

$$P_e = 0,8 \text{ Kw}$$

- Potencia total

$$P_t = P_v + P_h + P_e = 0,5 + 0,2 + 0,8 = 1,5 \text{ Kw}$$

La potencia mínima del motor debe ser:

$$M_p = \frac{P_T}{f} = \frac{1,5}{0,95} = 1,59$$

Donde: f = Eficiencia de accionamiento (95%)

Elegimos por sobredimensionamiento que la potencia debe ser de 2,2 kW

Esta cinta transporta el rechazo (fracción mayor de 4 mm) de la criba al siguiente equipo, al soplador de aire.

La cinta va sobre una estructura de chapa de 4 mm y un chasis de 0,42 m de anchura, las patas están ancladas al suelo.

La cinta en sí está constituida por una banda lisa de calidad antigrasa de 0,5 m de anchura, 8 m de longitud, 4 capas y un tolvín de alimentación de 5 mm reforzada con nervios. Los laterales de la cinta son altos y con baberos de goma de 200 mm x 10 mm. Por último posee ranuras de 320 mm de largo para la fácil centralización de banda en cabeza y en cola

Los tambores son de 310 mm de diámetro. Los rodamientos son tipo minera de 90 mm de diámetro.

La transmisión se realiza por un motor eléctrico de 2,2 Kw y tiene protección IP55.



Figura 32. Fotografía de cinta transportadora CT-03.

3.2.7.5 Cálculo de dimensiones de transportador de banda CT-04.

A continuación se definen las características de las bandas según lo especificado en el apartado anterior.

Características de CT-04	
Tamaño del producto (mm)	130
Ancho de banda (mm)	500*
Ángulo de artesa (°)	20
Velocidad (m/s)	2,2**
Capacidad de la cinta (Tn/h)	45
Sobredimensionamiento (x1,2)	54
Potencia de motor (Kw)	2,2
Longitud de la cinta (m)	11,4
Elevación (m)	0

Tabla 28. Características del transportador CT-04.

* Según los datos tabulados el ancho de banda mínimo para este tamaño de producto es 500 mm pero en este caso el ancho será de 1200 mm para que los operarios puedan realizar de forma más eficiente el proceso de triaje.

** La velocidad real de la cinta será menor por la misma razón por la que aumentamos el ancho.

Por último se calcula la potencia necesaria del motor con los valores reales,

- Potencia de accionamiento en vacío:

$$P_v = 1 \cdot 0,5 = 1,4 \text{ Kw}$$

- Potencia para transportar el material horizontalmente:

$$P_h = 0,2 \text{ Kw}$$

- Potencia para elevar o descender el material:

$$P_e = 0$$

Debido a que la cinta es horizontal.

- Potencia total

$$P_t = P_v + P_h + P_e = 1,4 + 0,2 = 1,6 \text{ Kw}$$

La potencia mínima del motor debe ser:

$$M_p = \frac{P_T}{f} = \frac{1,6}{0,95} = 1,68$$

Donde: f = Eficiencia de accionamiento (95%)

Elegimos por sobredimensionamiento que la potencia debe ser de 2,2 kW

La cinta CT-04 que pasa por el centro de la cabina de triaje, está protegida por los dos lados por un chasis de chapa, los operarios seleccionarán y depositarán los residuos en unos canales de salida que están comunicados con los contenedores que están situados bajo la cabina de triaje. La sección horizontal tiene los baberos bajos para evitar atascos.

La banda es de 1,2 m de ancho, 4 capas y 11,4 m de longitud. La velocidad de banda es ajustable entre 0.1 – 0.5 m/s y los tambores de 320 mm. Las tolvas de recogida y vertido de material están formadas por chapa de 5 mm. El motor de accionamiento es de 5,5 kW.

Por seguridad de los operarios, esta cinta dispone de un cable para paradas de emergencia.

3.2.8 *Cabina de triaje.*

Por último dentro de esta planta fija está la cabina de triaje, donde manualmente se eliminan los residuos ligeros además de cualquier otro residuo como madera que pueda quedar en el material.

La estructura de esta cabina de triaje está formada por paneles de sándwich y perfilaría de tubería y remates de chapa lisa. Tiene tres puertas de aluminio con ventanas y cuatro ventanas correderas de aluminio con cristales transparentes. Además consta con bomba de aire para frío y calor. La cabina va montada sobre una estructura robusta soldada y atornillada y se accede mediante dos escaleras que están situadas a ambos lados de la cinta.

Hay dos estaciones de triaje, una por cada lado de la cinta, estas plataformas de recogimiento son amplias y están protegidas para la seguridad del personal.



Figura 33. Fotografía de la caseta de triaje

BIBLIOGRAFÍA.

Referencias bibliográficas.

Normativa.

RCD'S.

- II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD 2007 – 2015)
http://www.aridosrccdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/II-PNRCD_anexo6.pdf

- Plan Nacional Integrado de Residuos (2008 – 2015)
<http://www.aridosrccdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/PLAN-NACIONAL-INTEGRADO-DE-RESIDUOS-PARA-EL-PERIODO-2008-2015..pdf>

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de RCD (BOE Nº 38, de 13-02-08)
<http://www.aridosrccdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/REAL-DECRETO-1052008-de-1-de-febrero-por.pdf>

- Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de Andalucía.
<http://www.aridosrccdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2013/02/PLAN-DIRECTOR-TERRITORIAL-DE.pdf>

- Plan Director de Gestión de Residuos Inertes de la provincia de Jaén.
http://www.jaen.es/galerias/galeriaDescargas/diputacion/jaen.es/medio_ambiente/servicios_medioambientales/Plan_Director.pdf

Construcción.

- CTE, Código Técnico de la Edificación en sus documentos básicos de seguridad estructural, DB SE.

<https://www.codigotecnico.org/>

- NCSE – 02, Norma de construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.
<http://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BN0>

222

- EHE-08, Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón estructural, en masa o armado.

https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/ORGANOS_COLEGIA DOS/MASORGANOS/CPH/instrucciones/EHE_es/

Otra normativa de consulta citadas en el presente documento.

- Normas UNE.

<http://www.aenor.es>

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG3.

<https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=ICW>

020

- Reales Decretos.

<https://www.boe.es>

Webs.

- Instituto Geológico y Minero de España.
<http://www.igme.es/>

- Junta de Andalucía. Cuenca del Guadalquivir.
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/ContenidosOrdenacion/red_informacion_ambiental/PDF/Geodiversidad/Geodiversidad_y_Patrimonio_Geologico_Andalucia_2006/capitulo14.pdf

- Dirección general del catastro.
<http://www.sedecatastro.gob.es/>

- Instituto nacional de seguridad, salud y bienestar en el trabajo.
<http://www.insht.es>

- GEAR: Guía Española de Áridos Reciclados procedentes de RCD.
<http://www.caminospaisvasco.com/Profesion/documentostecnicos/guia>

- Guía de áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) de Andalucía Central.
<http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/wp-content/uploads/2016/11/GUIA-de-aridos-reciclados-de-construccion-y-demolicion-RCD-de-Andalucia-Central.pdf>

- Gestión y tratamiento de RCD. Guía de buenas prácticas.
<http://www.aridosrcdandalucia.es/rcd/guia-de-buenas-practicas/>

Libros.

DURÁN LÓPEZ, A (2007) Selección práctica y aplicaciones de los equipos de trituración. Fuego Edirores. Madrid.

LÓPEZ JIMENO, C. (1994) Manual de áridos. Carlos López Jimeno. Madrid

Artículo de Juan Luis BOUSO ERAL, EQUIPOS Y PROCESOS, S.A. Cálculo de la superficie de cribado.

Webs fabricantes de equipos de tratamiento.

- Martillo percutor.

<https://www.atlascopco.com>

- Excavadora hidráulica.

https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/271319/TB_A914_AGSIV_enGB.pdf

- Machacadora de mandíbulas.

<https://www.powerscreen.com/es/crushers/jaw-crushers/premiertrak-300-r300/>

- Molino de impacto.

<http://na.hazemag.com/specifications-apk>

- Criba

<https://www.home.sandvik/en/>

- Tolva/ alimentador vibratorio.

<http://roher.es/>

- Separador magnético.

<http://selter.es/>

- Cintas transportadoras.

<http://www.dexve.es>

ANEJOS A LA MEMORIA

4 ANEJO 1. DOCUMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD.

4.1 Introducción. Objeto del estudio de seguridad y salud

4.1.1.1 Objeto del estudio.

Este Estudio de Seguridad y Salud constituye, durante la construcción de la presente obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento. También establece las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

En aplicación del presente Estudio, el o los Contratistas elaborarán el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. Con este Estudio y con el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista, se pretende dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre. "Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" (B.O.E. de 25 de octubre de 1997).

4.1.1.2 Designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud.

En las obras objeto de este Proyecto, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del mismo. En este sentido, y en aplicación de lo dispuesto en el art. 3 del Real Decreto 1.627/1997, el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del Proyecto ha sido el Ingeniero que lo suscribe.

Si en la ejecución de la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

4.1.1.3 Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud en las obras

4.1.1.3.1 Obligatoriedad del dbss

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- b. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

4.1.1.3.2 Otros casos

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

4.1.2 Principios generales aplicables al proyecto y a la obra

En la redacción del presente Proyecto, y de conformidad con la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales", han sido tomados los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstos en el artículo 15, en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular:

a) Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultáneamente o sucesivamente.

b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Asimismo, y de conformidad con la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales", los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.

- b) La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h) La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

4.1.3 Características de la obra

4.1.3.1 Descripción y situación

La obra objeto del presente Documento de Seguridad y Salud consiste en la ejecución de las OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RCD que se encuentra situada en el término municipal de Andújar, en la provincia de Jaén, dentro de la Comunidad Autónoma de Andalucía. La zona seleccionada se encuentra situada en el polígono 9, parcela 205 del TM de Andújar, Jaén.

Las obras e instalaciones objeto del proyecto quedan descritas en la Memoria del Proyecto, así como cuantas instalaciones auxiliares y complementarias han quedado reseñadas.

4.1.3.2 Mano de obra.

El máximo número de trabajadores coincidentes previsto en la actividad es de 6/8 personas.

4.1.3.3 *Interferencias y servicios afectados.*

Las interferencias previsibles serán las derivadas del tráfico de los vehículos que realicen las tareas habituales de la obra, y del tránsito de trabajadores en la planta.

4.1.3.4 *Equipos de proceso.*

Los equipos de proceso correspondientes a maquinaria de clasificación de escombros, identificadas en el plano de implantación como EQUIPOS DE CLASIFICACIÓN, son equipos prefabricados que apoyan sobre losa de cimentación, siendo instalados y ajustados para su funcionamiento en su lugar de trabajo por el propio fabricante.

Esta maquinaria no forma parte de la obra en sí, siendo la seguridad en su instalación cometido del fabricante de la misma.

4.2 **Fases de obra con identificación de riesgos**

Durante la ejecución de los trabajos se plantea la realización de las siguientes fases de obras con identificación de los riesgos que conllevan:

4.2.1 *Albañilería*

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con máquinas, herramientas y materiales.
- Pisada sobre objetos punzantes
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

- Caídas de personas de altura.

4.2.2 *Alumbrado público.*

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Desprendimientos
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con máquinas, herramientas y materiales.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caídas de personas de altura.

4.2.3 *Asfaltado.*

- Quemaduras físicas y químicas
- Atrapamientos
- Atropellos y/o colisiones
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Vibraciones.

- Golpes y/o cortes con máquinas.
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Vuelco de máquinas y/o camiones

4.2.4 *Carpintería metálica y cerrajería.*

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente polvoriento
- Caída de objetos y/o de máquinas
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en ojos
- Desprendimientos
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpes y/o cortes con objetos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Caída de personas de altura.

4.2.5 *Compactación y consolidación de terrenos.*

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caídas de objetos y/o de máquinas.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Hundimientos.
- Ruido.

- Vuelco de maquinaria y/o camiones.

4.2.6 Consolidación de taludes.

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caídas de objetos y/o de máquinas.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Desprendimientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Hundimientos.
- Ruido.

4.2.7 Cubiertas.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Caídas de objetos y/o de máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Derrumbamientos.
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas de altura.

4.2.8 Demolición manual.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Explosiones.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Caída de personas de altura.

4.2.9 *Demolición mecánica.*

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Explosiones.

- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Caída de personas de altura.

4.2.10 Desbroce.

- Quemaduras físicas y químicas.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de personas al mismo nivel
- Cuerpos extraños en ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.2.11 Desbroce por medios mecánicos.

- Quemaduras físicas y químicas.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de personas al mismo nivel
- Cuerpos extraños en ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.2.12 Encofrado de forjados y losas.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.

- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.13 Encofrado de jácenas y vigas.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.

- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.14 Encofrado de pilares.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.15 Estructura de hormigón armado con bomba.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.

- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.16 Estructura de hormigon armado con cubilote.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.17 Estructura de hormigon armado por vertido directo.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.18 Estructuras con muros de carga.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Aplastamientos.

- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas de altura.

4.2.19 Estructuras metálicas. Colocación de perfiles y cerchas.

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.20 Ejecución de trabajos para la instalación de maquinaria.

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.21 Excavación manual.

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.2.22 *Excavación mecánica – zanjas.*

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.2.23 *Excavación mecánica a cielo abierto*

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.2.24 Ferrallado de forjados y losas

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.25 Ferrallado de soportes y pilares.

- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.

- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.26 Formación de cubiertas.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas de altura.

4.2.27 Hormigonado de cimientos con bomba.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.

- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.28 Hormigonado de cimientos con cubilote.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.29 Hormigonado de cimientos por vertido directo.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.

- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.2.30 Instalaciones eléctricas alta tensión.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido

- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.31 Instalaciones eléctricas baja tensión.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Ambiente pulvígeno.
- Animales y/o parásitos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Desprendimientos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpe por rotura de cable.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.2.32 Pintura.

- Quemaduras físicas y químicas.
- Atmósferas tóxicas, irritantes.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.

- Cuerpos extraños en ojos.
- Sobreesfuerzos.

4.2.33 Saneamientos.

- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Hundimientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

4.2.34 Zunchos perimetrales y jácenas.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o máquinas.
- Caída o colapso de andamios.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Derrumbamientos.
- Golpe por rotura de cable.

- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Hundimientos.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Caída de personas de altura.

4.3 Medidas de prevención de los riesgos.

4.3.1 Protecciones colectivas.

4.3.1.1 Generales:

Señalización.

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- a) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- b) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- c) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- d) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales.

- a) En forma de panel:
 1. Señales de advertencia. Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.
 2. Señales de prohibición. Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45º respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal).

3. Señales de obligación. Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).
4. . Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios. Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).
5. Señales de salvamento o socorro. Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

Se dispondrán, al menos:

- Señales de STOP en salidas de vehículos.
- Obligatorio uso de cascos, cinturón de seguridad, gafas, mascarillas, protectores auditivos, botas y guantes, etc.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria en movimiento, cargas suspendidas.
- Entrada y salida de vehículos.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y extintor, cinta de balizamiento.

b) Cinta de señalización.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgos de caída de personas, choques o golpes podrá optarse, a igualdad de eficacia, por el panel que corresponda según lo dispuesto en el apartado anterior o por un color de seguridad, o bien podrán utilizarse ambos complementariamente.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso con ocasión de éste, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45°.

c) Cinta de delimitación de zona de trabajo.

Las zonas de trabajo se delimitarán con cintas de franjas alternas verticales de colores blanco y rojo.

Iluminación.

El Real Decreto 486/1997 del 14 de abril establece que, la iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

a) Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.

b) Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Tabla 29. Niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo.

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

a) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.

b) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

4.3.1.2 Protecciones colectivas particulares.

Protección contra caídas de altura de personas u objetos.

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 como riesgo especial para la seguridad de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas adecuadas.

- Barandillas de protección.
- Pasarelas.
- Escaleras portátiles.
- Cuerda de retenida.
- Sirgas.

Además, en cuanto a los accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza de las zonas de trabajo, las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo “seta” o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas donde sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

Los huecos horizontales deberán ser cubiertos con mallazo electrosoldado redondo de diámetro mínimo 3 mm, capaz de garantizar una resistencia $> 1.500 \text{ N/m}^2$.

Carga y descarga de materiales.

La carga y descarga de materiales se realizará mediante el empleo de plataformas de carga y descarga. Estas plataformas deberán reunir las características que se indican en el RD. 1.627/97. Además se emplearán eslingas de cadena y de cable de alta seguridad.

Maquinaria de movimiento de tierras.

Todas estas máquinas deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica, pero en cualquier caso deben satisfacer las condiciones que se exponen en el apartado 7c) del Anexo IV del R.D. 1627/97:

Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan a continuación.

Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

- 1º. Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
- 2º. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- 3º. Utilizarse correctamente.

Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales, según se dispone en el punto siguiente.

Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

Movimiento de tierras, excavaciones y pozos.

Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y

demás sistemas de distribución, aunque por las características de las parcelas no son previsible tales peligros.

En las excavaciones, pozos y trabajos subterráneos deberán tomarse las precauciones adecuadas:

- 1º. Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas o vehículos, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, ataluzado natural de las paredes de excavación o ejecución de bermas horizontales, topes para vehículos u otras medidas adecuadas.
- 2º. Para prevenir la irrupción accidental de agua mediante los sistemas o medidas adecuados.
- 3º. Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.
- 4º. Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno

Prevención de incendios, orden y limpieza.

Se emplearán extintores portátiles y se dispondrá en todo momento de una manguera conectada a la acometida provisional de agua.

4.3.2 Equipos de protección individual (epis).

– **Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.**

Guantes de protección frente a abrasión.

Guantes de protección frente a agentes químicos.

– **Quemaduras físicas y químicas.**

Guantes de protección frente a abrasión.

Guantes de protección frente a agentes químicos.

Guantes de protección frente a calor.

Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).

- **Proyecciones de objetos y/o fragmentos.**
Calzado con protección contra golpes mecánicos.
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

- **Ambiente pulvígeno.**
Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico.
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

- **Ambientes pobres de oxígeno.**
Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.

- **Atmósferas tóxicas, irritantes.**
Equipo de respiración autónomo
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

- **Aplastamientos.**
Calzado con protección contra golpes mecánicos.
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

- **Atrapamientos.**
Calzado con protección contra golpes mecánicos.
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.
Guantes de protección frente a abrasión.

- **Caída de objetos y/o máquinas.**
Bolsa portaherramientas.
Calzado con protección contra golpes mecánicos.
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

- **Caída o colapso de andamios.**

- Cinturón de seguridad anticaídas.
 - Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes.
- **Caída de personas a distinto nivel.**
 - Cinturón de seguridad anticaídas.
 - Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes.
- **Caída de personas al mismo nivel.**
 - Bolsa portaherramientas.
 - Calzado de protección suela antiperforante.
- **Contactos eléctricos directos.**
 - Calzado con protección contra descargas eléctricas.
 - Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos.
 - Gafas de seguridad contra arco eléctrico.
 - Guantes dieléctricos.
- **Contactos eléctricos indirectos.**
 - Botas de agua
- **Cuerpos extraños en ojos.**
 - Gafas de seguridad contra proyección de líquidos.
 - Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)
- **Exposición a fuentes luminosas peligrosas.**
 - Gafas de oxicorte
 - Gafas de seguridad contra arco eléctrico
 - Gafas de seguridad contra radiaciones
 - Mandil de cuero
 - Manguitos
 - Pantalla facial para soldadura eléctrica, con arnés de sujeción sobre la cabeza y cristales con visor oscuro inactivado.
 - Pantalla para soldador de oxicorte
 - Polainas de soldador cobre-calzado
 - Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación).
- **Golpe por rotura de cable.**

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco.

– **Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.**

Bolsa portaherramientas.

Calzado con protección contra golpes mecánicos.

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos.

Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores

Guantes de protección frente a abrasión.

– **Pisadas sobre objetos punzantes.**

Bolsa portaherramientas.

Calzado con protección con suela antiperforante.

– **Inhalación de sustancias tóxicas.**

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado.

Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura.

– **Inundaciones.**

Botas de agua.

Impermeables, trajes de agua.

– **Vibraciones.**

Cinturón de protección lumbar.

– **Sobreesfuerzos.**

Cinturón de protección lumbar.

– **Ruido.**

Protectores auditivos homologados.

– **Caída de personas de altura.**

Cinturón de seguridad anticaídas.

4.4 Medicina preventiva y primeros auxilios.

4.4.1 Botiquín.

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en el RD 486/1997 de 14 de abril.

4.4.2 Normas sobre primeros auxilios y socorrismo.

Todos los trabajadores deberán ser adiestrados en técnicas elementales de reanimación para que, en caso de accidente en su área de trabajo, puedan actuar rápida y eficazmente.

Habrán de ponerse en conocimiento de todo el personal de la obra la situación de los teléfonos de urgencia, del botiquín de obra, de las normas sobre primeros auxilios y de los anuncios indicativos que hayan de exponerse en relación con la localización de servicios médicos, ambulancias y centros asistenciales.

Las normas e instrucciones sobre primeros auxilios deberán exponerse en lugares accesibles y bien visibles de la obra.

4.4.3 Reconocimiento médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

4.5 Prevención de daños a terceros.

Se señalizará el acceso natural a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma sin la debida autorización, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

4.6 Disposiciones legales.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Orden del Mº de Trabajo de 9 de marzo de 1971. “Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo”. B.O.E. 16 y 17 de marzo de 1971. Capítulo VII.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril. “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización”. B.O.E. de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. “Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual”. B.O.E. de 12 de junio de 1997.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio. “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo”. B.O.E. de 7 de agosto de 1997.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre. “Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo”.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo. “Reglamento de seguridad en las máquinas”. B.O.E. de 21 de julio de 1986.
- Orden Ministerial de 17 de mayo de 1974. “Homologación de los medios de protección personal de los trabajadores”. B.O.E. de 29 de mayo de 1974.
- Orden Ministerial de 20 de septiembre de 1973. “Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión”. B.O.E. de 9 de octubre de 1973.
- Orden Ministerial de 23 de mayo de 1977. “Reglamento de aparatos elevadores para obras”. B.O.E. de 14 de junio de 1977.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción vigente.

4.7 Condiciones técnicas de los equipos de protección.

En todo lo relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y de protección individual, se observará lo dispuesto en el RD 1215/1997 de 18 de julio y RD 773/1997 de 30 de mayo, respectivamente.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancia de las admitidas por el fabricante, serán repuestas de inmediato.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

4.7.1 Protecciones personales.

Todo elemento de protección personal se ajustará, además de a los RD citados, a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74, B.O.E. 29-5-74), siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

4.7.2 Protecciones colectivas.

- Vallas: tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener la verticalidad.
- Barandillas: rodearán los perímetros excavados, condenando el acceso a las zonas peligrosas. Deberán tener resistencia suficiente para garantizar la retención de las personas.
- Topes de desplazamiento de vehículos: se podrán realizar con un par de tabloncillos fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de cualquier forma eficaz.

- Pasillos de seguridad: podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablonos firmemente unidos al terreno, y cubierta cuajada de tablonos. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa). Deberán ser capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevean puedan caer, pudiendo incorporar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).
- Redes: serán de poliamida,. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad, anclajes, soportes, soportes de redes: tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: la sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice una tensión máxima de 24 V, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial. Se medirá su resistencia periódicamente y al menos, en la época más seca del año

5 ANEJO 3. PROTECCIÓN AMBIENTAL.

5.1 Clasificación de la actividad.

La clasificación de nuestra actividad industrial, según el 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, está situada en el GRUPO B del Anexo II del catálogo de actividades consideradas potencialmente contaminantes para la atmósfera:

- Siendo de aplicación según el Decreto mencionado a: Instalaciones tratamiento de piedras, guijarros y otros productos minerales (machaqueo, desmenuzado, triturado, pulverizado, molienda, tamizado, cribado, mezclado, limpiado, ensacado) cuando la capacidad es superior a 200.000 toneladas anuales, o para cualquier capacidad cuando la instalación se encuentre a menos de 500 metros de un núcleo de población.

Debido a que la zona de acopio para los áridos tratados está al aire libre, se considera una actividad con riesgo potencialmente alto de contaminación de la atmósfera, situado éste en el Grupo B, apartado 2.2.4, “Almacenamiento a la intemperie de productos minerales, incluidos los combustibles sólidos y escoriales”.

En lo respectivo al Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas aprobado por Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre de 1961, en el Anejo I, se explica que según la reglamentación de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, “la trituración de piedras y su clasificación se considera molesta por la producción de ruido y polvo, quedando considerada en una clasificación decimal como 339-15”.

En el mismo reglamento mencionado en el párrafo anterior, se alude que quedan subyugadas a las especificaciones del mismo, en la medida que concierna, todas las actividades que a efectos del mismo se consideren como molestas, insalubres, nocivas o peligrosas, según las definiciones mostradas en los siguientes artículos.

Según lo concretado en el artículo 3 se clasificará la actividad como:

- “Molesta”: Toda actividad que suponga una molestia por emisión de ruidos, vibraciones, humos, gases, malos olores, nieblas o nubes, polvos en suspensión o sustancias que eliminen.

Debido a que la actividad que se va a desarrollar en la industria aquí descrita, que su actividad principal será trituración y clasificación de minerales, se generará polvo y

ruido. Puesto que la normativa limita en gran medida todas las emisiones, deberán ser controladas, es por ello que se exponen una serie de medidas correctoras en el presente “Anexo de Protección del Medio Ambiente”.

- “Insalubre”: Se considerará como insalubre aquella industria que sea susceptible de emanación de productos capaces de perjudicar la salud humana.

Toda partícula que pueda quedar en suspensión por la trituración y clasificación de los áridos podrían ser perjudiciales, sobre todo para los empleados de la planta, que son las personas que pasarán la mayor parte del día en las instalaciones. Es por ello que se deben tomar las medidas preventivas oportunas para evitar problemas de salud entre los empleados en un futuro.

- “Nociva”: Del mismo modo, la clasificación como “actividad nociva” se considerará cuando la actividad pueda producir daños a la riqueza agrícola, forestal, pecuaria o piscícola.

Los valores límites de fracción respirable o pulmonar, en lo que se refiere a términos de salud para las personas, viene definido por la Directiva 1999/30/CE, del Consejo, de 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente.

Se deberá intentar instalar una maquinaria equipada con elementos de supresión de ruidos, vibraciones, polvo tratando de evitar la emanación de productos insalubres que puedan perturbar de forma alguna la salud humana, o o sustancias nocivas para la vegetación y flora como aceites industriales, valvulina etc, teniendo que entregarse a gestores autorizados para su procesamiento.

La planta dispondrá de los elementos obligatorios para la supresión de polvo, así como de un diseño de la planta que favorezca a la mínima producción posible del mismo.

5.2 Control y prevención de las emisiones al medio ambiente atmosférico.

En este capítulo se tratarán las mediciones exigidas por la legislación vigente que serán comandadas por un Organismo Colaborador de la Administración (OCA) experto en mediciones de emisiones al medio ambiente, que legitime que la planta de tratamiento de áridos cumple con lo exigido en la normativa actual sobre las emisiones al medio ambiente atmosférico.

Además de las emisiones producidas por la Planta, se han de añadir los gases generados por los motores de combustión interna de la maquinaria móvil y el grupo electrógeno que recordemos es diesel.

5.2.1 Control y prevención del polvo.

Tal como se explica en el Capítulo 1 del presente documento “Anexo I”, la actividad que se va a llevar a cabo se clasifica en el Grupo B del Anexo II del catálogo de actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera, perteneciente al Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, sobre la protección del medio ambiente atmosférico, debido a los áridos que se depositan al aire libre en las instalaciones.

Del mismo modo, a partir del Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, quedó aprobado el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, nuestra actividad queda clasificada como molesta debido a la producción de polvo tal como se ha explicado en el capítulo anterior del presente documento.

Por lo expuesto, queda evidenciado que la actividad está plenamente regida por una normativa actualizada y vigente.

5.2.1.1 Focos de emisión de polvo.

1. PUNTOS DE EMISIÓN EN LA PLANTA DE TRITURACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ÁRIDOS PROVOCADO POR:

- 1.1. Trabajo del martillo percutor en la reducción de tamaño de los bolos
- 1.2. Volcado desde pala cargadora del todo-uno en la tolva de alimentación del primario (machacadora de mandíbulas).
- 1.3. Trituración y machaqueo del todo-uno.
- 1.4. Vertido del árido procedente del primario sobre la cinta de la machacadora
- 1.5. Depósito del árido una vez ha pasado por el separador magnético.

- 1.6. Volcado desde pala cargadora del output de la machacadora en la tolva/alimentador de la planta fija.
 - 1.7. Vertido del árido desde la tolva a la cinta transportadora CT-01
 - 1.8. Vertido de cinta transportadora CT-01 a la criba.
 - 1.9. Vertido del áridos sobre los tamices clasificadores de la criba.
 - 1.10. Criba y clasificación de los áridos en la cribadora vibrante.
 - 1.11. Vertido de los áridos en la cinta separadora de acopios, cinta CT-02.
 - 1.12. Paso del árido a través de la cinta CT-03 y CT-04 por la sopladora y la cabina de triaje.
 - 1.13. Vertido en el molino de impacto del árido con la correspondiente trituración.
 - 1.14. Depósito del árido como producto final.
2. PUNTOS DE EMISIÓN EN EQUIPOS MÓVILES.
- 2.1. Emisiones provocadas por la carga, transporte y vertido del todo-uno al inicio del ciclo en la planta.
 - 2.2. Emisiones debido a la circulación de la maquinaria móvil por las instalaciones.
3. ÁREA DE ACOPIO DEL ÁRIDO.
- 3.1. Emisiones provocadas fundamentalmente por efecto del viento sobre los montones de árido.
 - 3.2. Emisiones provocadas por el propio vertido de los áridos en la zona de almacenaje.

5.2.1.2 Medidas correctoras.

I. Puntos de Emisión en la Planta de Clasificación y Trituración de Áridos.

La zona de la planta de machaqueo, trituración y clasificación será la principal fuente emisora, por ello toda la maquinaria de la instalación susceptible de producir polvo cuenta con un sistema de supresión de polvo por aspersión (vía húmeda), debido a que es un sistema muy simple y con alta efectividad para reducir las partículas en de tamaño inferior a 10 micras.

A fin de evitar que las emisiones de polvo se extiendan, es aconsejable crear un cerramiento en la zona de recepción del material con cubiertas, o similares, del mismo modo se deberá cubrir las cintas transportadoras (a modo de túnel).

Se deberá programar una retirada periódica todas las semanas del polvo acumulado en las proximidades de la base de machacadoras, cintas, criba, etc, además del riego abundante y constante de las zonas próximas a las instalaciones, tomaremos como norma general 3 veces al día, con riegos adicionales si las condiciones climáticas de calor o viento así lo exijan.

II. Emisión de Equipos Móviles.

La supresión de las emisiones que tienen como origen la maquinaria móvil, se centrará en:

- Las vías de circulación de éstas. Se establecerá una velocidad máxima de 20 Km/h para evitar que el polvo posado en el suelo se levante. Se llevará a cabo un riego periódico de las pistas, pudiendo ser mediante cisterna móvil o con aspersores repartidos a lo largo de dichas pistas. La frecuencia de riego deberá ser de al menos 3 veces al día, salvo que las condiciones aconsejen aumentar la frecuencia de riego.
- En los puntos de carga y vertido del material. Como ya se ha explicado en el presente documento, en los puntos de carga y vertido se llevará a cabo un riego del material, a fin de suprimir la emisión de polvo a la atmósfera.

III. Emisiones en la Zona de Acopios.

La supresión de las emisiones que tienen como origen la zona de acopios de mineral, se centrará en:

- Riego con agua y mediante aspersion de los acopios.
- Restricción de la altura máxima de los acopios a 3 metros, para evitar que las corrientes de aire levanten nubes de polvo.

IV. Generales.

En el caso de que las condiciones climáticas sean adversas, fuertes vientos, se detendrá la actividad, al menos la que se lleve a cabo en exterior, hasta que la climatología lo permita.

Se deben mantener las instalaciones en unas condiciones óptimas de limpieza, para ello, cada semana se deberá limpiar el área de trabajo eliminando los restos de polvo de la manera más concienzuda posible

V. Individuales.

Las cabinas de los vehículos y puestos de mando de máquinas deberán estar cerradas y con sistema de climatización asistida con filtros de cabina para evitar que el polvo pueda acceder al interior del habitáculo.

Será obligatorio el uso de mascarillas de protección individual, homologadas.

5.2.2 Control y prevención del ruido.

El Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, la actividad queda clasificada como molesta por la emisión de ruido, debido a la existencia de maquinaria pesada, maquinaria móvil (diésel) etc.

5.2.2.1 Fuentes de emisión de ruidos en las instalaciones.

Como se ha podido ver a lo largo de los pasados documentos, las instalaciones que conforman el objeto de este proyecto consisten en una planta de trituración y clasificación de áridos reciclados.

Los equipos destinados al tratamiento del mineral, son los productores de ruido por excelencia en la planta.

La planta trabajará un máximo de 8 horas diarias, por ello según la definición de los distintos tipos de ruidos, y teniendo en cuenta que se trabajará en la jornada laboral habitual, de lunes a viernes no se considerará “tan molesta” nuestra industria, debido a que las circundantes, tráfico rodado etc., también producirá un ruido considerado como “normal” en horario laboral.

5.2.2.2 Emisión de ruidos.

El nivel medio de ruido para una instalación como la que es objeto de este proyecto contando también con su maquinaria auxiliar y basándonos en el Manual de

Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales, publicado por el Instituto Tecnológico Geominero de España, se puede concluir que los niveles de ruido son:

5.2.2.3 Emisión de ruidos.

EQUIPO	NIVEL DE RUIDO (dB)	DIST. DE MEDIDA (m)
Machacadora de mandíbulas	90	1
Molino de impacto	90	1
Criba	75	1

Tabla 30. Niveles de ruido equipos.

Estos niveles de ruido son los emitidos por la maquinaria durante su trabajo habitual de trituración y clasificación del mineral.

5.2.2.4 Medidas Correctoras.

I. Colectivas.

Son las consideradas como más adecuadas, para reducir las emisiones directamente desde su fuente:

- Aislamiento mediante un recubrimiento de forro de goma en molinos, cribas, canaletas... a fin de minimizar el ruido producido por el choque mineral-metal.
- Llevar a cabo de manera periódica el mantenimiento adecuado de los elementos de protección (mantenimiento preventivo).

II. Individuales.

- Uso obligatorio de los EPI's (Equipos de Protección Individual), como los cascos de protección auditiva debidamente homologados.
- Turnos rotativos entre operarios en los puestos de alta emisión sonora, para que el tiempo de exposición sea el menor posible.

5.2.3 Control y prevención contra los gases de emisión.

Los gases emitidos en la planta, son los causados por los motores de combustión del grupo electrógeno que abastece la planta y de los equipos móviles que cubren las necesidades de la Planta.

En ambos casos, los fabricantes de los motores, tienen una normativa muy exigente a la que acogerse y cumplir de manera concienzuda, con filtros de partículas, catalizadores etc., por tanto estando al aire libre los escapes de los diferentes motores, no habrá problema de intoxicación por CO₂.

5.2.4 Control y prevención de vibraciones.

Este tipo de industria, no produce unas vibraciones que sean capaces de afectar a personas u objetos por la fuerza dinámica de las mismas, por tanto no es necesario tomar medida correctora alguna.

5.2.5 Control y prevención del impacto visual.

En el conjunto de condiciones de la planta de tratamiento son especialmente importantes aquellas derivadas de la necesidad de reducir el impacto de las instalaciones. Es por ello que se prevé el cerramiento del perímetro con valla de tela metálica con una altura mínima de 2,5 metros y la ocultación de las instalaciones de proceso mediante la construcción de pantallas vegetales y/o caballones.

La ubicación de la parcela se sitúa en una cantera, ya que este tipo de explotación reúne mejores condiciones para los procesos que se implantan por la similitud de materiales. Encontramos un beneficio ambiental en la restauración de la explotación, quedando amparada por el Real Decreto 105/2008 que regula la gestión de los RCD.

5.2.6 Control y prevención de contaminación por lixiviados.

Para evitar la infiltración de lixiviados a través del suelo se realiza la impermeabilización tanto de la zona donde se instala la maquinaria de tratamiento de los

residuos como de las zonas de acopio de los materiales sucios, así mismo se ejecutan las infraestructuras necesarias para la recogida de aguas pluviales.

Las aguas serán dirigidas a una balsa de decantación-evaporación que se ubicará en la parcela para almacenar los posibles lixiviados, esta estará debidamente impermeabilizada y definida según la Norma UNE 104425/ 2001.

Todas estas actuaciones vienen descritas en el *punto 1.5*.

CAPÍTULO 2.

2 PLIEGO DE CONDICIONES.

2.1 Definición y alcance del pliego

2.1.1 Objeto del presente pliego

Este Pliego de Condiciones comprende el conjunto de características que deberán cumplir los materiales empleados en la construcción, así como los técnicos de su colocación en la obra y los que deberán mandar en la ejecución de cualquier tipo de instalaciones y de obras accesorias y dependientes para la ejecución del presente PROYECTO DE PLANTA TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE RESIDUOS PROCEDENTES DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN en Andújar (Jaén).

Según, lo señalado en el Art. 107.1 de la Ley 30/2007, de 30 de Octubre, de Contratos del Sector Público, sobre el contenido de los proyectos y responsabilidad derivada de su elaboración, estos deberán contener, entre otros documentos, un pliego de prescripciones técnicas particulares, donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución, con expresión de la forma en que se llevará a cabo, las obligaciones de orden técnico que correspondan al Contratista, y de manera en que se llevará a cabo la medición de las unidades ejecutadas y control de calidad de los materiales empleados y del proceso de ejecución.

Las obras e instalaciones contenidas en este proyecto, para Instalación de Planta de Tratamiento de Reciclaje de Residuos Procedentes de Construcción y Demolición en el municipio de Andújar, son fundamentalmente,

- 1º. Limpieza y desbroce de la parcela mediante la actuación de los medios necesarios.
- 2º. Continuación de obra civil. Explanación y relleno del terreno. Instalación estructuras metálicas y cimentaciones.
- 3º. Instalación de la maquinaria necesaria para la realización de la actividad proyectada.
- 4º. Instalación eléctrica de baja tensión.

Las unidades de obra figuran incluidas en el proyecto con arreglo al cual, deberán ejecutarse, salvo modificaciones expresas ordenadas por el Director de Obra.

2.1.2 Documentos del presente proyecto.

Los documentos que definen este proyecto son los siguientes:

- Memoria
- Pliego de Condiciones
- Planos
- Mediciones y presupuesto

Estos documentos conforman la guía que ha de seguir la Empresa adjudicataria de las obras, en adelante Contratista, quedando cualquier concepto o procedimiento considerado como insuficientemente definido, al criterio profesional del Director de Obra.

2.2 Pliego de condiciones.

2.2.1 Compatibilidad y reciprocidad entre documentos.

Lo mentado en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas y omitido en la Memoria del Proyecto, o viceversa, se ejecutará como si viniese reflejado en ambos documentos. En caso de contradicción entre un documento y el pliego de condiciones, prevalecerá lo definido en el Pliego de Condiciones. El contratista tiene obligación de mantener informado al director de obra todo error, fallo o discrepancia de la que fuese consciente.

2.2.2 Variaciones del proyecto.

Cualquier parte omitida en Memoria o Pliego de Prescripciones Técnicas o definición errónea de los detalles del procedimiento a seguir y que sean imprescindibles para llevar a cabo las mismas, serán ejecutadas por el Contratista aplicando sus conocimientos técnicos y experiencias a fin de lograr un resultado óptimo en la ejecución y siempre previa consulta al Director de Obra.

2.2.3 Disposiciones particulares.

En el caso de que un concepto estuviera condicionado de manera distinta en el presente Pliego respecto a cualquier disposición anteriormente mencionada, prevalecerá lo establecido en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.3 Condiciones generales en la ejecución de las obras.

2.3.1 Programación de los trabajos.

El Contratista deberá mostrar en la fase previa del inicio de las obras un programa de trabajo, en el cual vendrán definidas actividades, tiempos de ejecución etc, será preferible que venga definido en un diagrama Pert o Gant diseñados para tal efecto y siendo muy útiles en este aspecto y parte del proyecto.

2.3.2 Generalidades.

El director de obra o en cuyo caso su representante/es dispondrán de acceso libre a cualquier parte de la obra, aun estando en proceso de ejecución, incluso a las que se lleven a cabo fuera del área propia de obra, o instalaciones auxiliares de cualquier tipo, dando el contratista todo tipo de facilidades para que el director de obra pueda ejercer su labor, es decir, la inspección de las instalaciones.

2.4 Condiciones que deben reunir los materiales.

2.4.1 Condiciones generales.

- a) Si las procedencias de materiales fuesen fijadas en los documentos contractuales, el contratista tendrá que utilizarlas obligatoriamente, a menos que haya una autorización expresa del Director de la obra.
- b) Si por no cumplir las prescripciones del presente Pliego se rechazan los materiales que figuren como utilizables en los documentos informativos, el contratista tendrá la obligación de aportar otros materiales que cumplan las prescripciones, sin que por esto tenga derecho a un nuevo precio unitario.
- c) El contratista obtendrá a su cargo la autorización para la utilización de préstamos y se hará cargo además, por su cuenta, de todos los gastos, cánones, indemnizaciones, etc. que se presenten.
- d) El contratista notificará a la Dirección de la obra con suficiente antelación las procedencias de los materiales que se proponga utilizar, aportando las muestras y los datos necesarios, tanto por lo que haga referencia a la calidad como a la cantidad.

- e) En ningún caso podrán ser acopiados y utilizados en la obra materiales cuya procedencia no haya sido aprobada por el Director.
- f) Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán ser de calidad suficiente a juicio del director de la obra, aunque no se especifique expresamente en el Pliego de Condiciones. La calidad considerada como suficiente será la más completa de las definidas en la normativa correspondiente.

2.4.2 Acero.

a) *Acero de alta adherencia en redondos para armaduras.*

Se aceptarán aceros de alta adherencia que tengan el sello de conformidad CIETSID homologado por el M.O.P.U.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor de dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado ($2.100.000 \text{ kg cm}^2$). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0.2%). Se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg/cm^2 , cuya carga de rotura no será inferior a cinco mil doscientos cincuenta (5.250 kg/cm^2) Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión deformación. Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la NORMA UNE-EN 10210-1:2007 relativa a perfiles huecos para la construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino, y en la UNE EN 10219-1:2007, relativa a secciones huecas de acero estructural conformadas en frío.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.

Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

b) Acero laminado.

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE EN

Son mallas de retícula cuadrada o rectangular, formadas por barras cilíndricas o corrugadas de acero laminado de dureza natural o endurecida por templado, unidas en los puntos de cruce por soldadura eléctrica.

c) Aceros de estructura.

Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025: 206 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPE, HEB, para vigas, correas y pilares, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1:2008 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con pintura de minio electrolítico con un espesor de 40 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura.

Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

Normativa de aplicación: CTE. DB SE-A Seguridad estructural: Acero. UNEENV 1090-1:1997. Ejecución de estructuras de acero. Parte 1: Reglas generales y reglas para edificación. NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

El contratista presentará para su aprobación, al Director de Ejecución de la Obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

d) *Clavos, herrajes y tornillos.*

El hierro para clavos y herrajes será dulce, maleable en frío y en caliente, de grano fino y homogéneo, perfectamente laminado y de superficie bien limpia, no debiendo presentar huecos ni señales de incrustaciones de escorias o cuerpos extraños.

Los clavos y los tornillos que se utilicen serán de hierro dulce, con puntas agudas y filetes limpios, teniendo cada pieza la longitud y el espesor o diámetro necesarios para su función.

2.4.3 *Cemento.*

Se entiende como tal, un aglomerante, hidráulico que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos aprobada por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio.

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

Se prohíbe la utilización de productos de adicción al cemento sin previa autorización del Director de Obra.

Se cumplirán asimismo las recomendaciones y prescripciones contenidas en la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado (EHE-08) y las que en lo sucesivo sean aprobadas con carácter oficial.

El cemento se almacenará en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad, tanto en el suelo como en las paredes.

Se comprobará, dentro del mes anterior a su empleo, que las distintas partidas de cemento cumplen los requisitos exigidos por la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

2.4.4 *Agua.*

El agua procederá de la red general de agua potable existente en las instalaciones y se utilizará para el amasado del hormigón y morteros y para el curado del hormigón, debiendo cumplir las condiciones exigidas en la EH-91. Su mineralización no será excesiva. En general, toda agua potable podrá ser utilizada sin ensayos previos.

En caso de duda y falta de antecedentes en su utilización, el agua será analizada y deberá cumplir las siguientes condiciones:

- a) pH entre 5 y 8, según normas UNE-7734.
- b) Contenido en sustancias disueltas, según norma UNE-7130, inferior a 15 gr/l (15.000 p.p.m.)
- c) Contenidos en sulfatos (SO₄ =), según norma UNE-7131, inferior a 1 gr/l (1.000 p.p.m.).

- d) Contenidos en cloruros (Cl⁻), según norma UNE-7170, inferior a 6 gr/l (6.000 p.p.m.).
- e) e) Contenidos en hidratos de carbono, según norma UNE-7172, no apreciable.
- f) f) Contenido en sustancias orgánicas solubles en éter, según norma UNE-7235, inferior a 15 gr/l (15.000 p.p.m.)

La toma de muestras se realizará según UNE-7236. No podrán utilizarse aguas estancas ni salobres.

2.4.5 Áridos.

Las arenas serán de naturaleza silíceas, de ríos o canteras, y no excederán en sustancias perjudiciales de los porcentajes (referidos a peso seco), que a continuación se especifican, determinados según métodos de ensayo UNE:

- a) Terrenos de arcilla (UNE-7133:1958): 1'00 %.
- b) Finos que pasan por el tamiz 0'080 (UNE-EN 933 – 10:2010): 5'00 %.
- c) Material retenido por el tamiz 0'063 y que flote en un líquido de p.s.2 (UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013): 0'50 %.
- d) Compuestos de azufre expresados en SO₄ = (UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013): 1'20 %.

Además, las arenas destinadas a la formación de morteros cumplirán las siguientes condiciones:

- a) El tamaño máximo de granos debe ser tal, que la arena pase por el tamiz de apertura, no superior a 3'3 mm.
- b) El contenido de finos, determinado por tamizado de levigación, que pase por el tamiz 0'080, UNE 7050-3:1997, no será superior al 15 % del peso total de la muestra.
- c) El contenido de elementos perjudiciales, como mica, yeso, feldespatos... , no será superior al 2 %.
- d) No deberá contener materia orgánica.
- e) No llevarán más de un 10 % de su peso de humedad.
- f) Al someterlas a presión, las arenas tomarán cuerpo.
- g) % en peso total de la muestra.
- h) Terrenos de arcilla (UNE-7133:1958): 0'23.
- i) Partículas blandas (UNE-7134:1958): 5'00.
- j) Finos que pasan por el tamiz 0'080 (UNE-EN 933-10:2010): 1'00.

- k) Material que flote en un líquido de p.s.2 (UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013): 1'50.
- l) Compuestos de azufre, expresados en SO₄ = y referidos al árido seco (UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013): 1'20.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

Las gravas estarán exentas de materia orgánica. Los áridos procederán de graveras naturales y serán lavados totalmente, salvo expresa autorización del Director de Obras.

Antes de dar comienzo a las obras por el Director de las mismas, se fijará, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaño de los mismos a mezclar para conseguir la curva granulométrica óptima y la capacidad más conveniente del hormigón, adoptándose, como mínimo, una clasificación de tres tamaños de áridos y sin que el Contratista pueda alegarse precio o suplemento alguno por este concepto.

2.4.6 Componentes de la instalación de seguridad contra incendios.

A continuación se describen las calidades y principios de funcionamiento, así como la necesidad de homologación por laboratorios reconocidos, de todos los posibles componentes de la instalación de seguridad contra incendios:

a) Tuberías.

Serán de acero estirado sin soldadura DIN 2440 hasta D.N. 2" y DIN 2448 para D.N. superiores, en clase negra excepto para tramos sumergidos en el agua que serán galvanizados.

El acabado exterior se hará a base de cepillado, dos capas de imprimación y dos de pintura sintética.

b) Uniones de tuberías.

Serán accesorios roscados maleables para D.N. 2" e inferiores y de acero estirado para soldar en D.N. superiores.

Las uniones de válvulas de D.N. superiores a 2" se realizarán mediante bridas con cuello para soldar, con resalte para juntas "Klingerit" y tornillería cadmiada.

Este tipo de unión se hace extensivo para bombas.

c) Soportes.

Estarán contruidos a base de perfiles de acero normalizados, sujetándose las tuberías por medio de "abarcones" normalizados.

El acabado de los soportes será galvanizado o el mismo que el de las tuberías.

d) Valvulería.

En general todas las válvulas serán PN-10 con guarnición en bronce y cuerpo de bronce para D.N. 2" e inferiores y de hierro fundido para D.N. superiores.

Las válvulas de retención serán del tipo "clapeta partida" con cuerpo plano para montar en "Sandwich".

Las válvulas de interrupción serán del tipo "mariposa", con desmultiplicador para D.N. 6" y superiores.

El resto será del tipo "compuerta" hasta D.N. 1½" con indicador de posición de apertura y para D.N. inferiores a 1½" puede ser del tipo "bola" con palanca de 1¼ de vuelta y bola de acero inoxidable.

e) Presostatos.

Serán del tipo "Bourdon" con interruptor por ampolla de mercurio y escala de regulación a la vista con agujas independientes para mínimo y máximo con manipulación exterior.

El rango de regulación estará comprendido entre 4 y 10 kg/cm² con divisiones de 0,1 kg/cm².

f) Manómetros.

Serán del tipo "Bourdon" con esfera de AE 100 mm, en baño de glicerina y lectura en el dial de 0 a 16 kg/cm² con divisiones de 0,1 kg/cm².

g) Hidrantes.

Serán de D.N. 4" de conexión recta o acodada (lateral) por brida, con dos bocas de salida de D.N. 70 (2½") y una salida de D.N. 100 (4").

Las dos bocas de 70 irán provistas de racor de conexión con tapa, según UNE-23-400, fabricados en aleación de aluminio.

Todas las tapas dispondrán de "botón de purga", para despresurizar.

El hidrante será de tipo columna seca con "línea de rotura" a nivel de tierra, o 15 cm por encima, y purga automática bajo tierra.

Estará construido en hierro fundido el cuerpo y todas las piezas interiores serán de acero inoxidable y bronce. El cierre será por asiento hacia arriba, mandado por "cuadrillo", portavolante o palanca acoplable desde la parte superior. El acabado será el de fábrica, con pintura especial para intemperie.

Todos y cada uno de los hidrantes irán montados directamente sobre una derivación vertical en "T" o en un ramal de evacuación de la tubería principal, la conexión será con brida, por lo que en este punto, bajo la tubería, se fabricará una base de hormigón de 50 cm x 30 cm de espesor, formando "cuna hasta medio diámetro de tubería".

En el "punto de drenaje" del hidrante se fabricará un volumen de filtrado de 50 cm x 50 cm x 50 cm de grava, del tamaño 3 a 5 cm, tapándose con placa de chapa de 1mm, galvanizada y tierra final.

h) Extintores portátiles.

Todos los extintores móviles incluidos en el presente proyecto serán de tipo homologados por la Delegación de Industria, con la placa de timbre, de acuerdo con el *Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*

En cuanto a la eficacia extintora, o clasificación por el "hogar tipo" apagado, en los ensayos de eficacia según la Norma *UNE-EN 3-7:2004+A1:2008*, deberá ser probada mediante certificado expedido por el laboratorio oficialmente reconocido en el que se realizaron dichos ensayos.

Las características constructivas para los distintos tipos y tamaños serán, además de las prescritas en la norma *UNE-EN 3-7:2004+A1:2008*, las siguientes:

- Cargado con polvo químico "polivalente" ABC o CO₂. Recipiente de acero, con tres piezas soldadas como máximo.
- Presión incorporada o adosada (por botellín de CO₂ con salida calibrada para evitar congelación).
- La válvula de descarga será del tipo "asiento" con palanca para interrupción de la descarga, aunque esta puede ir incorporada en el extremo de la manguera con la boquilla de descarga.
- Manguera de una longitud mínima del 80 % de la altura del aparato.
- Boquilla de descarga especialmente diseñada para descargar el polvo contenido. Incorporará palanca de interrupción de la descarga si no existe en la válvula.

i) Alumbrado de emergencia

Se cumplirá con lo dispuesto en el CTE-DB-SI. La instalación contará con una fuente propia de energía, que entrará en funcionamiento cuando la tensión nominal de abastecimiento sufra una bajada superior al 20%.

j) Otras medidas

En la zona de triaje de la instalación existirá un detector iónico de humos así como pulsadores manuales de incendios y sirenas repartidos por la planta, según lo dispuesto en el anexo de incendios del presente proyecto, controlados por centralita. Deberán cumplir con todos los requisitos exigidos por la Delegación de Industria y contar con el sello de garantía del fabricante.

2.4.7 Material eléctrico.

Se ajustará a todos los reglamentos vigentes, en especial al Reglamento electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

2.4.8 Hormigón estructural.

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

Previamente a efectuar el pedido del hormigón se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:

- a) Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.
- b) Preparar la recepción del hormigón antes de que llegue el primer camión.
- c) Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos: Nombre de la central de fabricación de hormigón. Número

de serie de la hoja de suministro. Fecha de entrega. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción. Especificación del hormigón.

En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

- a) Designación.
- b) Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m^3) de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.
- c) Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.

En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

- a) Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
- b) Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
- c) Tipo de ambiente.
- d) Tipo, clase y marca del cemento.
- e) Consistencia.
- f) Tamaño máximo del árido.
- g) Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
- h) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
- i) Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
- j) Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
- k) Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
- l) Hora límite de uso para el hormigón.

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

a. Hormigonado en tiempo frío:

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados. En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

b. Hormigonado en tiempo caluroso:

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.4.9 Revestimiento intumescente.

Preparación y protección de elementos metálicos mediante la aplicación de revestimiento intumescente, en emulsión acuosa mono-componente, color blanco, acabado mate liso, hasta conseguir una resistencia al fuego de 240 minutos, con un espesor mínimo de 4400 micras.

Incluso p/p de raspado de óxidos, limpieza superficial y aplicación de una mano de imprimación selladora de dos componentes, a base de resinas epoxi y fosfato de zinc, color gris, con un rendimiento no menor de 0,125 l/m² (para un espesor de 50 micras secas).

2.4.10 Materiales no expresados.

Todo el material no expresado en este Pliego de Condiciones y que haya de emplearse en estas obras se entenderá que es de la mejor calidad. Se someterá previamente a la aceptación del Ingeniero Director de Obra. No obstante, todo se ajustará a lo establecido por las Normas editadas por los Organismos oficiales competentes.

2.5 Ejecución y control de las obras.

2.5.1 Condiciones generales.

2.5.1.1 Ejecución de las obras.

Todas las obras comprendidas en este Proyecto se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en los Planos y en este Pliego de Condiciones y siguiendo las indicaciones de la Dirección Técnica, quien resolverá las cuestiones que puedan plantearse en la interpretación de aquellos y en las condiciones y detalles de la ejecución.

2.5.1.2 Obras provisionales.

El contratista ejecutará o acondicionará oportunamente las carreteras, caminos y accesos provisionales necesarios por los desvíos que impongan las obras, en relación con el tráfico general y los accesos de las fincas adyacentes, de acuerdo con lo que se defina en el Proyecto o con las instrucciones que reciba de la Dirección. Los materiales y las unidades de obra necesarios en las citadas obras provisionales cumplirán todas las prescripciones del presente Pliego, como si fuesen obras definitivas.

Estas obras se abonarán, a menos que en el presente Pliego se diga expresamente lo contrario, con cargo a las partidas alzadas que por tal motivo figuren en el Presupuesto. Caso de que no figurasen se valorarán con los precios del contrato.

Si a juicio de la Dirección las obras provisionales no fuesen estrictamente necesarias para la ejecución normal de las obras, no serán abonadas, siendo, por tanto, conveniencia del contratista facilitar o acelerar la ejecución de las obras.

Tampoco serán abonados los caminos de obra, accesos, subidas, puentes provisionales, etc., necesarios para la circulación interior de la obra, para el transporte de materiales a la misma o para los accesos y circulación del personal de la administración y visitas de obra. A pesar de ello, el contratista deberá mantener los mencionados caminos de obra y accesos en buenas condiciones de circulación.

La conservación durante el término de utilización de estas obras provisionales será a cuenta del contratista.

2.5.1.3 Vertederos.

Los residuos generados en su mayoría son los expresados en el art. 3.1.a del Real Decreto 105/2008. Para el resto procedentes de la cimentación de las máquinas y la solera para residuos rechazados, se trataran como sigue:

A excepción de una manifestación expresa y contraria en el presente Pliego, la localización de vertederos, así como los gastos que comporte su utilización, serán a cargo del contratista.

La mayor distancia a los vertederos respecto a la hipótesis hecha en la justificación del precio unitario que se incluye en los anexos de la Memoria, o la omisión en dicha justificación de la operación de transporte a los mismos, no serán causa suficiente para exigir la modificación del precio unitario que aparece en el cuadro de precios o para alegar que la unidad de obra correspondiente no incluye la citada operación de transporte al vertedero, siempre que en los documentos se fije que la unidad incluye estos transportes.

Los diferentes tipos de material que se precise eliminar (cimientos, subterráneos, etc.) no serán motivo de sobreprecio, por considerarse incluidos en los precios unitarios del contrato.

Si en las mediciones y documentos informativos del proyecto se establece que el material obtenido de la excavación, de la explanación y de los cimientos o zanjas ha de utilizarse en terraplenes o rellenos y la Dirección de obra rechaza el citado material, por no cumplir las condiciones del presente Pliego, el contratista deberá transportarlos a vertedero, sin derecho a ningún abono complementario a la correspondiente excavación, ni a ningún tipo de incremento del precio del contrato por tener que usar mayor cantidad de material procedente de préstamos.

DEBIDO A QUE LOS RESIDUOS GENERADOS, SON LOS QUE UNA VEZ REALIZADA LA INSTALACIÓN SE VAN A TRATAR, SE INTENTARÁ ACOPIARLOS EN UNA ZONA QUE NO INTERFIERA EL NORMAL DESARROLLO DE LAS OBRAS, Y POSTERIORMENTE SER UTILIZADOS EN LA PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN COMO PRUEBA DE SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO.

2.5.1.4 Servidumbres y servicios afectados.

Se considerarán servidumbres relacionadas en el Pliego de Prescripciones las que aparezcan definidas en los Planos del proyecto.

Los elementos afectados serán trasladados o retirados por las compañías y organismos correspondientes.

A pesar de todo, el contratista tendrá la obligación de realizar los trabajos necesarios para la localización, protección o desvío de los servicios afectados de poca importancia, si los hay, y que la Dirección considere conveniente realizar para la mejora del desarrollo de las obras. Estos trabajos serán de pago al contratista, ya sea con cargo a las partidas alzadas existentes a tal efecto en el Presupuesto o bien por unidad de obra, mediante la aplicación del Cuadro de Precios nº 1.

2.5.1.5 Conservación de las obras.

Se define como conservación de la obra el conjunto de trabajos de vigilancia, limpieza, acabado, mantenimiento y reparación y todos los que sean necesarios para

mantener las obras en perfecto estado de funcionamiento y limpieza. La citada conservación se extiende a todas las obras ejecutadas bajo el mismo contrato.

El presente artículo será de aplicación desde la fecha de inicio de las obras hasta la recepción definitiva. Todos los gastos originados por este concepto serán a cuenta del contratista.

Será a cargo del contratista la reposición de los elementos que se hayan deteriorado o que hayan sido objeto de robo. El contratista deberá tener en cuenta en el cálculo de su proposición económica los gastos correspondientes a la vigilancia, las reposiciones citadas o los seguros que sean convenientes. Se tendrán en cuenta especialmente los seguros contra incendios y actos de vandalismo durante el período de garantía, ya que se entienden incluidos en el concepto de guardería a cuenta del contratista.

2.5.1.6 Interferencias con otros contratistas.

El contratista programará los trabajos de manera que durante el período de ejecución de las obras sea posible ejecutar obras complementarias, como la ejecución de redes eléctricas, conducciones de agua u otros trabajos. En este caso, el contratista cumplirá las órdenes de la Dirección de Obra, para delimitar las zonas con unidades de obra totalmente acabadas, y efectuar los trabajos complementarios citados.

Los posibles gastos motivados por eventuales paralizaciones o incrementos de costo debidos a la mencionada ejecución por fases, se considerarán incluidos en los precios del contrato y no podrán ser objeto de reclamación en ningún caso.

2.5.1.7 Existencia de servidumbres y servicios.

Cuando sea necesario ejecutar determinadas unidades de obra en presencia de servidumbres de cualquier tipo o de servicios anteriores que fuera necesario respetar, o bien cuando se realice la ejecución simultánea de las obras y la sustitución o reposición de servicios afectados, el contratista estará obligado a disponer las medidas adecuadas para la ejecución de los trabajos, a fin de evitar la posible interferencia y el riesgo de accidentes de cualquier tipo.

El contratista solicitará a las diferentes entidades suministradoras o a los propietarios de servicios los planos de definición de la posición de los mismos, y localizará y descubrirá las tuberías de servicios enterradas mediante trabajos de excavación manual. Los gastos o las disminuciones de rendimiento originadas se considerarán incluidos en los precios unitarios y no podrán ser objeto de reclamación.

2.5.1.8 Desvío de servicios.

Antes de comenzar las excavaciones, el contratista, basado en los planos y datos de que disponga o mediante la visita a los servicios, si es factible, habrá de estudiar y replantear sobre el terreno los servicios e instalaciones afectadas, considerar la mejor manera de ejecutar los trabajos para no deteriorarlos y señalar los que, en último caso, considere necesario modificar.

Si el Director de Obra se muestra conforme, solicitará de la empresa u organismos correspondientes la modificación de estas instalaciones. Estas operaciones se pagarán mediante factura. En caso de existir una partida para abonar los citados trabajos, el contratista tendrá en cuenta, en el cálculo de su oferta económica, los gastos correspondientes a los pagos por administración, ya que se abonará únicamente el importe de las facturas.

A pesar de todo, si con el fin de acelerar las obras las empresas interesadas, recaban la colaboración del contratista, éste deberá prestar la ayuda necesaria.

2.5.1.9 Control de las obras.

Por cuenta del contratista, y hasta el uno por ciento (1%) del importe del presupuesto.

2.5.2 Replanteo.

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director de las mismas, hará las comprobaciones que crea necesarias al replanteo realizado por el Contratista.

El replanteo comprenderá la identificación y determinación de los vértices de las alineaciones, mediante hitos de hormigón.

Del resultado de este replanteo, una vez realizadas las comprobaciones antedichas, se levantará acta que suscribirán el Ingeniero Director y el Contratista. Esta acta se elevará a la superioridad para su aprobación. El Contratista será responsable de la conservación de los puntos de referencia, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras sufrieran deterioros o destrucciones, serán a su cargo los gastos de reposición y comprobación. Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los ocasionados al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras.

2.5.3 Orden de los trabajos.

El contratista deberá seguir en la ejecución de las obras, el orden de trabajos previamente aprobado por el Ingeniero Director, debiendo extremar las precauciones

para causar los mínimos perjuicios a terceras personas, corriendo a su cargo cuantos gastos se originen por este concepto.

2.5.4 Movimiento de tierras.

Comprende todas las operaciones relacionadas con los movimientos de tierras o rocas necesarias para la ejecución de la obra.

Estas operaciones son:

- a) Limpieza del terreno.
- b) Explanaciones, desmontes y vaciados.
- c) Rellenos y terraplenes.
- d) Excavación de zanjas y pozos.
- e) Replanteo definitivo.

a) Limpieza del terreno.

Estos trabajos consisten en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, plantas, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier otro material no deseable. Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Excavación de los materiales objeto del desbroce.
- Retirada de los materiales objeto del desbroce.

Todo ello será realizado de acuerdo con las presentes especificaciones y con los datos que sobre el particular incluyan los correspondientes documentos del proyecto.

Los trabajos se realizarán de manera que produzcan la menor molestia posible a la otra actividad de la empresa, que es la producción de áridos de las zonas próximas a las obras.

Ningún hito de propiedad o punto de referencia de datos topográficos de cualquier clase, será destruido o desplazado sin que un agente autorizado haya referenciado adecuadamente su situación o haya aprobado el desplazamiento.

Todos los subproductos forestales, excepto la leña de valor comercial, serán quemados de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el encargado facultativo de la obra.

El concepto de metro cuadrado (m²) de desbroce, limpieza y preparación del terreno incluirá también las posibles excavaciones y rellenos motivados por la existencia de suelos inadecuados que, a juicio del director de la obra, sea necesario eliminar para poder efectuar los trabajos de cimentación.

Se considera que antes de presentar la oferta económica el contratista deberá visitar y estudiar suficientemente los terrenos sobre los cuales se ha de instalar la línea de tratamiento de residuos de construcción y demolición, y que deberá incluir en el precio de la oferta todos los trabajos de preparación, que se abonarán al precio único definido en el Cuadro de Precios n° 1 y que en ningún caso podrán ser objeto de incremento del precio del contrato.

Se considera que los datos contenidos en la Memoria tienen únicamente valor informativo y que su exactitud no puede ser objeto de reclamación.

b) Explanaciones y desmontes.

Explanación es el conjunto de operaciones de desmonte o relleno necesarias para nivelar las zonas donde habrán de asentarse la línea de tratamiento de residuos de construcción y demolición, incluyendo las plataformas, taludes y cunetas provisionales o definitivas, además del transporte de los materiales removidos a los vertederos o al sitio de utilización.

Desmonte es la operación que consiste en rebajar el terreno hasta llegar a nivelar el terreno.

Si durante las excavaciones apareciesen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se ejecutarán los trabajos que ordene la Dirección de la obra, que se considerarán incluidos en los precios de la excavación.

En los precios de excavación está incluido el transporte a cualquier distancia.

Si, a juicio del Director de la obra, los materiales no son aptos para la formación de terraplenes, se transportarán al vertedero, no siendo motivo de sobreprecio el incremento en la distancia a vertedero.

La unidad de excavación incluirá la ampliación, mejora o rectificación de los taludes de las zonas de desmonte, así como su refinado y la ejecución de cunetas provisionales o definitivas.

Cuando las excavaciones lleguen a la rasante definida, los trabajos que se ejecuten para dejar la explanada refinada, compacta y totalmente preparada para iniciar las obras estarán incluidos en el precio unitario de excavación. Si la explanada no cumple las condiciones de capacidad portante necesarias, el Director de la obra podrá ordenar una excavación adicional, que será medida y abonada mediante el mismo precio definido para todas las excavaciones.

Las excavaciones se consideran no clasificadas y se definen con un precio único para cualquier tipo de terreno. La excavación especial de taludes en roca se abonará al precio único definido para la excavación.

c) *Rellenos y terraplenes.*

Rellenos y terraplenes son las masas de tierra o de otros materiales con los que se llenan y compactan los huecos, se hacen taludes, se nivelan terrenos o se llevan a término obras similares.

Las diferentes capas o zonas que los componen son:

- Cimiento: zona que está por debajo de la superficie del terreno.
- Núcleo: zona que comprende desde el cimiento hasta la coronación.
- Coronación: capa superior con un grueso de cincuenta centímetros (50 cm).

El equipo necesario para efectuar su compactación se determinará por el encargado facultativo, en función de las características del material a compactar y del tipo de obra.

El contratista podrá utilizar un equipo diferente; para ello necesitará la autorización del Director Facultativo, que solamente la concederá cuando con el equipo puesto por el contratista obtenga la compactación requerida y al menos del mismo grado que con el equipo propuesto por el encargado facultativo.

La base del relleno se preparará de forma adecuada para suprimir las superficies de discontinuidad evitables. A continuación se extenderá el material a base de tongadas de grosor uniforme y suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su grosor el grado de compactación exigida. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y, en otro caso, se conseguirá esta uniformidad mezclándose convenientemente con los medios adecuados.

No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y, por tanto, sea autorizado su tendido por el encargado facultativo.

Cuando la tongada subyacente se haya reblandecido por una humedad excesiva no se extenderá la siguiente.

d) *Excavación de zanjas y pozos.*

La unidad de excavación de zanjas y pozos comprende todas las operaciones necesarias para abrir las zanjas definidas del abastecimiento de agua y el resto de las redes de servicios definidas en el presente proyecto, así como las zanjas y pozos

necesarios para cimientos y desagües. Su ejecución incluye el transporte de los materiales a vertedero o lugar de empleo.

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con los planos del proyecto y con los datos obtenidos del replanteo general de las obras, de los planos de detalle y las órdenes de la Dirección de obra.

En zanjas y pozos de cimentación, estos trabajos deberán realizarse de forma que los paramentos queden perfectamente recortados, los fondos nivelados horizontalmente y perfectamente limpios.

Cuando, conseguida la profundidad señalada en los planos, no se obtuviera una superficie y material adecuados, podrá el Ingeniero modificar tal profundidad para asegurarse una cimentación satisfactoria.

El contratista deberá establecer por su cuenta las entibaciones y agotamientos que sean necesarios.

2.5.5 Cimentaciones.

Los cimientos son los elementos estructurales que transmiten las cargas de la estructura al terreno de sustentación.

a) Reconocimiento general del suelo:

Con anterioridad a la ejecución de las obras y mediante los trabajos adecuados se reunirá toda la información posible proveniente de la observación de las zonas vecinas y tomando datos en general de toda clase de circunstancias que puedan posteriormente facilitar y orientar los trabajos que habrán de realizarse en el momento del reconocimiento del terreno.

b) Resistencia de los terrenos:

El Ingeniero Director, según su criterio técnico y después de los reconocimientos y ensayos del terreno que considere necesarios, escogerá en cada caso la presión admisible que crea adecuada, fijando también el asentamiento máximo tolerable.

c) Tipos de cimentación:

La dirección facultativa comprobará que la cimentación se realice en la forma, medida, dosificación y manera particular de ejecución que indiquen los planos y el Pliego de Condiciones; con las longitudes, forma, separaciones, diámetros, número de barras y secciones que figuren en los planos. Los recubrimientos, anclajes y montajes se ajustarán a las normas vigentes.

La losa, zapatas y zanjas tendrán la forma, medidas y cotas fijadas en los planos de obra.

Antes de hormigonar, el contratista comprobará que las capas de asentamiento de la cimentación estén perfectamente niveladas y limpias, procediendo a continuación a la ejecución de la cimentación.

d) **Dosificación de hormigones:**

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE-08.

e) *Fabricación de hormigones:*

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08). Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso.

Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás, para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del dos por ciento para el agua y el cemento, cinco por ciento para los distintos tamaños de áridos y dos por ciento para el árido total.

En la consistencia del hormigón admitirá una tolerancia de veinte milímetros medida con el cono de Abrams. La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, este se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador.

Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido. No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

f) *Mezcla en obra:*

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

g) Transporte de hormigón:

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación. Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

h) Puesta en obra del hormigón:

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación. No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor. En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

i) Compactación del hormigón:

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón.

La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm./seg., con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm., y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa

vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente.

No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

j) Curado de hormigón:

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar. En cualquier caso deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante tres días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

k) Juntas en el hormigonado:

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción ó dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos. Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón.

Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

l) Terminación de los paramentos vistos:

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos (2) metros de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente: Superficies vistas seis milímetros (6 mm.), Superficies ocultas veinticinco milímetros (25 mm.).

m) Limitaciones de ejecución:

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

n) Antes de hormigonar:

1. Replanteo de ejes, cotas de acabado.
2. Colocación de armaduras
3. Limpieza y humedecido de los encofrados

o) Durante el hormigonado:

El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m., salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueas y se mantenga el recubrimiento adecuado. Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0°C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h.

Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la D.F. No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h se tratará la junta con resinas epoxi.

p) Después del hormigonado:

El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia. Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la D.F.

q) Medición y Abono:

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado.

En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por

metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

2.5.6 Estructuras metálicas.

Sistema estructural realizado con elementos de Acero Laminado.

Condiciones previas:

Se dispondrá de zonas de acopio y manipulación adecuadas.

Las piezas serán de las características descritas en los planos. Se comprobará el trabajo de soldadura de las piezas compuestas realizadas en taller. Las piezas estarán protegidas contra la corrosión con pinturas adecuadas.

Componentes:

- a) Perfiles de acero laminado
- b) Perfiles conformados
- c) Chapas y pletinas
- d) Tornillos calibrados
- e) Tornillos de alta resistencia
- f) Tornillos ordinarios
- g) Roblones

Ejecución:

- a) Limpieza de restos de hormigón etc. de las superficies donde se procede al trazado de replanteos y soldadura de arranques.
- b) Trazado de ejes de replanteo
- c) Se utilizarán calzos, apeos, pernos, sargentos y cualquier otro medio que asegure su estabilidad durante el montaje.
- d) Las piezas se cortarán con oxicorte o con sierra radial, permitiéndose el uso de cizallas para el corte de chapas.
- e) Los cortes no presentarán irregularidades ni rebabas.
- f) No se realizarán las uniones definitivas hasta haber comprobado la perfecta posición de las piezas.
- g) Los ejes de todas las piezas estarán en el mismo plano.

h) Todas las piezas tendrán el mismo eje de gravedad.

i) **Uniones mediante tornillos de alta resistencia:** Se colocará una arandela, con bisel cónico, bajo la cabeza y bajo la tuerca. La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca por lo menos un filete. Los tornillos se apretarán en un 80% en la primera vuelta, empezando por los del centro. Los agujeros tendrán un diámetro 2 mm, mayor que el nominal del tornillo.

j) **Uniones mediante soldadura:**

Se admiten los siguientes procedimientos:

- Soldeo eléctrico manual, por arco descubierto con electrodo revestido
- Soldeo eléctrico automático, por arco en atmósfera gaseosa
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido
- Soldeo eléctrico por resistencia

Se prepararán las superficies a soldar realizando exactamente los espesores de garganta, las longitudes de soldado y la separación entre los ejes de soldadura en uniones discontinuas.

Los cordones se realizarán uniformemente, sin mordeduras ni interrupciones; después de cada cordón se eliminará la escoria con piqueta y cepillo.

Se prohíbe todo enfriamiento anormal por excesivamente rápido de las soldaduras.

Los elementos soldados para la fijación provisional de las piezas, se eliminarán cuidadosamente con soplete, nunca a golpes. Los restos de soldaduras se eliminarán con radial o lima.

Una vez inspeccionada y aceptada la estructura, se procederá a su limpieza y protección antioxidante, para realizar por último el pintado.

Control:

- a) Se controlará que las piezas recibidas se corresponden con las especificadas.
- b) Se controlará la homologación de las piezas cuando sea necesario.
- c) Se controlará la correcta disposición de los nudos y de los niveles de placa de anclaje.

Medición:

Se medirá por kg. de acero elaborado y montado en obra, incluidos despuntes.

En cualquier caso se seguirán los criterios establecidos en las mediciones.

2.5.7 Instalaciones.

2.5.7.1 Condiciones Generales

a) Las siguientes condiciones facultativas se refieren a la instalación de la siguiente maquinaria:

- Maquinaria de “planta fija”
- Maquinaria de Molino
- Instalación eléctrica de Baja Tensión
- Instalación eléctrica de Alta Tensión

b) Condiciones generales

Las casas instaladoras deberán garantizar un efectivo servicio post-venta de sus máquinas.

Se instalará solamente maquinaria que permita ampliaciones fáciles, a excepción de los casos en que ello sea imposible por las peculiaridades de la máquina considerada.

No se admitirá ninguna maquinaria que no ofrezca por lo menos un año de garantía.

Únicamente será objeto del presente Pliego de Condiciones, la maquinaria e instalaciones detalladas en la Memoria y Presupuesto del presente Proyecto.

c) Instalación

Las respectivas firmas instaladoras de cada una de las máquinas o elementos consignados en el epígrafe anterior, deberán responsabilizarse íntegramente del suministro, embalaje, transporte, colocación, montaje y puesta en marcha de las mismas, incluyendo el material que para cada tipo de instalaciones queda reseñado en los documentos Memoria y Presupuestos del presente Proyecto.

Las casas instaladoras se encargarán cuando proceda, de la instrucción del personal encargado, del manejo de las distintas instalaciones.

d) Características de la maquinaria

Los diversos elementos de las máquinas a que se hace referencia, poseerán las características expuestas para cada uno de ellos en la Memoria del Proyecto y

presupuesto en todo caso, y serán tales que con su colocación se garantice el adecuado funcionamiento de las instalaciones.

e) Garantía

Se fijarán los siguientes plazos de garantía, a contar desde el momento en que se compruebe el buen funcionamiento, será de un año.

La garantía abarcará a todo defecto de fabricación o defectuosa instalación.

f) Plazos de montaje

Los plazos de montaje se fijarán en el contrato con las respectivas firmas instaladoras a partir de la recepción provisional de las obras. Cada plazo no será, en ninguno de los casos, superior a dos meses.

En el caso que no posean un determinado tipo de maquinaria, el Director de Obras se reservará el derecho de sustituir la máquina en cuestión por otra de igual o mejor calidad, haciendo una revisión de precios por ambas partes.

g) Instalaciones auxiliares de la maquinaria

Las conexiones de agua (para evitar polvo), electricidad, etc., entre las distintas máquinas y las correspondientes instalaciones generales, corren también por cuenta de las casas suministradoras.

Durante la ejecución de los trabajos de montaje e instalación, las casas suministradoras quedan obligadas a someterse a todas las verificaciones que solicite el Director de las Obras.

h) Puesta en marcha

Una vez terminadas las distintas instalaciones, el conjunto será puesto en marcha por los respectivos montadores que darán las instrucciones necesarias para su manejo y control al personal encargado del mismo. La terminación de la instalación será certificada a petición de las casas comerciales por la Dirección de Obra.

i) Pruebas de funcionamiento

Después de un período suficiente para que las instalaciones estén a punto, se procederá a los ensayos que verifiquen las garantías de las casas instaladoras, continuándose tales ensayos durante el tiempo necesario para que quede palpablemente demostrado el buen funcionamiento.

j) Recepción provisional

Una vez terminadas las pruebas de funcionamiento y si dichos ensayos son satisfactorios, se procederá a la recepción provisional, con la fecha de la calificación por parte de la Dirección de obra.

Caso de no ser satisfactorias las pruebas de funcionamiento, la recepción provisional no se llevará a cabo hasta que la firma instaladora haya subsanado los defectos encontrados, cuya reparación se llevará a cabo en un plazo máximo de 15 días.

k) Mal funcionamiento

Si por mal funcionamiento el Director considera conveniente el cambio de una maquina por otra, la casa suministradora facilitará la nueva maquinaria, concertándose entre ambos el precio de la nueva máquina.

l) Recepción definitiva

La recepción definitiva se llevará a cabo cuando finalicen los respectivos plazos de garantía a que se hizo referencia para cada tipo de máquina o instalación.

Durante este período las firmas instaladoras mantendrán en perfecto estado todas las instalaciones y reemplazarán a sus expensas todos aquellos elementos que fueran defectuosos por vicio de construcción o montaje, incluso si estos defectos no hubiesen sido reconocidos durante los ensayos previos a la recepción provisional. No están comprendidos en esta obligación, los trabajos de entretenimiento normal ni los defectos o averías que sean consecuencia del uso anormal o defecto de entretenimiento.

m) Forma de pago

Las distintas firmas instaladoras deberán presentar presupuesto detallado de las distintas instalaciones proyectadas.

El pago de las instalaciones se efectuará de la manera que se especifique en los contratos correspondientes.

2.5.7.2 Maquinaria de tratamiento.

El número de máquinas necesarias, sus características y disposición serán las que se indican en la memoria del presente Proyecto.

Su instalación corre a cargo de las casas suministradoras debiendo estas atenerse al orden, disposición y distancias marcadas en la Memoria.

Las características técnicas son las que aparecen en el presupuesto. Se podrá variar las máquinas según ofertas de última hora, no así su funcionalidad en el proceso,

debiendo poder admitir igual o superior cantidad de producto y ejerciendo la misma función.

2.5.8 Instalación eléctrica

a) DESCRIPCIÓN

Instalación de la red de distribución eléctrica en baja tensión a 380 V. entre fases y 220 V. entre fases y neutro, desde el final de la acometida perteneciente a la Compañía Suministradora, localizada en la caja general de protección, hasta cada punto de utilización.

b) COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Conductores eléctricos.
- Reparto.
- Protección.
- Tubos protectores.
- Elementos de conexión.
- Cajas de empalme y derivación.
- Aparatos de mando y maniobra.
- Interruptores.
- Conmutadores.
- Tomas de corriente.
- Aparatos de protección.
- Interruptores diferenciales.
- Interruptores magnetotérmicos.
- Tomas de tierra.
- Placas.
- Electrodo o picas.
- Aparatos de control.
- Cuadros de distribución.
- Generales.
- Individuales.
- Contadores.

c) CONDICIONES PREVIAS

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a estar empotrada: forjados, tabiquería, etc. salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y de protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

d) EJECUCIÓN

Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

e) CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Serán de cobre electrolítico, aislados adecuadamente, siendo su tensión nominal de 0,6/1 Kilovoltios para la línea repartidora y de 750 Voltios para el resto de la instalación.

f) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos.

Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

g) IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

h) TUBOS PROTECTORES

Los tubos a emplear serán aislantes flexibles (corrugados) normales, con protección de grado 5 contra daños mecánicos, y que puedan curvarse con las manos, excepto los que vayan a ir por el suelo o pavimento de los pisos, canaladuras o falsos techos, que serán del tipo PREPLAS, REFLEX o similar, y dispondrán de un grado de protección de 7.

Los diámetros interiores nominales mínimos, medidos en milímetros, para los tubos protectores, en función del número, clase y sección de los conductores que deben alojar, se indican en las tablas de la Instrucción ITC-BT-21. Para más de 5 conductores por tubo, y para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección interior de éste será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores, especificando únicamente los que realmente se utilicen.

j) CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIONES

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm. para el diámetro o lado interior.

La unión entre conductores, dentro o fuera de sus cajas de registro, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión.

j) APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Serán del tipo cerrado y de material aislante.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65° C. en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 Voltios.

k) APARATOS DE PROTECCIÓN

Son los disyuntores eléctricos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los disyuntores serán de tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del corto-circuito estará de

acuerdo con la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en un punto de la instalación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regularán para una temperatura inferior a los 60 °C.

Llevarán marcadas la intensidad y la tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Estos automáticos magnetotérmicos serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro a la vez cuando actúe la desconexión.

Los interruptores diferenciales serán como mínimo de alta sensibilidad (30 mA.) y además de corte omnipolar. Podrán ser "puros", cuando cada uno de los circuitos estén alojados en tubo o conducto independiente una vez que salen del cuadro de distribución, o del tipo con protección magnetotérmica incluida cuando los diferentes circuitos deban ir canalizados por un mismo tubo.

Los fusibles a emplear para proteger los circuitos secundarios o en la centralización de contadores serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán poder ser reemplazados bajo tensión sin peligro alguno, y llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

l) TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

m) PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra podrán realizarse mediante placas de 500 x 500 x 3 mm. o bien mediante electrodos de 2 m. de longitud, colocando sobre su conexión con el conductor de enlace su correspondiente arqueta registrable de toma de tierra, y el respectivo borne de comprobación o dispositivo de conexión. El valor de la resistencia será inferior a 20 Ohmios.

n) NORMATIVA

La instalación eléctrica a realizar deberá ajustarse en todo momento a lo especificado en la normativa vigente en el momento de su ejecución, concretamente a las normas contenidas en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Real Decreto

842/2002, de 2 de agosto (BOE 224, de 18-09-02) y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales por Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre (BOE 303, de 17- 12-04).

2.5.9 Vallado perimetral valla simple torsión.

a) *FASES DE EJECUCIÓN:*

- Excavación de tierras.
- Replanteo de alineaciones y niveles.
- Marcado de la situación de los postes y tornapuntas.
- Colocación de los postes.
- Vertido del hormigón.
- Aplomado y alineación de postes y tornapuntas.
- Colocación de accesorios.
- Colocación de la malla y atirantado del conjunto.

b) *CONDICIONES DE TERMINACIÓN:* El conjunto será monolítico.

c) *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO:* Se protegerá frente a golpes.

2.5.10 Seguridad.

Se cumplirá con toda la legislación vigente y las ordenanzas municipales.

Las zanjas y los pozos se entibarán a 1,30 m de profundidad.

Las zanjas para acometida se protegerán con cuerdas, señales visibles, tabloneros y luces fuera del horario de trabajo.

Las conducciones eléctricas de alumbrado y fuerza se dispondrán a las alturas reglamentarias, con la debida protección. Los interruptores estarán dentro de la obra y en un lugar protegido de la humedad y de posibles accidentes. Tendrán fusibles generales en cada máquina.

2.5.11 Protección contra el fuego.

La protección contra el fuego se realizará de acuerdo a las medidas de seguridad Establecidas en el Real Decreto 2267/2004 dos campos específicos:

- Supresión de las causas que puedan producir incendio.
- Evitación de la propagación

En los Proyectos Básicos y de Ejecución se redactarán los documentos de proyecto marcados por la Norma.

Los procesos de ignifugación o revestimientos protectores del fuego de estructuras o de otros elementos de obra vendrán especificados en el Proyecto, y se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Los materiales, que se tengan que emplear, tendrán certificados de garantía y de ensayos, habiendo de presentar el Contratista a la Dirección de Obra los correspondientes certificados técnicos para que se aprueben, antes de la puesta en la obra.

Instalaciones de protección de incendios:

- a) Instalaciones de Extinción: Instalación de 9 extintores móviles
- b) Instalaciones de Alarma, compuestas por: Instalación de 10 pulsadores de alarma, Instalación 5 sirenas de alarma, 1 detector automático iónico y centralita.
- c) Revestimiento intumescente 4.4mm soporte M1-03:
Se comprobará que la superficie a revestir está seca y limpia de polvo y grasa.
Limpieza y preparación de la superficie del perfil metálico. Aplicación de una mano de imprimación.
Aplicación de las manos de acabado necesarias hasta conseguir el espesor y resistencia al fuego solicitados, con un rendimiento y un tiempo de secado entre ellas no menores que los especificados por el fabricante
Las capas aplicadas serán uniformes y tendrán adherencia entre ellas y con el soporte

2.6 Medición y abono de las obras.

2.6.1 Condiciones generales.

Para proceder al abono de las Obras deberá efectuarse mensualmente la correspondiente medición contradictoria entre el representante de la Contrata y el Director de Obra o un representante suyo. Estas mediciones serán objeto de comprobación y rectificación, si procede, en el momento de la liquidación.

2.6.1.1 Precios Unitarios.

El precio unitario, será el que se aplicará a las mediciones para obtener el importe de ejecución material de cada unidad de obra. Se entiende que estos precios se refieren a la unidad de obra terminada conforme a las indicaciones de los documentos Planos y Presupuesto.

Como complemento a lo prescrito en la cláusula 51 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 incluyen siempre, excepto prescripción expresa en contra de un documento contractual, y aun cuando no figure en la descomposición de precios, los siguientes conceptos:

Suministro (incluso derechos de patente, canon de extracción, etc.), transporte, manipulación y utilización de todos los materiales usados en la ejecución de la correspondiente unidad de obra, los gastos de mano de obra, maquinaria, medios auxiliares, herramientas, instalaciones, etc., los gastos de todo tipo de operaciones normal o accidentalmente necesarias a fin de acabar la unidad correspondiente y los costes indirectos.

La descomposición de los precios unitarios que figura en el Cuadro de Precios nº2 es de aplicación exclusiva en las unidades de obra incompletas. El contratista no podrá reclamar ninguna modificación de los precios en letra del Cuadro de Precios nº 1 para las unidades totalmente ejecutadas por errores u omisión en la descomposición que figura en el Cuadro de Precios nº2. En el encabezamiento de los dos cuadros figura una advertencia al respecto.

Además, si en la justificación del precio unitario que aparece en el correspondiente anexo de la Memoria se utilizan hipótesis no coincidentes con la forma real de ejecutar las obras (jornales y mano de obra necesaria; cantidad, tipo y coste horario de maquinaria; precio y tipo de materiales básicos; procedencia o distancias de transporte; número y tipo de operaciones necesarias para completar la unidad de obra; dosificación, cantidad de materiales, proporción de diferentes componentes o diferentes precios auxiliares, etc.), los mencionados extremos no podrán alegarse como base para la modificación del correspondiente precio unitario, ya que estos datos se han fijado con

objeto de justificar el importe del precio unitario y están contenidos en un documento fundamentalmente informativo.

La descripción de las operaciones y materiales necesarios para ejecutar cada unidad de obra que figura en los correspondientes artículos del presente Pliego no es exhaustiva sino enunciativa, para la mayor comprensión de los conceptos que comprenden la unidad de obra.

Por ello, las operaciones o materiales no relacionados, pero necesarios para ejecutar la unidad, se considerarán incluidos en el precio unitario correspondiente.

Se habrán de ejecutar, sin ser motivo de sobreprecio del contrato, todos los materiales y operaciones necesarias para la correcta finalización de la unidad de obra o complementarias a misma, aunque no figuren en los documentos contractuales, si se consideran necesarios a juicio del Director Facultativo.

2.6.1.2 Materiales sustituidos.

Si por no cumplir las prescripciones del presente Pliego se rechazan los materiales que figuren como utilizables en los documentos informativos, el contratista tendrá la obligación de aportar otros materiales que cumplan las prescripciones, sin que por esto tenga derecho a un nuevo precio unitario.

En las sustituciones debidamente justificadas y autorizadas, los nuevos materiales serán valorados según los precios que rijan en el mercado en el momento de redactar el documento que autorice la sustitución.

Si, a juicio de la Dirección de Obra, la sustitución no estuviese justificada y, por tanto, no se hubiese llevado a cabo, el contratista no podrá reclamar pago alguno por los trabajos realizados y no terminados en las unidades de obra afectadas por la carencia del material cuya sustitución propuso. Estas unidades de obra, podrán ser contratadas libremente de nuevo.

2.6.1.3 Unidades de obra no previstas.

Si fuera necesario realizar una unidad de obra no prevista, el nuevo precio se determinará contradictoriamente conforme a las Condiciones Generales y considerando los precios de los materiales y de las operaciones que figuren en otras unidades del Proyecto.

La fijación del precio deberá hacerse previamente a la ejecución de la nueva unidad, mediante acuerdo de la Dirección de Obra y el Contratista.

2.6.1.4 Obra aceptable e incompleta o defectuosa.

Los conceptos medidos para todas las unidades de obra y la manera de abonarlos, de acuerdo con el Cuadro de Precios n° 1 , se entenderá que se refieren a unidades de obra totalmente acabadas. En el cálculo de la proposición económica se habrá de tener en cuenta que cualquier material o trabajo necesario para la correcta terminación de la unidad de obra, o para asegurar el perfecto funcionamiento de la unidad construida en relación con el resto de las construcciones, se considera incluido en el precio unitario del contrato, no pudiendo ser objeto de sobreprecio.

La ocasional omisión de los mencionados elementos de los documentos del Proyecto no podrá ser objeto de reclamación ni de precio contradictorio, por considerarse expresamente incluidos en los precios del contrato. Los materiales y operaciones mencionadas son los considerados como necesarios en la normativa de obligado cumplimiento.

2.6.1.5 Partidas alzadas.

Las partidas que figuren como de "pago íntegro" en las Prescripciones Técnicas Particulares, en los Cuadros de Precios o en los Presupuestos Parciales o Generales, se pagarán íntegramente al contratista una vez realizados los trabajos a los cuales correspondan.

Por lo que respecta a las partidas alzadas "a justificar" en concepto de desvío de líneas eléctricas, se abonarán según factura de las compañías distribuidoras afectadas.

2.6.1.6 Señalización y daños ocasionados durante la ejecución de las obras.

El contratista está obligado a adoptar las medidas de orden y seguridad necesarias para la buena y segura marcha de los trabajos.

En todo caso, el constructor será única y exclusivamente el responsable, durante la ejecución de las obras, de todos los accidentes o perjuicios que pueda tener su personal o que pueda causar a alguna otra persona o entidad. En consecuencia, el constructor asumirá todas las responsabilidades relativas al cumplimiento de la Ley de Prevención de riesgos laborales. Será obligación del constructor la aseguración del riesgo por incapacidad permanente o muerte de sus trabajadores.

2.6.1.7 Indemnizaciones por cuenta del contratista

Se regirán por lo que disponga el artículo 134 del Reglamento General de Contratación del Estado.

En especial, el contratista deberá reparar por su cuenta los servicios públicos o privados que resulten deteriorados, indemnizando a las personas o a los propietarios perjudicados. El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de ríos, lagos y depósitos de agua, así como la del medio ambiente por la acción de combustibles, aceites, humos, etc., y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.

El contratista deberá mantener durante la ejecución de la obra los servicios afectados y habrá de restablecerlos a su finalización, siendo a cuenta del contratista los trabajos necesarios para tal fin.

En cuanto a las indemnizaciones a cargo del contratista en urbanizaciones, se regirá por lo que disponga el artículo 134 del Reglamento General de Contratación del Estado.

En especial, el contratista habrá de reparar a su cargo todos los servicios públicos o privados deteriorados, indemnizando a las personas o a los propietarios perjudicados. El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar que durante la realización de las obras se alteren los servicios existentes. En ningún caso tendrá derecho al cobro de las obras realizadas en sustitución o reparación de los servicios existentes y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.

En el caso de tener que excavar cerca de zonas de servicios (aceras) se podrá optar entre excavación por "bataches" y métodos especiales de entibación o bien excavación normal y reposición de los servicios. En ningún caso la problemática citada podrá originar un sobreprecio del contrato ya que, por indicarse expresamente en el presente Pliego, el contratista habrá de incluir los citados conceptos en el cálculo de la proposición económica.

2.6.1.8 Otros gastos a cargo del contratista.

Irán a cargo del contratista, si en este Pliego o en el contrato no se prevé explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la realización de los trabajos de replanteo.
- Gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria.
- Gastos de construcción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, instalaciones, herramientas, etc.
- Gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Gastos de protección de los materiales acopiados y de la propia obra contra todo deterioro.

-Gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para la ejecución de las obras, así como los derechos, tasas o impuestos de toma, contadores, etc.

-Gastos e indemnizaciones que se produzcan en las ocupaciones temporales.

-Gastos de explotación y utilización de préstamos, canteras y vertederos.

-Gastos de retirada de materiales rechazados, evacuación de restos, limpieza general de la obra y zonas adyacentes afectadas por la misma, etc.

-Gastos de permisos o licencias necesarias para la ejecución, excepto las correspondientes a la expropiación y a servicios afectados.

-Cualquier otro tipo de gasto no especificado se considerará incluido en los precios unitarios contratados.

-Será obligatoria la colocación a cargo del contratista de una valla perimetral provisional de protección, de características a definir por la Dirección Facultativa, que permanecerá hasta que la administración ordene su retirada.

2.6.2 Movimiento de tierras.

a) Limpieza del terreno.

La medición y pago se realizarán por metros cuadrados (m²) realmente desbrozados y preparados.

El precio incluye la carga y transporte de los materiales al vertedero y todas las operaciones citadas en el apartado precedente y definidas en el Cuadro de Precios n° 1. Simultáneamente a las operaciones de desbroce se podrá excavar la capa de tierra vegetal.

Las tierras vegetales se transportarán al vertedero o se llevarán a las zonas que indique la Dirección de la Obra a fin de ser empleadas para la formación de zonas verdes.

El transporte al vertedero o al lugar intermedio citado se considerará incluido en los precios unitarios del contrato.

b) Explanaciones, desmontes y vaciados.

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente excavados, medidos por la diferencia entre los perfiles antes y después de los trabajos.

No son abonables desprendimientos ni aumentos de volúmenes sobre las secciones que previamente se hayan fijado en este proyecto.

A efectos de las mediciones de movimientos de tierra, se entiende por metro cúbico (m³) de excavación el volumen correspondiente a esta unidad referido al terreno tal y como se encuentre donde se haya de excavar.

Se entiende por volumen de terraplén o relleno el que corresponde a estas obras después de ejecutadas y consolidadas, según lo que se prevea en estas condiciones.

En todos los casos, los huecos que queden entre excavaciones y fábricas, debidos a desprendimientos o por cualquier otro motivo, se deberán llenar con el mismo tipo de material, sin que el contratista reciba por ello ninguna cantidad adicional.

Asimismo, la realización del vaciado se llevará a término sin ningún incremento de costo.

En caso de duda sobre la determinación del precio de una excavación concreta, el contratista se atenderá a lo que decida el Director Facultativo, sin ajustarse a lo que, a efectos de valoración del presupuesto, figure en los presupuestos parciales del proyecto.

Se entiende que los precios de las excavaciones comprenden, además de las operaciones y gastos indicados, todos los auxiliares y complementarios, como son: instalaciones, suministro y consumo de energía para alumbrado y fuerza, suministro de agua, ventilación, utilización de toda clase de maquinaria con todos sus gastos y amortización, etc., así como los entorpecimientos producidos por las filtraciones o cualquier motivo.

Si el contratista, con la aprobación de la Administración, ejecuta menor volumen de excavación que el que resultare de las prescripciones fijadas, solamente se considerará de abono el volumen realmente ejecutado.

En caso de hallarse cimientos enterrados u otras construcciones, se considerará que se incluyan en el concepto amplio de excavación en todo tipo de terreno, objeto del precio definitivo.

Vaciados: Una vez realizadas todas las operaciones de movimiento de tierras, se realizará el vaciado, a fin de conseguir el acabado geométrico de toda la explanación, desmonte, vaciado o relleno.

Se comprobarán y rectificarán las alineaciones y rasantes, así como la anchura de las explanaciones, el refino de taludes de los desmontes y terraplenes, la limpieza y refino de cunetas y explanaciones en la coronación de desmontes y en el comienzo de taludes. Las operaciones de vaciado se considerarán incluidas en los precios de movimiento de tierras, por indicarse expresamente en el presente Pliego.

c) Rellenos y terraplenes.

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados y compactados en su perfil definitivo, medidos por la diferencia entre los perfiles antes y después de los trabajos.

Cuando el material a utilizar provenga de las excavaciones, el precio del relleno incluirá la carga, compactación y transporte.

En caso de que el material provenga de préstamos, el precio correspondiente incluye la excavación, carga, transporte, tendido, compactación, nivelación y canon de préstamos correspondiente.

El Director de la obra podrá autorizar la excavación en determinadas parcelas, a fin de obtener materiales de préstamo. La citada excavación de préstamos en parcelas en ningún caso podrá rebajar el terreno de las mismas por debajo de las cotas de las aceras más próximas.

Cuando sea necesario obtener los materiales para formar los terraplenes de préstamos exteriores al polígono, el precio del terraplén incluirá el canon de extracción, carga, transporte a cualquier distancia y el resto de operaciones necesarias para dejar totalmente acabada la unidad de terraplén. El contratista habrá de localizar las zonas de préstamos, obtener los permisos y licencias que sean necesarios y, antes de comenzar las excavaciones, habrá de someter a la aprobación del Director de obra las zonas de préstamos, a fin de determinar si la calidad de los suelos es suficiente. La necesidad de usar suelos seleccionados será a criterio del

Director de obra, y no podrá ser objeto de sobreprecio, abonándose al único precio de relleno definido en el Cuadro de Precios nº 1.

d) Excavación de zanjas y pozos.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas y se definirán en un solo precio para cualquier tipo de terreno. La excavación especial de taludes en roca y la excavación de roca se abonarán al precio único definido de excavación.

El precio de las excavaciones comprende también los apeos y excavaciones por bataches que sean necesarios y el transporte de las tierras al vertedero a cualquier distancia. La Dirección de obra podrá autorizar, si es posible, la ejecución de sobreexcavaciones, a fin de evitar las operaciones de apuntalamiento; pero los volúmenes sobreexcavados no serán objeto de pago. La excavación de zanjas se abonará por metros cúbicos excavados, de acuerdo con la medición teórica de los planos del proyecto.

El precio correspondiente incluye el suministro, transporte, manipulación y uso de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución, la limpieza y desbrozado de toda la vegetación, la construcción de obras de desagües para evitar la entrada de aguas, la construcción de los apuntalamientos y apeos que se precisen, el transporte de los productos extraídos al lugar de uso, depósito o vertedero, las indemnizaciones que se precisen y el arreglo de las áreas afectadas.

Cuando durante los trabajos de excavación aparezcan servicios existentes, independientemente de haberse contemplado o no en el Proyecto, los trabajos se

ejecutarán manualmente para no alterar estas instalaciones, completándose la excavación con el apeo y suspensión en buenas condiciones de las tuberías de agua, gas, alcantarillado, instalaciones eléctricas, telefónicas, etc., o cualquier otro servicio que sea preciso descubrir, sin que el contratista tenga ningún derecho a pago por estos conceptos.

Si por cualquier motivo fuera necesario ejecutar excavaciones de diferente altura o anchura que las definidas en el Proyecto, ello no será causa de nueva definición del precio.

2.6.3 *Cimentaciones.*

a) *Aceros.*

Se abonará por m³ de cimentación que resulten de la especificación de los planos, que antes de comenzar la obra deberán ser presentados al director facultativo y aprobados por él, al precio correspondiente que figure en el Cuadro de Precios n^o1.

En dichos precios están comprendidos todas las operaciones y medios necesarios para realizar el doblado y puesta en obra, así como los solapes, ganchos, elementos de sustentación, pérdidas por sobrantes, atados, soldaduras, etc.

b) *Mallas electrosoldadas de acero especial.*

Incluidos en el precio unitario de la cimentación en forma de densidad de acero por volumen de hormigón que resulten de la especificación de los planos, que antes de comenzar la obra deberán ser presentados al director facultativo y aprobados por él, al precio correspondiente que figure en el Cuadro de Precios n^o1.

En dichos precios están comprendidos todas las operaciones y medios necesarios para realizar el doblado y puesta en obra, así como los solapes, ganchos, elementos de sustentación, pérdidas por sobrantes, atados, soldaduras, etc.

c) *Solera.*

Se pagarán por metros cuadrados (m²). Se considerarán incluidos en el metro cuadrado (m²) los ajustes necesarios para el suministro del material, la colocación, tendido y compactación y la maquinaria necesaria.

d) *Pozos de cimentación.*

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) de hormigón, incluyendo también los trabajos auxiliares de preparación, suministro y colocación del hormigón, formación de juntas, etc.

2.6.4 Estructuras.

a) Estructuras de hormigón.

Los hormigones se medirán de acuerdo con los planos del Proyecto y con los planos detallados resultantes del replanteo de las obras, y se abonarán por metros cúbicos (m³).

Advertencia sobre el pago de las obras de fábrica:

Únicamente se abonará el volumen de obra de fábrica realmente ejecutado, conforme a las condiciones y con sujeción a los perfiles de replanteo y planos de los mismos que figuren en el Proyecto o a las órdenes escritas del director facultativo. Por tanto, en ningún caso serán abonables los excesos de obra de fábrica que el contratista haya ejecutado por su cuenta, sin tener autorización del director facultativo.

Para el abono de los incrementos de sección sobre la sección teórica mínima indicada en los planos de secciones tipos será necesario que, previamente, haya sido ordenada su ejecución por el director facultativo, por escrito, y donde consten de manera explícita las dimensiones que han de darse a la sección.

Por ello, el contratista estará obligado a exigir previamente a la ejecución de cada parte de la obra la definición exacta de las dimensiones que no estuvieran definidas.

b) Estructuras metálicas.

Las estructuras o elementos estructurales de acero se medirán por kilogramo (kg) de acero, incluyendo en el precio todos los elementos y operaciones de unión, montaje, ensayos y protección necesarios para su completa ejecución, de acuerdo con el Proyecto y las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Todas las operaciones de montaje se incluirán en el precio, así como la protección y pintura que sean necesarias, de acuerdo con la normativa.

El peso se deducirá, siempre que sea posible, de los pesos unitarios dados en los catálogos de perfiles y de las dimensiones correspondientes medidas en los Planos del Proyecto o en los facilitados por el Director de Obra durante la ejecución y debidamente comprobado en la obra realizada. En cualquier otro caso se determinará el peso efectivo, debiendo dar el Contratista su conformidad con las cifras obtenidas antes de la colocación definitiva en obra de las piezas y estructuras metálicas.

c) Redondos.

El acero para armaduras se abonará por kilogramo (kg.), considerándose incluidos en el mismo los costes de adquisición, trabajo de taller, montaje y colocación en obra.

d) Elementos prefabricados.

En los elementos estructurales prefabricados, como los pilares, jácenas, armaduras, etc., la medición se realizará por metros cúbicos (m³) de hormigón y kilogramos de acero (kg), incluyendo en los precios de ambas partidas todos los materiales y operaciones necesarias para su puesta en obra, así como la parte proporcional de operaciones necesarias para el montaje y acabado definitivo y todas las armaduras, instalaciones, carpintería para armar y equipos que estén integrados en su fabricación.

e) Juntas de dilatación.

Las juntas se medirán por metros lineales (ml) colocados, estando incluidos en el precio todos los materiales y trabajos necesarios para su colocación.

2.6.5 Vallado perimetral malla de simple torsion

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.

2.6.6 Instalaciones.

a) Electricidad.

La toma de alta y media tensión se medirá por unidad (Ud) de toma aérea o subterránea, totalmente realizada, incluyéndose en el precio unitario todos los trabajos y materiales necesarios para el acabado y puesta en servicio, así como torres o postes completos, aislantes, excavaciones, apuntalamientos, rellenos, reposiciones de pavimentos, tramitaciones de licencias y autorizaciones.

La toma de baja tensión se medirá y pagará por unidad (Ud) de toma totalmente acabada, con las mismas características que en el caso de alta o media tensión antes mencionados.

La instalación de la estación transformadora se medirá por unidad (Ud) de instalación, incluida obra civil y elementos internos (exceptuando el transformador), totalmente acabado de acuerdo con la Normativa de la Compañía Suministradora.

La centralización de contadores se medirá por unidad (Ud) de centralización completamente instalada, incluidos el cuadro de contadores y conexiones, los ajustes de albañilería, y todos los trabajos y materiales necesarios para su total y completo acabado.

La red de electrificación y de alumbrado de los locales se medirá por unidad (Ud) de instalación en los locales, con todos los equipos de maniobra y puntos de luz o de toma de corriente que se indiquen en el Proyecto, incluidos los cuadros de protección, las derivaciones individuales, así como los ajustes de otros oficios para su completo acabado y puesta en marcha.

La electrificación y alumbrado de las zonas comunes del edificio, aparcamiento, servicios anexos, etc. se medirán por unidad (Ud) de instalación totalmente acabada, todo incluido.

Cuando la calefacción de los locales sea de tipo eléctrico, requiriéndose por tanto, la realización en cada local de más circuitos, las mediciones se realizarán por unidad (Ud) de instalación totalmente acabada en los locales.

El circuito de puesta a tierra de protección se medirá por unidad (Ud) completa de instalación incluyendo en el precio todos los ajustes necesarios para la total terminación.

b) Protección contra el fuego.

Protección de incendios.

La medición y el abono se realizarán por metros cuadrados (m²) de ignifugación o revestimiento, incluyéndose en el precio todos los trabajos auxiliares necesarios.

Instalaciones de protección de incendios.

Cada uno de los tipos de instalación definidos en este capítulo se medirá por unidad (Ud) completa de instalación definida en el Proyecto, incluyendo en el precio todos los ajustes de albañilería o de otros oficios necesarios para la completa puesta en servicio de la instalación, según el Proyecto y la Normativa vigente.

El montaje lo llevará a cabo personal instalador autorizado, el cual se atenderá a las Reglamentaciones, así como cuantas disposiciones sean requeridas por la delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía. La firma instaladora se responsabilizará asimismo de la instrucción del personal encargado del manejo de la instalación.

2.7 Disposiciones aplicables.

Además de las disposiciones citadas explícitamente en los artículos del presente Pliego, serán de aplicación las disposiciones siguientes:

2.7.1 *Cemento.*

- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 1.313/1.988 de 28 de octubre de 1.988 referente a la "Homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados".
- Orden del 28 de junio de 1.989 que modifica las referencias a las Normas UNE del anexo del R.D. 1.313, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría de Gobierno, publicada en el Boletín Oficial del Estado el 30 de junio de 1.989.

2.7.2 *Electricidad.*

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

2.7.3 *Estructuras de acero,*

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, en su DB-SE-A

2.7.4 *Estructuras de hormigon.*

- REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

2.7.5 *Proteccion contra incendios.*

- El Real Decreto 2267/2004.

2.7.6 *Seguridad e higiene en el trabajo.*

- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE núm. 269, de 10 de noviembre BOE nº 269 10/11/1995.
- REAL DECRETO 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

2.7.7 *Medio ambiente.*

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE núm. 96, de 22 de abril de 1998)
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

3 PLANOS.

3.1 Plano 1: Plano de situación general.

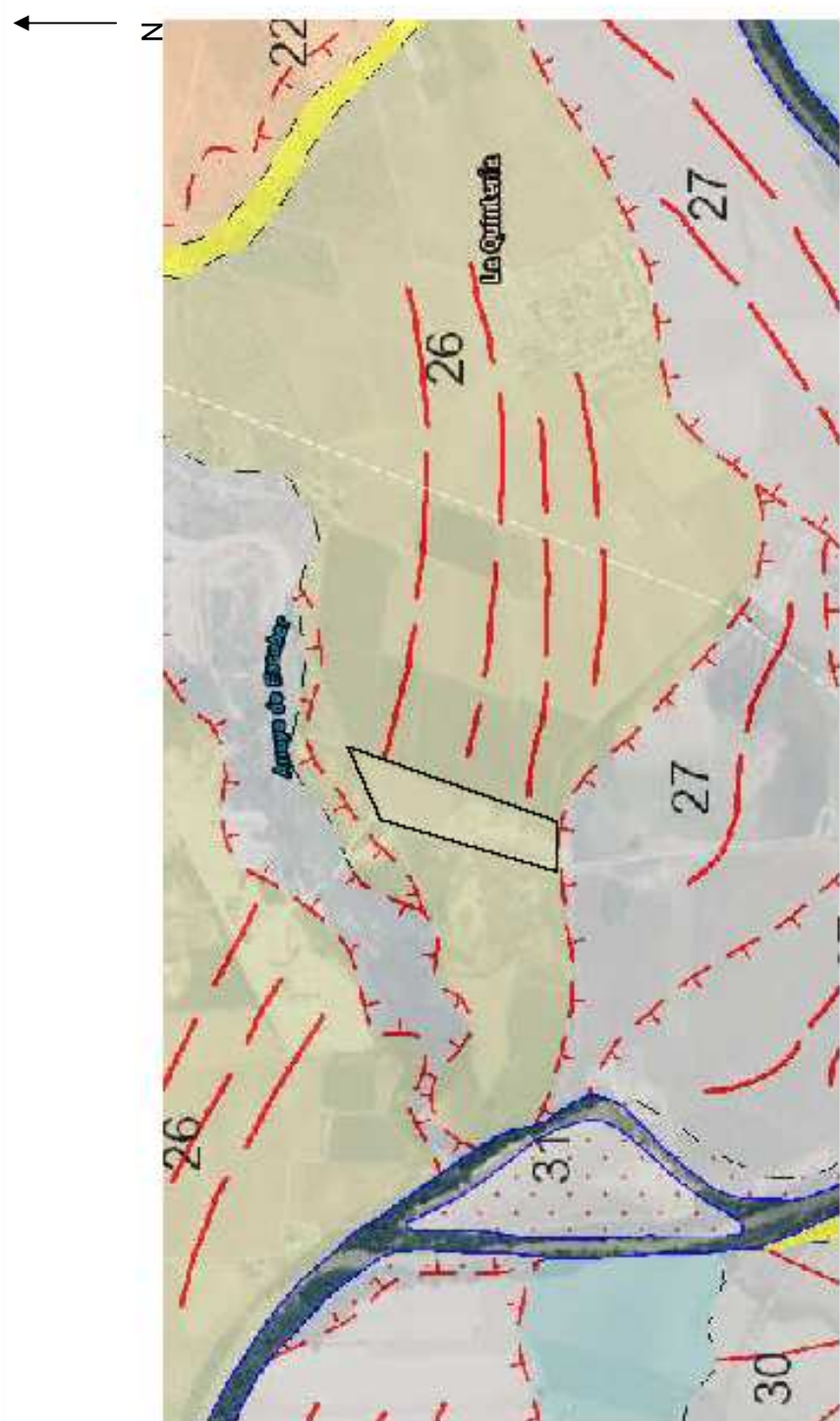


DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO	27 Sept 2017	Maria Salas Martín		
ESCALA:	PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN Plano de situación general			
1/ 50.000	Nº PLANO 1			
	SUSTITUYE A:			
	SUSTITUIDO POR:			



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO	27 Sept 2017	Maria Salas Martín		
ESCALA:	PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN			Nº PLANO 2
1/ 10.000	Plano de localización			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

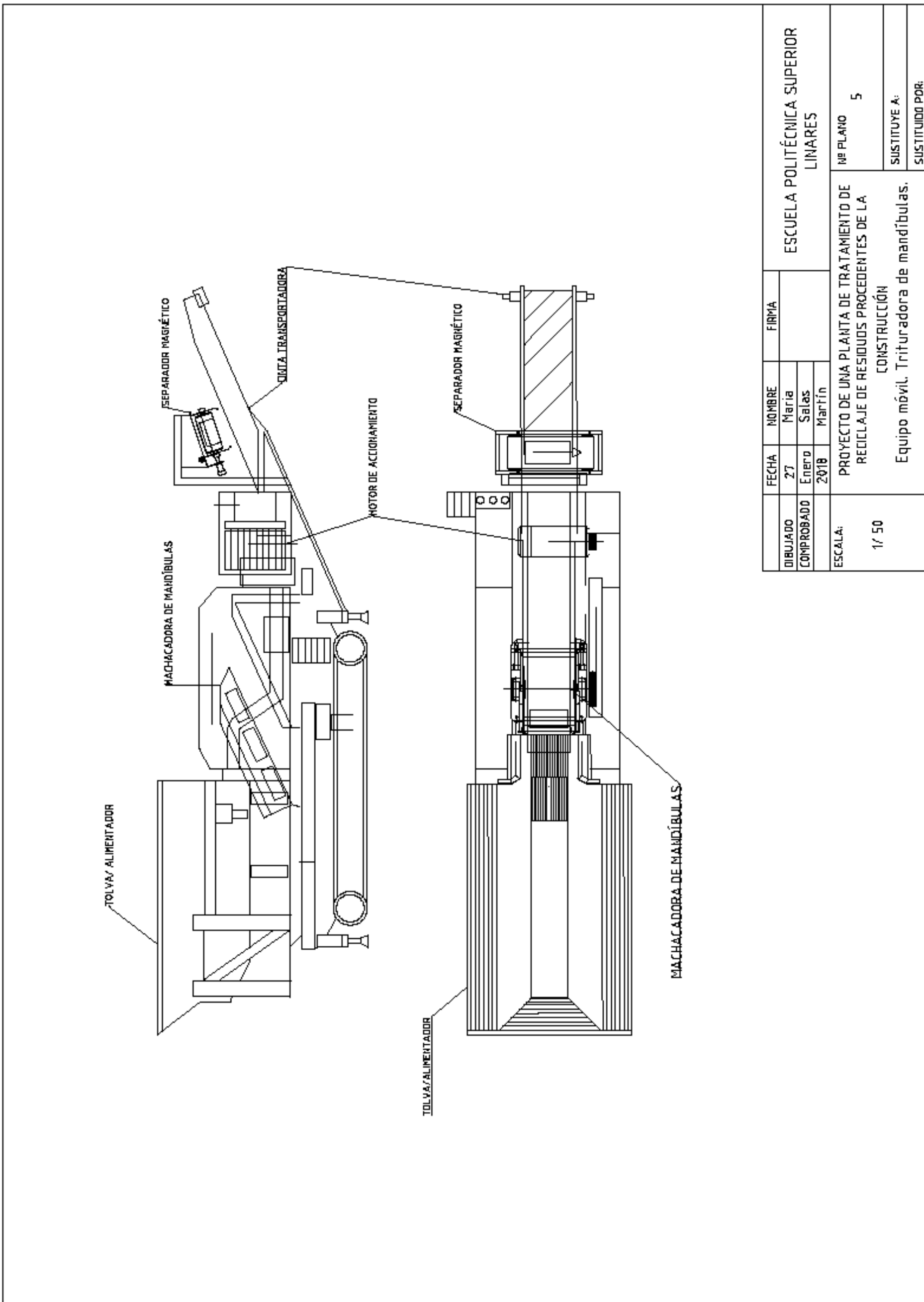
CENOZOICO	CUATERNARIO	PLEISTOCENO		26	28	29	30
		TERRAZAS BAJAS		25	23	22	21
NEÓGENO	PLIOCENO	TERRAZAS MEDIAS		18	17	16	19
		TERRAZAS ALTAS		15	13	12	14-a
MESOZ.	TRIÁSICO	MIOCENO SUPERIOR		11			
		MIOCENO INFERIOR (BUNTSANDSTEIN)		10			
PALEOZ.	CARBONÍFERO		5				



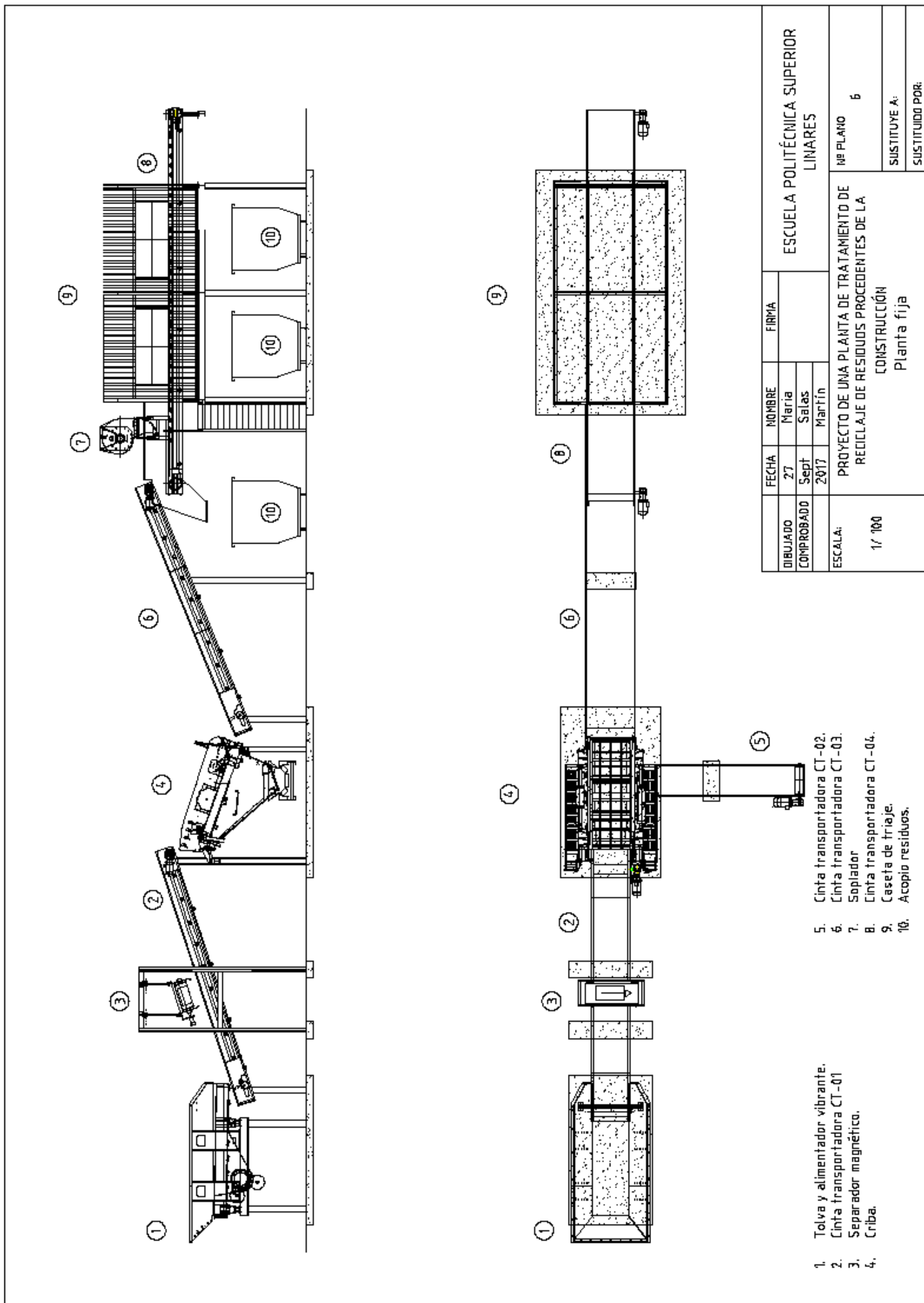
- LEYENDA COLUMNA ESTRATIGRÁFICA -

- 30. ARENAS, CONGLOMERADOS Y FANGOS. CONOS DE DEYECCIÓN.
- 29. ARENAS, LIMOS Y CANTOS. COLLUVIONES.
- 28. ARCILLAS, LIMOS Y ARENAS. GLACIS.
- 25 Y 26. ARENAS Y GRAYAS. TERRAZAS BAJAS.
- 20, 21, 22 Y 23. GRAYAS, ARENAS, LIMOS Y LIMOS ARCILLOSOS.
- 19 Y 24. CONGLOMERADOS SILICICLÁSTICOS. ABANICOS ENCAJADOS PERIMONTAÑOSOS.
- 16, 17, 18. GRAYAS, LIMOS Y ARENAS. TERRAZAS ALTAS.
- 15. BRECHAS SINTÉCTONICAS.
- 14.B. GRAYAS Y ARENAS. CONJUNTO DE CONGLOMERÁTICO.
- 14.A. GRAYAS, ARENAS, LUTITAS Y CALIZAS DENTRÍTICAS. CONJUNTO DE TRANSICIÓN MARINO-CONTINENTAL.
- 13. ARENAS Y CALIZAS DE ESPELÚY. CONJUNTO DE ARENAS Y CALIZAS.
- 12. MARGAS DE VEGAS DE TRIANA-MARMOLEJO. CONJUNTO MARGOSO.
- 11. ARENISCAS Y LUTITAS ROJAS.
- 10. GRAUWACAS Y FIZARRAS. "CULM DE LOS PEDROCHES"

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO	2 Dct 2017	María Salas Martín		
ESCALA:	PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN			Nº PLANO 3
1/ 10.000	Plano geológico y columna estratigráfica			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:



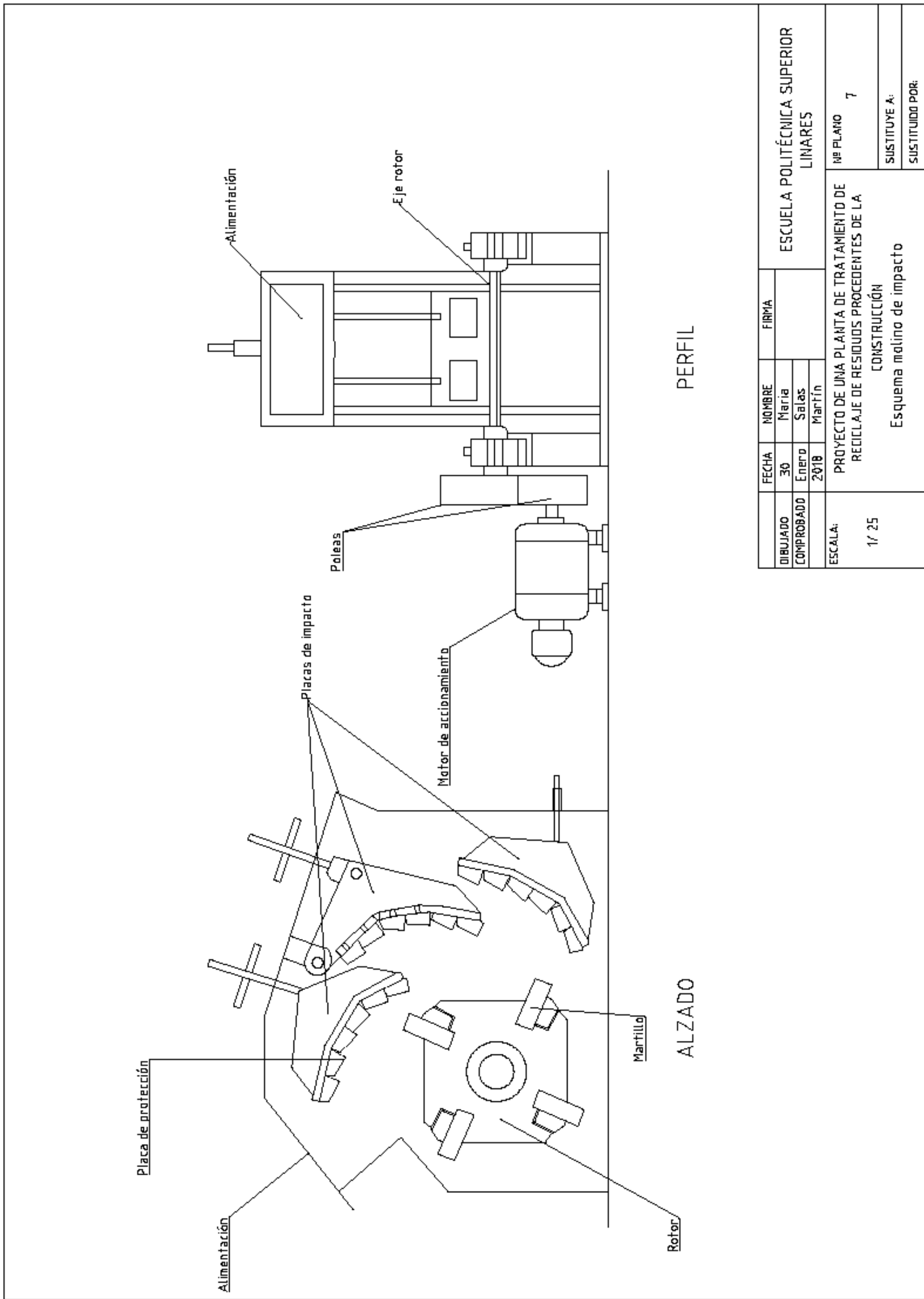
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO	27	Maria Salas Martín		
ESCALA:	ENERO 2018	PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN		Nº PLANO
1/ 50	Equipo móvil. Trituradora de mandíbulas.			5
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



1. Tolva y alimentador vibrante.
2. Cinta transportadora CT-01
3. Separador magnético.
4. Criba.

5. Cinta transportadora CT-02.
6. Cinta transportadora CT-03.
7. Soplador
8. Cinta transportadora CT-04.
9. Caseta de triaje.
10. Acopio residuos.

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA
COMPROBADO	27 Sept 2017	Maria Salas Martín	
ESCALA:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		
1/ 100	PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN Planta fija		
			Nº PLANO 6
			SUSTITUYE A:
			SUSTITUIDO POR:



DIBUJADO COMPROBADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
	30 Enero	Maria Salas		
ESCALA: 1/ 25	PROYECTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RECICLAJE DE RESIDUOS PROCEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN			Nº PLANO 7
	Esquema molino de impacto			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:

CAPÍTULO 4.

4 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

4.1 Índice.

El presupuesto consta de los siguientes capítulos.

CAPÍTULO 1.- Obra civil.

CAPITULO 2.- Cimentación.

CAPITULO 3.- Red de abastecimiento y suministro de agua.

CAPÍTULO 4.- Instalación eléctrica baja tensión y alumbrado.

CAPÍTULO 5.- Equipos de tratamiento.

CAPÍTULO 6.- Seguridad y salud.

4.2 Medición y presupuesto.

MEDICIÓN Y PRESUPUESTO									
Código	Descripción	Mediciones				Resultado		Presupuesto	
		Ud	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total	Precio	Importe
1	OBRA CIVIL								
1.01	m ² Acondicionamiento y regularización del terreno existente, consistente en reperfilado y compactación de la explanación, i/ impermeabilización con arcilla.	1,00				7.000,00			
	Total						7.000,00	0,30 €	2.100,00 €
1.02	m ³ Balsa de lixiviados impermeabilizada con arcilla y tela asfáltica. Ejecutada según prescripciones del PC.	1,00	25,00	25,00	0,95	593,75			
	Total						593,75	45,00 €	26.718,75€
1.03	m ² Cerramiento realizado con postes cada 3 m de de 50 mm de diámetro Interior y malla galvanizada de simple torsión, incluso tirantes, garras y p.p. de cimentación y ayudas de albañilería, medida la superficie ejecutada.	1,00	1.123,00		1,60	1.796,80			
	Total						1.796,80	14,50 €	26.053,60 €
1.04	m ² Puerta abatible tipo verja de 2 hojas (2x5m) con postes y marco de perfiles tubulares galvanizados de 59 mm de diámetro interior y malla galvanizada de simple torsión, incluso tirantes, bisagras, cerrojo de corredera con taladro para candado, garras y p.p. de cimentación y ayudas de albañilería. Medida la superficie ejecutada.	2,00	10,00		1,00	20,00			
	Total						20,00	65,00€	1.300,00 €

1.05	m ³ Subbase de zahorra artificial, realizada con Medios mecánicos, incluso compactado y refino de base, relleno en tongadas de 20 cm. i/ extendido regado, y compactado al 95% proctor normal. Medido el volumen teórico ejecutado.								
	Ubicación planta fija	1,00		200,00	0,30	60,00			
	Total						60,00	16,30€	978,00 €
	TOTAL CAPÍTULO 1								31.096,75 €

Código	Descripción	Mediciones				Resultado		Presupuesto	
		Ud	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total	Precio	Importe
2	CIMENTACION								
	m ² Encofrado metálico en borde de losas y muros, i/ limpieza, aplicación de desencofrante, desencofrado y p.p. de elementos complementarios a su estabilidad y adecuada ejecución según EHE-08								
	Losas cimentación planta fija	1,0	120,0		0,40	48,00			
	Total						48,00	40,00 €	1920,00 €
2.02	m ³ Hormigón de limpieza HL-150/ P/ 20 con tmáx de árido 20 y consistencia plástica, para limpieza de fondos, elaborado transportado y puesto en obra según instrucción EHE-08 incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado	1,0		200,00	0,10	20,00			
	Total						20,00	75,50 €	1.510,00 €
2.03	m ³ Hormigón armado HA- 25 / P / 20 / IIa con tmáx de árido 20 y consistencia plástica, para relleno de losas y zapatas, según instrucción EHE-08 incluso armadura B-500S (50 Kg/ m3), p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado.								
	Losas cimentación planta fija	1,0		200,00	0,40	80,00			
	Zapatas muros contención	4,0	5,00	2,20	0,40	17,60			
	Total						97,60	157,00 €	15.323,20 €

2.06	m ³ Hormigón armado HA- 25 / P / 20 / IIa con tmáx de árido 20 y consistencia plástica, en muros de contención, elaborado en central transportado y puesto en obra según instrucción EHE-08 incluso armadura B-500S (80 Kg/m3), p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado.	4,0	4,50	0,30	3,00	16,20			
	Total						16,20	323,00 €	5.232,60 €
	TOTAL CAPITULO 2								23.985,80 €

Código	Descripción	Mediciones				Resultado		Presupuesto	
		Ud	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total	Precio	Importe
3	RED DE ABASTECIMIENTO Y SUMINISTRO								
3.01	<p>Instalación de caseta prefabricada para cuarto de bombas de 2x2 tipo "Remsa" o equivalente, compuesta por: Bastidor de suelo formado por perfiles metálicos con correas de tubo estructural y cubierta con perfiles de chapa trapezoidal y aislamiento Pilares de acero laminado de 3 mm de espesor, de secciones acordes a los esfuerzos que han de soportar. Cerramientos exteriores con panel sandwich de 40 mm de espesor. Carpintería exterior, con puertas de panel sandwich y perfilaría de aluminio con ventana de doble hoja y carpintería de aluminio. Instalación eléctrica conforme al R.E.B.T. Totalmente instalado conforme a planos y según detalle de la ficha técnica correspondiente.</p>	1,0				1,00			
	Total						1,00	2.000,00 €	2.000,00 €

3.02	<p>Instalación de depósito de almacenamiento de agua formado por:</p> <p>1 ud. Depósito modular fabricado en polietileno PE opaco con capacidad de 1000 l.</p> <p>1 ud. Válvula reguladora de nivel con flotador de DN 40.</p> <p>Kit conexiones i/ conexione depósito mediante kit de accesorios específicos de acoplamiento, totalmente instalado y conexionado con las tuberías de entrada y salida.</p>	1,0				1,00			
	Total					1,00	665,00 €	665,00 €	
3.03	<p>Instalación de depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 35000 l de capacidad, para colocación horizontal, con nivel máximo y mínimo, i/ estructura de sustentación y preparación del terreno para la colocación del mismo, conexión con tuberías de entrada y salida y ayudas de albañilería.</p>	1,0				1,00			
	Total					1,00	7.000,00 €	7.000,00 €	

3.04	m Instalación de tubería enterrada de polietileno PE 100 y presión de 10 bar de 25 mm de diámetro. I/ p.p. de piezas especiales, valvulería, junta, elementos de fijación, aplomado y colocación de la tubería en zanja, incluso excavación de zanja y posterior relleno con transporte de tierra sobrantes a escombrera.	1,0	20,00			20,00			
	Total					20,00	3,20 €	64,00 €	
3.05	Instalador de extintor móvil de polvo ABC con 6 Kg de capacidad eficacia 13-A, 89-B, formado por recipiente de chapa de acero electrosoldada, con presión incorporada, homologado por M.I. según reglamento de recipientes a presión; válvula de descarga de asiento con palanca para interrupción; manómetro herrajes de cuelgue, placa de timbre, i/ pequeño material, montaje y ayudas de albañilería, instalados según normativa.	3,0				3,00			
	Total					3,00	50,00 €	150,00 €	
	TOTAL CAPÍTULO 3							9.214,00 €	

Código	Descripción	Mediciones				Resultado		Presupuesto	
		Ud	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total	Precio	Importe
4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO								
4.01	m ³ Excavación de terrenos de consistencia media con medios mecánicos, i/ carga mecánica y transporte de material a escombrera a una distancia inferior a 10 km, considerando ida y vuelta y canon de vertido.								
	Zanjas red de baja tensión	1,0	20,00	0,40	0,60	4,80			
	Pozos de columnas	4,0	0,80	0,80	1,00	2,56			
	Total						7,36	10,50 €	77,28 €
4.02	m ³ Hormigón armado HA- 25 / P / 20 / IIa con tmáx de árido 20 y consistencia plástica, para relleno de zanjas, elaborado en central transportado y puesto en obra según instrucción EHE-08 incluso p.p. de limpieza de fondos, vibrado y curado.								
	Pozos columnas	4,0	0,80	0,80	1,00	2,56			
	Total						2,56	165,00 €	422,40 €
4.03	m ³ Relleno con terreno sobrante de excavación realizado con medios mecánicos en tongadas de 20 cm comprendido: extendido, regado y compactado al 98% Proctor modificado								
	Medido en perfil compactado	1,0	20,00	0,40	0,40	3,20			
	Total						3,20	3,50 €	11,20 €

4.04	m de canalización para conducto eléctrico, con tubería de polietileno de alta densidad, corrugada, diámetro interior 160 mm con alma lisa y cinta de aviso y guías. Medida la longitud ejecutada.					20,00			
	Total						20,00	8,23 €	164,60 €
4.05	Ejecución de arqueta para B.T. incluso formación de base de asiento con fábrica de ladrillo, conexiones señalización y ayudas de albañilería construida según normativa. Medida la longitud ejecutada.					4,00			
	Total						4,00	65,00 €	260,00 €
4.06	m ³ Arena lavada en protección de tuberías, i/ extendido y nivelado. Medido el volumen teórico lleno. Zanjas red de baja tensión	1,0	20,00	0,40	0,10	0,80			
	Total						0,80	16,95 €	13,56 €
4.07	Arqueta de registro de 40x40x60cm realizada con fábrica de ladrillo perforado recibido con mortero de cemento, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de grava apisonada de 15 cm de espesor y 15 cm de hormigón HM-20/P/20/IIa y tapa de hierro fundido; salidas con tubo corrugado, enfoscado y fratasado fino								
		14,0				14,00			
	Total						14,00	161,58 €	2.262,12 €

4.08	<p>Montaje de cuadro eléctrico instalado en C.T. con envolvente metálica, de 1800*1200*400 mm, doble apertura, pintura recubrimiento epoxi por inmersión,</p> <p>conteniendo: 3 Bases C/C fusibles con cartuchos APR de 315 A. 3 Bases C/C fusibles con cartuchos APR de 200 A. 3 Bases C/C fusibles con cartuchos APR de 63 A. 6 Bases C/C fusibles de reserva 1 Voltímetro con conmutador de fases 1 Amperímetro con transformadores de intensidad. Incluso p.p. de material de conexionado, fijaciones, pequeño material, mano de obra y montaje. Totalmente instalado y conexionado a salida del secundario del trafo</p>	1,0				1,00			
	Total						1,00	1.500,00 €	1.500,00 €
4.09	<p>Montaje de cuadro parcial de de albañilería y pequeño material. 1 Embarrado de distribución 2 Interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x10 A. 1 Interruptor diferencial de 2x25A/ 30MA Medida a la unidad instalada.</p>	1,0				1,00			
	Total						1,00	235,00 €	235,00 €

4.10	Montaje de cuadro parcial metálico , de superficie, de dimensiones adecuadas para el alojamiento de los elementos que a continuación se indican, debidamente montados y conexionado, i/ puentes de cableado, mano de obra, ayudas de albañilería y pequeño material. 1 Embarrado de distribución 1 Interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x63 A. 3 Interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A. 1 Interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x 32A. 3 Interruptor diferencial de 4x40A/ 30MA	1,0				1,00			
	Total					1,00	450,00 €	450,00 €	
4.11	Proyector exterior descarga 400W carcasa en fundición de aluminio pintado con posibilidad de rejilla o visera, cristal de seguridad resistente a la temperatura en vidrio templado enmarcado con junta de silicona, i/ halogenuros de 400 W/220 v. replanteo, fijación, pequeño material y conexionado.	12,0				12,00			
	Total					12,00	150,00 €	1.800,00 €	
4.12	Instalación de columna galvanizada Medida la unidad colocada	4,0				4,00			
	Total					4,00	300,00 €	1.200,00 €	

4.13	Suministro e instalación de interruptor crepuescular, conexión/desconexión según nivel lumínico, protección contra falsas maniobras, regulación de sensibilidad, montado en intemperie en fachada de oficinas para actuación del alumbrado exterior. Totalmente instalado.	1,0				1,00			
	Total					1,00	104,33 €	104,33 €	
4.14	Instalación de batería de condensadores autorregulada de 90 Kvar para compensación automática del factor de potencia de toda la instalación, instalado en el centro de transformación, incluso posicionamiento y conexionada. Totalmente instalado.	1,0				1,00			
	Total					1,00	3.860,00 €	3.860,00 €	
4.15	Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm y 2 m de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm ² . conexionado mediante soldadura aluminotérmica. Totalmente instalado.	6,0				6,00			
	Total					6,00	114,60 €	687,60 €	
4.16	Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm y 2 m de longitud, cable de cobre desnudo de 1x50 mm ² . conexionado mediante soldadura aluminotérmica. Totalmente instalado.	1,0				1,00			
	Total					1,00	135,50 €	135,50 €	

4.17	Instalación de red en B.T. interior de la planta, en instalación enterrada bajo tubo y superficial entubados, constituida por los siguientes elementos y cantidades. Cable 3N*95+TT Al XLPE-1Kv en							
	batería reactiva. Cable 3N*16+TT Cu XLPE-1Kv en cuadro B.T. servicio planta.	1,0	5,00			5,00		
	Cable 3N*10+TT Cu XLPE-1Kv en	1,0	15,00			15,00		
	alumbrado exterior Cable 1N*10+TT Cu XLPE-1Kv en	1,0	15,00			15,00		
	caseta de control Cable 3N*6+TT Cu XLPE-1Kv en	1,0	30,00			30,00		
	báscula	1,0	30,00			30,00		
	Total					95,00	120,00 €	11.400,00 €
	TOTAL CAPÍTULO 4							24.583,59 €

Código	Descripción	Mediciones				Resultado		Presupuesto	
		Ud	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total	Precio	Importe
5	EQUIPOS DE TRATAMIENTO								
5.01	Martillo percutor Atlas Copco modelo MB 1650. Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total						1,00	13.000,00 €	13.000,00 €
5.02	Retroexcavadora Liebherr 914 Litronic de cadenas de 21,1 Tn y capacidad de cazo de 1,4 m ³ 112 kW Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total						1,00	60.000,00 €	60.000,00 €
5.03	Equipo móvil de trituración primaria Pegson Premiertrak 1165 HR. Incluso transporte, instalación y mantenimiento. Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total						1,00	120.000,00 €	120.000,00 €
5.04	Molino Hazemag HSI 1007. Incluso transporte, instalación y puesta en marcha. Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total						1,00	55.000,00€	55.000,00€
5.05	Criba Sandvik modelo SC1542. Incluso transporte, instalación y puesta en marcha. Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total						1,00	27.500,00	27.500,00 €
5.06	Tolva-alimentador vibrante marca Roher modelo AVP/G 9,40 Incluso transporte, instalación y puesta en marcha. Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total						1,00	9.650,00 €	9.650,00 €

5.07	Separadora magnético de imán permanente fabricante Selter modelo 28.151 Incluso transporte, instalación y puesta en marcha. Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total					1,00	15.000,00 €	15.000,00 €	
5.08	Equipo soplador de rechazo de ligeros formado por ventilador centrífugo, rotor, motor eléctrico de 15 Kw.l/ campana-tobera, soportes, instalación y transporte Según lo descrito en la memoria.	1,0				1,00			
	Total					1,00	3.600,00 €	3.600,00 €	
5.09	Cinta transportadora de 500 mm de ancho de banda y motor de accionamiento de 2,2 Kw. Según lo descrito en la memoria. Incluso transporte, instalación y puesta en marcha. Según lo descrito en la memoria. CT-01, CT- 03 y CT-04	3,0				3,00			
	Total					3,00	5.000,00 €	10.800,00 €	
5.10	Cinta transportadora de 400 mm de ancho de banda,y motor de accionamiento de 2,2 Kw. Según lo descrito en la memoria. Incluso transporte, instalación y puesta en marcha. Según lo descrito en la memoria. CT-02	1,0				1,00			
	Total					1,00	6.125,00 €	6.125,00 €	

5.11	Cabina de triaje prefabricada de dimensiones 7,32 m x 4,5m x 2,83m con capacidad para 2 trabajadores. Incluye sistema de aire acondicionado y calefacción, instalación, puesta en obra y escaleras de acceso. Incluye transporte e instalación.	1,0				1,00			
	Total						1,00	39.000,00 €	29.000,00 €
	TOTAL CAPÍTULO 5								363,875,00 €
		Mediciones			Resultado		Presupuesto		
Código	Descripción	Ud	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Total	Precio	Importe
6	SEGURIDAD Y SALUD								
6.1.	Conjunto de equipos de protección individual y equipos, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Medido el 2,5 % del presupuesto de ejecución. Total capítulos 1, 2, 3, 4 y 5.	0,025				452.755,14			
	Total						11.318,88	1,00 €	11.318,88 €
	TOTAL CAPÍTULO 6								11.318,88 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL									464.074,02 €
GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (19%)									552.248,08 €
IVA (21%)									115.972,10 €
TOTAL PRESUPUESTO									668.220,18 €

