



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA
LA GESTIÓN DE RESIDUOS
PROCEDENTES DE LA
CONSTRUCCIÓN UBICADA EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE
MARMOLEJO**

Alumno: M^a Nieves Fernández Palomares

Tutor: Prof. Dña. Ana Belén López García

Depto.: Ingeniería Química, Ambiental y de los
Materiales

Tutor: Prof. D. Jesús Donaire Dávila

Depto.: Ingeniería de la Construcción

Noviembre, 2020

Escuela Politécnica Superior de Linares
Doble Grado en Ingeniería Civil e Ingeniería de
Minas

TRABAJO FIN DE GRADO

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA
GESTIÓN DE RESIDUOS
PROCEDENTES DE LA
CONSTRUCCIÓN UBICADA EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE MARMOLEJO**

Alumna: M^a Nieves Fernández Palomares

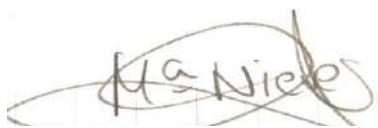
Tutor: Prof. Dña. Ana Belén López García

Depto. Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales

Tutor: Prof. D. Jesús Donaire Dávila

Depto. Ingeniería de la Construcción

Firma alumno:



Mª Nieves Fernández Palomares

75117760-J

Firma tutores:



Noviembre, 2020

ÍNDICE

1	Resumen.....	11
2	Introducción	13
3	Objetivos	15
4	antecedentes	16
4.1	Introducción	16
4.1.1	Aplicación de los materiales resultantes del tratamiento de los RCD ..	18
4.1.2	Ventajas del uso del árido reciclado.....	19
4.1.3	Código de buenas prácticas en el tratamiento de los RCD'S	19
4.2	Marco Teórico	20
4.2.1	Estudio Administrativo.....	21
4.2.2	Estudio de Mercado	21
4.2.3	Estudio Técnico	22
4.2.4	Estudio de Seguridad y Salud	22
4.2.5	Estudio de Impacto ambiental	23
4.2.6	Estudio Económico	23
4.3	Marco Legal	23
4.3.1	Normativa Europea para la gestión de los RCD	23
4.3.2	Normativa Nacional para la gestión de los RCD.....	24
4.3.3	Normativa Autonómica para la gestión de los RCD	25
4.3.4	Normas UNE para la utilización del árido reciclado	27
4.3.5	Legislación urbanística.....	28
4.3.6	Legislación de vertidos.....	28
4.3.7	Legislación ambiental.....	28
4.3.8	Legislación contaminación acústica	29
4.4	Identificación de la necesidad	30
4.4.1	Descripción del problema.....	30
4.4.2	Naturaleza de los RCD	31
4.4.3	Composición	32

4.4.4	Instalaciones para el tratamiento de RCD	34
4.5	Actualidad de los RCD	36
4.5.1	Unión Europea.....	36
4.5.2	España.....	36
4.5.3	Andalucía.....	37
4.5.4	Jaén.....	37
4.6	Estudio del Mercado de Áridos.....	38
4.6.1	Antecedentes a la crisis. Situación del árido antes de 2006	38
4.6.2	Consumo de árido al inicio de la crisis	41
4.6.3	Consumo de árido en la actualidad	41
4.6.4	Actualidad Post-COVID.....	45
4.6.5	Propuestas para paliar la crisis sanitaria en el sector	45
5	materiales y métodos	47
5.1	Generalidades.....	47
5.1.1	Localización	47
5.1.2	Geología de Marmolejo.....	49
5.1.3	Referencias catastrales de la parcela	52
5.1.4	Emplazamiento idóneo.....	53
5.1.5	Tipo de suelo	54
5.2	Actividad de la planta de tratamiento.....	55
5.2.1	Objetivos.....	55
5.2.2	Zonificación.....	55
5.2.3	Operarios de planta.....	56
5.3	Diseño de la planta	56
5.3.1	Descripción de los elementos que conforman la planta.....	57
5.3.2	Proceso constructivo de la planta.....	58
5.4	Dimensionamiento de equipos	98
5.4.1	Tamaño del material que entra en la machacadora	98
5.4.2	Descripción de la maquinaria	100

5.5	Proceso de producción	109
5.6	Admisión y recepción de residuos	111
5.6.1	Residuos admisibles en planta.....	111
5.7	Residuos no admisibles en la planta	112
6	Conclusiones	114
7	Bibliografía	115
8	Anexos	120
8.1	Anexo 1: Estudio de Seguridad y Salud	121
8.1.1	Introducción	123
8.1.2	Objeto del estudio básico de Seguridad y Salud	123
8.1.3	Obligatoriedad del Documento Básico de Seguridad y Salud.....	124
8.1.4	Descripción de la Obra.....	124
8.1.5	Identificación de riesgos y prevención de los mismos	126
8.1.6	Riesgos específicos	127
8.1.7	Daños a terceros.....	128
8.1.8	Botiquín.....	129
8.1.9	Trabajos posteriores	129
8.1.10	Normas de seguridad aplicable en obra	131
8.1.11	Obligaciones del Promotor	132
8.1.12	Coordinador de Seguridad y Salud	132
8.1.13	Obligaciones del contratista	133
8.1.14	Libro de incidencias	134
8.1.15	Paralización de los trabajos	134
8.1.16	Derechos de los trabajadores	134
8.1.17	Disposiciones generales de Seguridad y Salud.....	135
8.1.18	Disposiciones en el interior del edificio multiusos.....	137
8.1.19	Disposiciones en el exterior	139
8.1.20	Medios para el acceso a niveles superiores o inferiores	140
8.1.21	Maquinaria empleada para la construcción	140

8.1.22	Máquinas, equipos e instalaciones.....	140
8.1.23	Movimiento de tierras.....	141
8.1.24	Instalaciones de energía.....	141
8.1.25	Estructuras metálicas, elementos prefabricados	141
8.1.26	Medios de protección	141
8.2	Anexo 2: Estudio de Impacto Ambiental (EIA).....	143
8.2.1	Introducción	145
8.2.2	Objetivos.....	146
8.2.3	Localización	147
8.2.4	Situación geográfica de la zona	149
8.2.5	Geología del Valle del Guadalquivir	153
8.2.6	Estudio Geológico de Marmolejo.....	156
8.2.7	Climatología.....	157
8.2.8	Hidrogeología superficial.....	162
8.2.9	Materiales Hidrogeológicos	163
8.2.10	Alternativas	166
8.2.11	Descripción de la planta: gestión y valorización de RCD.....	167
8.2.12	Elementos que componen la planta	168
8.2.13	Obras complementarias para la instalación de la planta	168
8.2.14	Actividad de la planta	171
8.2.15	Elementos contaminantes	174
8.2.16	Atmósfera	175
8.2.17	Ruido	177
8.2.18	Residuos.....	179
8.2.19	Actividades potencialmente contaminantes.....	183
8.2.20	Legislación.....	183
8.2.21	Acciones ambientales	192
8.2.22	Factores ambientales.....	195
8.2.23	Valoración de impactos.....	197

8.2.24	Importancia del impacto	201
8.2.25	Fase de funcionamiento	203
8.2.26	Fase de Clausura.....	208
8.2.27	Coeficientes de ponderación	212
8.2.28	Magnitud	216
8.2.29	matriz	242
8.2.30	Matriz reducida	244
8.2.31	Síntesis final.....	245
8.3	Anexo 3: Estudio de Viabilidad Económica	247
8.3.1	Costes de acondicionamiento de la planta	248
8.3.2	Coste de producción del material	249
8.3.3	Ingresos procedentes de la actividad de la planta.....	249
8.3.4	Ingresos obtenidos por la venta del material	251
8.3.5	Ingresos obtenidos por la recepción del material	251
8.3.6	Ingresos anuales.....	252
8.3.7	Balance.....	252
8.3.8	Periodo de amortización	252
8.3.9	Conclusiones	252
8.4	ANEXO 4: COMPROBACIONES CYPECAD (ELU y ELS).....	254
8.4.1	Normas consideradas	255
8.4.2	Análisis cimentación (ELU y ELS)	255
8.4.3	Análisis de las vigas de atado (ELU y ELS)	344
8.4.4	Análisis de placas de anclaje y uniones (ELU y ELS)	368
8.4.5	Análisis barras y nudos pórtico tipo (ELU y ELS)	428
8.4.6	Análisis barras y uniones pórtico frontal (ELU y ELS)	466
9	PLANOS	506

Índice de figuras

Figura 1.Emplazamiento y superficie de la parcela donde se ubicará la planta	13
Figura 2.Materiales susceptibles de reciclaje en la planta	18
Figura 3. Evolución Minería	40
Figura 4.Producción de árido.....	41
Figura 5.Consumo de árido	42
Figura 6.Variación del consumo de árido por CC. AA.	44
Figura 7.Situación de la planta I	47
Figura 8.Situación de la planta II	48
Figura 9.Emplazamiento de la planta	49
Figura 10.Geología de Marmolejo	50
Figura 11. Tipo de suelo: azul claro suelo no consolidado	54
Figura 12.Trabajos de desbroce en parcela	58
Figura 13.Mototralla, maquina empleada en la nivelación del terreno.....	59
Figura 14. Rodillo compactador	60
Figura 15. Almacenaje RCD mixto.....	61
Figura 16. Detalle de tabique.....	62
Figura 17. Marcación en terreno para colocar posters	64
Figura 18. Colocación de posters	64
Figura 19. Puerta de acceso a la planta	65
Figura 20. Fijación de malla de simple torsión.....	66
Figura 21. Seto perimetral: Thuja Plicata.....	66
Figura 22. Geomembrana.....	69
Figura 23. Detalle modelo de pórtico	70
Figura 24.Modelo de las estructura	71
Figura 25.Estructura en 3D.....	71
Figura 26.Pórtico tipo	72
Figura 27.Pórticos frontal y trasero.....	73
Figura 28.Placa de anclaje	74
Figura 29.Placa de anclaje II	75
Figura 30.Placa de anclaje III	76
Figura 31.Placa de anclaje IV.....	77
Figura 32.Detalle de cimentación	79
Figura 33.Tensión en cada elemento de la estructura	82
Figura 34.Flecha en pórtico tipo. Flecha máxima de pilar en cabeza.....	83
Figura 35.Momentos máximos	83
Figura 36.Momentos máximos en pilar	84

Figura 37.Axil en pórtico tipo	85
Figura 38.Axil máximo en base de pilar	85
Figura 39. Flecha máxima en dintel	86
Figura 40.Cortante máximo en dintel	86
Figura 41.Axil máximo en dintel	87
Figura 42.Momento máximo en dintel	87
Figura 43.Detalle pórticos frontales	88
Figura 44.Flecha máxima en pórtico frontal	88
Figura 45.flecha máxima en dintel de pórtico frontal	89
Figura 46.Momentos máximos en pórtico frontal	89
Figura 47.Momento máximo en centro de dintel frontal	90
Figura 48.Axil en pórtico frontal	91
Figura 49.Axil máximo en pórtico frontal	91
Figura 50.Cortante pórtico frontal	92
Figura 51.Cortante máximo en pórtico frontal	92
Figura 52.Detalle perfil correas en cubierta	93
Figura 53. Presión dinámica de viento. Marmolejo pertenece a la zona A	94
Figura 54.Circuito primario	100
Figura 55.Circuito primario II	101
Figura 56.Circuito primario III	101
Figura 57. Criba móvil	104
Figura 58.Criba móvil II	104
Figura 59. Dimensiones criba	105
Figura 60.Pala cargadora	107
Figura 61.Retroexcavadora	108
Figura 62.Martillo hidráulico	109
Figura 63.Emplazamiento planta RCD	147
Figura 64.Emplazamiento planta RCD II	148
Figura 65.Puntos de abastecimiento de la comarca	148
Figura 66.Zona del Macizo Ibérico. Batolito de los Pedroches	155
Figura 67.Esquema cartográfico del Batolito de los Pedroches	156
Figura 68.Estación meteorológica de Marmolejo	158
Figura 69.Temperatura máxima y mínima	159
Figura 70.Probabilidad de precipitación	160
Figura 71.Horas de luz natural	160
Figura 72.Niveles de humedad	161
Figura 73.Promedio de viento	162

Figura 74.Hidrología superficial	163
Figura 75.Eschema gestión de RCD	182

Índice de Tablas

Tabla 1. Composición RCD	33
Tabla 2. Procedencia de los residuos	33
Tabla 3. % de entrada a planta.....	34
Tabla 4. % Material recuperado.....	34
Tabla 5. Producción escombros T/año	35
Tabla 6. Inversión gestión de escombros	35
Tabla 7. Sectorización de la estadística minera.....	39
Tabla 8. Producción de árido	40
Tabla 9. Consumo de árido en 2018.....	42
Tabla 10. Consumo de árido por CC. AA.....	43
Tabla 11. Referencias catastrales de la parcela	52
Tabla 12. Instalaciones y superficies	56
Tabla 13. Descripción geometría placa base	75
Tabla 14. Descripción placaba base y rigidizador	76
Tabla 15. Descripción placa base y rigidizador.....	78
Tabla 16. Descripción de las zapatas	80
Tabla 17. Descripción vigas de atados	81
Tabla 18. Grado de aspereza	95
Tabla 19. Producción de RCD en los núcleos de población de la planta	98
Tabla 20. Resistencia de las rocas	99
Tabla 21. Características circuito primario	102
Tabla 22. Planta móvil de trituradora de motor diésel	103
Tabla 23. Códigos LER	112
Tabla 24. Centros de salud cercanos	126
Tabla 25. Reparación, conservación y mantenimiento.....	130
Tabla 26. Especies vegetales características de Marmolejo.....	149
Tabla 27. Especies termófilas de Marmolejo	150
Tabla 28. Especies arbóreas de Marmolejo.....	150
Tabla 29. Especies arbustivas de marmolejo.....	151
Tabla 30. Rapaces	151
Tabla 31. Mamíferos.....	152
Tabla 32. Reptiles	152
Tabla 33. Peces y anfibios.....	152
Tabla 34. Aves acuáticas	153
Tabla 35. Estación meteorológica de marmolejo	158
Tabla 36. Acuíferos	164

Tabla 37.Índice acústico de la zona.....	178
Tabla 38.Valores límite inmisión.....	178
Tabla 39.Actividades potencialmente contaminantes	179
Tabla 40.Coste de construcción	248
Tabla 41.Producción de RCD	249
Tabla 42.Amortización.....	250
Tabla 43.Coste de mano de obra	250
Tabla 44.Costes de producción	251
Tabla 45.Precio por tipología de residuo	252

1 RESUMEN

Existe una conciencia creciente de la recogida selectiva de residuos, no solo en la gestión diaria del hogar, sino también en la gestión de residuos especiales (muebles, chatarra, madera, aceite, pilas, embalajes, pinturas, etc.), los cuales ya sea por su volumen o su composición, no podemos depositar en los contenedores en la calle, sino que deben depositarse en puntos limpios o en lugares autorizados para ello.

¿Dónde depositamos los residuos de la construcción? La construcción es una actividad económica fundamental para nuestra sociedad (construcción de viviendas, industrias, infraestructuras, reparaciones, rehabilitaciones, demoliciones, etc.) Todas estas actividades necesitan una gran cantidad de recursos y de igual forma se genera una gran cantidad de residuos, trayendo consigo una cantidad de impactos negativos (contaminación de suelos y acuíferos, limitación del uso del suelo y deterioro del paisaje) son algunos de los problemas que se ocasionan, por lo que es necesario un manejo adecuado de estos residuos:

- Clasificación y gestión de residuos en su origen.
- Transporte y reciclaje a puntos limpios o a plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD).

Se generan diferentes tipos de residuos, que se dividen en dos grandes grupos:

- Residuos peligrosos: barnices, disolventes, resinas, etc.
- Residuos no peligrosos: muebles, electrodomésticos, residuos inertes, etc.

Con este estudio, se comprueba la factibilidad, de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición en Marmolejo (Jaén) y del uso y demanda de los productos generados en ella. Para ello, se efectúa un estudio de mercado, para conocer la actualidad de los áridos, como producto generado en la planta. A continuación, se contemplan los aspectos técnicos de la planta: dimensionamiento, distribución, descripción del proceso de tratamiento, materias primas, maquinaria y operarios de planta. Es importante conocer los aspectos administrativos de la planta: estructura organizacional, aspectos legales, etc. Un estudio económico, el cual, nos indicará la viabilidad económica de la planta. Por último, se efectúan los estudios de seguridad y salud y de impacto ambiental, que será otro indicador de viabilidad.

ABSTRACT

There is an increasing awareness of the selective collection of waste, not only in the daily management of the home, but also in the management of special waste (furniture, scrap, woods, oils, batteries, packaging, paints, etc.), which either because of its volume or

its composition, we cannot deposit in street containers, but must be deposited in clean points or in places designated for it.

Where do we deposit waste from construction or related activities? Construction is a fundamental economic activity for our society (construction of houses, industries, infrastructures, repairs, restorations, demolitions, etc.) All these activities require a large amount of resources and in the same way a large amount of waste is generated, bringing with it a number of negative impacts (contamination of soils and aquifers, limitation of land use and landscaping deterioration) are some of the problems that are caused, which is why proper management of these wastes is necessary:

- Classification and management of waste at its source.
- Transportation and recycling to clean points (minor works) or to construction and demolition waste treatment plants (RCD's).

Waste of different nature is generated, which is divided into two large groups:

- Hazardous waste: varnishes, solvents, resins, etc.
- Non-hazardous waste: waste assimilable to urban waste: furniture, fixtures, inert waste, etc.

With this study, the feasibility of a construction and demolition waste treatment plant in Marmolejo (Jaén) and the use and demand of the products generated in it are verified. For this, a market study is carried out to find out the current status of aggregates, as a product generated in the plant. Next, the technical aspects of the plant are considered: sizing, distribution, description of the treatment process, raw materials, machinery and plant operators. It is important to know the administrative aspects of the plant: organizational structure, legal aspects, etc. An economic study, which will indicate the economic viability of the plant. Finally, safety and health and environmental impact studies are carried out, which will be another indicator of viability.

2 INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo fin de grado se va a llevar a cabo el estudio de una planta de residuos de construcción y demolición a petición de la empresa RESURJA, situada en la parcela ubicada en la Avenida Américas y Avenida de Oceanía, parcelas 70914 en Marmolejo (Jaén) y consta con una superficie de 1,61 Ha. (Figura 1)

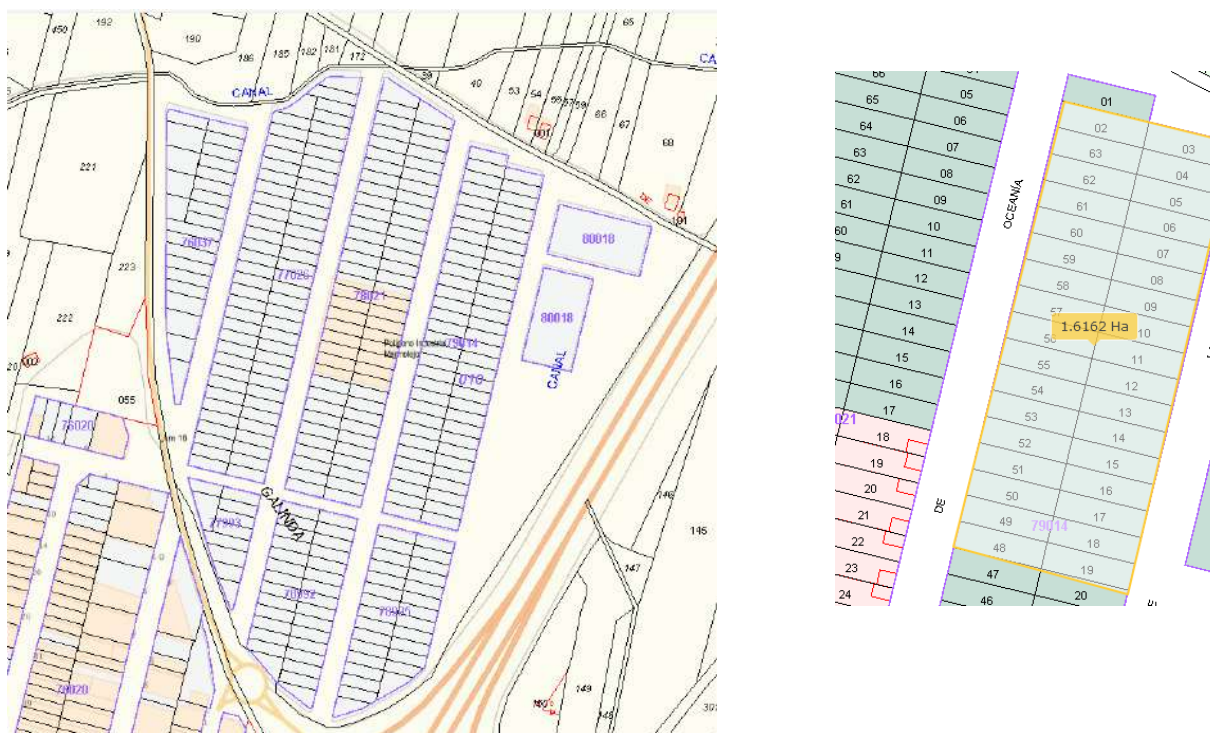


Figura 1. Emplazamiento y superficie de la parcela donde se ubicará la planta

(Fuente: [Sede catastro](#))

Así, tras la cesión de las competencias por parte del Excmo. Ayto. de Marmolejo y la concesión de la licencia urbanística correspondiente a las obras de la planta de RCD, se han cedido los terrenos objeto de la ubicación de la planta.

El desarrollo de las ciudades y pueblos trae consigo algunos problemas, derivados de los residuos que se generan, a veces estos residuos se reciclan, pero otras veces se depositan ilegalmente en zonas no aptas para ello, desencadenándose un gran impacto ambiental. Uno de los residuos más problemáticos para su tratamiento son los RCD's debido a los pocos centros habilitados para su reciclaje, por ello acaban en vertederos ilegales.

Por ello, con este estudio, se pretende estudiar la viabilidad de una planta de tratamiento en Marmolejo (Jaén), para así reducir la cantidad de RCD que son vertidos

ilegalmente no solo en esta población sino también, de las localidades aledañas. Para llevar a cabo dicho análisis, se evalúan diferentes aspectos:

- Estudio del mercado de áridos naturales y artificiales
- Distribución, zonificación de la planta, maquinaria, operarios, etc.
- Proceso constructivo de la planta
- Estudio económico
- Estudio de seguridad y salud
- Estudio de impacto ambiental

3 OBJETIVOS

El principal objetivo de nuestro estudio es:

- El diseño de una planta para la gestión de residuos, procedentes de la construcción, ubicada en el término municipal de Marmolejo.

Para ello, se va efectuará:

- Búsqueda de bibliografía, que permita el desarrollo y documentación del estudio.
- Definición de la ubicación exacta y justificación del emplazamiento de la planta.
- Diseño de la planta y sus respectivas instalaciones.
- Realizar el Estudio de Seguridad y Salud, Estudio de Impacto Ambiental y Estudio Económico.
- Elaborar los planos de diseño de la planta.

4 ANTECEDENTES

4.1 Introducción

La construcción es una actividad que juega un papel muy importante en la economía de un país, ya que es un indicador económico. Pero hay que destacar los problemas que generan los residuos procedentes de esta actividad, se trata de una actividad que requiere gran cantidad de materias primas y a su vez, genera gran cantidad de residuos de construcción (RCD). En Europa, se generan en torno a 1.300 millones de toneladas anuales, de las que aproximadamente un 40 %, son RCD. Por ello, se genera la necesidad de instalación de plantas de tratamiento de estos residuos (cuya gestión se regula mediante el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero), que permitan recuperar gran parte de ellos o transformarlos para reutilizarlos en obra (cumpliendo con todas las garantías) y así reducir el consumo de materias primas, la contaminación y en consecuencia la reducción de la huella ecológica.

Definición de los residuos de construcción y demolición. Según el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, los RCD son: *“cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.*

3.a) de la Ley 10/1998: «Residuo»: cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de esta Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias.”

Las principales funciones de la planta RCD son:

- Recepción de residuos
- Valoración de residuos
- Proceso de separación
- Tratamiento

Si se lleva a cabo una buena gestión de los residuos, se pueden reutilizar prácticamente todo, a excepción de los materiales peligrosos cuya retirada y proceso de vertido se efectúa con personal cualificado y en lugares preparados para ello.

Algunos de los productos resultantes en esta planta son:

- Finos procedentes del cribado: son ideales como tierra vegetal o para sustentar las conducciones.
- Asfalto triturado: sirve para la rehabilitación de caminos.
- Material cerámico machacado: buen material para relleno o como subbase.
- Hormigón machacado: árido de hormigón, zahorra artificial, cuyo uso está regulado por la EHE-08. (Figura 2).

Una de las principales medidas que se toman en el Real Decreto para el correcto tratamiento de escombros, es incluir en el proyecto de ejecución de obra un estudio de gestión de residuos de RCD, valorar la cantidad más o menos estimada de escombros generados en obra, contabilizar el coste de gestión de dichos residuos y disponer de toda la documentación que certifique que los RCD han sido gestionados de forma adecuada.

El Real Decreto, diferencia entre poseedor de residuos y el productor. El productor puede tratarse de una persona física o jurídica, siendo titular de licencia de urbanismo o el propio titular del inmueble, que tenga en su poder los residuos. El poseedor de los residuos debe entregarlos a un gestor de residuos autorizado, el cual valorará si puede reutilizar o reciclarse. También está obligado a sufragar los costes de su gestión y entregar a su vez, la documentación acreditativa de la gestión de residuos.

En cuanto a las comunidades autónomas o entidades locales, deben hacer cumplir la legislación en cuanto a la gestión de los RCD. La administración pública, debe fomentar la utilización de materiales procedentes del reciclado de residuos de construcción y demolición, también fomentarán el ahorro de recursos en obras públicas. [1]

La gestión adecuada de los RCD debe realizarse con el equipamiento y maquinaria necesaria y adecuada, permitiendo tratar los residuos de construcción que no hayan sido separados en origen, potenciando el rendimiento de la producción.

Cabe destacar el grave problema que supone el vertido de estos residuos en la mayoría de municipios. En torno a un 80% pueden tratarse y aproximadamente un 35% de ese porcentaje puede transformarse en árido reciclado. (figura 2). Estos áridos suponen una alternativa a los áridos naturales; antes de su uso deben someterse a diferentes ensayos a fin de demostrar que son productos de calidad que pueden sustituir a los áridos naturales.

A parte de áridos, pueden obtenerse otros productos como: maderas, metales, etc. Los cuales pueden gestionarse a través de otros gestores, el resto de materiales que no pueden gestionarse se envían a vertederos.

Con la construcción de la presente planta se pretende prestar servicio de recogida y posterior transformación de los RCD, no sólo al término municipal de Marmolejo, sino a todos los municipios cercanos, tanto de la provincia de Jaén como en la provincia de Córdoba, cuya principal misión es reducir el impacto en ecosistemas al no saber donde depositar dichos residuos, pero también se transforman estos residuos en productos listos para ser usados, proporcionando una mejora en la economía de la zona.

De gran utilidad en la fabricación de hormigón, así como utilizados directamente en rellenos. Para su comercialización y uso, deben disponer de marcado CE.

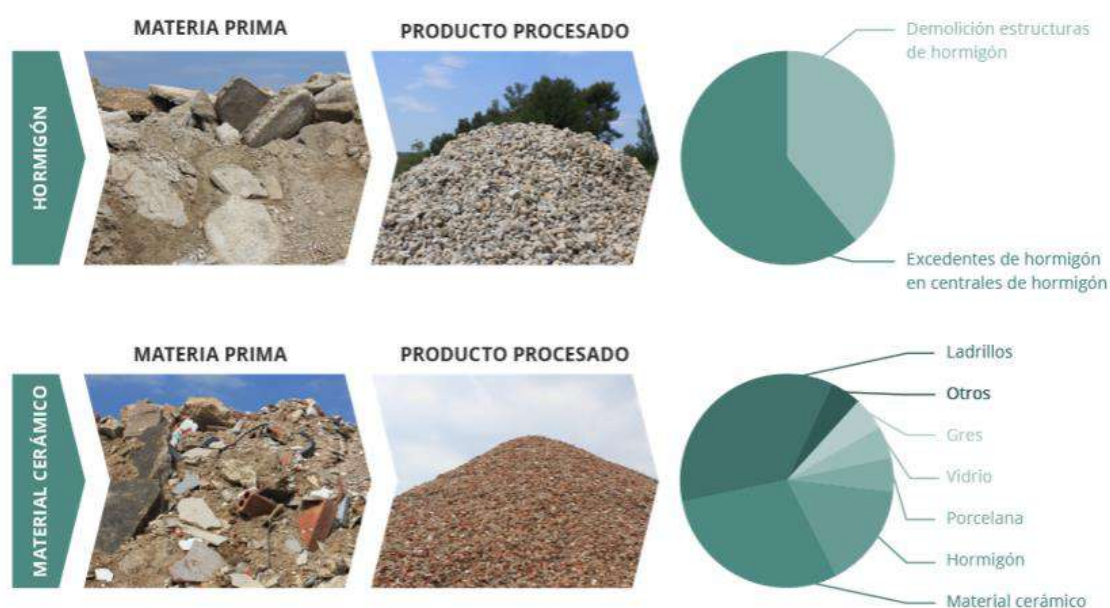


Figura 2. Materiales susceptibles de reciclaje en la planta

(Fuente: [Geoinnova](#))

4.1.1 Aplicación de los materiales resultantes del tratamiento de los RCD

La utilización de los productos obtenidos del reciclado, pueden emplearse en diversos proyectos de obra civil y arquitectura, tales como:

- En vías, se emplea como base y subbase.
- Para rellenar zanjas, arcenes y nivelaciones.
- Construcción de muros y relleno de trasdós.

- Adecuar pistas forestales, caminos rurales y mantenimiento de los mismos.
- Fabricar hormigón. [2]

4.1.2 *Ventajas del uso del árido reciclado*

Las principales ventajas de la utilización del árido reciclado, se indica a continuación:

- Se sustituye el consumo de áridos o zahorras naturales en aplicaciones que requieren baja resistencia, optimizando la utilización de los mismos.
- Producto con etiquetado ambiental tipo II (eco) ISO 14021.
- Material reciclado y contenido de reciclado.
- Material reciclable.
- Disminuye el consumo de áridos naturales.
- Se reducen los residuos.
- Los áridos reciclados procedentes de hormigón son homogéneos y responden favorablemente.
- Su aplicación, es similar a la de áridos y zahorras convencionales. [3]

Esta planta será incluida, si su estudio es positivo en cuanto a viabilidad, en el Plan Director de Gestión de Residuos Inertes de la Provincia de Jaén, promovido por la Excelentísima Diputación Provincial de Jaén y será gestionada por la empresa Resurja, la cual, la cual, nace en 2017 de la mano de la Diputación Provincial de Jaén y Urbaser como encargada de la gestión integral de todos los servicios ligados a la gestión de la basura – recogida, tratamiento y eliminación–, tarea encomendada a la Administración provincial por gran parte de los ayuntamientos jiennenses, agrupados en consorcios.

4.1.3 *Código de buenas prácticas en el tratamiento de los RCD'S*

- Tomar medidas para: reducir, reutilizar, reciclar, valorizar y eliminar.
- Utilizar en la medida de los posible, materiales procedentes de la zona donde se va a realizar la obra.
- Hacer un buen uso de los materiales y evitar que se conviertan en residuos.
- Evitar el derroche de agua y energía.
- Todos los agentes que intervienen en una obra, deben constar de una formación medioambiental básica, además de conocer y aplicar el plan de gestión de residuos de las obras.

- Respetar la separación prevista en la obra, ubicando cada residuo en el contenedor de la obra, atendiendo a las condiciones de admisión de cada uno de ellos.
- Cuidado con los residuos peligrosos, extremando precauciones para su manipulación, gestión y almacenamiento.
- No abandonar los residuos en la vía pública.
- No verter productos tóxicos en la red de saneamiento, cauces fluviales o suelos.
- Evitar el uso de pinturas, disolventes, colas, etc. Con componentes tóxicos.
- Realizar un etiquetado o almacenamiento correcto de los residuos antes de su depósito controlado.
- Efectuar un perfecto control y mantenimiento de los vehículos, maquinaria y herramientas.
- Evitar la generación de polvo, reduciendo la velocidad de los vehículos rociando con agua los caminos y explanadas.
- No realizar vertidos de hormigones, cementos, áridos, ... en cualquier lugar.
- Evitar la compactación y erosión del suelo.
- Respetar la capa vegetal y restaurar el terreno una vez finalizada la obra.
- Obtener los permisos necesarios y licencias municipales.
- Respetar la normativa urbanística vigente. [4]

4.2 Marco Teórico

Los residuos de construcción y demolición, son materiales que son desechados en las actividades de construcción y demolición.

Estos residuos se consideran no peligrosos, y pueden ser aprovechados mediante el debido tratamiento en la planta y se emplearán como materia prima en la fabricación de nuevos productos.

Los residuos que se destinan a la planta de residuos de construcción y demolición, proceden de obra mayor en la que se requiere elaboración y aprobación de un proyecto técnico, deberá incluir obligatoriamente un proyecto de gestión de RCD en que se recogerá no solo los residuos que se vayan a generar, sino también, las medidas de prevención, reutilización, reciclado, valorización y eliminación a las que se destinen los residuos de obra y el coste previsto para su gestión.

Los RCD deben clasificarse previamente y posteriormente, se llevan a la planta de tratamiento, y en ella, los residuos son pesados en la báscula de entrada y depositados en la playa de descarga o en la tolva primaria, donde se separan en las fracciones valorizables, retirando maderas, papel, metales, etc. Que serán entregados a gestores autorizados, el resto de la fracción pétreo irá pasando a través de los distintos elementos que componen la planta para recibir el tratamiento adecuado y como resultado final, se obtendrán áridos de distinta granulometría, para su comercialización en: la construcción de taludes, restauración paisajística de canteras y graveras, rehabilitar caminos y carreteras, ...

En cuanto al rechazo, se depositan en vertederos controlados que existen en las instalaciones.

Los áridos reciclados, se dividen en diferentes categorías, dependiendo de sus características específicas de composición del material. [5]

El marco teórico se divide en los siguientes subepígrafes:

4.2.1 Estudio Administrativo

Constitución de una empresa desde el punto de vista legal y jurídico. Se estudiará, qué tipo de empresa es la que mejor se adapta a nuestra planta y ver las ventajas e inconvenientes de un tipo de empresa u otro.

Una vez definido el tipo de empresa, debe definirse la estructura organizativa, (directivo, ejecutivos, operarios, etc). Y definirse las funciones de cada persona que componga la empresa.

4.2.2 Estudio de Mercado

Se analizará la oferta y demanda de áridos, siendo prioritaria para ver la viabilidad o no de la planta. Por ello, debe hacerse diversas investigaciones con el fin de obtener la mayor información y lo más actualizada posible. Para ello se tendrán en cuenta:

- Demanda actual y futura
- Necesidades del cliente
- Conocer la competencia
- Precios
- Publicidad
- Posibles proveedores y comerciales, etc.

4.2.3 *Estudio Técnico*

Se tienen en cuenta tres aspectos:

- Localización y ubicación de la planta de tratamiento
- Tamaño de la planta y mercado
- Construcción y tecnología empleada

4.2.4 *Estudio de Seguridad y Salud*

Se dispondrá de botiquín para atender los accidentes que puedan producirse y que permitan cubrir las necesidades según el trabajo realizado en la planta.

Los trabajadores dispondrán de sus respectivos EPIs y tendrán la formación necesaria en materia de seguridad y salud, relacionada con el puesto y actividad que desempeña.

Deberán estar debidamente señalizadas las zonas que entrañen cualquier tipo de peligro: zonas con riesgo de caída, contacto con elementos agresivos, zonas de circulación de vehículos, zonas de circulación de peatones, etc.

Los lugares de trabajo, deben ajustarse a la normativa de protección contra incendios; también deben limpiarse periódicamente cumpliendo con las respectivas condiciones higiénicas.

Debe efectuarse el mantenimiento periódico de las instalaciones, maquinaria y vehículos para su correcto funcionamiento.

En lugares de trabajo al aire libre, deben tomarse medidas para proteger a los trabajadores de las inclemencias meteorológicas. En lugares de trabajo cerrados. Se deben de cumplir una serie de condiciones:

- Temperaturas entre 17-27 grados centígrados
- Humedad entre 30-70%
- Reducir la exposición a corrientes de aire.

La iluminación de cada zona de trabajo, deben adaptarse a las características de la actividad que se desarrolle en cada estancia.

(Este apartado, se desarrollará en su anexo correspondiente)

4.2.5 *Estudio de Impacto ambiental*

Se estudiarán todos aquellos factores ambientales, que forman parte del entorno y que son susceptibles de sufrir modificaciones debido a la actividad desarrollada en la zona. Es otro de los factores prioritarios en cuanto a la viabilidad de implantación de la planta de RCD.

(Este apartado, se desarrollará en su anexo correspondiente)

4.2.6 *Estudio Económico*

Nos permite conocer el rendimiento que generará la planta, partiendo del capital que se invertirá. Se deben tener en cuenta diversos aspectos, tales como:

- Evaluación de la inversión
- Contabilidad,
- Gestión financiera
- Política de negocios
- Evaluación del proyecto

(Se desarrollará en su anexo correspondiente).

4.3 Marco Legal

4.3.1 *Normativa Europea para la gestión de los RCD*

- Directiva 1999/31 “Vertido de Residuos”. OBJETO: *“A fin de cumplir los requisitos de la Directiva 75/442/CEE y, en particular, de sus artículos 3 y 4, el objetivo de la presente Directiva es establecer, mediante rigurosos requisitos técnicos y operativos sobre residuos y vertidos, medidas, procedimientos y orientaciones para impedir o reducir, en la medida de lo posible, los efectos negativos en el medio ambiente del vertido de residuos, en particular la contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas, el suelo y el aire, y del medio ambiente mundial, incluido el efecto invernadero, así como cualquier riesgo derivado para la salud humana, durante todo el ciclo de vida del vertedero. Por lo que respecta a las características técnicas de los vertederos, la presente Directiva incluye, para los vertederos a los que se aplica la Directiva 96/61/CE, los requisitos técnicos necesarios para plasmar los requisitos generales de esta última. Los requisitos*

pertinentes de la Directiva 96/61/CE se considerarán cumplidos si lo son los requisitos de esta Directiva.”

- Directiva 1996/61 “Prevención y Control integrados de la Contaminación –IPPC”. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN: *“La presente Directiva tiene por objeto la prevención y la reducción integradas de la contaminación procedente de las actividades que figuran en el Anexo I. En ella se establecen medidas para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones de las citadas actividades en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las medidas relativas a los residuos, con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto, sin perjuicio de las disposiciones de la Directiva 85/337/CEE, y de las otras disposiciones comunitarias en la materia.”*
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición. OBJETO: *“Este real decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.”*

4.3.2 Normativa Nacional para la gestión de los RCD

- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022. OBJETO: *“Obliga a los Estados Miembros a establecer, como instrumento esencial para desarrollar las políticas de residuos, planes de gestión de residuos que den cobertura a todo el territorio geográfico de cada Estado.”*
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN: *“El presente real decreto tiene por objeto desarrollar el régimen jurídico de los traslados de residuos que se realizan en el interior del territorio del Estado, regulado en el artículo 25 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Este real decreto se aplica a los traslados de residuos entre comunidades autónomas para su valorización o eliminación, incluidos los traslados que se producen a instalaciones que realizan operaciones de valorización o eliminación intermedias.”*

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. OBJETO: *“Esta Ley tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos. Tiene asimismo como objeto regular el régimen jurídico de los suelos contaminados.”*
- Real Decreto 105 / 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. OBJETO: *“Este real decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.”*
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2008-2011. (PNRCD). *“La prevención en la generación de residuos es la apuesta de la política de residuos que más beneficios ambientales proporciona, por ello ocupa la primera posición en la jerarquía de residuos y es clave tanto en la Hoja de ruta para avanzar en hacia una Europa Eficiente en el uso de los recursos de la Estrategia 2020 de la Unión Europea, como en la Directiva Marco de Residuos.”*
- Real Decreto 1481 / 2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. OBJETO: *“El objeto del presente Real Decreto es el establecimiento de un marco jurídico y técnico adecuado para las actividades de eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, al tiempo que regula las características de éstos y su correcta gestión y explotación, todo ello teniendo en cuenta el principio de jerarquía en la gestión de residuos recogido en el artículo 1.1 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, y con la finalidad de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.”*

4.3.3 *Normativa Autonómica para la gestión de los RCD*

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía. *“Su contenido armoniza el desarrollo reglamentario previsto en la Ley 7/2007, de 9 de julio, con el contexto definido por la liberalización de los servicios impulsada mediante la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el*

libre acceso de las actividades de servicios y su ejercicio. A su vez, implica una adaptación a las políticas de gestión de residuos desarrolladas por la normativa específica, aplicando una regulación eficaz y coherente que tiene en cuenta, no sólo la fase de residuo, sino también el ciclo de vida de los materiales y productos.”

- Decreto 397/2010, de 2 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Residuos No Peligrosos de Andalucía 2010-2019. *“El presente documento propone la estrategia a seguir en Andalucía, en los próximos diez años, en materia de gestión de residuos no peligrosos, adaptándola a las tendencias más actualizadas en relación con la prevención de su producción y dirigiéndola hacia una gestión más sostenible, con costes razonablemente homogéneos dentro del territorio y con los máximos niveles de protección ambiental. El Plan constituye el marco en el que se establecen las bases que deberán regir la política en materia de residuos no peligrosos en Andalucía hasta el año 2019.”*
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. *“Esta Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental intenta dar respuesta a las tres dimensiones del concepto de desarrollo sostenible –ambiental, social y económica– superando las originarias normas sectoriales para la protección de un medio ambiente limpio, hoy insuficientes. La sostenibilidad integra aspectos humanos, ambientales, tecnológicos, económicos, sociales, políticos o culturales que deben ponderarse a la hora de proporcionar a la sociedad un marco normativo que se adecue a las nuevas formas de gestión y planificación, tanto públicas como privadas.”*
- Decreto 104/00, de Autorizaciones Ambientales de actividades de valorización y eliminación de residuos plásticos agrícolas.
- Decreto 218/99, Aprobación del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos. *“Son objetivos concretos del plan potenciar, por este orden, la reducción de los residuos, su reutilización, la recuperación de materiales, su valorización y aprovechamiento y por último la eliminación en vertedero. Las inversiones previstas en el plan ascienden a 69.383 millones de pesetas.”*
- Acuerdo 9/3/34, gestión de la zona del Guadalquivir. *“El ámbito de aplicación del presente Plan comprende las ZEC Río Guadalquivir-Tramo Medio (ES6130015),*

Bajo Guadalquivir (ES6150019), Tramo Inferior del Río Guadalimar y Alto Guadalquivir (ES6160010) y Río Guadalquivir Tramo Superior (ES6160013)”.

- Ley 7/94, de Protección Ambiental. *“Supuso el marco para la efectiva protección del medio ambiente, respondiendo a la doble componente de tutela ambiental y de asignación de objetivos de calidad del medio ambiente para el desarrollo económico y social de Andalucía. Se estructura en cuatro Títulos, relativos a Disposiciones Generales, Prevención Ambiental, Calidad Ambiental y Disciplina Ambiental; así como una Disposición adicional, tres transitorias, cuatro finales y tres Anexos.”*
- Decreto 283/95, Reglamento de Residuos. *“El presente Reglamento tiene por finalidad llevar a cabo de objetivos previstos en el artículo 1 de la Ley de Protección Ambiental (L.P.A.) en materia de residuos.”*
- Acuerdo 9/12/97, formulación del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos. *“Es competencia de las Comunidades Autónomas la elaboración de los planes autonómicos de residuos en los que se fijarán los objetivos de reducción, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación, así como las medidas a adoptar para conseguir dichos objetivos, los medios de financiación y el procedimiento de revisión.”*

4.3.4 Normas UNE para la utilización del árido reciclado

- Norma UNE-EN 12620:2002, *“Áridos para hormigón”*
- Norma UNE-EN 13043:2002, *“Áridos para mezclas bituminosas y tratamiento superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas”*
- Norma UNE-EN 13055-1:2002, *“Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigones, morteros y lechadas”*
- Norma UNE-EN 13383-1:2003, *“escolleras. Parte 1: especificaciones”*
- Norma UNE-EN 13242:2002, *“Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes de carreteras”*
- Norma UNE-EN 13139:2002, *“Áridos para morteros”*
- Norma UNE-EN 13450:2002, *“Áridos para balasto”*

4.3.5 *Legislación urbanística*

- Ley de 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía. OBJETO: *“Mantiene el principio de la función pública del urbanismo y establece mecanismos para fomentar la iniciativa privada en el desarrollo de la actividad urbanística.”*
- Ley 1/1994 de 11 de enero de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía. OBJETO: *“La presente Ley tiene por objeto la regulación de los instrumentos y procedimientos necesarios para el ejercicio por la Junta de Andalucía de su competencia en Ordenación del Territorio.”*

4.3.6 *Legislación de vertidos*

- Real decreto 484/1995, de 7 de abril, sobre medidas de regularización y control de vertidos. OBJETO: *“Es objeto del presente Real Decreto la regulación del procedimiento y el establecimiento de medidas complementarias para la adaptación de los vertidos, que se producen en el ámbito territorial de las cuencas hidrográficas de competencia del Estado, a las previsiones en la materia de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.”*
- II PLAN NACIONAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 2007-2015: indica que estos residuos proceden de la demolición de edificios, de obras pequeñas o reformas de viviendas. Conociéndose habitualmente como escombros.

4.3.7 *Legislación ambiental*

- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental. OBJETO: *“El presente Reglamento tiene por objeto desarrollar los preceptos del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, reguladores de la obligación de someter a una evaluación de impacto ambiental los proyectos públicos o privados consistentes en la realización de obras, instalaciones o de cualquier otra actividad comprendida en el anexo de la disposición legislativa citada.”*
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. OBJETO:

“Esta ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico aplicable a la evaluación de impacto ambiental de proyectos consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendida en sus anexos I y II, según los términos establecidos en ella. Esta ley pretende asegurar la integración de los aspectos ambientales en el proyecto de que se trate mediante la incorporación de la evaluación de impacto ambiental en el procedimiento de autorización o aprobación de aquél por el órgano sustantivo. La evaluación del impacto ambiental identificará, describirá y evaluará de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con esta ley.”

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (BOJA 20/7/2007). OBJETO: *“El objeto de la presente Ley es establecer un marco normativo adecuado para el desarrollo de la política ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, a través de los instrumentos que garanticen la incorporación de criterios de sostenibilidad en las actuaciones sometidas a la misma.”*

4.3.8 *Legislación contaminación acústica*

- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. OBJETO: *“Esta ley tiene por objeto prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar y reducir los daños que de ésta pueden derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente.”*
- Ley de 21 de noviembre de 1983 de Protección del Ambiente Atmosférico.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. *“Esta ley tiene por objeto establecer las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.”*

- Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación.
“Esta Ley tiene por objeto evitar o, cuando ello no sea posible, reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrados de la contaminación, con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente en su conjunto.”
- Decreto 74/1996, de 20 de febrero que aprueba el Reglamento de Calidad del Aire.
- Decreto 326/2003, de 25 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

4.4 Identificación de la necesidad

4.4.1 Descripción del problema

Antiguamente, la mayoría de los RCD se depositaban en las periferias de las ciudades sin control, se vertían en vertederos suponiéndose el 80% de estos residuos. No existía separación previa por lo cual provocaban contaminación de las zonas donde se depositaban los RCD. Gracias al aumento de la conciencia ambiental, así como la elaboración de una legislación ambiental, se está instaurando sistemas que permiten la gestión eficiente de estos residuos.

Estos sistemas permiten dar respuesta a los problemas que se generan en cuanto a los residuos de construcción, rehabilitación, demolición, etc. También se debe tener en cuenta los grandes costos que genera su implantación ya que para su gestión se requieren infraestructuras que permitan tratar la totalidad de dichos residuos.

Para solventar dichos gastos, se suelen crear agrupaciones, mancomunidades que permitan compartir dichos costes.

Un sistema de gestión, comienza con la recepción de los escombros (englobando: fracción inerte, materia no peligrosa y materia peligrosa) y terminaría en las plantas de tratamiento donde se ubican los procesos de recuperación y producción de materias. [6]

Las directrices a seguir para la gestión de dichos residuos, las dictamina la Unión Europea, dirigidas por orden de jerarquización a:

- Prevención en su producción

- Valorización
- Depósito controlado

No se trata solo de la gestión de los residuos una vez se producen, sino en la prevención como primera etapa, actuando:

- En obra nueva se tendrá en cuenta, su demolición futura y cómo se realizará.
- Reducir la utilización de materiales en obra y elementos que puedan resultar peligrosos.
- Reciclado de los RCD como último punto.

4.4.2 *Naturaleza de los RCD*

Estos residuos pueden proceder de la demolición de los edificios, excavaciones, urbanizaciones u otros similares.

- Residuos de demoliciones: con frecuencia pueden aparecer residuos tóxicos que pueden proceder de los transformadores, conductos de refrigeración, compuestos halogenados, maderas tratadas. Para el tratamiento de estos residuos procedentes de demoliciones debe fijarse un pre-programa para los materiales recuperados antes del inicio del derribo. Ese pre-programa constará de:
 - Inventario de residuos, indicando su cantidad y posterior depósito.
 - Emplear técnicas adecuadas para retirar los componentes contaminantes.
 - Evitar mezclar los materiales que ya han sido separados en la zona de demolición.
 - Utilizar maquinaria adecuada para ello.
- Residuos de nueva construcción: en cuanto a envases se refiere, se producen gran cantidad de ellos en determinadas fases de la construcción. El responsable de la gestión de estos residuos es el constructor, al que se debe exigir medidas de reciclado y de prevención. Hay que señalar la gran cantidad de residuos de envases que se producen, sobre todo en determinadas fases de la construcción,

cuya recogida diferenciada, reduciría de manera significativa la producción de residuos, así como su heterogeneidad, aumentando la cantidad de materiales recuperados y facilitando los procesos de selección en el tratamiento de los escombros propiamente dicho. En obra nueva, sobre todo en la construcción de oficinas o construcciones industriales se emplean elementos constructivos prefabricados de mejor calidad y que a su vez, generan menos residuos. En la fase de cimentación aparecen pocos residuos, los principales residuos aparecen en la limpieza de hormigones y en la fase de cierre, cubierta y acabado: residuos aislantes, cerámicos, yesos, barnices, ... Teniendo algunos carácter tóxico y peligroso.

- Residuos de rehabilitación: existe una mezcla bastante heterogénea de residuos procedentes de rehabilitación: cerámicas, yesos, maderas, metales, muebles y otros muchos residuos peligrosos.
- Residuos procedentes de obras públicas: no se producen gran cantidad de residuos, siendo reutilizados en su mayor parte en obra: [7]
 - Excavaciones, inyecciones, recogidas en la Directiva 2006/21/CE sobre gestión de residuos de industrias de extracción.
 - Plantas de hormigón, suelocemento, gravacemento, etc, que se pueden montar y desmontar en el mismo lugar de la obra.
 - Talleres de ferralla, almacenes de materiales, almacenes de residuo de la propia obra.

4.4.3 *Composición*

Estos residuos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Escombros: que suponen el 75% de los residuos generados
- Envases, basuras y otras, que suponen el 25% restante.

Se adjunta Tabla 1, de composición, en la cual se recogen los residuos de escombros propiamente dichos, la Tabla 2, que recoge su procedencia, principalmente en la demolición, reformas y nueva construcción, la Tabla 3, recoge el % de RCD que entra en la planta, siendo el Hormigón el que encabeza la tabla y la Tabla 4, muestra el material tratado y recuperado en planta, casi la mitad, se corresponde con las zahorras.

Tabla 1. Composición RCD

(Fuente: [Junta de Andalucía](#))

GRUPO	MATERIALES	% EN PESO	LER
Escombros: 75 %	Ladrillos, azulejos, cerámicas	54,00	17 01 00
	Hormigón	12,00	17 01 00
	Piedras	5,00	
	Arena, grava, otros áridos	4,00	
Envases y otros: 25 %	Madera	4,00	17 02 01
	Vidrios	0,50	17 02 02
	Plásticos	1,50	17 02 02
	Metales	2,50	17 04 01
	Asfalto	5,00	17 03 00
	Yesos	0,20	17 01 00
	Papel	0,30	17 07 00
	Basuras	7,00	17 07 00
	Otros	4,00	17 07 00
Suma		100,00	

Tabla 2. Procedencia de los residuos

(Fuente: [Junta de Andalucía](#))

TIPO	DEMOLICIÓN	NUEVA CONSTRUCCIÓN	REFORMAS
Ladrillos y hormigón	85 %	59 %	59 %
Materiales no combustibles	1 %	22 %	20 %
Madera	13 %	13 %	20 %
Materiales combustibles	1 %	6 %	1 %

Tabla 3. % de entrada a planta

(Fuente: [Junta de Andalucía](#))

Hormigón	37 %
Escombros	24 %
Escombros brutos	34 %
Otros	5 %
Total	100 %

Tabla 4. % Material recuperado

(Fuente: [Junta de Andalucía](#))

Zahorra	41,00 %
Grava	9,50 %
Zahorra cerámica	34,00 %
Finos	9,00 %
Hierros	0,70 %
Papel-cartón	0,30 %
Madera	0,50 %
Rechazos	5,00 %
Total	100,00 %

4.4.4 Instalaciones para el tratamiento de RCD

- Planta de tratamiento: su principal objetivo es recuperar los recursos que contienen los residuos, se incluye el reciclado. Pueden ser instalaciones fijas o móviles.
- Planta de acopio: zonas para el almacenamiento provisional. Estas instalaciones constan a su vez de:
 - Recepción: compuesta de edificio para el control, vías para desplazamientos interiores
 - Almacenamiento
 - Contenedores
 - Instalaciones auxiliares.

- Puntos limpios: zonas destinadas a la recogida de residuos de forma temporal, estos residuos son de pequeña envergadura procedentes de obras pequeñas o reparaciones en el domicilio y constan de contenedores de gran envergadura.
- Vertederos controlados: su actividad queda recogida en el R.D. 1481/2002, artículo 2.k. Son zonas de almacenamiento en periodos superiores a 1 año. Zonas de eliminación de los desechos procedentes de plantas de reciclaje. En la Tabla 5-6, se recoge el total de producción de escombros por cada provincia andaluza, se ve una gran diferencia entre los municipios de más de 5000 habitantes y de 5000-2000 habitantes, mientras que es progresivo en los municipios de 5000-2000 y 2000.

Tabla 5. Producción escombros T/año

(Fuente: [Junta de Andalucía](#))

PROVINCIA	PRODUCCIÓN ESCOMBROS T/AÑO			
	Total	Municipios > 5000 habitantes	Municipios 5000 a 2000 habitantes	Municipios < 2000 habitantes
Almería	862.588	730.542	83.772	48.274
Cádiz	1.999.747	1.971.518	20.152	8.077
Córdoba	1.342.179	1.204.075	107.259	30.845
Granada	1.366.887	1.103.087	163.339	100.462
Huelva	785.771	660.084	95.646	29.241
Jaén	1.120.657	929.859	154.201	36.597
Málaga	1.668.652	1.500.774	149.282	38.595
Sevilla	3.030.105	2.839.032	168.280	22.794
TOTAL	12.176.586	10.944.771	948.931	316.885

Tabla 6. Inversión gestión de escombros

Fuente: [Junta de Andalucía](#)

PROVINCIA	P. FIJAS		P. MÓVILES		VERTEDEROS CONTROL		TOTAL
	Nº	Euros	Nº	Euros	Nº	Euros	Euros
Almería	1	1.721.880	1	540.910	2	721.215	2.984.005
Cádiz	1	1.721.880	1	540.910	6	2.163.645	4.426.435
Córdoba	1	1.721.880	1	540.910	4	1.442.430	3.705.220
Granada	1	1.721.880	1	540.910	2	721.215	2.984.005
Huelva	1	1.721.880	1	540.910	2	721.215	2.984.005
Jaén	1	1.721.880	1	540.910	4	1.442.430	3.705.220
Málaga	1	1.721.880	1	540.910	8	2.884.860	5.147.650
Sevilla	1	1.721.880	1	540.910	4	1.442.430	3.705.220
TOTAL	8	13.775.040	8	4.327.280	32	11.539.440	29.641.760

En el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos, se tienen en cuenta las siguientes ratios:

6 Kg. /hab./día para municipios con población > 5.000 habitantes

4 Kg. /hab./día para los municipios con: 2.000 hab. < población < 5.000 hab

3 Kg. /hab./día para los municipios con población < 2.000 habitantes.

Teniendo en cuenta estas ratios, se estima que Andalucía genera unos 12.200.000 de toneladas de escombros, siendo de 5 Kg. /hab./día, aunque hay que tener en cuenta que esos datos se tomaron antes del parón de la actividad de construcción. [8]

4.5 Actualidad de los RCD

4.5.1 Unión Europea

Los RCD, en la UE, supone 1/3 de los residuos que se generan. Por lo que es necesaria un adecuado tratamiento para estos residuos que, a su vez, englobe la correcta manipulación de residuos peligrosos suponiendo beneficios para la calidad de vida, construcción. Etc.

A pesar de los grandes avances en cuanto al reciclaje de los residuos procedentes de la construcción, aún existen dudas y desconfianza en lo cuanto a calidad se refiere, del producto obtenido y de los posibles peligros que pueden suponer para la salud, el manipular los RCD.

El principal objetivo de la UE, es elevar el reciclaje de los RCD en torno a un 50% y debe hacerse lo antes posible, para ello se propone: una mejora en los vertederos, medidas correctivas para los residuos sin clasificación, equipos adecuados para el tratamiento, etc. [9]

4.5.2 España

En España, el reciclaje de RCD, se regula mediante el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, aunque con anterioridad se han elaborado otras normativas para el tratamiento de los residuos de construcción.

Este Real Decreto, regula: *“la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y los dos Planes Nacionales de Residuos de Construcción y Demolición aprobados, los cuales extendía desde 2001 al 2006 en el caso del primero y desde el 2007 al 2015 en al caso del segundo Plan, incluido éste último como anexo en el Plan Nacional*

Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015”. Completándose con: órdenes, Pliego de Prescripciones técnicas, etc.

4.5.3 Andalucía

Los principios de reducción, reutilización y reciclado, recae sobre las Comunidades Autónomas tal y como se recoge en los artículos 4 y 5 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

La Junta, elabora el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos no Peligrosos de Andalucía 2010-2019, para la correcta gestión de los residuos no peligrosos.

Para poder facilitar la incorporación de áridos reciclados a la obra civil, se elabora el documento: *“Recomendaciones para la redacción de pliegos de especificaciones técnicas para el uso de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD)”*.

Este documento está financiado por la AOPJA con dos tramos experimentales, en la provincia de Sevilla y de Málaga. [10]

4.5.4 Jaén

La correcta gestión de los residuos de construcción y demolición, se lleva a cabo a través del Plan Director de Gestión de Residuos Inertes de la Provincia de Jaén. Este Plan, se aprueba en 2006, en el que se contempla, la recuperación del espacio degradado, construcción de plantas de tratamiento, implantar un modelo de gestión provincial, elaborar una normativa fiscal que regule y garantice la gestión.

Sus principales objetivos son:

- Evitar los vertederos incontrolados
- Recuperar espacios degradados
- Municipios dotados de sistema de gestión de RCD
- Reducir el volumen de los residuos
- Controlar el vertido de RCD
- Aumentar la utilización de productos reciclados

La primera fase de este Plan será, la instalación de infraestructuras necesarias para la gestión de los RCD y la segunda fase mediante la gestión de la empresa jiennense RESURJA S.A. [11]

4.6 Estudio del Mercado de Áridos

En España, el uso de árido reciclado aún es mínimo, debido a que nuestro país es rico en áridos naturales y por ello su precio es más bajo. A ello, se le suma la poca o inexistente normativa técnica para el uso de árido reciclado en construcción, suponiendo una barrera para su uso en obra.

Para concienciar sobre su uso, es necesaria una normativa que recoja todos los requisitos técnicos que deben cumplir los áridos reciclados, para así normalizar y promocionar su uso. También con el fin de mejorar su calidad y adecuar sus usos y aplicaciones. Cuyo objetivo final no es otro que desarrollar en España un mercado de áridos reciclados encaminado a la construcción sostenible.

Son muchos los países que ya han apostado por el árido reciclado para sus construcciones. Por ejemplo, el desarrollo urbanístico de Londres en las pasadas olimpiadas obteniendo así la máxima calificación del COI.

La correcta gestión de estos residuos sigue siendo asignatura pendiente para la mayor parte de los gobiernos locales, con una normativa estable, se pretende convertir gran parte de esos 20 millones de RCD que se generan al año en árido reciclado. [12]

4.6.1 *Antecedentes a la crisis. Situación del árido antes de 2006*

El sector de la construcción, es el principal consumidor de áridos, siendo el sector más dinámico debido a su gran capacidad de generación de empleo, llegó en 2006 a ocupar a casi el 13% de la población mundial.

La producción de árido en 2006 creció un 6%, respecto al año anterior. Su relevancia se debe a que por cada euro que se invierte, se inducen 0,69 euros en otros sectores, y por cada empleo directo generado, se generan 0,44 empleos en otros sectores.

La obra civil, representaba casi el 70% y el 30% restante, se correspondía con la edificación.

En la tabla, se puede observar un elevado incremento con respecto al año anterior, como ya hemos indicado, en torno a los 426 millones de toneladas, (Tabla 7), de las cuales, se correspondía con calizas, dolomías, arenas, cantos, gravas, rocas ígneas y

metamórficas y la Figura 3, recoge la evolución de la extracción de árido en canteras hasta 2005.

Tabla 7. Sectorización de la estadística minera

(Fuente: Energía.gob)

	2002	2003	2004	2005p
Arena y grava	94 384 984	115 307 093	113 345 481	122 490 534
Arenas silíceas	1 267 875	1 293 381	1 523 124	2 446 393
Arenisca	2 246 441	2 296 050	3 390 165	3 601 282
Basalto	4 308 780	4 508 885	5 065 455	5 402 630
Caliza	186 615 251	197 251 155	221 887 873	228 043 834
Creta	42 951	43 147	43 441	44 148
Cuarcita	2 757 172	3 682 606	2 872 693	4 703 603
Dolomía	9 472 031	10 529 487	12 905 702	16 334 809
Fonolita	1 760 794	2 119 980	1 728 754	1 561 912
Granito	23 644 894	23 101 934	24 695 421	23 501 743
Mármol	362 800	349 460	704 844	571 442
Ofita	3 386 791	3 228 586	3 861 526	4 174 387
Pizarra	869 750	1 279 647	1 305 466	917 285
Pórfido	1 810 110	2 742 562	3 703 539	3 347 860
Serpentina y dunita	224 305	316 478	151 130	214 171
Otros (1)	5 210 318	6 784 864	6 470 119	8 593 308
TOTAL	338 365 247	374 837 318	403 654 733	425 949 341

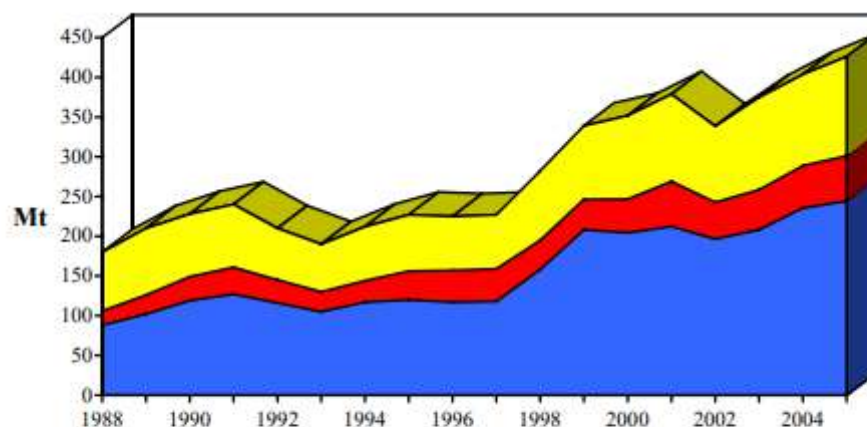


Figura 3. Evolución Minería

(Fuente: energia.gob)

La evolución de la producción de áridos desde 2001 a 2005, se recoge en la tabla 8:

Tabla 8. Producción de árido

(Fuente: energia.gob)

	2001	2002	2003	2004	2005
Producción EME	306,2	338,4	374,8	403,7	425,9
Consumo ANEFA (C)	378,9	399,6	419,9	437,7	460,3
Saldo comercio exterior (E-I)	0,9	1,2	1,5	1,2	0,7
Producción aparente (C+E-I)	378,0	400,8	421,4	438,9	461,0
Produc. aparente/producción EME	1,234	1,184	1,124	1,087	1,082

Es el sector minero más importante, tanto a nivel nacional como mundial. En 2006 se alcanzaron los casi 4000 millones de euros, los porcentajes por CC. AA, se recoge en la Figura 4:

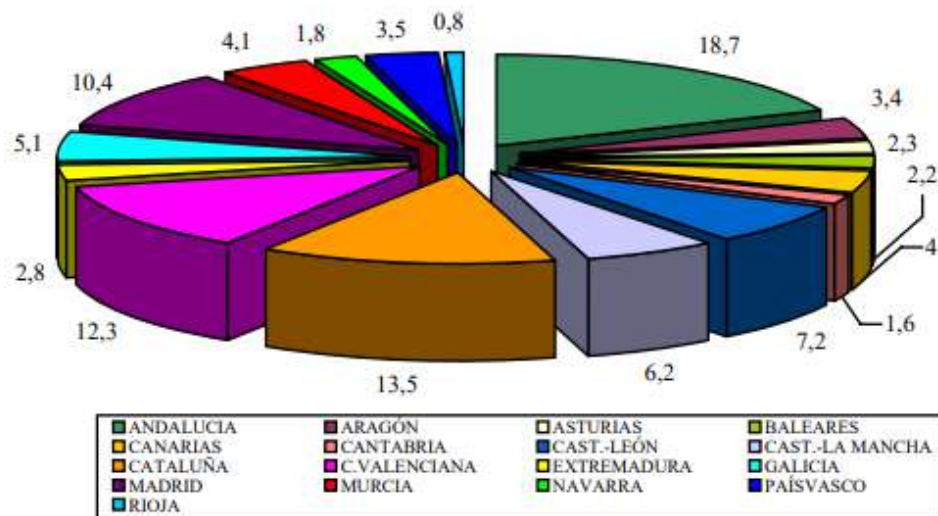


Figura 4. Producción de árido

(Fuente: energia.gob)

Es una actividad dispersa, y a veces problemática, ya que muchas de las empresas no disponen de estructura empresarial para hacer frente a una correcta explotación y posterior restauración ambiental.

4.6.2 Consumo de árido al inicio de la crisis

Desde 2006, el consumo de árido en nuestro país, ha sufrido un gran descenso. Hemos pasado de consumir aproximadamente 12 toneladas/hab/año a solamente 2,6 toneladas/hab/año. Estos índices se acercan más al consumo de países subdesarrollados que a los de un país desarrollado de la economía occidental. España ocupa el último puesto, de los 39 países que forman la unión europea, a pesar de actualmente haber elevado su consumo a 5,4 toneladas/ hab/año.

4.6.3 Consumo de árido en la actualidad

A finales de 2018, el consumo de árido en España, creció en torno a un 6,6% lo que en cifras absolutas supone en torno a unos 121 millones de toneladas (Figura 5-6). A esta cantidad, hay que añadir el consumo de áridos reciclados, que asciende a 1,7 millones de toneladas y 0,7 millones de toneladas de áridos artificiales. Alcanzándose, por tanto, a unos 123,4 millones de toneladas. (Tabla 10-11)

Tabla 9. Consumo de árido en 2018

(Fuente: energía.gob)

CONSUMO DE ÁRIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN 2018		
	MILLONES DE TONELADAS	%
ÁRIDOS NATURALES	120,9	98,1
ÁRIDOS RECICLADOS	1,7	1,4
ÁRIDOS ARTIFICIALES	0,7	0,6
TOTAL	123,3	100

Cabe destacar, que poco a poco se va avanzando en la economía circular. No hay que olvidar que, dentro de las cifras de áridos naturales, se estima que, en torno a 5,2 millones de toneladas de árido, procede de otras industrias extractivas, las cuales los producen como subproductos.



Figura 5. Consumo de árido

(Fuente: energía.gob)

Tabla 10. Consumo de árido por CC. AA

(Fuente: [energia.gob](http://energia.gob.es))

	2017	2018	Variación 18/17 %	Consumo toneladas por habitante
Andalucía	14,3	15,1	5,9 %	1,8
Aragón	3,7	4,0	7,6 %	3,1
Asturias	2,7	2,9	7,9 %	2,9
Islas Baleares	2,7	2,9	7,1 %	2,6
Islas Canarias	3,0	3,2	7,2 %	1,5
Cantabria	2,1	2,2	3,3 %	3,7
Castilla y León	12,1	12,5	3,7 %	5,2
Castilla – La Mancha	6,3	6,6	5,2 %	3,3
Cataluña	20,1	21,4	6,3 %	2,8
C. Valenciana	12,9	14,0	8,6 %	2,8
Extremadura	2,4	2,4	0,8 %	2,3
Galicia	8,5	9,6	13,3 %	3,5
Madrid	8,7	9,4	8,6 %	1,4
Murcia	3,0	2,9	-5,8 %	1,9
Navarra	4,2	4,5	8,3 %	7,0
País Vasco	5,5	5,8	6,3 %	2,7
La Rioja	1,3	1,4	8,1 %	4,5
TOTAL	113,4	120,9	6,6 %	2,6

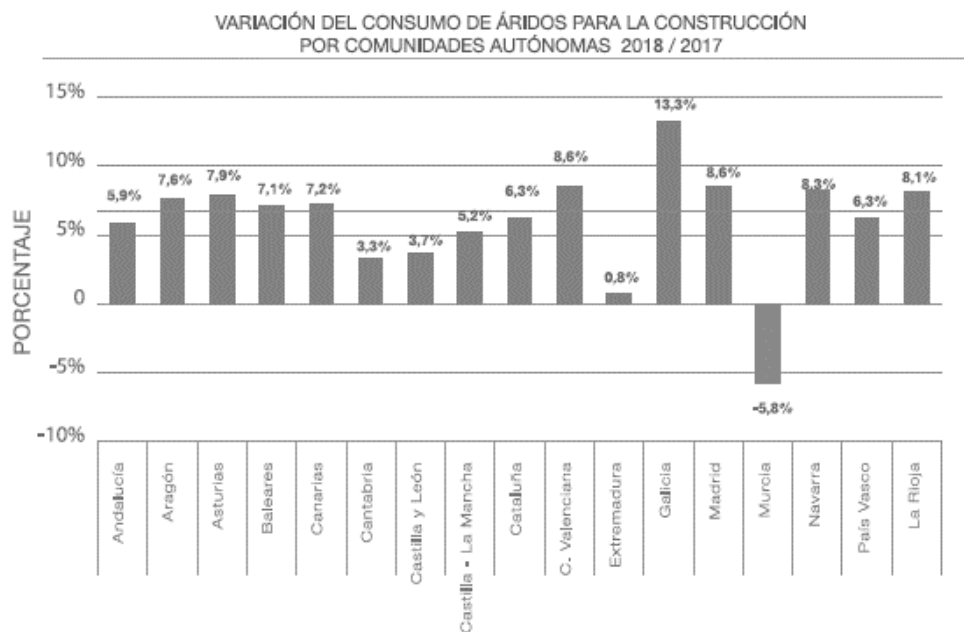


Figura 6. Variación del consumo de árido por CC. AA.

(Fuente: energia.gob)

EN 2018, se extrajeron de las canteras en torno a 45 millones de toneladas para la fabricación de aglomerantes, productos cerámicos, etc.

El 78% del consumo de áridos, es destinado a fabricar cales y cementos, le sigue la industria del vidrio muy de lejos con un 3,8%, la industria química con un 3,7%, agricultura con un 3%, exportación 2,9% y la metalurgia con un 2,6%.

En cuanto a su origen, los áridos proceden muy mayoritariamente de cantera (72,3%). El 23,2% procede de graveras, en claro retroceso, el 3,1% se origina como subproducto en otras explotaciones mineras, el 1,0% se produce en plantas de RCD y el 0,4% en plantas de fabricación de áridos artificiales.

En la actualidad, España que llegó a alcanzar el último puesto en el consumo de árido, ocupa el noveno puesto, por detrás de países como: Rusia, Alemania, Turquía, Francia, Polonia, Reino Unido, Italia y Noruega. [13]

4.6.4 *Actualidad Post-COVID*

Se prevé una caída en torno al 35% de la actividad si lo comparamos con el mismo periodo de 2019, se debe al estado de alarma y al confinamiento sufrido desde el 16 de marzo que se hizo oficial.

No se pueden realizar previsiones muy exhaustivas, debido a la gran incertidumbre existente ya que es una situación completamente nueva, de la que no se tiene antecedentes.

España, al ser uno de los epicentros de la pandemia, esta situación de paralización y retroceso será aún más acusada. Para este 2020 se preveía un crecimiento del 1,6%, pero debido a la crisis sanitaria se estima una caída del PIB entre el 5 y el 9% y en consecuencia, el paro crecerá en más de medio millón de personas.

La evolución de la pandemia en Europa y en el resto del mundo, seguirá siendo una incógnita. Muchos países, tuvieron que detener sus actividades, por lo que repercutirá negativamente en las exportaciones debido a la caída de la demanda.

En cuanto a la construcción, sufrirá una caída hasta que el sector se normalice al levantarse el estado de alarma,. Sin duda, el sector más perjudicado es el sector turístico. Así mismo, el daño en estos sectores, afecta al resto de la edificación. Si se conjuga con un parón en la inversión de obra pública, el impacto a finales de año, nos llevará a un escenario de gran gravedad, retrayéndolo a los peores momentos de la crisis financiera que se iniciaba ya en 2006 y se hizo patente en 2008.

4.6.5 *Propuestas para paliar la crisis sanitaria en el sector*

En la actualidad, aún arrastramos el impacto de la crisis financiera de 2008, en el sector de la construcción, que se unen a los sufridos actualmente por la crisis sanitaria. Teniendo efectos muy negativos en la estructura empresarial.

Por ello, y con el fin de evitar daños irreversibles, se proponen una serie de propuestas tales como:

- Reactivar inmediatamente la obra pública, para compensar la caída del sector turístico de 2020-2021.
- Aprobar el Pacto Nacional por la Industria Sostenible de 2020.
- Apoyo, a través de CEOE, de un Pacto de Estado para la Reconstrucción de la Nación
- Apoyo, para que la UE mantenga un programa de estímulo económico.

- Realizar un Plan de pago a proveedores, en lucha contra la morosidad.
- Asegurar el cobro de los suministros que se han realizado.
- Establecer una moratoria en el pago de impuestos
- Dotar de créditos a las operaciones comerciales
- Incrementar las líneas de aval.
- Flexibilización de los ERTES y otras medidas de apoyo al empleado
- Adoptar medidas flexibilizadas de contratación energética.
- Reducción de costes a las empresas en cuanto a consumo eléctrico y gas
- Aprobar una Estrategia Española de las Industrias de Materia Primas Minerales Sostenibles.
- Acciones de apoyo a las empresas de la industria extractiva.
- Flexibilización y adaptación de estrategias sobre cambio climático y Pacto Verde durante la crisis COVID-19.
- Cuando se realiza un estudio técnico, proyecto o ampliar uno existente; es conveniente, realizar un estudio de viabilidad económica, ya que nos va a generar una visión sobre si nuestro trabajo será o no viable económicamente, y así poder decidir si resulta interesante seguir adelante o no con ello.

Para ello hay que tener en cuenta las siguientes premisas:

- Costos e inversiones: Costos fijos, costos variables, impuestos
- Proyección de ingresos
- Estudio de mercado
- Estrategia de mercado
- Análisis financiero
- Cuando se comenzarán a generar beneficios [14]

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Generalidades

Existen 2 tipos de plantas para el tratamiento de los RCD:

- Plantas fijas: ubicadas en un lugar específico del cual no se pueden mover, están ancladas al terreno, mediante cimentación
- Plantas móviles: se pueden desplazar de un lugar a otro, según las necesidades de la zona.

La elección un tipo u otro de planta, depende de dos premisas:

- Volumen de RCD que haya que procesar
- Capacidad del equipo elegido

Debido a estos parámetros, optamos por una planta móvil, ya que la cantidad de RCD a tratar es pequeña, en torno a unos 159.000 Tn/año.

5.1.1 Localización

La planta se ubica en la localidad de Marmolejo, en la provincia de Jaén, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Andalucía. (Figura 7-8)



Figura 7. Situación de la planta I

(Fuente: [google.map](https://www.google.com/maps))



Figura 8. Situación de la planta II

(Fuente: [google.map](https://www.google.com/maps))

Su ubicación exacta, será dentro del polígono industrial de Marmolejo, en la ampliación del polígono industrial “las Calañas”, concretamente en su fase IV. (Figura 9)

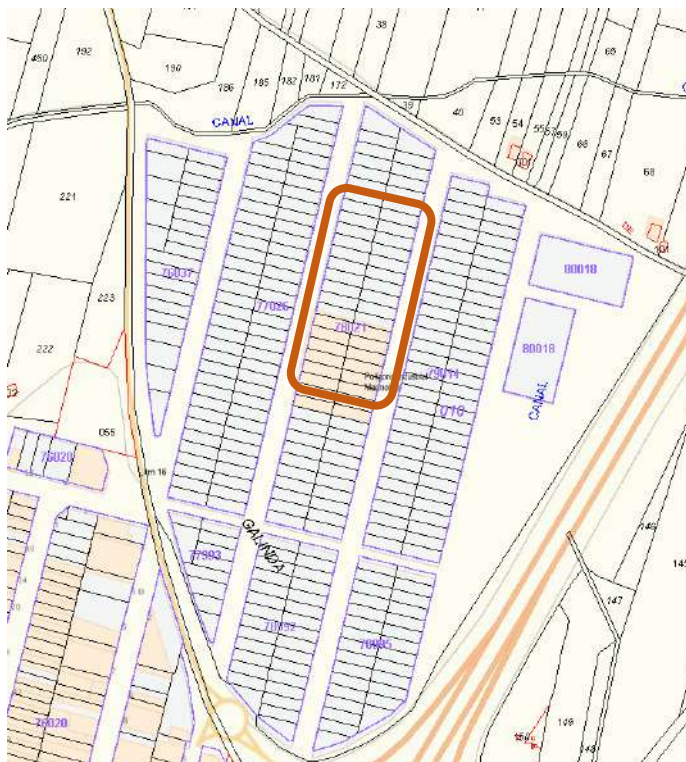


Figura 9. Emplazamiento de la planta

(Fuente: [google.map](https://www.google.com/maps))

5.1.2 Geología de Marmolejo

En el término municipal de Marmolejo pueden distinguirse dos áreas bien diferentes desde un punto de vista geológico: Sierra Morena y el Valle del Guadalquivir al sur. La Sierra Morena se presenta como una zona de relieve alomado típico, topográficamente más elevada, con cotas por encima de los 300 metros, entre las que destacan los vértices Cerrejón (659 metros) y Colodro (705 metros).

Esta parte septentrional corresponde a materiales paleozoicos del Macizo Ibérico compuestos principalmente por pizarras, areniscas y cuarcitas del Carbonífero (con una edad aproximadamente entre 350 y 320 millones de años). También hay granitos en las proximidades de la ermita San José y en el extremo más septentrional del término en el cerro Benitas. El granito procede de la consolidación por enfriamiento en el interior de la corteza terrestre de un magma fluido, que se encontraría inicialmente, antes de su solidificación, a temperatura muy alta, generalmente de más de 800 grados centígrados.

Alrededor del granito, en la denominada aureola de contacto, hay corneas, esquistos y filitas metamórficas. La aureola de contacto se debe al calentamiento producido

durante la intrusión del granito. Este intercambio de calor con las rocas encajantes que rodean al granito conduce a la transformación de su aspecto y frecuentemente a la aparición de nuevos minerales, en un proceso geológico denominado metamorfismo, formándose rocas denominadas corneanas. (Figura 10).

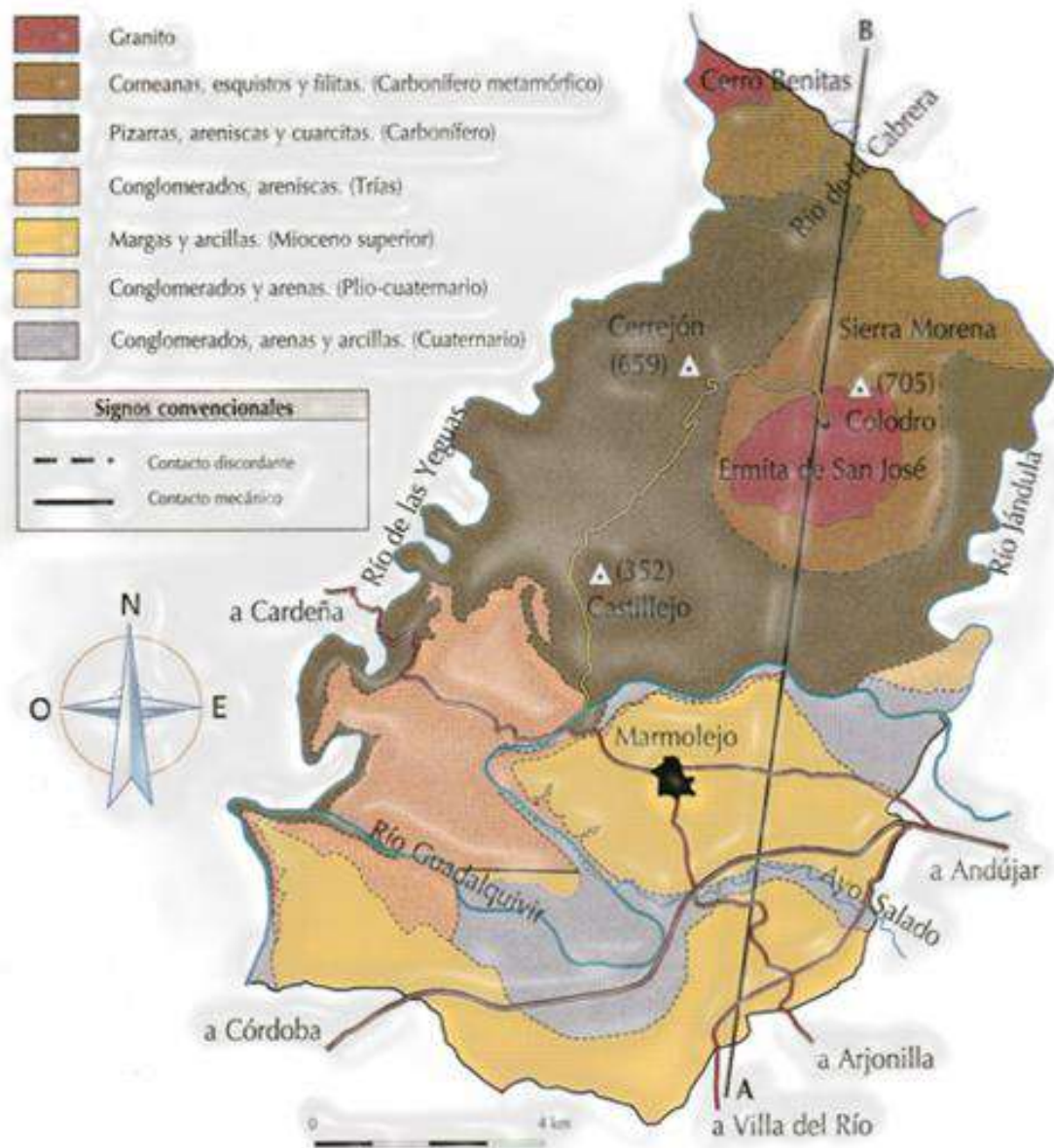


Figura 10. Geología de Marmolejo

(Fuente: [villademarmolejo](http://villademarmolejo.com))

En la parte meridional del término, que corresponde al valle del Guadalquivir, con un relieve llano se encuentran materiales triásicos (con una antigüedad de unos 210 a 240

millones de años), principalmente conglomerados y areniscas de color rojo muy característico. Por último, en cuanto a tipos de rocas dentro del valle del Guadalquivir, destacan las margas arcillosas de color amarillento del Mioceno superior y los conglomerados y arenas del Cuaternario, depositadas en los 10 últimos millones de años. La dinámica fluvial da lugar a la aparición de superficies planas en los márgenes de los ríos denominadas terrazas. En este sector del valle del Guadalquivir hay que señalar la existencia de cuatro terrazas a distintos niveles. Marmolejo concretamente se asienta sobre la tercera terraza. Esta terraza situada unos 45 a 50 metros por encima del cauce del río, forma una extensa planicie construida básicamente sobre las margas arcillosas del Mioceno superior.

Desde el punto de vista de la Geología Aplicada destaca la existencia de algunas canteras para la extracción de áridos como la existente al oeste de Marmolejo, en la carretera hacia Cárdena muy cerca del puente sobre el río Guadalquivir, y algunas graveras explotadas en los valles del río Yeguas y Jándula. También hay algunos indicios de pequeña importancia de mineral de plomo (galena) y de cobre (calcopirita y malaquita) en relación con filoncillos encajados en el granito al sur de la ermita de San José. [15]

5.1.3 Referencias catastrales de la parcela

La parcela de estudio está compuesta por otras subparcelas contiguas cuyas referencias catastrales son: (Tabla 11) [1].

Tabla 11. Referencias catastrales de la parcela

(Fuente: sedecatastro.gob)

7901420UH9170S0001YG	7901412UH9170S0001UG	7901404UH9170S0001IG	7901455UH9170S0001PG
7901419UH9170S0001QG	7901411UH9170S0001ZG	7901447UH9170S0001AG	7901456UH9170S0001LG
7901418UH9170S0001GG	7901410UH9170S0001SG	7901448UH9170S0001BG	7901457UH9170S0001TG
7901417UH9170S0001YG	7901409UH9170S0001UG	7901449UH9170S0001YG	7901458UH9170S0001FG
7901416UH9170S0001BG	7901408UH9170S0001ZG	7901450UH9170S0001AG	7901459UH9170S0001MG
7901415UH9170S0001AG	7901407UH9170S0001SG	7901451UH9170S0001BG	7901460UH9170S0001TG
7901414UH9170S0001WG	7901406UH9170S0001EG	7901452UH9170S0001YG	7901460UH9170S0001TG
7901413UH9170S0001HG	7901405UH9170S0001JG	7901453UH9170S0001GG	7901461UH9170S0001FG
7901462UH9170S0001MG	7901462UH9170S0001MG	7901462UH9170S0001MG	

5.1.4 *Emplazamiento idóneo*

Se ha elegido este emplazamiento como el más idóneo debido a:

- Disponibilidad inmediata del terreno al ser municipal.
- Disponibilidad de los suministros a pie de parcela (falta el suministro de luz).
- La ubicación de la finca, casi anexa a la A-4, evita que los vehículos que accedan a la planta, tengan que circular por el núcleo urbano.
- El terreno, se encuentra en una zona de expansión industrial y terciario, hacia la A-4, por lo cual en futuros crecimientos de PGOU la actividad es compatible urbanísticamente.
- La zona residencial de Marmolejo, se encuentra a una distancia superior a 1 kilómetro de la ubicación de la planta, por lo que se minimizarían las repercusiones de dicha actividad.
- El terreno donde se ubica la planta, no presenta ningún valor ecológico.

El acceso a dicho polígono se realiza:

- Desde la localidad de Marmolejo, a través de la carretera de la estación.
- Si se accede desde fuera de la localidad, se realiza a través de la A-4 dirección Córdoba, tomando la salida de la localidad de Marmolejo, y tomando la carretera de la estación.

5.1.5 Tipo de suelo

El POLÍGONO INDUSTRIAL IV fase LAS CALAÑAS, se encuentra pendiente de ejecución de servicios, solo tiene suministro de agua potable.

Se considera Suelo Urbano No Consolidado, con uso industrial, según art. 45 LOUA. En cuanto al Nuevo Polígono Industrial IV fase, Las Calañas no se encuentran plenamente ejecutadas las acometidas a los servicios, con lo que según el art. 45 1.B) a) 1) de la LOUA al no comprender la urbanización existente todos los servicios, infraestructuras y dotaciones públicas, se establece como SUELO URBANO DE USO INDUSTRIAL. (Figura 11) [18].

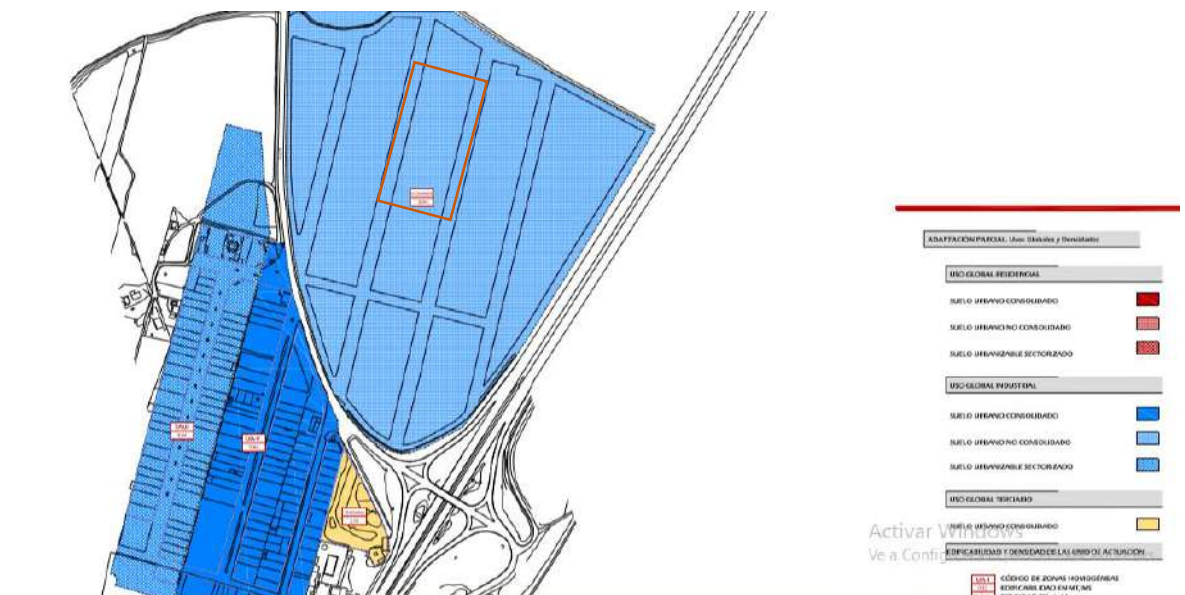


Figura 11. Tipo de suelo: azul claro suelo no consolidado

(Fuente: [contratación de estado](#))

¿Qué consideraciones tiene un suelo urbano no consolidado?

- No contar con todos los servicios, infraestructuras, etc.
- Su ejecución requiera el incremento o mejora de los servicios públicos y de urbanización existentes.

5.2 Actividad de la planta de tratamiento

La actividad de la planta se registra en el DECRETO 218/1999, de 26 de octubre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos de Andalucía [19].

5.2.1 *Objetivos*

- Reducir en la medida de lo posible la cantidad de los residuos urbanos producidos.
- Optar por la reutilización siempre que sea posible.
- Racionalizar la gestión de los residuos urbanos.
- Implantar instalaciones para la adecuada de recogida y tratamiento de los residuos.
- Optimizar las inversiones
- Contribuir a una acción conjunta de información y sensibilización ciudadana mediante programas de educación ambiental, de forma que se garanticen buenas prácticas de presentación y se favorezca la reutilización de los materiales recuperados.
- Desarrollar un marco financiero estable que responda al principio de solidaridad, de forma que se consiga integrar a los Entes Locales que por su tamaño o por su situación geográfica tengan costes excepcionales.
- Lograr que el presente Plan sea adaptable y revisable de acuerdo con las variaciones sociales y circunstanciales que motivan su desarrollo.
- Desarrollar líneas de investigación encaminadas a facilitar la inserción de los materiales recuperados, así como a establecer un seguimiento efectivo de los resultados obtenidos de forma que se facilite la mejora continua.

5.2.2 *Zonificación*

Las principales zonas para el tratamiento y almacenaje de los RCD son: (Tabla 12)

Tabla 12. Instalaciones y superficies

(Fuente: [elaboración propia](#))

Instalación/Construcción	Superficie (m ²)
NAVE	700
BALSA LIXIVIADOS	50
EDIFICIO USOS MÚLTIPLES	60
ALMACENAJE RCD MIXTO	600
TIERRAS	600
ALMACENAJE RCD RECICLADO	600
CONTENEDORES	50

5.2.3 Operarios de planta

Al tratarse de una planta de tratamiento de pequeñas dimensiones, el número de empleados será de 4:

- 1 administrativo: encargado de todas las tareas administrativas de la planta: albaranes, facturas, nóminas, partes, etc. Control de entrada de camiones a la planta, pesaje y registro del contenido.
- 2 operario de planta: Operario nº1: encargado de acopiar los residuos una vez son descargados tras el pesaje. Mediante pala cargadora los introduce en el circuito primario y cuando se obtiene el producto, los acopia en lugares adecuados. Operario nº2: encargado de la puesta a punto de la maquinaria, encendido/apagado de los circuitos de tratamiento, revisión de la maquinaria y su mantenimiento periódico.
- 1 camionero: para el transporte a lugares adecuados para ello en la planta y fuera de ello.

5.3 Diseño de la planta

Para el diseño de la planta de tratamiento debe tenerse en cuenta todo el ciclo de gestión de RCD.

5.3.1 *Descripción de los elementos que conforman la planta*

Las diferentes áreas que conforman la planta de tratamiento son:

- Acceso y vías de comunicación en el interior de la planta: al encontrarse en el interior de un polígono industrial el acceso a la parcela está debidamente señalizado y con las dimensiones adecuadas, garantizando una circulación segura. Una vez se accede al interior de la planta, se ejecutan las distintas vías de acceso a cada una de las zonas.
- Zona de control, recepción y pesaje: esta zona se encuentra justo en el acceso a la parcela, en ella se inspecciona el material transportado y se pesa, a continuación, se rellena la hoja de control y se descarga en la zona de preselección.
- Edificio de usos múltiples: oficinas, aseos, almacén.
- Zona de acopio de residuo mixto. Se realiza en esta zona la primera división de los residuos transportados y se depositarán en sus respectivos contenedores homologados (6 m³), aquellos que no pueden ser tratados en la planta, tales como: maderas, yesos, vidrios, etc. Será un gestor homologado quien recoja estos residuos y los traslade a su correspondiente planta para su tratamiento.
- Zona de acopio de residuos peligrosos: La caseta o cobertizo de tóxicos y peligrosos, se construye con estructura metálica con unas dimensiones de 10x6 m. Su vaciado se efectuará por un gestor autorizado, cuando se le avise previamente al gestor cuando el contenedor esté a 2/3 de su capacidad.
- Zona de acopio de materiales como: papel, maderas, vidrios, etc. Se indicaba en puntos anteriores que su almacenaje se efectúa en contenedores homologados y serán recogidos posteriormente por gestores autorizados, cuando se le avise previamente al gestor cuando el contenedor esté a 2/3 de su capacidad.
- Balsa de lixiviados: está conectada a la zona de residuos mixtos ya que debido a que este material no ha recibido ningún tipo de tratamiento ni separación, produce lixiviados que podrían contaminar el subsuelo, por lo que se procede a aislar esta zona y conectarla a una balsa de decantación, previamente dimensionada,
- Nave con estructura metálica que alberga en su interior los circuitos de tratamiento. Esta zona será la encargada de tratar el material

previamente separado en la zona de preselección y convertirlo en producto reciclado apto para la construcción. El producto no susceptible de tratamiento, será depositado en los contenedores mencionados anteriormente.

- Zona de acopio de material reciclado, según granulometría para posteriormente ser vendidos y utilizados, no solo en construcción sino también en la restauración paisajística de aquellas actividades de gran impacto ambiental, tales como las relacionadas con minería a cielo abierto.

5.3.2 *Proceso constructivo de la planta*

5.3.2.1 *Desbroce y limpieza del terreno*

La primera operación que debe llevarse a cabo para la adecuación de la parcela es el desbroce y la limpieza. Para dicho desbroce, se aplicarán medios mecánicos que permitan la rápida eliminación de la vegetación y posteriormente, se deja la parcela limpia sin ningún tipo de residuo en ella que pudiera obstaculizar los trabajos. (Figura 12).

El desbroce, consiste en la eliminación de la vegetación, así como de la tierra vegetal, que está formada por limos y depósitos aluviales. [20]



Figura 12. Trabajos de desbroce en parcela

(Fuente: [lineaprevencion](#))

5.3.2.2 Nivelación y relleno

Para alcanzar el nivel deseado, y si fuera necesario, se llevará a cabo la aportación de tierras de suelo tolerable y así se alcanzará la cota rasante inicial. Emplearemos la motoniveladora. (Figura 13). [21]



Figura 13. Mototrailla, maquina empleada en la nivelación del terreno

(Fuente: [wikipedia](https://es.wikipedia.org/wiki/Motoniveladora))

5.3.2.3 Compactación

No existen pendientes en el terreno, ya que se ubica en la ampliación del polígono industrial, por lo que tras el desbroce y el relleno se efectuará la compactación, mediante la cual, se aumentará la densidad seca al aplicarse energía sobre cada capa que se compacte, mejorando así la capacidad portante del terreno.

Tras extender cada tongada, se procederá, si fuera necesario, a humectar el terreno mediante un camión cisterna dotado de aspersores, o, por el contrario, a la desecación mediante oreo en el caso de arenas o a la incorporación de cal, cenizas, etc. En terrenos con arcillas y/o limos.

Tras conseguir la humedad óptima, se compactará cada tongada con la maquinaria de compactación, rodillo vibrante y la última tongada sin vibración para sellar la superficie. (Figura 14)



Figura 14. Rodillo compactador

(Fuente: [mercadovial](https://www.mercadovial.com))

Existen una serie de parámetros de los que depende la compactación:

- Naturaleza del terreno
- Espesor de la tongada
- Naturaleza del subsuelo

El objetivo de la compactación, es alcanzar la densidad seca exigida (95% del Proctor Normal).

5.3.2.4 Zona con firme drenante

Se ejecutará firme drenante en las zonas de acopio de los RCD y del producto obtenido. Se empleará zahorra artificial, se extenderá con un espesor máximo de 15 centímetros, nivelada y compactada. Antes de extender la zahorra, se preparará el terreno y a continuación, se extenderá y compactará, una vez compactada se alisa la superficie.

El resultado final, será de una superficie firme y plana, con el grado de compactación que queda recogido en la NLT-108/72 (Proctor Modificado).

Se distinguen las siguientes zonas de acopio:

- RCD MIXTO (Figura 15)
- RCD RECICLADO
- TIERRAS
- RESIDUOS PELIGROSOS



Figura 15. Almacenaje RCD mixto

(Fuente: [cedexmateriales](http://cedexmateriales.com))

En el caso de los RCD mixtos, deben estar perfectamente impermeabilizada sobre capa mineral perfectamente compactada para controlar de esta manera los lixiviados regenerados y que no pueden verterse en cauce público, se empleará para ello una capa de arcilla, tal y como se recoge en el RD 1481/2001 y también estará canalizado permitiendo así el transporte de los lixiviados a la balsa de decantación. Dichos lodos, serán retirados periódicamente por una empresa autorizada, evitando así los malos olores de la zona.

5.3.2.5 Edificaciones

Destacan dos tipos de edificaciones:

- Caseta o cobertizo de tóxicos y peligrosos
- Edificio de usos múltiples que incluye: la oficina de registro y control de báscula, vestuario, aseos y almacén (Edificio Prefabricado).
- Triage manual

Los elementos prefabricados, son elementos ya contruidos en diversas industrias con materiales muy diversos como: hormigón, madera, metal, etc. Esta forma de construcción reduce mucho el costo y permite a su vez acelerar el proceso de construcción, reduciendo el daño ambiental, ya que se reduce el ruido y los desechos procedentes de construcción.

EDIFICIO DE USOS MÚLTIPLES [22]

Sus principales características son:

- Construcción con estructura tubular, cerramiento con panel sandwich,
- Espesor de los tabiques de 40 mm, chapa de 0.4 mm y poliuretano expandido. Incluye falso techo. (Figura 16).
- La tabiquería interior está compuesta de doble capa Knauf + lana de roca.
- Cubierta a 2 aguas y grecada.
- División de estancias para las diferentes actividades, garantizando estanqueidad.

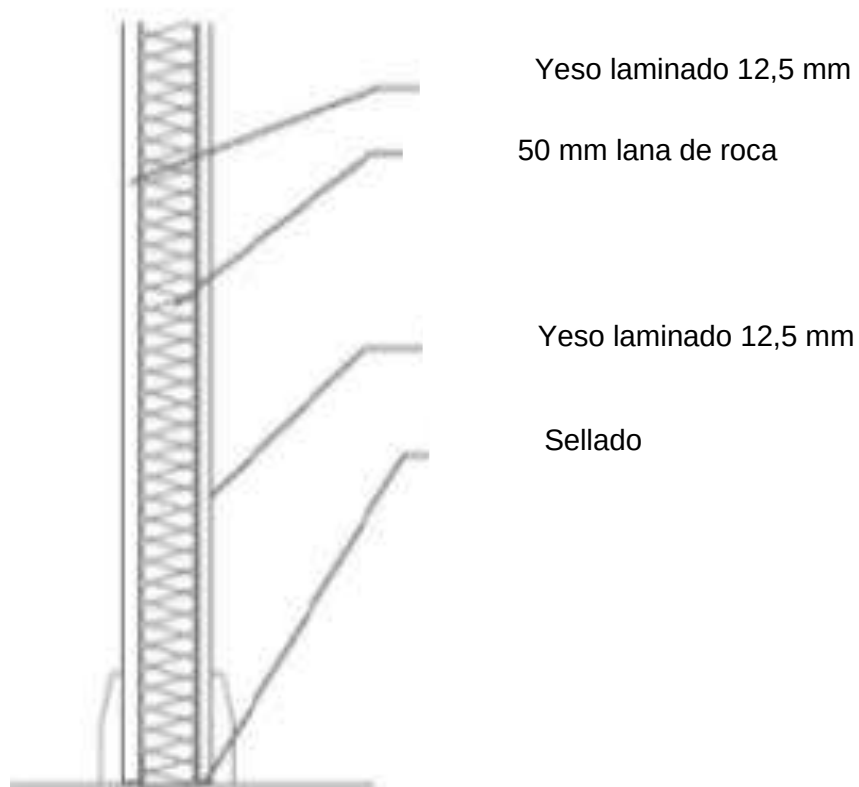


Figura 16. Detalle de tabique

(Fuente: [slideshare](#))

5.3.2.6 Recogida de aguas superficiales

Las aguas superficiales que afectan a nuestra planta son:

- Agua de lluvia
- Agua de riego antipolvo
- Aguas sanitarias
- Lixiviados de residuos tóxicos y peligrosos

Se emplean tuberías de drenaje, alcantarillado, balsa recogida lixiviados, depósito de tóxicos, fosa séptica.

5.3.2.7 Sistemas viales

La circulación en el interior de la planta, debe hacerse de forma segura, garantizando que no se producirán accidentes debido al colapso de las diversas vías de comunicación del interior de la planta.

Deben construirse con una sub-base de zahorra con un espesor mínimo de 15 cm y encima de ella se colocará una capa de tierra compactada de 30 cm, evitando así la erosión y un gasto excesivo en el mantenimiento de los caminos.

Se dispone de forma circular a la zona de producción, disponiendo de diversos puntos de acceso desde el vial a la zona de descarga, zona de carga, etc. Al tener esta disposición, se evita interrumpir los trabajos de los vehículos que se encuentran en la zona de tratamiento.

5.3.2.8 Acceso y cerramiento de la parcela

El cercado se realiza, mediante malla de simple torsión con un acceso desde una de las calles del polígono. El cerramiento, alcanza los 2 m de altura con malla de simple torsión se situarán cada 2.5 m y serán recibidos con hormigón de central HM-20.

Debido a su bajo coste económico y facilidad de colocación, es la malla más utilizada. Para su colocación, hay que colocarse sobre el terreno y señalar la línea perimetral y donde se colocarán los postes, teniendo en cuenta que todo tiene que quedar perfectamente alineado. (Figura 17).

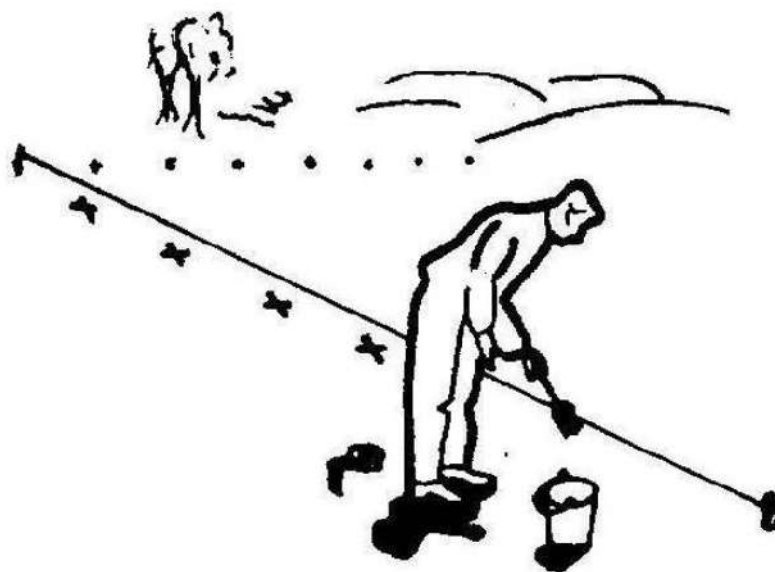


Figura 17. Marcación en terreno para colocar posters

(Fuente: [vimasas!](#))

Enfrente de las señales, se distribuyen los postes. Mediante medios manuales (pico y pala) o medios mecánicos (máquina ahoyadora), se excavan pozos de 40x40cm.

Se rellenan con hormigón. Una vez se han rellenado estos huecos, se introduce el poste de manera que quede en el centro y hasta que la patilla inferior quede a 5 cm. de la superficie, para que quede perfectamente alineado, debe emplearse un nivel. (Figura 18)

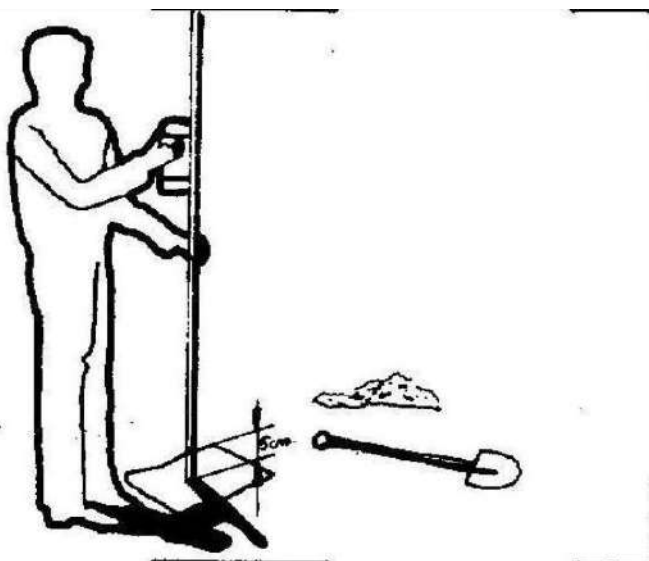


Figura 18. Colocación de posters

(Fuente: [vimasas!](#))

La puerta de acceso tendrá una anchura de 8 m. y una altura de 2 m. De características similares a las del cercado empleado. Para su anclaje, hay que presentarlas en el suelo con la base inferior sobre la línea de cerramiento con la armadura. Se levanta ahora el conjunto, clavando los postes y calzándolos con puntales para que aplomen y fragüe el hormigón. (Figura 19)

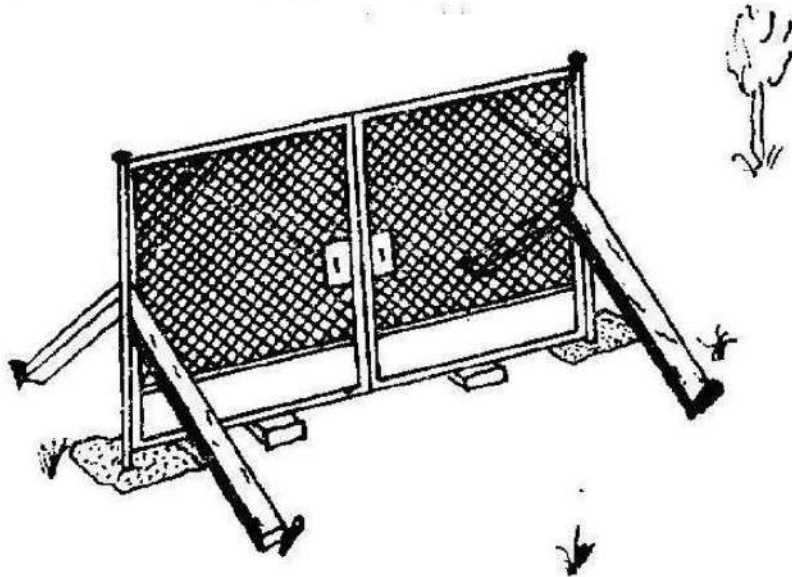


Figura 19. Puerta de acceso a la planta

(Fuente: [vimasasl](#))

Los tensores, se ponen en los arranques, escuadras y jabalcones. Tres en altura y tramo.

Una vez se colocan los tensores y alambre tensor, se pone la malla de simple torsión. La cual debe montarse por fuera del cerramiento, partiendo de uno de los postes de arranque y siguiendo la línea de cerramiento. [23]

Para fijar la malla de simple torsión, se cose con alambre de coser y de tensar. (Figura 20).

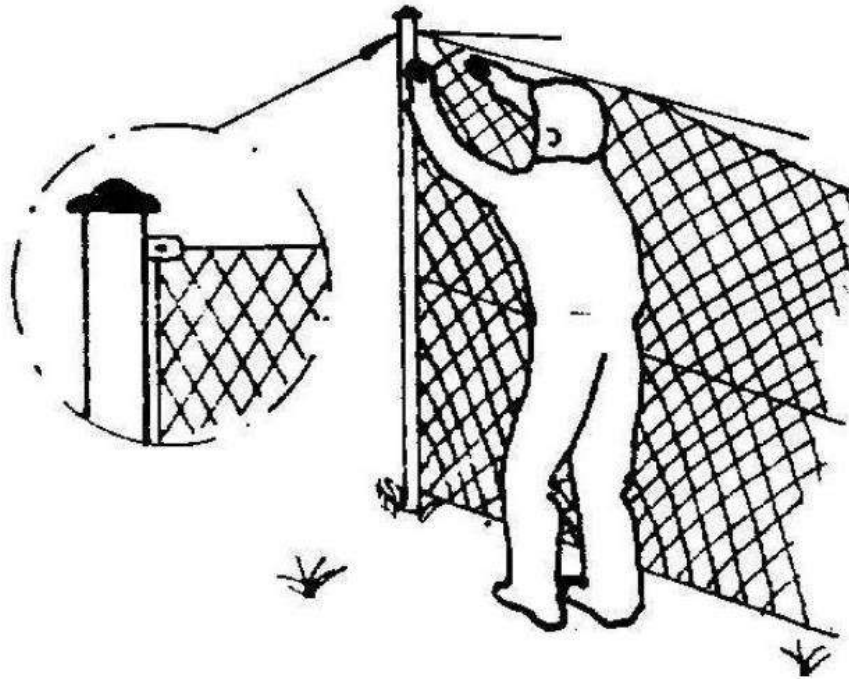


Figura 20. Fijación de malla de simple torsión

(Fuente: [vimasasl](#))

Para evitar el impacto visual, se plantarán plantas aromáticas y una pantalla vegetal junto al cercado. La especie vegetal elegida son setos: *thuja plicata* que puede alcanzar hasta los 2 metros de altura; dispondrá de un sistema de riego y se podará con periodicidad. (Figura 21)



Figura 21. Seto perimetral: Thuja Plicata

(Fuente: [alemanyviveros](#))

En la zona donde se ubica el edificio de usos múltiples, se ubicarán las plantas aromáticas y especies arbóreas de la zona, como son los olivos, los cuales estarán dotados con un sistema de riego y se podarán con periodicidad al igual que los setos.

5.3.2.9 Balsa lixiviados o decantación

La balsa de lixiviados, es esencial para cualquier vertedero o instalación de gestión de residuos, para poder recoger las aguas procedentes de la lixiviación de residuos y evitar la contaminación del suelo y subsuelo y en el peor de los casos la contaminación de acuíferos.

Previamente, debe buscarse la ubicación adecuada del vaso para su impermeabilización tal y como se define en el RD 1481/2001 de 27 diciembre.

Tendrá las dimensiones suficientes para la eliminación de lixiviados procedentes de la zona de acopio de RCD mixtos. Para ello, el dimensionamiento de la balsa, se hará siguiendo la norma UNE 104425:2001, sobre materiales impermeabilizantes y dimensionamiento de balsa de decantación.

$$Volumen\ balsa = precipitación \frac{media}{mensual} * superficie\ acopio\ material\ mixto \quad (1)$$

$$Volumen\ balsa = 42,58 * 10^{-3} mm * 1000 m^2$$

$$Volumen\ balsa = 42,58 m^3$$

El volumen obtenido, será el volumen mínimo por lo que vamos a dimensionar la balsa para 50 m³

- 10 m de ancho
- 10 m de longitud
- 0,5 m de profundidad

Tras haber dimensionado la balsa, se procederá a su construcción, para ello:

- Primero, se realiza el desmonte. Se efectuará la excavación con mototraillas autocargables con tractor neumático. Las tierras retiradas se reservan para los taludes interiores de la balsa.

- A continuación, se lleva a cabo el terraplenado: se prepara el terreno para el terraplén, extendiendo y compactando cada tongada (debe comprobarse la densidad máxima en Proctor Normal en cada tongada). Se debe humectar o desecar según las necesidades del terreno.

Estas operaciones, se repetirán hasta que se haya alcanzado la altura requerida del terraplén. El núcleo del terraplén, debe estar compuesto de suelos adecuados o seleccionados. Debemos tener en cuenta las pendientes de diseño, las cuales marcan un mayor volumen de relleno conservando cada una de las características constructivas que se recogen en el ya citado RD 1481/2001.

- Después se efectuará, la compactación: en la coronación del terraplén, la densidad no será inferior al 100% del Proctor Normal, y en el núcleo y cimentación, no será inferior al 95% del Proctor Normal. Se emplearán rodillos vibrantes y en la última tongada, se aplicará sin vibración para sellar la superficie.
- Construcción de taludes: el talud interior con suelo seleccionado y una compactación suficiente que no permita su desprendimiento. En cuanto al talud exterior, se empleará suelo orgánico que permita sembrar plantas de raíz poco profunda como el diente de león, evitando así también el impacto ambiental y visual.
- Luego se impermeabiliza la balsa: una vez los taludes están lo suficientemente compactados, se procede a compactar el fondo de la balsa y se rellenan con bolos de hasta 20 milímetros de diámetro, dicha capa tendrá un espesor de unos 15 centímetros. Por consiguiente, se colocará un geotextil tipo FS 250 gr/m², constituidos por fibras de poliéster, unidas mediante termofijación y punzonamiento. Se caracteriza principalmente por:
 - Alta fijación
 - Elevado drenaje
 - Muy flexible
 - No contamina
 - Protege la impermeabilización
 - Refuerza las estructuras de contención.

- Encima del geotextil, se colocará el impermeabilizante, una geomembrana, modelo HDPE, que son muy resistentes y se unen mediante soldadura, adhesivos, etc. Gran resistencia a los ataques químicos o radiación ultravioleta, también son resistentes a las grandes amplitudes térmicas. (Figura 22)



Figura 22. Geomembrana

(Fuente: [controlerosion](http://controlerosion.com))

- Por último, se llevará a cabo el cerramiento perimetral. La balsa estará rodeada por una malla perimetral de simple torsión, similar a la que rodea la parcela de la planta; y su acceso para la limpieza se realizará por una puerta de acceso que estará siempre cerrada, solo se abrirá para su limpieza y mantenimiento. También estará rodeada por una pantalla vegetal al igual que el cerramiento exterior.
- No deben existir sumideros que permitan la evacuación al exterior del contenido de la balsa. Será un gestor autorizado el que periódicamente realice el vaciado de la balsa y su limpieza, manteniéndola en condiciones óptimas. [24]

5.3.2.10 Nave para albergar la maquinaria

El terreno donde se ubica la planta, es un terreno arcilloso duro, se trata, por tanto, de un terreno con cohesión para lo cual, se considera una tensión admisible de $4,00 \text{ kp/cm}^2$, dicha tensión se alcanza en el primer metro de profundidad.

No existe en el terreno, ningún tipo de construcción para demoler, ya que se trata de un polígono industrial adaptado para este tipo de construcción, por lo que como se indicaba anteriormente, se procederá al desbroce y limpieza de la parcela, y posteriormente se efectuará el movimiento de tierras para llevar a cabo la cimentación y ensamble de la estructura, como se indicará en posteriores apartados. (Figura 23)

Para la construcción de la nave, se ha realizado un modelo de barras empotradas a la cimentación, y articuladas en los pilarillos hastiales del primer y del último pórtico. La nave consta de: (Figura 24)

- Altura de los pilares de 7 m
- Altura total de la nave 9 m, por lo que la cubierta tendrá una pendiente de 11 grados.
- Luz de 20 m

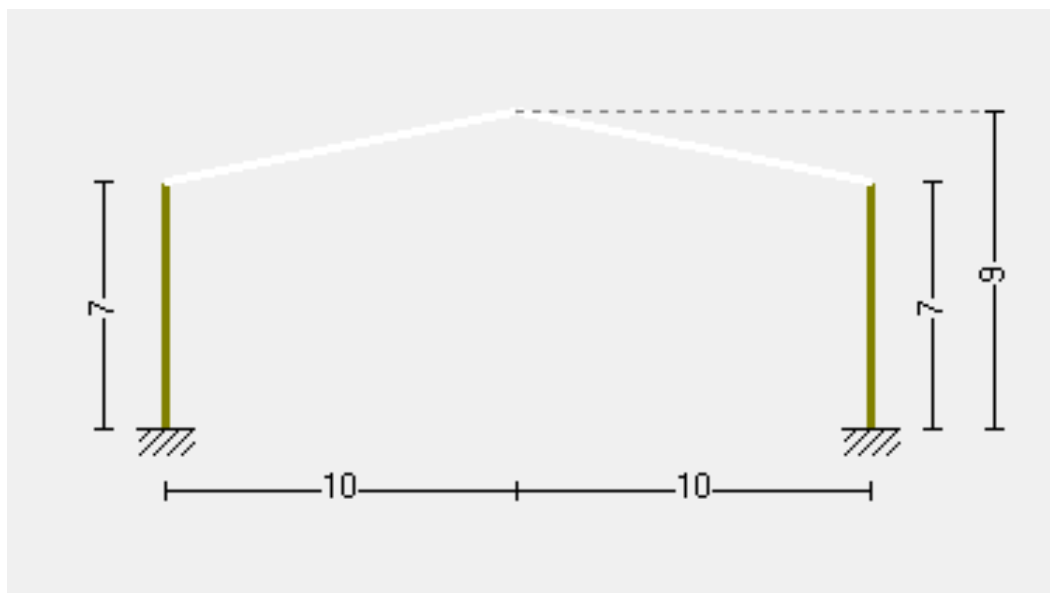


Figura 23. Detalle modelo de pórtico

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Cerramiento de cubierta con panel sándwich: 10 kg/ m².
- Sin cerramiento lateral

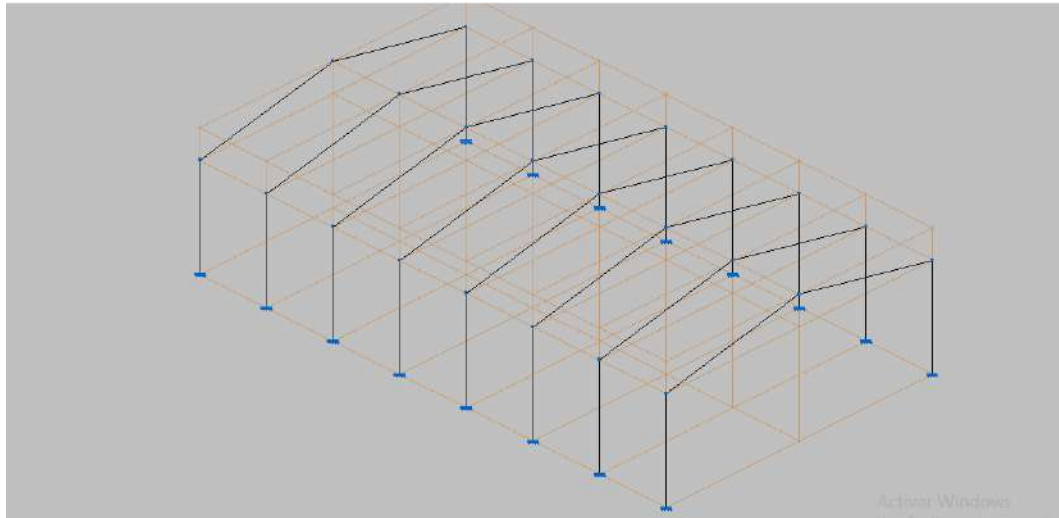


Figura 24. Modelo de las estructura

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Los arriostramientos, se ubican en los pórticos 1-2 y en 7-8 (Figura 25).

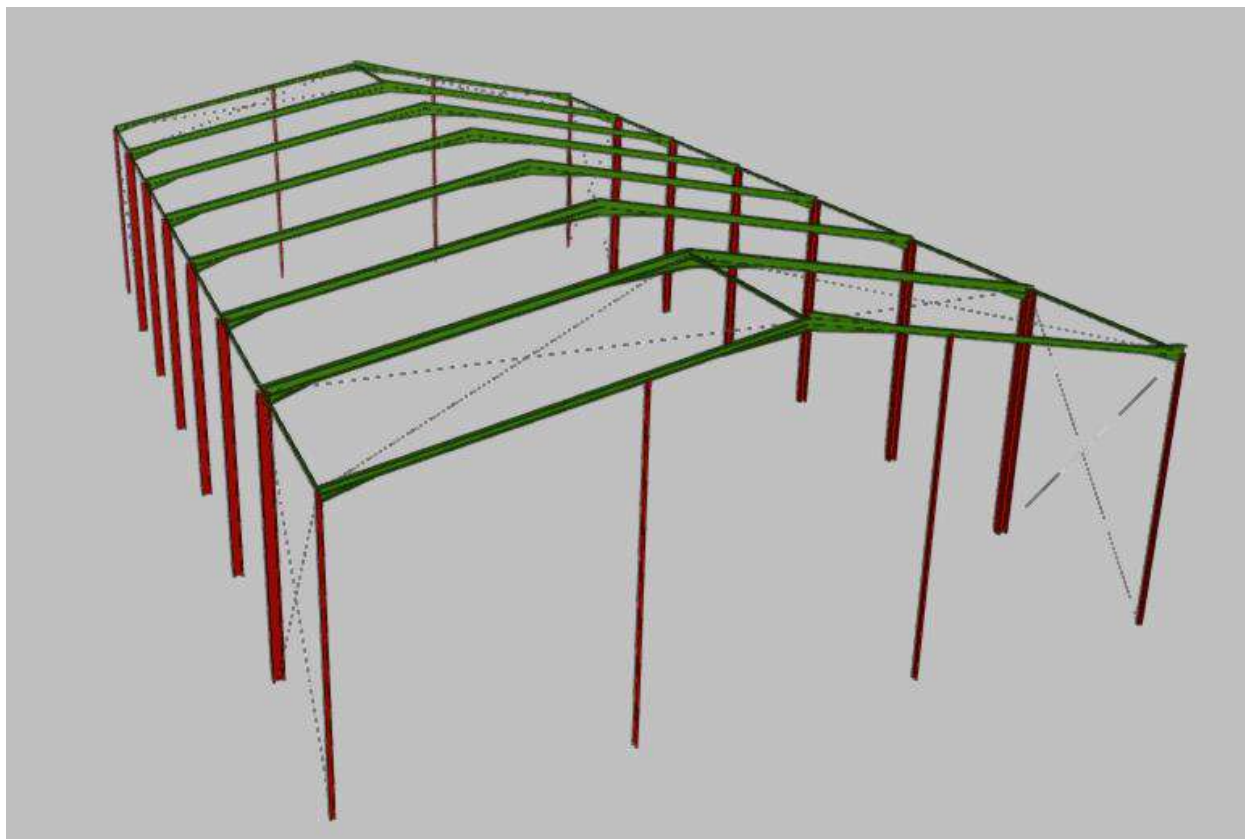


Figura 25. Estructura en 3D

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Para el cálculo de la nave, se empleará el program CYPE 3D, el cual integra toda la normativa de obligado o no cumplimiento para dar una visión lo más exacta posible de la estructura a diseñar.

Este programa, al integrar toda la normativa, nos permite visualizar, las acciones que actúan sobre la estructura: sobrecargas de uso, acción del viento, a la acción del sismo, etc.

5.3.2.10.1 Pórticos

A continuación, se describen los sucesivos pórticos, que componen la estructura, al ser similares los pórticos 3, 4 ,5 y 6, se elige un pórtico tipo para no tener que describirlos todos al tener las mismas características. Se elige el pórtico 5 para este análisis.

Pórtico tipo

El pórtico tipo, presenta una estructura sencilla, compuesto por: 2 pilares HEB-240 y el dintel formado por perfiles HEB-220. Esta estructura, se repite desde el pórtico 3 al 6. Los pórticos centrales, reciben la mayor parte de la carga gravitatoria de la estructura (Figura 26).

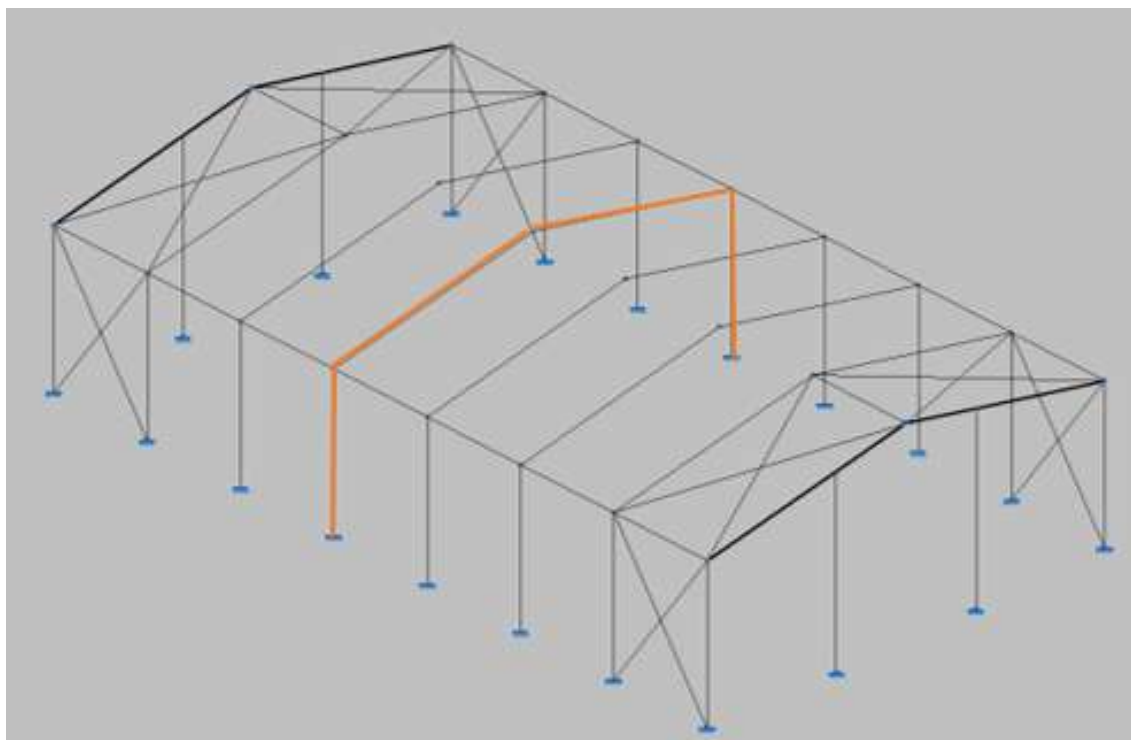


Figura 26. Pórtico tipo

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Pórticos arriostrados

Previamente, se van a describir por separado los pórticos 1 y 8 al tratarse de los pórticos frontales, están formados por 4 pilares: 2 pilares en esquina perfiles tipo HEB-100 y los pilares centrales son tipo IPE-200 y un dintel formado por perfiles tipo: HEB-240. Los pórticos 2 y 7, se componen de dos perfiles tipo HEB-260 y un dintel formado por dos perfiles HEB-240. Entre los pórticos 1-2 y 7-8, se ha instalado un sistema de arriostramiento en la cubierta y en los laterales de dichos pórticos. El sistema de arriostramiento, está formado por tirantes tipo R-10 que trabajan a tracción. En cuanto a las dimensiones, son similares a las del pórtico tipo descrito anteriormente. Referente a las cargas, estos pórticos también soportan las cargas gravitatorias y los pórticos frontales (1 y 8), soportan a su vez la acción del viento sobre la estructura transmitiéndola a la cimentación (Figura 27).

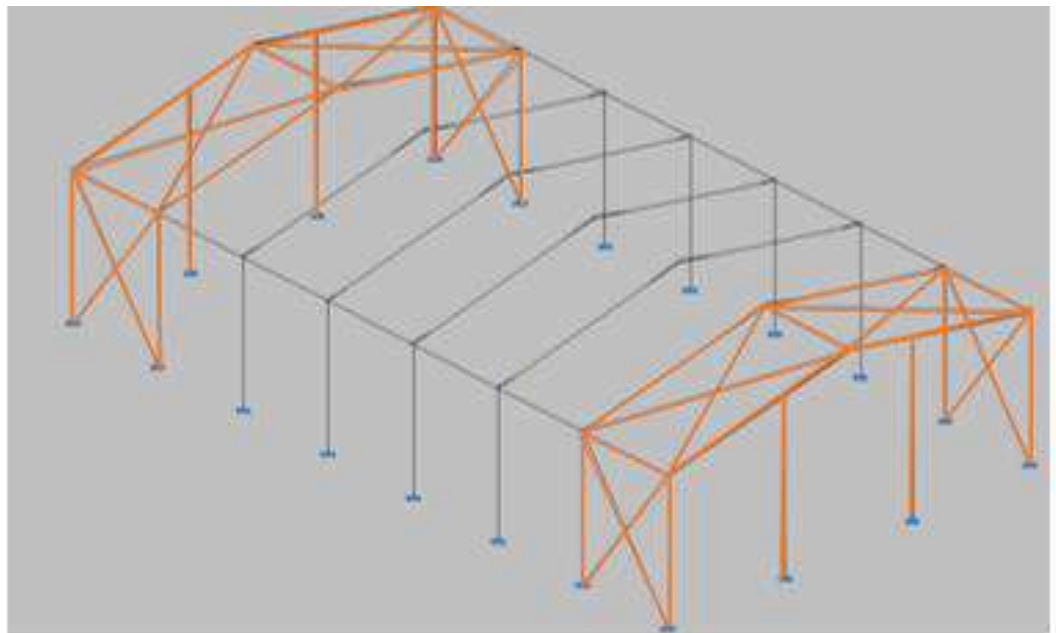


Figura 27. Pórticos frontal y trasero

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Todos los nudos de la estructura son nudos rígidos, al tratarse de uniones soldadas por lo que todos los momentos generados por el viento y nieve se transmitirán a los pilares. Que un nudo esté empotrado, implica que los ángulos formados por las barras, se van a mantener tanto al aplicar o no la carga, es decir que las deformadas de las barras van a mantener el ángulo de unión a ese nudo.

5.3.2.10.2 Placas de anclaje

Soportan y transmiten a la cimentación los esfuerzos de la estructura. Deben asegurar la fijación y verticalidad de los pilares, a través de los elementos de fijación. Los elementos que la componen son: (Figuras 28-29-30-31) (Tablas 13-14-15-16).

-La placa de asiento, transmite el esfuerzo en la cimentación.

-Las cartelas, reducen los esfuerzos de flexión, otorgando mayor rigidez a la estructura.

-La unión estructura-cimentación, se lleva a cabo a través de los pernos. Transmitiendo los esfuerzos de tracción e introduciéndose en la cimentación la longitud correspondiente. Su denominación corresponde con el tipo de nudo al que pertenecen.

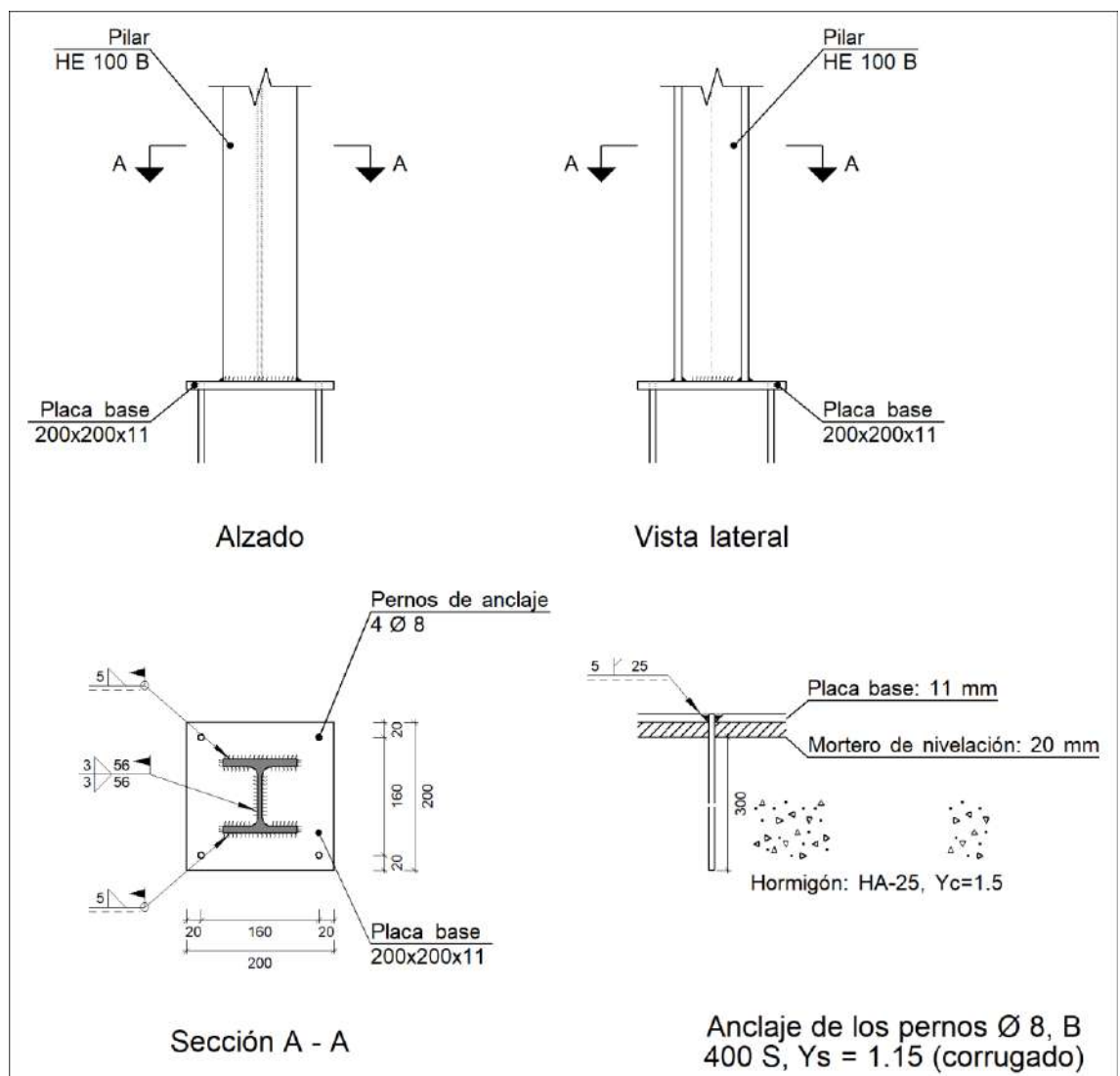


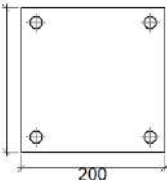
Figura 28. Placa de anclaje

(Fuente: [CYPE 3D](#))

b) Descripción de los componentes de la unión

Tabla 13. Descripción geometría placa base

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		200	200	11	4	18	10	5	S275	275.0	410.0

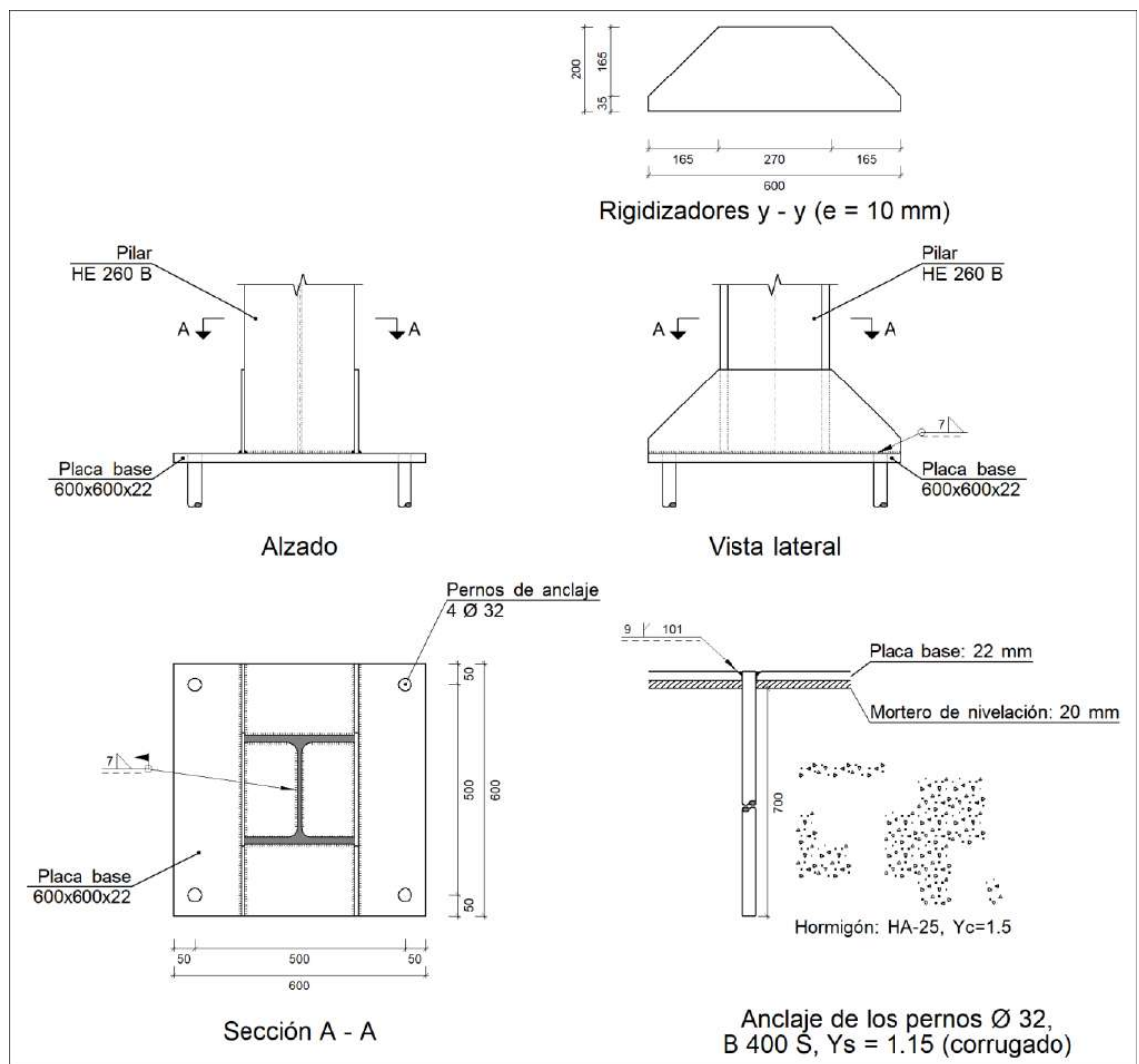
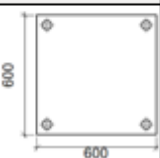
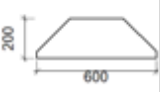


Figura 29. Placa de anclaje II

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Tabla 14.Descripción placaba base y rigidizador

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_w (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		600	600	22	4	50	34	9	S275	275.0	410.0
Rigidizador		600	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

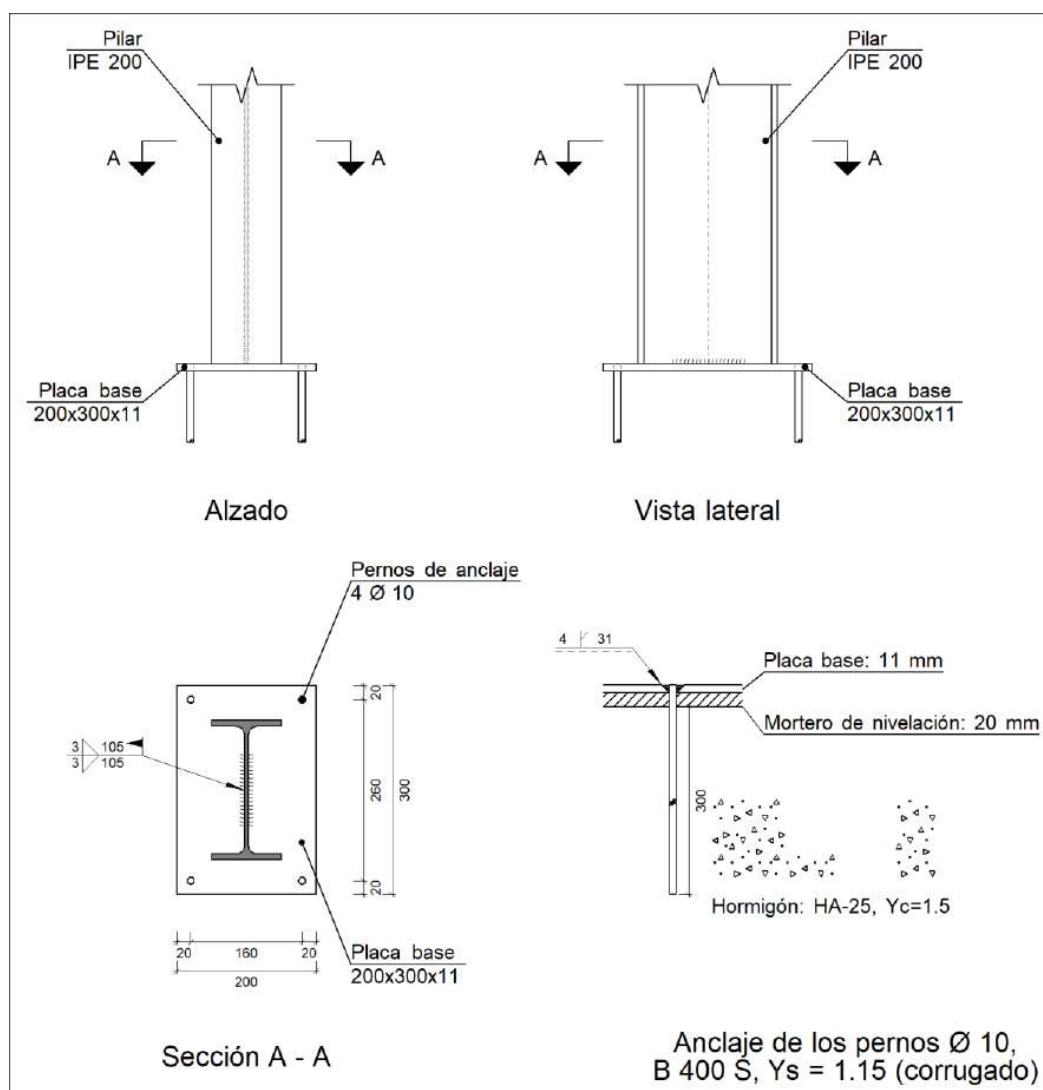


Figura 30.Placa de anclaje III

(Fuente: [CYPE 3D](#))

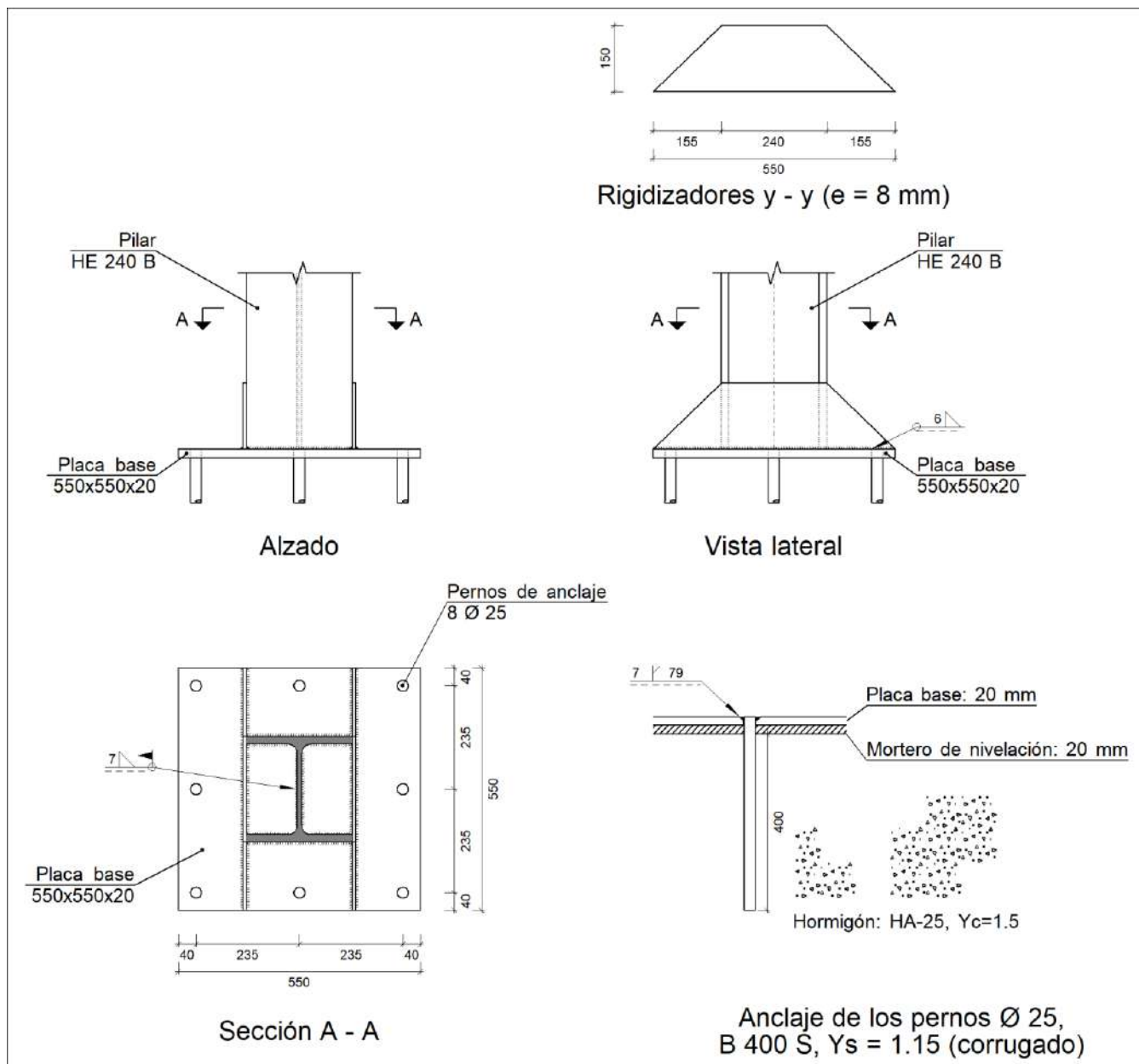


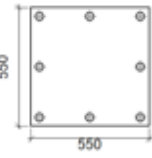
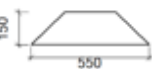
Figura 31. Placa de anclaje IV

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_u (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		200	300	11	4	18	12	4	S275	275.0	410.0

Tabla 15.Descripción placa base y rigidizador

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_w (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		550	550	20	8	39	27	7	S275	275.0	410.0
Rigidizador		550	150	8	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

5.3.2.10.3 Cimentación

La cimentación se realiza mediante:

- zapatas cuadradas unidas entre sí. Las dimensiones de las zapatas de los pórticos frontales son de: 2,00 m x 2,00 m para los pilares centrales y en las esquinas de: 1,50 m x 1,50 m y en los pórticos centrales son de gran tamaño 3,10 m x 3,10 m en los pórticos 2 y 7 y en el resto de pórticos centrales: 3,05 m x 3,05 m, ello es debido no solo a las grandes dimensiones de la nave, sino para poder evitar el deslizamiento o levantamiento de la zapata debido a los grandes momentos negativos originados en los nudos de unión entre los pilares y los dinteles y a la succión del viento debido a que la nave no tiene cerramientos frontales ni laterales (Figura 32).

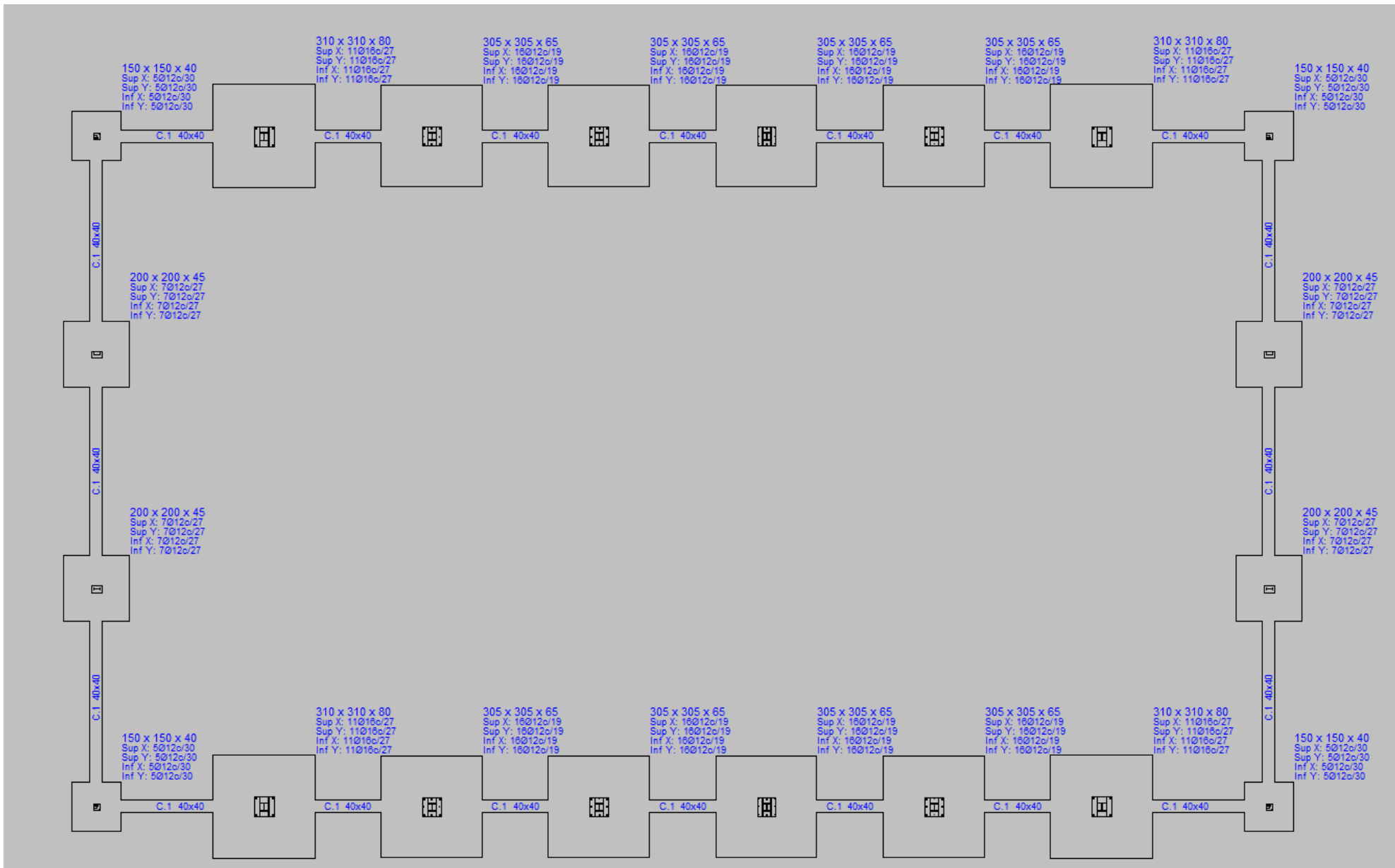


Figura 32. Detalle de cimentación

(Fuente: [CYPE 3D](#))

La cimentación, realizada con hormigón HA25/B/20/IIb, hormigón de limpieza HL-150/B/20 y acero B500S para la armadura. A continuación, se detalla la geometría de la cimentación (Tabla 16):

Tabla 16.Descripción de las zapatas

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N36 y N38	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 75.0 cm Ancho inicial Y: 75.0 cm Ancho final X: 75.0 cm Ancho final Y: 75.0 cm Ancho zapata X: 150.0 cm Ancho zapata Y: 150.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 5Ø12c/30 Sup Y: 5Ø12c/30 Inf X: 5Ø12c/30 Inf Y: 5Ø12c/30
N6, N8, N31 y N33	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 155.0 cm Ancho inicial Y: 155.0 cm Ancho final X: 155.0 cm Ancho final Y: 155.0 cm Ancho zapata X: 310.0 cm Ancho zapata Y: 310.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 11Ø16c/27 Sup Y: 11Ø16c/27 Inf X: 11Ø16c/27 Inf Y: 11Ø16c/27
N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26 y N28	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 152.5 cm Ancho inicial Y: 152.5 cm Ancho final X: 152.5 cm Ancho final Y: 152.5 cm Ancho zapata X: 305.0 cm Ancho zapata Y: 305.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 16Ø12c/19 Sup Y: 16Ø12c/19 Inf X: 16Ø12c/19 Inf Y: 16Ø12c/19

Referencias	Geometría	Armado
N41, N43, N45 y N47	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100.0 cm Ancho inicial Y: 100.0 cm Ancho final X: 100.0 cm Ancho final Y: 100.0 cm Ancho zapata X: 200.0 cm Ancho zapata Y: 200.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 7Ø12c/27 Sup Y: 7Ø12c/27 Inf X: 7Ø12c/27 Inf Y: 7Ø12c/27

Vigas riostras: son las encargadas de conectar las zapatas de la cimentación, sus medidas son: 0,40 m x 0,40 m. Estos elementos de unión, están realizados en: hormigón HA25/B/20/IIb-Qa, hormigón de limpieza HL-150/B/20 y acero B500S para la armadura. A continuación, en la Tabla 17, se detalla la geometría y el armado de las vigas.

Tabla 17. Descripción vigas de atados

(Fuente: [CYPE 3D](#))

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N38-N33], C.1 [N6-N1], C.1 [N33-N28], C.1 [N31-N26], C.1 [N8-N3], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N11-N6], C.1 [N16-N11], C.1 [N13-N8], C.1 [N18-N13], C.1 [N28-N23] y C.1 [N36-N31]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N45-N3], C.1 [N47-N38], C.1 [N43-N36] y C.1 [N41-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N47-N43] y C.1 [N45-N41]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

5.3.2.10.4 Cálculo de la estructura

Análisis de la tensión de las barras: en este diagrama, podemos ver cuáles son los elementos más solicitados, en este caso serán: unión pilar-dintel, debido a la rigidez del nudo, otra zona de elevada tensión será la del pilar-cimentación, debido a que se trata de una unión empotrada y en los pilares hastiales del primer y último pórtico (Figura 33).

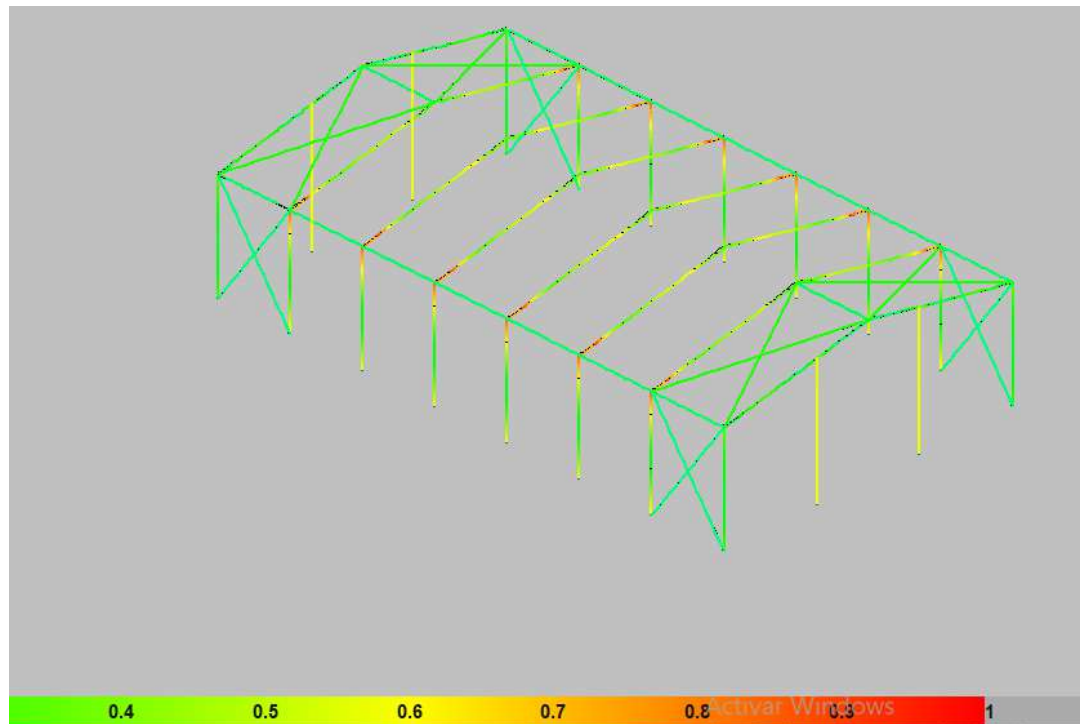


Figura 33. Tensión en cada elemento de la estructura

(Fuente: [CYPE 3D](#))

PILARES: ENVOLVENTE DE ESFUERZOS:

- La flecha máxima, la tenemos en la cabeza de los pilares, tal y como se observa en la Figura 34.
- Los desplazamientos horizontales en los pilares serán:

$$Desp. Hor: 900/500 = 18 \text{ mm}$$

(2)

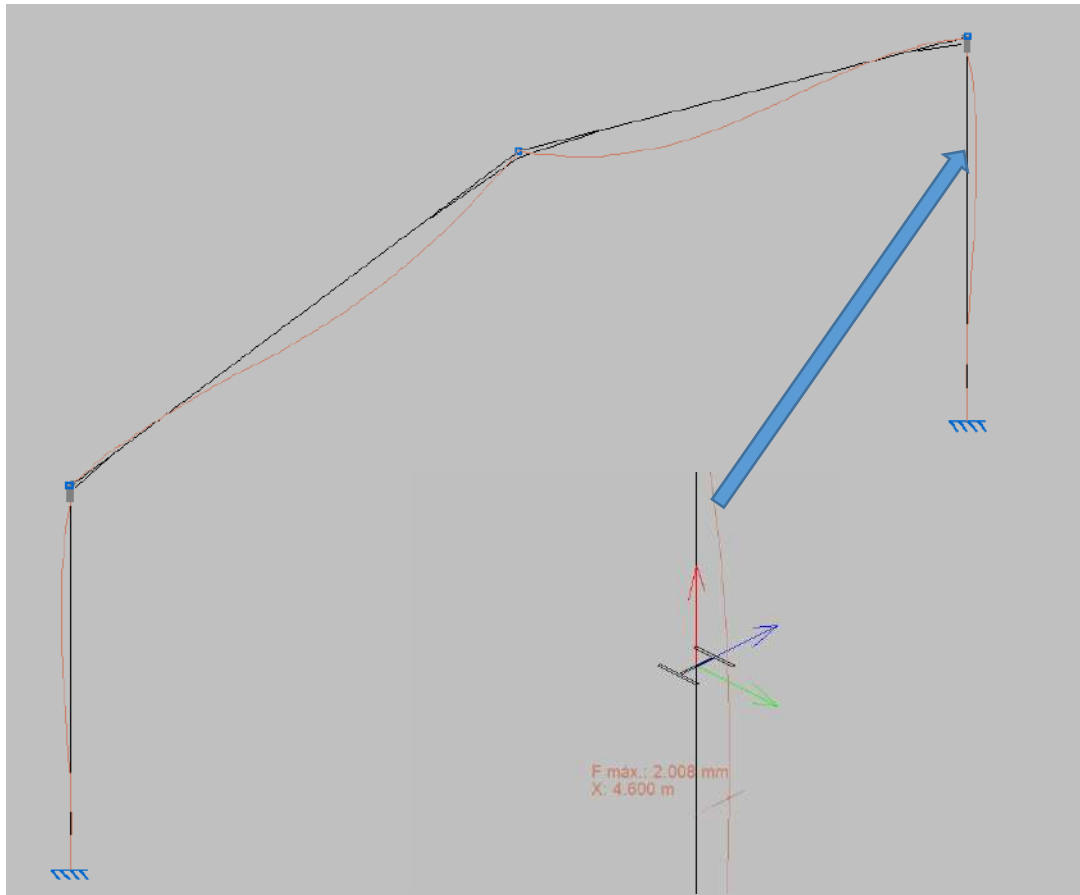


Figura 34. Flecha en pórtico tipo. Flecha máxima de pilar en cabeza

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Momento máximo: en el centro del dintel se encuentra un momento máximo positivo, en la unión pilar-dintel, hay un momento flector máximo negativo. En los pilares, hay un momento flector máximo negativo en la cabeza del pilar (Figura 35-36).

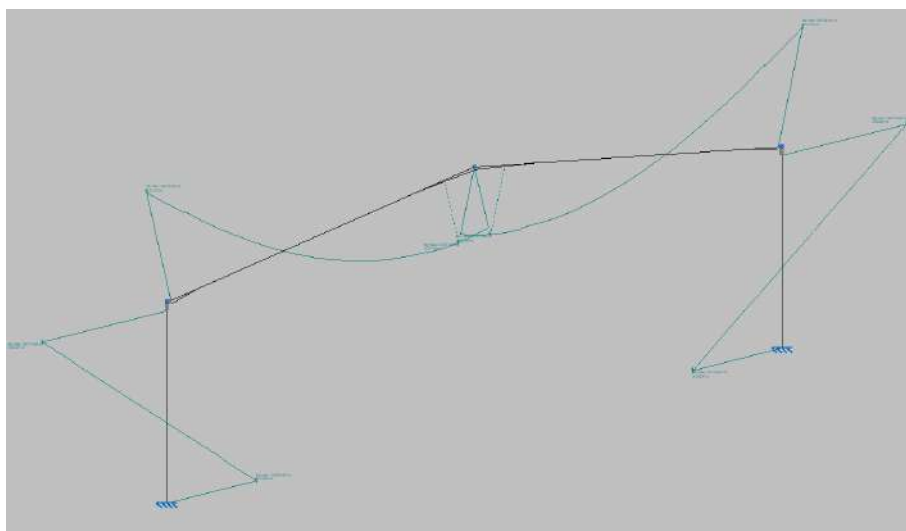


Figura 35. Momentos máximos

(Fuente: [CYPE 3D](#))

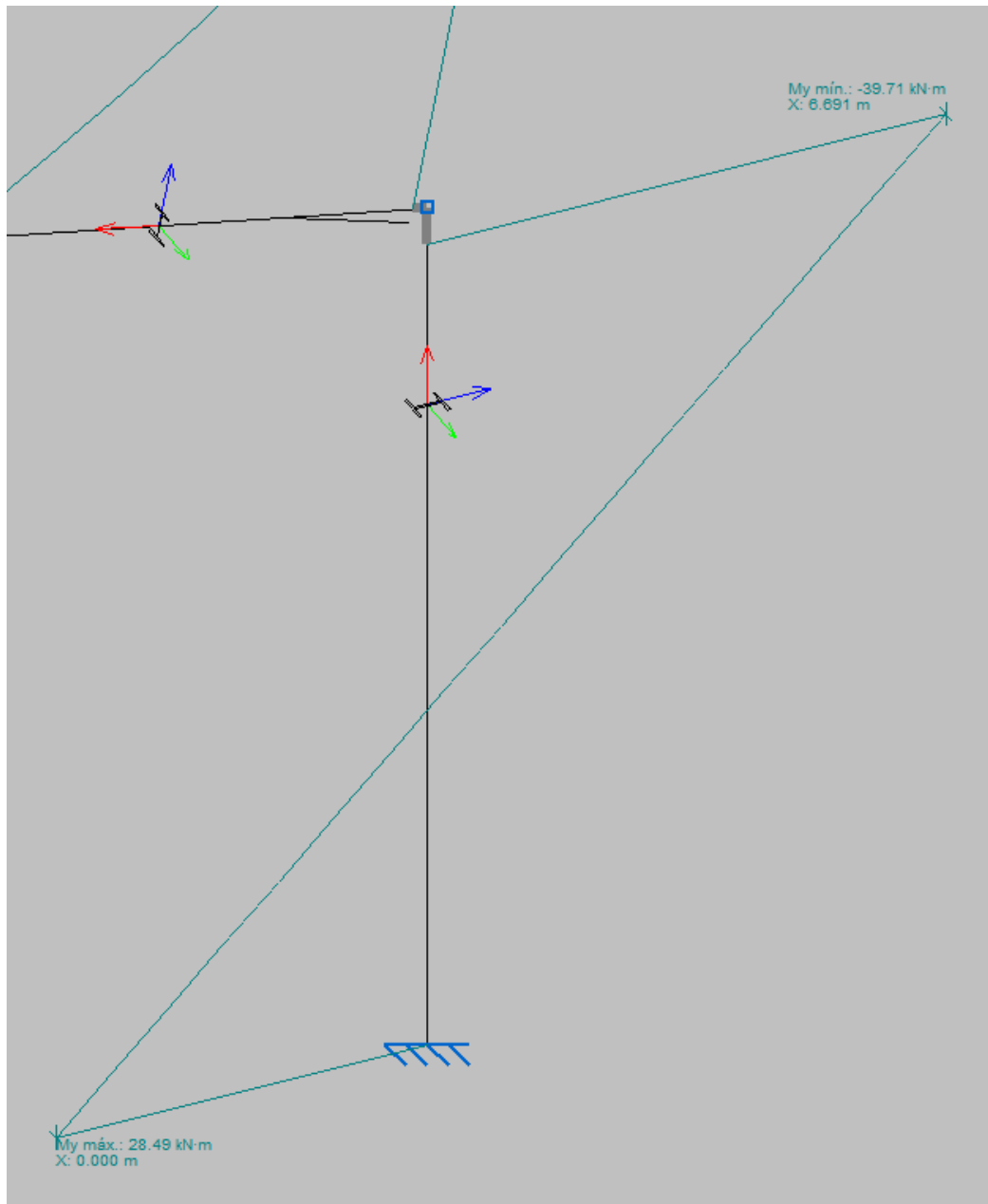


Figura 36. Momentos máximos en pilar

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Axil máximo: existe un axil máximo en la unión pilar-dintel y en la base del pilar (Figura 37-38).

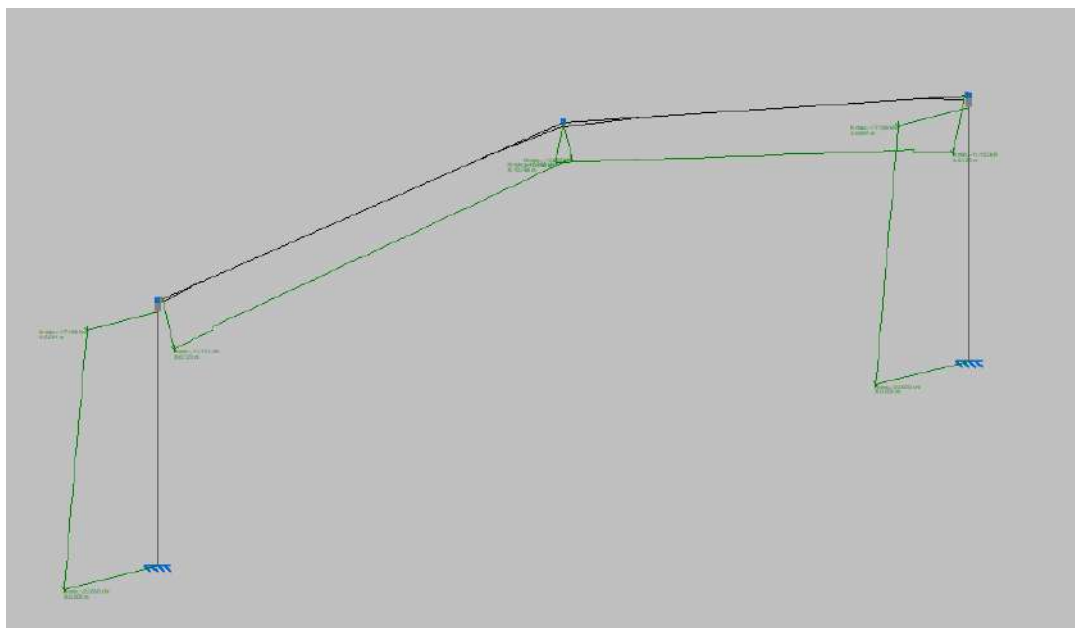


Figura 37. Axil en pórtico tipo

(Fuente: [CYPE 3D](#))

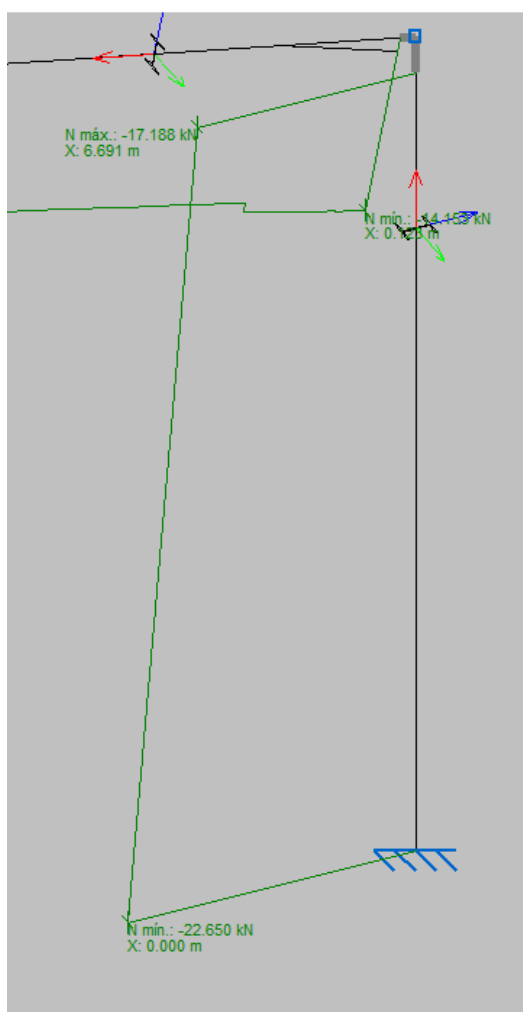


Figura 38. Axil máximo en base de pilar

(Fuente: [CYPE 3D](#))

DINTEL TIPO: LEY DE ESFUERZOS

- Flecha máxima: se encuentra en el centro del dintel (Figura 39).

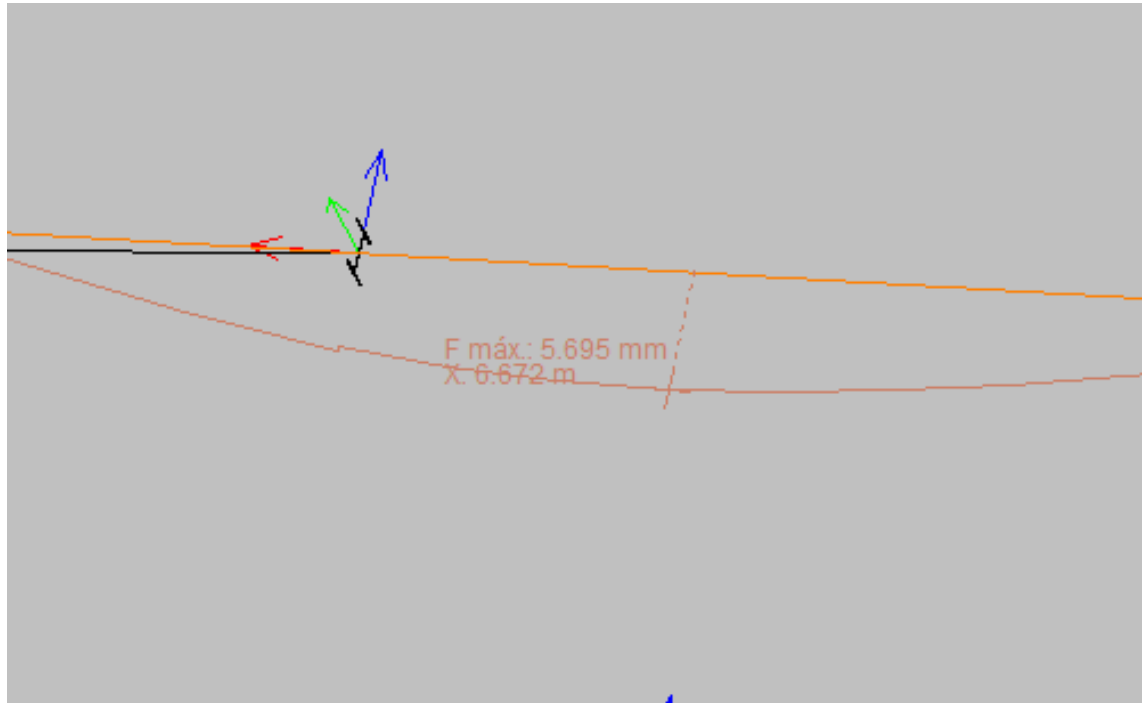


Figura 39. Flecha máxima en dintel

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- En nuestro caso, la flecha en los dinteles, será: $L/300$

La longitud total de los dinteles es de 10197 mm, por lo que nuestra flecha será de:

$$\text{Flecha: } 10197/300 = 34 \text{ mm} \quad (3)$$

- Cortante: se encuentra el máximo cortante en la unión pilar-dintel (Figura 40).

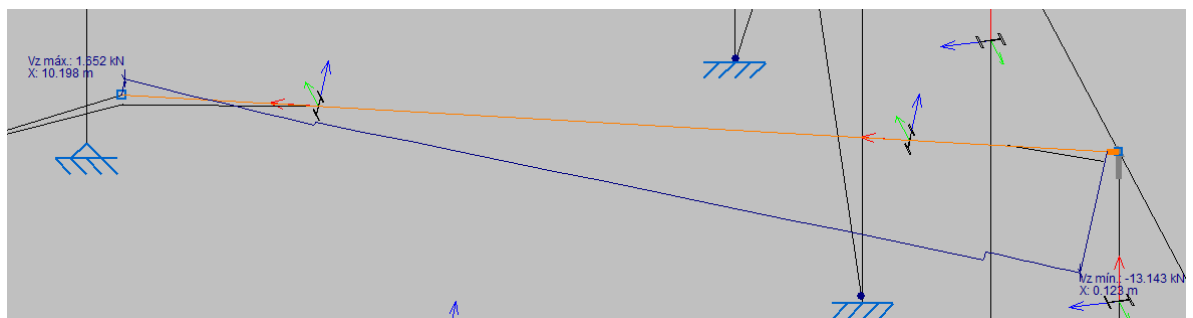


Figura 40. Cortante máximo en dintel

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Axil: el máximo dintel, se encuentra en la unión pilar-dintel (Figura 41).

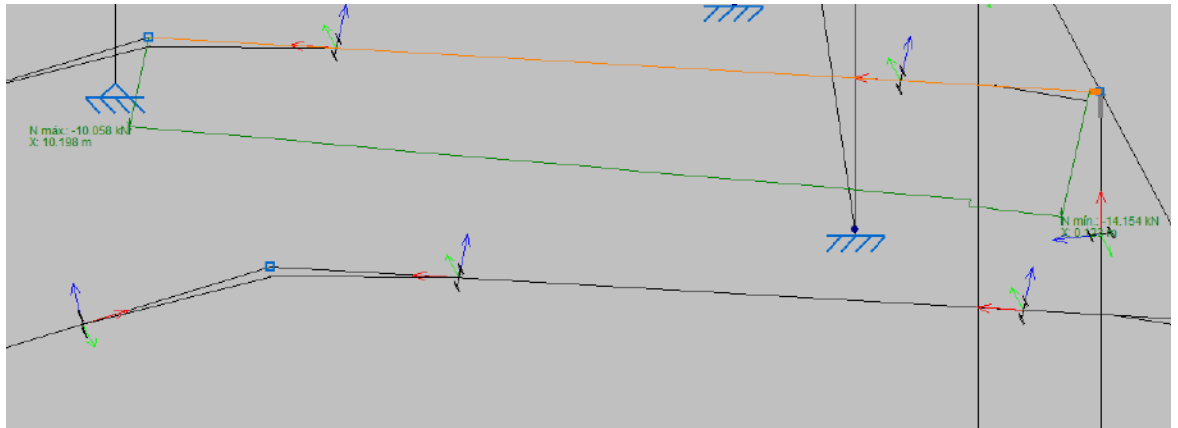


Figura 41. Axil máximo en dintel

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Momento máximo: momento máximo positivo, en la unión del dintel y un momento máximo negativo en la unión pilar-dintel (Figura 42).

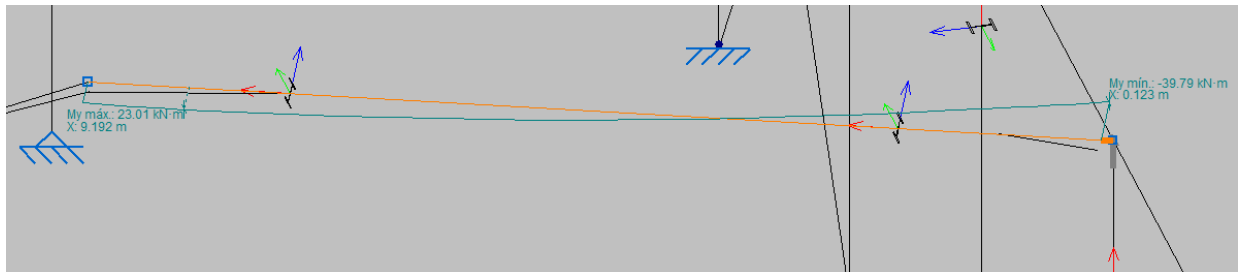


Figura 42. Momento máximo en dintel

(Fuente: [CYPE 3D](#))

PÓRTICO ARRIOSTRADO

Previamente, se van a describir por separado los pórticos 1 y 8 al tratarse de los pórticos frontales, están formados por 4 pilares: 2 pilares en esquina perfiles tipo HEB-100 y los pilares centrales son tipo IPE-200 y un dintel formado por perfiles tipo: HEB-240. Los pórticos 2 y 7, se componen de dos perfiles tipo HEB-260 y un dintel formado por dos perfiles HEB-240. Entre los pórticos 1-2 y 7-8, se ha instalado un sistema de arriostramiento en la cubierta y en los laterales de dichos pórticos. El sistema de arriostramiento, está formado por tirantes tipo R-10 que trabajan a tracción. En cuanto a las dimensiones, son similares a las del pórtico tipo descrito anteriormente. Referente a las cargas, estos pórticos también soportan las cargas gravitatorias y los pórticos frontales (1 y 8), soportan a su vez la acción del viento sobre la estructura transmitiéndola a la cimentación (Figura 43).

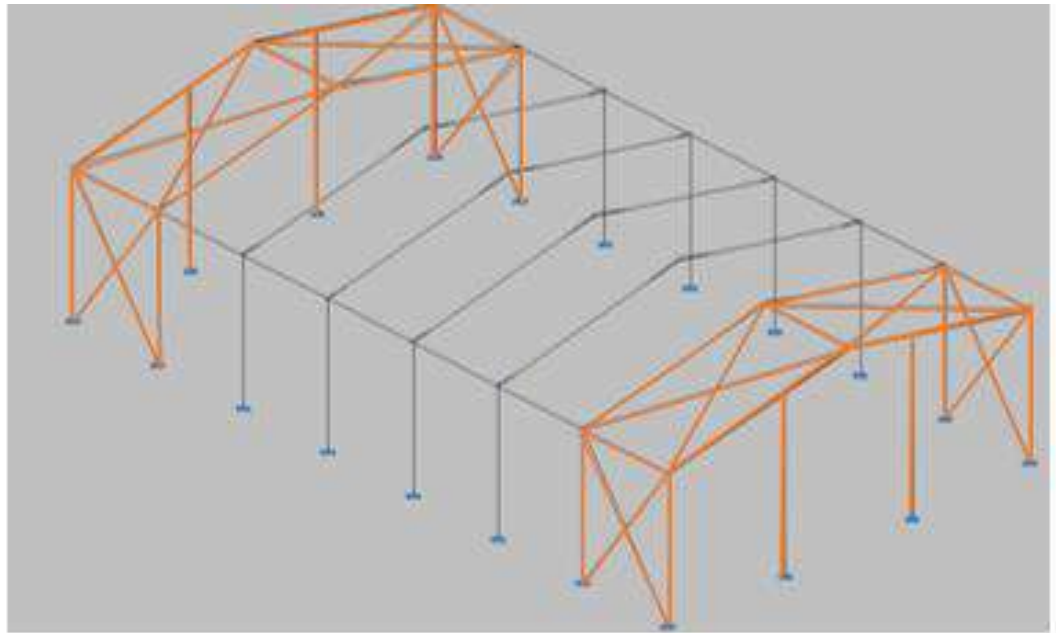


Figura 43. Detalle pórticos frontales

(Fuente: [CYPE 3D](#))

PÓRTICO ARRIOSTRADO: LEY DE ESFUERZOS

- Flecha máxima: en el centro del dintel y en la parte superior de los pilares de esquina (Figura 44-45).

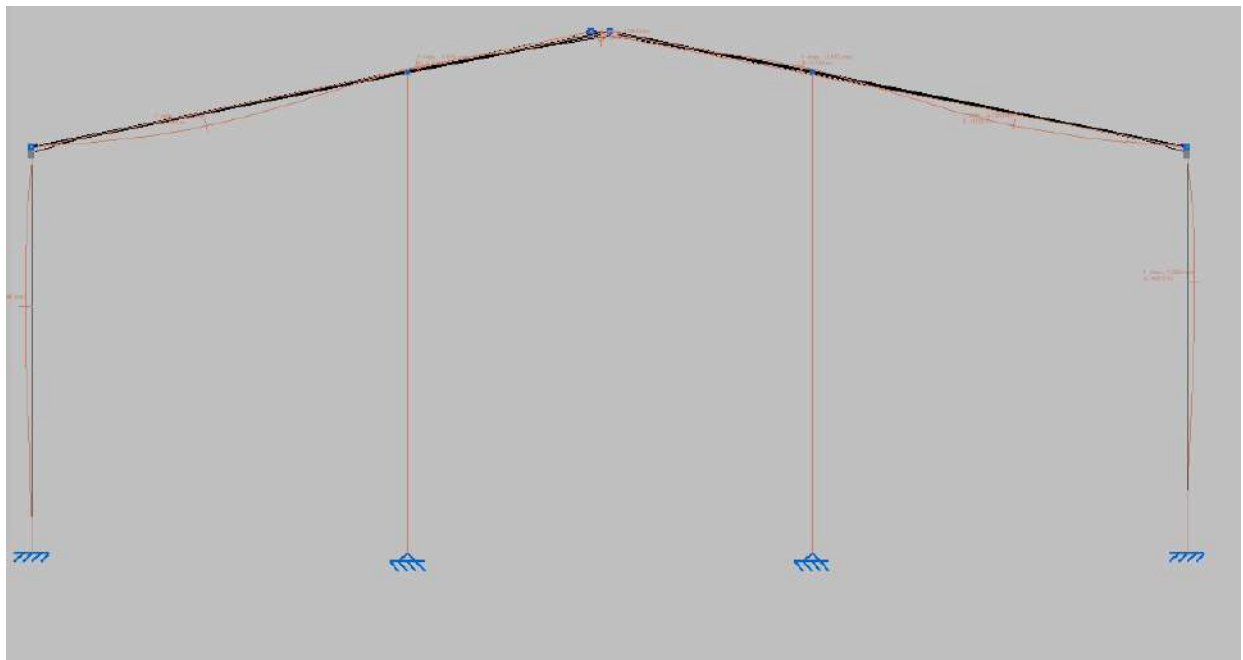


Figura 44. Flecha máxima en pórtico frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

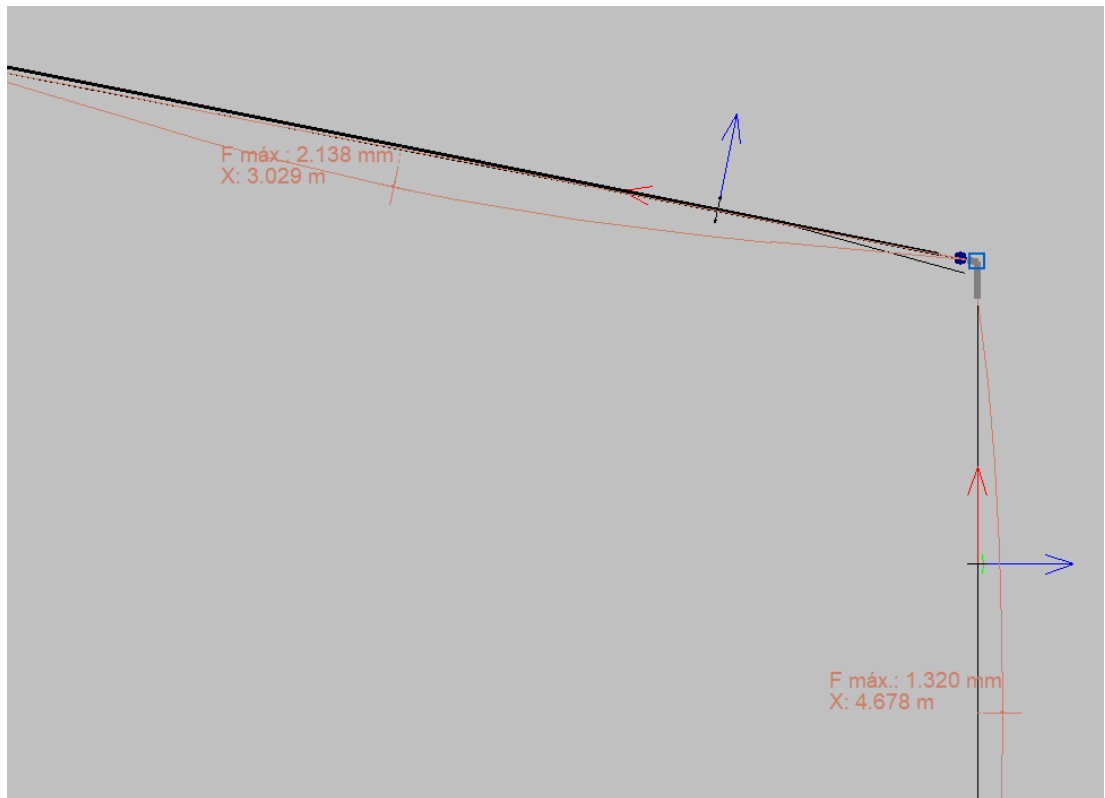


Figura 45.flecha máxima en dintel de pórtico frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Momentos máximos: momentos máximos en las zonas atirantadas. (Figuras 46-47).

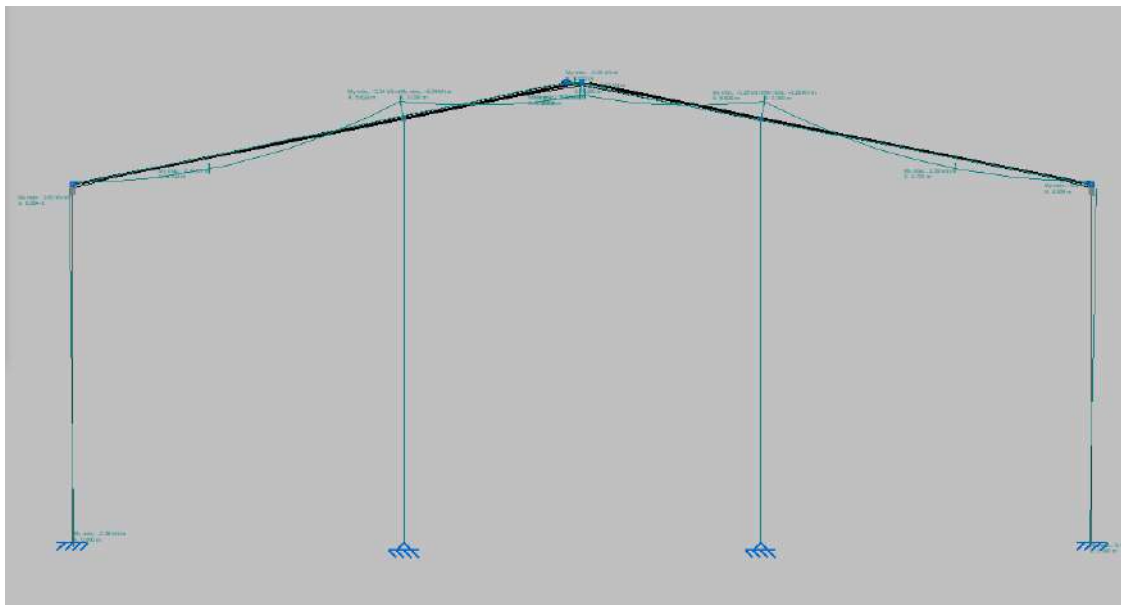


Figura 46.Momentos máximos en pórtico frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

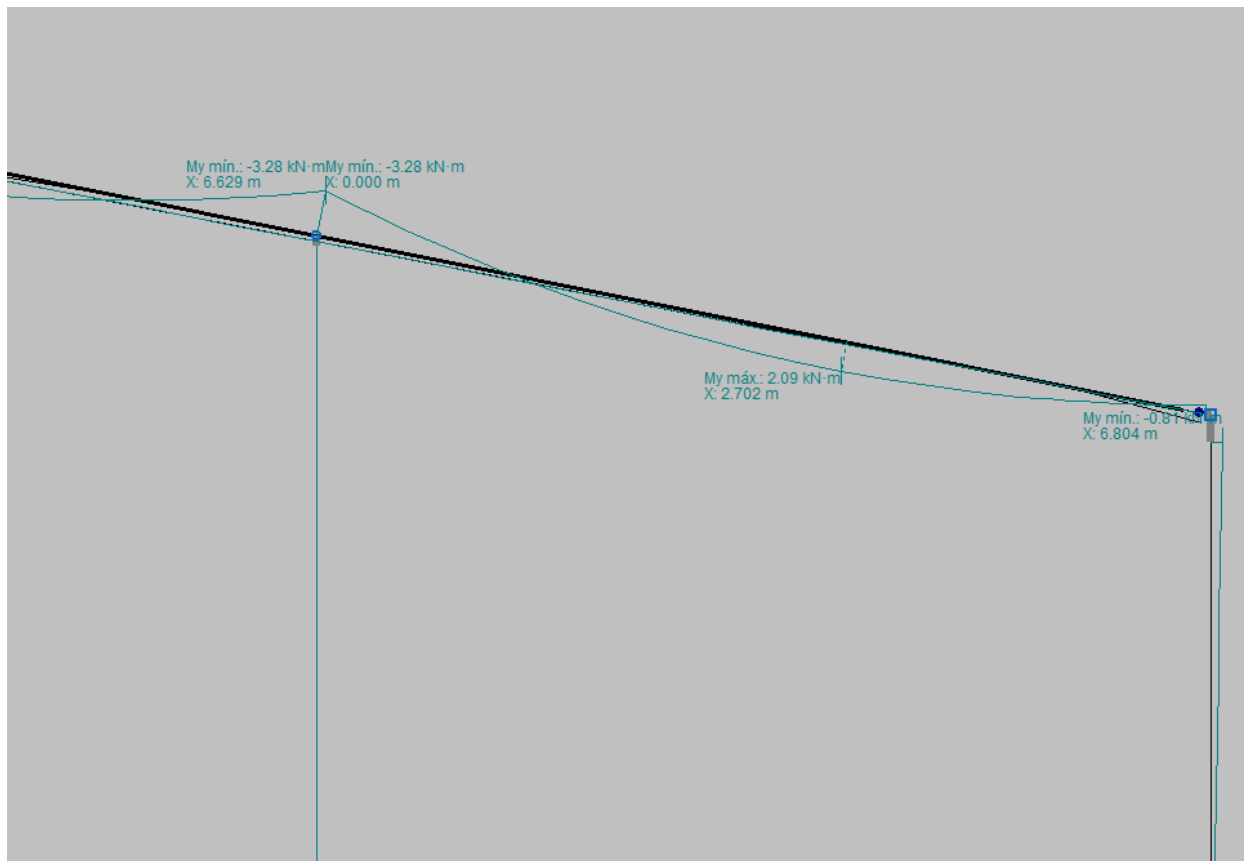


Figura 47. Momento máximo en centro de dintel frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Axil: los axiles máximos se encuentran en las bases de los pilares de las esquinas (Figuras 48-49).

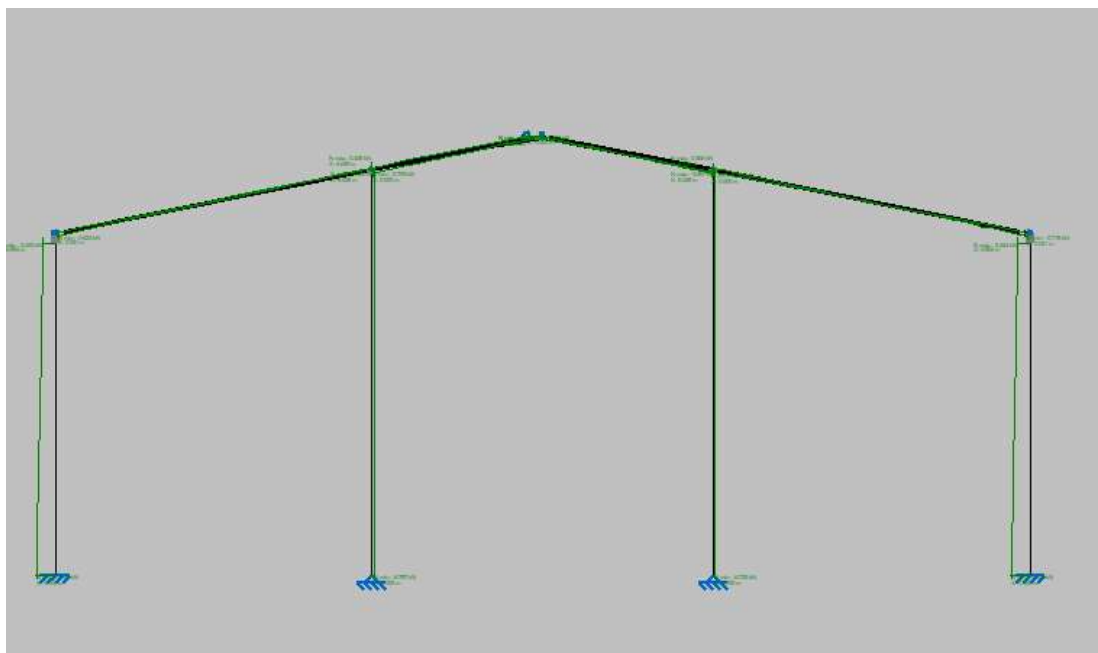


Figura 48.Axil en pórtico frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

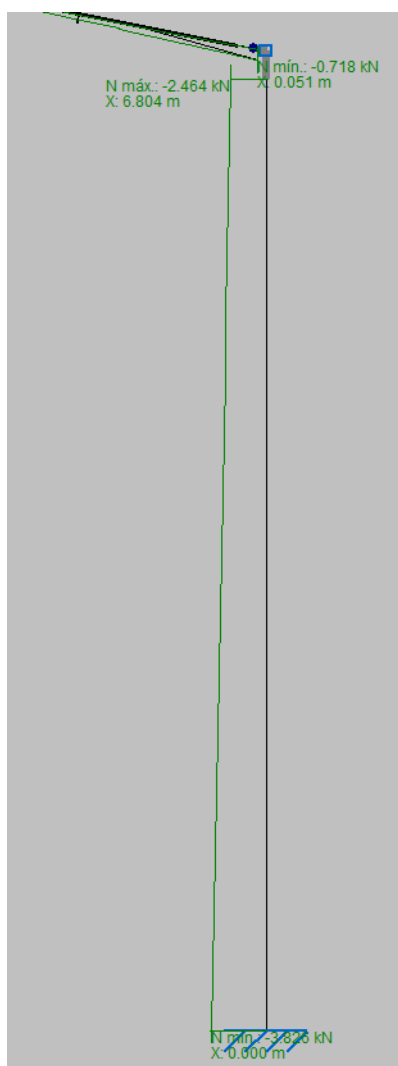


Figura 49.Axil máximo en pórtico frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

- Cortante: se encuentran los máximos cortantes en la unión dintel pilarillos hastiales (Figuras 50-51).

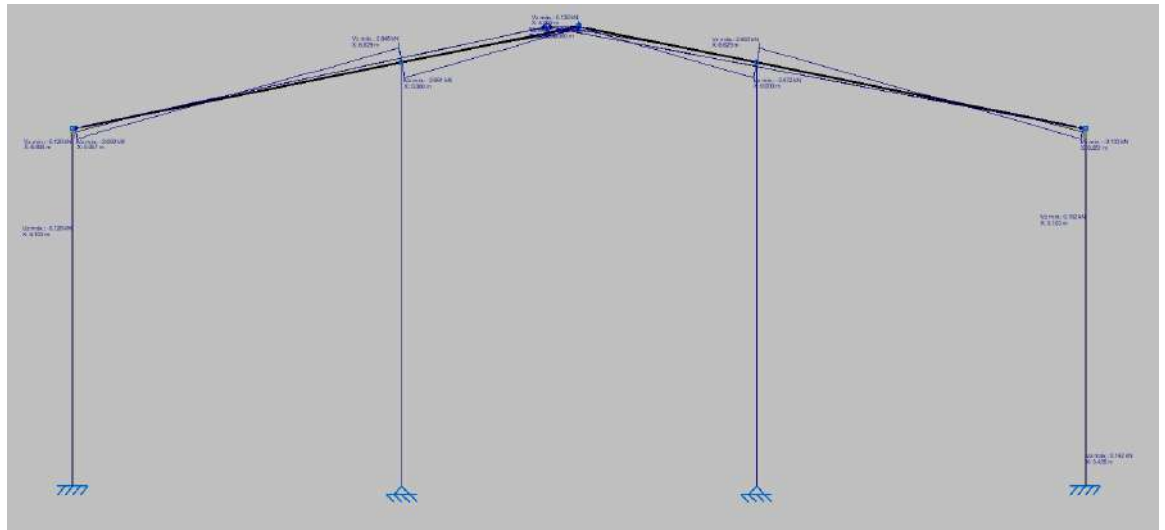


Figura 50. Cortante pórtico frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

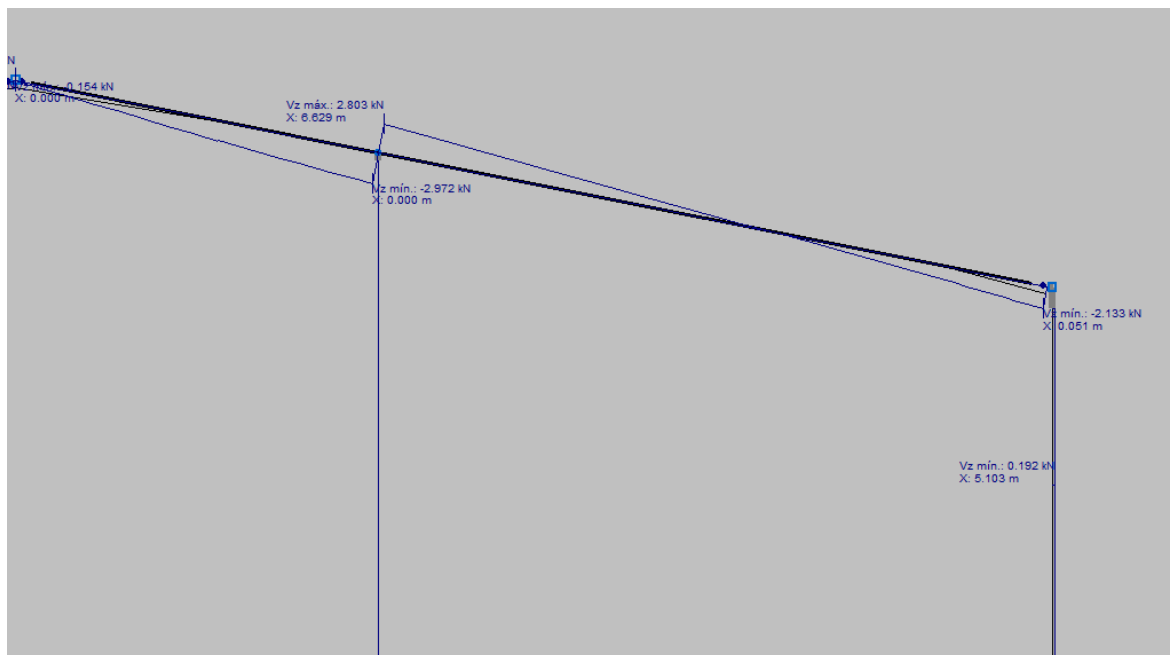


Figura 51. Cortante máximo en pórtico frontal

(Fuente: [CYPE 3D](#))

5.3.2.10.5 Correas

Están dispuestas en la cubierta. Son las encargadas de recibir la carga del cerramiento de cubierta, transmitiéndola a los pórticos. Se componen de 22 correas de perfil IPE-120, con una separación de 1 m (Figura 52).

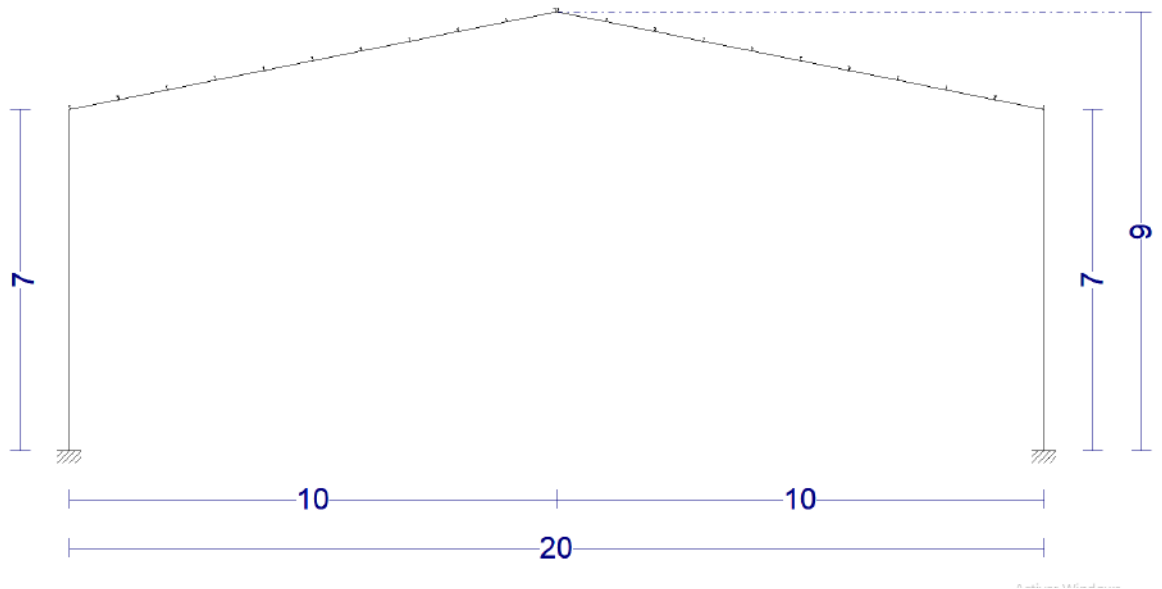


Figura 52. Detalle perfil correas en cubierta

(Fuente: [CYPE 3D](#))

5.3.2.10.6 Acciones sobre el edificio

Las cargas consideradas en el cálculo de la estructura son:

- ❖ Cargas permanentes:
- ❖ Cargas aplicadas por el viento
- ❖ Cargas aplicadas por la nieve

Cargas permanentes

- El peso propio de la nave
- El cerramiento en cubierta
- Arriostramiento de cubierta (correas)

- Cargas de viento

Se considera la carga de viento, la cual se corresponde con la zona eólica A, con un grado de aspereza IV, al tratarse de una zona industrial.

Justificamos sus dimensiones y estructura, debido al uso de ésta, en su interior se va a albergar maquinaria para el tratamiento de los RCD's, ello supone la necesidad de un

gran espacio diáfano en su interior sin columnas que obstaculicen la libre circulación, ello se consigue con los perfiles metálicos. En cuanto a sus dimensiones están justificadas en los diversos tipos de maquinaria que se van a instalar en el interior: circuito primario, secundario, criba y maquinaria móvil que puede acceder libremente, por eso, tampoco tiene cerramiento lateral.

En cuanto a la pendiente, al ser inferior a 25 grados, la acción del viento incide con menos fuerza en ella.

A continuación, y siguiendo el CTE-DB-SE-AE introducimos la siguiente información: [25]

- Cubierta solo accesible para mantenimiento
- Sin correas laterales, no hay cerramiento lateral

Carga de viento, apartado 3.3 del CTE-DB-SE-AE:

-Marmolejo pertenece a la zona A, 26 m/s y grado de aspereza IV (Figura 53 y Tabla 18).

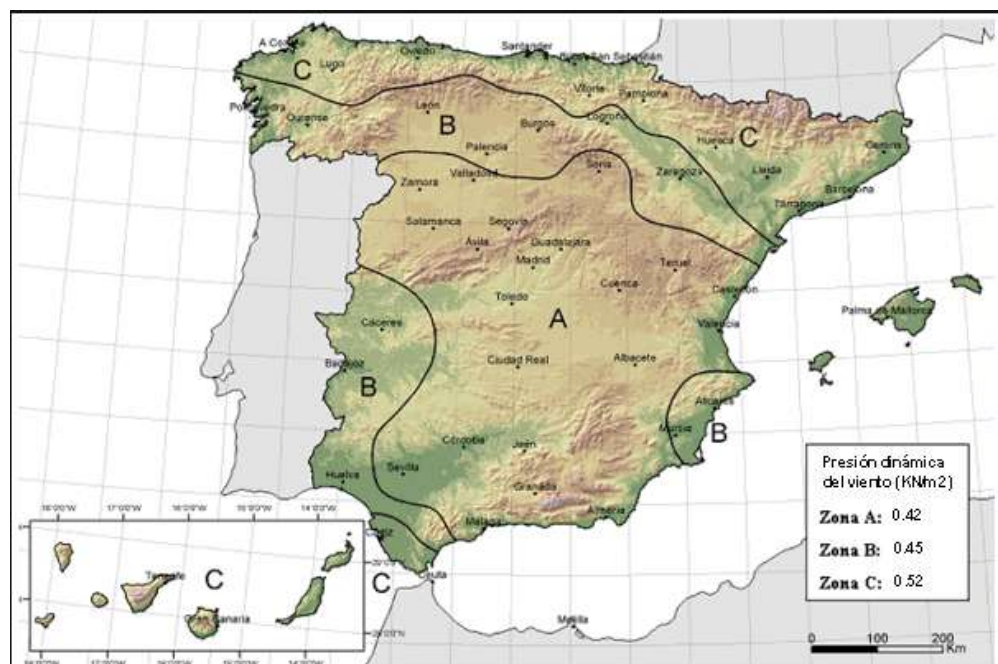


Figura 53. Presión dinámica de viento. Marmolejo pertenece a la zona A

(Fuente: [CTE-DB-SE-AE](#))

Tabla 18. Grado de aspereza

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

- Al no tener cerramientos laterales, hay que tener en cuenta las presiones interiores que puedan generarse. Las cargas más importantes son las que actúan sobre cubierta hacia arriba: succión de viento, ya que el peso de la cubierta no contrarresta las cargas.

- Cargas de nieve

La nave, se encuentra en la zona climática nº6 en la que se encuentra la localidad de Marmolejo tiene una exposición al viento normal. La cubierta no presenta ningún tipo de obstáculo ni resalto.

apartado 3.5 del CTE-DB-SE-AE: Marmolejo se sitúa a 248 metros sobre el nivel del mar.

- Carga sísmica

No se contempla al no situarse en zona sísmica

Combinación de acciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{si} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k	Acción permanente
P_k	Acción de pretensado
Q_k	Acción variable
γ_G	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P	Coefficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$	Coefficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\Psi_{p,1}$	Coefficiente de combinación de la acción variable principal
$\Psi_{s,i}$	Coefficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

5.3.2.10.6.1 Comprobación de las zapatas ELU y ELS

A continuación, se procederá a calcular los estados límite último y de servicio de las zapatas. Se recogen los cálculos y comprobaciones de CYPE 3D, en el Anexo 4, apartado 8.4.2 en la página 255.

5.3.2.10.6.2 Comprobación de las vigas de atado ELU y ELS

A continuación, se procederá a calcular los estados límite último y de servicio de las vigas de atado. Se recogen los cálculos y comprobaciones de CYPE 3D, en el Anexo 4, apartado 8.4.3 en la página 344.

5.3.2.10.6.3 Comprobación de las placas de anclaje y tirantes ELU y ELS

A continuación, se procederá a calcular los estados límite último y de servicio de las vigas de atado. Se recogen los cálculos y comprobaciones de CYPE 3D, en el Anexo 4, apartado 8.4.4 en la página 368.

5.3.2.10.6.4 Comprobación del pórtico tipo (barras y nudos en ELU y ELS)

A continuación, se procederá a calcular los estados límite último y de servicio. Se recogen los cálculos y comprobaciones de CYPE 3D, en el Anexo 4, apartado 8.4.5 en la página 428 realizadas para las barras que conforman los pilares y dinteles, así como la unión pilar-dintel y centro del dintel .

5.3.2.10.6.5 Comprobación del pórtico frontal (barras y nudos en ELU y ELS)

A continuación, se procederá a calcular los estados límite último y de servicio. Se recogen los cálculos y comprobaciones de CYPE 3D, en el Anexo 4, apartado 8.4.6 en la página 66 realizadas para las barras que conforman los pilares y dinteles, así como la unión pilar-dintel y centro del dintel.

5.3.2.10.7 Proceso constructivo de la nave

Primero, se realiza el desmonte. Se efectuará la excavación con mototraillas.

Las tierras retiradas se reservan para aprovecharse en los taludes de la balsa de decantación

Tras conocer las características del terreno, efectuando los ensayos necesarios: Proctor Normal, límites de Atterberg, análisis granulométrico, etc. Se seleccionará el tipo de cimentación adecuada, que normalmente será zapatas con vigas riostras, será la encargada de transmitir el peso de la estructura al terreno. Se efectúa el movimiento de tierras y la compactación del terreno, a continuación, se procede a la excavación de pozos y zanjas con las dimensiones calculadas en CYPE, para ello empleamos una excavadora.

La cimentación tal y como indicábamos en el punto anterior, se efectuará con zapatas y vigas riostras, para las cuales se ha empleado hormigón H-25/P/20/IIb y acero B500S. Se coloca el encofrado y se reparte la correspondiente armadura en las zanjas y zapatas.

Solera de zahorra. Sobre el terreno natural se distribuirá, con medios mecánicos, mediante Dumper una capa de unos 15 cm de espesor.

Se monta el cerramiento de la cubierta con panel sándwich.

El montaje de la estructura puede ser simultáneo, se marcan los puntos donde deben colocarse las barras principales para que no tenga problema el operario para su colocación. Se montan las barras verticales y se sueldan a la cimentación, a continuación, se montan las barras horizontales que serán, las vigas encargadas y de soportar la cubierta y por último el dintel uniéndose mediante soldadura al resto de la estructura.

El proceso de colocación se llevará a cabo con una grúa móvil, y se colocará pórtico a pórtico en su ubicación correcta. Se irán colocando las correas de los pórticos para dar estabilidad una vez han sido anclados a la cimentación. Tras colocarse las correas y el arriostramiento se coloca el cerramiento de la cubierta de panel sándwich machihembrado, por un operario.

5.4 Dimensionamiento de equipos

Para la elección de la maquinaria es necesario tener en cuenta 2 parámetros fundamentales:

- La capacidad de producción. La planta se sitúa en torno a 159.000T/año
- 240 días hábiles al año en jornadas de 8 horas.

Capacidad de la planta:

(4)

$$159.000 \frac{T}{año} * \frac{año}{240 \text{ días hábiles}} * \frac{240 \text{ días hábiles}}{8 \text{ horas}} = 82 \text{ Tn/hora}$$

Con estos datos tenemos una capacidad en torno a 82 Tn/ hora. Determinándose así el caudal que se desea. Si se aumentan las horas de jornada laboral, obviamente dicho caudal también se reducirá, pero al ser una planta pequeña no es necesario ampliar más horas diarias. La producción de Tn de RCD se recoge en la Tabla 19

Tabla 19. Producción de RCD en los núcleos de población que alimentan la planta

(Fuente: [Elaboración propia](#))

Población	Producción (Tn/año)	Nº Habitantes
Marmolejo	18.989	7.053
Ándujar	86.250	37.975
Los Villares	956	675
Villanueva de la Reina	5.685	3.152
La Higuera	2.625	1.771
Arjona	13.126	5.691
Arjonilla	7.254	3.695
Lopera	6.702	3.743
San Julián	342	87
Villa del Río	17.923	7.301
TOTAL	159.852	71.143

5.4.1 Tamaño del material que entra en la machacadora

Los parámetros que se tienen en cuenta son:

- Diámetro de entrada: define la etapa de trituración, así como, los tipos de maquinaria adecuada.

- Dureza del material: resistencia a compresión simple. La resistencia a la compresión de los materiales de construcción es muy variable, oscilando desde materiales: (Tabla 20)
 - muy débiles ($<70 \text{ kg/cm}^2$)
 - débiles ($70\text{-}200 \text{ kg/cm}^2$)
 - moderadamente resistentes ($200\text{-}700 \text{ kg/cm}^2$)
 - fuertes ($700\text{-}1400 \text{ kg/cm}^2$) hasta
 - muy fuertes ($>1400 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla 20. Resistencia de las rocas

(Fuente: [Apuntes asignatura: Mecánica de suelos y rocas](#))

Tipo de roca	Nº de Muestras	Promedio	Resistencia a la compresión [Kg/cm ²]	
			Después de suprimir los extremos	
			Máxima	Mínima
Granito	278	1895	2622	1167
Felsita	12	3294	5364	1223
Trapeana	59	2949	3846	2053
Piedra caliza	241	1701	2454	949
Arenisca	79	1448	2447	450
Mármol	34	1505	2489	520
Cuarcita	26	2788	4310	1266
Gneis	36	1677	2397	956
Esquisto	31	1979	3030	928

- Humedad: cuando un material, contiene cierta humedad, no es recomendable utilizar machacadoras de mandíbulas, debido a que este tipo de maquinaria se emplea con materiales duros y abrasivos.
- Granulometría de salida: el producto resultante, no solo depende de la maquinaria empleada, sino que depende en cierta medida, de la naturaleza de la roca, de su estructura mineral. Es muy importante, la cubicidad del material debido a que será destinado a construcción.
- Mantenimiento de la maquinaria, etc. Nuestra planta, es de pequeñas dimensiones con una producción de árido reciclado pequeña, por lo que es necesario una maquinaria de gran robustez, fácil de reparar, operarios polivalentes. Todo ello supondrá, menor coste de adquisición. [26]

5.4.2 Descripción de la maquinaria

La planta, aunque tendría una recepción media de 82 Tn/ hora, tal y como se calculaba anteriormente, se dimensionará para esa cantidad de RCD, la criba, dividirá a su vez en diferentes granulometrías, para satisfacer así la demanda del cliente. Se opta por sistemas móviles para así reducir los costes de la instalación y si fuera necesario trasladarla a otra localidad u obra, podría trasladarse sin problema.

5.4.2.1 Circuito primario

Consta de tolva de recepción, que recepciona el material no tratado, pasándolo al alimentador y de ahí a la trituradora o machacadora por mandíbulas.

Se elige un equipo de trituración por mandíbulas móvil ya que es una planta de reciclaje de pequeña envergadura y en el caso de cese de producción o por necesidad de traslado sería mucho más fácil. Consta de escalera que facilita su acceso y barandillas de seguridad.

La trituradora, se sitúa en el primer escalón y recibe la totalidad de la producción. Es la que tiene más tiempos muertos debido a: retraso de llegada de los camiones, obstrucción en la boca de admisión, etc. Debiendo dimensionarse este circuito primario hasta un 40 %. El material al salir del circuito primario, pasará al secundario a través de la cinta transportadora. Antes de entrar en el triaje manual, el material entra en el separador magnético, que será de pequeño tamaño, adecuado a las características de la planta, su principal función será separar el material férrico del material que será tratado y transformado en árido reciclado. (Figuras 54-55-56) y (Tabla 21). [27]



Figura 54. Circuito primario

(Fuente: [directindustry](http://directindustry.com))



Figura 55. Circuito primario II

(Fuente: [directindustry](#))



Figura 56. Circuito primario III)

(Fuente: [directindustry](#))

Tabla 21. Características circuito primario

(Fuente: [directindustry](#))

Model:	YG938E69
Vibrating Feeder:	GZD960×3800
Jaw Crusher:	PE600×900
Belt Conveyor:	B650×7M
Capacity (t/h):	70-150
Power (kw):	91.5
Overall Dimension L×W×H(mm):	13200×2900×4700
Weight(t):	42

La planta de trituración móvil de mandíbulas JOYAL YG938E69 no se limita a la ubicación de la operación de trituración, y reduce el costo de transporte de materiales. La planta de trituración YG938E69 puede triturar materiales en el lugar o en algún lugar cerca del sitio de trabajo. Principales características: (Tabla 22)

- Fácil de trasladar
- Estructura compacta y facilidad de control
- Fácil de mantener
- Gran rendimiento
- Facilidad de reparación

5.4.2.2 *Triage manual*

Una vez sale el material de la trituradora, se transporta a través de la cinta transportadora a la cabina de triaje.

La cabina de triaje, es atravesada por la cinta transportadora y los operarios son los encargados de separar el material que seguirá el tratamiento del que no es tratado en esta planta, para ello, los operarios disponen de contenedores bajo la cabina para depositar dichos residuos: maderas, papel vidrio, etc. A continuación, el RCD pasará a la criba.

Tabla 22. Planta móvil de trituradora de motor diésel

(Fuente: [directindustry](http://directindustry.com))

Planta móvil de trituradora de motor diesel		
Estructura	Parámetro de transporte	Parámetro de trabajo
Trituradora PE600X900 Alimentador vibratorio Longitud: 3800mm Anchura : 960mm Generador de diesel Modelo:MP-180-4 Potencia:225KVA 180kw Peso:2400kg transportador de cinta Longitud: 12600mm Anchura : 650mm	Longitud L1:14000mm Anchura B1:2450mm Altura H1:4000mm Diferencia de altura chasis de la rueda H5: 380mm Altura del chasis H4:1720mm Doble eje paralelo: Doble rueda de cada lado especificación Peso total: 41100kg	Potencia de motor:93.5kw Capacidad:70-140t/h Altura del alimentador:4500mm Longitud L2:16300mm Altura de la cinta transporte H2:3300mm

5.4.2.3 Proceso de cribado

Situada a continuación del triaje, se trata de un equipo móvil.

El modelo elegido es MOBISCREEN MS 127. Es una maquinaria versátil, que permite trabajar en diversas aplicaciones, como: arenas, conglomerados, gravas, etc. Las cintas transportadoras, se pueden plegar reduciendo el tiempo de instalación. (Figura 57-58-59). [28]



Figura 57. Criba móvil

(Fuente: [wirtgen-group](http://www.wirtgen-group.com))



Figura 58. Criba móvil II

(Fuente: [wirtgen-group](http://www.wirtgen-group.com))

Sus principales características son:

- Potencial de salida hasta 230 t/h (253 t EE. UU./h)
- Prestigiosa tecnología de trituración Automax®
- Acepta alimentación limpia integral
- Excelente cubricidad de producto
- Altos niveles de reducción
- Control de nivel de la cámara de alimentación del cono para mantener la alimentación al máximo
- Ajuste hidráulico de la trituradora
- Protección contra sobrecarga del cono
- Chasis y bastidor de orugas para carga pesada
- Detector de metales
- Sistema de supresión de polvo
- Funcionamiento económico gracias al sistema de transmisión directa de bajo consumo
- Criba posterior de dos pisos patentado
- Adecuada para la recirculación de material de tamaño superior.

Es de vital importancia en una planta de tratamiento, ya que será la encargada de separar las diferentes granulometrías y acopiar correctamente el árido reciclado.

5.4.2.4 Maquinaria móvil

5.4.2.4.1 Pala cargadora sobre neumáticos

Es la encargada de cargar el material y acopiarlo en las distintas zonas de acopio, se utiliza también para depositar los residuos de construcción en el circuito primario, para iniciar el proceso de reciclado. En la fase final, se encarga de acopiar el árido de reciclado en los lugares destinados a ello por división de granulometría y posteriormente cargarlo en los camiones tras su venta.

El modelo elegido es PALA DE RUEDAS CAT 918 M, permite manejar cargas con un control preciso, visibilidad en todas las direcciones, ahorro de combustible, al tener un tamaño compacto, permite un movimiento rápido y fácil en espacios estrechos. (Figura 60). [29]

PALAS DE RUEDAS 918M



**POTENCIA BRUTA MÁXIMA
86 kW**

**PESO DE FUNCIONAMIENTO
9565 kg**

**CAPACIDADES DEL CUCHARÓN
1,3-1,9 m³ (1,7-2,5 yd³)**

Figura 60. Pala cargadora

(Fuente: [cat](#))

5.4.2.4.2 Retroexcavadora

A veces los bloques, son de gran tamaño, por lo que no es posible su entrada en el circuito primario. Para ello, se instala un martillo hidráulico para fraccionar los bloques y hacerlos admisibles en el circuito primario.

La excavadora, dispone también de cazo para cargar el material, en el caso de que la pala cargadora se averiase, podría usarse como sustituta, a pesar de tener un menor rendimiento en el cazo.

El modelo seleccionado es EXCAVADORA CAT 313, ofrece un mayor rendimiento y eficiencia. Bajo consumo de combustible y mantenimiento. (Figura 61). [30]

EXCAVADORAS PEQUEÑAS 313



**POTENCIA NOMINAL DEL
MOTOR: ISO 9249
80.9 kW**

**PESO DE
FUNCIONAMIENTO
13800 kg**

**PROFUNDIDAD MÁXIMA
DE EXCAVACIÓN
6040 mm**

Figura 61. Retroexcavadora

(Fuente. [cat](https://www.cat.com))

5.4.2.4.3 Martillo hidráulico

Encargado del fraccionamiento de los grandes bloques no admisibles en el circuito primario. El modelo seleccionado es MARTILLO HIDRAÚLICO CAT H45S. (Figura 62). [31]

**MARTILLOS
H45Es**



**PRESIÓN DE
FUNCIONAMIENTO
MÍNIMA
10000 kPa**

**PESO MÍNIMO DEL
SOPORTE
1501 kg**

Figura 62. Martillo hidráulico

(Fuente: [cat](#))

5.5 Proceso de producción

Los residuos, salen de la obra y se reciben en las instalaciones. Una vez llegan, se someten a un control visual, si existen dudas de la naturaleza de los residuos, se enviarán a laboratorio para su análisis, una vez analizados y en caso de estar dentro de los parámetros de admisión serán sometidos a tratamiento, si en el resultado del análisis aparecen materiales no admisibles, serán devueltos al usuario.

Se debe tener en cuenta, que el acceso a la planta estará restringido, y no podrán acceder a la planta vehículos que no puedan revisarse visualmente.

Una vez revisado el material y habiendo obtenido el “ok”, pasará al control de pesaje, se pesará el vehículo cargado y se le indicará al conductor, donde deberá descargar el RCD, a continuación, se vuelve a pesar el vehículo sin carga. Tras el pesaje, el conductor recibirá una copia del pesaje, con los siguientes datos:

- Matrícula del vehículo
- Tipo de vehículo
- Procedencia del residuo
- Tipo de residuo

- Volumen de residuo
- Fecha y hora del pesaje
- Firma del personal responsable del control

Los residuos, se depositarán en lugares adecuados, según su tipología:

- RCD mezclados
- RCD muy mezclados
- RCD limpio
- RCD peligrosos
- Tierras

Tras depositarse en las zonas adecuadas, se procederá a su tratamiento. En la zona de descarga, se procede a retirar las fracciones de mayor volumen que son troceados mediante martillo neumático. También se les retira los materiales férricos que puedan contener.

Se retiran, los residuos orgánicos y los residuos que puedan ser tóxicos y peligrosos, y se depositarán en lugares adecuados, ya que posteriormente, serán recogidos y tratados por empresas acreditadas para ello.

Una vez efectuada esta primera separación, el material se incorpora al triage, y se separa mediante tromel las diferentes fracciones: plásticos, maderas, papeles, etc. El material no clasificado, se convierte en material de rechazo y será depositado en vertedero controlado, (normativa control de vertedero RC 1481/2001, de 27 de diciembre).

Los materiales que son seleccionados se acopian en contenedores para efectuar el reciclado o reutilización.

Mediante pala cargadora neumática, se carga el material en la tolva de alimentación de la machacadora; produciéndose así la primera etapa del tratamiento, la trituración. Una vez efectuada la trituración, el material se transporta mediante cinta transportadora hasta la tolva de alimentación del circuito secundario y se procede a

triturar de nuevo. Los fragmentos que estén dentro de los diámetros requeridos pasarán y los que no volverán a pasar por este proceso.

Mediante cinta transportadora, se transporta el subproducto hasta la tolva de alimentación de la criba encargada de clasificar en 3 granulometrías distintas. Es el último proceso ya que una vez que pasa por la criba, el producto se acopia en zonas bien diferenciadas para no mezclar las granulometrías.

Tendremos:

GRANULOMETRÍA DE 0-5 mm

GRANULOMETRÍA DE 5-10 mm

GRANULOMETRÍA DE 10-20 mm

Si el árido supera los 20 mm, vuelve a circular hasta entrar en la segunda etapa y reducir así el tamaño, hasta alcanzar las granulometrías requeridas.

Todo el proceso de tratamiento, se recoge en el plano nº 21.

5.6 Admisión y recepción de residuos

5.6.1 *Residuos admisibles en planta*

Los residuos admisibles en planta, según el Catálogo Europeo de Residuos, aprobado mediante la Decisión 200/118/CE, de la Comisión de 16 de enero de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, son los siguientes: (Tabla 23)

Tabla 23. Códigos LER

(Fuente: [elaboración propia](#))

CÓDIGO	
1701	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos
170101	Hormigón
170102	Ladrillos
170103	Tejas y materiales cerámicos
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en 170106
1703	Mezclas bituminosas, alquitrán en hulla y otros productos alquitranados
170302	Mezclas bituminosas, distintas a las especificadas en el 170301
170504	Tierras y piedras distintas de las especificadas en 170503
170508	Balasto de vías férreas distinto de las especificadas en 170505
1709	Otros residuos de construcción y demolición
170904	Otros RCD distintos de los especificados en 170901, 170902, 170903

5.7 Residuos no admisibles en la planta

Los residuos que no serán aceptados para su tratamiento en planta serán:

- Residuos que contengan amianto
- Residuos procedentes de tala, podas y desbroces
- Residuos alterables, susceptibles de combustión, fermentación, etc.
- Residuos químicos y hospitalarios
- Residuos radiactivos
- Residuos de excavación en zonas con posible contaminación
- Residuos procedentes de la actividad minera
- Residuos que contengan yeso

- Residuos farmacéuticos
- Residuos agrícolas y ganaderos
- Residuos con una temperatura superior a 50 grados centígrados, etc.

6 CONCLUSIONES

El sector de la construcción, se vio afectado por la crisis de 2008 y actualmente por la crisis sanitaria originada por la Pandemia de Coronavirus que afecta a todos los países del mundo. Debido a ello, la construcción se ha frenado bruscamente, pero se espera un equilibrio de su situación al finalizar la Pandemia.

Se ha estudiado la viabilidad de la planta, teniendo en cuenta el material que se va a recepcionar, así como su viabilidad económica y la posibilidad de ampliación en el caso de necesitar tratamiento mayor cantidad de RCD.

También se debe tener en cuenta, que, aunque existe cada vez más normativa para la utilización de materiales resultantes del tratamiento, es competencia de las Administraciones el dar prioridad a los productos resultantes del reciclaje de RCD y darlos a conocer a las empresas que se dedican al sector de la construcción.

Debido a la cantidad de materias primas que se necesita en construcción, es prioritario el tratamiento de los RCD para reducir su consumo y en consecuencia, reducir el impacto ambiental y económico de las canteras de extracción. Por estos motivos, se va elaborando normativa referente al tratamiento de RCD y al producto resultante de tratamiento, el cual será sometido a diferentes ensayos de calidad y podrá utilizarse con total seguridad. Ello conlleva, a que cada vez aparezcan más plantas de tratamiento debido a su viabilidad y que existan normativas que obliguen a la puesta en obra de estos productos.

7 BIBLIOGRAFÍA

[1]"Sede electrónica del Catastro"

Sitio

web:

<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?pest=urbana&from=OVCBUsqueda&ZV=NO&ZR=NO&RCCompleta=&via=&tipoVia=&numero=&kilometro=&bloque=&escalera=&planta=&puerta=&DescProv=JAEN&prov=23&muni=59&DescMuni=MA RMOLEJO&TipUR=U&codvia=&comVia=&tc=U&del=23&mun=59> [consultado

en Octubre de 2019]

[2]"Gestión de residuos"

Sitio

web:

<http://libreria.fundacionlaboral.org/ExtPublicaciones/GestionResiduos2.pdf> [consultado

en Octubre de 2019]

[3]"Legislación tratamiento de RCD"

Sitio web: <http://www.rcdasociacion.es/documentacion/legislacion> [consultado

en Octubre de 2019]

[4]"Legislación tratamiento de RCD"

Sitio web: <http://federacionrcd.org/documentacion/legislacion/> [consultado en

Octubre de 2019]

[5]"Normativa técnica. Catálogo RCD"

Sitio web: <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/35/residuos-de-construccion-y-demolicion/223/normativa-tecnica.html> [consultado en Noviembre de 2019]

[6]"Ordenación territorio. Urbanismo"

Sitio

web:

<http://www.juntadeandalucia.es/institutodeadministracionpublica/publico/libros/urbanismoCodigoIV/files/assets/common/downloads/codigoIV.pdf> [consultado en Noviembre de 2019]

[7]"Legislación agua"

Sitio web: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/legislacion/Default.aspx>

[consultado en Noviembre de 2019]

[8]"Legislación ambiental"

Sitio web: <https://www.cienciasambientales.com/es/legislacion-ambiental/>[consultado en Noviembre de 2019]

[9]"Normativa jurídica"

Sitio web: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?id=184&modo=1&nota=0&tab=2[consultado en Noviembre de 2019]

[10]"gestión de residuos de construcción"

Sitio web: <https://geoinnova.org/blog-territorio/gestion-residuos-construccion-demolicion/>[consultado en Noviembre de 2019]

[11]"Manual áridos"

Sitio web: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/aridos/es_doc/adjuntos/manual_aridos.pdf[consultado en Noviembre de 2019]

[12]"Normas UNE tratamiento RCD"

Sitio web: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0058116>[consultado en Noviembre de 2019]

[13]"Guía de buenas prácticas para el tratamiento de RCD"

Sitio web: <https://www.agesmarcd.org/Guia-de-buenas-practicas-AGESMA.pdf>[consultado en Diciembre de 2019]

[14]"el Real Decreto 100/2011, de 28 de enero"

Sitio web: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>[consultado en Diciembre de 2019]

[15]"Geología de Marmolejo"

Sitio web: <http://villademarmolejo.es/informacion-2/geologia/>[consultado en Junio de 2020]

[16]"Economía circular de los RCD"

Sitio web: <https://www.fueyoeditores.com/articulos-tecnicos-2/1152-economia-circular-para-los-rcd>[consultado en Diciembre de 2019]

[17]"Problema de los RCD en las ciudades"

Sitio web: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/36678/01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>[consultado en Diciembre de 2019]

[18]"Ordenación del territorio. Polígono de Marmolejo"

Sitio web: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/3b9ee947-a4bf-4749-89ce7e223199d27b/DOC20180903123135PPT.pdf?MOD=AJPERES>[consultado en Febrero de 2020]

[20]"desbroce y poda"

Sitio Web: <http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS33/html/cap-1/punto6-12.htm>[consultado en Junio de 2020]

[21]"Motoniveladora"

Sitio Web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Motoniveladora>[consultado en Junio de 2020]

[22]"edificio multiusos"

Bespace, ,(03 de Marzo de 2011) "Modernas casetas Prefabricadas, recuperado de: <https://blog.is-arquitectura.es/2011/04/03/bespace-modernas-casetas-prefabricadas/>[consultado en Mayo de 2020]

[23]"malla de simple torsión"

Sitio web: <https://www.vimasasl.com/montar-la-malla-simple-torsion/>[consultado en Junio de 2020]

[24]"eliminación de residuos en vertedero"

Sitio web: <https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/ferrocarriles/normativa/03-impacto-ambiental/0310-real-decreto-14812001-de-27-de-diciembre-por-el-que-se-regula-la-eliminacion-de-residuos-mediante-deposito-en-vertedero>[consultado en Junio de 2020]

[25] Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Seguridad estructural acciones en edificios (DB-SE-AE).2020. [consultado en Junio de 2020]

[26]"mecánica de suelos y rocas"

Sitio web: <https://www.ugr.es/~agcasco/personal/restauracion/teoria/TEMA05.htm>[consultado en Marzo de 2020]

[27]"Maquinaria tratamiento de áridos circuito primario"

Sitio web: <https://www.directindustry.es/prod/shanghai-joyal-machinery-co-ltd/product-66648-1012021.html>[consultado en Marzo de 2020]

[28]"Criba móvil"

Sitio web: <https://www.wirtgen-group.com/ocs/es-tt/kleemann/ms-953-evo-166-p/>[consultado en Marzo de 2020]

[29]"excavadora sobre ruedas"

Sitio web: https://www.cat.com/es_ES/products/new/equipment/wheel-loaders.html[consultado en Marzo de 2020]

[30]"retroexcavadora"

Sitio web: https://www.cat.com/es_ES/products/new/equipment/backhoe-loaders.html [consultado en Marzo de 2020]

[31]"Martillo neumático"

Sitio web: https://www.cat.com/es_ES/products/new/attachments/hammers.html [consultado en Marzo de 2020]

[32] "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"

Sitio web: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/10/24/1627> [consultado en Junio de 2020]

[33] "Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales."

Sitio web: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292> [consultado en Junio de 2020]

[34] "Geología del Valle del Guadalquivir"

Sitio web: http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/geologico200/memorias/Memoria76_G200.pdf [consultado en Junio de 2020]

8 ANEXOS

8.1 Anexo 1: Estudio de Seguridad y Salud

ÍNDICE

<u>8.1.1</u>	<u>Introducción</u>	123
<u>8.1.2</u>	<u>Objeto del estudio básico de Seguridad y Salud</u>	123
<u>8.1.3</u>	<u>Obligatoriedad del Documento Básico de Seguridad y Salud</u>	124
<u>8.1.4</u>	<u>Descripción de la Obra</u>	124
<u>8.1.5</u>	<u>Identificación de riesgos y prevención de los mismos</u>	126
<u>8.1.6</u>	<u>Riesgos específicos</u>	127
<u>8.1.7</u>	<u>Daños a terceros</u>	128
<u>8.1.8</u>	<u>Botiquín</u>	129
<u>8.1.9</u>	<u>Trabajos posteriores</u>	129
<u>8.1.10</u>	<u>Normas de seguridad aplicable en obra</u>	131
<u>8.1.11</u>	<u>Obligaciones del Promotor</u>	132
<u>8.1.12</u>	<u>Coordinador de Seguridad y Salud</u>	132
<u>8.1.13</u>	<u>Obligaciones del contratista</u>	133
<u>8.1.14</u>	<u>Libro de incidencias</u>	134
<u>8.1.15</u>	<u>Paralización de los trabajos</u>	134
<u>8.1.16</u>	<u>Derechos de los trabajadores</u>	134
<u>8.1.17</u>	<u>Disposiciones generales de Seguridad y Salud</u>	135
<u>8.1.18</u>	<u>Disposiciones en el interior del edificio multiusos</u>	137
<u>8.1.19</u>	<u>Disposiciones en el exterior</u>	139
<u>8.1.20</u>	<u>Medios para el acceso a niveles superiores o inferiores</u>	140
<u>8.1.21</u>	<u>Maquinaria empleada para la construcción</u>	140
<u>8.1.22</u>	<u>Máquinas, equipos e instalaciones</u>	140
<u>8.1.23</u>	<u>Movimiento de tierras</u>	141
<u>8.1.24</u>	<u>Instalaciones de energía</u>	141
<u>8.1.25</u>	<u>Estructuras metálicas, elementos prefabricados</u>	141
<u>8.1.26</u>	<u>Medios de protección</u>	141

8.1.1 *Introducción*

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Es la norma por la que se establece las garantías y responsabilidades precisas para establecer un adecuado nivel de protección de los trabajadores derivadas de la actividad que realiza. [32]

A nivel nacional, España ha ratificado diversos convenios de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). En concreto el convenio 155 de la OIT, relativo a la salud y seguridad de los trabajadores, de 22 de junio de 1981, ratificado en julio de 1985.

A nivel europeo, en La Unión Europea, se han ido fijando, criterios generales sobre materia de seguridad y salud, mediante Directivas. Concretamente la Directiva 92/57/CEE, de 24 de junio, la cual, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud, aplicables obligatoriamente en obras de construcción. Mediante el presente Real Decreto, se procede a la transposición al Derecho español de dicha Directiva.

En primer lugar, el Real decreto, recoge las obligaciones del promotor, contratista, subcontratista y proyectista; así como, de los trabajadores autónomos. Y en consecuencia de la Directiva que se traspone, se introduce la figura del coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y en la ejecución.

En segundo lugar, el Real Decreto recoge los aspectos útiles del Real Decreto 555/1986 de 21 de febrero, en el que se incluyó el estudio de seguridad e higiene en los proyectos de edificación y obras públicas. A diferencia de la normativa anterior, el vigente Real Decreto, se aplica a cualquier obra sea pública o privada, en la que se realicen trabajos de ingeniería civil o de construcción.

Por último, el Real decreto establece mecanismos para la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y del Real Decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención.

8.1.2 *Objeto del estudio básico de Seguridad y Salud*

- Apartado 2 del Artículo 6 del Real Decreto, indica:
- Normativa referente a salud y a la seguridad en la obra.
- Medidas que permitan evitar los riesgos laborales.

- Aquellos riesgos difíciles de eliminar deben señalizarse correctamente.

8.1.3 *Obligatoriedad del Documento Básico de Seguridad y Salud*

Es obligatorio, por parte del Promotor, elaborar un Plan de estudio de Seguridad y Salud, cuando:

- El presupuesto supere los 450.000 Euros
- El plazo de obra supere los 30 días
- Se encuentren en el lugar de obra, más de 20 trabajadores a la vez
- En obras subterráneas, puentes, presas, etc.
- Los proyectos que no se recojan en estos puntos, se hará un estudio básico de Seguridad y Salud.

8.1.4 *Descripción de la Obra*

La obra a estudiar, será la instalación de una Planta de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs), situada en la Parcela 010 del Polígono de Calañas, de la localidad de Marmolejo.

Promotor: RESURJA/AYUNTAMIENTO MARMOLEJO

Proyectista: Nieves Fernández Palomares

8.1.4.1 *Medios auxiliares*

El traslado de heridos, se realizará únicamente por el personal sanitario y en ambulancia para evitar agravar su estado de salud. Si el herido se encuentra en estado leve, se podrá evacuar en otros medios siempre bajo la responsabilidad del jefe de obra.

En diversos puntos de la obra, se colocará un cartel con los teléfonos de urgencias, hospitales y centros de salud más próximos.

AUXILIO EN OBRA

La empresa adjudicataria de la ejecución de la obra, se encuentra en el grupo de 5-25 trabajadoras, por lo que debe disponer de botiquín tipo B, que contendrá:

- Vendas
- Desinfectantes y antisépticos
- Gasas estériles
- Algodón hidrófco
- Apósitos
- Tijeras
- Pinzas
- Guantes desechables.
- Este botiquín, será revisado por el responsable de emergencias de forma periódica y repondrá los elementos utilizados y sustituirá los caducados.

8.1.4.2 *Centros de asistencia médica más próximos*

Los centros sanitarios más próximos al emplazamiento de la obra son: (Tabla 24)

Tabla 24. Centros de salud cercanos

(Fuente: [elaboración propia](#))

CENTRO SALUD/HOSPITAL	LOCALIDAD	DIRECCIÓN
Centro de Saludo de Marmolejo	Marmolejo	Avenida del Barco S/N 953965219/902505061
Consultorio Villanueva de la Reina	Villanueva de la Reina	C/ Real nº37
Consultorio los Llanos de Sotillo	los Llanos de Sotillo	C/ Llanos de Sotillo
Hospital General San Agustín	Linares	Avenida San Cristobal S/N 953024200
Hospital Alto Guadalquivir	Andújar	Avenida Blas Infante S/N 953021400

8.1.5 Identificación de riesgos y prevención de los mismos

Los riesgos que pueden surgir con mayor frecuencia en las diversas fases de la obra, son los siguientes:

- Caída de materiales al mismo o distinto nivel
- Desprendimiento de cargas en suspensión.
- Exposición a temperaturas extremas
- Exposición al ruido
- Cortes y golpes en el cuerpo
- Sobreesfuerzos
- Posturas inadecuadas
- Electrocutaciones
- Dermatitis por contacto con cemento, pintura, yeso, etc.
- Intoxicación al inhalar humo y/o gases.
- Medidas preventivas que deben llevarse a cabo:
- La zona de trabajo, estará limpia y sin obstáculos

- Es necesario colocar carteles informativos y preventivos
- Se prohíbe el paso al personal ajeno a la obra
- Los trabajos con mayor riesgo deben señalizarse y tomar todas las medidas de seguridad
- El personal cualificado, será quien realice los trabajos indicados en el punto anterior
- No se efectuarán trabajos si las condiciones ambientales no lo permiten
- Realizar con cuidado la carga y descarga de materiales y residuos
- Evitar sobreesfuerzos en la manipulación de cargas pesadas, emplear para ello medios mecánicos
- En la zona donde se opere con maquinaria pesada, no se podrá acceder
- Evitar los trabajos en altura
- Velocidad máxima en el lugar de obra limitada a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra:

- Casco de seguridad homologado
- Cinturón de seguridad
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma o cuero
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada, suela aislante y anticlavos
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra.
- Ropa impermeable
- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos.

8.1.6 *Riesgos específicos*

8.1.6.1 *Hormigonado y ferrallado*

Los principales riesgos que pueden ocurrir en las tareas de hormigonado y ferrallado son:

- Caídas a nivel y/o a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Golpes
- Daños en la piel debido al contacto directo de ésta con los hormigones
- Aplastamientos por maquinaria

- Atropellos.

Sobreesfuerzos

Pisar objetos punzantes

8.1.6.2 *Estructura metálica y cubierta*

Principales riesgos en la instalación de la estructura de la nave y de la cubierta:

- Caídas en altura y de objetos
- Peligro por realizar soldaduras eléctricas y cortes.
- Electrocuciiones.
- Golpes.
- Intoxicaciones por el uso de pinturas, barnices, humos, etc.
- Cortes por usar sierras y taladros
- Peligros por el manejo de grúas
- Derrumbes
- Polvo
- Posibles aplastamientos
- Caídas de personas al mismo nivel o a distinto nivel
- Ruido.

8.1.6.3 *Riesgos eléctricos*

- Debido a máquinas eléctricas, cuadros eléctricos, maquinas que producen o emplean la electricidad.
- Efecto del viento: caídas de personas y/o , objetos, etc.
- Tormentas con aparato eléctrico: electrocuciiones.

8.1.7 *Daños a terceros*

8.1.7.1 *Acceso a la obra de personal ajeno a ella*

- Caídas al mismo nivel o a distinto
- Caída y golpe con objetos
- Atropellos producidos por la maquinaria.

8.1.7.2 *Salida del personal de obra a la vía pública*

Caídas al mismo nivel o a distinto

- Caída y golpe con objetos
- Atropellos producidos por los vehículos que circulan

8.1.8 *Botiquín*

En el centro de trabajo, se dispondrá del botiquín tipo B, para las curas leves, habrá un responsable designado por el Ayuntamiento de la localidad para revisar y rellenar dicho botiquín.

1.22 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se realiza una estimación del Plan de Seguridad y Salud en el apartado de viabilidad económica, ya que al tratarse de un estudio técnico, no se ha llevado a cabo el presupuesto ni el Pliego de Condiciones técnicas.

8.1.9 *Trabajos posteriores*

Se recogen en el apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto, los siguientes riesgos y medidas de prevención: (Tabla 25)

Tabla 25. Reparación, conservación y mantenimiento

(Fuente: [elaboración propia](#))

REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO		
RIESGOS MÁS FRECUENTES	MEDIDAS PREVENTIVAS	PROTECCIONES INDIVIDUALES
Caídas al mismo nivel en suelos	Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros.	Casco de seguridad
Caídas por resbalones	Ancajes para poleas para izado de muebles en mudanzas.	Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas.
Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria		
Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.		
Explosión de combustibles mal almacenados		
Fuego por combustibles, modificación de elementos		

de instalación eléctrica o
por acumulación de
desechos peligrosos

Impacto de elementos de la
maquinaria, por
desprendimientos de
elementos constructivos, por
deslizamiento de objetos,
por roturas debidas a la
presión del viento, por
roturas por exceso de carga

Contactos eléctricos directos
e indirectos

Toxicidad de productos
empleados en la reparación
o almacenados en el
edificio.

Vibraciones de origen
interno y externo

Contaminación por ruido

Tabla 28. Reparación conservación y mantenimiento

8.1.10 Normas de seguridad aplicable en obra

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. “La normativa sobre prevención de riesgos laborales está constituida por la presente Ley, sus disposiciones de desarrollo o complementarias y cuantas otras normas, legales o convencionales, contengan prescripciones relativas a la adopción de medidas preventivas en el ámbito laboral o susceptibles de producirlas en dicho ámbito.”

- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril. “transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva europea 92/58/CEE, de 24 de junio de 1992, que establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”

- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril. “por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, encomienda de manera específica, en su disposición final primera, al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.”

- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril. “sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.”

- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo. *“sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.”*

- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero. *“por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención”.*

- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio. *“por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.”*

- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre. *“por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”.*

- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994). *“recoge todo el proceso inherente que lleva un contrato de trabajo, desde su firma, sus obligaciones y derechos hasta los supuestos que se dan tras la extinción del contrato. Además, también se tratan aspectos como la jornada laboral, la representación de los trabajadores o los salarios.”*

- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados). *“Las prescripciones del presente capítulo tienen por objeto proteger al trabajador contra los riesgos propios de su profesión, que ponen en peligro su salud y su vida y afectan al bienestar de la familia y en lo general representan una pérdida para la economía de la Empresa y de la Nación. Las Empresas incluidas en el ámbito de aplicación de esta Ordenanza Laboral deberán cumplir las presentes normas, las que se dispongan en posteriores apéndices y todos aquellos preceptos sobre estas materias que siéndoles de aplicación figuren en el Reglamento General de Seguridad e Higiene del Trabajo”*

8.1.11 *Obligaciones del Promotor*

Antes del inicio de los trabajos, será designado un Coordinador de Seguridad y Salud, por parte del Promotor, ya que en esta obra intervendrá más de una empresa.

Aunque se designe un Coordinador de Seguridad y Salud, el Promotor no estará exento en sus responsabilidades.

Se deberá informar a la autoridad responsable del inicio de obra, tal y como indica el Anexo III del Real Decreto 1627/1997.

8.1.12 *Coordinador de Seguridad y Salud*

Cuyas principales funciones serán:

- Coordinar la prevención en materia de Seguridad y Salud
- Velar por que las empresas cumplan el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.

- El contratista deberá elaborar el Plan de Seguridad y Salud
- El coordinador de Seguridad y Salud, deberá revisar dicho Plan
- Se coordinarán las actividades indicadas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Llevar a cabo todas las medidas para que solo accedan a la obra el personal autorizado a ello

Si no fuera necesario designar un Coordinador de Seguridad y Salud, será la Dirección Facultativa quien ejerza dicha función.

8.1.12.1 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo

Previo al inicio de las obras, y tal como indicábamos anteriormente, el contratista elaborará el Plan de Seguridad y Salud, aplicable durante la ejecución de la obra. En él se indican todas las medidas preventivas que deben cumplirse para garantizar la seguridad del trabajador

El Coordinador de Seguridad y Salud, lo revisará y aprobará antes de que se inicien las obras.

El personal que intervenga en la obra, puede presentar sugerencias por escrito.

8.1.13 Obligaciones del contratista

Debe:

- Aplicar los principios recogidos en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales. [33]

- La obra debe mantenerse limpia, libre de obstáculos que evitan moverse tanto al personal como a la maquinaria de forma segura.

- Recoger los materiales peligrosos para evitar accidentes.

- Ante la gestión de residuos de obra, estos previamente deben almacenarse, separarse según su categoría y posteriormente evacuarse.

- Los trabajadores que componen la obra deben trabajar cooperadamente.

- El emplazamiento de la obra debe ser el adecuado para la construcción que se vaya a realizar y seguro.

- Debe controlarse de manera periódica las instalaciones, maquinaria, equipos, herramientas, etc.

- El Plan de seguridad y Salud, es de obligado cumplimiento
- Obligado cumplimiento de la normativa, prevista en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y de las disposiciones establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- El Coordinador de Seguridad y Salud, dará indicaciones en dicha materia a los trabajadores, los cual, deberán cumplirlas.
- La ejecución de las medidas indicadas en el Plan, serán responsabilidad del Contratista.
-
- La responsabilidad de La Dirección de Obra, Promotor y Coordinador de Seguridad y Salud, no exime de la suya al Contratista.

8.1.14 *Libro de incidencias*

Debe disponerse de un Libro de Incidencias en cada centro de trabajo. Será facilitado por el Colegio al que pertenezca el técnico, el cual apruebe el Plan de Seguridad y Salud.

Si se anota alguna incidencia en dicho Libro, el Coordinador, emitirá una copia de esta hoja a la Inspección de Trabajo de la Provincia de Jaén, en nuestro caso. También se notificará al contratista y al comité que represente a los trabajadores, para que quede constancia de ello.

El Libro será accesible por parte de: la Dirección de Obra, Contratista, comité de trabajadores, técnicos de las Administraciones públicas, etc.

8.1.15 *Paralización de los trabajos*

En caso de no cumplir con las medidas de seguridad y salud, el Coordinador debe informarlo al Contratista e indicarlo en el Libro de Incidencias, pudiendo paralizar la obra y existe un peligro inminente informando previamente al Contratista y a la Inspección de Trabajo de la provincia de Jaén.

8.1.16 *Derechos de los trabajadores*

Los trabajadores, deben recibir la adecuada información en materia Preventiva, siendo obligación del Contratista que se lleve a cabo dicha formación y su cumplimiento.

Se deberá facilitar a los trabajadores, una copia del Plan de Seguridad y Salud, para que pueda recurrirse a él siempre que sea necesario.

8.1.17 Disposiciones generales de Seguridad y Salud

Las obligaciones recogidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la actividad a desarrollar.

8.1.17.1 Estabilidad

Los equipos y materiales empleados deben ser estables, para no poner en riesgo bajo ningún concepto la seguridad y salud de los trabajadores.

Si se va a acceder a una superficie que no ofrezca seguridad y estabilidad se deben utilizar los medios adecuados para que el acceso sea seguro en todo momento.

8.1.17.2 Suministro eléctrico

La instalación eléctrica, que se emplea en obra debe cumplir su normativa. Debiendo proyectar y utilizarse con precaución con el fin de evitar incendios, explosiones o electrocuciones.

8.1.17.3 Salidas de emergencia

Deben desembocar en una zona segura, y debe también, mantenerse libre de obstáculos.

En caso de emergencia, los trabajadores abandonarán su lugar de trabajo, de forma ordenada y sin peligro.

Las vías y salidas de emergencia, estarán debidamente señalizadas, de forma clara y sin obstáculos que permitan una evacuación segura.

8.1.17.4 Medidas contra incendios

Se dispondrá de un número suficiente de dispositivos contra incendios, teniendo en cuenta la naturaleza de obra, trabajadores, etc.

Los elementos contra incendios serán revisados periódicamente, estando siempre en estado óptimo para su uso.

Dichos dispositivos, serán de fácil utilización y se colocarán en lugares de fácil acceso, del mismo modo, se señalizarán correctamente.

8.1.17.5 Ventilación

Debido a las cargas impuestas en obra de los trabajadores, deben disponer de aire limpio y fresco suficiente. En el caso de que no fuera posible y hubiera que instalar ventilación, deberá estar en perfecto estado de funcionamiento.

Se deberán evitar corrientes de aire en el lugar de trabajo.

Deberá haber un buen sistema de ventilación.

8.1.17.6 Otros riesgos importantes

- No se deben exponer a emisiones de vapores, gases, polvo, etc.
- No es recomendable exponerse a elevados niveles sonoros.
- Utilizar medios y equipos adecuados si se va a acceder a una zona con atmósfera tóxica o nociva.
- No debe exponerse a un trabajador a una atmósfera de alto riesgo.

8.1.17.7 Temperatura

Trabajar siempre a la temperatura adecuada para el organismo humano: si la temperatura es elevada, restringir el trabajo en franja horaria de gran insolación; por el contrario, si la temperatura es muy baja, dotar al trabajador de equipos que le permitan mantener el calor corporal.

8.1.17.8 Iluminación

Las zonas de trabajo, las vías de circulación, etc. Deben estar perfectamente iluminadas tanto de día como de noche; utilizándose luz natural durante el día y luz artificial en la noche, con puntos de iluminación con protección antichoque y que no deslumbre.

Se realizará una correcta iluminación artificial sin deslumbramientos, ni zonas en penumbra

Si falla la iluminación artificial, será recomendable disponer de iluminación de emergencia

8.1.17.9 Puertas

La ubicación de las puertas y portones debe señalizarse de forma adecuada.

El funcionamiento de las puertas y portones debe ser seguro y funcionar sin riesgo

8.1.17.10 Zonas peligrosas

Se consideran zonas peligrosas: las vías de circulación, escaleras, rampas, etc. Deben estar acondicionados y situados de tal manera que su uso sea fácil y seguro.

Las vías deben dimensionarse según la actividad realizada y el número de personas que la usen.

Las vías de circulación deben situarse a distancia suficiente de puertas, escaleras, pasos de peatones, etc.

Las zonas de acceso limitado, deben señalizarse claramente y tomar las medidas adecuadas para los trabajadores.

8.1.17.11 Zonas de trabajo

Su dimensionamiento debe ser el suficiente, para garantizar la libertad de movimiento por parte del trabajador.

8.1.17.12 Higiene

En caso de necesitar ropa especial de trabajo, debe disponerse de vestuarios con asientos y duchas, para poder cambiarse y ducharse. Las duchas deben permitir el aseo de cualquier trabajador, sin obstáculos.

En caso de manipular sustancias peligrosas, agua, etc. Debe guardarse esta ropa en otro lugar distinto de los efectos personales y ropa de calle.

8.1.17.13 Zonas de descanso

Es recomendable disponer de un lugar de descanso, con fácil acceso.

8.1.17.14 Otras disposiciones

El perímetro de obra quedará señalizado y vallado para evitar el acceso de personas ajenas a ella.

Los puestos de trabajo dispondrán de agua potabilizada

Se designará un lugar para el almuerzo del personal de obra.

8.1.18 Disposiciones en el interior del edificio multiusos

8.1.18.1 Estabilidad

El edificio debe tener una estructura estable y sólida sin peligro de desprendimiento.

8.1.18.2 Salidas de emergencia

Deben estar debidamente señalizadas

Las puertas de emergencia, deben abrirse hacia el exterior y no estar nunca cerradas

No se pueden utilizar como puerta de emergencia, puertas giratorias ni correderas.

8.1.18.2.1 Ventilación

Si se utiliza instalación de aire acondicionado, debe funcionar correctamente sin exponer al trabajador a corrientes de aire que pongan en riesgo su salud.

Deben limpiarse regularmente, los filtros del aire para evitar que se acumule la suciedad y ello pueda suponer un riesgo debido a la contaminación del aire que respiran.

8.1.18.3 Temperatura

La temperatura del interior del edificio debe ser confortable para el personal

Las ventanas, deben evitar una excesiva insolación.

8.1.18.4 Techo, suelo y paredes

Los suelos deben ser fijos, estables y que no resbalen, deben evitarse los obstáculos.

Las superficies de suelos, paredes y techos deben poderse limpiar, pintar, etc. Con el fin de garantizar las condiciones de seguridad adecuadas.

8.1.18.5 Ventanas

Las ventanas deben poder abrirse, cerrarse, ajustarse, etc. y quedar en posición no peligrosa para los trabajadores.

Deben poder limpiarse fácilmente sin riesgo para el personal de limpieza.

8.1.18.6 Puertas

El tamaño de la puerta, material, posición, queda determinado según la actividad a desarrollar.

8.1.18.7 Techo

El techo de cada habitación del edificio debe tener una altura suficiente que permita realizar el trabajo con seguridad y bienestar.

8.1.19 Disposiciones en el exterior

Estas disposiciones son obligatorias en el exterior de la obra:

- Estabilidad de los puestos de trabajo a distinto nivel, tanto por encima como por debajo del nivel del suelo, para que el trabajador tenga seguridad y evitar cualquier caída. Se debe tener en cuenta:
- Número de trabajadores que ocupan dicho lugar
- Distribución y cargas máximas
- Factores ambientales

Si hubiese algún puesto de trabajo que no tuviera estabilidad propia, deberán fijarse apropiadamente, otorgándoles seguridad suficiente para el trabajador.

Deberán revisarse periódicamente los puestos de trabajo especialmente los que se efectúen en altura o profundidad.

8.1.19.1 Caídas y desprendimientos de objetos

Se debe disponer de los EPIS adecuados para evitar lesiones leves o graves.

Siempre que sea posible, se impedirá el paso a zonas peligrosas y en el caso de ser imprescindible, se tomarán todas las medidas de seguridad posible.

El acopio de árido de la planta, se debe hacer de tal forma que no haya desprendimientos o caídas, que puedan sepultar a un trabajador, en el peor de los casos.

8.1.19.2 Caídas a distinto nivel

Deben protegerse con barandillas resistentes, aquellas pasarelas, andamios, desniveles, huecos, etc. Que se ubiquen a más de 2 metros de altura. Las barandillas deben ser lo suficientemente resistentes y con una altura mínima de 90 centímetros, para frenar al trabajador en caso de sufrir algún tipo de caída o resbalón que lo sujete y no caiga al vacío.

Es obligatorio el uso de EPIS's adecuado para trabajos en altura tanto del trabajador (arnés de seguridad con línea de vida) como en la obra o en la planta una vez se ponga en funcionamiento (redes de seguridad).

Antes de efectuarse los trabajos en altura revisar la solidez y estabilidad del lugar de trabajo, aunque ya se haya efectuado la revisión periódica; para verificar que se trata de un lugar seguro.

8.1.19.3 Factores meteorológicos

Los trabajadores dispondrán de los medios adecuados para poder trabajar ante inclemencias meteorológicas leves, en el caso de inclemencias meteorológicas graves se suspenderán los trabajos.

8.1.20 Medios para el acceso a niveles superiores o inferiores

Los medios que nos permiten acceder o descender a otros niveles, son: las escaleras, plataformas y pasarelas. Deben ser inspeccionadas regularmente, para evitar colapsos repentinos por falta de mantenimiento.

También pueden emplearse medios elevadores, deberán regirse a su normativa específica de utilización. Deberán:

- Presentar gran resistencia y estabilidad suficiente para su uso
- Utilizarse correctamente
- Realizar revisiones periódicas y tener un buen mantenimiento
- Ser manejados por personal cualificado
- Indicar la carga máxima

8.1.21 Maquinaria empleada para la construcción

Se ajustará a lo que dispone su normativa específica. Deberán:

- Estar bien fabricados, teniendo en cuenta la ergonomía
- Asegurar un buen estado de funcionamiento
- Uso adecuado
- Los conductores deberán tener la formación adecuada
- Tomar las medidas adecuadas para evitar el vuelco de la maquinaria.
- Es conveniente que la maquinaria esté provista de estructuras que eviten aplastar al conductor en caso de vuelco

8.1.22 Máquinas, equipos e instalaciones

Las máquinas, equipos e instalaciones deben regirse por lo dispuesto en su normativa específica, y deberán:

- Deberán estar bien fabricados, teniendo en cuenta la ergonomía

- Asegurar un buen estado de funcionamiento
- Utilizarse únicamente para lo que han sido diseñados
- El conductor debe recibir la formación adecuada

8.1.23 *Movimiento de tierras*

Deberá efectuarse un estudio previo de la zona antes de efectuar el movimiento de tierras para evitar los peligros de cables subterráneos, aunque debido a las características de la planta, no se contemplan tales peligros.

Y también se debe:

- Prevenir los desprendimientos y el sepultamiento de los trabajadores. Para ello se debe entibar, excavación en talud, etc.
- Prevenir el afloramiento de agua con los sistemas adecuados.
- Asegurar una ventilación suficiente
- Permitir al trabajador ponerse a salvo, en caso de incendios, desprendimientos, etc. Para ello deben proyectarse vías seguras para entrar y salir de la excavación.
- Las tierras retiradas de la excavación, deben acopiarse lejos de la obra, para evitar desprendimientos y derrumbamientos.

8.1.24 *Instalaciones de energía*

Deben revisarse y llevar un mantenimiento periódico, en especial, las que estén expuestas a agentes externos. También tienen que estar debidamente señaladas y localizadas.

8.1.25 *Estructuras metálicas, elementos prefabricados*

Estas piezas, se montarán y desmontarán, bajo la supervisión de una persona cualificada.

Los soportes temporales, apuntalamientos, encofrados, etc. Deben estar asegurados de manera que puedan soportar las cargas sin riesgos de colapso o desprendimientos, evitando cualquier peligro para el trabajador.

8.1.26 *Medios de protección*

En el RD 1215/1997 de 18 de julio y RD 773/1997 de 30 de mayo, encontramos la normativa de utilización de los equipos de trabajo y EPIS's. Todos estos equipos,

tienen un periodo de vida útil, por lo que una vez rebasado dicho tiempo, deben desecharse.

Si un equipo sufre algún tipo de daño, debe sustituirse por otro equipo, ya que éste no cumple con la seguridad requerida.

La utilización de un equipo de protección, no debe suponer un riesgo para el trabajador.

8.1.26.1 Epi's

Deben registrarse también por el O.M. 17-574, B.O.E. 29-5-74, en el caso de que no exista Norma de Homologación Oficial, tienen que tener la calidad adecuada.

8.1.26.2 Esquipos colectivos

- Barandillas: deben ser resistentes y rodear las excavaciones, evitando el acceso a las zonas peligrosas o la retención en caso de caída del personal.
- Vallado: tendrán 90 centímetros de altura como mínimo. Y debe asegurarse su verticalidad.
- Cables de sujeción y línea de vida: dotados con la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos.
- Redes: fabricadas con poliamida. Deben tener la suficiente resistencia para amortiguar sin romperse la caída del personal.

8.2 Anexo 2: Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

ÍNDICE

8.2.1	Introducción	145
8.2.2	Objetivos	146
8.2.3	Localización	147
8.2.4	Situación geográfica de la zona	149
8.2.5	Geología del Valle del Guadalquivir	153
8.2.6	Estudio Geológico de Marmolejo	156
8.2.7	Climatología	157
8.2.8	Hidrogeología superficial	162
8.2.9	Materiales Hidrogeológicos	163
8.2.10	Alternativas	166
8.2.11	Descripción de la planta: gestión y valorización de RCD	167
8.2.12	Elementos que componen la planta	168
8.2.13	Obras complementarias para la instalación de la planta	168
8.2.14	Actividad de la planta	171
8.2.15	Elementos contaminantes	174
8.2.16	Atmósfera	175
8.2.17	Ruido	177
8.2.18	Residuos	179
8.2.19	Actividades potencialmente contaminantes	183
8.2.20	Legislación	183
8.2.21	Acciones ambientales	192
8.2.22	Factores ambientales	195
8.2.23	Valoración de impactos	197
8.2.24	Importancia del impacto	201
8.2.25	Fase de funcionamiento	203
8.2.26	Fase de Clausura	208
8.2.27	Coeficientes de ponderación	212

8.2.28	Magnitud	216
8.2.29	matriz	242
8.2.30	Matriz reducida	244
8.2.31	Síntesis final	245

8.2.1 *Introducción*

Se propone la construcción de una Planta de Gestión y Valoración de Residuos de Construcción y Demolición para llevar a cabo las actividades de recepción, selección, valoración y reciclaje de residuos de Construcción y Demolición tanto los ocasionados en obras públicas como privadas y así, cubrir una elevada demanda de un tratamiento adecuado de residuos de este tipo en los municipios cercanos, contribuyendo a un desarrollo sostenible en labores de construcción y demolición.

La escasez de grandes espacios de vertido, la corta vida útil de estos vertederos, y sobre todo la degradación del medio ambiente cuando se vierte de manera incontrolada, hace que necesitemos introducir tecnologías más limpias con el propósito de minimizar la cantidad de residuos generados en origen y optimizar el potencial de reciclaje, para producir áridos y otros productos reciclables mediante su reincorporación al mercado de áridos de construcción, y reducir el impacto medioambiental.

El proyecto cumple con el Real Decreto 105/2008 del 1 de Febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, cuyo objeto es el de establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de dichos residuos con el fin de fomentar, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

8.2.2 Objetivos

El objetivo del estudio de impacto ambiental es el de identificar, describir y analizar las consecuencias ambientales generadas en la construcción de una Planta de Gestión Integral y Valoración de Residuos de Construcción y Demolición en la localidad de Marmolejo, cercano al Polígono industrial y que tratará aquellos residuos procedentes tanto del propio pueblo, así como de sus pedanías aledañas dentro del término municipal y de las ciudades o pueblos que por su proximidad depositen sus residuos en dicha planta para preservar el derecho de la población a disfrutar de un medio ambiente adecuado mediante un buen cuidado de estos residuos.

De este modo, se analizarán los impactos perjudiciales o no, en el caso de que lo sean y se plantearán medidas correctoras.

Por último, el objetivo principal de la instalación de la Planta de Gestión y Valoración de RCD es la de ayudar en la erradicación de escombreras y vertidos incontrolados en la zona, eliminación de la contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas y contribuir a la recuperación de los espacios degradados. Debido, a que la Ley de EIA, establece:

“La obligación principal que establece la ley es la de someter a una adecuada evaluación ambiental todo plan, programa o proyecto que pueda tener efectos significativos sobre el medio ambiente, antes de su adopción, aprobación o autorización, o bien, si procede, en el caso de proyectos, antes de la presentación de una declaración responsable o de una comunicación previa a las que se refiere el artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. La consecuencia jurídica derivada del incumplimiento de esta obligación, expresamente señalada en la propia ley, es que carecerán de validez los actos de adopción, aprobación o autorización de los planes, programas y proyectos, o en su caso, cuando proceda la declaración responsable o la comunicación previa relativa a un proyecto que, estando incluidos en el ámbito de aplicación de esta ley no se hayan sometido a evaluación ambiental, sin perjuicio de las sanciones que, en su caso, puedan corresponder.”

8.2.3 Localización

La Planta de Gestión y Valoración de Residuos de Construcción y Demolición se situará en el Polígono 2-Parcela 010 dentro del término municipal de Marmolejo. Estará ubicada en la carretera de la Estación que da acceso a la localidad a una distancia aproximada de 4 km del casco urbano de la ciudad. (Figuras 63-64)

La superficie total solicitada como área de actuación es de 1,61 Ha.

La parcela elegida, por su situación, dotación de infraestructura a excepción de suministro de luz, adecuado grado de comunicación, proximidad a instalaciones industriales, etc. favorece su instalación y puesta en funcionamiento.

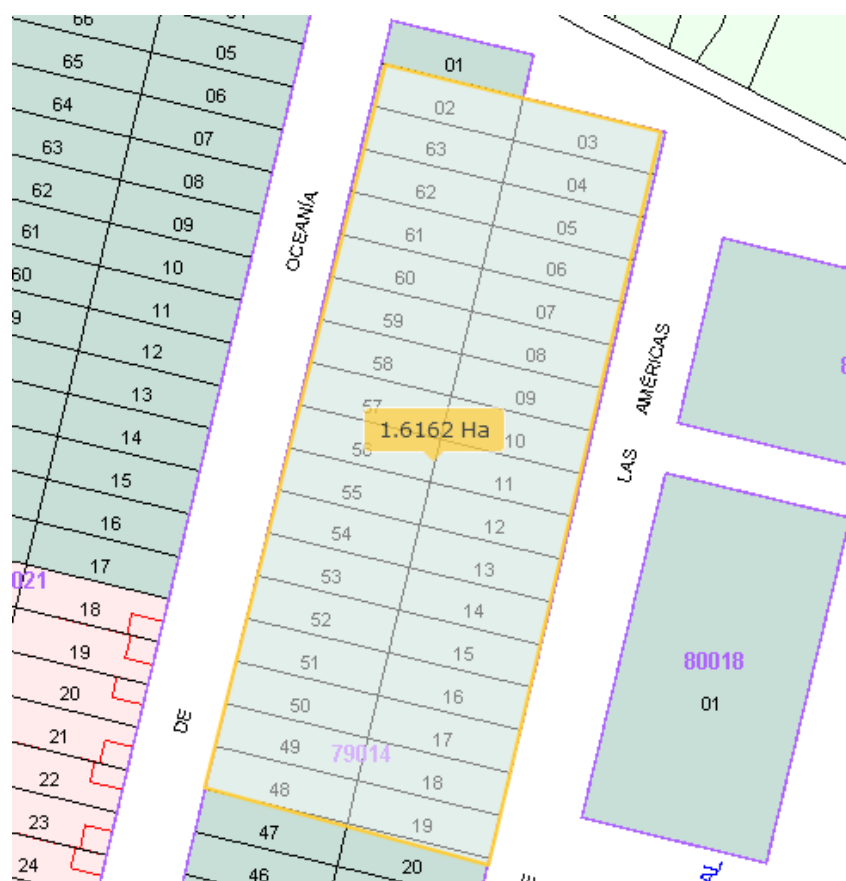


Figura 63. Emplazamiento planta RCD
(Fuente: [sedecatastro.gob](http://sedecatastro.gob.es))

8.2.4 Situación geográfica de la zona

El término municipal de Marmolejo se ubica en el margen izquierdo de la Hoja de Magna número 904.

La geografía de la zona es muy variada, ya que cada comarca tiene sus propias rocas, con límites muy bruscos que son marcados por fallas, las cuales, al elevar los bloques de zócalo, ha eliminado los materiales más recientes.

La comarca de Sierra Morena, conserva el característico bosque mediterráneo con influencia atlántica. El relieve es escarpado con cotas entre los 765 y los 300 metros. Los valles se encuentran muy encajados debido a la erosión causada por la cuenca del Guadalquivir.

En cuanto a la vegetación, la mayor parte del suelo del término municipal de Marmolejo se dedica a la agricultura, aunque podemos encontrar ecosistemas naturales (dehesas), al norte, formadas principalmente por encinas y/o alcornoques situados de forma aislada y en las que se han eliminado los matorrales.

También encontramos encinares en las zonas más expuestas al sol, y en los que podemos encontrar las siguientes especies vegetales (Tablas 26-27) [34]

Tabla 26. Especies vegetales características de Marmolejo

(Fuente: [elaboración propia](#))

perla silvestre	<i>Pyrus bourgeana</i>
peonias	<i>Paeonia broteroi</i>
rusco	<i>Ruscus aculeatus</i>
retamas	<i>Retama sphaerocarpa</i>

En las zonas más húmedas podemos encontrar también especies termófilas como:

Tabla 27. Especies termófilas de Marmolejo

(Fuente: [elaboración propia](#))

mirot	<i>Myrtus communis</i>
zarzaparrilla	<i>Smilax aspera</i>

Y otras especies arbóreas como: (Tabla 28)

Tabla 28. Especies arbóreas de Marmolejo

(Fuente: [elaboración propia](#))

quejigo	<i>Quercus faginea</i>
alcornoque	<i>Quercus suber</i>
coscoja	<i>Quercus coccifera</i>
lentisco	<i>Pistacia lentiscus</i>

Especies arbustivas características: (Tabla 29)

Tabla 29. Especies arbustivas de marmolejo

(Fuente: [elaboración propia](#))

helechos	<i>Filicopsida</i>
cantueso	<i>Lavanda stoechas</i>
romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>
tomillos	<i>Thymus sp</i>

A los márgenes de los ríos que recorren el término municipal de Marmolejo podemos encontrar el característico bosque de galería. La vegetación se dispone lo más próxima posible al agua, y podemos encontrar las siguientes formaciones: chopos, zarsas, sauces, fresnos, tarais, carrizos, etc.

Dentro de la fauna, En Marmolejo, existe, gran variabilidad en cuanto a la fauna de la zona destacando:

- Rapaces: (Tabla 30)

Tabla 30. Rapaces

(Fuente: [elaboración propia](#))

Águila real	<i>Aquila chrysaetos</i>
Calzada	<i>Hieratus pennatus</i>
Culebrera	<i>Circaetus gallicus</i>
Milano negro	<i>Milvus migrans</i>
Cernícalo primilla	<i>Falco naumanni</i>

- Entre los mamíferos destacan: (Tabla 31)

Tabla 31. Mamíferos
(Fuente: [elaboración propia](#))

lince ibérico	<i>Lynx pardina</i>
nutria	<i>Lutra lutra</i>
meloncillo	<i>Herpestes ichneumon</i>
zorro	<i>Vulpes vulpes</i>
comadreja	<i>Mustela nivalis</i>
garduña	<i>Martes foina</i>
gineta	<i>Genetta genetta</i>
tejón	<i>Meles meles</i>
gato montes	<i>Felis sylvestris</i>

- Reptiles: (Tabla 32)

Tabla 32. Reptiles
(Fuente: [elaboración propia](#))

lagarto ocelado	<i>Lacerta lepida</i>
lagartija colilarga	<i>Psammmodromus algirus</i>
culebrilla ciega	<i>Blanus cinereus</i>
culebra lisa meridional	<i>Coronella girondica</i>
víbora hocicuda	<i>Vipera latastei</i>

- Peces y anfibios: (Tabla 33)

Tabla 33. Peces y anfibios
(Fuente: [elaboración propia](#))

bogardilla	<i>Iberocypris palaciosi</i>
barbo gitano	<i>Barbus sclateri</i>
boga de río	<i>Chondrostoma polylepis</i>
rana común	<i>Rana perezi</i>
sapo común	<i>Bufo bufo</i>
tritón ibérico	<i>Triturus boscai</i>

- Aves acuáticas del embalse de Marmolejo: (Tabla 34)

Tabla 34. Aves acuáticas

(Fuente: [elaboración propia](#))

garza imperial	<i>Area purpurea</i>
avetorillo	<i>Ixobrychus minutus</i>
Martinete	<i>Nycticorax nycticorax</i>
aguilucho lagunero	<i>Circus aeruginosus</i>

La actividad económica principal, es la caza mayor; complementándose con la ganadería intensiva de ganado bovino y toro de lidia.

Esta zona, es la antesala de la campiña del Valle del Guadalquivir, integra el entorno en el que se han asentado las localidades de Andújar y Marmolejo. En ella, se desarrolla una intensa actividad del sector primario: ganadería y agricultura extensiva. El sector secundario, está experimentando una recuperación, tras la desaparición de la minería y la crisis de la industria del automóvil. El sector servicios está expandiéndose.

El Valle del Guadalquivir, presenta una agricultura intensiva muy avanzada, con una buena infraestructura para el regadío, capaz de adaptarse a las fluctuaciones económicas del país.

La red hidrográfica la compone el río Guadalquivir con un trazado meandriforme y por sus afluentes más importantes que son el Yeguas y el Jándula. Los afluentes por el norte presentan también un trazado meandriforme poco evolucionado y con diferencias de cotas que superan los 400 metros.

La población de la zona tiene una distribución muy irregular, en las sierras se encuentran las fincas de recreo y en las campiñas los núcleos urbanos.

La red de carreteras es densa, compuesta principalmente por la Autovía del sur, red de carreteras locales y una gran cantidad de pistas y caminos que pueden ser transitados en coche y que permiten acceder a las explotaciones agrícolas y ganaderas.

8.2.5 *Geología del Valle del Guadalquivir*

Esta zona, se ubica en el extremo oriental del Batolito de los Pedroches, incluyendo el sector oriental del Plutón de Cardeña-Virgen de la Cabeza y la apófisis de

la Centenera; los materiales del “culm” de Los Pedroches en los que intruye; y separados a su vez por fallas, los sedimentos mesozoicos de la Meseta y materiales Cenozoicos del Valle del Guadalquivir. La naturaleza de las rocas es muy variada. Rocas ígneas, que intruyen sobre rocas paleozoicas y ambas se comportan como un zócalo rígido.

El batolito de los Pedroches se extiende dirección ONO-ESE, es una unidad ígnea intruida en el Carbonífero Superior cerca del límite entre la zona Centroibérica y Ossa-Morena del Macizo Ibérico. Intruye en formaciones metasedimentarias, de edad Paleozoico inferior-medio, y sobre todo, en formaciones carboníferas que constituyen el relleno de una cuenca sin-orogénica (Cuenca de los Pedroches). El Batolito de los Pedroches, supone un afloramiento con una anchura que varía entre los 8-30 kilómetros y una extensión de más de 200 kilómetros, formando una alineación plutónica que se extiende otros 100 kilómetros internándose en Portugal. Hacia el ESE, el batolito desaparece recubierto por depósitos terciarios de la Cuenca del Guadalquivir.

La parte visible del Batolito, presenta una geometría lenticular, alargada en dirección ONO-ESE, cuyo extremo oriental tiende a orientarse en sentido E-O.

Debido a la actividad tectónica tardivarisca y alpina, el tercio oriental de la hoja 904 se encuentra recubierta de materiales del mesozoico y cenozoico, superpuestos y discordantes sobre materiales paleozoicos. (Figuras 66-67)

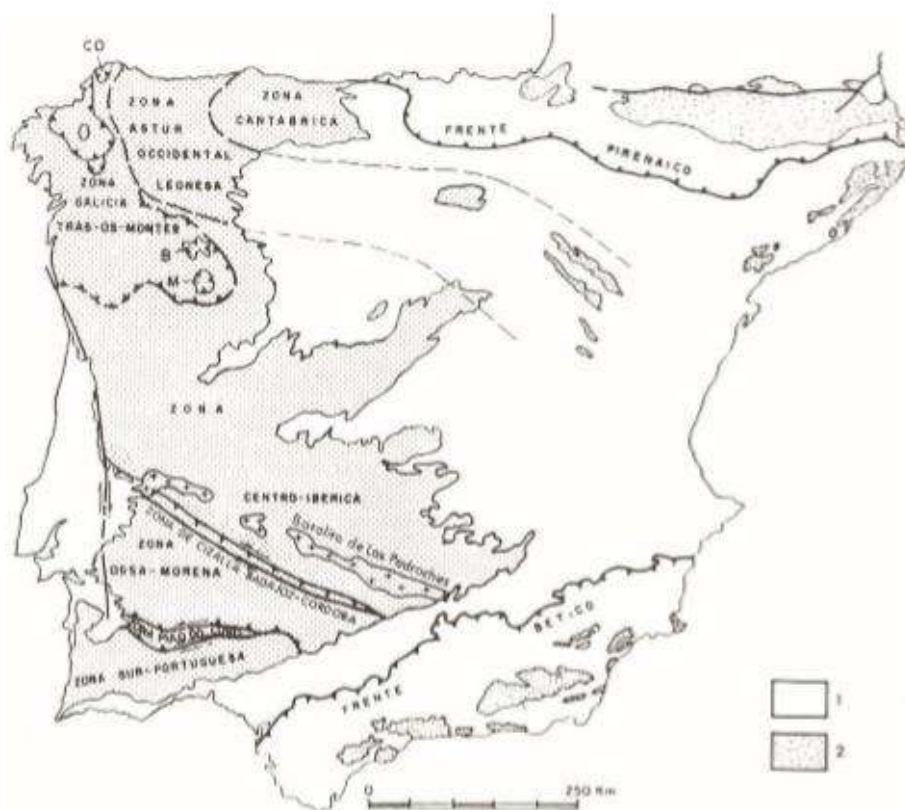


Figura 66.Zona del Macizo Ibérico con la localización del Batolito de los Pedroches

(Fuente: [info.igme](http://info.igme.es))

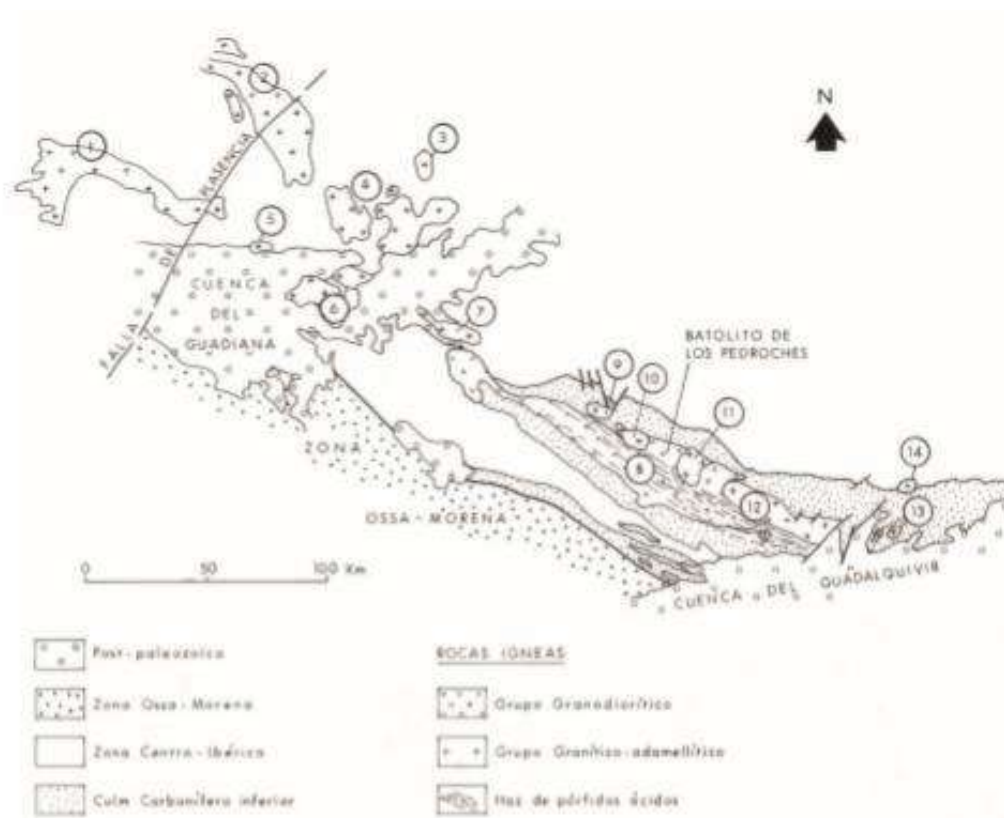


Figura 67. Esquema cartográfico del Batolito de los Pedroches

(Fuente: [info.igme](http://info.igme.es))

8.2.6 Estudio Geológico de Marmolejo

En el término municipal de Marmolejo pueden distinguirse dos áreas bien diferentes desde un punto de vista geológico: Sierra Morena y el Valle del Guadalquivir al sur. La Sierra Morena se presenta como una zona de relieve alomado típico, topográficamente más elevada, con cotas por encima de los 300 metros, entre las que destacan los vértices Cerrejón (659 metros) y Colodro (705 metros).

Esta parte septentrional corresponde a materiales paleozoicos del Macizo Ibérico compuestos principalmente por pizarras, areniscas y cuarcitas del Carbonífero (con una edad aproximadamente entre 350 y 320 millones de años). También hay granitos en las proximidades de la ermita San José y en el extremo más septentrional del término en el cerro Benitas. El granito procede de la consolidación por enfriamiento en el interior de

la corteza terrestre de un magma fluido, que se encontraría inicialmente, antes de su solidificación, a temperatura muy alta, generalmente de más de 800 grados centígrados.

Alrededor del granito, en la denominada aureola de contacto, hay corneas, esquistos y filitas metamórficas. La aureola de contacto se debe al calentamiento producido durante la intrusión del granito. Este intercambio de calor con las rocas encajantes que rodean al granito conduce a la transformación de su aspecto y frecuentemente a la aparición de nuevos minerales, en un proceso geológico denominado metamorfismo, formándose rocas denominadas corneanas.

En la parte meridional del término, que corresponde al valle del Guadalquivir, con un relieve llano se encuentran materiales triásicos (con una antigüedad de unos 210 a 240 millones de años), principalmente conglomerados y areniscas de color rojo muy característico. Por último, en cuanto a tipos de rocas dentro del valle del Guadalquivir, destacan las margas arcillosas de color amarillento del Mioceno superior y los conglomerados y arenas del Cuaternario, depositadas en los 10 últimos millones de años. La dinámica fluvial da lugar a la aparición de superficies planas en los márgenes de los ríos denominadas terrazas. En este sector del valle del Guadalquivir hay que señalar la existencia de cuatro terrazas a distintos niveles. Marmolejo concretamente se asienta sobre la tercera terraza. Esta terraza situada unos 45 a 50 metros por encima del cauce del río, forma una extensa planicie construida básicamente sobre las margas arcillosas del Mioceno superior.

Desde el punto de vista de la Geología Aplicada destaca la existencia de algunas canteras para la extracción de áridos como la existente al oeste de Marmolejo, en la carretera hacia Cárdena muy cerca del puente sobre el río Guadalquivir, y algunas graveras explotadas en los valles del río Yeguas y Jándula. También hay algunos indicios de pequeña importancia de mineral de plomo (galena) y de cobre (calcopirita y malaquita) en relación con filoncillos encajados en el granito al sur de la ermita de San José.

8.2.7 *Climatología*

En esta zona, se ubican 8 estaciones meteorológicas, todas ellas distribuidas en los márgenes del río Guadalquivir, a excepción de una que se encuentra en el embalse de Encinarejo. (Tabla 35)

Los valores medios anuales correspondientes a la Evotranspiración potencial (ETP), se sitúan entre los 800-1000 mm.

Tabla 35. Estación meteorológica de marmolejo

(Fuente: [aemet](#))

ESTACIÓN	NOMBRE	PERIODO	TIPO	COTA	Pp media	T media
5282	Espeluy	1961-03	P	280	471	—
5294	Villanueva de la Reina	1961-98	P	220	477	—
5295	Villanueva de la Reina "Casa Grande"	1968-83	TP	260	514	16,7
5298	Andújar	1961-93	P	212	471	—
5298C	Andújar "Explotaciones forestales"	1983-03	TP	200	546	17,1
5322	Pantano de Encinarejo	1967-98	TP	280	562	16,7
5325	Marmolejo "Central"	1969-03	P	200	560	—
5326	Marmolejo	1961-84	TP	245	615	17,3

Figura 68. Estación meteorológica de Marmolejo

Marmolejo, se encuentra bajo el dominio del clima continental, el cual se caracteriza por veranos despejados, muy calurosos y áridos; inviernos fríos y nublados.

Existe amplia amplitud térmica ya que las temperaturas varían desde los 3 °C a los 37 °C, aunque alguna vez se ha bajado por debajo de 0 °C o se ha subido por encima de los 40 °C. [33]

- Temperatura (Figura 69)

Como se indicaba anteriormente, la temporada calurosa, se corresponde con los meses de verano principalmente desde junio hasta septiembre; alcanzando una temperatura media de unos 32 °C.

La temporada fría, englobaría los meses de noviembre hasta marzo, con una temperatura media de unos 18 °C.

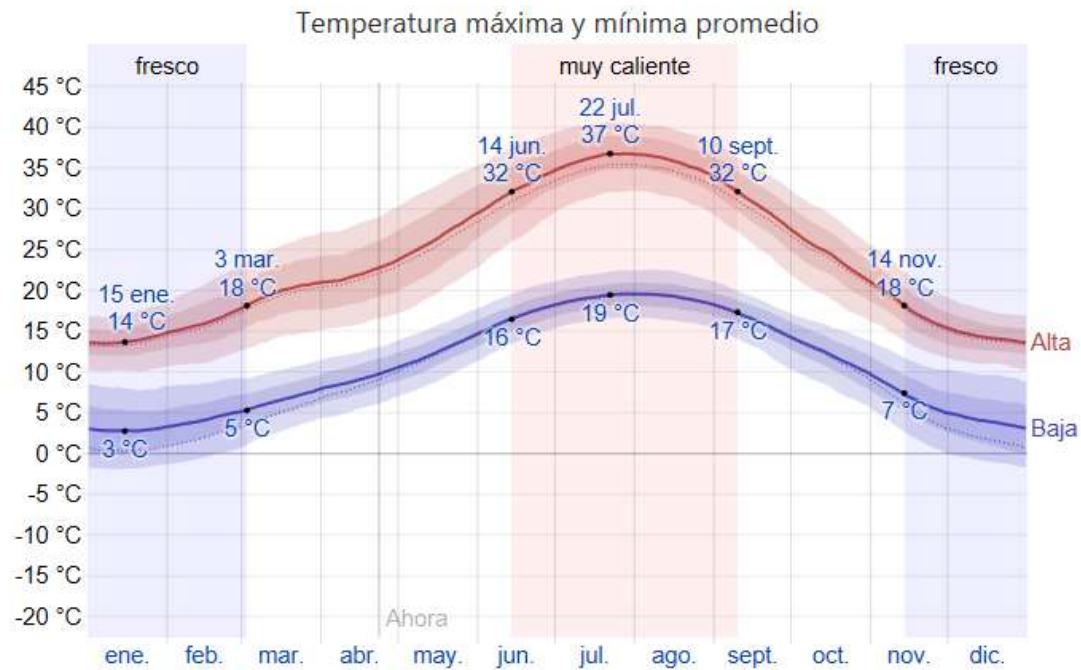


Figura 69. Temperatura máxima y mínima

(Fuente: [aemet](#))

- Precipitaciones (Figura 70)

La mayor cantidad de precipitaciones se concentran en los meses de septiembre a mayo, siendo octubre el mes con mayor cantidad. Con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de unos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 3 de noviembre, con una acumulación total de 59 milímetros.

La temporada más seca, se corresponde con los meses de junio a septiembre. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 29 de julio, con una acumulación total promedio de 2 milímetros.

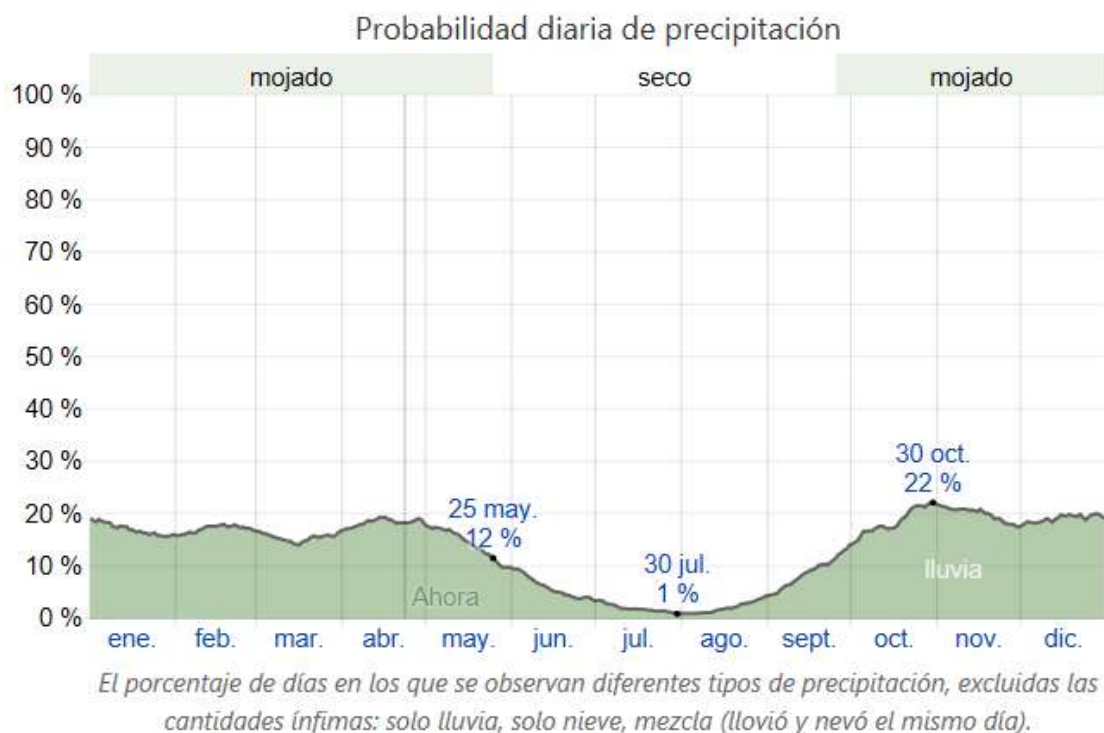


Figura 70. Probabilidad de precipitación

(Fuente: [aemet](#))

- Sol (Figura 71)

La duración de luz diurna varía durante el año. El día más corto es el 21 de diciembre con unas 9 horas y media aproximadamente y el día más largo el 20 de junio con casi 15 horas de sol.



Figura 71. Horas de luz natural

(Fuente: [aemet](#))

- Humedad (Figura 72)

La humedad la medimos a través del punto de rocío, cuando los puntos de rocío son más bajos se siente mayor sequedad y cuando son mayores se siente mayor humedad en el ambiente. Hay que destacar que varía notablemente entre el día y la noche.

En Marmolejo, ese porcentaje oscila en torno al 1% aproximadamente.

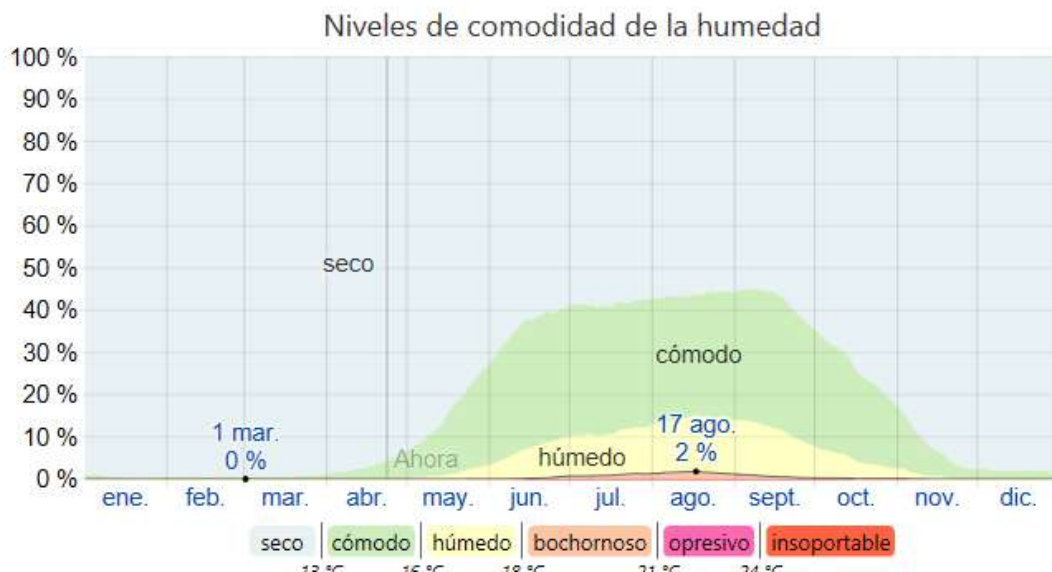


Figura 72. Niveles de humedad

(Fuente: [aemet](#))

- Viento (Figura 73)

El viento depende de la topografía local, de la velocidad y dirección del viento, entre otros factores.

La época con más viento se corresponde con los meses de octubre a mayo, con una velocidad media de 11 km/hora. El resto de meses la velocidad media del viento se mantiene en torno a 9 km/hora.

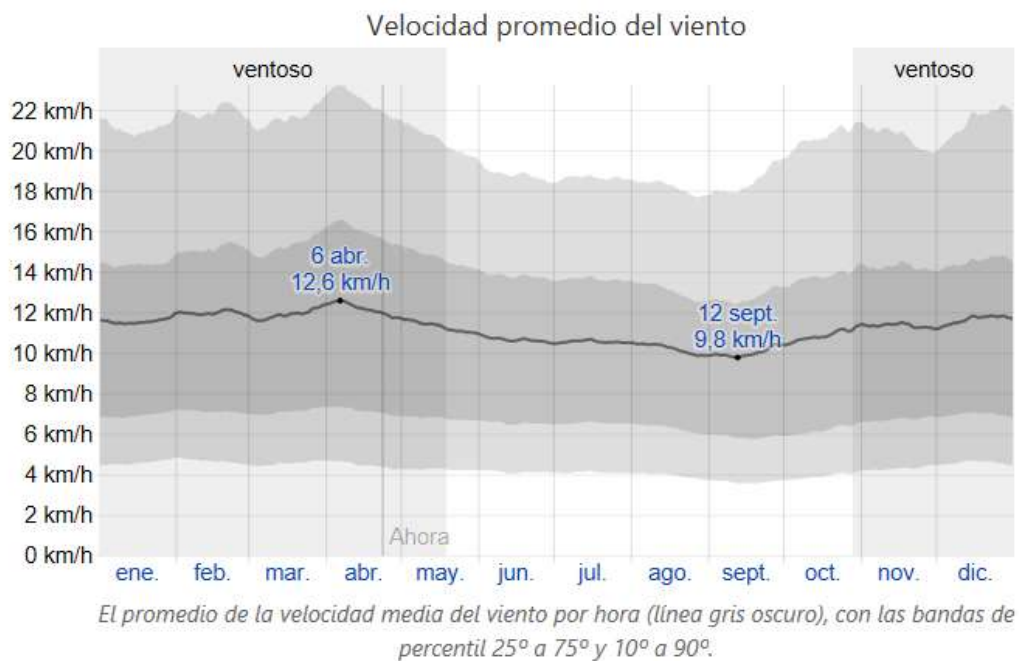


Figura 73. Promedio de viento

(Fuente: [aemet](#))

8.2.8 Hidrogeología superficial

La zona de estudio, se encuentra dentro de la Cuenca del Guadalquivir. Por el margen derecho, desemboca el río Jándula y en la zona noroccidental encontramos el río Yeguas. En la mitad oriental, aparecen las cuencas del Arroyo Escobar y Arroyo de Fresneda. En su margen izquierdo está el arroyo Salado, que desemboca en el río Guadalquivir en su parte más suroriental. (Figura 74)



Figura 74. Hidrología superficial

(Fuente: [villademarmolejo](#))

El trazado del río Guadalquivir es meandriforme, característico de su curso medio, encajado en sus propios aluviones. Encontramos también el pequeño embalse de Marmolejo de unos 12,8 Hm³, empleado como regulador general.

8.2.9 Materiales Hidrogeológicos

Los principales materiales permeables, son: areniscas y conglomerados del triásico, arenas y calcarenitas del Mioceno superior y las terrazas aluviales del río Guadalquivir.

También encontramos pequeños acuíferos constituidos por materiales alterados de las rocas ígneas y pequeños manantiales asociados a zonas fracturadas tanto de rocas metamórficas como ígneas. (Tabla 36)

Tabla 36. Acuíferos

(Fuente: [info.igme](http://info.igme.es))

CÓDIGO IGME	TIPO*	TOPONIMIA	COTA	CAUDAL (L/s)	PROF.	ACUÍFERO
183610001	S	Valle Centenera	645	—	60	Grauvacas y pizarras
183620001	M	Pilar del Madroño	312	0,1	—	Rocas plutónicas
183630015	S	Cjo. San Francisco	280	—	75	Rumblar
183630016	S	Áridos Checa	330	—	66	Rocas plutónicas
183630019	S	La Aldehuela	280	—	65	Rumblar
183640007	S	Casería de La Salceda	330	—	226	Rumblar
183640009	S	Finca Santa Elvira	305	—	106	Rumblar
183640030	S	Casería del Ciprés	356	—	226	Rumblar
183640031	M	Nacimiento del Gorgojil	658	1	—	Conglomerados del Mioceno superior
183640040	S	Cjo. Morillo	305	—	39	Rumblar
183640043	S	Palomeros	335	—	68	Rumblar
183640059	S	Casilla de los Álamos	303	—	200	Rumblar
183650001	M	Fuente del cjo. del Bañero	220	3	—	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183650009	PG	Zanjuelos	240	—	14,80	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183650014	G	Huerta de la Arropera	200	8	—	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183650018	P	Cjo. de Villalba	196	—	9,55	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183650039	S	Plásticos UTISA	240	—	128	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183650044	P	Marqués de la Merced	196	—	9,35	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183650045	Pz	Piezómetro ENRESA	196	—	—	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183650047	M	Torrecillas	200	0,1	—	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183650048	P	La Ropera	194	—	7,60	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183660004	M	Fuente la Verona	210	0,5	—	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183660014	M	Fuente del Cubo	200	0,2	—	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183660022	PG	Fca. Los Gatos	200	—	7.60	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183660035	P	La Lagunilla	201	—	10,1	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas

CÓDIGO IGME	TIPO*	TOPONIMIA	COTA	CAUDAL (L/s)	PROF.	ACUÍFERO
183660037	P	Vega del Sotillo	196	—	9,5	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183660039	P	Mencalíz	208	—	8,6	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183670018	S	Pino Gordo	287	—	79	Rumblar
183670028	P	Baños de Fuente de la Encina	235	—	20	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183670048	P	Cjo. Conejeros	210	—		Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183670050	M	Los Villares	206	2	—	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183670051	PG	Los Villares	211	—	8	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183670053	P	Vega de los Villares	206	—	10	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183670058	P	Conde de la Gracia Real	209	—	10	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183670061	P	Huerta de los Santos	205	—	12	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183670062	S		205	—	301	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183680004	M	Molino de Angulo	250	1	—	Rumblar
183680016	M	Granja del Carmen	280	1	—	Rumblar
183680023	M	La Nestrosa	260	0,5	—	Rumblar
183680033	S	Cjo. los Pinos	302	—	54	Rumblar
183680039	PG	Abto. Villanueva de la Reina	280		14	Rumblar
183680041	M	Casa Barquero	220	8	—	Rumblar
183680059	S	Ayo Palomeros	295	—	80	Rumblar
183680063	S	Casería de Santa Bárbara	285	—	60	Rumblar
183680071	S	Espeluy 2	300	—	155	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183680072	S	Las Tobas III	300	—	132	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183680074	Pz	05.25.02	257	—	60	Rumblar
183680087	S	Casa del Romeral	280	—		Aluvial del Guadalquivir. Terrazas altas
183680089	P	La Vaquería	222	—	12	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas
183680091	P	El Rincón	218	—	14	Aluvial del Guadalquivir. Terrazas bajas

8.2.10 Alternativas

Previo a la instalación de la Planta de Gestión y Valoración de RCD, se analizó las posibles alternativas de situación en el término municipal de Marmolejo, teniendo en cuenta diferentes aspectos como: posibilidad de acceso a la parcela, tipo de suelo, cercanía a proveedores, etc.

Para estudiar estas alternativas con el fin de mejorar la situación, el desarrollo de la actividad o minimizar las posibles afecciones que puedan producirse en el medio, se han tenido en cuenta incidencias:

- Medioambientales: La ubicación de la planta en una zona no degradada, donde no se han realizado actividades extractivas, así como la cercanía de actividades industriales, atenúan las incidencias ambientales y las posibles afecciones que podría producir dicha planta.
- Socio-económicas: La implantación de la citada actuación en otro lugar, provocaría mayores afecciones al medio e incidencias en la población. Sobre todo, si su implantación se hace en lugares próximos a las viviendas.
- Accesos: La parcela presenta adecuados accesos, no siendo necesaria la construcción de nuevas vías de acceso y caminos, lo que juega en contra de otras alternativas de ubicación.
- Localización: La parcela no se encuentra dentro de ningún enclave medioambiental protegido. Tampoco existen núcleos de viviendas próximos a la zona de ubicación de la planta, es por ello por lo que se considera adecuada su localización. Además de ello, teniendo en cuenta el *Real Decreto 105/2008* se optará preferiblemente por la instalación en una ubicación susceptible de restauración.

Tras las consultas realizadas a la Consejería de Medio Ambientes y al Ayuntamiento de Marmolejo para una ubicación adecuada de la planta y una vez estudiados todos los aspectos a tener en cuenta por parte de las administraciones, se concluyó que dicha ubicación era la idónea para dicha actividad.

8.2.11 *Descripción de la planta: gestión y valorización de RCD*

El proceso de tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición propuesto se basa en los siguientes pasos:

- TRATAMIENTO PRIMARIO: MACHACADORA DE MÁNDÍBULAS
- CRIBA
- SELECCIÓN DE PARTÍCULAS METÁLICAS

Se prevé que la mayoría de los camiones admitidos en la instalación transporte RCD (Residuos de Construcción y Demolición) pudiendo realizar una primera selección manual de los materiales voluminosos que contenga (muebles, enseres de diferentes características, etc.)

Posteriormente, se realizará un manual cribado previo del material recepcionado. La operación de precibado tiene por objeto aumentar el porcentaje de residuos susceptible de reciclaje, mediante la retirada de voluminosos y de impurezas de gran tamaño.

Por último, se alimentará la línea de tratamiento, obteniéndose una fracción de árido fino, otra gruesa y una serie de materiales valorizables (papel, plásticos, férricos, etc.)

Todo este proceso favorece el desarrollo económico dentro de esta nueva industria medioambiental con una importante generación de empleo directo e indirecto.

La gestión completa del residuo se realizaría a partir del segundo año de la instalación de la actividad, aunque todas las medidas correctoras serán ejecutadas con anterioridad. Con un horizonte máximo de 2 años se instalará la línea de limpieza de clasificación.

8.2.12 *Elementos que componen la planta*

Elementos de la Planta de Reciclaje de Escombros:

- Trómel móvil de cribado: trituradora de mandíbulas
- Criba móvil con cintas transportadoras.
- Instalaciones fijas
- Línea de clasificación y recuperación.
- Área de almacenaje y acondicionamiento.
- Cerramiento.
- Maquinaria fija y móvil.
- Obra civil de instalaciones
- Suministro eléctrico (grupo electrógeno)
- Accesos y urbanización de la parcela
- Nave para albergar el equipo de tratamiento
- Balsa de lixiviados

8.2.13 *Obras complementarias para la instalación de la planta*

- Acondicionamiento de accesos- La superficie objeto de explotación no requiere la construcción de nuevas vías de accesos y caminos ya que se encuentran acondicionados para el paso de camiones. Las actuaciones proyectadas sobre el terreno, previas a la instalación de la planta, consisten en la mejora de la base, así como el vallado de la parcela.
- Movimiento de tierras- Solo se va a proceder al acondicionamiento y regulación del terreno existente: desbroce, nivelación del terreno, compactación, extender una capa de arcilla en la zona de acopio de RCD bruto para conseguir así la impermeabilización del contacto y facilitar el drenaje de las aguas pluviales filtrantes hacia la

- balsa de lixiviados evitando la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, extender capa de zahorra artificial y compactarla, cimentación para la nave y caseta de usos múltiples prefabricada.
- Drenaje de pluviales- Las aguas pluviales que caigan en la parcela, serán recogidas por gravedad, mediante sistemas de cunetas perimetrales, de modo que se impida tanto la entrada de agua de escorrentía como la salida de ella de la parcela.
- Plataformas y viales- Se acondicionará el terreno para la instalación de báscula de pesaje y edificio multiusos. La urbanización de la zona de acceso y viales consistirá en base granular de zahorra artificial, realizada con medios mecánicos en tongadas de 20 cm, comprendiendo extendido, regado y compactado al 98% PM.
- Zona almacenamiento- Se delimitará impermeabilizando el suelo, con arcillas altamente compactadas con el coeficiente de permeabilidad de $K \leq 10^{-7}$ m/seg. El lixiviado producido en la zona de acopio de material bruto, será transportado mediante gravedad a la balsa de decantación- evaporación presente en la parcela.
- Balsa de lixiviados- se instalará en la parcela y almacenará los posibles lixiviados que se produzcan en la zona definida como acopio de material bruto o mixto, se encontrará debidamente impermeabilizada y definida. Tendrá una capacidad de 143 m^3 , su diseño, se realizará de tal manera que facilite la evaporación de los lixiviados, no teniendo una profundidad mayor a 1 metro. Y ubicándose en una zona próxima a la zona de acopio de los materiales sucios.
- Instalación de suministro de combustible- Para atender la demanda de gasóleo de la maquinaria se dispondrá de un depósito enterrado de 10.000 litros de capacidad.

- 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.
- Instalaciones eléctricas- Se tomará la energía eléctrica de un grupo electrógeno, en forma de corriente alterna trifásica de 220/380 V y 50 Hz.

8.2.14 *Actividad de la planta*

- **Entrada de materiales-** El control de los residuos recibidos, su limpieza, procedencia y tipo determinan las características que hay que modificar y la consiguiente sucesión de tratamiento que debe recibir. Además, existe una serie de normativas que definen la admisión de residuos y restringen sus posibilidades de proceso para su empleo posterior. La entrada de materiales y su almacenamiento implica unas medidas de inspección visual y verificación de la composición para la admisión del residuo y la adopción del mejor tratamiento.
- **-Clasificación de los materiales-** La clasificación de los materiales a la llegada y su acopio diferenciado permiten agilizar la gestión de cada tipo de producto, asignando las etapas necesarias para conseguir los parámetros de calidad esperados en el producto. Esta consideración se realiza según la clase de residuo, pero también se pueden incorporar criterios de limpieza y tamaño.
- **-Recuperación y separación-** Separación de las distintas fracciones donde se emplean cribas vibratorias o rotativas y sistemas neumáticos, según características del flujo y el material que se desea separar, mientras que la mejor opción para la retirada de residuos reciclables es la selección manual sobre plataforma.
- **-Reducción-** Los equipos de trituración y molido se definen por la calidad de los materiales alimentados. En el caso de escombros se utilizan preferentemente machacadoras de mandíbulas. La rotura de grandes volúmenes de RCD exige una maquinaria específica de cizalladura. Una trituradora de impacto permite procesar escombros con tamaño variable y permite conseguir una mejor adaptación a la curva granulométrica deseada para el producto resultante.
- **-División del material-** La distribución de las clases de material favorece la gestión de tratamiento, incrementando los niveles de calidad del producto y la rentabilidad de los procesos. El almacenaje de un material

debe considerar por un lado el manejo de los volúmenes acopiados y por otro evitar la mezcla de los distintos tipos. El depósito en explanadas no impide la dispersión, pero permite almacenar grandes volúmenes. En caso del acopio de productos puede ser imprescindible el empleo de cajones para mantener la calidad del producto.

- -Transporte del material- Los equipos destinados al transporte suelen ser cintas transportadoras con banda de goma acanalada, más apropiada para el flujo de materiales granulados. Estos elementos tienen una gran facilidad de ubicación sobre el terreno, a lo que se une la posibilidad de realizar montajes articulados con cintas giratorias. La conexión del flujo entre distintos equipos se realiza mediante cintas para garantizar la continuidad con maquinaria autónoma.
- -Tráfico de vehículos- Dadas las características de la planta, los materiales tratados y la implantación de los procesos, existe un tráfico que incluye la maquinaria pesada de trasiego de materiales y a los vehículos de transporte. La organización de la planta debe incluir un control efectivo de la circulación mediante la definición de viales de tránsito entre las zonas de acopio, vertido, acceso y el parque de equipos, y la pertinente señalización vertical.
- -Limpieza de vehículos y de la planta- El tráfico de vehículos desde la planta presenta unas condiciones de suciedad, debidas a las características de los materiales y al tratamiento que reciben que puede ser necesario controlar y evitar el ensuciamiento de la red pública de carreteras. La limpieza de las ruedas en una cuenca de agua y la ducha de los camiones podría suponer una instalación adicional, en caso de necesidad.
- -Material recuperado- Al final del proceso de tratamiento, a fin de controlar los parámetros del producto que son la pureza, la composición y la granulometría, se puede añadir una estación clasificadora del material recuperado que produce cuatro fracciones, con corte de

materiales a 8 mm, 25 mm y 40 mm. Estos materiales son acopiados de forma diferenciada en espera de su posterior expedición.

8.2.15 *Elementos contaminantes*

Técnicamente el impacto sobre el entorno tiene su origen en una causa, que puede ser en nuestro caso un proyecto de desarrollo, que genera una perturbación (alteración) positiva o negativa a los componentes del medio ambiente y cuyo impacto se comprende mediante la valoración de la afectación.

Dicha afectación se cuantifica y cualifica en el área de influencia donde se desarrolle el proyecto de desarrollo, sobre: la función ecológica que cumplen los elementos naturales y percepción del paisaje; las infraestructuras, las estructuras civiles y el uso, ocupación del territorio; los elementos de los componentes de las dimensiones económica y social y ; los rasgos y patrimonio cultural de la población humana asentada en el lugar.

Es necesario reutilizar y reciclar ya que así los productos no contaminarían ya que tienen elementos contaminantes que perjudican seriamente al medio ambiente, esto al no disponer de depósitos específicos para la reutilización son depositados en los vertederos, cuyo tratamiento no es el adecuado para la posible reutilización.

8.2.16 *Atmósfera*

Las emisiones a la atmosfera se encuentran incluidas en el Decreto 74/96, de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Calidad del Aire, como actividad potencialmente contaminadora de la atmosfera.

“La constante degradación del aire es una de las preocupaciones sobre las que debe girar la acción de las Administraciones Públicas en materia de protección del medio ambiente.

En el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía, la aprobación de la Ley 7/1994, de 18 de mayo de Protección Ambiental ha supuesto la incorporación de instrumentos jurídicos que intentarán facilitar la reducción a las mínimas dimensiones de la problemática del deterioro atmosférico. La Disposición Final Segunda de la Ley autoriza al Consejo de Gobierno para dictar las Disposiciones necesarias para la ejecución y desarrollo de la misma. Asimismo, el artículo 13.3 del Estatuto de Autonomía de Andalucía determina las competencias de la Comunidad Autónoma en materia de régimen local, constituyéndose este principio competencial en el fundamento de las Disposiciones del presente Reglamento referidas a la intervención de la Administración Local en las cuestiones derivadas de la calidad del aire.”

En su Artículo 1. Objeto:

“El objeto del presente Reglamento es el desarrollo de los preceptos de la Ley 7/1.994 de 18 de mayo de Protección Ambiental en materia de calidad del aire para prevenir, corregir y vigilar las situaciones de contaminación atmosférica, cualquiera que fueren las causas que la produzcan.”

La maquinaria de obra estará homologada según el Real Decreto 245/1989, de 27 de febrero, que regula los niveles de emisión de ruidos de la maquinaria de obra.

La instalación no cuenta con ningún foco canalizado, pero si con un foco no canalizado, siendo la planta de tratamiento el foco evaluado junto a sus acopios generados y el tránsito de vehículos a descargar. En el Decreto 74/96, de 20 de febrero, se expone:

“La acción en cuanto a los focos de emisiones contaminantes se centra en la obligación de los titulares de actividades especificadas, de instalar instrumentos de medición, cuyos datos se sistematizarán en los Servicios Centrales de la Agencia de Medio Ambiente. Esta labor se verá materializada en la Red de Vigilancia y Control de

la Contaminación Atmosférica de Andalucía, formada por estaciones sensoras de titularidad pública y privada.”

-Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera- Grupo B, 2.2.2- Se corresponde con las instalaciones de tratamiento de piedras, guijarros y otros productos minerales (machaqueo, desmenuzado, triturado, pulverizado, molienda, tamizado, cribado, mezclado, limpiado, ensecado), cuando la capacidad es superior a 200.000 toneladas anuales, o para cualquier capacidad cuando la instalación se encuentre a menos de 500 m de un núcleo de población.

-Codificación- foco 1.

La metodología a aplicar para la determinación y el control de las emisiones no canalizadas de partículas por las actividades potencialmente contaminadoras de la atmosfera, es la establecida en el Decreto 151/2006, de 25 de Julio.

En su Artículo 1. Objeto:

“La presente norma tiene por objeto el establecimiento de los valores límite de las emisiones no canalizadas de partículas por las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera previstas en el Decreto 74/1996, de 20 de febrero, por el que se aprueba el reglamento de la calidad del aire, así como de la metodología a aplicar para la inspección y control de estas emisiones.”

Las mediciones se realizarán con una periodicidad de 3 años y exclusivamente en época estival (MAYO-SEPTIEMBRE).

Los controles externos serán realizados en todos los casos por Entidad Colaboradora de la Consejería de Medio Ambiente (ECCMA) bajo la responsabilidad del titular.

Cualquier superación de los parámetros limitados en la Autorización Ambiental Unificada que se detecte en cualquier de los controles o cualquier avería producida en las instalaciones de depuración o cualquier desviación que se produzca y que influya sobre la calidad del medio ambiente deberá ser informada a la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente de Jaén, en un plazo no superior a 24 horas.

Será del mismo modo preceptivo comprobar que los camiones que transporte tierra, áridos u otro material que genere polvo, dispongan de un toldo de loneta, que impida la emisión de polvo al aire.

Las emisiones gaseosas producidas por la combustión en la maquinaria de obras y vehículos de transporte ocasionaran también, de forma temporal y reversible, impacto sobre la calidad del aire. Los contaminantes principales serán monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos (HC), Óxidos de nitrógeno (NOx), Plomo (Pb) y dióxido de azufre (SO2).

Para evitar emisiones difusas de partículas se tomarán medidas preventivas estables tales como, riegos sistemáticos, vados de agua para el lavado de ruedas, equipos dotados de sistemas captadores de polvo en los apilamientos mediante barreras físicas, aspersores, sistemas de aspiración.

Se dispondrá de un sistema de riego para regar las superficies donde exista mayor riesgo de producir polvo.

8.2.17 *Ruido*

La maquinaria de explotación cumplirá lo denominado en el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regula las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

Artículo 1. Objeto

“El presente Real Decreto tiene por objeto establecer las normas sobre emisiones sonoras en el entorno, debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, de acuerdo con lo estipulado en la Directiva 2000/14/CE del Consejo y del Parlamento Europeo, de 8 de mayo, con el fin de contribuir a facilitar el funcionamiento del mercado interior en la Unión Europea y a proteger la salud y el bienestar de las personas.”

Los focos principales de emisión de ruido son los debidos a la maquinaria empleada.

Todos los equipos emisores de ruido estarán diseñados para limitar las emisiones/inmisiones sonoras. En base a los resultados de niveles de emisión que se obtengan en los controles, las medidas correctoras serán convenientemente incrementadas.

Los límites que se imponen son los establecidos en el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía. (Tabla 37)

Tabla 37. Índice acústico de la zona

(Fuente: [boe](#))

Situación de la actividad	Índice acústico	VLE EN FUNCIÓN DEL	
		DIURNO (7-23H)	NOCTURNO (23-7H)
Zonas con actividad industrial o servicio urbano excepto servicios de administración	NEE	75	70

Dada la ubicación de la planta de RCD's y considerando suficiente la distancia entre las instalaciones y los núcleos habitados más próximos, no se estima preciso el establecimiento de medida correctoras adicionales. (Tabla 38)

Tabla 38. Valores límite inmisión

(Fuente: [boe](#))

COMUNIDAD AUTONOMA	VALORES LÍMITES DE INMISION		
ANDALUCIA	Niveles límites de ruido ambiental en fachadas de edificaciones		
	Área de sensibilidad acústica	L _{Aeqd} Día (7-23)	L _{Aeqd} Noche (23-7)
	Tipo I (Área de silencio)	55	40
	Tipo II (Área levemente ruidosa)	55	45
	Tipo III (Área tolerablemente ruidosa)	65	55
	Tipo IV. (Área ruidosa)	70	60
	Tipo V (Área especialmente ruidosa)	75	65

Se realizará una medición acústica en la fase de explotación, dentro del primer año, en el que se determine el Nivel de Emisión de Ruido en el Exterior, así como la definición de las medidas a implantar, cuando los niveles acústicos superen los valores límites establecidos en el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

El estudio acústico, se realizará por el ECCMA en materia de Protección ambiental en el campo de “*contaminación atmosférica producida por cualquier forma de materia o energía*” autorizada para actuar en el ámbito de ruidos y vibraciones conforme al Decreto 12/1999, de 26 enero. Remitiéndose dicho estudio a esta Delegación Provincial.

8.2.18 Residuos

Se entiende como RCD a cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo con la definición de residuo incluida en el artículo 3.a de la Ley 10/998 de 21 de Abril, se haya generado en una obra de construcción o demolición.

Los RCD se clasifican en tres grandes grupos, en función del tipo de vertedero al que se destinan:

- **Residuos inertes:** Es todo aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Residuos especiales:** Todos aquellos residuos que por su naturaleza potencialmente contaminante requieren un tratamiento específico y un control periódico y que están incluidos dentro del ámbito de aplicación de la Directiva 91/689/CE, del 12 de diciembre.
- **Residuos no especiales:** Grupo en el que se incluyen todos los residuos que no se clasifican como residuos inertes o especiales. La mayor parte de los RCD pueden considerarse inertes o cuando menos asimilables a inertes, en tanto que su poder contaminante es relativamente bajo. Sin embargo, su impacto visual es generalmente alto debido al gran volumen que ocupan y al escaso control ambiental ejercido sobre los terrenos sobre los cuales se realiza su vertido o acopio. Así, en líneas generales

sólo se valoriza un 5% de los RCD, mientras que el resto es destinado a vertedero. Por otro lado, también se distinguen dos niveles dentro de los RCDs:

- **RCDs de Nivel I:** Son los residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de estas obras. Se trata, por lo tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
- **RCDs de Nivel II:** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliar y de la implantación de servicios. Para determinar los residuos generados en la obra se distinguirá entre aquellos vinculados a la demolición de elementos existentes y aquellos que se deriven de la propia ejecución de la obra.

La planta de tratamiento de RCD es una actividad potencialmente contaminadora del suelo, encontrándose incluida en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

Clasificación de RCD atendiendo a su tratamiento. Con objeto de facilitar a las Entidades Locales el establecimiento de las correspondientes ordenanzas, el *Decreto 20/2011, de 25 de febrero*, establece las siguientes categorías de RCD:

- Categoría I: Residuos de construcción y demolición, que contienen sustancias peligrosas según se describen en la Lista Europea de Residuos aprobada por *Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero*, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y cuya producción se realice en una obra de construcción y/o demolición.

- Categoría II: Residuos de construcción y demolición sucios, es aquel no seleccionado en origen y que no permite, a priori, una buena valorización al presentarse en forma de mezcla heterogénea de residuos. (Figura 75)
- Categoría III: Residuos inertes de construcción y demolición limpio, es aquel seleccionado en origen y entregado de forma separada, facilitando su valorización, y correspondiente a alguno de los siguientes grupos:

-Hormigones, morteros, piedras y áridos naturales mezclados.

-Ladrillos, azulejos y otros cerámicos.

- Categoría IV: Los residuos comprendidos en esta categoría, serán residuos inertes, adecuados para su uso en obras de restauración, acondicionamiento y relleno o con fines de construcción, y deberán responder a alguna de las siguientes características:

-El rechazo inerte, derivado de procesos de reciclado de residuos de construcción y demolición que, aunque no cumplan con los requisitos establecidos por la legislación sectorial aplicable a determinados materiales de construcción, sean aptos para su uso en obras de restauración, acondicionamiento y relleno.

-Aquellos otros residuos inertes de construcción y demolición cuando sean declarados adecuados para restauración, acondicionamiento y relleno, mediante resolución del órgano competente en materia ambiental de la Junta de Extremadura o del órgano competente en materia de minas cuando la restauración, acondicionamiento y relleno esté relacionada con actividades mineras.

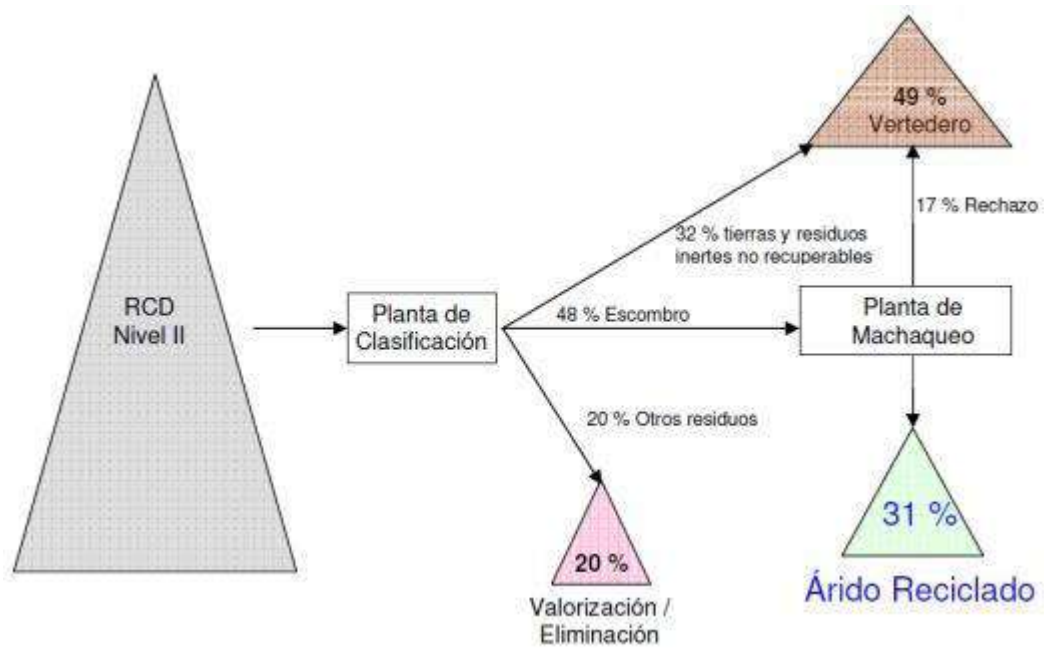


Figura 75. Esquema gestión de RCD

(Fuente: [elaboración propia](#))

8.2.19 Actividades potencialmente contaminantes

Con relación a las materias primas, se trata de escombros, restos de hormigón, materiales refractarios de construcción, materiales pulverulentos procedentes de obras, restos de pavimentos asfálticos, piedras, tierras, arenas y materiales pulverulentos con apariencia física de áridos. (Figura 39)

Tabla 39. Actividades potencialmente contaminantes

38	Recogida, tratamiento y eliminación de residuos; valorización.	Operaciones de valorización y eliminación de residuos incluidas en el ámbito de aplicación de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (anexos I y II) y sus normas de desarrollo. Se exceptúan las instalaciones en las que únicamente se lleven a cabo operaciones R 12 y/o R 13 con residuos de «ropa» (20 01 10) o «papel y cartón» (20 01 01) y la encapsulación, preparación y otro tipo de tratamiento de los residuos nucleares para su almacenamiento.	
45.2	Mantenimiento y reparación de vehículos de motor.	- Cuando existen depósitos enterrados de sustancias peligrosas o - Cuando se consumen pinturas o barnices de base no acuosa en cantidades superiores a 1 ton/año o - Cuando los focos potencialmente contaminantes del suelo se encuentran a la intemperie o sobre suelo no pavimentado.	
45.4	Venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y de sus repuestos y accesorios.	- Cuando existen depósitos enterrados de sustancias peligrosas o - Cuando se consumen pinturas o barnices de base no acuosa en cantidades superiores a 1 ton/año o - Cuando los focos potencialmente contaminantes del suelo se encuentran a la intemperie o sobre suelo no pavimentado - Se exceptúa la venta.	
45.12	Intermediarios del comercio de combustibles, minerales, metales y productos químicos industriales.	Todas las actividades.	

Este tipo de residuos proceden de cualquier tipo de obra tanto en trabajos de demolición, rehabilitación, reforma o nuevas construcciones.

8.2.20 Legislación

8.2.20.1 Marco Europeo

- Directiva 1999/31 “Vertido de Residuos”. OBJETO:

“A fin de cumplir los requisitos de la Directiva 75/442/CEE y, en particular, de sus artículos 3 y 4, el objetivo de la presente Directiva es establecer, mediante rigurosos requisitos técnicos y operativos sobre residuos y vertidos, medidas, procedimientos y orientaciones para impedir o reducir, en la medida de lo posible, los efectos negativos en el medio ambiente del vertido de residuos, en particular la contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas, el suelo y el aire, y del medio ambiente mundial, incluido el efecto invernadero, así como cualquier riesgo derivado para la salud humana, durante todo el ciclo de vida del vertedero.

Por lo que respecta a las características técnicas de los vertederos, la presente Directiva incluye, para los vertederos a los que se aplica la Directiva 96/61/CE, los requisitos técnicos necesarios para plasmar los requisitos generales de esta última. Los requisitos pertinentes de la Directiva 96/61/CE se considerarán cumplidos si lo son los requisitos de esta Directiva.”

- Directiva 1996/61 “Prevención y Control integrados de la Contaminación IPPC”. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN:

“La presente Directiva tiene por objeto la prevención y la reducción integradas de la contaminación procedente de las actividades que figuran en el Anexo I. En ella se establecen medidas para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones de las citadas actividades en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las medidas relativas a los residuos, con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto, sin perjuicio de las disposiciones de la Directiva 85/337/CEE, y de las otras disposiciones comunitarias en la materia.”

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, Producción y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición. OBJETO:

“Este real decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.”

8.2.20.2 Marco Nacional

- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.

OBJETO:

“Obliga a los Estados Miembros a establecer, como instrumento esencial para desarrollar las políticas de residuos, planes de gestión de residuos que den cobertura a todo el territorio geográfico de cada Estado.”

- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN:

“El presente real decreto tiene por objeto desarrollar el régimen jurídico de los traslados de residuos que se realizan en el interior del territorio del Estado, regulado en el artículo 25 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Este real decreto se aplica a los traslados de residuos entre comunidades autónomas para su valorización o eliminación, incluidos los traslados que se producen a instalaciones que realizan operaciones de valorización o eliminación intermedias.”

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. OBJETO:

“Esta Ley tiene por objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos. Tiene asimismo como objeto regular el régimen jurídico de los suelos contaminados.”

- Real Decreto 105 / 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. OBJETO:

“Este real decreto tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con

el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.”

- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2008-2011. (PNRCD)

“La prevención en la generación de residuos es la apuesta de la política de residuos que más beneficios ambientales proporciona, por ello ocupa la primera posición en la jerarquía de residuos y es clave tanto en la Hoja de ruta para avanzar en hacia una Europa Eficiente en el uso de los recursos de la Estrategia 2020 de la Unión Europea, como en la Directiva Marco de Residuos.”

- Real Decreto 1481 / 2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. OBJETO:

“El objeto del presente Real Decreto es el establecimiento de un marco jurídico y técnico adecuado para las actividades de eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, al tiempo que regula las características de éstos y su correcta gestión y explotación, todo ello teniendo en cuenta el principio de jerarquía en la gestión de residuos recogido en el artículo 1.1 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, y con la finalidad de proteger la salud de las personas y el medio ambiente.”

8.2.20.3 MARCO AUTONÓMICO

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.

“Su contenido armoniza el desarrollo reglamentario previsto en la Ley 7/2007, de 9 de julio, con el contexto definido por la liberalización de los servicios impulsada mediante la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso de las actividades de servicios y su ejercicio. A su vez, implica una adaptación a las políticas de gestión de residuos desarrolladas por la normativa específica, aplicando una regulación eficaz y coherente que tiene en cuenta, no sólo la fase de residuo, sino también el ciclo de vida de los materiales y productos.”

- Decreto 397/2010, de 2 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Director Territorial de Residuos No Peligrosos de Andalucía 2010-2019.

“El presente documento propone la estrategia a seguir en Andalucía, en los próximos diez años, en materia de gestión de residuos no peligrosos, adaptándola a las tendencias más actualizadas en relación con la prevención de su producción y dirigiéndola hacia una gestión más

sostenible, con costes razonablemente homogéneos dentro del territorio y con los máximos niveles de protección ambiental. El Plan constituye el marco en el que se establecen las bases que deberán regir la política en materia de residuos no peligrosos en Andalucía hasta el año 2019.”

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

“Esta Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental intenta dar respuesta a las tres dimensiones del concepto de desarrollo sostenible – ambiental, social y económica– superando las originarias normas sectoriales para la protección de un medio ambiente limpio, hoy insuficientes. La sostenibilidad integra aspectos humanos, ambientales, tecnológicos, económicos, sociales, políticos o culturales que deben ponderarse a la hora de proporcionar a la sociedad un marco normativo que se adecue a las nuevas formas de gestión y planificación, tanto públicas como privadas.”

- Decreto 104/00, de Autorizaciones Ambientales de actividades de valorización y eliminación de residuos plásticos agrícolas.

- Decreto 218/99, Aprobación del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos Urbanos.

“Son objetivos concretos del plan potenciar, por este orden, la reducción de los residuos, su reutilización, la recuperación de materiales, su valorización y aprovechamiento y por último la eliminación en vertedero. Las inversiones previstas en el plan ascienden a 69.383 millones de pesetas.”

- Acuerdo 9/3/34, gestión de la zona del Guadalquivir.

“El ámbito de aplicación del presente Plan comprende las ZEC Río Guadalquivir-Tramo Medio (ES6130015), Bajo Guadalquivir (ES6150019), Tramo Inferior del Río Guadalimar y Alto Guadalquivir (ES6160010) y Río Guadalquivir Tramo Superior (ES6160013)”.

- Ley 7/94, de Protección Ambiental.

“Supuso el marco para la efectiva protección del medio ambiente, respondiendo a la doble componente de tutela ambiental y de asignación de objetivos de calidad del medio ambiente para el desarrollo económico y social de Andalucía. Se estructura en cuatro Títulos, relativos a Disposiciones Generales, Prevención Ambiental, Calidad Ambiental y Disciplina Ambiental; así como una Disposición adicional, tres transitorias, cuatro finales y tres Anexos.”

- Decreto 283/95, Reglamento de Residuos.

“El presente Reglamento tiene por finalidad llevar a cabo de objetivos previstos en el artículo 1 de la Ley de Protección Ambiental (L.P.A.) en materia de residuos.”

- Acuerdo 9/12/97, formulación del Plan Director Territorial de Gestión de Residuos.

“Es competencia de las Comunidades Autónomas la elaboración de los planes autonómicos de residuos en los que se fijarán los objetivos de reducción, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación, así como las medidas a adoptar para conseguir dichos objetivos, los medios de financiación y el procedimiento de revisión.”

8.2.20.4 Legislación urbanística

Ley de 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía. OBJETO:

“Mantiene el principio de la función pública del urbanismo y establece mecanismos para fomentar la iniciativa privada en el desarrollo de la actividad urbanística.”

Ley 1/1994 de 11 de enero de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía. OBJETO:

“La presente Ley tiene por objeto la regulación de los instrumentos y procedimientos necesarios para el ejercicio por la Junta de Andalucía de su competencia en Ordenación del Territorio.”

8.2.20.5 Legislación de vertidos

Real decreto 484/1995, de 7 de abril, sobre medidas de regularización y control de vertidos. OBJETO:

“Es objeto del presente Real Decreto la regulación del procedimiento y el establecimiento de medidas complementarias para la adaptación de los vertidos, que se producen en el ámbito territorial de las cuencas hidrográficas de competencia del Estado, a las previsiones en la materia de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.”

8.2.20.6 Legislación ambiental

Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental. OBJETO:

“El presente Reglamento tiene por objeto desarrollar los preceptos del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, reguladores de la obligación de someter a una evaluación de impacto ambiental los proyectos públicos o privados consistentes en la realización de obras,

instalaciones o de cualquier otra actividad comprendida en el anexo de la disposición legislativa citada.”

Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos. OBJETO:

“Esta ley tiene por objeto establecer el régimen jurídico aplicable a la evaluación de impacto ambiental de proyectos consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendida en sus anexos I y II, según los términos establecidos en ella. Esta ley pretende asegurar la integración de los aspectos ambientales en el proyecto de que se trate mediante la incorporación de la evaluación de impacto ambiental en el procedimiento de autorización o aprobación de aquél por el órgano sustantivo. La evaluación del impacto ambiental identificará, describirá y evaluará de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con esta ley.”

Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (BOJA 20/7/2007). OBJETO:

“El objeto de la presente Ley es establecer un marco normativo adecuado para el desarrollo de la política ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, a través de los instrumentos que garanticen la incorporación de criterios de sostenibilidad en las actuaciones sometidas a la misma.”

8.2.20.7 Legislación contaminación acústica

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido. OBJETO:

“Esta ley tiene por objeto prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar y reducir los daños que de ésta pueden derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente.”

Ley de 21 de noviembre de 1983 de Protección del Ambiente Atmosférico.

Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

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

“Esta ley tiene por objeto establecer las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.”

Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrado de la Contaminación.

“Esta Ley tiene por objeto evitar o, cuando ello no sea posible, reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrados de la contaminación, con el fin de alcanzar una elevada protección del medio ambiente en su conjunto.”

Decreto 74/1996, de 20 de febrero que aprueba el Reglamento de Calidad del Aire.

Decreto 326/2003, de 25 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.

8.2.21 Acciones ambientales

8.2.21.1 Fase de construcción

Emisiones gaseosas: Se generarán partículas gaseosas como CO, NOx, SOx, CnHn debido a la maquinaria de obra durante el proceso de construcción, estos gases son los responsables de la calidad del aire que respiramos. Una concentración elevada de gases contaminantes puede producir enfermedades respiratorias e incluso la muerte a los seres vivos de la zona.

Dos efectos de la acumulación de estos gases en la atmósfera son:

- El agujero de la capa de ozono
- Efecto invernadero

Emisiones de partículas, polvo y vapores: Se generará una emisión importante de partículas y polvo en los procesos de entrada y salida de material durante su transporte y en el proceso de tratamiento de los residuos. Se podrán generar vapores en la balsa de decantación- evaporación de los posibles lixiviados.

Excavaciones y movimiento de tierras: Consiste en operaciones de excavación, relleno y explanación del terreno tanto durante el acondicionamiento de la parcela para la posterior instalación de la planta como el traslado del material entre los distintos acopios durante el funcionamiento normal de la planta. Se producirá un aumento del ruido, vibraciones y emisiones de polvo.

Eliminación de la cubierta vegetal: Consiste en la retirada de la capa vegetal mediante medios mecánicos dentro de la parcela. Esta acción afectará a la vegetación existente previo a la instalación de la planta. Los trabajos de retirada mediante maquinaria provocará un aumento del ruido, vibraciones y emisiones de polvo.

Alteración hidrológica y drenaje: La filtración de lixiviados podría provocar la contaminación de aguas subterráneas. El drenaje se producirá con la instalación de elementos como cunetas en el perímetro de la parcela para su acumulación y retirada con el fin de evacuarla ante posibles contaminaciones o problemas originados por ello.

Ruidos y vibraciones: Se producirán en primer lugar debido al acondicionamiento de la parcela para la instalación de la planta y durante el funcionamiento normal de esta con la propia maquinaria de la planta, así como del tránsito de vehículos.

Vías de acceso: Consiste en el acondicionamiento del terreno para la circulación de maquinaria y personal de obra. Se producirá un aumento del ruido, vibraciones y emisiones de polvo.

Instalación de la planta de tratamiento: Son el conjunto de procesos de construcción, montaje e instalación de toda la infraestructura y maquinaria necesaria para el funcionamiento de la planta. Se producirá un aumento del ruido, vibraciones y emisiones de polvo.

8.2.21.2 Fase de funcionamiento

Transporte: el sector de transporte responde por cerca de 20% de emisiones globales de CO₂ que es uno de los principales causadores del efecto estufa, sin considerar las emisiones de otros gases también nocivos al medio ambiente.

Emisiones de partículas, polvo y vapores: los contaminantes locales causan impactos en el área de entorno donde es realizado el servicio de transporte, tales contaminantes pueden ser el humo del escape de los vehículos.

Tratamiento de Residuos: Consistirá en la recepción, transporte y descarga de los residuos generados por la planta de RCD, debido a ello se producirá contaminación atmosférica, acústica y vibraciones.

Drenaje de pluviales: Se utiliza para deshacerse del exceso de agua de los sistemas de drenaje de la planta, y consistirá en la protección del drenaje, así como su conducción fuera de zonas de conflicto de la planta.

Ruidos y vibraciones: Ruido y vibración procedente tanto del funcionamiento de la planta, transporte de personal y vehículos.

Mantenimiento: Consistirá en las labores de mantenimiento de la maquinaria de la planta, sus instalaciones, la propia parcela, así como el arreglo de cualquier avería o incidencia que pudiera aparecer durante la Fase de Funcionamiento

8.2.21.3 Fase de clausura

Retirada de Residuos: Retirada selectiva de residuos según su clase y depositados en lugares apropiados para posterior aprovechamiento.

Reforestación: Proceso que promueve la eliminación del CO₂ de la atmosfera, disminuyendo así la concentración de este y consecuentemente desempeñando un papel importante en el combate al efecto invernadero. En nuestro caso particular mejorará las condiciones ambientales, de fauna y flora.

8.2.22 Factores ambientales

8.2.22.1 Medio físico-natural [79]

Calidad del aire: Todas las acciones del proyecto, desde la entrada en servicio de vehículos y maquinaria, generan alteraciones de la calidad ambiental por emisión de contaminantes en la combustión de los motores de los vehículos que realizan una actividad en la planta.

Contaminación acústica: Contaminación del medio debido al ruido causado por la entrada de vehículos y la actividad de la maquinaria.

Permeabilidad del suelo: Afección que pudiera ocasionar en la permeabilidad del suelo debido a las actividades propias de la planta.

Compactación del suelo: Acción producida sobre el suelo debida a las actividades de la planta, el paso continuo de maquinaria y vehículos de transporte, así como de cualquier otra acción.

Cubierta Vegetal: Acción de adecuación de la capa superficial del terreno de la parcela para un adecuado estado en la Fase de Construcción.

Diversidad de especies: Afección sobre la fauna y flora debida a ciertas acciones realizadas sobre la zona o las propias de la planta en cualquier de sus fases, pudiendo llegar a la eliminación o movimiento de especies de la zona.

Vistas y paisaje: Se podrá ver afectado debido tanto positivamente en las fases de Construcción y Funcionamiento como positivamente en la fase de Clausura, pudiendo llegar a tener un impacto visual significativo.

8.2.22.2 Medio Socio-económico

Red viaria afectada por el transporte: Factor que se tendrá en cuenta debido al paso continuo de vehículos pesados que transportan los residuos a la planta y que usan la red viaria publica viéndose afectada en un plazo medio de tiempo.

Tráfico Pesado-Lento: Tipo de tráfico común en este tipo de actividades, los vehículos pesados serán los encargados del transporte de los residuos a la planta, así como para cualquier actividad complementaria que lleve a cabo en la planta.

Calidad de vida: Será uno de los factores más exigentes en actividades que se llevan a cabo en plantas de residuos de este tipo. Se verá afectado en gran parte y por varios factores en cada una de las fases.

Producción de productos reciclados: El principal objetivo de este tipo de plantas es el obtener productos reciclados a partir de los residuos que en ellas se tratan.

Empleo fijo: Factor importante hoy en día y que supondrá un impacto positivo sobre la sociedad. Afectará de manera puntual e indirecta en las Fases de Construcción y Clausura, pero con mayor afección en la Fase de Funcionamiento.

8.2.23 *Valoración de impactos*

Para la valoración del impacto a razón de la importancia de cada factor, habrá que tener en cuenta:

Naturaleza: Carácter beneficioso o perjudicial de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores.

Intensidad: Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.

Extensión: Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Momento: Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.

Persistencia: Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones previas a la acción mediante medidas correctoras.

Reversibilidad: Posibilidad de restauración del factor afectado por el proyecto, que supone la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción una vez que se deja de actuar sobre el medio.

Recuperabilidad: Posibilidad de restauración total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, que supone la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medios humanos.

Sinergia: Reforzamiento de dos o más efectos simples. La suma total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones simultaneas, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos de manera independiente.

Acumulación: Incremento progresivo de la manifestación de un efecto cuando persiste de forma continuada la acción que lo genera.

Efecto: Relación causa-efecto, que consiste en la manifestación del efecto sobre un factor debido a una acción.

Periodicidad: Regularidad de manifestación del efecto, de forma cíclica o recurrente, impredecible o constante en el tiempo.

NATURALEZA - Impacto beneficioso + - Impacto perjudicial -		INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción)	
		- Baja o mínima	1
		- Media	2
		- Alta	4
		- Muy alta	8
		- Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
- Puntual	1	- Largo plazo	1
- Parcial	2	- Medio plazo	2
- Extenso	4	- Corto plazo	3
- Total	8	- Inmediato	4
- Crítico	(+4)	- Crítico	(+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV) (Reconstrucción por medios naturales)	
- Fugaz o efímero	1	- Corto plazo	1
- Temporal	2	- Medio plazo	2
- Pertinaz	3	- Largo plazo	3
- Permanente	4	- Irreversible	4

SINERGIA (SI) (Potenciación de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo o simple	1	- Simple	1
- Sinergismo moderado	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto o secundario	1	-Irregular (aperiódico y esporádico)	1
- Directo o primario	4	-Periódico o de regularidad intermitente	2
		-Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstruir por medio humanos)		CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA	
- Recuperable de manera inmediata	1	• Toma valores entre 13 y 100 de modo que:	
- Recuperable a corto plazo	2	➤ Irrelevantes (o compatibles) cuando presentan valores menores a 25.	
- Recuperable a medio plazo	3	➤ Moderados cuando presentan valores entre 25 y 50.	
- Mitigable	4	➤ Severos cuando presentan valores entre 50 y 75.	
- Recuperable a largo plazo	6	➤ Críticos cuando su valor es mayor de 75.	
- Irrecuperable	8		

Una vez caracterizados los impactos podemos emitir un juicio sobre su magnitud en base a las siguientes categorías:

Impacto Compatible: El cual cesa al término de la actividad la situación inicial se recupera inmediatamente.

Impacto Moderado: Según el cual las condiciones iniciales se recuperan al cabo de cierto tiempo.

Impacto Severo: En este caso las condiciones iniciales se recuperarán a largo plazo tras aplicar medidas correctoras.

Impacto Crítico: El medio no vuelve a recuperarse, ni con la aplicación de medidas correctoras.

8.2.24 Importancia del impacto

8.2.24.1 Fase de construcción

Emisiones Gaseosas Calidad del Aire		Emisiones de Partículas, polvo y vapores Calidad del Aire	
Fase Construcción		Fase Construcción	
Intensidad(IN)	1	Intensidad(IN)	1
Extensión(EX)	1	Extensión(EX)	2
Momento(MO)	2	Momento(MO)	2
Persistencia(PE)	3	Persistencia(PE)	3
Reversibilidad(RV)	1	Reversibilidad(RV)	1
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	1
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	4
Recuperabilidad(MC)	2	Recuperabilidad(MC)	2
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Irrelevante	-24	Importancia Moderado	-25

Emisiones de Partículas, polvo y vapores Calidad del Aire		Ruidos y Vibraciones Contaminación Acústica	
Fase Construcción		Fase Construcción	
Intensidad(IN)	1	Intensidad(IN)	1
Extensión(EX)	2	Extensión(EX)	1
Momento(MO)	2	Momento(MO)	4
Persistencia(PE)	3	Persistencia(PE)	2
Reversibilidad(RV)	1	Reversibilidad(RV)	1
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	1
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	2
Recuperabilidad(MC)	2	Recuperabilidad(MC)	1
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	-25	Importancia Irrelevante	-22

Eliminación de la Capa Vegetal		Eliminación de la Capa Vegetal	
Permeabilidad del Suelo		Diversidad de Especies	
Fase Construcción		Fase Construcción	
Intensidad(IN)	2	Intensidad(IN)	4
Extensión(EX)	2	Extensión(EX)	4
Momento(MO)	8	Momento(MO)	3
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	2
Reversibilidad(RV)	3	Reversibilidad(RV)	3
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	1
Periodicidad(PR)	1	Periodicidad(PR)	1
Recuperabilidad(MC)	6	Recuperabilidad(MC)	6
Efecto(EF)	1	Efecto(EF)	1
Importancia Moderado	-36	Importancia Moderado	-39

8.2.25 Fase de funcionamiento

Transporte Calidad del Aire		Emisiones de partículas, polvo y vapores Calidad del Aire	
Fase Funcionamiento		Fase Funcionamiento	
Intensidad(IN)	4	Intensidad(IN)	1
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	2
Momento(MO)	4	Momento(MO)	2
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	3
Reversibilidad(RV)	4	Reversibilidad(RV)	1
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	1
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	4
Recuperabilidad(MC)	6	Recuperabilidad(MC)	1
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	-49	Importancia Moderado	-25

Transporte Contaminación Acústica		Transporte Compactación del Suelo	
Fase Funcionamiento		Fase Funcionamiento	
Intensidad(IN)	4	Intensidad(IN)	2
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	2
Momento(MO)	4	Momento(MO)	1
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	4
Reversibilidad(RV)	4	Reversibilidad(RV)	3
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	4
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	4
Recuperabilidad(M C)	6	Recuperabilidad(M C)	6
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	-49	Importancia Moderado	-38

Tratamiento de Residuos Recursos Hídricos		Ruidos y Vibraciones Diversidad de Especies	
Fase Funcionamiento		Fase Funcionamiento	
Intensidad(IN)	4	Intensidad(IN)	4
Extensión(EX)	2	Extensión(EX)	8
Momento(MO)	3	Momento(MO)	4
Persistencia(PE)	2	Persistencia(PE)	3
Reversibilidad(RV)	2	Reversibilidad(RV)	3
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	1
Periodicidad(PR)	2	Periodicidad(PR)	2
Recuperabilidad(M C)	3	Recuperabilidad(M C)	6
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	-35	Importancia Moderado	-53

Transporte Red Viaria afectada por el transporte		Transporte Tráfico Pesado- Lento	
Fase Funcionamiento		Fase Funcionamiento	
Intensidad(IN)	4	Intensidad(IN)	4
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	4
Momento(MO)	3	Momento(MO)	4
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	3
Reversibilidad(RV)	4	Reversibilidad(RV)	4
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	4	Acumulación(AC)	4
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	2
Recuperabilidad(M C)	3	Recuperabilidad(M C)	2
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	-48	Importancia Moderado	-45

Emisiones de partículas, polvo y vapores		Producción de Productos Reciclados	
Calidad de Vida			
Fase Funcionamiento		Fase Funcionamiento	
Intensidad(IN)	8	Intensidad(IN)	4
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	4
Momento(MO)	3	Momento(MO)	3
Persistencia(PE)	3	Persistencia(PE)	3
Reversibilidad(RV)	3	Reversibilidad(RV)	4
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	4	Acumulación(AC)	4
Periodicidad(PR)	2	Periodicidad(PR)	4
Recuperabilidad(MC)	2	Recuperabilidad(MC)	2
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Severo	-55	Importancia Moderado	-46

Tratamiento de Residuos		Mantenimiento	
Empleo Fijo		Empleo Fijo	
Fase Funcionamiento		Fase Funcionamiento	
Intensidad(IN)	12	Intensidad(IN)	8
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	4
Momento(MO)	4	Momento(MO)	4
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	4
Reversibilidad(RV)	4	Reversibilidad(RV)	4
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	1
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	2
Recuperabilidad(MC)	4	Recuperabilidad(MC)	4
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Severo	71	Importancia Severo	57

8.2.26 Fase de Clausura

Retirada de Residuos Contaminación Acústica		Reforestación Permeabilidad del Suelo	
Fase Clausura		Fase Clausura	
Intensidad(IN)	4	Intensidad(IN)	1
Extensión(EX)	1	Extensión(EX)	2
Momento(MO)	4	Momento(MO)	8
Persistencia(PE)	2	Persistencia(PE)	4
Reversibilidad(RV)	1	Reversibilidad(RV)	1
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	4
Periodicidad(PR)	2	Periodicidad(PR)	4
Recuperabilidad(M C)	1	Recuperabilidad(M C)	2
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	-31	Importancia Moderado	36

Reforestación Cubierta Vegetal		Reforestación Diversidad de Especies	
Fase Clausura		Fase Clausura	
Intensidad(IN)	8	Intensidad(IN)	8
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	8
Momento(MO)	1	Momento(MO)	2
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	4
Reversibilidad(RV)	2	Reversibilidad(RV)	2
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	4
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	4
Recuperabilidad(M C)	3	Recuperabilidad(M C)	6
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Severo	53	Importancia Severo	68

Retirada de Residuos Vistas y Paisaje		Reforestación Vistas y Paisaje	
Fase Clausura		Fase Clausura	
Intensidad(IN)	4	Intensidad(IN)	8
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	8
Momento(MO)	4	Momento(MO)	4
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	4
Reversibilidad(RV)	3	Reversibilidad(RV)	2
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	1	Acumulación(AC)	4
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	4
Recuperabilidad(MC)	1	Recuperabilidad(MC)	2
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	43	Importancia Severo	66

Retirada de Residuos Red Viaria afectada por el transporte		Retirada de Residuos Tráfico Pesado Lento	
Fase Clausura		Fase Clausura	
Intensidad(IN)	2	Intensidad(IN)	4
Extensión(EX)	4	Extensión(EX)	4
Momento(MO)	1	Momento(MO)	3
Persistencia(PE)	4	Persistencia(PE)	2
Reversibilidad(RV)	4	Reversibilidad(RV)	4
Sinergia(SI)	2	Sinergia(SI)	2
Acumulación(AC)	4	Acumulación(AC)	4
Periodicidad(PR)	4	Periodicidad(PR)	2
Recuperabilidad(M C)	3	Recuperabilidad(M C)	1
Efecto(EF)	4	Efecto(EF)	4
Importancia Moderado	-40	Importancia Moderado	-42

Reforestación Vistas y Paisaje		
Fase Clausura		
Intensidad(IN)		8
Extensión(EX)		8
Momento(MO)		4
Persistencia(PE)		4
Reversibilidad(RV)		2
Sinergia(SI)		2
Acumulación(AC)		4
Periodicidad(PR)		4
Recuperabilidad(M C)		2
Efecto(EF)		4
Importancia	Severo	66

8.2.27 Coeficientes de ponderación

+ Medio Físico-Natural

Calidad del Aire (120): Se le adjudicará el valor debido que es el principal impacto que produce durante su funcionamiento, tanto en las labores de la propia planta como en el paso de vehículos por las instalaciones.

Contaminación Acústica (100): Se le adjudicará el valor debido a que, en plantas de este tipo, se producen tratamiento de residuos con maquinarias de machaqueo o cribado las cuales producen un alto valores acústicos sobre todo durante la fase de funcionamiento. También es importante señalar el tipo de maquinaria de carga y transporte de este tipo de materiales que producirán ruidos tanto de la propia maquina como del manejo de los residuos.

Permeabilidad del Suelo (50): Se le adjudicará el valor ya que, aunque es un factor a tener en cuenta, pero este aspecto sólo tendrá influencia en la Fase de Construcción y el cual se podrá regenerar en la Fase de Clausura.

Compactación del Suelo (80): Se le adjudicará el valor debido a su influencia principalmente en la Fase de Construcción con el paso de maquinaria o acopio de materiales.

Aguas Superficiales y Subterráneas (30): Se le adjudicará el valor que, aunque no es un factor que se vaya a ver muy afectado por la actividad de la planta, si tiene una influencia global en el medio.

Cubierta Vegetal (30): Se le adjudicará el valor debido a su afección principalmente en la Fase de Construcción, en la adecuación de la parcela al futuro uso de la planta. Se verá regenerada en la Fase de Clausura.

Diversidad de Especies (50): Se le adjudicará el valor que, aunque no se produce una elevada eliminación de zonas propensas de hábitat y se encuentra en una zona cercana a un ambiente natural de presencia de especies, si sufre una afección durante la Fase de Construcción.

Vistas y Paisaje (100): Se le adjudicará el valor debido al impacto visual de este tipo de plantas incluso en la Fase de Clausura.

+ Medio Socio-Económico

Red Viaria afectada por el Transporte (90): Se le adjudicará el valor debido al caso continuo de vehículos de transporte de residuos o suministros para la planta por la red viaria de la zona afectando a esta significativamente sobre todo mediante la Fase de Funcionamiento.

Tráfico Pesado-Lento (50): Se le adjudicará el valor ya que dentro de todo el tráfico que genera la planta de residuos, un muy alto porcentaje, lo componen vehículos pesados-lentos de transporte de residuos.

Calidad de Vida (120): Se le adjudicará el valor al igual que para la Calidad del Aire ya que todas las actividades que se producen en la planta y los impactos que generan influyen notablemente en la calidad de vida de la población cercana, afectando fundamentalmente durante la Fase de Funcionamiento.

Producción de Productos Reciclados (90): Se le adjudicará el valor ya que el fin de la planta es el reciclado total de los residuos que hacen su entrada en la planta y por tanto la generación de nuevos productos para un nuevo uso. Tendrá presencia únicamente en la Fase de Funcionamiento.

-Empleo Fijo (90): Se le adjudicará el valor ya que supone un impacto positivo y mayor dinamismo en el sector, influenciando en la sociedad en forma de empleo fijo. Se creará durante la Fase de Funcionamiento, en labores de Mantenimiento y como empleo puntual e indirecto en Fases de Construcción y Clausura.

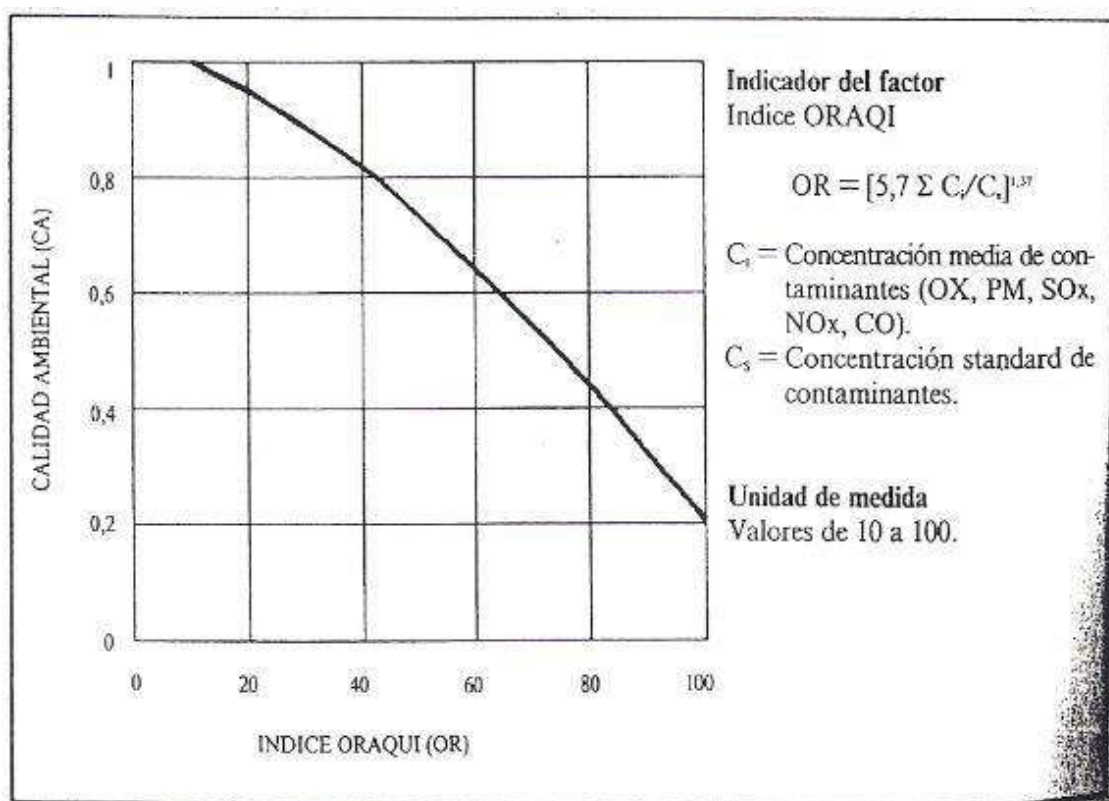
FACTORES AFECTADOS	MEDIO FÍSICO NATURAL	Atmósfera	Calidad del Aire	120	
			Contaminación Acústica	100	
		Total			220
		Suelo	Permeabilidad del suelo	50	
			Compactación del suelo	80	
		Total			130
		Agua	Recursos Hídricos	30	
			Total		
		Flora	Cubierta vegetal	30	
			Total		
		Fauna	Diversidad de especies	50	
			Total		
		Medio Perceptual	Vistas y Paisaje	100	
			Total		
		TOTAL			560
	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Infraestructura	Red viaria afectada por el transporte	90	
			Tráfico pesado-lento	50	
			Total		
		Humanos	Calidad de Vida	120	
			Producción de Productos Reciclados	90	
			Empleo Fijo	90	
		Total			300
		TOTAL			440
	TOTAL			1000	

8.2.28 Magnitud

CALIDAD DEL AIRE

Para obtener el impacto de la Calidad del Aire, utilizaremos el indicador ORAQI, mediante la fórmula:

$$OR = \left[5,7 * \sum \frac{C_i}{C_s} \right]^{1,37}$$



Emisiones Sin Proyecto	
CO	30 µg/m³
SOx	50 µg/m³
NOx	20 µg/m³
CnHn	70 µg/m³
Partículas Sólidas	45 µg/m³

Emisiones Sin Proyecto	
CO	62 µg/m ³
SOx	75 µg/m ³
NOx	40 µg/m ³
CnHn	80 µg/m ³
Partículas Sólidas	60 µg/m ³

Contaminante → ↓ Indicador	SO ₂	Partículas en suspensión	NO ₂	C _x H _x	CO	Partículas sedimentables	Pb	Cl ₂	Compuestos de flúor	Valoración porcentual
V A L O R A N A L I T I C O	2200	1.800	1.000	800	60	1.800	40	275	120	0
	1800	1.400	900	650	55	1.400	30	250	100	10
	1400	1.000	750	500	50	1.000	20	175	80	20
	700	600	600	350	40	750	15	125	60	30
	500	400	350	250	30	500	10	75	40	40
	350	250	200	140	20	300	4	50	20	50
	250	200	150	100	15	200	3	30	15	60
	150	150	100	75	10	150	2	20	10	70
	100	100	50	50	5	100	1,5	10	5	80
	75	50	25	25	2,5	50	1	5	2,5	90
	< 50	< 25	< 10	< 10	< 1	< 25	< 0,25	< 2,5	< 1	100
Unidad de medida	μ g/m ³	μ g/m ³	μ g/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	μ g/m ³	μ g/m ³	μ g/m ³	%
Peso	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	—

Los valores expresados no se deben sobrepasar durante mas de 3 días consecutivos.
Si tomamos como Indicador la concentración media en un año, los valores analíticos correspondientes a cada valor porcentual se reducen aproximadamente a la mitad.

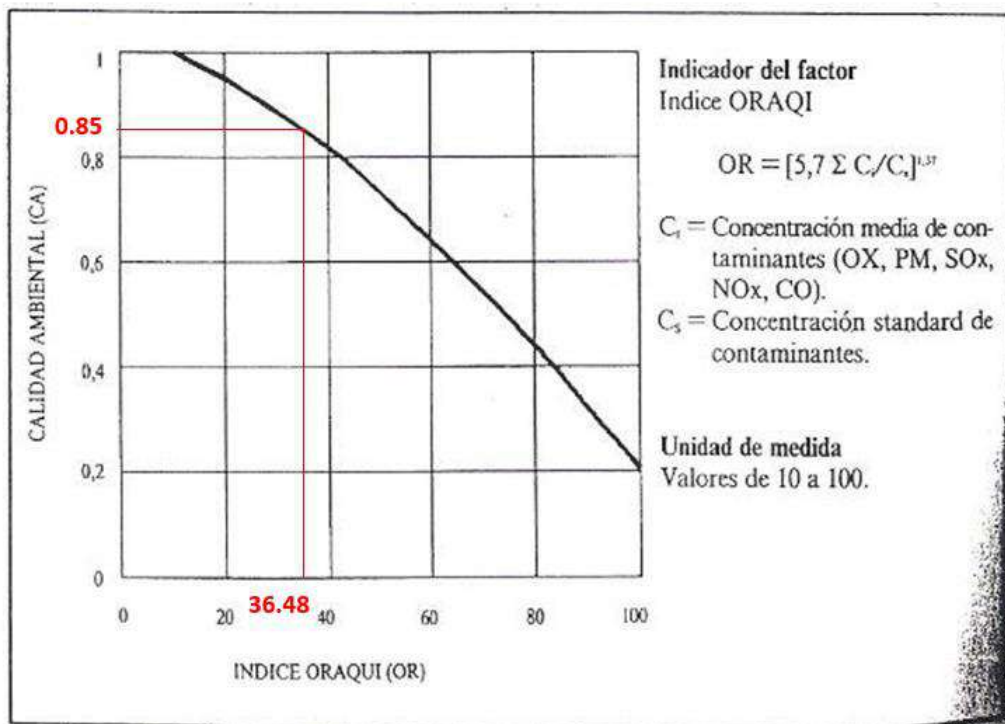
Unidades Inconmensurables Sin Proyecto

Valor Porcentual: 50%

$$OR = [5.7 \cdot ((50/350) + (45/250) + (20/200) + (70/140) + (30/20))]1.37 = 36.48$$

(5)

Unidades Conmensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 0.85

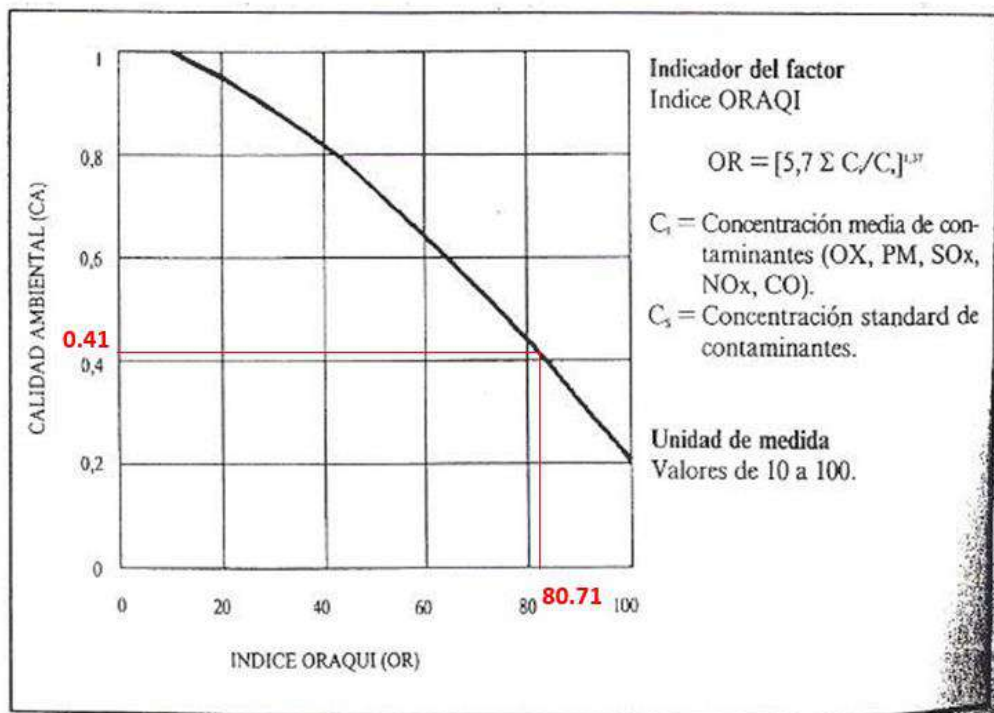


Unidades Inconmensurables Con Proyecto

Valor Porcentual: 50%

$$OR = [5.7 \cdot ((75/350) + (60/250) + (40/200) + (80/140) + (62/20))]^{1.37} = 80.71 \quad (6)$$

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.41



$$\text{Neto Unidades Incommensurables} = 80.71 - 36.48 = 44.23 \quad (7)$$

$$\text{Neto Unidades Commensurables} = 0.41 - 0.85 = -0.44 \quad (8)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j/I_{\max}) (M_j)^2]^{1/3}$$

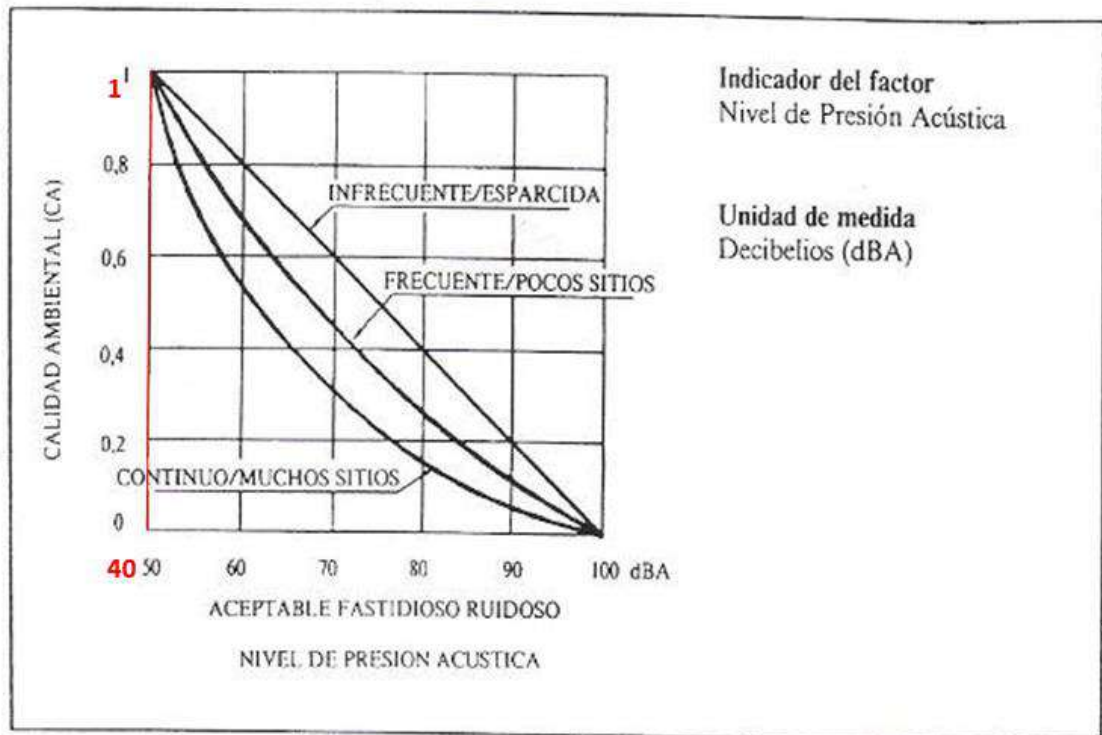
$$V_j = [(-122/303) \cdot (-0.44)^2]^{1/3} = -0.427 \quad (9)$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.427 \cdot 120 = -51.26 \quad (10)$$

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

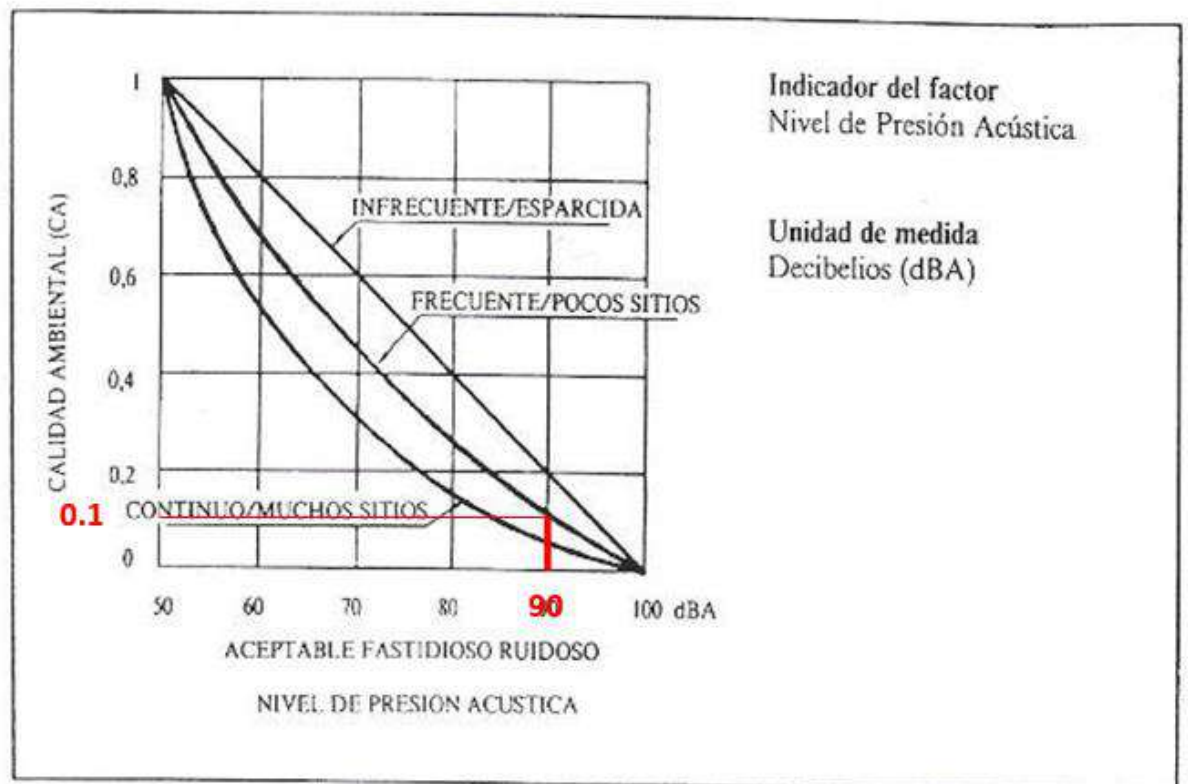
Para obtener el impacto de la Contaminación Acústica, utilizaremos el indicador Nivel de Presión Acústica:



Unidades Incommensurables Sin Proyecto

El valor de decibelios de la zona previo al proyecto: 40 Dba

Unidades Commensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 1



Unidades Inconmensurables Con Proyecto

El valor de decibelios de la zona tras el proyecto: 90 dBA.

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.1

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 90 - 40 = 50 \quad (11)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.1 - 1 = -0.9 \quad (12)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j/I_{\max} (M_j)^2]^{1/3} \quad (13)$$

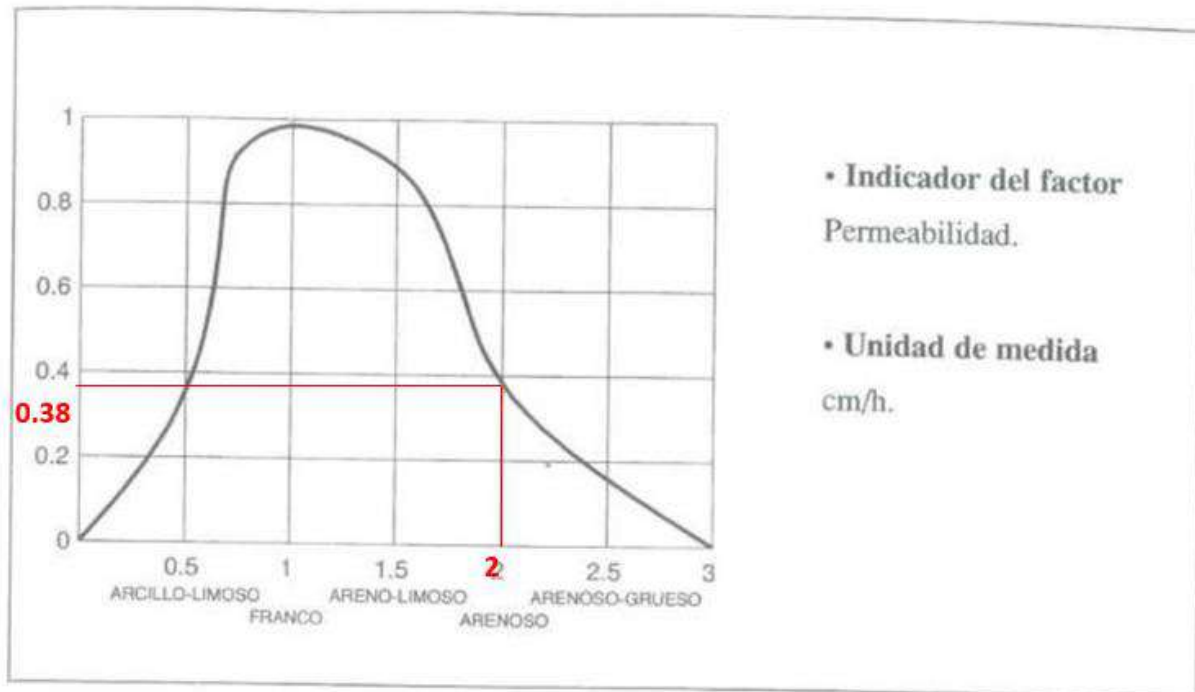
$$V_j = [(-181/303) \cdot (-0.9)^2]^{1/3} = -0.785$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.785 \cdot 100 = -78.5$$

PERMEABILIDAD DEL SUELO

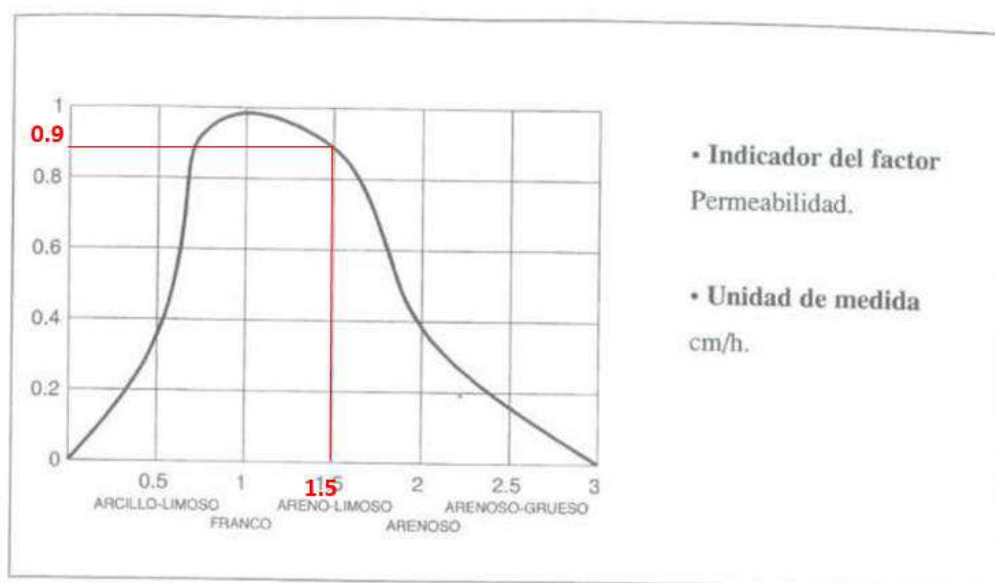
Para obtener el impacto de la Permeabilidad del Suelo, utilizaremos el indicador Permeabilidad:



Unidades Inconmensurables Sin Proyecto

El tipo de suelo de la zona previo al proyecto: Suelo Arenoso (2 cm/h)

Unidades Conmensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 0.38



Unidades Inconmensurables Con Proyecto

El tipo de suelo de la zona previo al proyecto: Suelo Areno-Limoso (1.5 cm/h)

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.9

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 1.5 - 2 = -0.5 \quad (14)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.9 - 0.38 = 0.52 \quad (15)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j/I_{\max} (M_j)^2]^{1/3}$$

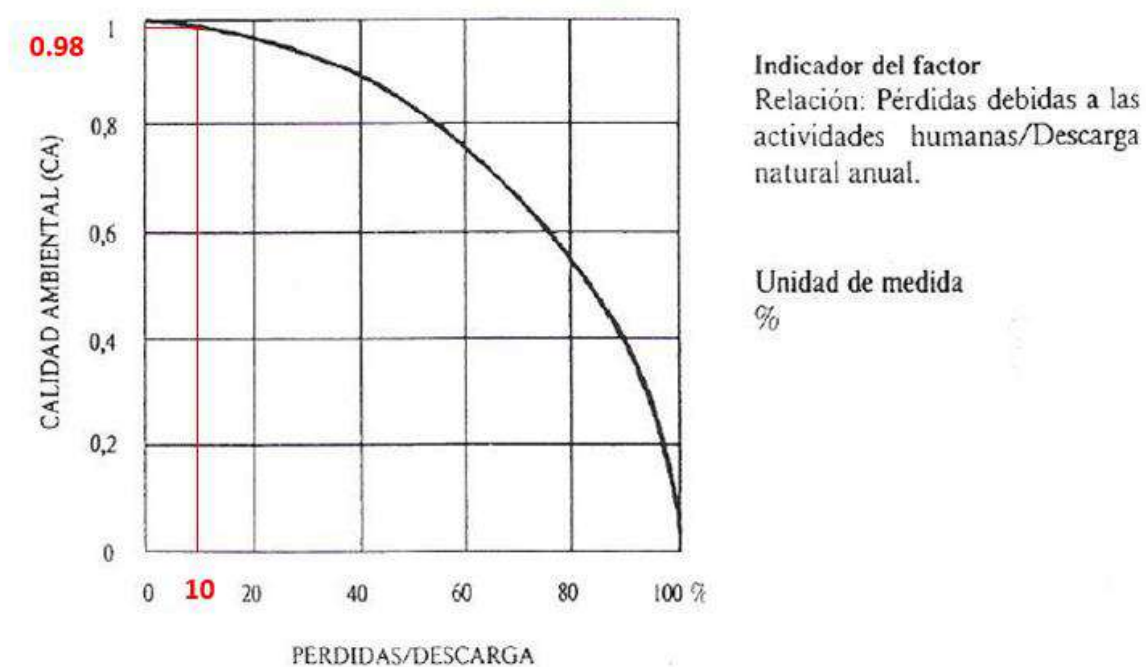
$$V_j = [(-39/303) \cdot (0.52)^2]^{1/3} = -0.33$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.33 \cdot 50 = -16.32 \quad (16)$$

RECURSOS HÍDRICOS

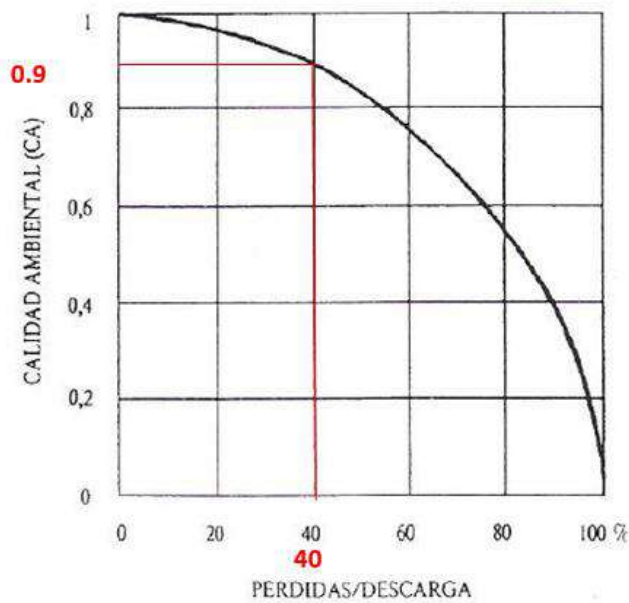
Para obtener el impacto de los Recursos Hídricos, utilizaremos el indicador Pérdidas debidas a las Actividades humanas/Descarga natural anual:



Unidades Inconmensurables Sin Proyecto

Pérdidas o descargas previas al proyecto: 10%

Unidades Conmensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 0.98



Unidades Inconmensurables Con Proyecto

Pérdidas o descargas tras proyecto: 40%

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.9

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 40 - 10 = 30 \quad (17)$$

Neto Unidades Conmensurables = $0.90 - 0.98 = -0.08$ Valor de Impacto (18)

$$V_j = [(-35/303) \cdot (-0.08)^2]^{1/3} = -0.09$$

Impacto Neto

$$V_j = [I_j/I_{\max}) (M_j)^2]^{1/3}$$

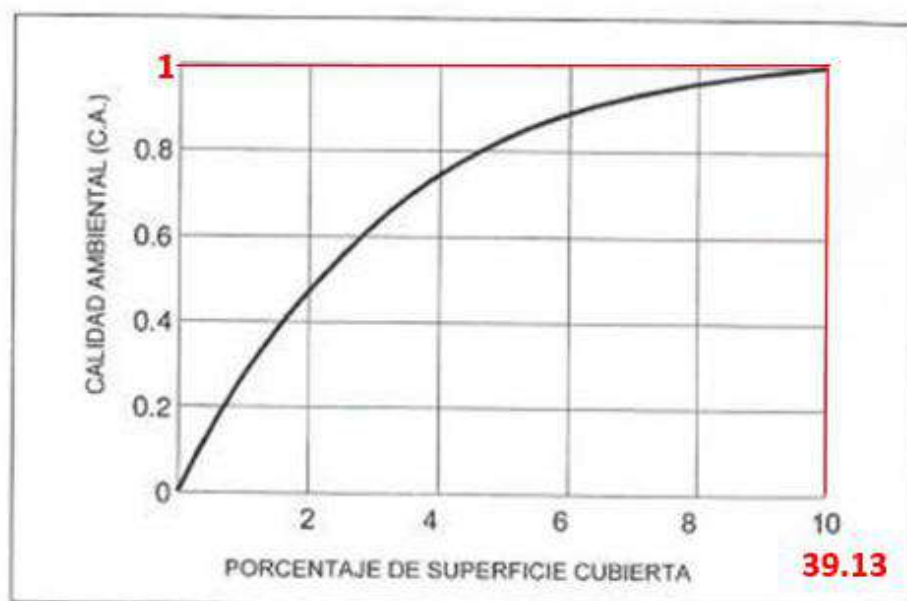
$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.09 \cdot 30 = -2.7 \quad (19)$$

CUBIERTA VEGETAL

Para obtener el impacto de la Cubierta Vegetal, utilizaremos el indicador % Superficie Cubierta mediante la fórmula:

$$PSC = 100 \times [\sum S_i \times K] / S_t$$

Superficie total = 306.643 m²



Unidades Inconmensurables Sin Proyecto

Superficie ocupada Sin Proyecto = 300.000 m² Especies Frecuentes

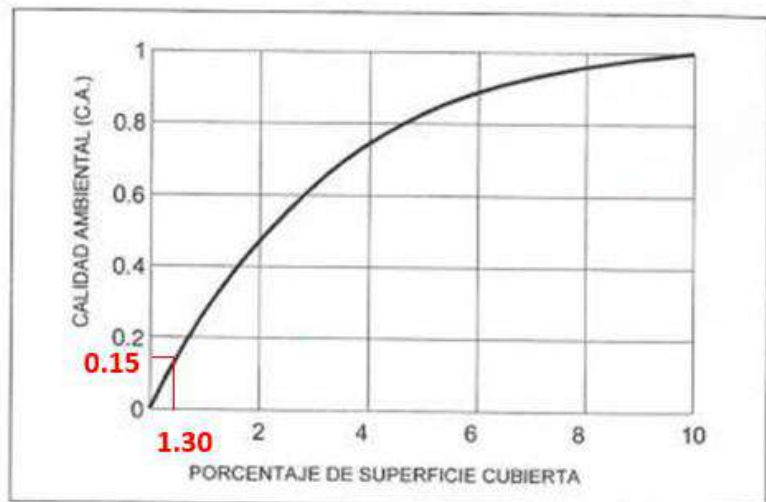
K = 0.4

(20)

PSC = 100 · (300000 · 0.4) / 306643 = 39.13 %

Unidades Commensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 1

Especies	K
Endemismos	1
Raras	0,8
Poco Común	0,6
Frecuente	0,4
Común	0,2
Muy Común	0,1



Unidades Inconmensurables Con Proyecto

Superficie ocupada Con Proyecto = 10.000 m² Especies Frecuentes
K = 0.4

$$PSC = 100 \cdot (1000 \cdot 0.4) / 306643 = 1.30 \quad (21)$$

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.15

$$Neto \text{ Unidades Inconmensurables} = 1.30 - 39.13 = -37.83 \quad (22)$$

$$Neto \text{ Unidades Conmensurables} = 0.15 - 1 = -0.85 \text{ Valor de Impacto} \quad (23)$$

$$V_j = [(-6/303) \cdot (-0.85)^2]^{1/3} = -0.24$$

$$V_j = [I_j/I_{max}) (M_j)^2]^{1/3}$$

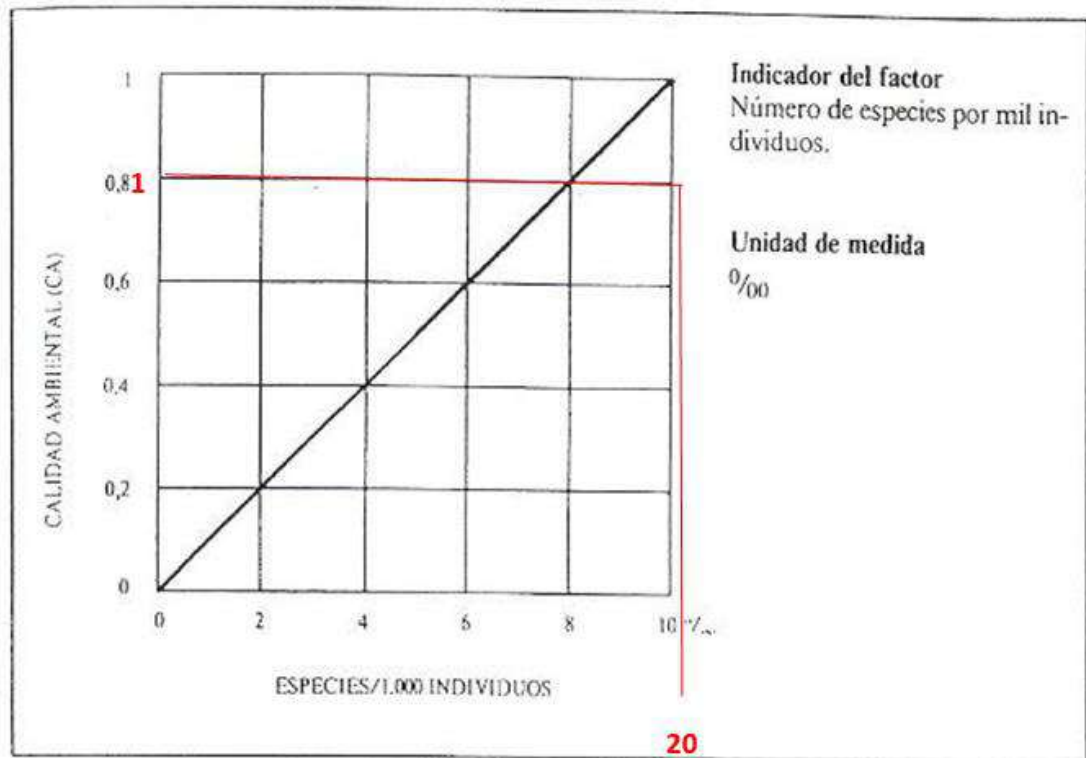
Impacto Neto

$$\begin{aligned} \text{Impacto Neto} &= \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.24 \cdot 30 \\ &= -7.28 \end{aligned} \quad (24)$$

DIVERSIDAD DE ESPECIES

Para obtener el impacto de la Diversidad de Especies, utilizaremos el indicador de Número de Especies por 1000 individuos:

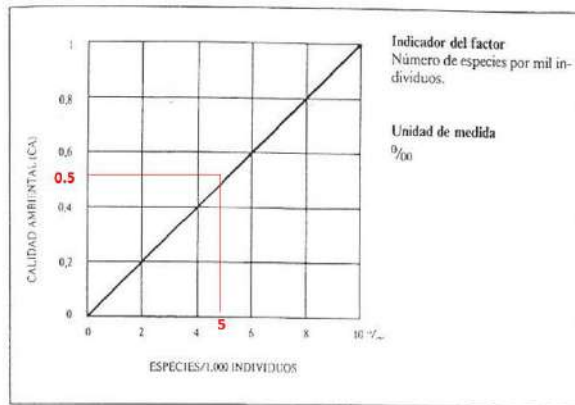
Especies	K
Endemismos	1
Raras	0,8
Poco Común	0,6
Frecuente	0,4
Común	0,2
Muy Común	0,1



Unidades Inconmensurables Sin Proyecto

20 Especies/1000 Individuos = 20 ‰

Unidades Conmensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 1



- VISTAS Y PAISAJE
- RED VIARIA AFECTADA POR EL TRANSPORTE
- TRÁFICO PESADO-LENTO
- CALIDAD DE VIDA

Unidades Inconmensurables Con Proyecto

5 Especies / 1000 Individuos = 5 ‰

(25)

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.5

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 5 - 20 = -15 \quad (26)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.5 - 1 = -0.5 \quad (27)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j/I_{\max} (M_j)^2]^{1/3} \quad (28)$$

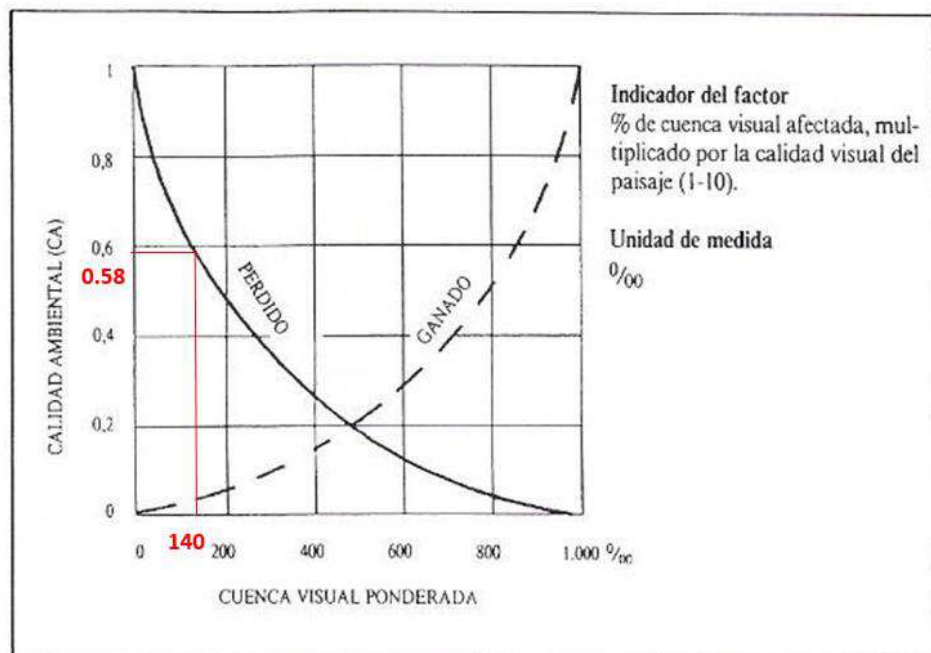
$$V_j = [(-63/303) \cdot (-0.5)^2]^{1/3} = -0.37$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.37 \cdot 50 = -18.66 \quad (29)$$

- VISTAS Y PAISAJE

Para obtener el impacto de las Vistas y Paisaje, utilizaremos el indicador de %
Cuenca visual afectada:

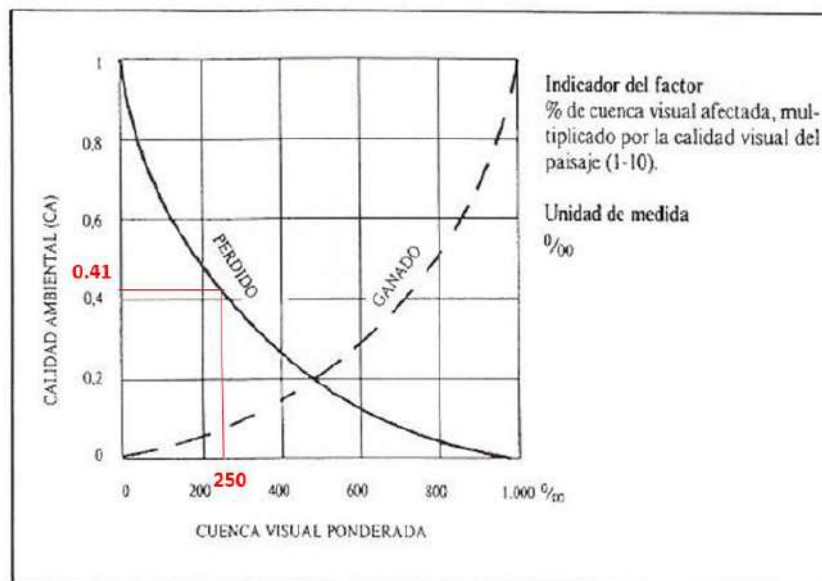


Unidades Inconmensurables Sin Proyecto

% Cuenca visual afectada = 20% Calidad visual = 7

Cuenca Visual Ponderada = 140 ‰ Unidades Conmensurables Sin Proyecto

Calidad Ambiental = 0.58



Unidades Inconmensurables Con Proyecto

% Cuenca visual afectada = 50% Calidad visual = 5

Cuenca Visual Ponderada = 250 ‰ Unidades Conmensurables Con Proyecto

Calidad Ambiental = 0.41

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 250 - 140 = 110 \quad (30)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.41 - 0.58 = -0.17 \quad (31)$$

Valor de Impacto

$$V_j = \left[\frac{I_j}{I_{\max}} (M_j)^2 \right]^{1/3} \quad (32)$$

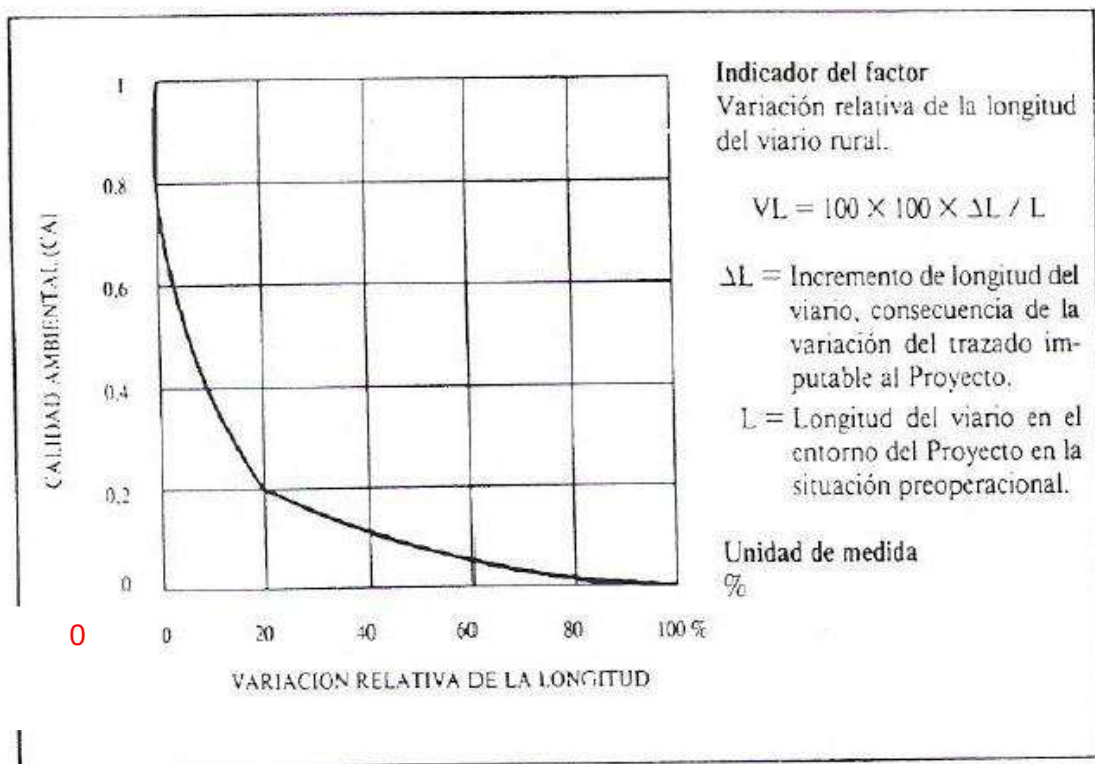
$$V_j = [(-20/303) \cdot (-0.17)^2]^{1/3} = -0.28$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.28 \cdot 100 = -28.20 \quad (33)$$

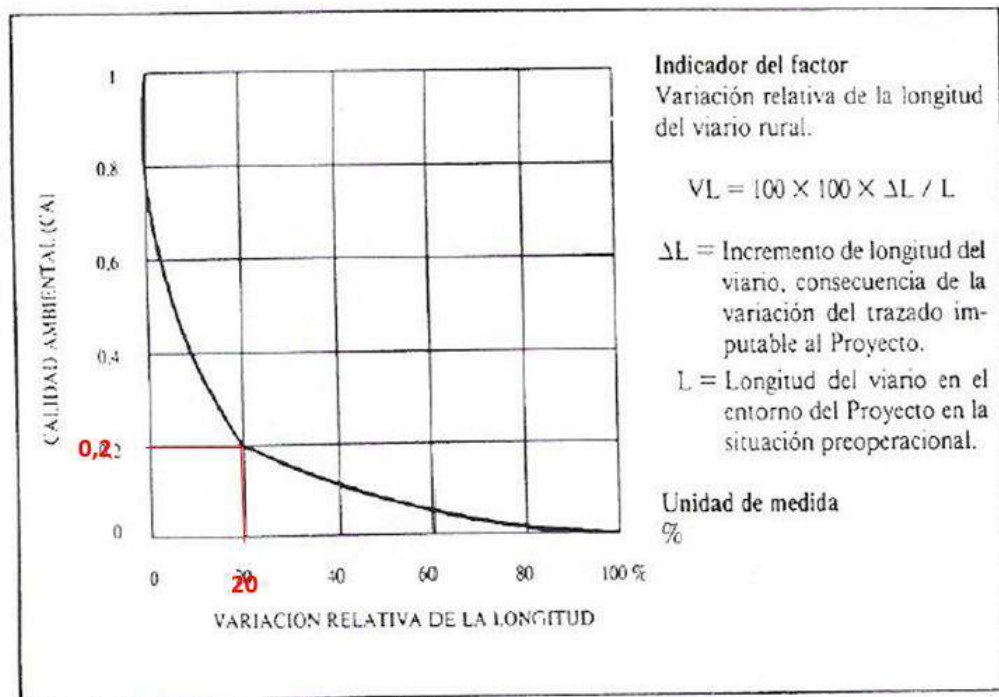
- RED VIARIA AFECTADA POR EL TRANSPORTE

Para obtener el impacto sobre la red viaria debido al transporte utilizaremos el indicador de variación relativa de longitud:



Unidades Incommensurables Sin Proyecto Variación relativa de la longitud = 0

Unidades Commensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 0



Unidades Inconmensurables Con Proyecto Variación relativa de la longitud = 20
 Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0,2

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 20 - 0 = 20 \quad (35)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.2 - 0 = 0.2 \quad (36)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j / I_{\max} (M_j)^2]^{1/3}$$

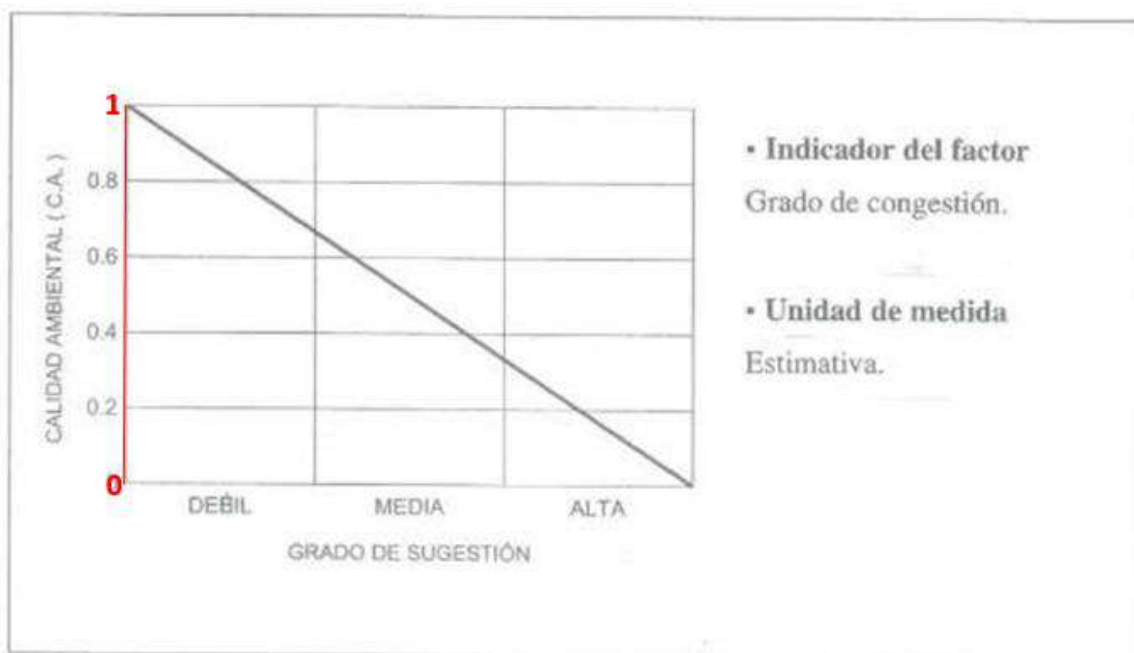
$$V_j = [(-128/303) \cdot (0.2)^2]^{1/3} = -0.25 \quad (37)$$

Impacto Neto

$$\begin{aligned} \text{Impacto Neto} &= \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = 0.25 \cdot 90 \\ &= -23.09 \end{aligned} \quad (38)$$

- TRÁFICO PESADO-LENTO

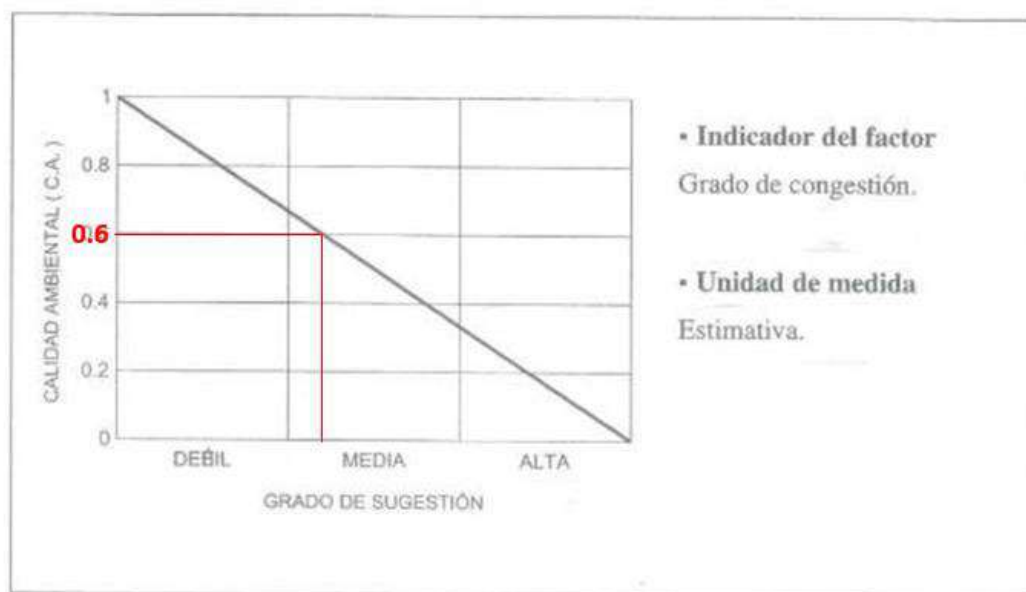
Para obtener el impacto del Tráfico Pesado-Lento utilizaremos el indicador de Grado de Congestión:



Unidades Inconmensurables Sin Proyecto Grado de Sugestión = Nulo

Valor estimado $(1-10) = 0$

Unidades Conmensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 1



Unidades Inconmensurables Con Proyecto

Grado de Sugestión = Media

Valor estimado (1-10) = 4

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.6

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 4 - 0 = 4 \quad (39)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.6 - 1 = -0.4 \quad (40)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j/I_{\max}) (M_j)^2]^{1/3}$$

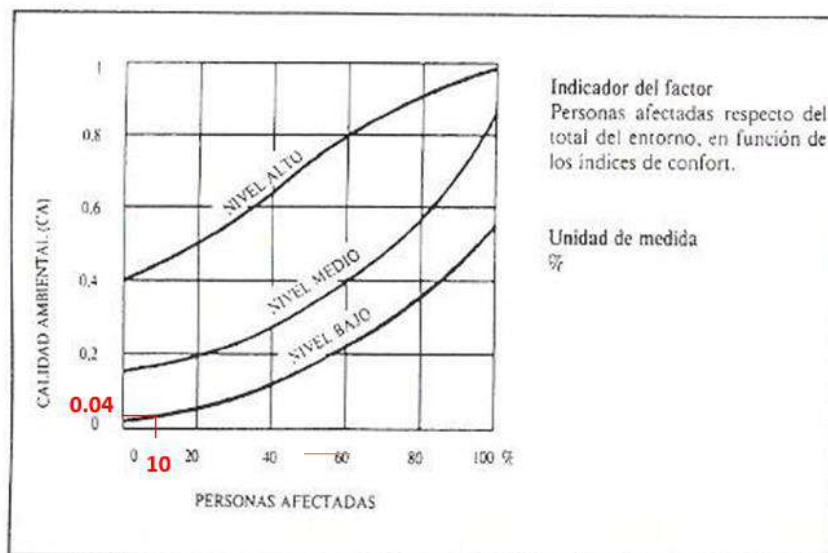
$$V_j = [(-129/303) \cdot (-0.4)^2]^{1/3} = -0.40 \quad (41)$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.4 \cdot 50 = -20 \quad (42)$$

- CALIDAD DE VIDA

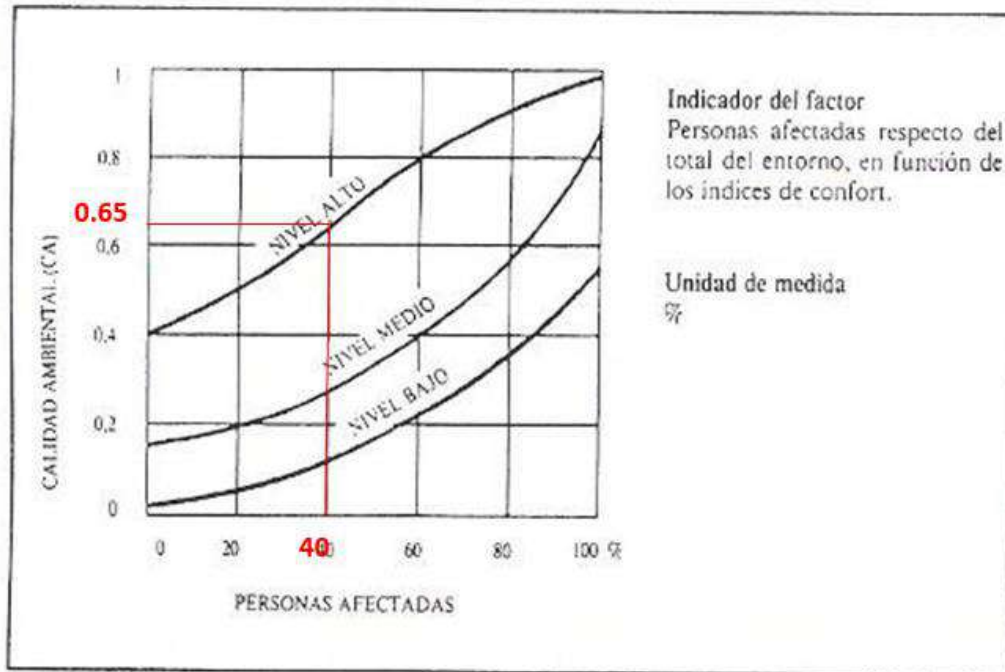
Para obtener el impacto de la Calidad de Vida utilizaremos el indicador de Personas Afectadas respecto al entorno:



Unidades Inconmensurables Sin Proyecto Personas Afectadas = 5%

Nivel Bajo

Unidades Conmensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 0.04



Unidades Inconmensurables Con Proyecto Personas Afectadas = 40%

Nivel Alto

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.65

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 40 - 5 = 35 \quad (43)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.65 - 0.04 = 0.61 \quad (44)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j / I_{\max}) (M_j)^2]^{1/3}$$

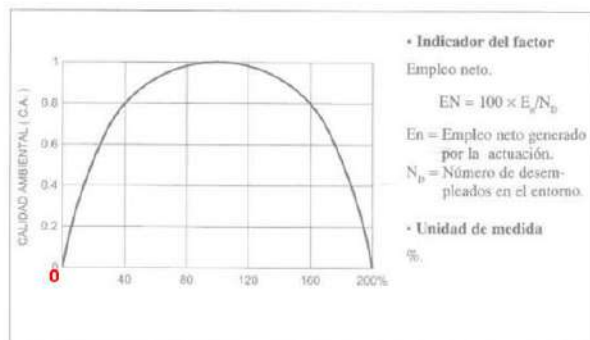
$$V_j = [(-119/303) \cdot (0.61)^2]^{1/3} = -0.52 \quad (46)$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = -0.52 \cdot 120 = -63.20 \quad (47)$$

- EMPLEO FIJO

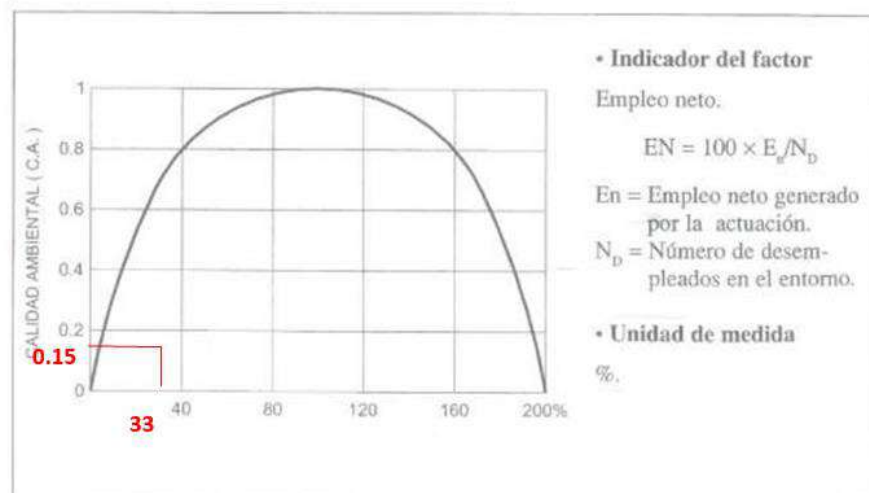
Para obtener el impacto del Empleo Fijo utilizaremos el indicador de Empleo Neto mediante la fórmula:



Unidades Inconmensurables Sin Proyecto Empleo generado = 0

Número de desempleados en el entorno = 20 Empleo neto % = 0

Unidades Commensurables Sin Proyecto Calidad Ambiental = 0



Unidades Inconmensurables Con Proyecto Empleo generado = 5

Número de desempleados = 15 Empleo neto % = 33

Unidades Conmensurables Con Proyecto Calidad Ambiental = 0.15

$$\text{Neto Unidades Inconmensurables} = 33 - 0 = 33 \quad (48)$$

$$\text{Neto Unidades Conmensurables} = 0.15 - 0 = 0.15 \quad (49)$$

Valor de Impacto

$$V_j = [I_j/I_{\max}) (M_j)^2]^{1/3} \quad (50)$$

$$V_j = [(128/303) \cdot (0.15)^2]^{1/3} = 0.21$$

Impacto Neto

$$\text{Impacto Neto} = \text{Valor de Impacto} \cdot \text{Coef. Ponderación} = 0.21 \cdot 90 = 19.06 \quad (51)$$

8.2.29 *matriz*

Planta de Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición			ACCIONES IMPACTANTES													IMPORTANCIA	INDICADOR	UNIDAD	UNIDAD INCONMENSURABLE			UNIDAD CONMENSURABLE			Valor del impacto	Coeficiente de ponderación	IMPACTO NETO		
			Fase de construcción						Fase de funcionamiento					Fase de clausura															
			Emisiones gaseosas	Emisiones de partículas, polvo y vapores	Emociones y movimientos de tierras	Eliminación de la cubierta vegetal	Alteración hidrológica y drenaje	Ruidos y vibraciones	Instalación de la planta de la infraestructura	Transporte	Emisiones de partículas, polvo y vapores	Tratamiento de residuos	Ruidos y vibraciones	Mantenimiento	Retirada de Residuos				Reforestación	SIN	CON	NETO	SIN	CON				NETO	
FACTORES AFECTADOS	MEDIO FÍSICO-NATURAL	Atmósfera	Calidad del aire	-24	-24					-49	-25						-122	ORAQUI	Adimensional	38,43	38,71	44,23	0,35	0,41	-0,44	-0,427	120	-51,28	
			Contaminación acústica						-12		-49		-36	-43		-31		-101	Nivel de Presión Acústica	dBA	48	90	30	1	0,1	-0,9	-0,74	100	-73,51
		Total															-303	Total											
		Suelo	Permeabilidad del suelo				-18	-19								36		-39	Indicador de Permeabilidad	cm/h	2	1,5	-0,5	0,33	0,9	0,52	-0,33	30	-18,32
			Compactación del suelo			-15				33								13	Indicador Aproximado	%	80	30	20	0,8	0,3	0,2	0,12	90	18,3
		Total															-26	Total											
		Agua	Recursos Hídricos									-33						-33	Pérdida/Descarga	%	10	40	30	0,33	0,9	-0,01	-0,04	30	-2,7
			Total															-35	Total										
		Flora	Cubierta vegetal				-39									33		-8	%Superficie Cubierta	m²	38,13	1,3	-37,83	1	0,13	-0,35	-0,24	30	-7,2
			Total															-6	Total										
		Fauna	Diversidad de especies			-19	-19						-33			63		-43	Nº Especies/Individuos	%	20	5	-15	1	0,5	-0,5	-0,37	30	-10,5
			Total															-63	Total										
		Medio perceptual	Visitas y paisaje			-33	-19			-33					43	68		-10	% Cuencas Afectada	%	140	230	120	0,33	0,41	-0,17	-0,23	100	-26,2
			Total															-20	Total										
		TOTAL															-453	TOTAL											
	MEDIO SOCIO-ECONOMICO	Infraestructura	Red vial/a afectada por el transporte			-40				-43					-40		-128	Variación relativa de la longitud	%	0	20	20	0	0,2	0,2	0,26	90	-23,88	
			Tráfico lento-pesado			-42				-45					-42		-128	Grado Congestión de Tráfico	Estimativa	0	4	4	1	0,6	-0,4	-0,4	30	-20	
		Total															-257	Total											
		Humanos	Calidad de vida	-19	-30			-19			-33				34		-119	Afectados respecto al Exterior	%	5	40	35	0,04	0,65	0,61	-0,52	120	-63,2	
			Producción de Productos Reciclados								-46						-46	Indicador Aproximado	%	0	90	90	0	0,3	0,3	0,3	90	27	
			Empleo Neto								71			37			128	Empleo Neto	%	0	33	33	0	0,15	0,15	0,21	90	18,9	
		Total															-37	Total											
	TOTAL															-294	TOTAL												
																								IMPACTO TOTAL del proyecto	-252,28				

8.2.30 Matriz reducida

Planta de Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición				ACCIONES IMPACTANTES												
				Fase de construcción						Fase de funcionamiento					Fase de clausura	
				Emisiones gaseosas	Emisiones de partículas, polvo y vapores	Excavaciones y movimientos de tierras	Eliminación de la cubierta vegetal	Alteración hidrológica y drenaje	Ruidos y vibraciones	Instalación de la planta de la infraestructura	Transporte	Emisiones de partículas, polvo y vapores	Tratamiento de residuos	Ruidos y Vibraciones	Mantenimiento	Retirada de Residuos
FACTORES AFECTADOS	MEDIO FÍSICO-NATURAL	Atmósfera	Calidad del aire													
			Contaminación acústica													
		Suelo	Permeabilidad del suelo													
			Compactación del suelo													
		Agua	Recursos Hídricos													
		Flora	Cubierta vegetal													
		Fauna	Diversidad de especies													
	Medio perceptual	Vistas y paisaje														
	MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Infraestructura	Red viaria afectada por el transporte													
			Tráfico lento-pesado													
		Humanos	Calidad de vida													
			Producción de Productos Reciclados													
			Empleo Fijo													

Debido a la actividad desarrollada, es de obligado cumplimiento la Ley de EIA del 21/2013, y establece:

“La obligación principal que establece la ley es la de someter a una adecuada evaluación ambiental todo plan, programa o proyecto que pueda tener efectos significativos sobre el medio ambiente, antes de su adopción, aprobación o autorización, o bien, si procede, en el caso de proyectos, antes de la presentación de una declaración responsable o de una comunicación previa a las que se refiere el artículo 71 bis de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. La consecuencia jurídica derivada del incumplimiento de esta obligación, expresamente señalada en la propia ley, es que carecerán de validez los actos de adopción, aprobación o autorización de los planes, programas y proyectos, o en su caso, cuando proceda la declaración responsable o la comunicación previa relativa a un proyecto que, estando incluidos en el ámbito de aplicación de esta ley no se hayan sometido a evaluación ambiental, sin perjuicio de las sanciones que, en su caso, puedan corresponder.”

Las acciones más impactantes se pueden obtener a partir de la suma de las importancias de cada uno de los factores sobre dicha acción, valorando si son más o menos agresivas o beneficiosas. Para la planta de RCD las acciones más impactantes son: Excavación y movimiento de tierras, la acción de retirada de la capa vegetal, relacionadas con el acondicionamiento del terreno, teniendo una mayor influencia en la fase de construcción, donde se verá afectado principalmente la calidad del aire y de vida, como indicábamos anteriormente aumentará la cantidad de polvo en suspensión que afecta a la vida no solo de las personas, sino también de los animales y plantas cuyo hábitat se encuentra en esa zona; y la reforestación, dentro de la fase de clausura, que se valorará como una acción beneficiosa sobre el proyecto, aunque nuestra RCD se ubica en las parcelas de un polígono industrial, caracterizadas por la escasa vegetación en esa zona pero sí haremos la reforestación en las zonas colindantes con especies propias del bosque mediterráneo (árboles y arbustos): encinas, jaras, romeros, etc.

En contraposición a las acciones impactantes agresivas, proponemos medidas protectoras y correctoras, como la colocación de lonas en el vallado perimetral de las instalaciones y riego durante el movimiento de tierras, con ello, evitamos que la cantidad de polvo y partículas en suspensión se expanda fuera del perímetro. Con la colocación de lonas concentramos estas partículas en el lugar de trabajo y con el riego asentamos estas partículas evitando que puedan ser aspiradas en la respiración, originando problemas respiratorios en los seres vivos.

En cuanto a los factores más afectados tanto positiva como negativamente, se pueden obtener a partir de la suma de las importancias de cada una de las acciones sobre dicho factor, valorando si se ven más afectados o menos por el proyecto.

Los factores afectados negativamente estarán dentro del medio físico natural, en el factor atmosfera, más concretamente en el subfactor de contaminación acústica, debido al nivel tan elevado de ruido que produce la planta, no sólo por sí misma, sino por toda la maquinaria que confluye en esta zona en labores de carga y descarga; por eso de su ubicación fuera y lejos del casco urbano.

Otro de los factores más afectados es el de infraestructuras, dentro del medio socioeconómico, teniendo una afección importante en el subfactor de tráfico pesado lento. No existen vías específicas para estos vehículos por lo que deben circular por la ya existentes o habilitar caminos con gravillas para el acceso a la planta de RCD.

El factor más afectado positivamente dentro del medio socio-económico es el de empleo fijo, que supondrá una importancia significativa en el global del proyecto. Supondría mayor empleabilidad en la zona, no solo de forma directa, sino también indirectamente (talleres, restaurantes, gasolineras, hoteles, etc.) ayudando en el descenso del nivel de paro en la localidad de Marmolejo.

A raíz de los datos recogidos, la instalación de la planta tendrá un impacto **irrelevante/moderado (25.23%)**. Aunque el estudio sólo contempla las fases de construcción, funcionamiento y clausura, debemos valorar el impacto beneficioso que supondrá sobre el medio ambiente la eliminación de puntos de vertido de este tipo de residuos en la comarca.

Aún teniendo acciones y factores perjudiciales producidas por la actividad de la RCD y que afectan negativamente al entorno, podemos deducir que la planta supondrá un impacto positivo a largo plazo.

8.3 Anexo 3: Estudio de Viabilidad Económica

ÍNDICE

<u>8.3.1 Costes de acondicionamiento de la planta</u>	248
<u>8.3.2 Coste de producción del material</u>	249
<u>8.3.3 Ingresos procedentes de la actividad de la planta</u>	249
<u>8.3.4 Ingresos obtenidos por la venta del material</u>	251
<u>8.3.5 Ingresos obtenidos por la recepción del material</u>	251
<u>8.3.6 Ingresos anuales</u>	252
<u>8.3.7 Balance</u>	252
<u>8.3.8 Periodo de amortización</u>	252
<u>8.3.9 Conclusiones</u>	252

En nuestro caso vamos a hacer un estudio sencillo, a grandes rasgos y así obtener una visión global en cuanto a viabilidad, vamos a considerar que de todo el material recepcionado en la planta, únicamente un 65% se va a tratar como RCD. Para ello vamos a efectuar:

- Los costes derivados de la construcción de la planta.
- Los costes derivados del funcionamiento de la planta.
- Ingresos generados por la venta y recepción de RCD

8.3.1 Costes de acondicionamiento de la planta

En la siguiente Tabla 40, se recogen los gastos supuestos, derivados de dicho acondicionamiento, obra civil e instalaciones, maquinaria, equipo eléctrico, medidas correctoras y estudio de seguridad y salud.

Tabla 40. Coste de construcción

(Fuente: [*elaboración propia*](#))

Capítulos	coste
OBRA CIVIL E INSTALACIONES	500.000,00
MAQUINARIA	550.000,00
EQUIPO ELECTRÓGENO	10.000,00
MEDIDAS CORRECTORAS	2.000,00
SEGURIDAD Y SALUD	3.000,00
TOTAL	1.065.000,00

Se hará frente a dicha inversión inicial, con aportaciones por parte del Ayuntamiento de Marmolejo, así como por parte de la empresa que gestiona dichos residuos RESURJA. No siendo necesaria solicitar ningún préstamo por parte de la entidad.

Los gastos propios de la empresa, se irán amortizando con la venta del árido producido en ella.

8.3.2 Coste de producción del material

Se preve que la planta de tratamiento y trituración trabaje 8 horas al día 240 días al año.

$$159.000 \text{ Tn/año} = 240 \text{ días/año} * 8 \text{ horas/día} * X \text{ Tn/hora} \quad (52)$$
$$X = 82 \text{ Tn/hora}$$

Equivale a una producción de:

$$(159.000 \text{ Tn/año}) / (2,4 * 0,6) = 228.960 \text{ m}^3/\text{año}. \quad (53)$$

Valor medio de la densidad de un árido según anefhop.

$$\text{Densidad aparente} = 2,4 * 0,6 \text{ (factor de esponjamiento)} \quad (54)$$

Tabla 41. Producción de RCD

(Fuente: [elaboración propia](#))

PRODUCCIÓN MÁXIMA DIARIA	82 Tn/hora
RENDIMIENTO HORARIO	8 horas/día
DÍAS PRODUCTIVOS/ AÑO	240 días/año
PRODUCCIÓN ANUAL	159.000Tn/año

Costes propios de la empresa

A continuación, se indican los gastos procedentes del tratamiento de materiales, desde su llegada a la planta, hasta el producto resultante del tratamiento.

8.3.3 Ingresos procedentes de la actividad de la planta

Los ingresos como indicábamos anteriormente, provienen de la venta del árido reciclado, venta de tierras, y recepción de RCD procedentes de empresa pública y privada. Los precios en la provincia de Jaén, son los siguientes:

AMORTIZACIÓN

Con las amortizaciones, los costes de una inversión se dividen entre todos los años de uso de esa inversión. En nuestro caso, estimamos que el periodo de amortización es de 10 años, partiendo de la inversión anual, obtendremos la cuota anual de amortización.

Amortización de la maquinaria: (Tabla 42)

Tabla 42. Amortización
(Fuente: [elaboración propia](#))

INVERSIÓN INICIAL	550.000,00 EUROS
PERIODO DE AMORTIZACIÓN	SE CALCULARÁ POSTERIORMENTE
CUOTA ANUAL DE AMORTIZACIÓN	SE CALCULARÁ POSTERIORMENTE

Repercusión de la amortización de la maquinaria sobre la producción anual:

$$(45.833 \text{ euros/año}) / (159.000 \text{ Tn/año}) = 0,28 \text{ euros/Tn} \quad (55)$$

GASTOS GENERALES

Consumo de combustible:

$$(35.000 \text{ euros/año}) / (159.000 \text{ Tn/año}) = 0,22 \text{ euros/Tn} \quad (56)$$

Reparaciones y repuestos: se estima, en torno a un 12% al año del coste de la maquinaria:

$$550.000 \text{ euros} * 0,12 = 66.000 \text{ euros/año} \quad (57)$$

$$66.000 \text{ euros/año} / 159.000 \text{ Tn/año} = 0,41 \text{ euros/Tn} \quad (58)$$

Total gastos generales de producción:

$$0,22 \text{ euros/Tn} + 0,41 \text{ euros/Tn} = 0,63 \text{ euros/Tn} \quad (59)$$

Coste de la mano de obra: (Tabla 43)

Tabla 43. Coste de mano de obra
(Fuente: [elaboración propia](#))

TRABAJO	Nº TRABAJADORES	SALARIO (EUROS)
ADMINISTRATIVO	1	26.000,00
OPERARIO PLATA	2	50.000,00
OPERARIO PALA/RETRO	1	25.000,00
	TOTAL	101.000,00

Por lo tanto:

$$(101.000 \text{ euros/año}) / (159.000 \text{ Tn/año}) = 0,63 \text{ euros/Tn} \quad (60)$$

Costes de producción: (Tabla 44)

Tabla 44. Costes de producción

(Fuente: [elaboración propia](#))

CONCEPTO	COSTE: EUROS/Tn
AMORTIZACIÓN MAQUINARIA	0,28
GASTOS GENERALES PRODUC.	0,63
MANO DE OBRA	0,63
TOTAL	1,54

El coste por tonelada de material tratado es de 1,54 euros.

8.3.4 *Ingresos obtenidos por la venta del material*

Suponiendo que se genera el 65% del producto recepcionado:

$$159.000 \text{ Tn/año} * 0,65 = 103.350 \text{ Tn/año} \quad (61)$$

Tenemos en cuenta que el precio de venta de árido, según RESURJA es: de 2,16 euros/Tn

Como todo el árido tiene el mismo precio, obtenemos que:

$$103.350 \text{ Tn/año} * 2,16 \text{ euros/Tn} = 223.236 \text{ euros/año} \quad (62)$$

8.3.5 *Ingresos obtenidos por la recepción del material*

Se supone que es susceptible de tratamiento el 65% del material recepcionado: 103.350 T/año

La diferente tipología de residuos, se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 45. Precio por tipología de residuo

(Fuente: [elaboración propia](#))

TIPOLOGÍA DE RESIDUOS	TARIFAS (EUROS / Tn)	%	Tn/AÑO	INGRESOS EUROS/AÑO
RCD SELECCIONADO	5,753	35	36.172,5	208.100,39
RCD HETEROGÉNEO	8,404	35	36.172,5	303.993,69
RCD MEZCLADO	11,561	20	20.670	238.965,87
RCD MUY MEZCLADO	14,762	10	10.335	152.565,27
TOTAL		100	103.350	903.625,22

8.3.6 Ingresos anuales

$$223.236 \text{ euros/año} + 111.215 \text{ euros/año} = 334.451 \text{ euros/año} \quad (63)$$

8.3.7 Balance

$$334.451 \text{ euros/año} - (66.000 \text{ euros/año} + 101.000 \text{ euros/año}) = 167.451 \text{ euros/año} \quad (64)$$

8.3.8 Periodo de amortización

$$1.065.000 \text{ euros} / 167.451 \text{ euros/año} = 6,36 \text{ años} = 7 \text{ años} \quad (65)$$

8.3.9 Conclusiones

El gasto total para implantar la planta, asciende a 1.065.000 EUROS.

Los ingresos obtenidos por la recepción de RCD y venta del producto reciclado es de 334.451 EUROS/AÑO.

Para los datos que hemos estimado, se prevé una amortización de 7 años.

Tras amortizar los costes de implantación de la planta, los beneficios, serán mayores y por tanto podremos mejorar las calidades de la planta, contratar a más empleados, etc.

Por todos los datos obtenidos, nuestra planta es viable económicamente, ya que la amortización de la inversión efectuada se realiza a los 7 años de su apertura.

8.4 ANEXO 4: COMPROBACIONES CYPECAD (ELU y ELS)

<u>8.4.1</u>	<u>Normas consideradas</u>	255
<u>8.4.2</u>	<u>Análisis cimentación (ELU y ELS)</u>	255
<u>8.4.3</u>	<u>Análisis de las vigas de atado (ELU y ELS)</u>	344
<u>8.4.4</u>	<u>Análisis de placas de anclaje y uniones (ELU y ELS)</u>	368
<u>8.4.5</u>	<u>Análisis barras y nudos pórtico tipo (ELU y ELS)</u>	428
<u>8.4.6</u>	<u>Análisis barras y uniones pórtico frontal (ELU y ELS)</u>	466

8.4.1 Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

8.4.2 Análisis cimentación (ELU y ELS)

8.4.2.1 Elementos de cimentación aislados

8.4.2.1.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N36 y N38	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 75.0 cm Ancho inicial Y: 75.0 cm Ancho final X: 75.0 cm Ancho final Y: 75.0 cm Ancho zapata X: 150.0 cm Ancho zapata Y: 150.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 5Ø12c/30 Sup Y: 5Ø12c/30 Inf X: 5Ø12c/30 Inf Y: 5Ø12c/30
N6, N8, N31 y N33	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 155.0 cm Ancho inicial Y: 155.0 cm Ancho final X: 155.0 cm Ancho final Y: 155.0 cm Ancho zapata X: 310.0 cm Ancho zapata Y: 310.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 11Ø16c/27 Sup Y: 11Ø16c/27 Inf X: 11Ø16c/27 Inf Y: 11Ø16c/27
N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26 y N28	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 152.5 cm Ancho inicial Y: 152.5 cm Ancho final X: 152.5 cm Ancho final Y: 152.5 cm Ancho zapata X: 305.0 cm Ancho zapata Y: 305.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 16Ø12c/19 Sup Y: 16Ø12c/19 Inf X: 16Ø12c/19 Inf Y: 16Ø12c/19

Referencias	Geometría	Armado
N41, N43, N45 y N47	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100.0 cm Ancho inicial Y: 100.0 cm Ancho final X: 100.0 cm Ancho final Y: 100.0 cm Ancho zapata X: 200.0 cm Ancho zapata Y: 200.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 7Ø12c/27 Sup Y: 7Ø12c/27 Inf X: 7Ø12c/27 Inf Y: 7Ø12c/27

8.4.2.2 Medición

Referencias: N1, N3, N36 y N38		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.34	6.70
	Peso (kg)	5x1.19	5.95
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.34	6.70
	Peso (kg)	5x1.19	5.95
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.34	6.70
	Peso (kg)	5x1.19	5.95
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.34	6.70
	Peso (kg)	5x1.19	5.95
Totales	Longitud (m)	26.80	23.80
	Peso (kg)	23.80	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	29.48	26.18
	Peso (kg)	26.18	

Referencias: N6, N8, N31 y N33		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.94	32.34
	Peso (kg)	11x4.64	51.04
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.94	32.34
	Peso (kg)	11x4.64	51.04

Referencias: N6, N8, N31 y N33		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x2.94	32.34
	Peso (kg)	11x4.64	51.04
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.94	32.34
	Peso (kg)	11x4.64	51.04
Totales	Longitud (m)	129.36	204.1
	Peso (kg)	204.16	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	142.30	224.5
	Peso (kg)	224.58	

Referencias: N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26 y N28		B 500 S, Ys=1.15	Tot al
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	16x2.89	46.
	Peso (kg)	16x2.57	24 41. 05
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	16x2.89	46.
	Peso (kg)	16x2.57	24 41. 05
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	16x2.89	46.
	Peso (kg)	16x2.57	24 41. 05
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	16x2.89	46.
	Peso (kg)	16x2.57	24 41. 05

Referencias: N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26 y N28		B 500 S, Ys=1.15	Tot al
Nombre de armado		Ø12	
Totales	Longitud (m)	184.96	164
	Peso (kg)	164.20	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	203.46	180
	Peso (kg)	180.62	

Referencias: N41, N43, N45 y N47		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x1.84	12.8
	Peso (kg)	7x1.63	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.84	12.8
	Peso (kg)	7x1.63	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x1.84	12.8
	Peso (kg)	7x1.63	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.84	12.8
	Peso (kg)	7x1.63	
Totales	Longitud (m)	51.52	45.7
	Peso (kg)	45.76	

Referencias: N41, N43, N45 y N47		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	56.67 50.34	50.3
	Peso (kg)		
			4

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormi gón (m³)	
	Ø1 2	Ø1 6	To tal	HA- 25, Yc=1.5	Li mpieza
Referencias: N1, N3, N36 y N38	4x 26.18		10 4.72	4x0.90	4x 0.22
Referencias: N6, N8, N31 y N33		4x 224.58	89 8.32	4x7.69	4x 0.96
Referencias: N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26 y N28	8x 180.62		14 44.96	8x6.05	8x 0.93
Referencias: N41, N43, N45 y N47	4x 50.34		20 1.36	4x1.80	4x 0.40
Totales	17 51.04	89 8.32	26 49.36	89.93	13. 79

8.4.2.3 Comprobación

Referencia: N1		
Dimensiones: 150 x 150 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0162846 MPa	Cumple

Referencia: N1 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0133416 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0207972 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 39441.1 % Reserva seguridad: 122.4 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C</i> <i>(Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 11.46	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 3.42 kN·m Momento: 5.00 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 5.10 kN Cortante: 7.65 kN	Cumple Cumple

Referencia: N1 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 94.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple

Referencia: N1 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple

Referencia: N1 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N3 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0162846 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0133416 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0207972 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 37216.3 % Reserva seguridad: 122.3 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $CTE \quad DB-SE \quad C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 11.46	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 3.42 kN·m Momento: 5.00 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N3 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 5.10 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.65 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 94.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	 Cumple

Referencia: N3 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N6 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0271737 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0355122 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0544455 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 104281.2 % Reserva seguridad: 25.8 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $CTE \quad DB-SE \quad C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.21	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 30.98 kN·m Momento: 110.24 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N6 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 20.90 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 81.42 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 70.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N6:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	

Referencia: N6 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

Referencia: N6 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 60 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple

Referencia: N6 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N8 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0271737 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0355122 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0544455 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 118417.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 25.8 %	Cumple

Referencia: N8 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.21	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 30.98 kN·m Momento: 110.21 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 20.99 kN Cortante: 81.42 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 70.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N8:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N8 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N8 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 60 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple

Referencia: N8 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N11 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0312939 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0447336 MPa	Cumple

Referencia: N11 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 307191.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.0 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $\frac{CTE}{DB-SE} \leq C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.47 kN·m Momento: 87.65 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 22.27 kN Cortante: 77.11 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 81.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple

Referencia: N11 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N11:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N11 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N11 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N13 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0311958 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0445374 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 277156.5 % Reserva seguridad: 16.0 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $\frac{CTE}{DB-SE} \geq C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.51 kN·m Momento: 87.07 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N13 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 22.27 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 76.52 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 81.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	

Referencia: N13 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

Referencia: N13 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple

Referencia: N13 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N16 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0311958 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0446355 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 765726.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.5 %	Cumple

Referencia: N16 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.49 kN·m Momento: 87.35 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 22.27 kN Cortante: 76.81 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 81.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N16:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N16 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N16 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple

Referencia: N16 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N18 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0311958 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0446355 MPa	Cumple

Referencia: N18 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 776093.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.6 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $\frac{CTE}{DB-SE} \leq C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.48 kN·m Momento: 87.34 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 22.27 kN Cortante: 76.81 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 81.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple

Referencia: N18 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N18:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N18 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N18 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N21 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0311958 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0446355 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 695656.6 % Reserva seguridad: 15.6 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $\frac{CTE}{DB-SE} \geq C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.49 kN·m Momento: 87.35 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N21 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 22.27 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 76.81 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 81.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	

Referencia: N21 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

Referencia: N21 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N23		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0311958 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0446355 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 771577.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.6 %	Cumple

Referencia: N23 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.48 kN·m Momento: 87.35 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 22.27 kN Cortante: 76.81 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 81.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N23:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N23 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N23 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple

Referencia: N23 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N26 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0311958 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0446355 MPa	Cumple

Referencia: N26 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 266773.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.5 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $\frac{CTE}{DB-SE} \leq C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.49 kN·m Momento: 87.35 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 22.27 kN Cortante: 76.81 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 81.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple

Referencia: N26 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N26:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N26 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N26 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N28 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.022563 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0311958 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0446355 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 277135.2 % Reserva seguridad: 15.5 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $CTE \quad DB-SE \quad C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.12	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 26.49 kN·m Momento: 87.35 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N28 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 22.27 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 76.81 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 81.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N28:	Mínimo: 40 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	

Referencia: N28 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	

Referencia: N28 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 72 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 72 cm	Cumple

Referencia: N28 Dimensiones: 305 x 305 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 72 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N31 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0271737 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0355122 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0544455 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 116030.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 25.8 %	Cumple

Referencia: N31 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.21	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 30.98 kN·m Momento: 110.22 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 20.99 kN Cortante: 81.42 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 70.2 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N31:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N31 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N31 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 60 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple

Referencia: N31 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N33 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0271737 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0355122 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0544455 MPa	Cumple

Referencia: N33 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 118449.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 25.8 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.21	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 30.98 kN·m Momento: 110.22 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 20.99 kN Cortante: 81.42 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 70.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple

Referencia: N33 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	

Referencia: N33 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N33 Dimensiones: 310 x 310 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 60 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N36 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0162846 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0133416 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0207972 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 38056.7 % Reserva seguridad: 122.2 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $CTE \quad DB-SE \quad C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 11.45	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 3.42 kN·m Momento: 4.99 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N36 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 5.10 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.65 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 94.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N36:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: N36 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N36 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N38 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0162846 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0133416 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0207972 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 37223.2 % Reserva seguridad: 122.2 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: $CTE \quad DB-SE \quad C$ (Cimientos): Tabla 2.1	Mínimo: 1.5 Calculado: 11.45	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 3.42 kN·m Momento: 5.00 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N38 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 5.10 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 7.65 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 94.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N38:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: N38 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	 Cumple

Referencia: N38 Dimensiones: 150 x 150 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 27 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N41 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0193257 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0138321 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0193257 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		No procede No procede
Deslizamiento de la zapata ⁽¹⁾ - Situaciones persistentes ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.		No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 9.68 kN·m Momento: 10.82 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 12.36 kN	Cumple

Referencia: N41 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 13.64 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 130.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N41:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N41 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N41 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N43 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0193257 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0138321 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0193257 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		No procede No procede
Deslizamiento de la zapata ⁽¹⁾ - Situaciones persistentes ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.		No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 9.68 kN·m Momento: 10.82 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 12.36 kN	Cumple

Referencia: N43 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 13.64 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 130.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N43:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N43 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N43 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N45 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0193257 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0138321 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0193257 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		No procede No procede
Deslizamiento de la zapata ⁽¹⁾ - Situaciones persistentes ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.		No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 9.68 kN·m Momento: 10.82 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 12.36 kN	Cumple

Referencia: N45 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 13.64 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 130.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N45:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N45 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N45 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N47 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2943 MPa Calculado: 0.0193257 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0138321 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0193257 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X ⁽¹⁾ - En dirección Y ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sin momento de vuelco		No procede No procede
Deslizamiento de la zapata ⁽¹⁾ - Situaciones persistentes ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Sobre la zapata no actúan fuerzas que produzcan el deslizamiento de la zapata respecto al terreno de apoyo.		No procede
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 9.68 kN·m Momento: 10.82 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 12.36 kN	Cumple

Referencia: N47 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 13.64 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 130.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N47:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N47 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2</i> (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N47 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

8.4.3 Análisis de las vigas de atado (ELU y ELS)

8.4.3.1 Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N38-N33], C.1 [N6-N1], C.1 [N33-N28], C.1 [N31-N26], C.1 [N8-N3], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N11-N6], C.1 [N16-N11], C.1 [N13-N8], C.1 [N18-N13], C.1 [N28-N23] y C.1 [N36-N31]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N45-N3], C.1 [N47-N38], C.1 [N43-N36] y C.1 [N41-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N47-N43] y C.1 [N45-N41]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

2.2.2. Medición

Referencias: C.1 [N38-N33], C.1 [N6-N1], C.1 [N33-N28], C.1 [N31-N26], C.1 [N8-N3], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N11-N6], C.1 [N16-N11], C.1 [N13-N8], C.1 [N18-N13], C.1 [N28-N23] y C.1 [N36-N31]		B 500 S, T Ys=1.15 otal	
Nombre de armado		Ø8 12	Ø
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2 x5.30
	Peso (kg)		2 x4.71
			1 0.60 9 .41

Referencias: C.1 [N38-N33], C.1 [N6-N1], C.1 [N33-N28], C.1 [N31-N26], C.1 [N8-N3], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N11-N6], C.1 [N16-N11], C.1 [N13-N8], C.1 [N18-N13], C.1 [N28-N23] y C.1 [N36-N31]		B 500 S, Ys=1.15		T otal
Nombre de armado		Ø8 12	Ø	
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2 x5.30 2 x4.71	1 0.60 9 .41
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	10 x1.33 10 x0.52		1 3.30 5 .25
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	13. 30 5.2 5	2 1.20 1 8.82	2 4.07
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	14. 63 5.7 8	2 3.32 2 0.70	2 6.48

Referencias: C.1 [N45-N3], C.1 [N47-N38], C.1 [N43-N36] y C.1 [N41-N1]		B 500 S, Ys=1.15		T otal
Nombre de armado		Ø8 12	Ø	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2 x6.80 2 x6.04	1 3.60 1 2.07

Referencias: C.1 [N45-N3], C.1 [N47-N38], C.1 [N43-N36] y C.1 [N41-N1]		B 500 S, Ys=1.15		T
Nombre de armado		Ø8	Ø12	total
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2	1
	Peso (kg)		2	1
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	17		2
	Peso (kg)	17		8
Totales	Longitud (m)	22.61	2	3
	Peso (kg)	8.92	2	3.06
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	24.87	2	3
	Peso (kg)	9.81	2	6.37

Referencias: C.1 [N47-N43] y C.1 [N45-N41]		B 500 S, Ys=1.15		Tot
Nombre de armado		Ø8	Ø12	al
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.30	14.60
	Peso (kg)		2x6.48	12.96
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.30	14.60
	Peso (kg)		2x6.48	12.96

Referencias: C.1 [N47-N43] y C.1 [N45-N41]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1.33		23.94
	Peso (kg)	18x0.52		9.45
Totales	Longitud (m)	23.94	29.20	35.14
	Peso (kg)	9.45	25.92	37.37
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26.33	32.12	38.45
	Peso (kg)	10.40	28.51	91.91

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N38-N33], C.1 [N6-N1], C.1 [N33-N28], C.1 [N31-N26], C.1 [N8-N3], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N11-N6], C.1 [N16-N11], C.1 [N13-N8], C.1 [N18-N13], C.1 [N28-N23] y C.1 [N36-N31]	14x5.78	14x20.70	370.72	14x0.43	14x0.11
Referencias: C.1 [N45-N3], C.1 [N47-N38], C.1 [N43-N36] y C.1 [N41-N1]	4x9.82	4x26.55	145.48	4x0.76	4x0.19
Referencias: C.1 [N47-N43] y C.1 [N45-N41]	2x10.40	2x28.51	77.82	2x0.80	2x0.20
Totales	141.00	453.02	594.02	10.69	2.67

8.4.3.2 Comprobación

Referencia: C.1 [N38-N33] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N6-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N33-N28] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N31-N26] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N8-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N26-N21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N23-N18] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N21-N16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N11-N6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N16-N11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N13-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N18-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N28-N23] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N36-N31] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N45-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N47-N38] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N43-N36] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N41-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N47-N43] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: C.1 [N45-N41] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

8.4.4 *Análisis de placas de anclaje y uniones (ELU y ELS)*

8.4.4.1 *Normas consideradas*

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

8.4.4.2 *ESTRUCTURA*

8.4.4.2.1 *Uniones*

Nota: Las uniones que no están correctamente definidas no se muestran en los listados.

8.4.4.2.1.1 *Especificaciones*

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

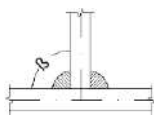
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de

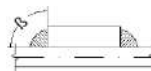
garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación de soldaduras

Referencias:

1: línea de la flecha

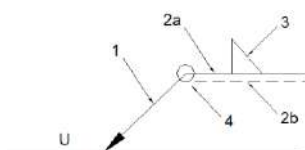
2a: línea de referencia (línea continua)

2b: línea de identificación (línea a trazos)

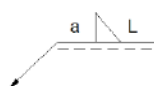
3: símbolo de soldadura

4: indicaciones complementarias

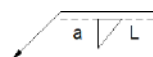
U: Unión



Referencias 1, 2a y 2b



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	n	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo			
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)			
Soldadura a tope en bisel simple			
Soldadura a tope en bisel doble			
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio			
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo			
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo			

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

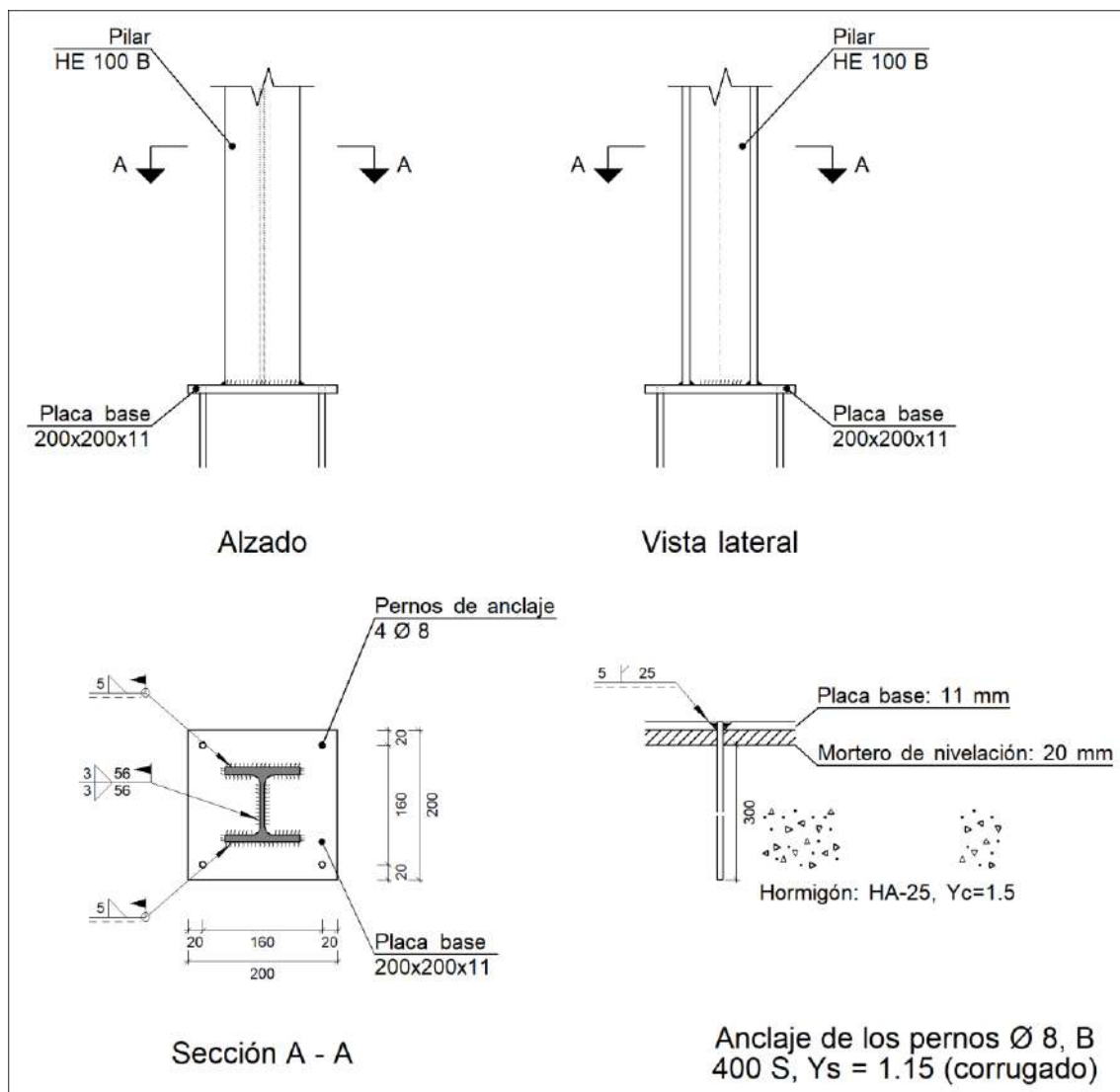
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

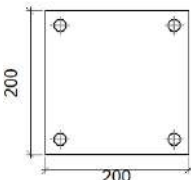
8.4.4.3 *Memoria de cálculo*

8.4.4.3.1 *Tipo 1*

a) *Detalle*



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		200	200	11	4	18	10	5	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 100 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	100	10.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	56	6.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	100	10.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)			Aprov. (%)
Soldadura del ala superior	61.6	61.6	0.1	123.2	31.92	61.6	18.77	410.0	0.85
Soldadura del alma	33.0	33.0	3.7	66.2	17.16	33.0	10.05	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	61.6	61.6	0.1	123.2	31.92	61.6	18.78	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
-Tracción:	Máximo: 20.51 kN Calculado: 13.85 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 14.36 kN Calculado: 0.35 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 20.51 kN Calculado: 14.35 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 16.1 kN Calculado: 13.25 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 263.593 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 46.1 kN Calculado: 0.32 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:		
- Derecha:	Calculado: 72.4383 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 72.445 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Arriba:	Calculado: 239.653 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 239.66 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 3873.59	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 3873.29	Cumple
- Arriba:	Calculado: 373.723	Cumple
- Abajo:	Calculado: 373.38	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial			5		25	8.0	90.00	
l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)	
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	175.7	304.3	78.86	0.0	0.00	410.0	0.85

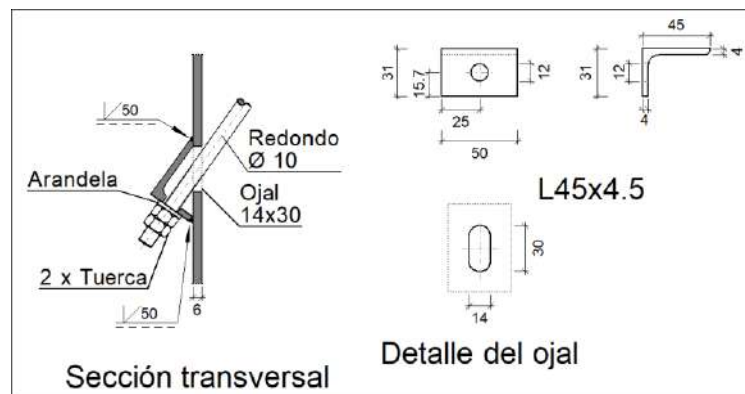
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	101
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	112
			5	380

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	200x200x11	3.45
	Total			3.45
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 8 - L = 339	0.54
	Total			0.54

8.4.4.3.2 Tipo 2

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	0.16	22.98	0.70
Flector	--	--	--	1.17

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas										
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			4			50		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						410.0	0.85	

c) Medición

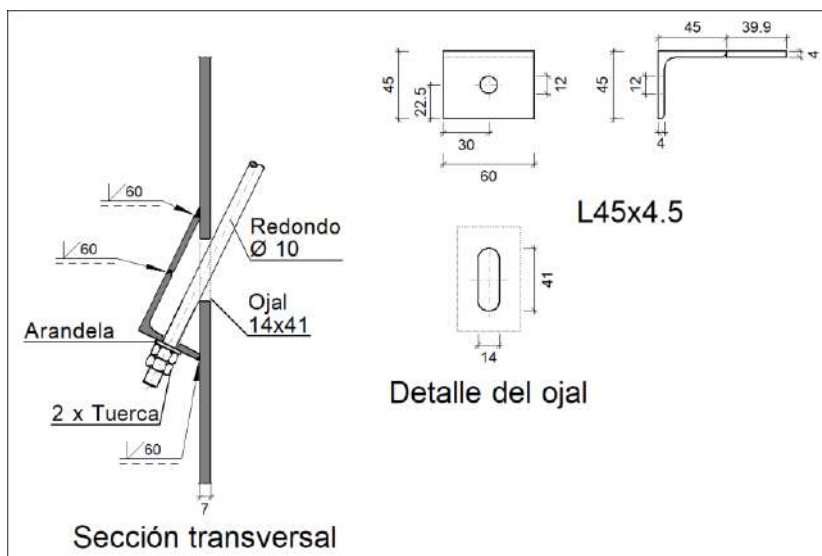
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	50	0.14
	Total			0.14

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.3 Tipo 3

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.94	29.03	10.14

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Flector	--	--	--	67.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			4			60	
I: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						410.0	0.85

c) Medición

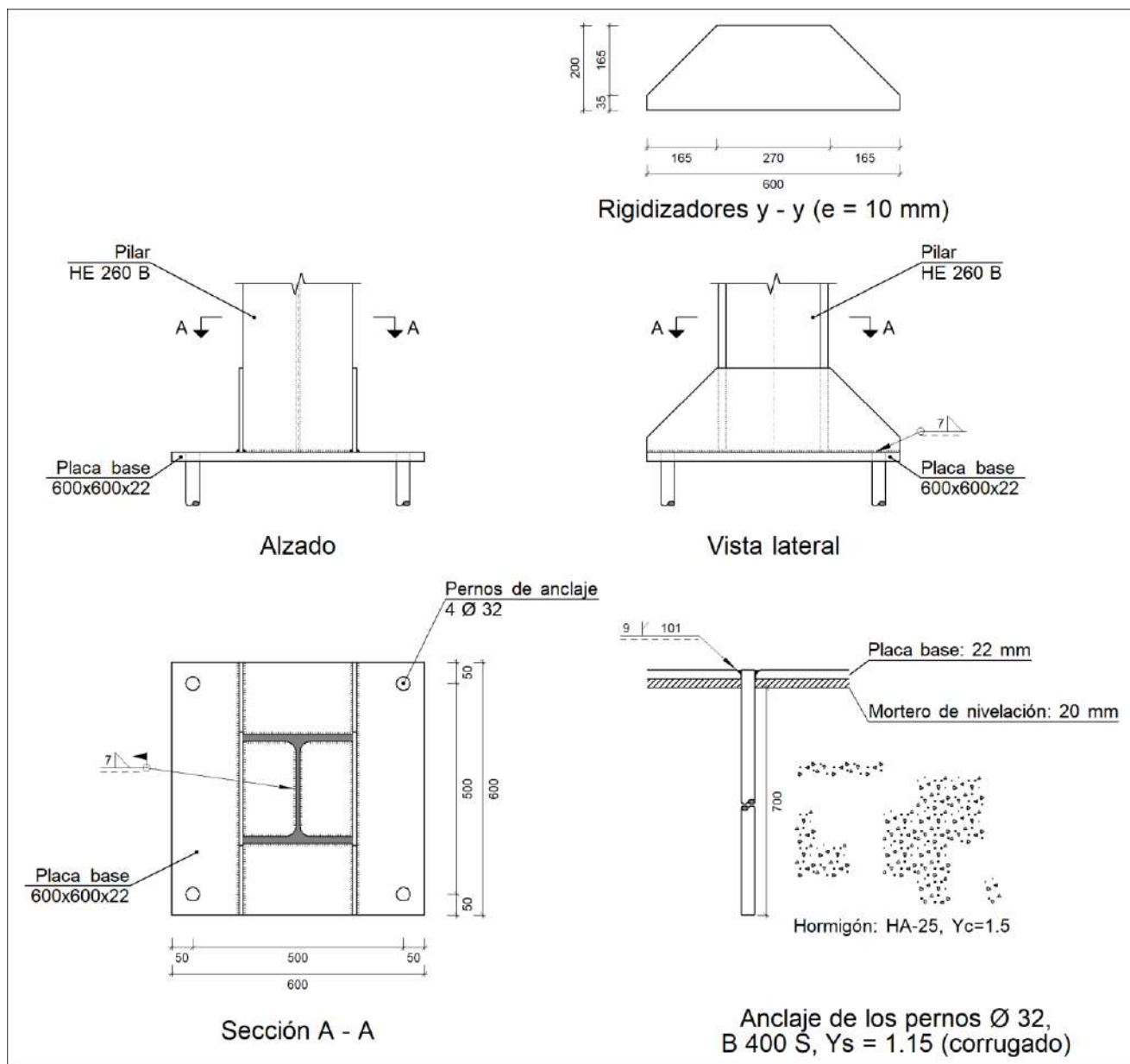
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

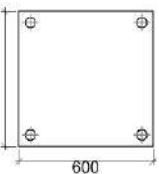
Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

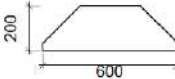
8.4.4.3.4 Tipo 4

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		600	600	22	4	50	34	9	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		600	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1278	10.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 501 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 162.01 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
-Cortante:	Máximo: 134.03 kN Calculado: 13.94 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 181.93 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 147.93 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 185.917 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 368.76 kN Calculado: 12.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 237.691 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 238.434 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 140.482 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 131.926 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 744.852	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 740.351	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6702.33	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6486.88	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	101	22.0	90.00			
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	210.2	364.1	94.35	0.0	0.00	410.0	0.85

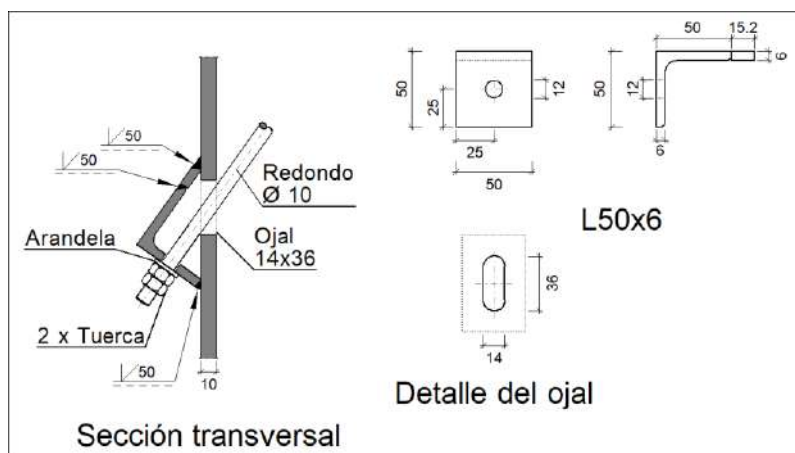
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2330
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1278

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	600x600x22	62.17
	Rigidizadores pasantes	2	600/270x200/35x10	14.57
	Total			76.74
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 32 - L = 774	19.55
	Total			19.55

8.4.4.3.5 Tipo 5

a) Detalle



b) Comprobación

1) L50x6 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	0.12	34.48	0.35
Flector	--	--	--	1.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			6		50	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

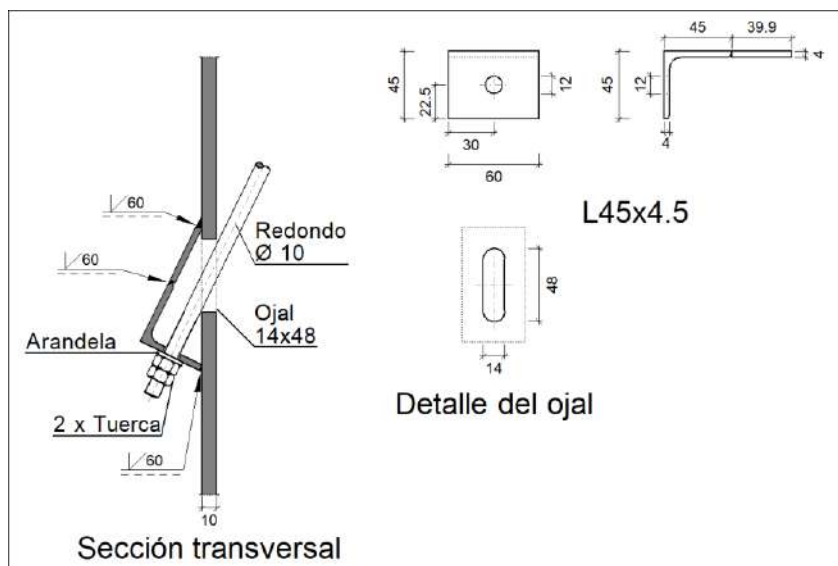
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	6	150

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L50x6	50	0.22
	Total			0.22

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.6 Tipo 6

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.96	29.03	10.20
Flector	--	--	--	68.03

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			4			60	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						410.0	0.85

c) Medición

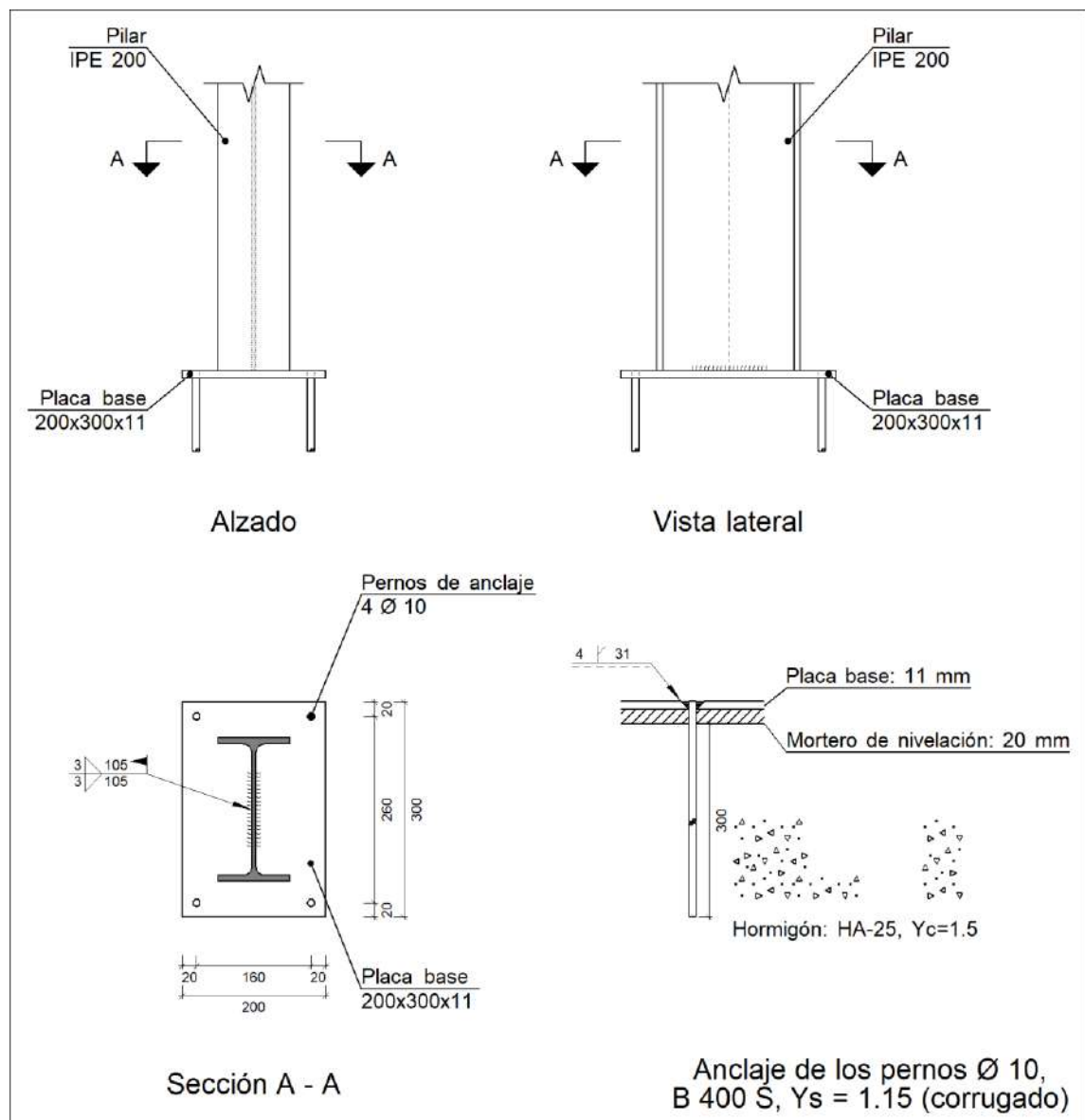
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

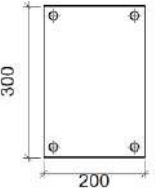
Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.7 Tipo 7

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		200	300	11	4	18	12	4	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	78.64	261.90	30.03

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	51.9	51.9	0.0	103.8	26.90	51.9	15.82	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 15 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Anclaje perno en hormigón (Tracción):	Máximo: 25.64 kN Calculado: 8.28 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 25.12 kN Calculado: 8.03 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 102.274 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 57.62 kN Calculado: 0 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 80.1705 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 80.1705 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 120.256 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 120.256 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1208.84	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1208.84	Cumple
- Arriba:	Calculado: 805.893	Cumple
- Abajo:	Calculado: 805.893	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	4	31	10.0	90.00				
l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	127.8	221.3	57.35	0.0	0.00	410.0	0.85

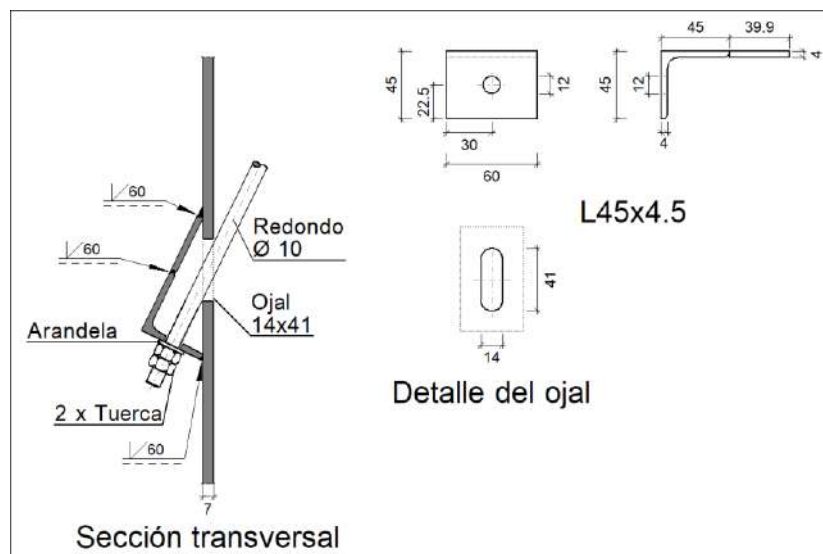
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	4	126
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	200x300x11	5.18
	Total			5.18
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 10 - L = 341$	0.84
	Total			0.84

8.4.4.3.8 Tipo 10

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.95	29.03	10.15
Flector	--	--	--	67.70

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas										
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		60		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

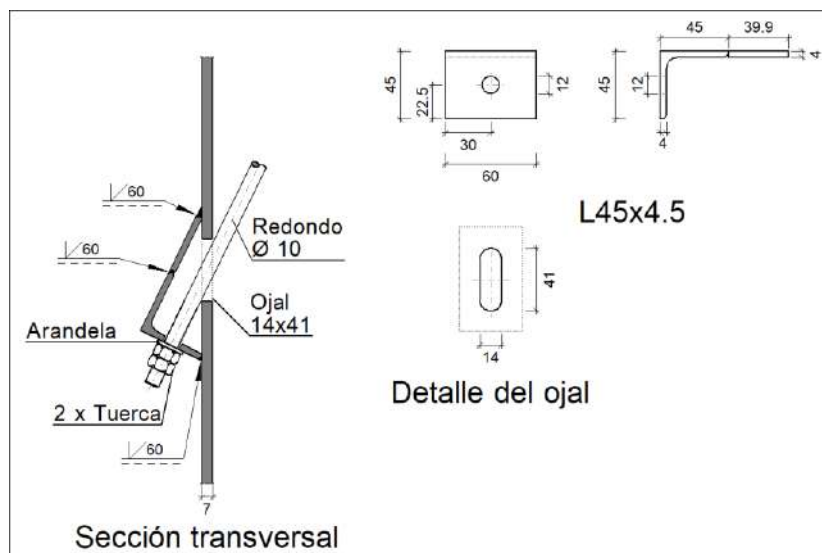
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.9 Tipo 11

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.96	29.03	10.20
Flector	--	--	--	68.03

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			4			60	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						410.0	0.85

c) Medición

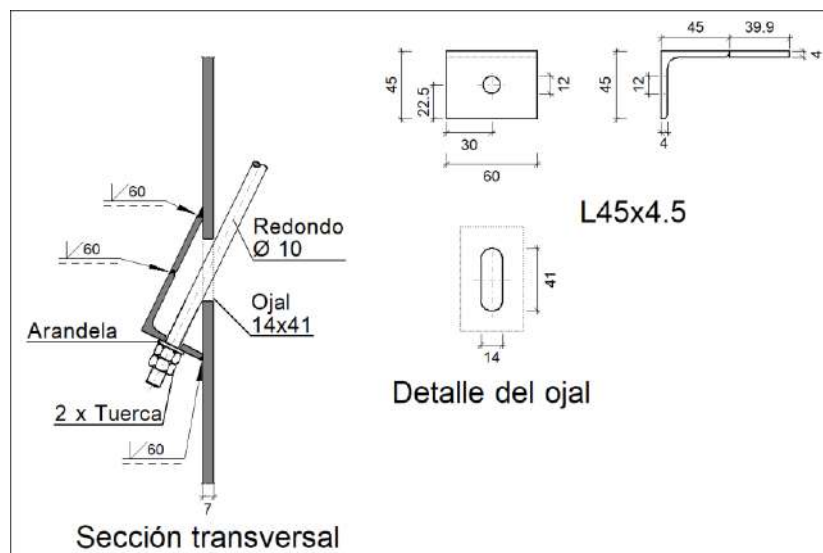
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.10 Tipo 12

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.96	29.03	10.20
Flector	--	--	--	68.06

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	4	60
l: Longitud efectiva			

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

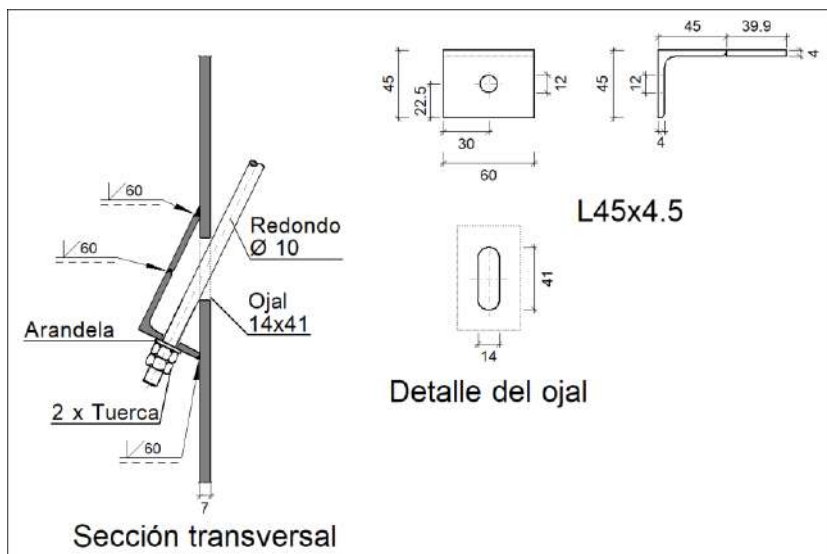
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.11 Tipo 15

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.95	29.03	10.15
Flector	--	--	--	67.70

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas										
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		60		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

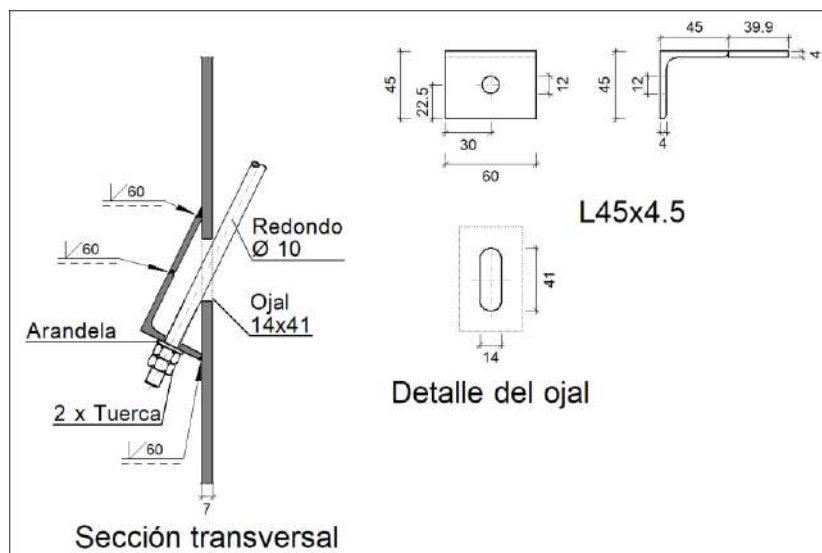
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.12 Tipo 16

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.95	29.03	10.15
Flector	--	--	--	67.70

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			4			60	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						410.0	0.85

c) Medición

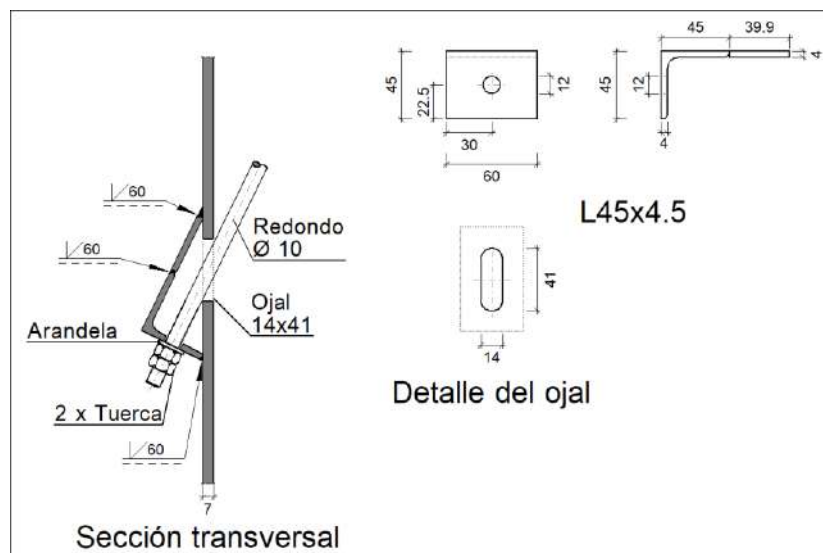
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.13 Tipo 17

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.96	29.03	10.20
Flector	--	--	--	68.06

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	4	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

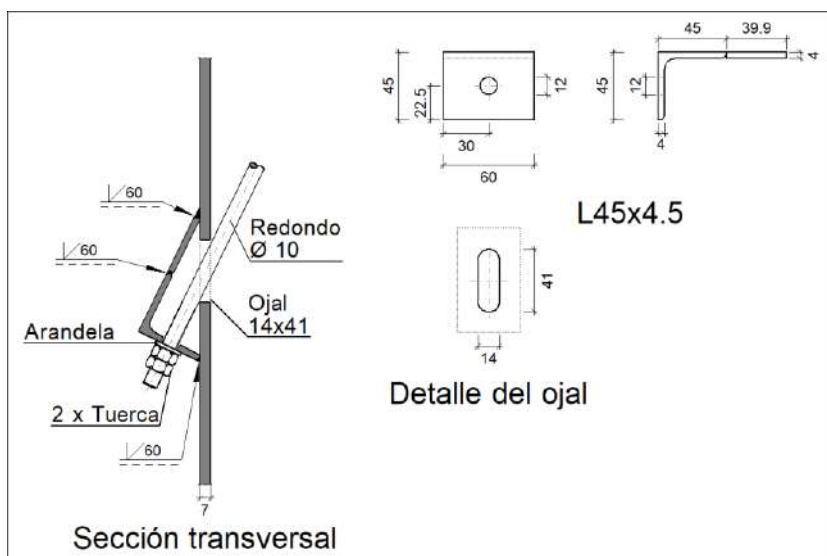
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.14 Tipo 18

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.96	29.03	10.20
Flector	--	--	--	68.06

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		60	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.15 Tipo 19

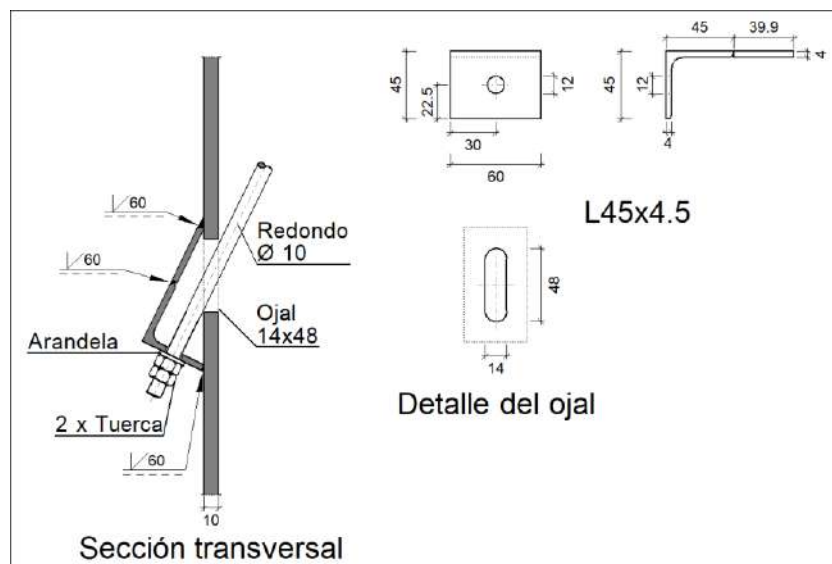
a) Detalle

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.16 Tipo 20

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.95	29.03	10.15
Flector	--	--	--	67.70

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	4	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

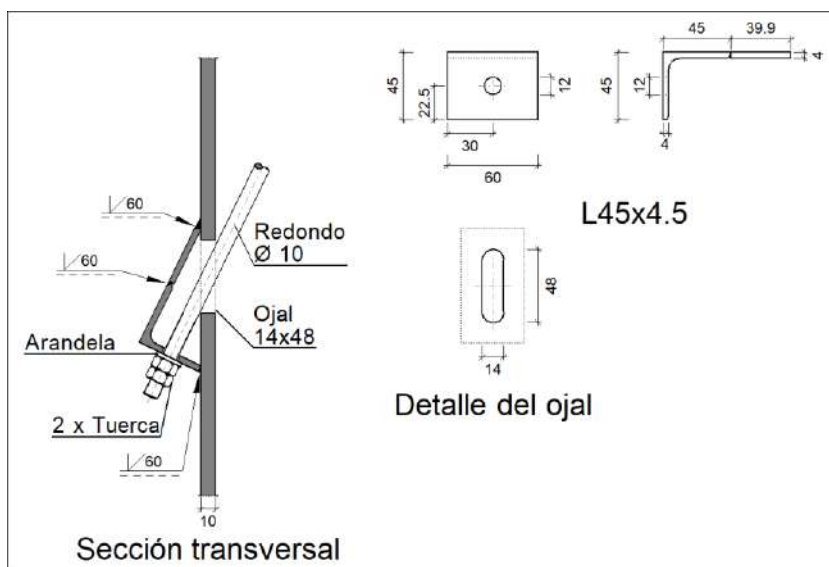
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.17 Tipo 21

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.95	29.03	10.15
Flector	--	--	--	67.70

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas										
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		60		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

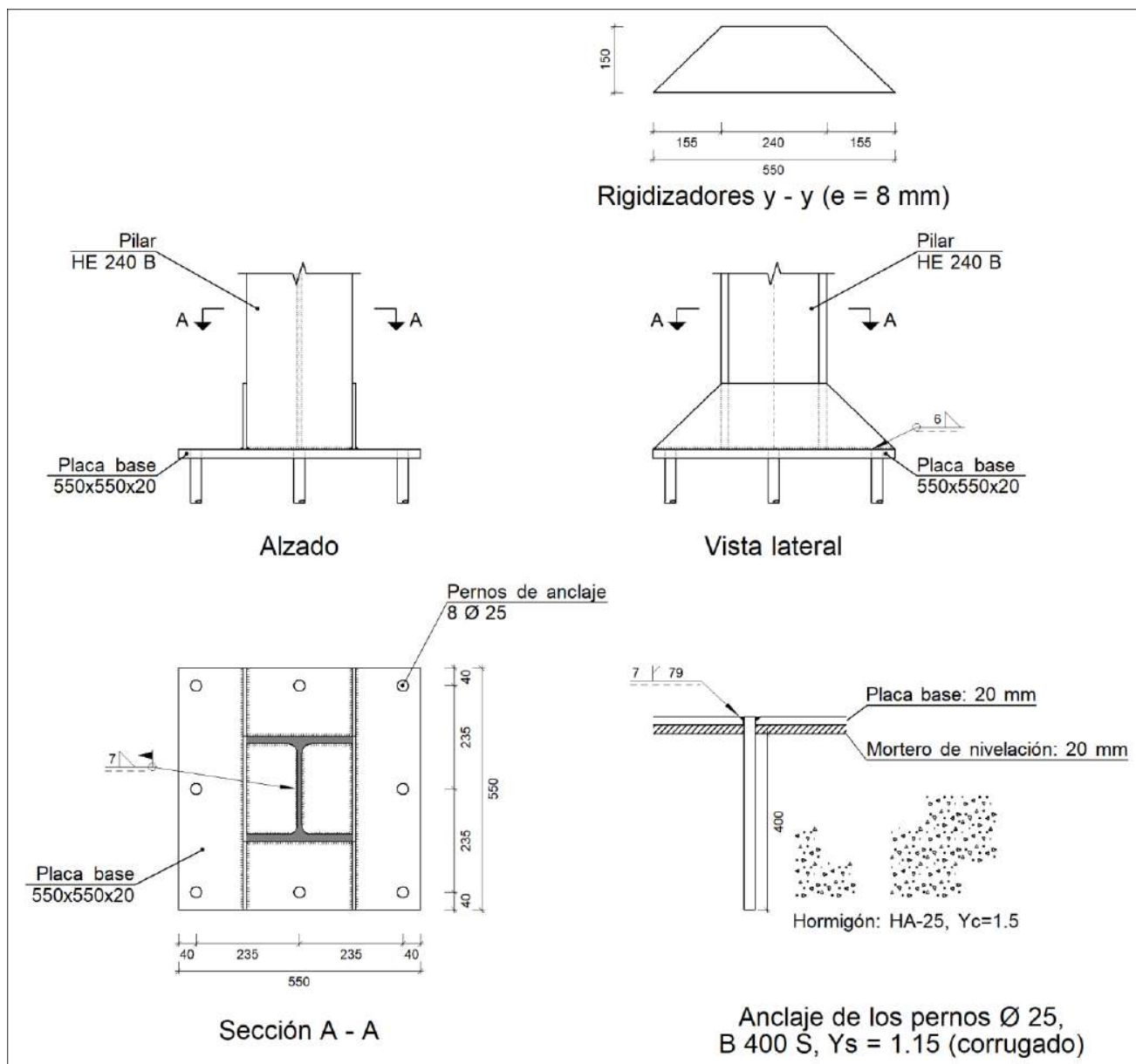
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

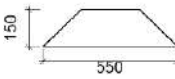
8.4.4.3.18 Tipo 22

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		550	550	20	8	39	27	7	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		550	150	8	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1184	10.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 85.48 kN Calculado: 74.43 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
-Cortante:	Máximo: 59.83 kN Calculado: 5.56 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 85.48 kN Calculado: 82.36 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 71.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 145.719 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 261.9 kN Calculado: 5.01 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 184.559 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 184.457 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 213.646 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 212.32 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 972.83	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 973.88	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3730.24	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3752.82	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 195.289 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -124): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	8.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 124): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	8.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	79	20.0	90.00			
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -124): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 124): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	181.0	313.4	81.23	0.0	0.00	410.0	0.85

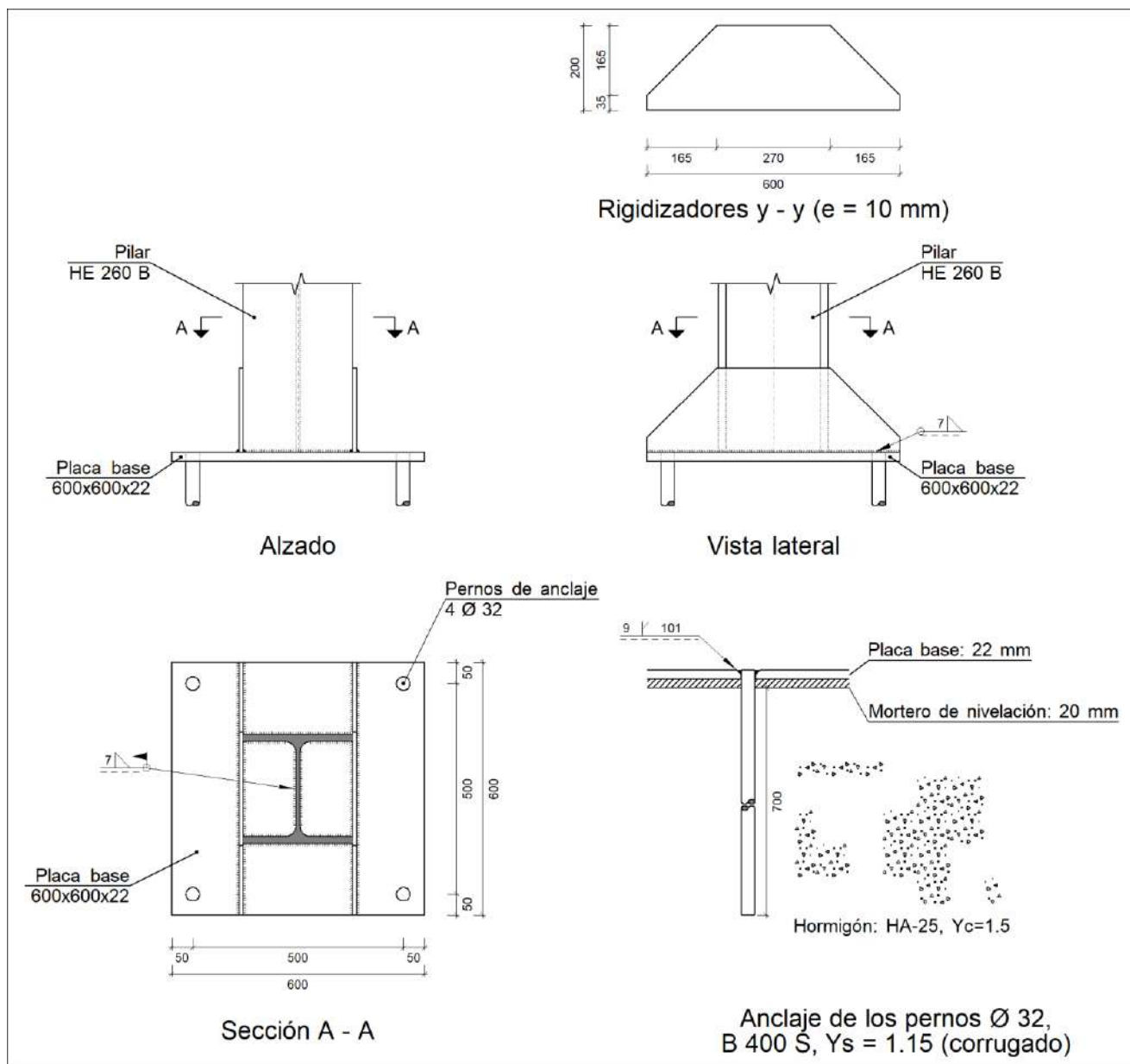
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	2132
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	628
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1184

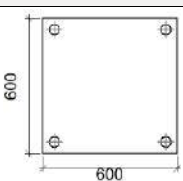
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	550x550x20	47.49
	Rigidizadores pasantes	2	550/240x150/0x8	7.44
	Total			54.93
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 465	14.33
	Total			14.33

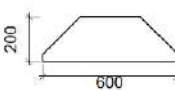
8.4.4.3.19 Tipo 23

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		600	600	22	4	50	34	9	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		600	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1278	10.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 501 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 162 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
-Cortante:	Máximo: 134.03 kN Calculado: 13.94 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 181.92 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 147.92 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 185.906 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 368.76 kN Calculado: 12.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 238.397 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 237.75 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 140.468 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 131.93 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 740.556	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 744.496	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6702.66	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6486.64	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	101	22.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	210.2	364.1	94.35	0.0	0.00	410.0	0.85

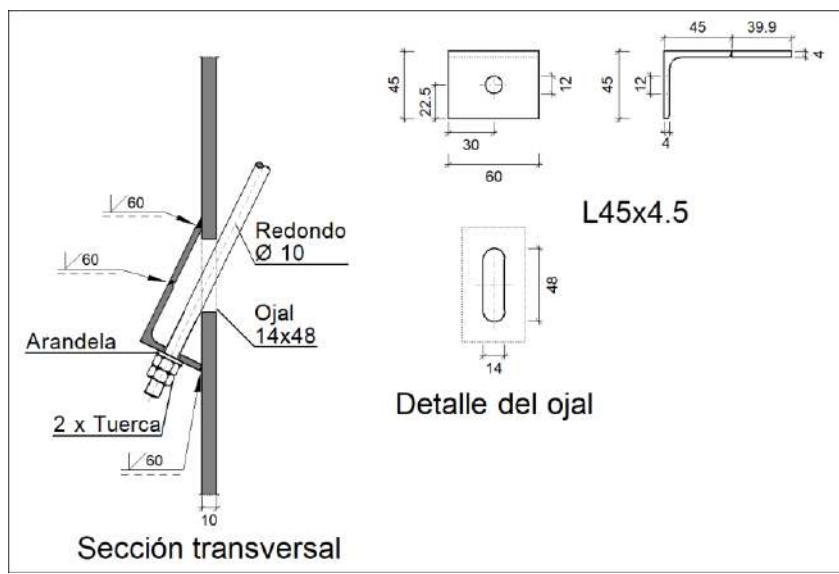
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2330
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1278

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	600x600x22	62.17
	Rigidizadores pasantes	2	600/270x200/35x10	14.57
	Total			76.74
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 32 - L = 774	19.55
	Total			19.55

8.4.4.3.20 Tipo 24

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.96	29.03	10.20
Flector	--	--	--	68.06

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		60	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

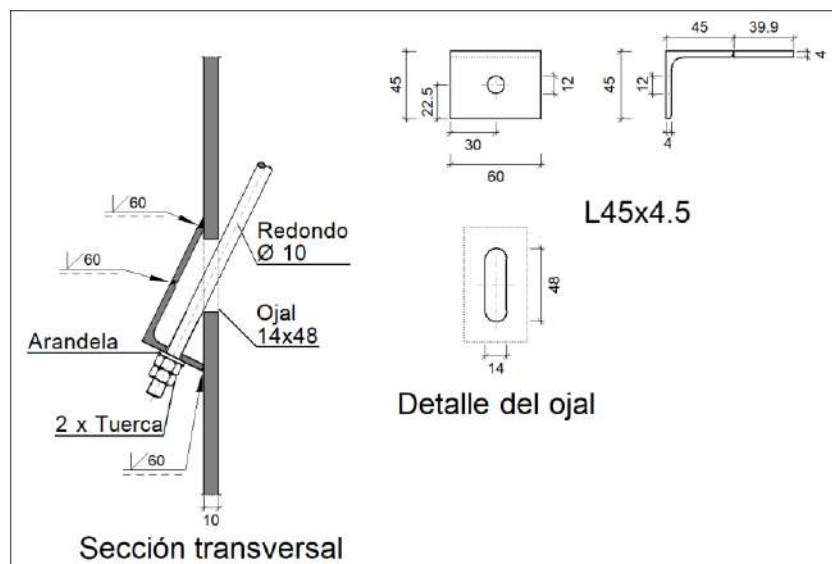
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.21 Tipo 25

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.94	29.03	10.14
Flector	--	--	--	67.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	4	60

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

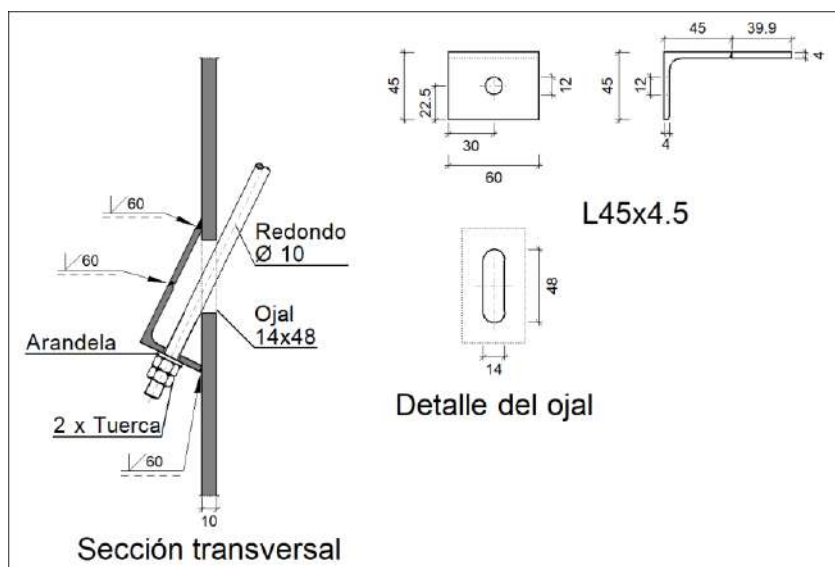
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.22 Tipo 26

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.95	29.03	10.15
Flector	--	--	--	67.70

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		60	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

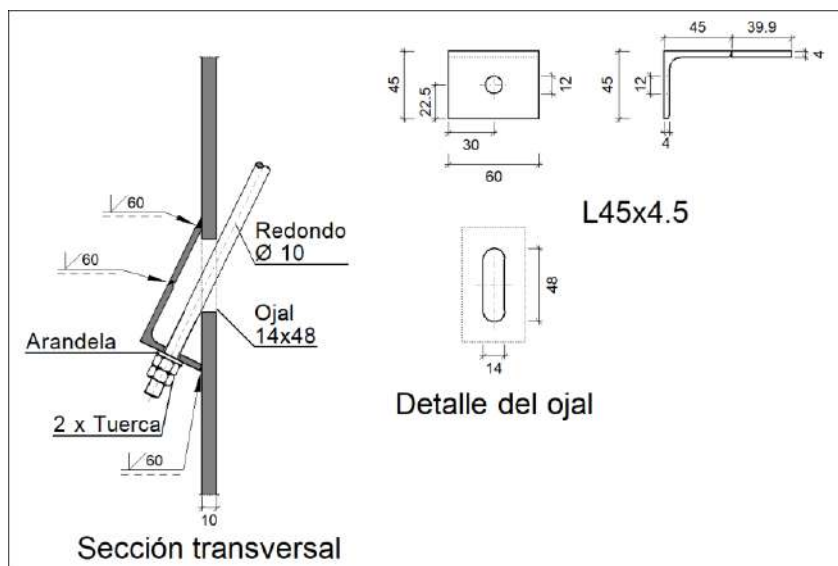
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.23 Tipo 27

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	2.96	29.03	10.20
Flector	--	--	--	68.06

Cordones de soldadura

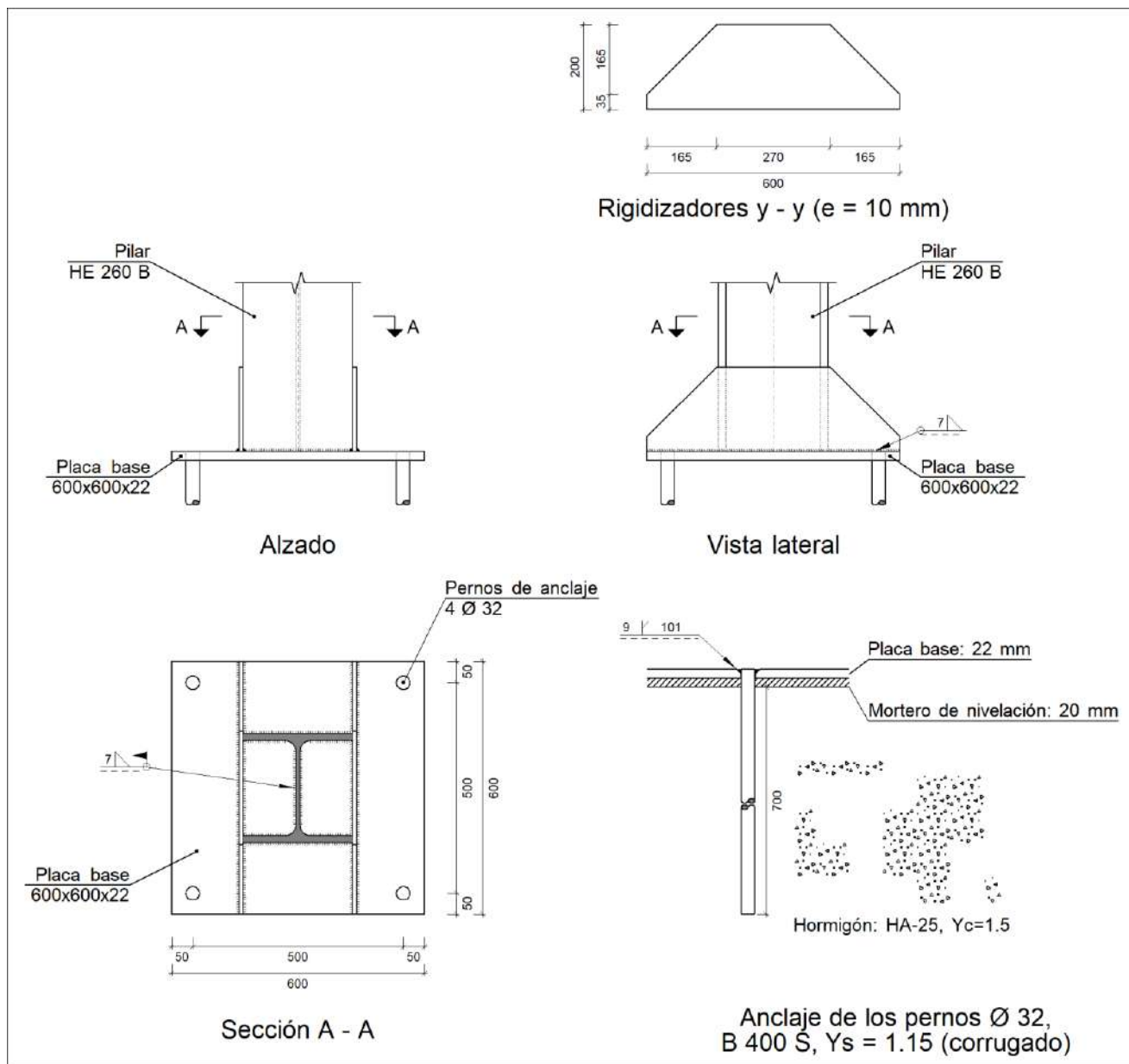
Comprobaciones geométricas									
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)	
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		60	
l: Longitud efectiva									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

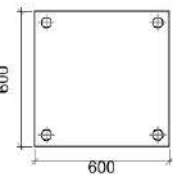
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	60	0.16
	Total			0.16

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		600	600	22	4	50	34	9	S275	275.0	410.0
Rigidizador		600	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1278	10.0	90.00			
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.					410.0	0.85	

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 501 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 70 cm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 161.99 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 134.03 kN Calculado: 13.94 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 181.91 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 147.91 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 185.898 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 368.76 kN Calculado: 12.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 237.756 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 238.381 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 131.927 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 140.463 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 744.438	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 740.629	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6486.76	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6702.81	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	101	22.0	90.00
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	210.2	364.1	94.34	0.0	0.00	410.0	0.85

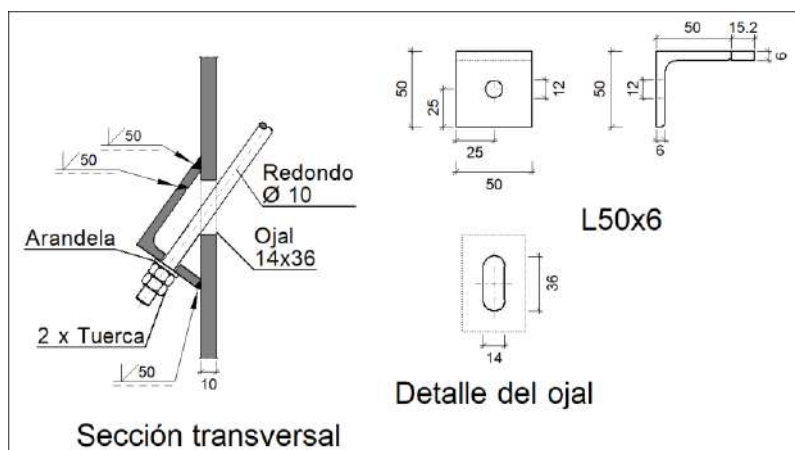
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2330
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1278

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	600x600x22	62.17
	Rigidizadores pasantes	2	600/270x200/35x10	14.57
	Total			76.74
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 32 - L = 774	19.55
	Total			19.55

8.4.4.3.24 Tipo 31

a) Detalle



b) Comprobación

1) L50x6 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	0.12	34.48	0.34
Flector	--	--	--	1.40

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas										
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			6		50		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

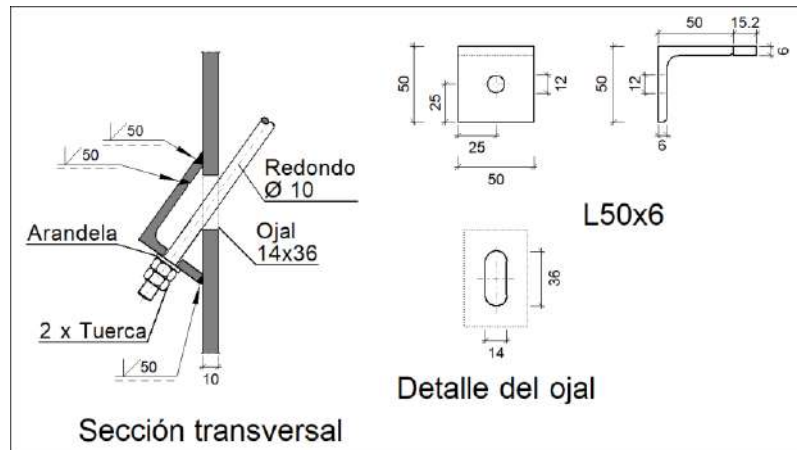
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	6	150

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L50x6	50	0.22
	Total			0.22

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.25 Tipo 32

a) Detalle



b) Comprobación

1) L50x6 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	0.12	34.48	0.33
Flector	--	--	--	1.37

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas										
Ref.		Tipo			Preparación de bordes (mm)			l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		A tope en bisel simple			6			50		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)			
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

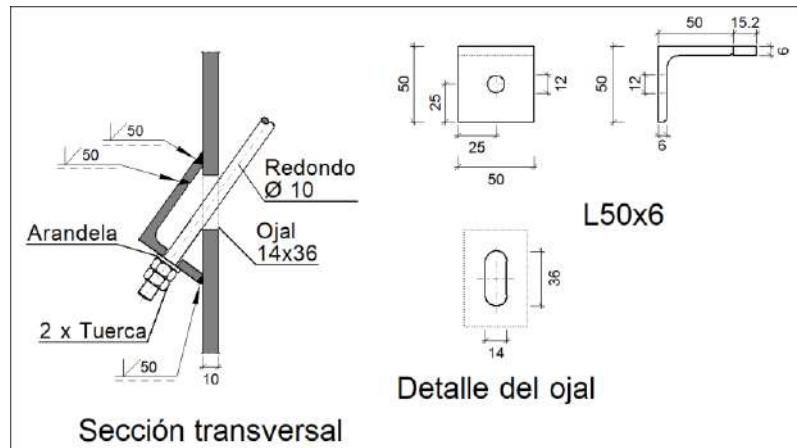
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	6	150

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes		L50x6	50
	Total			0.22

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.26 Tipo 33

a) Detalle



b) Comprobación

1) L50x6 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	0.12	34.48	0.34
Flector	--	--	--	1.40

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas										
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			6		50		
l: Longitud efectiva										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

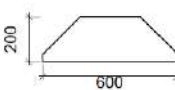
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	6	150

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L50x6	50	0.22
	Total			0.22

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

8.4.4.3.27 Tipo 34

a) Detalle

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		600	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1278	10.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 501 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 162 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
-Cortante:	Máximo: 134.03 kN Calculado: 13.94 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 181.91 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 147.92 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 185.903 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 368.76 kN Calculado: 12.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 238.388 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 237.764 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 131.931 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 140.467 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 740.613	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 744.415	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6486.59	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6702.65	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	600	10.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	101	22.0	90.00			
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	210.2	364.1	94.35	0.0	0.00	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2330
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1278

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	600x600x22	62.17
	Rigidizadores pasantes	2	600/270x200/35x10	14.57
	Total			76.74
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 32 - L = 774	19.55
	Total			19.55

8.4.4.4 Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	4045
			5	1338
			6	17056
			7	9320
			9	3701
		A tope en bisel simple	4	3680
			6	1200
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	4	503
			5	402
			7	5027
			9	1608
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	2128
			5	2858
			7	14584
			9	3701

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	8	118x65x6	2.90
	Chapas	4	105x200x12	7.91
		4	280x290x18	45.89
	Total			56.70

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	1360	3.67
		L50x6	400	1.77
	Total			5.44

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	64	T10
Arandelas	32	A10

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	200x200x11	13.82
		4	200x300x11	20.72
		8	550x550x20	379.94
		4	600x600x22	248.69
	Rigidizadores pasantes	16	550/240x150/0x8	59.53
		8	600/270x200/35x10	58.26
	Total			780.97
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 8 - L = 339	2.14
		16	Ø 10 - L = 341	3.36
		64	Ø 25 - L = 465	114.68
		16	Ø 32 - L = 774	78.18
	Total			198.36

8.4.5 Análisis barras y nudos pórtico tipo (ELU y ELS)

8.4.5.1 Pilares

Perfil: HE 240 B
Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_{yy}^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_{zz}^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_{yy}^{(2)}$ (cm ⁴)
N23	N24	7.000	106.00	11260.00	3923.00	103.88
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	0.70	1.00	1.00		
L_K	0.000	4.900	7.000	7.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	λ_{lim}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_t		M_zV_t
N23/N24	$\lambda < 2.0$ Cumple	$\lambda_{lim} \leq \lambda_{lim,comp}$ Cumple	$x: 6.69 \text{ m}$ $\eta = 2.3$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 3.9$	$x: 6.691 \text{ m}$ $\eta = 77.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$\eta = 8.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 6.691 \text{ m}$ $\eta = 81.5$	$\eta < 0.1$	$M_{t,Rd} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 81.5$
Notación: λ : Limitación de esbeltez λ_{lim} : Abatadura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_z : Resistencia a corte Z V_y : Resistencia a corte Y M_yV_z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z : Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión M_yV_t : Resistencia a cortante Y y momento torsión combinados M_zV_t : Resistencia a cortante Z y momento torsión combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsión (2) No hay interacción entre momento flexión y esfuerzo cortante para miembros comprimidos. Por lo tanto, la comprobación no procede																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : 0.62 \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$A : 106.00 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

$$N_{cr} : 7312.26 \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9719.98} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,t} : \underline{7312.26} \text{ kN}$$

$$N_{cr,t} = \frac{1}{C_0} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{11260.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{103.88} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{486900.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{4.900} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{7.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{11.97} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{10.31} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.08} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{t_{c,ef}}}}$$

$$20.60 \leq 168.93 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{t,red}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

h_w : 206.00 mm

t_w : 10.00 mm

A_w : 20.60 cm²

$A_{t,red}$: 40.80 cm²

k : 0.30

E : 210000 MPa

f_{yf} : 265.00 MPa

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.023 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.690 m del nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 62.46 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$: 2675.24 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 106.00 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.030 ✓

$$\eta = \frac{N_{b,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.039 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 80.53 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2675.24 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 106.00 cm²
MP

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 a

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MP
a

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 2069.53 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 106.00 cm²
MP

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 a

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MP
a

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.87

χ_T : 0.77

Siendo:

ϕ_y : 0.70

ϕ_T : 0.79

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_T : 0.49$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 0.54$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.62$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 7312.26 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 9719.98 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \infty$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 7312.26 \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.607 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.775 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.691 m del nudo N23, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH6$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 145.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.691 m del nudo N23, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 161.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 265.76 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 1053.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{208.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.78}$$

Siendo:

$$\phi_{LT} : \underline{0.90}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.21}$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.82}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{412.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : \underline{373.66} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : \underline{175.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y} : \underline{938.33} \text{ cm}^3$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>3923.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>103.88</u> cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c⁺ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c⁺ : <u>7.000</u> m
L_c⁻ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c⁻ : <u>7.000</u> m
C₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C₁ : <u>1.00</u>
i_{f,z}⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i_{f,z}⁺ : <u>6.65</u> cm
	i_{f,z}⁻ : <u>6.65</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH5.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 0.02 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH4.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻** : 0.02 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 125.79 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,z}** : 498.40 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 1244.38 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 85.40 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 106.00 cm²

d : Altura del alma. d : 206.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 10.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$41.24 \text{ kN} \leq 242.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$V_{Ed} : \underline{41.24} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{484.35} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo} V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.00 \text{ kN} \leq 622.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N23, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{1244.38} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.634} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.815} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.493} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 6.691 m del nudo

N23, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{73.16} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{161.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2675.24} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{265.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{125.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{498.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.60}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.87}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.78}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.54}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$41.24 \text{ kN} \leq 242.17 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \quad 41.24 \quad \text{kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \quad 484.35 \quad \text{kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

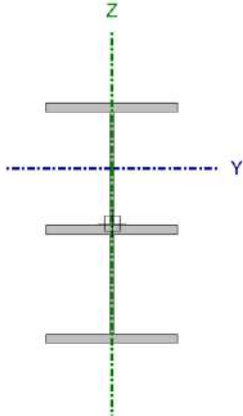
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

8.4.5.2 Dinteles

Perfil: HE 220 B, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.02 m. Cartela final inferior: 2.04 m.) Material: Acero (S275)									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _q ⁽⁴⁾ (mm)	z _q ⁽⁴⁾ (mm)
	N12	N15	10.198	141.91	30634.78	4263.91	111.79	0.00	90.66
	Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N12) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
				Pandeo		Pandeo lateral			
				Plano XY		Plano XZ		Ala sup.	Ala inf.
				β		1.00		0.15	1.00
				L _K		10.198		1.500	10.198
				C _m		1.000		1.000	1.000
				C ₁		-		1.000	
	Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N12/N15	x: 1.13 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 10.198 m $\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	x: 1.13 m $\eta = 2.2$	x: 1.13 m $\eta = 5.3$	x: 1.132 m $\eta = 80.5$	x: 1.132 m $\eta < 0.1$	x: 1.005 m $\eta = 13.0$	x: 1.13 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.132 m $\eta = 88.7$	$\eta < 0.1$	x: 1.13 m $\eta = 0.1$	x: 1.005 m $\eta = 13.0$	x: 1.13 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 88.7$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_z : Resistencia a corte Z V_y : Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **1.25** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase: 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 91.00 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y: 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr}: 1612.46 kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1612.46} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{25181.41} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{5682.83} \text{ kN}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{8091.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{2843.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{77.03} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{295400.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{10.198} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{1.530} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{10.198} \text{ m}$$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{10.96} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{9.43} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{5.59} \text{ cm}$$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$41.11 \leq 235.19 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : \underline{390.51} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{9.50} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{37.10} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{35.20} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.130 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{51.75} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2383.33} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.053} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.130 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 56.90 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2383.33 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 91.00 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 1081.81 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 91.00 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.45

χ_z : 0.94

χ_T : 0.75

Siendo:

ϕ_y : 1.45

ϕ_z : 0.58

ϕ_T : 0.83

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

α_T : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 1.25$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.32$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.66$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 1612.46 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 1612.46 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 25181.41 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 5682.83 \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.492 \checkmark$$

$$\eta : 0.805 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.132 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 97.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.132 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 106.55 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 216.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 827.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{212.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{132.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{827.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.98}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.61}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.55}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{1.17}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.28}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.08}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{2825.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{195.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv}^+ : \underline{1278.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTv}^- : \underline{188.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw}^+ : \underline{2520.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

	$M_{LTW}^- :$	<u>54.52</u>	kN·m
Siendo:			
$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.	$W_{el,y} :$	<u>735.55</u>	cm ³
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z :$	<u>2843.00</u>	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t :$	<u>77.03</u>	cm ⁴
E : Módulo de elasticidad.	$E :$	<u>210000</u>	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G :$	<u>81000</u>	MPa
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	$L_c^+ :$	<u>1.500</u>	m
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	$L_c^- :$	<u>10.198</u>	m
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	$C_1 :$	<u>1.00</u>	
$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+ :$	<u>6.10</u>	cm
	$i_{f,z}^- :$	<u>6.10</u>	cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.132 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.02} \text{ kN·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.132 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.05} \text{ kN·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{103.16} \text{ kN·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} :$ 393.90 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} :$ 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.130 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.005 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 48.37 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 372.78 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 24.65 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

16.00 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 16.00

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{máx}$: 64.71

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.130 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.00 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 1105.96 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 73.14 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 91.00 cm²

d : Altura del alma.

d : 188.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 9.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$57.51 \text{ kN} \leq 302.39 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{ésimo}. $V_{Ed} : \underline{57.51} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{604.79} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{ésimo} V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.00 \text{ kN} \leq 819.11 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{ésimo}. $V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1638.22} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.515} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.887} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.761} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 1.132 m del nudo N12, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo p_{ésimo}. $N_{c,Ed} : \underline{53.77} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p $\acute{e}$ simos, seg $\acute{u}$ n los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{106.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la secci $\acute{o}$ n, seg $\acute{u}$ n la capacidad de deformaci $\acute{o}$ n y de desarrollo de la resistencia pl $\acute{a}$ stica de sus elementos planos, para axil y flexi $\acute{o}$ n simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2383.33} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta en condiciones pl $\acute{a}$ sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{216.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{103.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art $\acute{u}$ culo 6.3.4.2)

A : $\acute{A}$ rea de la secci $\acute{o}$ n bruta.

$$A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: M $\acute{o}$ dulos resistentes pl $\acute{a}$ sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{827.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{393.90} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de c $\acute{a}$ lculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : L $\acute{i$ mite el $\acute{a}$ stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacci $\acute{o}$ n.

$$k_y : \underline{1.04}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.92}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducci $\acute{o}$ n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.45}$$

$$\chi_z : \underline{0.94}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducci $\acute{o}$ n por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.61}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci $\acute{o}$ n a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.25}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.32}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la secci $\acute{o}$ n.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexi $\acute{o}$ n, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Art $\acute{u}$ culo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de c $\acute{a}$ lculo a flexi $\acute{o}$ n y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, adem $\acute{a}$ s, el esfuerzo cortante solicitante de c $\acute{a}$ lculo p $\acute{e}$ simo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de c $\acute{a}$ lculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

$$57.51 \text{ kN} \leq 302.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$$V_{Ed,z} : \underline{57.51} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{604.68} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo p_{ésimo} se produce en un punto situado a una distancia de 1.130 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH3.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{7.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{48.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.130} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 1.005 m del nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$$V_{Ed} : \underline{48.37} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.
El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{372.71} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{372.78} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{67.34} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.130 m del nudo N12, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1105.70} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1105.96} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{48.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

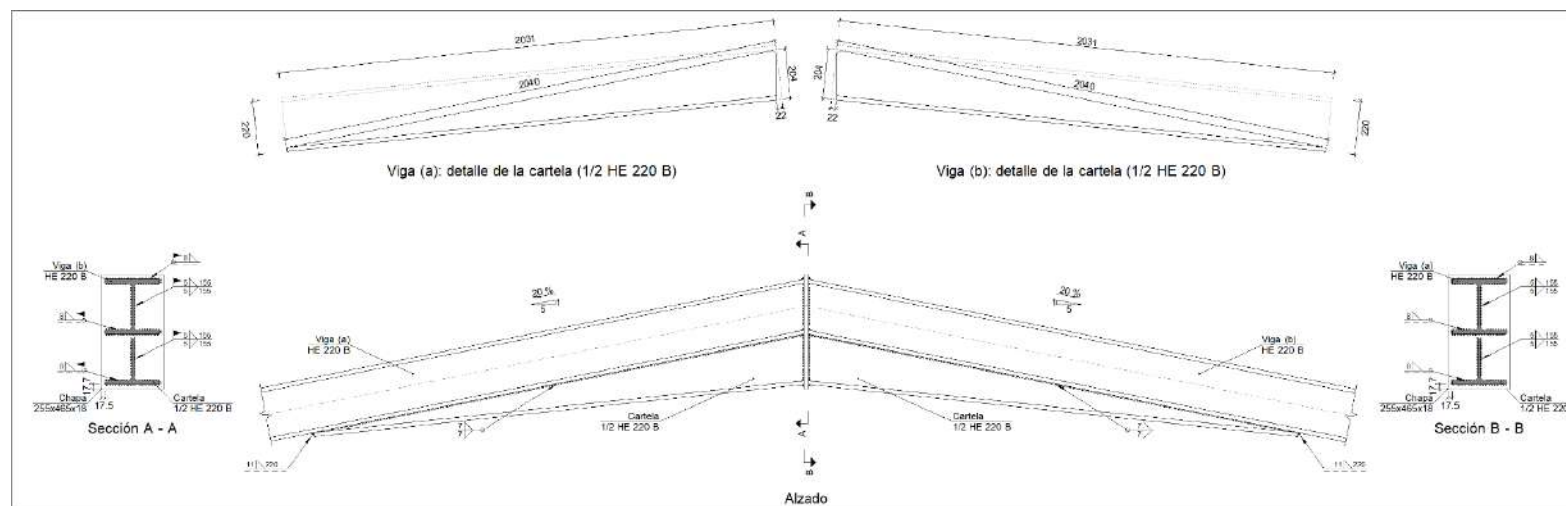
$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

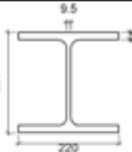
Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 275.00 MPa
 γ_{M0} : 1.05

8.4.5.3 Unión central dintel



Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_w (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_w (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		255	465	18	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Viga (a) HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	44.61	486.40	9.17

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	78.69				
Soldadura del alma	En ángulo	5	155	9.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	78.69				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	171	9.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	220	16.0	83.98				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	2040	9.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	220	16.0	84.71				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprox. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprox. (%)		
Soldadura del ala superior	37.9	46.2	0.2	88.6	22.96	41.5	12.64	410.0	0.85
Soldadura del alma	35.3	35.3	0.4	70.6	18.29	35.3	10.76	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	4.5	5.4	0.0	10.4	2.70	4.5	1.36	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	29.5	29.5	0.4	59.0	15.29	29.5	8.99	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	38.3	34.4	0.0	70.9	18.36	38.3	11.66	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	4.1	7.2	1.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

3) Viga (b) HE 220 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprox. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	44.61	486.40	9.17

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	78.69				
Soldadura del alma	En ángulo	5	155	9.5	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	78.69				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	171	9.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	220	16.0	83.98				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	2040	9.5	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	220	16.0	84.71				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprox. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprox. (%)		
Soldadura del ala superior	37.9	46.2	0.2	88.6	22.96	41.5	12.64	410.0	0.85
Soldadura del alma	35.3	35.3	0.4	70.6	18.29	35.3	10.76	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	4.5	5.4	0.0	10.4	2.70	4.5	1.36	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	29.5	29.5	0.4	59.0	15.29	29.5	8.99	410.0	0.85

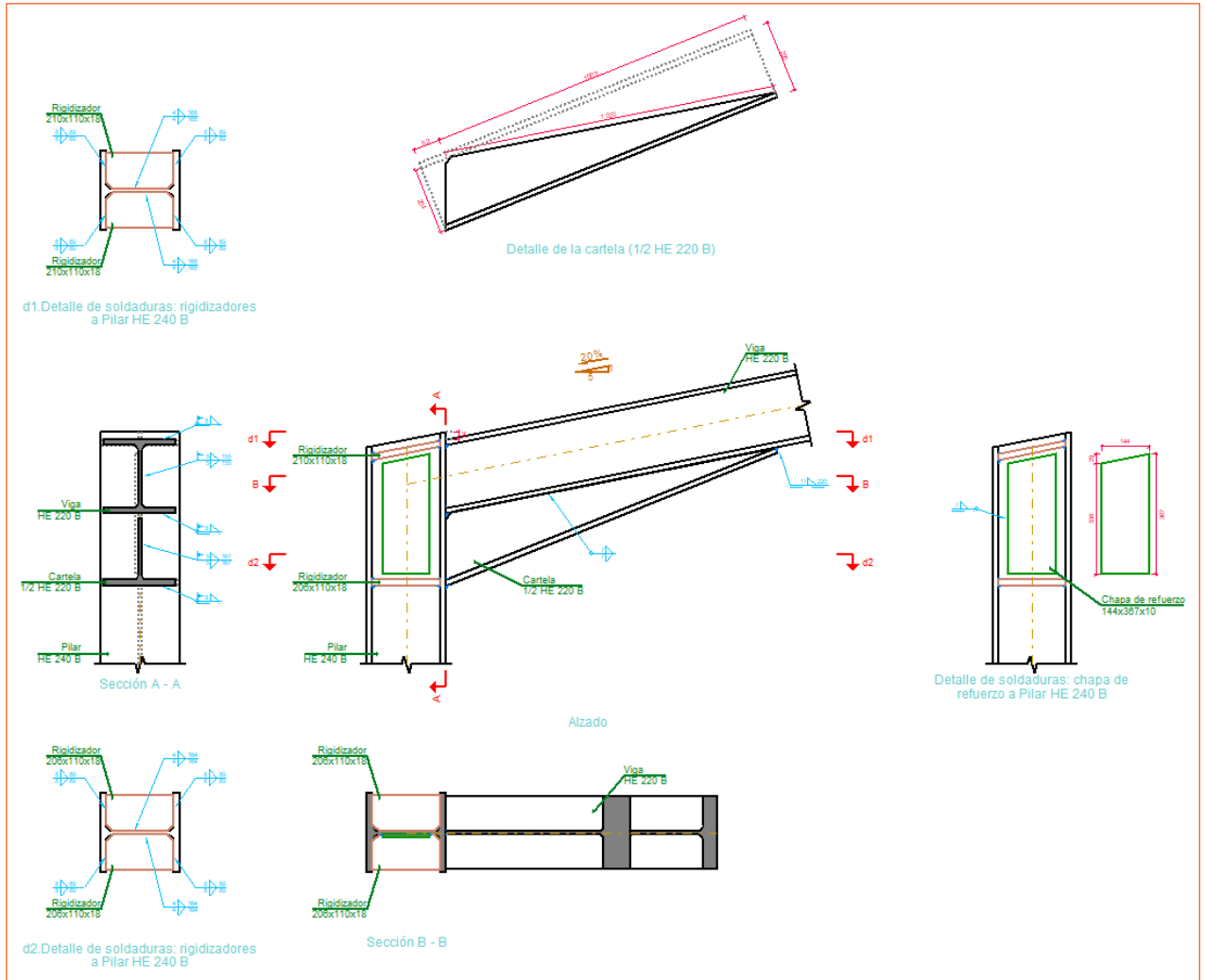
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala de la cartela	38.3	34.4	0.0	70.9	18.36	38.3	11.66	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	4.1	7.2	1.86	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	620
			7	8094
			8	1249
			11	440
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	620
			8	1249

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	255x465x18	16.75
	Total			16.75

8.4.5.4 Unión pilar-dintel



1) Pilar HE 240 B

- Panel

Esbeltez del alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.3.3.4.)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$$\frac{d_{wc}}{t_{wc}} \leq 70\varepsilon$$

$$20.60 \leq 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

d_{wc} : Canto del alma

$$d_{wc} : \frac{206}{mm}$$

t_{wc} : Espesor del alma.

$$t_{wc} : \frac{10.0}{mm}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

$$\varepsilon : 0.92$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \frac{275.00}{N/mm^2}$$

Resistencia a cortante del alma del pilar (CTE DB SE-A 8.8.6)

Debe cumplirse:

$$V_{wp,Ed} \leq V_{wp,Rd}$$

$$648.67 \text{ kN} \leq 1147.21 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$V_{wp,Ed}$: Esfuerzo cortante de cálculo.

$$V_{wp,Ed} : \frac{648.67}{kN}$$

$V_{wp,Rd}$: Resistencia plástica de cálculo a cortante del alma

$$V_{wp,Rd} : \frac{1147.21}{kN}$$

Donde:

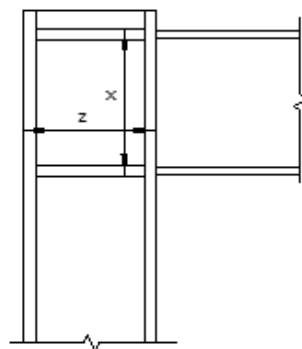
$$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 \cdot f_y \cdot A_{vc}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

A_{vc} : Área sometida a cortante

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{N/mm^2}$$

Dirección	A_{vc} (mm ²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	4800	358.50	653.23	54.88
x	8430	648.67	1147.21	56.54



– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$91.84 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{-91.84} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{-147.12} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{89} \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{-0.01} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{-0.01} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{89} \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : \underline{18.0} \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$102.54 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{102.54} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{164.28} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{89} \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{-0.01} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{89} \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : \underline{18.0} \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$91.87 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{-91.87} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{-147.18} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{89} \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{-0.01} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{-0.01} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{89} \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : \underline{18.0} \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$102.51 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{102.51} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección

$$F_{\perp} : \underline{164.22} \text{ kN}$$

$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales

$$L_{\perp} : \underline{89} \text{ mm}$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección

$$F_{\parallel} : \underline{-0.01} \text{ kN}$$

$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales

$$L_{\parallel} : \underline{89} \text{ mm}$$

t : Espesor

$$t : \underline{18.0} \text{ mm}$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

– Ala

Cortante en el ala por los rigidizadores (CTE DB SE-A, 6.1)

Debe cumplirse:

$$166.65 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : 166.65 \text{ N/mm}^2$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : 0.01 \text{ N/mm}^2$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 275.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_\parallel$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_\parallel$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	89	17.0	78.69
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	168	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	89	17.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	164	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	89	17.0	78.69
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	168	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	89	17.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	164	10.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	7	997	10.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia				
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u (N/mm ²)	β_w

	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	65.5	79.9	0.0	153.1	39.68	65.5	19.97	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	111.6	193.3	50.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	81.6	81.6	0.0	163.2	42.28	81.6	24.87	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	125.2	216.9	56.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	65.5	79.9	0.0	153.2	39.69	65.5	19.98	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	111.6	193.3	50.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	81.5	81.5	0.0	163.1	42.26	81.6	24.86	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	125.2	216.8	56.18	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Viga HE 220 B

– Alma

Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$0.18 \leq 1 \quad \checkmark$$

Donde:

F_{Ed}: Valor de cálculo de la carga concentrada,

$$\mathbf{F_{Ed}} : \quad \underline{89.22} \quad \text{kN}$$

F_{b,Rd}: Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

$$\mathbf{F_{b,Rd}} : \quad \underline{486.40} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$$\mathbf{L_{ef}} : \quad \underline{195.00} \quad \text{mm}$$

$$\chi_F : \quad \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_F : \quad \underline{0.33}$$

$$\mathbf{F_{cr}} : \quad \underline{5186.26} \quad \text{kN}$$

Los valores de I_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:

- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

$$\mathbf{k_F} : \quad \underline{6.02}$$

$$\mathbf{I_y} : \quad \underline{195}$$

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

$$\mathbf{m_1} : \quad \underline{23.16}$$

$$\text{(cabe aproximar } \bar{\lambda}_F \text{ con la obtenida usando } m_2=0 \text{ para aproximar } I_y) \quad \mathbf{m_2} : \quad \underline{0.00}$$

Donde:

s_s: Longitud de la entrega rígida de la carga.

$$\mathbf{s_s} : \quad \underline{10} \quad \text{mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : \quad \underline{10} \quad \text{mm}$$

t_f: Espesor del ala.

$$\mathbf{t_f} : \quad \underline{16} \quad \text{mm}$$

f_{yw}: Tensión de límite elástico del alma.

$$\mathbf{f_{yw}} : \quad \underline{275.00} \quad \text{N/mm}^2$$

f_{yb}: Tensión de límite elástico del ala.

$$\mathbf{f_{yb}} : \quad \underline{275.00} \quad \text{N/mm}^2$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \quad \underline{210000.0} \quad \text{N/mm}^2$$

d: distancia entre alas

$$\mathbf{d} : \quad \underline{188} \quad \text{mm}$$

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_\parallel$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

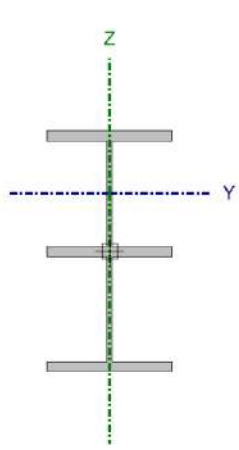
$\tau_\parallel$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	16.0	78.69
Soldadura del alma	En ángulo	5	155	9.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	16.0	78.69
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	183	9.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	8	220	16.0	68.07
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	1020	9.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	11	220	16.0	79.38
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	81.1	66.5	0.2	140.8	36.48	81.1	24.71	410.0	0.85
Soldadura del alma	60.9	60.9	21.0	127.1	32.94	60.9	18.57	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.2	0.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	66.3	66.3	21.0	137.5	35.63	66.3	20.21	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	63.5	94.0	0.0	174.7	45.27	83.9	25.57	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	10.2	17.7	4.58	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

8.4.6 Análisis barras y uniones pórtico frontal (ELU y ELS)

8.4.6.1 Dintel frontal

Perfil: HE 140 B, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.02 m. Cartela final inferior: 2.04 m.) Material: Acero (S275)										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾						
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽²⁾ (cm4)	I _z ⁽²⁾ (cm4)	I _t ⁽³⁾ (cm4)	y _q ⁽⁴⁾ (mm)	z _q ⁽⁴⁾ (mm)	
	N48	N40	3.569	67.92	6447.47	824.43	29.55	0.00	64.00	
	Notas:									
	⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N48)									
	⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado									
	⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme									
	⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
		Pandeo				Pandeo lateral				
	Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.			
β	0.15		1.00		0.42		1.00			
L _K	0.535		3.569		1.500		3.569			
C _m	1.000		1.000		1.000		1.000			
C ₁	-				1.000					
Notación:										
β: Coeficiente de pandeo										
L _K : Longitud de pandeo (m)										
C _m : Coeficiente de momentos										
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N48/N40	x: 3.569 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 3.569 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.541 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 44.7$	x: 1.543 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 9.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 46.3$	$\eta < 0.1$	x: 1.543 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 10.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 46.3$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_z : Resistencia a corte Z V_y : Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%)																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.72} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{67.87} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{3611.53} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : \underline{10428.87} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{59610.21} \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{3611.53} \text{ kN}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{6410.44} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{824.43} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{29.54} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{89547.02} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{3.569} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 0.535 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 3.569 m

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i_o : 10.32 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 9.72 cm

i_z : 3.49 cm

y_o , z_o: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_o : 0.00 mm

z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$34.76 \leq 230.67 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

h_w : 243.31 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 7.00 mm

A_w: Área del alma.

A_w : 17.03 cm²

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

A_{fc,ef} : 16.80 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.010 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.541 m del nudo N48, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 11.62 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{1126.19} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{12.63} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1126.19} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{886.39} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.79}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$$\chi_T : \underline{0.82}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.82}$$

$$\phi_z : \underline{0.51}$$

$$\phi_T : \underline{0.72}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\alpha_T : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.69}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.53}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2454.93} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{2454.93} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{39745.95} \text{ kN}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{4174.63} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.376} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.447} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 0.8 PP+1.5 VH4.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de c culo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 19.14 kN m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de c culo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35 PP+1.5 VH1+0.75 N(R)1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de c culo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 24.13 kN m

El momento flector resistente de c culo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 64.27 kN m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,y} : 245.40 cm³

f_{yd}: Resistencia de c culo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

 _{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

 _{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de c culo **M_{b,Rd}** viene dado por:

M_{b,Rd}⁺ : 61.19 kN m

M_{b,Rd}⁻ : 54.02 kN m

Donde:

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,y} : 245.40 cm³

f_{yd}: Resistencia de c culo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

 _{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

 _{M1} : 1.05

 _{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

 _{LT}⁺ : 0.95

 _{LT}⁻ : 0.84

Siendo:

 _{LT}⁺ : 0.60

 _{LT}⁻ : 0.81

 _{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.

 _{LT} : 0.21

 _{LT}: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : 0.40$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : 0.72$$

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : 415.72 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : 131.96 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv}^+ : 287.55 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTv}^- : 120.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw}^+ : 300.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : 53.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

W_{el,y}: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : 215.57 \text{ cm}^3$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 549.70 \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 20.16 \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 81000 \text{ MPa}$$

L_c⁺: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : 1.500 \text{ m}$$

L_c⁻: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : 3.569 \text{ m}$$

C₁: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : 1.00$$

i_{f,z}: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : 3.89 \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : 3.89 \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.003 \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ :$ 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.543 m del nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH5.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- :$ 0.09 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} :$ 31.38 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z} :$ 119.80 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} :$ 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y :$ 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} :$ 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta :$ 0.099 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} :$ 19.63 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} :$ 198.39 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$A_v :$ 13.12 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A :$ 43.00 cm²

b : Ancho de la sección.

$b :$ 140.00 mm

t_f : Espesor del ala.

$t_f :$ 12.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.00 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$13.14 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 13.14

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH5.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.01 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 527.42 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 34.88 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 43.00 cm²

d: Altura del alma.

d : 116.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 7.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$19.63 \text{ kN} \leq 99.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 19.63 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 198.39 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$0.01 \text{ kN} \leq 263.71 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH5.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.01 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 527.42 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.387} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.463} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.357} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{10.70} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{y,Ed}} : \underline{24.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{1126.19} \text{ kN}$$

M_{pl,Rd,y}, **M_{pl,Rd,z}**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{64.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{31.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, **W_{pl,z}**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{245.40} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{W_{pl,z}} : \underline{119.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

k_y, **k_z**, **k_{y,LT}**: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} : \underline{1.01}$$

$$\mathbf{k_z} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k_{y,LT}} : \underline{0.77}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\begin{array}{l} C_{m,y} : \underline{1.00} \\ C_{m,z} : \underline{1.00} \\ C_{m,LT} : \underline{1.00} \end{array}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\begin{array}{l} \chi_y : \underline{0.79} \\ \chi_z : \underline{1.00} \end{array}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.84}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\begin{array}{l} \bar{\lambda}_y : \underline{0.69} \\ \bar{\lambda}_z : \underline{0.17} \end{array}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{array}{l} \alpha_y : \underline{0.60} \\ \alpha_z : \underline{0.60} \end{array}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$19.63 \text{ kN} \leq 98.60 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{19.63} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{197.20} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.543 m del nudo N48, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{2.54} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{16.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.100 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 19.63 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.04 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 197.20 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 198.39 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 2.25 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 16.80 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η < 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH5.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{526.89} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{527.42} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{16.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

8.4.6.2 Pilares esquina pórtico frontal

$$N_{cr,T} = \frac{1}{\zeta} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{ef}^2} \right]$$

Donde:

I_w : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 J_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{wy} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{wz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{wt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_w : 449.50 cm⁴
 I_y : 167.30 cm⁴
 I_t : 9.33 cm⁴
 J_w : 3380.00 cm⁶
 E : 210000 MPa
 G : 81000 MPa
 L_{wy} : 4.900 m
 L_{wz} : 0.000 m
 L_{wt} : 7.000 m
 i_0 : 4.87 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.
 y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : 4.16 cm
 i_z : 2.54 cm
 y_0 : 0.00 mm
 z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{w,ef}}}$$

$$13.33 \leq 158.72 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{w,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

h_w : 80.00 mm
 t_w : 6.00 mm
 A_w : 4.80 cm²
 $A_{w,ef}$: 10.00 cm²
 k : 0.30
 E : 210000 MPa
 f_{yf} : 275.00 MPa

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\eta = 0.021 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.803 m del nudo N36, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 14.05 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

N_{t,Rd} : 680.95 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 26.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.030 ✓

η : 0.074 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed} : 20.25 kN

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

N_{c,Rd} : 680.95 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.00 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 272.51 kN

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.00 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.40

χ_T : 0.86

Siendo:

ϕ_y : 1.62

ϕ_T : 0.68

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_T : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 1.36

$\bar{\lambda}_T$: 0.47

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 388.02 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 388.02 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 3245.90 kN

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.211 ✓

$$\eta : \underline{0.357} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.804 m del nudo N36, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{5.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.804 m del nudo N36, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH6$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{4.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{C,Rd}$ viene dado por:

$$M_{C,Rd} : \underline{27.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{104.20} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{16.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{104.20} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.59$$

Siendo:

$$\phi_{LT} : 1.21$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : 0.21$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : 1.11$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : 23.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : 23.13 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : 2.93 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : 89.90 \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 167.30 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 9.33 \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 81000 \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : 7.000 \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : 7.000 \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : 1.00$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : 2.78 \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : 2.78 \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.804 m del nudo N36, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.5\cdot VH3 + 0.75\cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{13.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{51.42} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.5\cdot VH1 + 0.75\cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.26} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{136.09} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{9.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>26.00</u> cm ²
b: Ancho de la sección.	b : <u>100.00</u> mm
t_f: Espesor del ala.	t_f : <u>10.00</u> mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : <u>6.00</u> mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>12.00</u> mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{Mo} :** 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$9.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w :** 9.33

λ_{máx}: Esbeltez máxima. **λ_{máx} :** 64.71

ε: Factor de reducción. **ε :** 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref} :** 235.00 MPa
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 0.03 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd} : } \underline{320.57} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 21.20 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A : 26.00 cm²

d: Altura del alma.

d : 80.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 6.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$1.26 \text{ kN} \leq 68.04 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.26 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 136.09 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$0.03 \text{ kN} \leq 160.28 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.03 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 320.57 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.247 ✓

η : 0.450 ✓

η : 0.250 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p $\acute{e}$ simos se producen en un punto situado a una distancia de 6.804 m del nudo N36, para la combinaci $\acute{o}$ n de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi $\acute{o}$ n solicitante de c $\acute{a}$ lculo p $\acute{e}$ simo.

$N_{c,Ed}$: 18.41 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c $\acute{a}$ lculo p $\acute{e}$ simos, seg $\acute{u}$ n los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^{+}$: 5.76 kN·m

$M_{z,Ed}^{-}$: 0.12 kN·m

Clase: Clase de la secci $\acute{o}$ n, seg $\acute{u}$ n la capacidad de deformaci $\acute{o}$ n y de desarrollo de la resistencia pl $\acute{a}$ stica de sus elementos planos, para axil y flexi $\acute{o}$ n simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta.

$N_{pl,Rd}$: 680.95 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi $\acute{o}$ n de la secci $\acute{o}$ n bruta en condiciones pl $\acute{a}$ sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 27.29 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 13.47 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art $\acute{i}$ culo 6.3.4.2)

A: $\acute{A}$ rea de la secci $\acute{o}$ n bruta.

A : 26.00 cm ^{2}

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: M $\acute{o}$ dulos resistentes pl $\acute{a}$ sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 104.20 cm ^{3}

$W_{pl,z}$: 51.42 cm ^{3}

f_{yd} : Resistencia de c $\acute{a}$ lculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : L $\acute{i}$ mite el $\acute{a}$ stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacci $\acute{o}$ n.

k_y : 1.05

k_z : 1.00

$$k_{y,LT} : 0.60$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 0.40$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 0.59$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 1.36$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.00$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$1.26 \text{ kN} \leq 68.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 1.26 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 136.09 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH6$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 1.41 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 9.33 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.009 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.26 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 135.98 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 136.09 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 0.29 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 9.33 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$\mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{320.32} \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$\mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{320.57} \text{ kN}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.29} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

$$\mathbf{W_T} : \underline{9.33} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

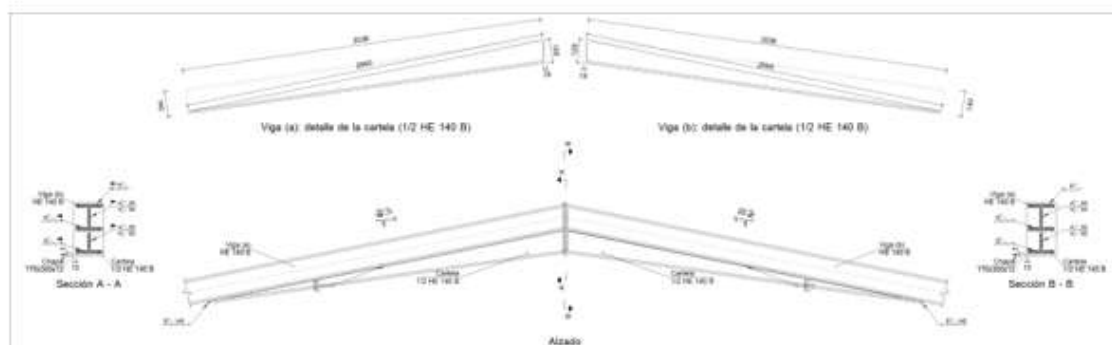
$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{Mo}} : \underline{1.05}$$

8.4.6.3 *Nudo dintel-dintel*

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_w (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		170	300	12	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Viga (a) HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	0.00	253.61	0.00

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	140	12.0	78.69				
Soldadura del alma	En ángulo	4	94	7.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	140	12.0	78.69				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	105	7.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	140	12.0	81.95				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2040	7.0	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	140	12.0	86.74				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprox. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprox. (%)		
Soldadura del ala superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

3) Viga (b) HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprox. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	0.00	253.61	0.00

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	140	12.0	78.69
Soldadura del alma	En ángulo	4	94	7.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	140	12.0	78.69
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	105	7.0	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	140	12.0	81.95
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2040	7.0	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	140	12.0	86.74
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	368
			5	8098
			6	796
			8	280
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	368
			6	796

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	170x300x12	4.80
	Total			4.80

1) Chapa frontal

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

La comprobación no procede.

Resistencia de las secciones a flexión (CTE DB SE-A, 6.2.6)

La comprobación no procede.

Interacción de esfuerzos en secciones (CTE DB SE-A, 6.2.8)

La comprobación no procede.

Giro admisible de la chapa frontal (Criterio de CYPE)

La comprobación no procede.

2) Viga (a) HE 140 B

– Alma

Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$0.00 \leq 1 \quad \checkmark$$

Donde:

F_{Ed} : Valor de cálculo de la carga concentrada,

$$F_{Ed} : 0.00$$

$F_{b,Rd}$: Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

$$F_{b,Rd} : 253.61$$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$$L_{ef} : 138.00$$

$$\chi_F : 1.00$$

$$\bar{\lambda}_F : 0.30$$

$$F_{cr} : 3354.02$$

Los valores de I_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:

- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

$$k_F : 6.00$$

$$I_y : 138$$

viniendo cada coeficiente dado por las expresiones:

m_1 : 20.00

(cabe
aproximar
 λ_F con la
obtenida
usando $m_2=0$
para
aproximar I_y)

m_2 : 0.00

Donde:

s_s : Longitud de la entrega rígida de la carga.

t_w : Espesor del alma.

t_f : Espesor del ala.

f_{yw} : Tensión de límite elástico del alma.

f_{yb} : Tensión de límite elástico del ala.

E : Módulo de elasticidad.

d : distancia entre alas

s_s : 7

t_w : 7

t_f : 12

f_{yw} : 275.00

f_{yb} : 275.00

E : 210000.0

d : 116

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

- $\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.
 $\sigma_{\parallel}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.
 $\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.
 $\tau_{\parallel}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas										
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)					
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	140	12.0	78.69					
Soldadura del alma	En ángulo	4	94	7.0	90.00					
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	140	12.0	78.69					
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	105	7.0	90.00					
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	140	12.0	81.95					
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2040	7.0	90.00					
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	140	12.0	86.74					
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas										
Comprobación de resistencia										
f.	Re	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm²)	w	
		σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	prov. (%)	A σ _⊥ (N/mm²)			prov. (%)
Soldadura del ala superior	So	0	0	0	0	0	0	0	10.0	.85
Soldadura del alma	So	0	0	0	0	0	0	0	10.0	.85
Soldadura del ala inferior	So	0	0	0	0	0	0	0	10.0	.85
Soldadura del alma de la cartela	So	0	0	0	0	0	0	0	10.0	.85
Soldadura del ala de la cartela	So	0	0	0	0	0	0	0	10.0	.85

Comprobación de resistencia									
Re f.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	γ _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	A _{prov.} (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	A _{prov.} (%)		
Soledad del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	10.0	.85
Soledad del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							10.0	.85

3) Viga (b) HE 140 B

– Alma

Cargas Concentradas (CTE DB SE A, 6.3.3.5)

No es necesario rigidizar el alma de una pieza sometida a cargas concentradas actuando sobre las alas si se cumple que:

$$0.00 \leq 1 \quad \checkmark$$

Donde:

F_{Ed}: Valor de cálculo de la carga concentrada,

$$\mathbf{F_{Ed}} : 0.00$$

F_{b,Rd}: Resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas.

$$\mathbf{F_{b,Rd}} : 253.61$$

La resistencia de cálculo del alma frente a cargas concentradas viene dada por:

Donde:

$$\mathbf{L_{ef}} : 138.00$$

$$\chi_F : 1.00$$

$$\bar{\lambda}_F : 0.30$$

$$\mathbf{F_{cr}} : 3354.02$$

Los valores de I_y y de k_F dependen del caso considerado, de entre los representados en la figura 6.6:

- Caso a): carga (o reacción) aplicada a un ala y equilibrada por cortantes en el alma.

k_F : 6.00

I_y : 138

viniedo cada coeficiente dado por las expresiones:

m_1 : 20.00

(cabe
aproximar
 λ_F con la
obtenida
usando $m_2=0$
para
aproximar I_y)

m_2 : 0.00

Donde:

s_s : Longitud de la entrega rígida de la carga.

t_w : Espesor del alma.

t_f : Espesor del ala.

f_{yw} : Tensión de límite elástico del alma.

f_{yb} : Tensión de límite elástico del ala.

E : Módulo de elasticidad.

d : distancia entre alas

s_s : 7

t_w : 7

t_f : 12

f_{yw} : 275.00

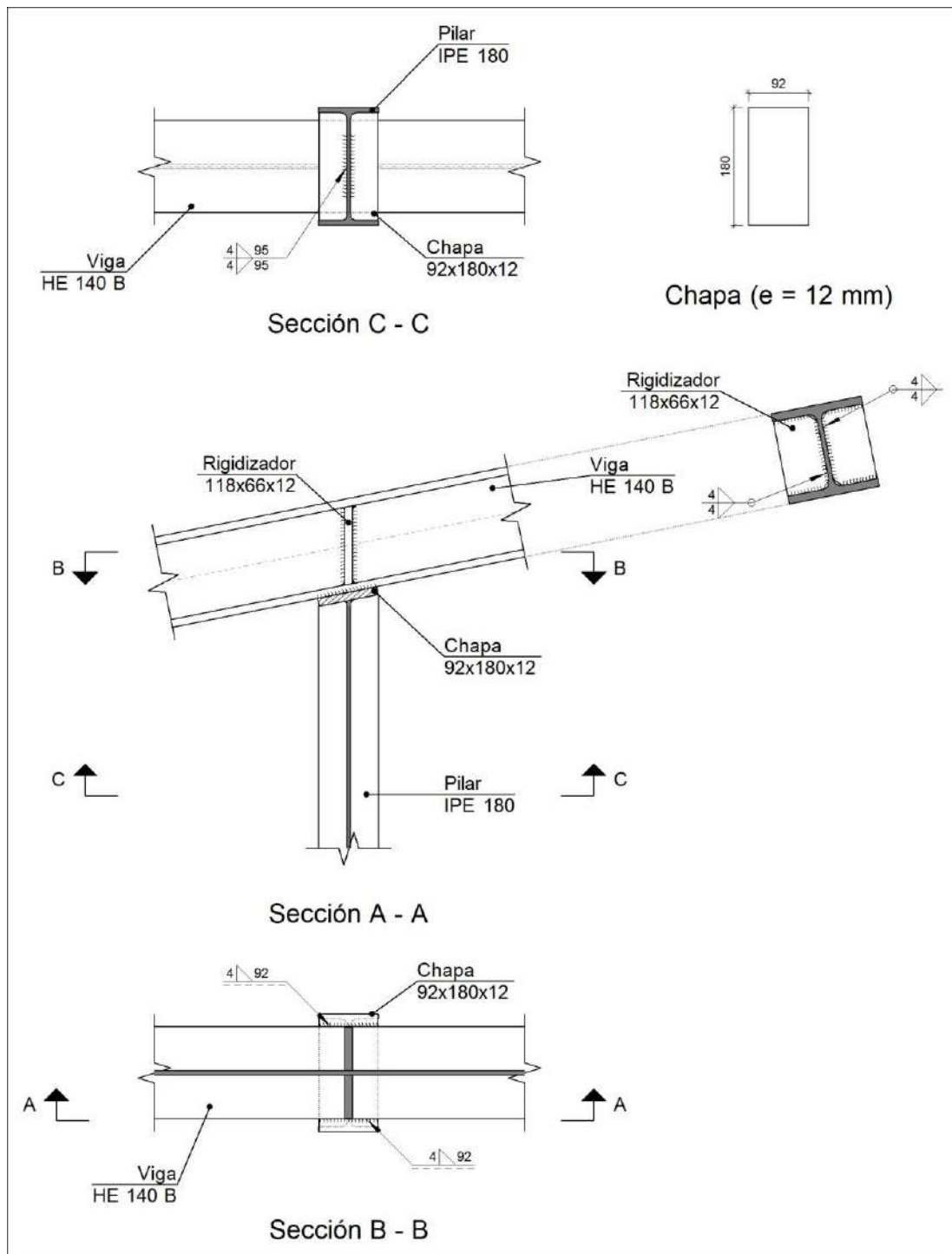
f_{yb} : 275.00

E : 210000.0

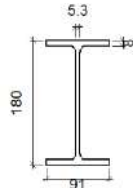
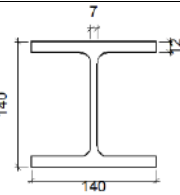
d : 116

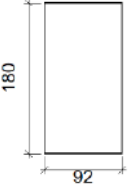
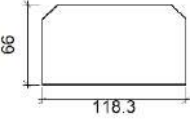
8.4.6.4 Unión pilar dintel-pilar hastial pórtico frontal

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 180		180	91	8	5.3	S275	275.0	410.0
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		92	180	12	S275	275.0	410.0
Rigidizador		118.3	66	12	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga HE 140 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	0.00	192.88	0.00
	Tracción	kN	0.00	169.71	0.00

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	94	7.0	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	50	7.0	78.69	
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	4	180	12.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Pilar IPE 180

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tensiones combinadas	--	--	--	0.00

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	95	5.4	78.69				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1183

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	118x66x12	1.47
	Chapas	1	92x180x12	1.56
	Total			3.03

– Rigidizadores

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

La comprobación no procede.

Resistencia de las secciones a tracción (CTE DB SE-A, 6.2.3)

El valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción N_{Ed} deberá cumplir, para cualquier sección transversal:

$$0.00 \text{ kN} \leq 169.71 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial.

$$N_{Ed} : 0.00 \text{ kN}$$

$N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

$$N_{t,Rd} : 169.71 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área sometida a tracción

$$A : 648.00 \text{ mm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ N/mm}^2$$

f_y : Tensión de límite elástico.

$$f_y : 275.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas									
Ref.					Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador al alma					En ángulo	4	94	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador a las alas					En ángulo	4	50	7.0	78.69
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala					En ángulo	4	180	12.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Pilar IPE 180

– Chapa frontal

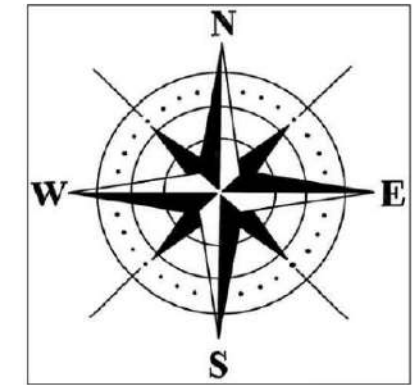
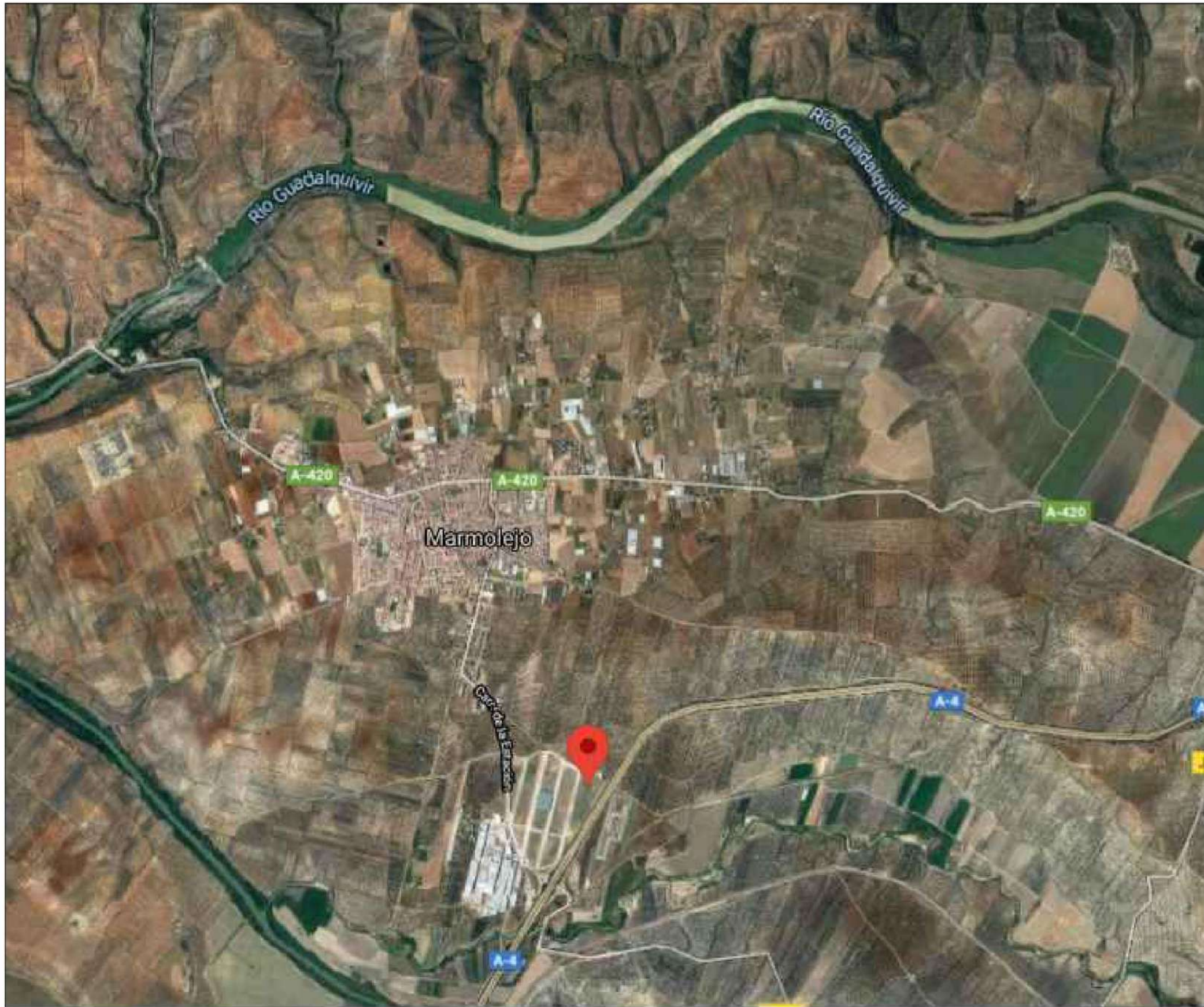
Resistencia conjunta del alma del pilar y la chapa frontal (Criterio de CYPE)

La comprobación no procede.

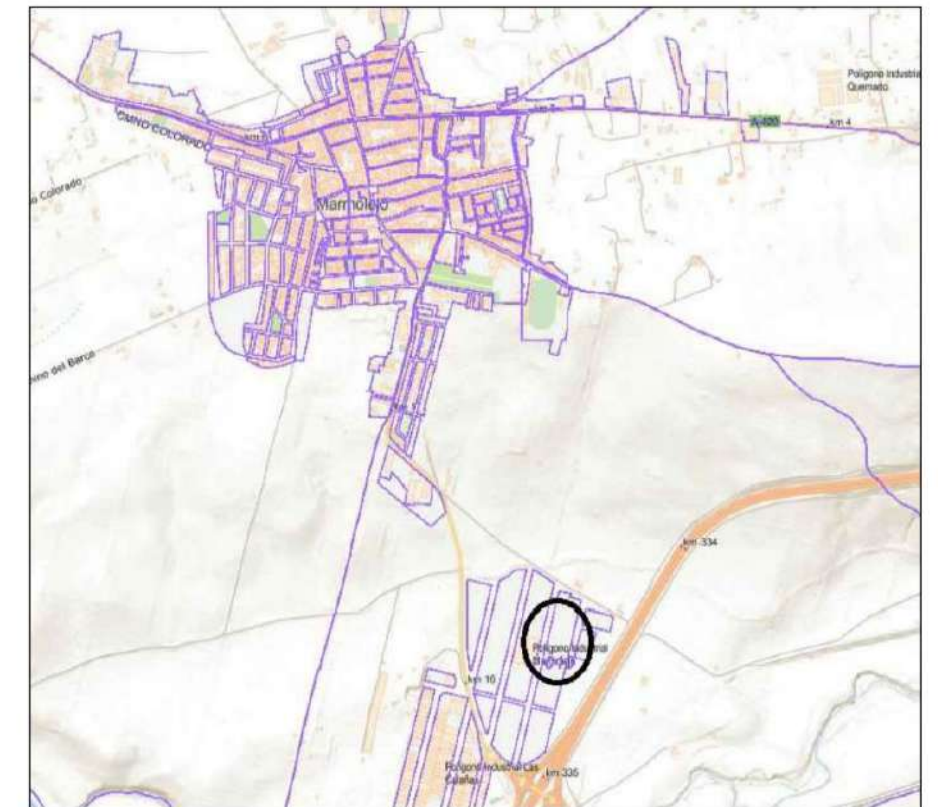
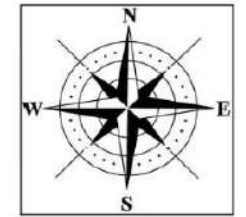
Tensión de Von Mises en el alma del pilar (CTE DB SE-A, 6.1)

La comprobación no procede.

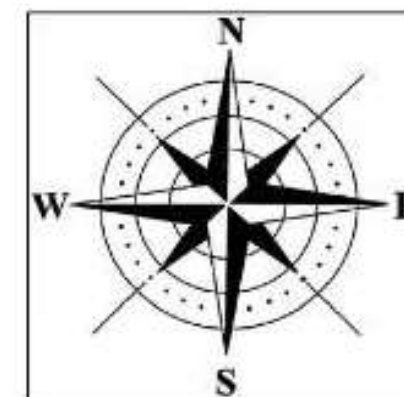
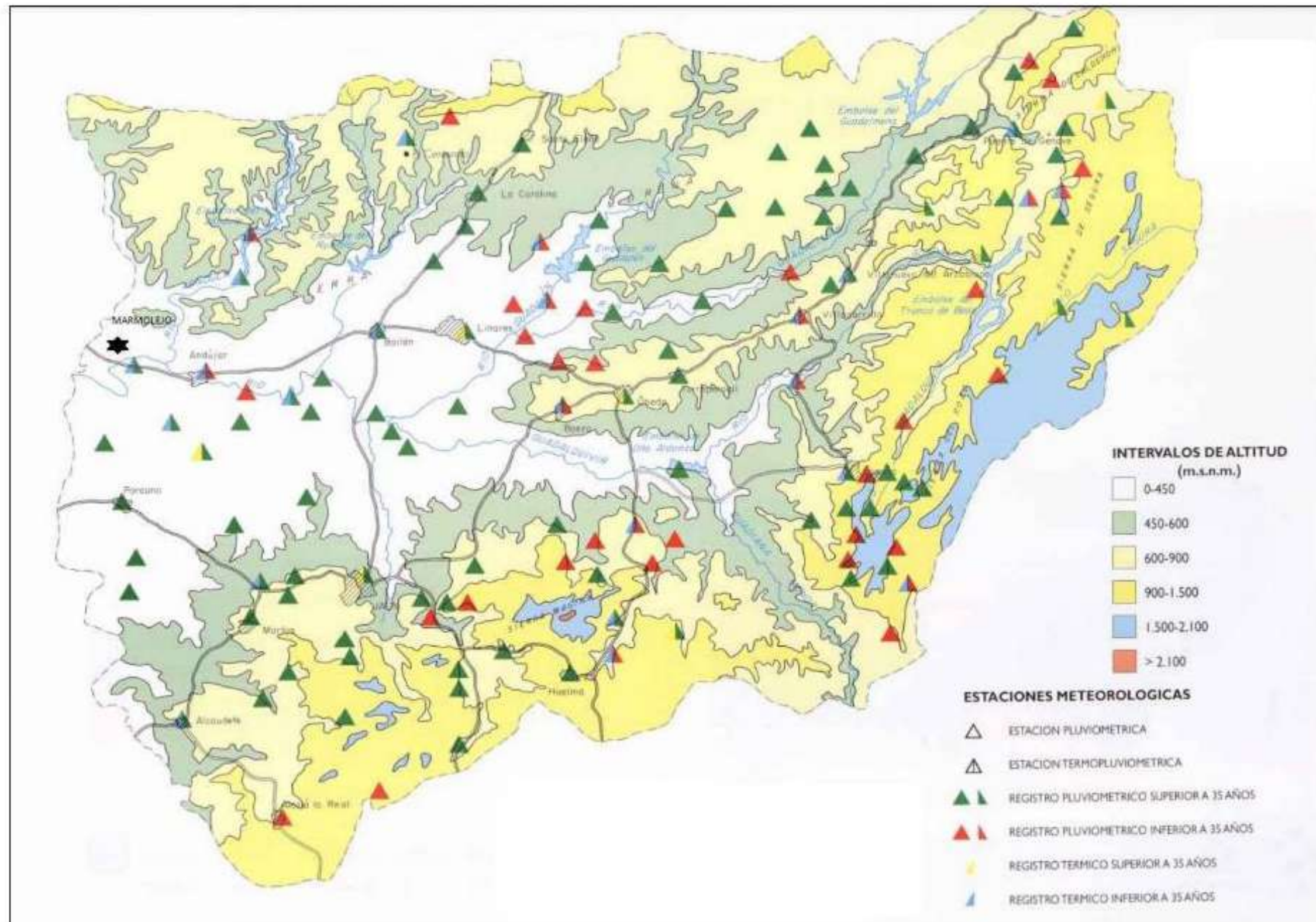
9 PLANOS



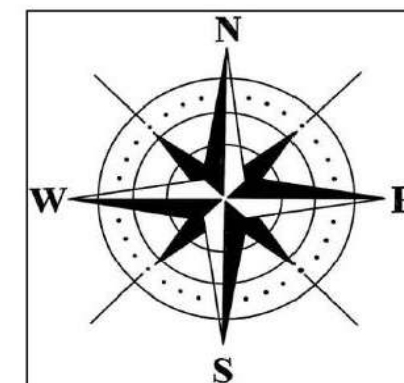
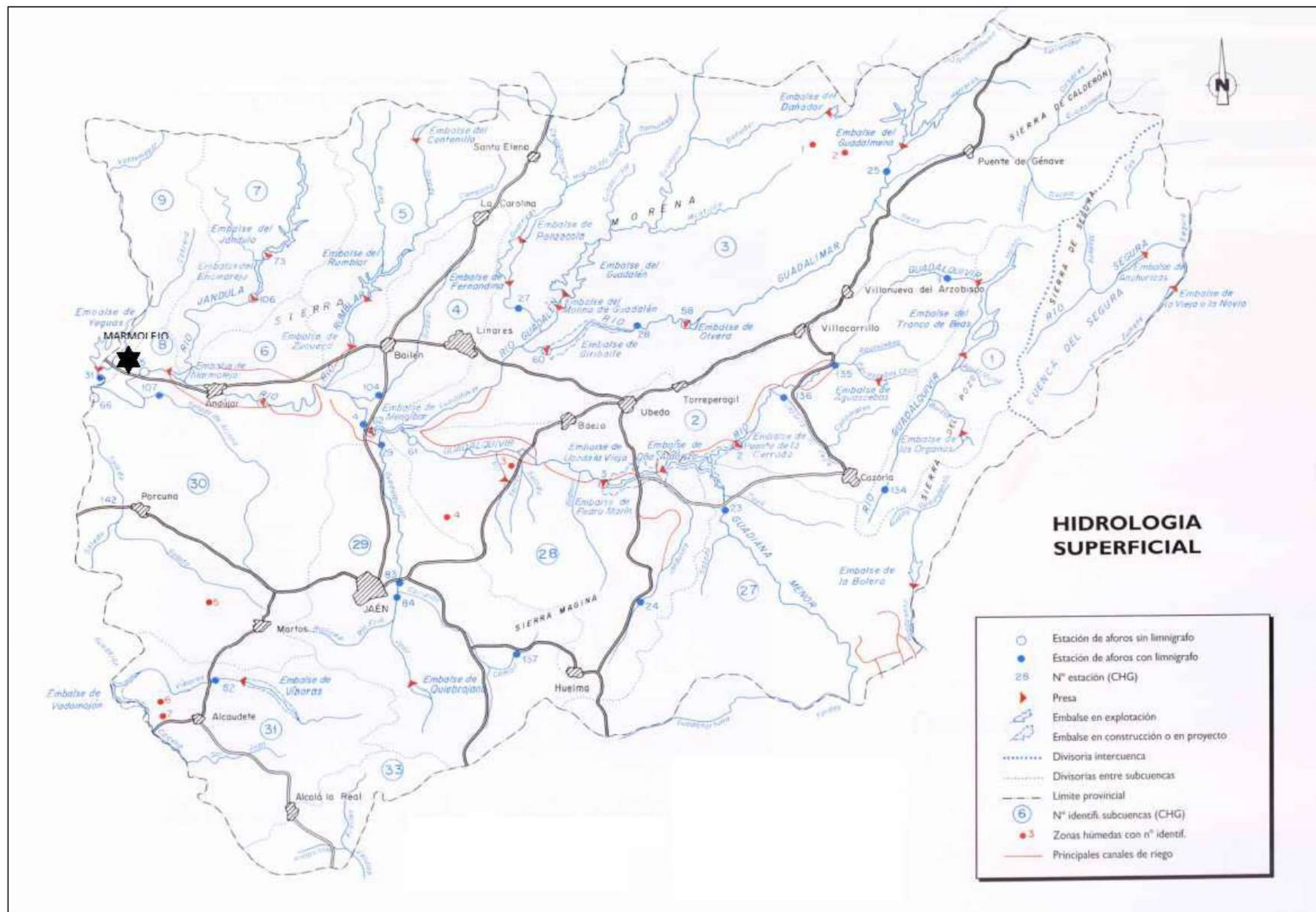
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO		M ^o NIEVES		
		FERNÁNDEZ		
		PAI OMAR F.		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS			Nº PLANO
1/20000	SITUACIÓN			1
				SUSTITUYE A:



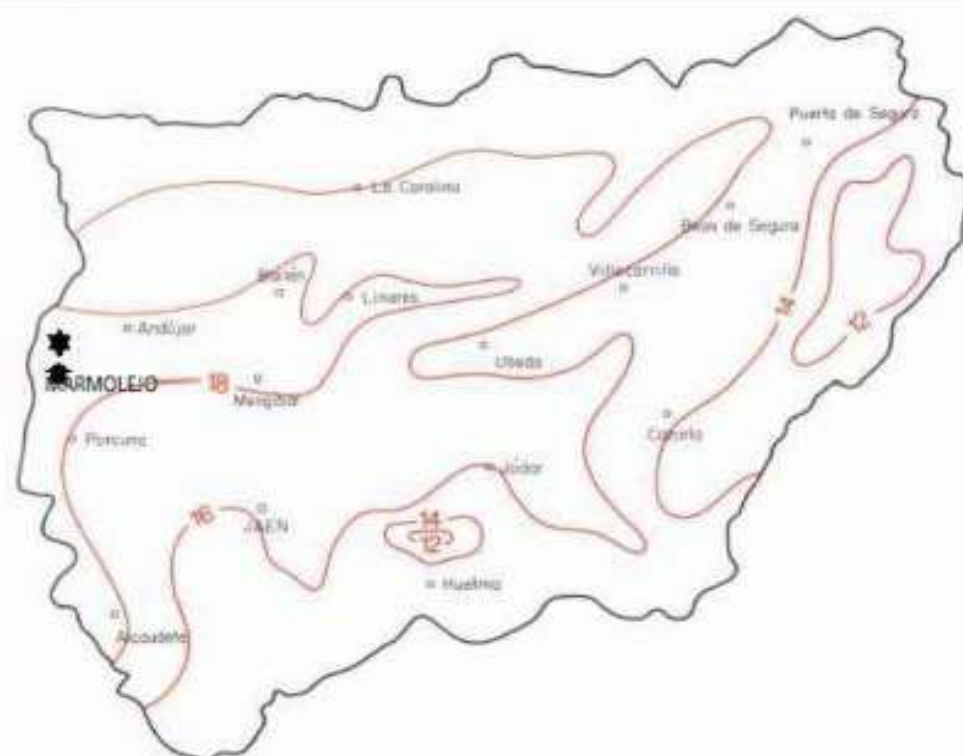
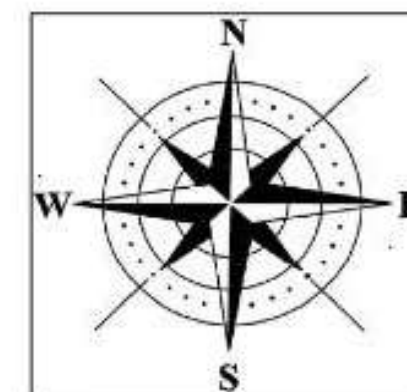
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
COMPROBADO		MONTES			
		FERNÁNDEZ			
		PAIMARES			
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS EMPLAZAMIENTO			Nº PLANO	
1/2000				2	
				SUSTITUYE A:	



FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
CDMPRBAID	4* NIEVES FERNANDEZ PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE MINAS RELIEVE Y ESTACIONES METEOROLÓGICAS		
1/750000			Nº PLANO 3
			SUSTITUYE A:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E			Nº PLANO
1/750000	INGENIERÍA DE MINAS			4
	HIDROLOGÍA			
	SUPERFICIAL			SUSTITUYE A:



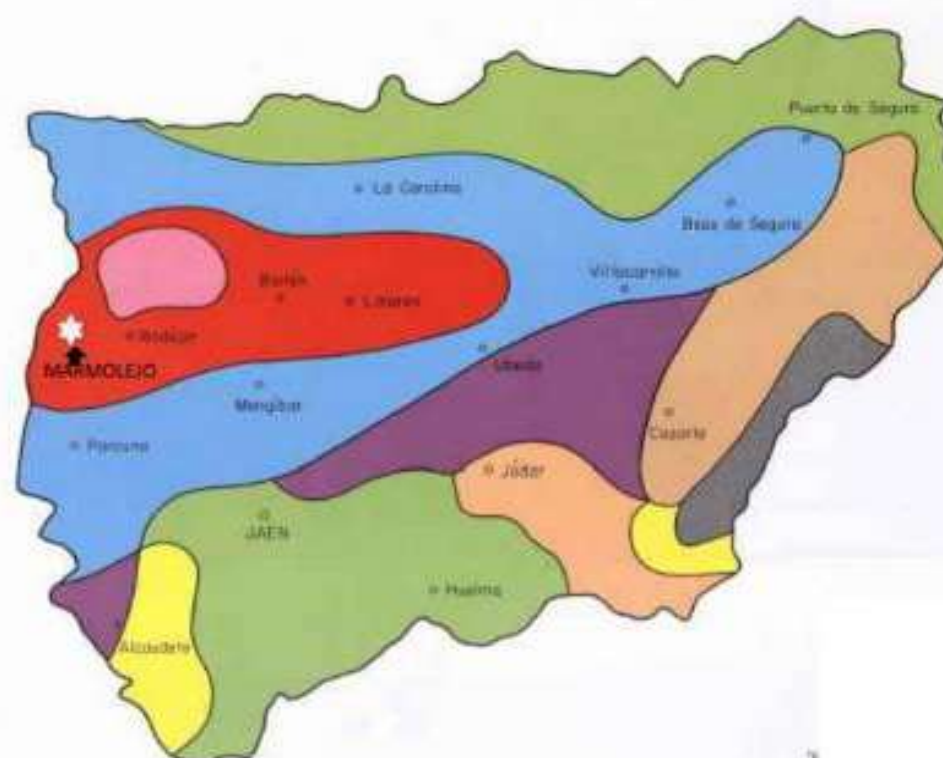
ISOTERMAS (1940-1985)

ISOTERMA AÑO MEDIO (°C)

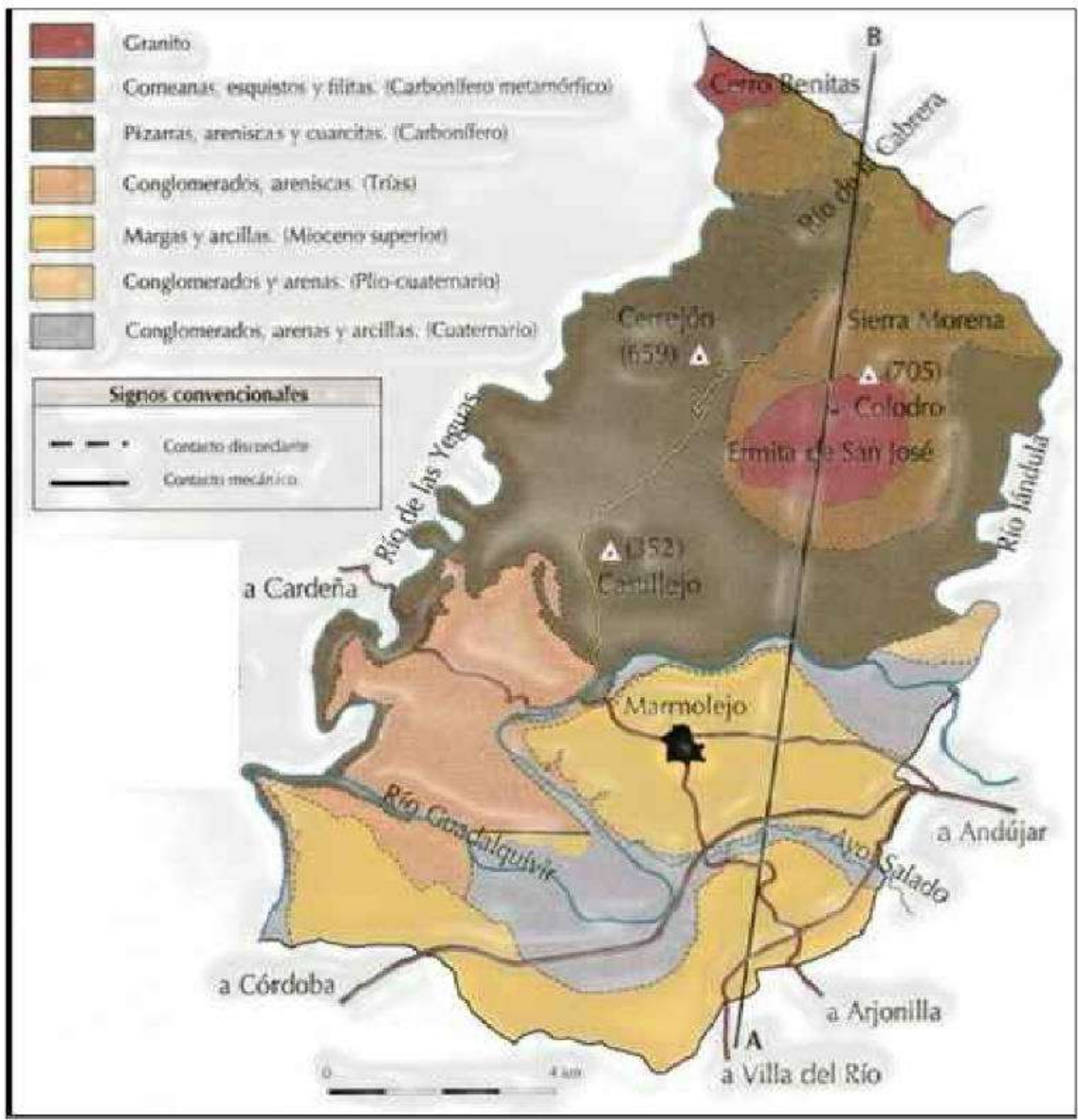
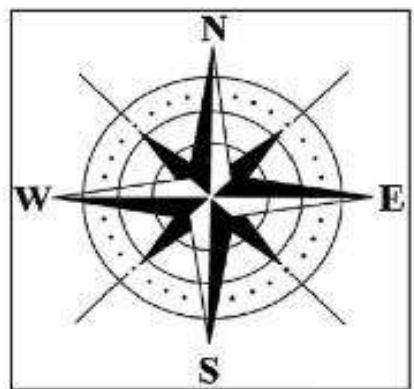
MAPA CLIMATICO

CLASIFICACION CLIMATICA DE PARADAKIS		ETP ESTIMADA POR EL METODO DE PENMAN (mm)
REGIMEN TERMICO	REGIMEN DE HUMEDAD	

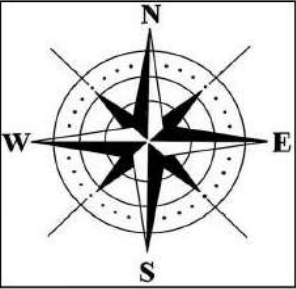
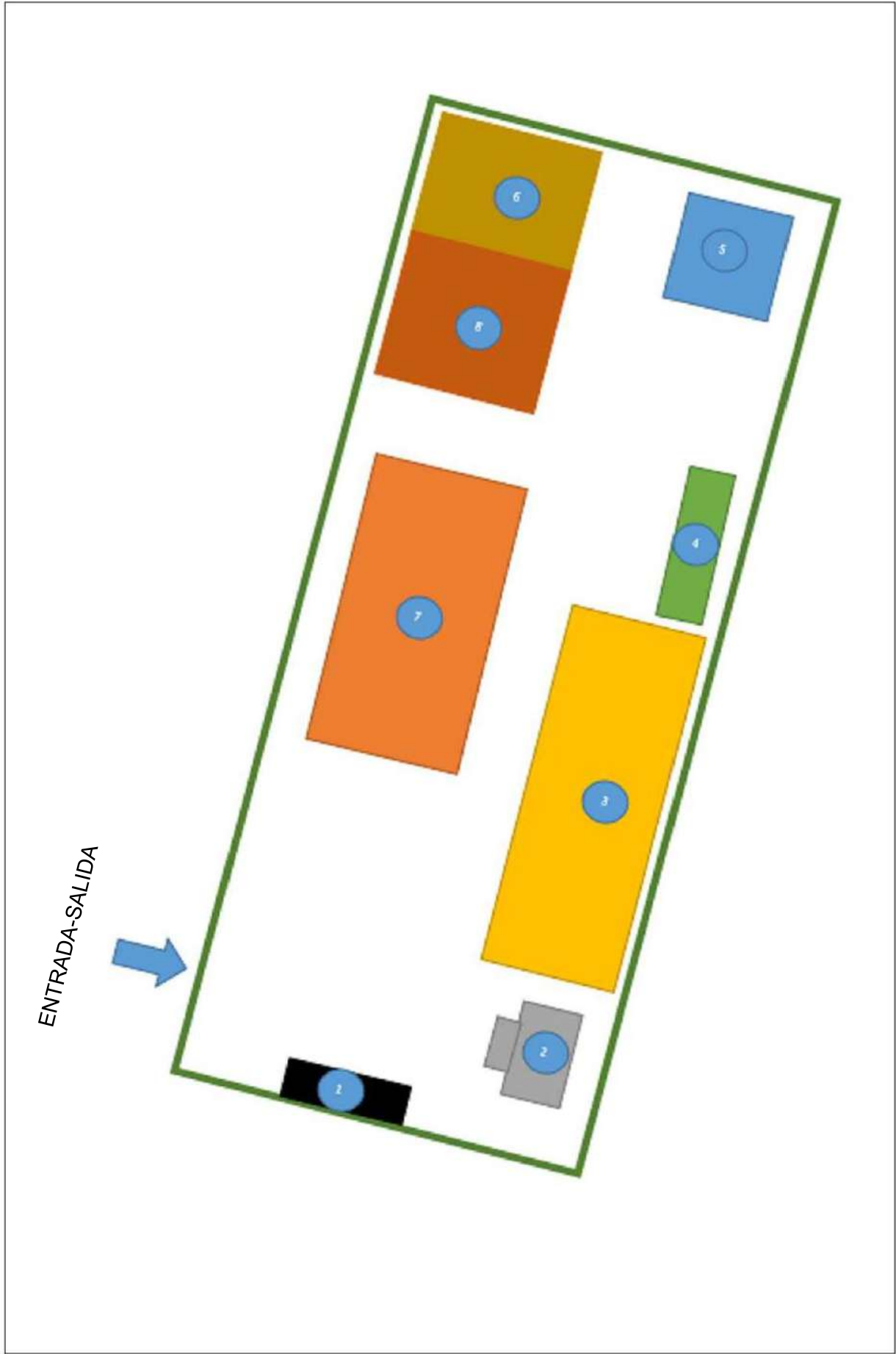
	SUBTROPICAL	CAIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	800-900
	SUBTROPICAL	CAIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	900-1.000
	SUBTROPICAL	CAIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	1.000-1.100
	SUBTROPICAL	CAIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	1.100-1.200
	SUBTROPICAL	CAIDO	MEDITERRANEO	SECO	800-900
	TEMPLADO	CAIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	700-800
	TEMPLADO	CAIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	800-900
	TEMPLADO	CAIDO	MEDITERRANEO	HUMEDO	900-1.000
	TEMPLADO	CAIDO	MEDITERRANEO	SECO	800-900



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
COMPROBADO		M. NIEVES			
		FERNÁNDEZ			
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERIA CIVIL E			Nº PLANO	
1/750000	INGENIERIA DE MINAS			5	
	CLIMATOLOGIA			SUSTITUYE A:	



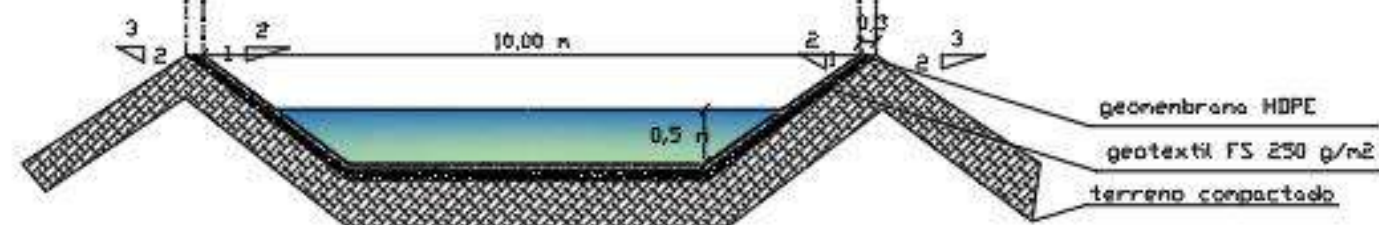
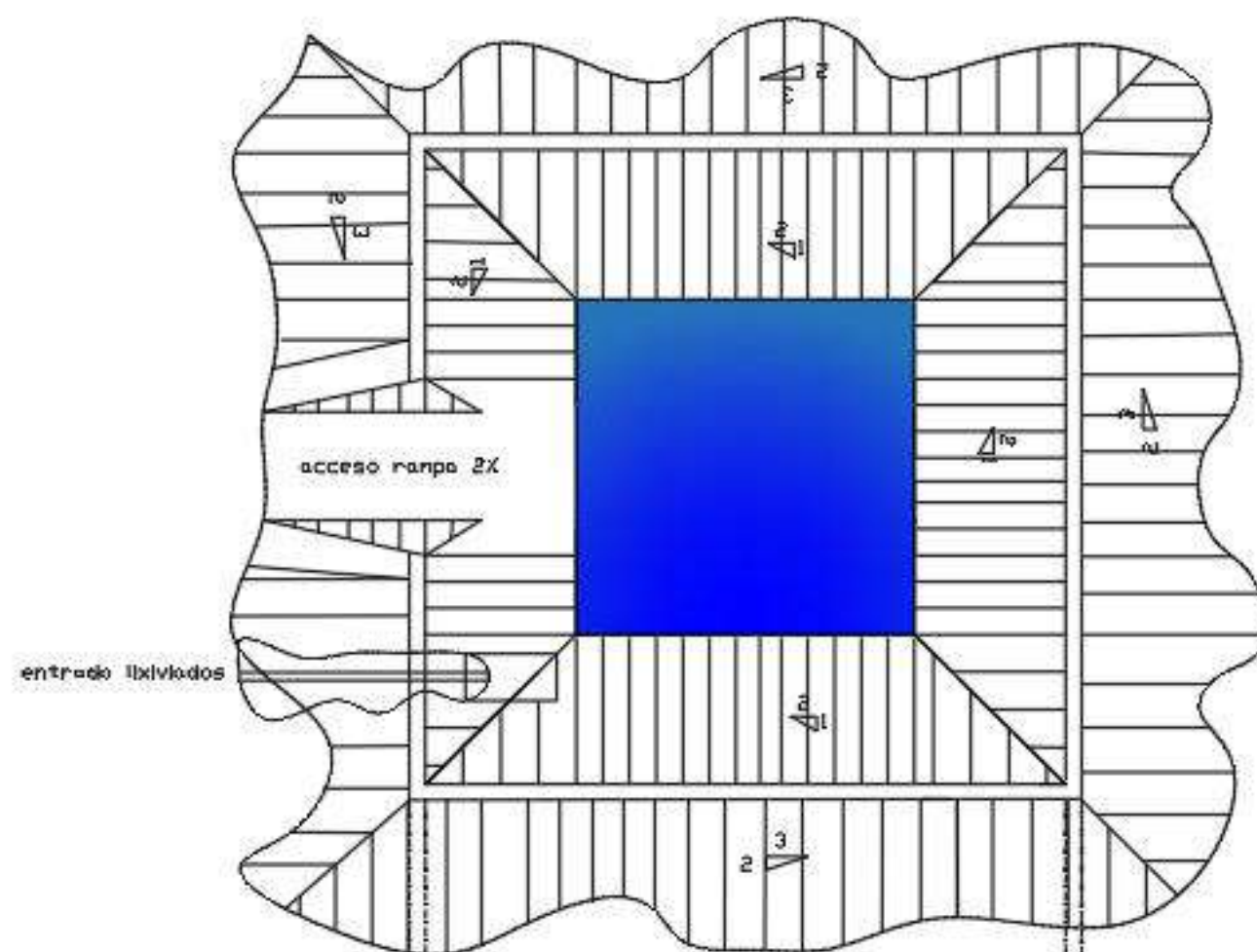
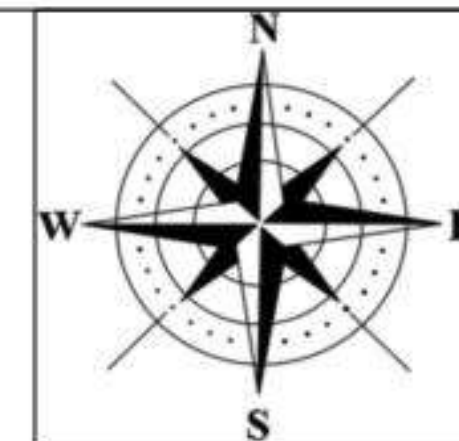
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
COMPROBADO		A. NIEVES			
		FERNÁNDEZ			
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E			Nº PLANO	
S/E	INGENIERÍA DE MINAS			6	
	GEOLOGÍA MARMOLEJO			SUSTITUYE A:	



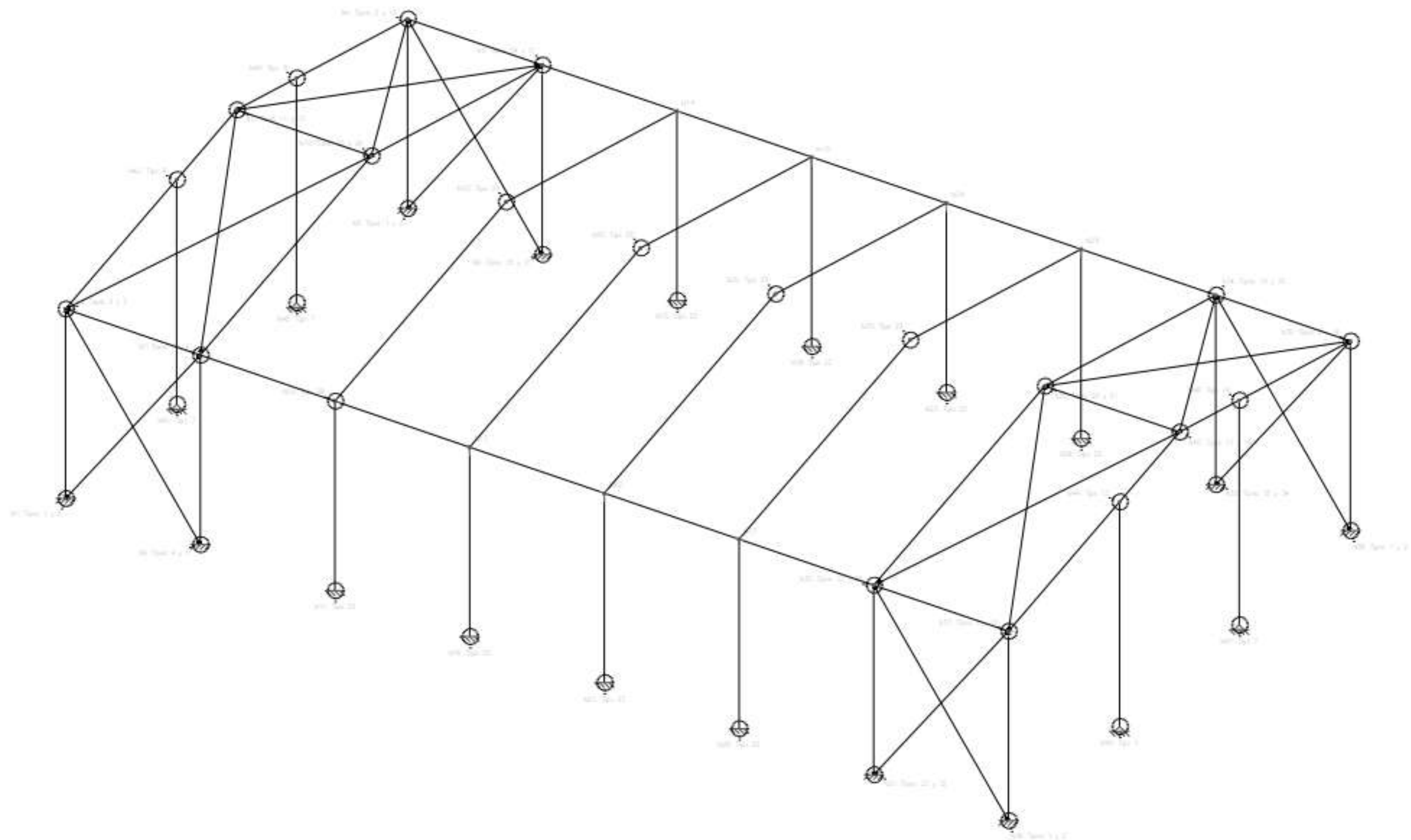
LEYENDA

- 1. APARCAMIENTO MAQUINARIA
- 2. EDIFICIO MULTIUSOS Y BÁSCULA PESAJE
- 3. ZONA DE DESCARGA RCD
- 4. CONTENEDORES RESIDUOS: PAPEL, MADERA, YESO, ETC.
- 5. BALSA LIXIVIADOS
- 6. ACOPIO DE TIERRAS
- 7. MAQUINARIA TRATAMIENTO RCD
- 8. ACOPIO DE MATERIAL TRATADO SEPARADO POR GRANULOMETRÍA

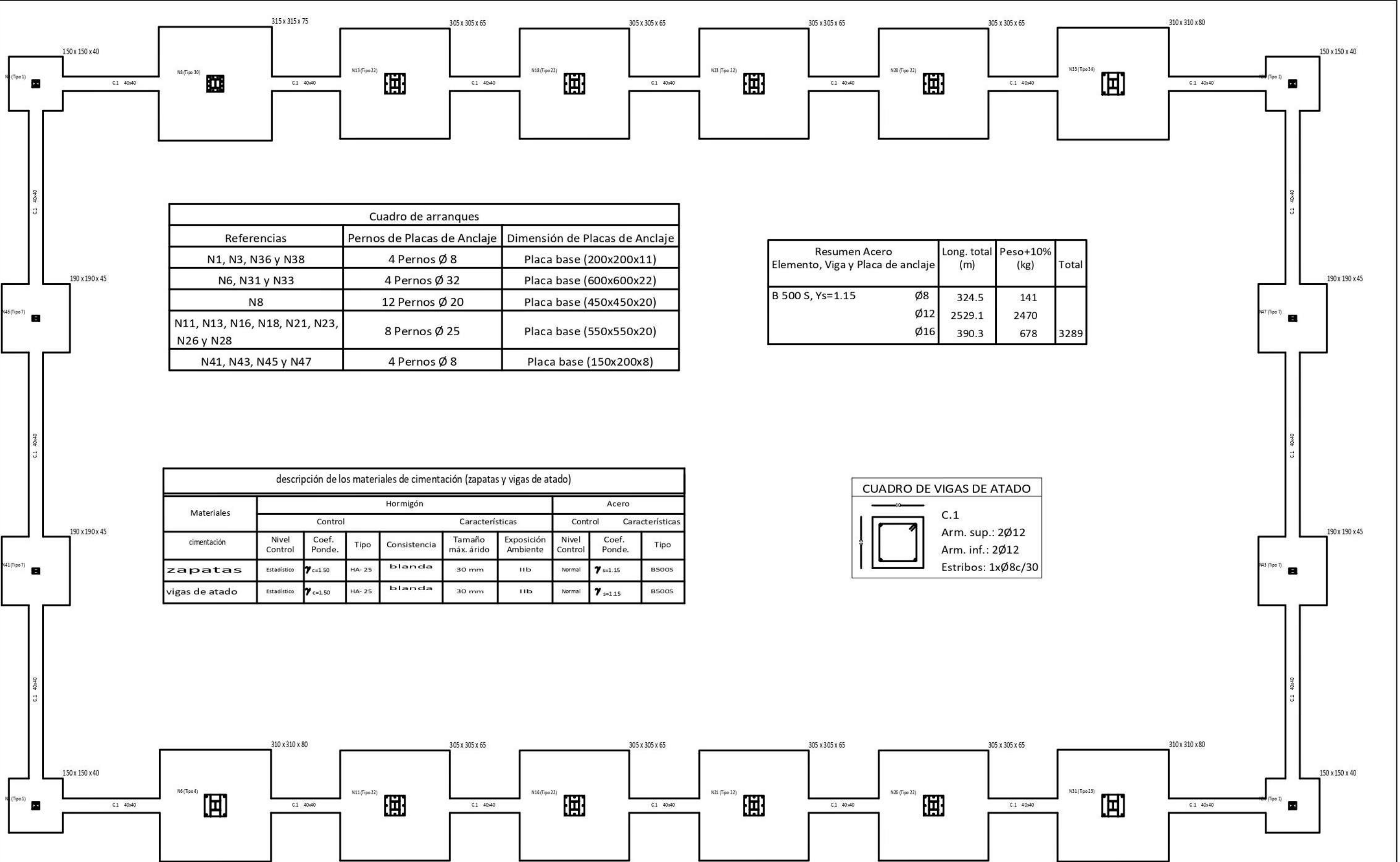
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
		Mª NIEVES		
COMPROBADO		ERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS ZONIFICACIÓN PLANTA RCD			Nº PLANO
S/E				7
				SUSTITUYE A:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		N. NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ PALMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE MINAS			Nº PLANO 8
1:200	BALSA DE DECANTACIÓN			SUSTITUYE A SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO		Mª NIEVES			
COMPROBADO		FERNÁNDEZ			
		PALOMARES			
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERIA CIVIL E INGENIERIA DE MINAS			Nº PLANO 9	
1:100	ESTRUCTURA NAVE 3D			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	



Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N1, N3, N36 y N38	4 Pernos Ø 8	Placa base (200x200x11)
N6, N31 y N33	4 Pernos Ø 32	Placa base (600x600x22)
N8	12 Pernos Ø 20	Placa base (450x450x20)
N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26 y N28	8 Pernos Ø 25	Placa base (550x550x20)
N41, N43, N45 y N47	4 Pernos Ø 8	Placa base (150x200x8)

Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	Ø8	324.5	141	3289
	Ø12	2529.1	2470	
	Ø16	390.3	678	

descripción de los materiales de cimentación (zapatas y vigas de atado)									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control			Características			Control		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
cimentación									
zapatas	Estadístico	$\gamma_{c=1.50}$	HA- 25	blanda	30 mm	IIb	Normal	$\gamma_{s=1.15}$	B500S
vigas de atado	Estadístico	$\gamma_{c=1.50}$	HA- 25	blanda	30 mm	IIb	Normal	$\gamma_{s=1.15}$	B500S

C.1

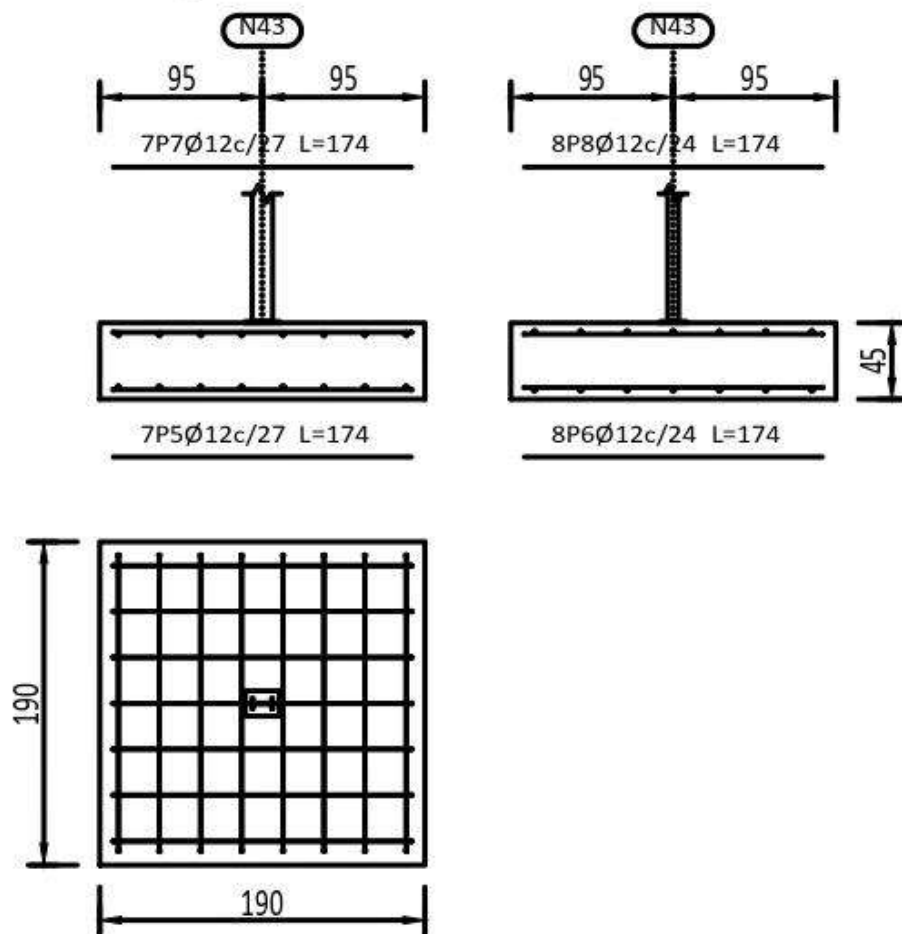
Arm. sup.: 2Ø12

Arm. inf.: 2Ø12

Estribos: 1xØ8c/30

DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
COMPROBADO		M3 NUEVES		
		BERNÁNDEZ		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS			Nº PLANO
1:50	CIMENTACIÓN Y VIGAS DE ATADO			10
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

N43, N45 y N47

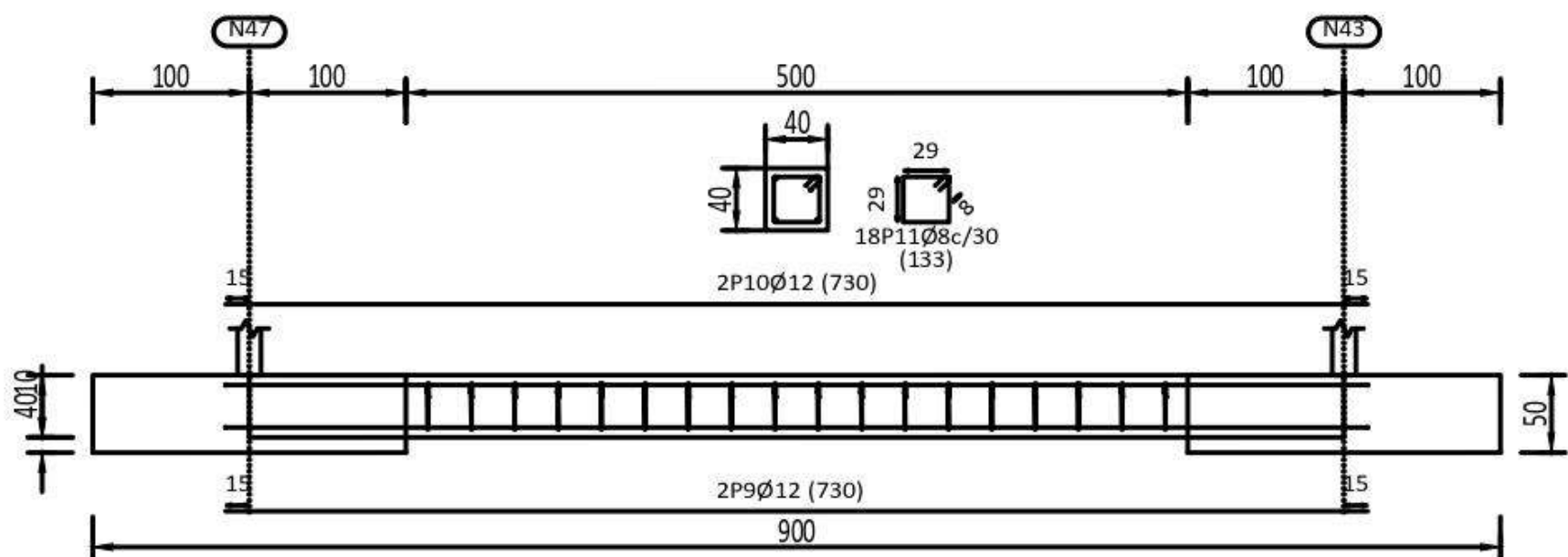


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N16=N21=N26	1	Ø12	17	289	4913	43.6
	2	Ø12	16	289	4624	41.1
	3	Ø12	17	289	4913	43.6
	4	Ø12	16	289	4624	41.1
Total+10%: (x3):						186.3
N43=N45=N47	5	Ø12	7	174	1218	10.8
	6	Ø12	8	174	1392	12.4
	7	Ø12	7	174	1218	10.8
	8	Ø12	8	174	1392	12.4
Total+10%: (x3):						51.0
C.1 [N45-N3]=C.1 [N47-N38] C.1 [N43-N36]=C.1 [N41-N1]	9	Ø12	2	680	1360	12.1
	10	Ø12	2	680	1360	12.1
	11	Ø8	17	133	2261	8.9
Total+10%: (x4):						36.4
Ø8:						39.2
Ø12:						818.3
Total:						857.5

Descripción de los materiales de cimentación (zapatas y vigas de atado)									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control			Características			Control		Características
dimensión	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máximo	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
zapatas	Trabaja	1/150	HA 25	blanca	20 mm	III	Trabaja	1/150	AC008
vigas de atado	Trabaja	1/150	HA 25	blanca	20 mm	III	Trabaja	1/150	AC008

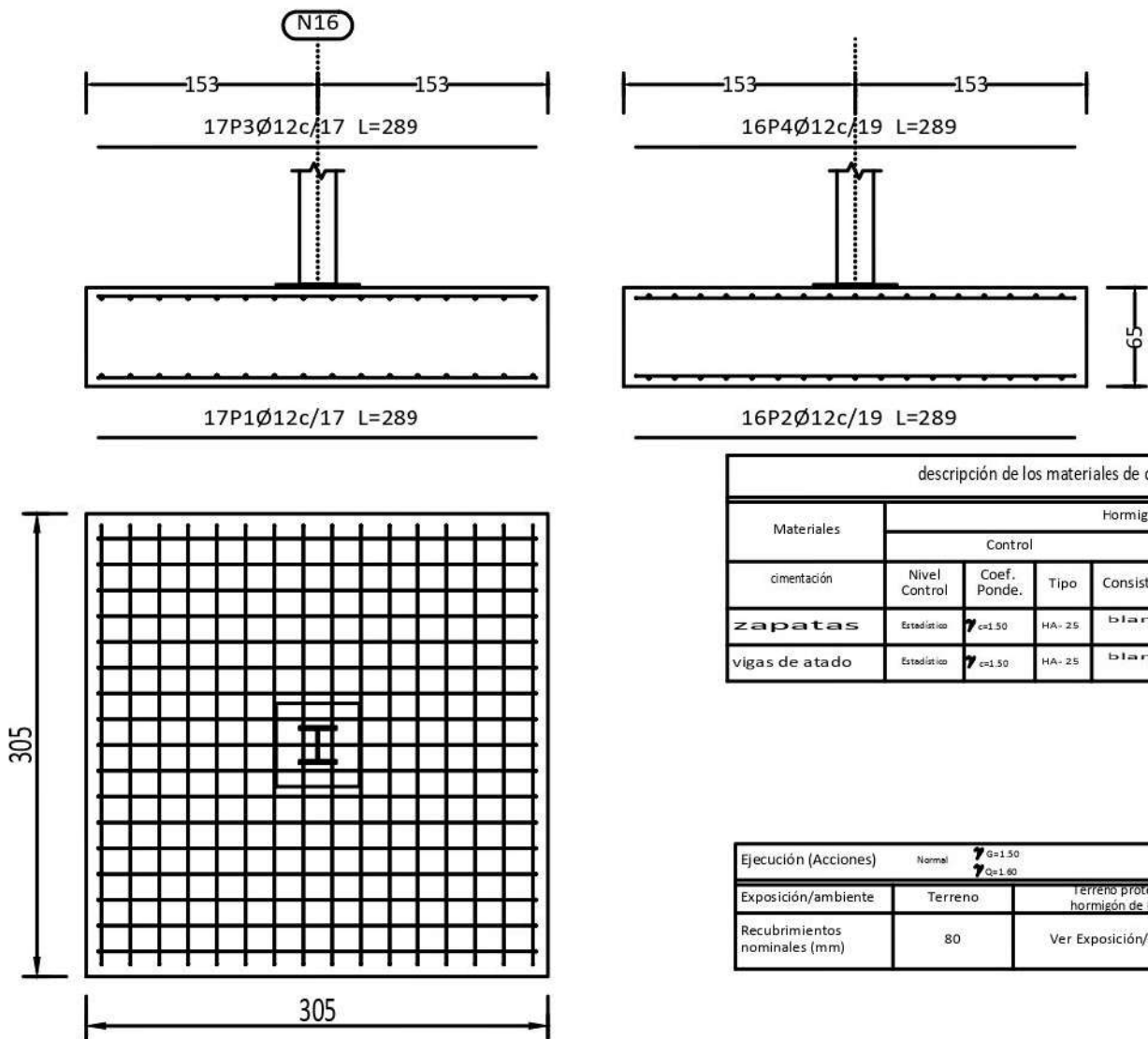
Ejecución (Acciones)	Material	Instrucción EHE-08					
Exposición/ambiente	Tenorio	Tamaño máximo de agregado (mm)		I	II	III	IV
Recomendaciones nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	40	45

C [N47-N43] y C [N41-N45]

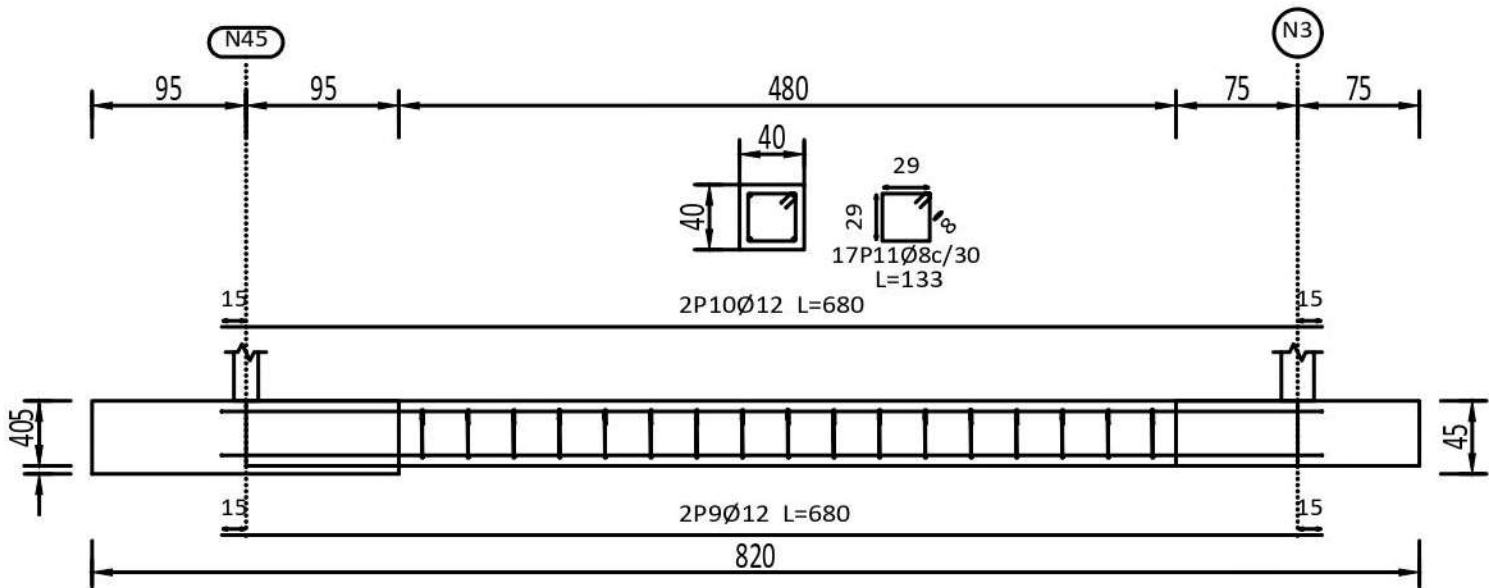


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO		M ^a NIEVES			
COMPROBADO		FERNÁNDEZ			
		PALOMARES		Nº PLANO 11	
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS DETALLE ARMADO ZAPATA EJEMPLO PÓRTICO FRONTAL			SUSTITUYE A:	
1:50				SUSTITUIDO POR:	

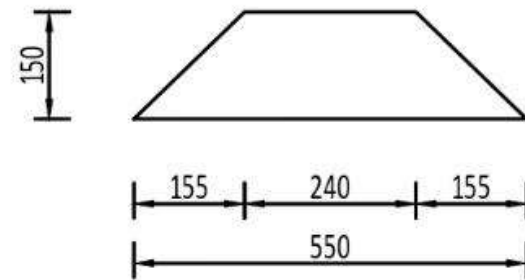
N16, N21 y N26



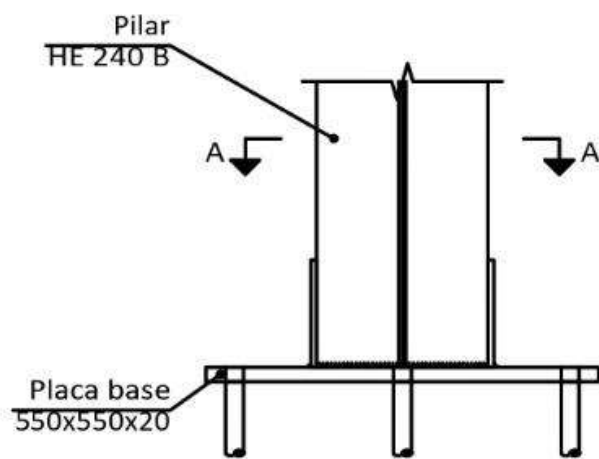
C.1 [N45-N3], C.1 [N47-N38], C.1 [N43-N36] y C.1 [N41-N1]



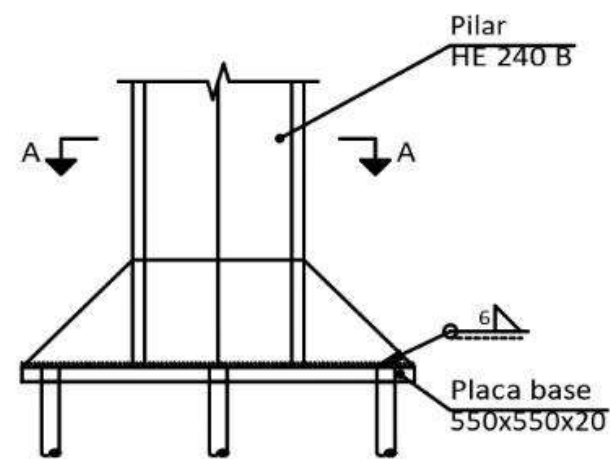
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS			Nº PLANO 12
1:50	DETALLE ARMADO ZAPATA EJEMPLO PÓRTICO TIPO			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



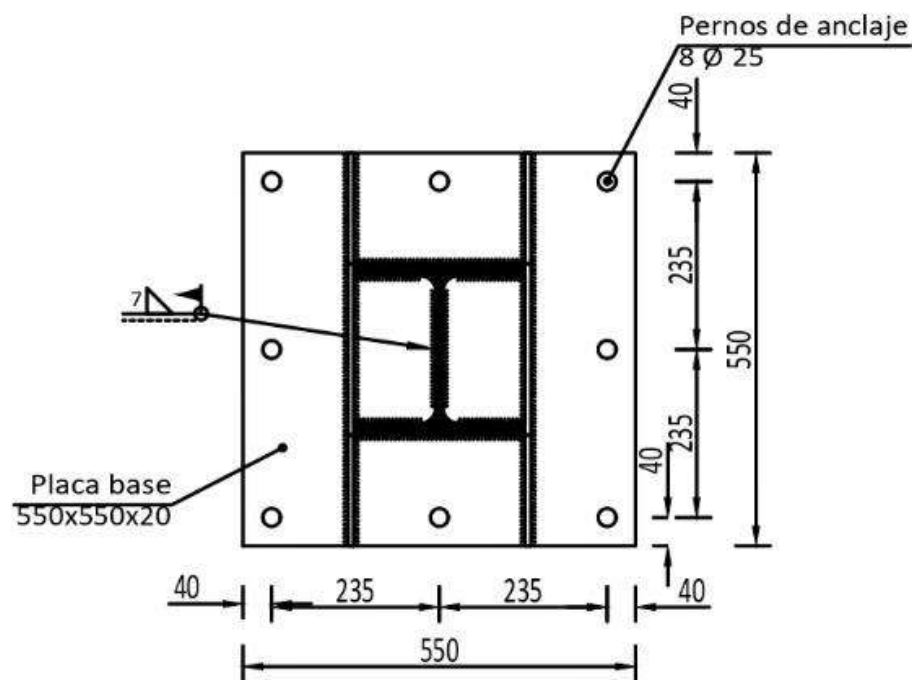
Rigidizadores y - y ($e = 8 \text{ mm}$)



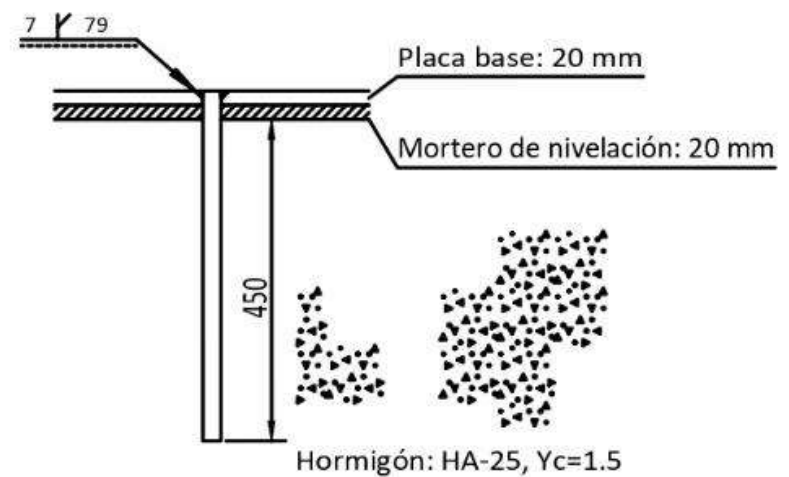
Alzado



Vista lateral

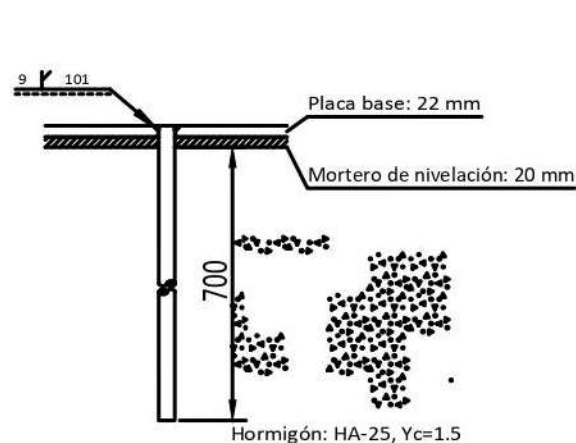
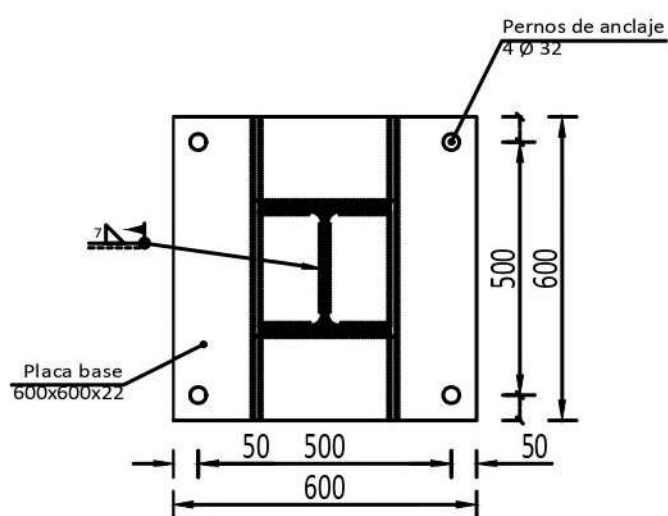
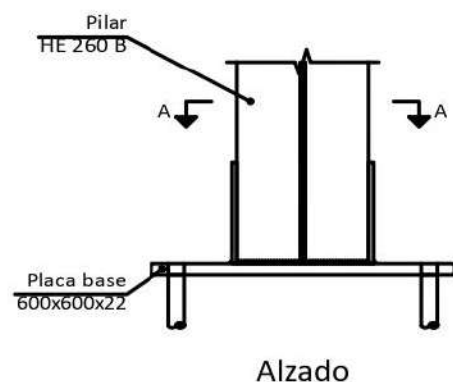
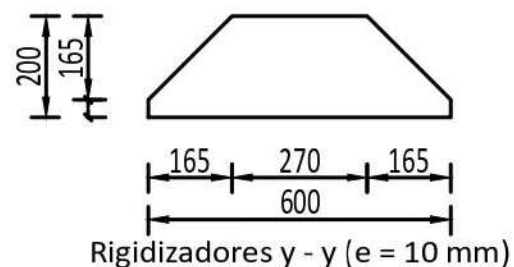
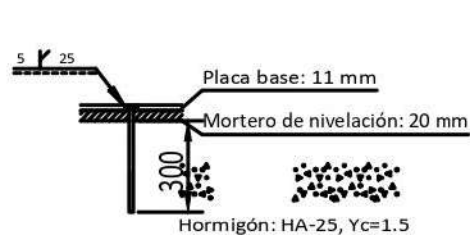
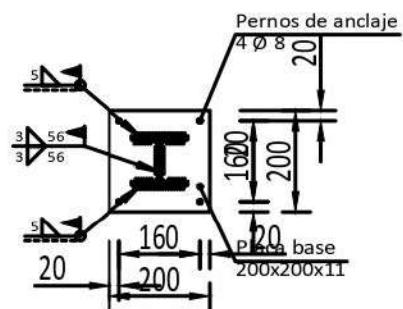
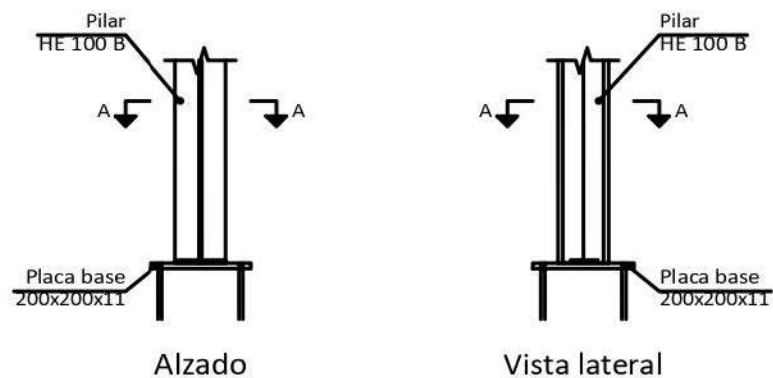


Sección A - A



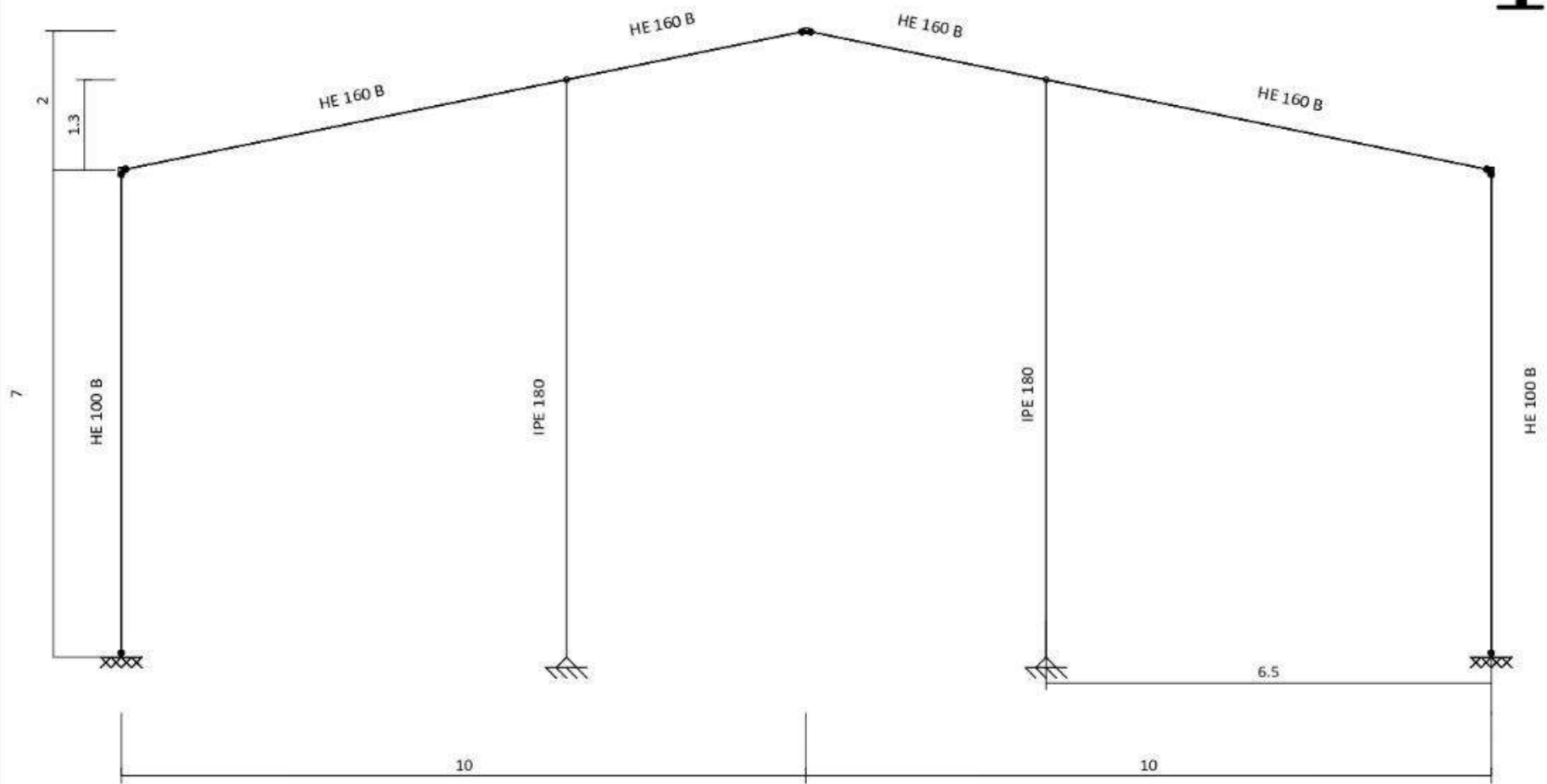
Anclaje de los pernos $\varnothing 25$,
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS DETALLE PLACA ANCLAJE PÓRTICO TIPO			Nº PLANO 13
1:20				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

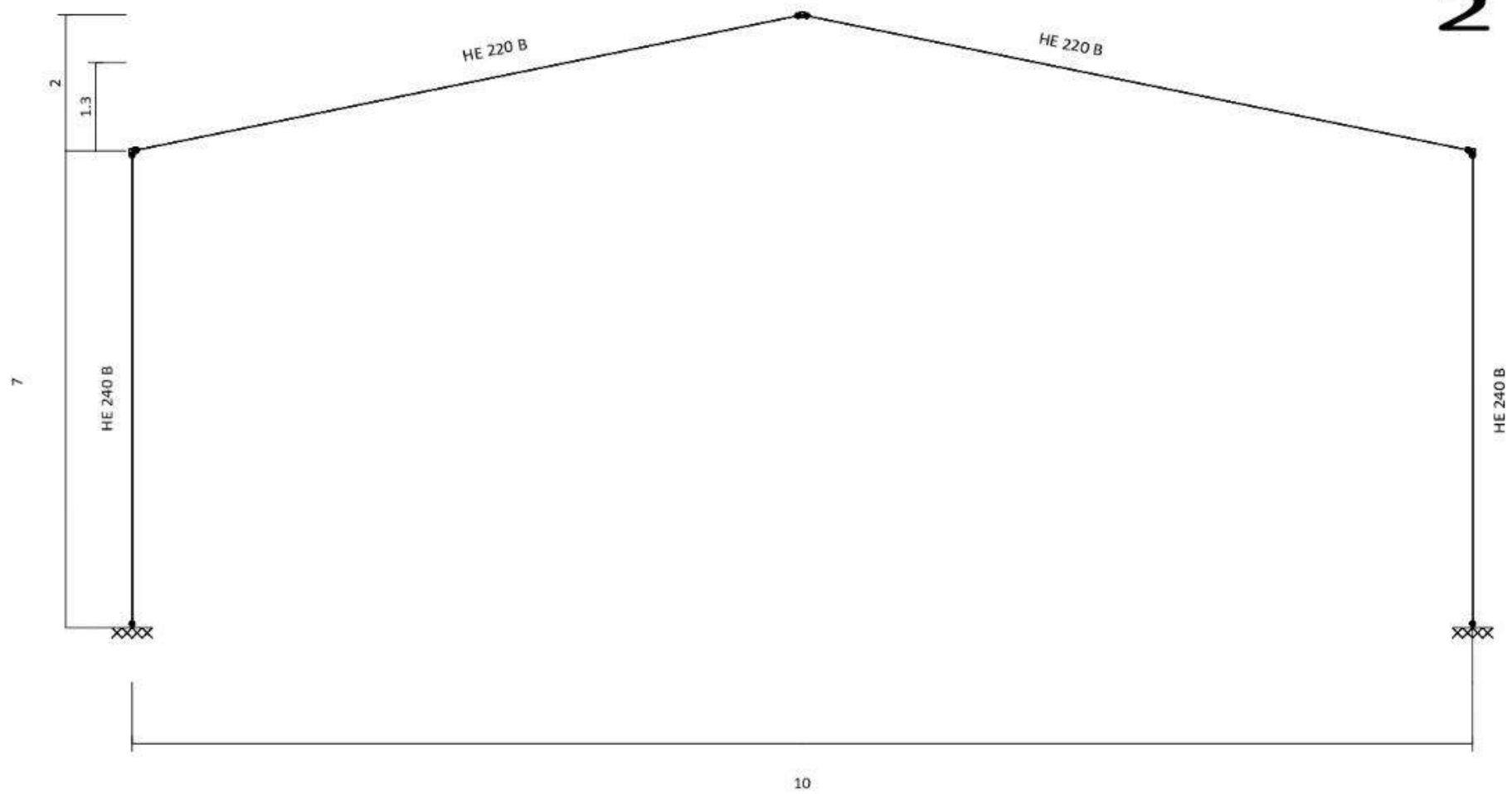


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS DETALLE PLACA ANCLAJE PÓRTICO FRONTAL			Nº PLANO 14
1:20				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

1



2



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS PÓRTICO FRONTAL (1) PÓRTICO TIPO (2)			Nº PLANO 15
1:100				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

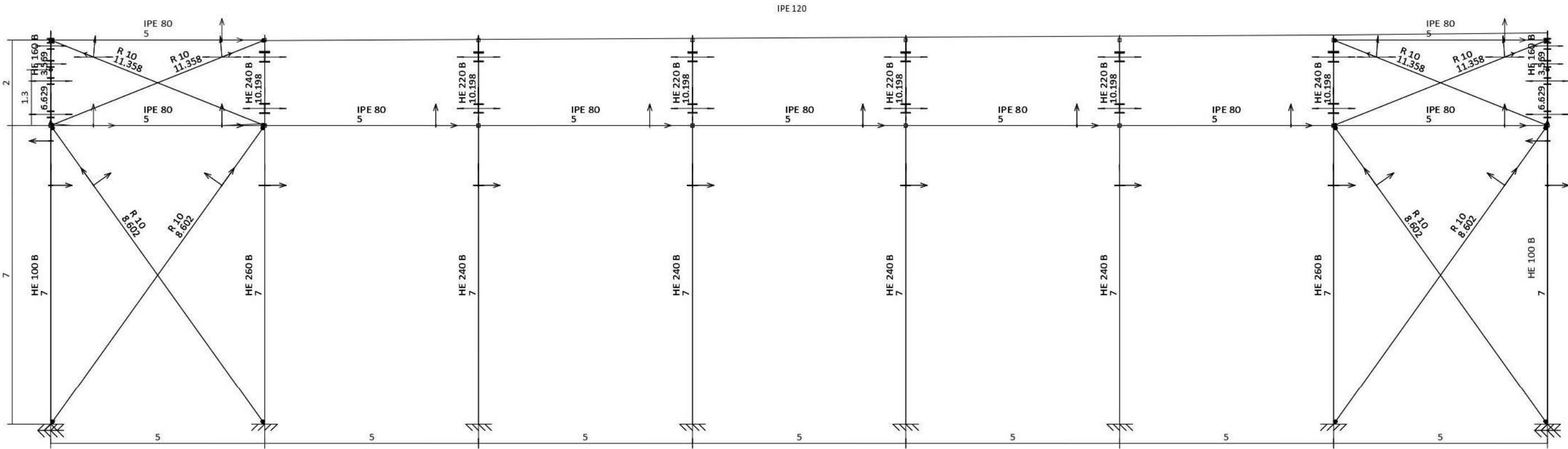
Soldaduras				
f (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2480
			6	17056
			7	39368
			8	6725
			11	1760
		A tope en bisel simple	4	3680
			6	1200
			4	402
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	402
			7	5027
			9	1960
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	928
			5	4000
			7	14584
			8	4995

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	4	255x465x18	67.02
				Total 67.02

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	1360	3.67
		L50x6	400	1.77
		Total		5.44

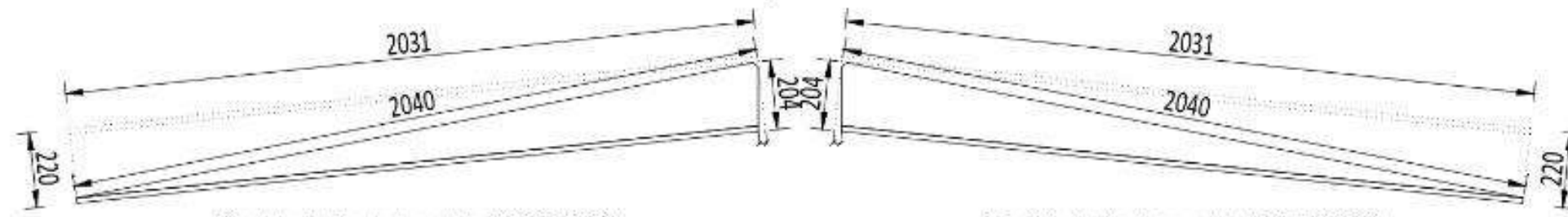
Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	64	T10
Arandelas	32	A10

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	150x200x8	7.54
		4	200x200x11	13.82
		1	450x450x20	31.79
		8	550x550x20	379.94
		3	600x600x22	186.52
	Rigidizadores pasantes	16	550/240x150/0x8	59.53
		6	600/270x200/35x10	43.70
		2	450/260x100/0x11	6.13
		Total		728.96
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 8 - L = 339	2.14
		16	Ø 8 - L = 336	2.12
		12	Ø 20 - L = 710	21.01
		64	Ø 25 - L = 515	127.01
		12	Ø 32 - L = 774	58.64
		Total		210.92



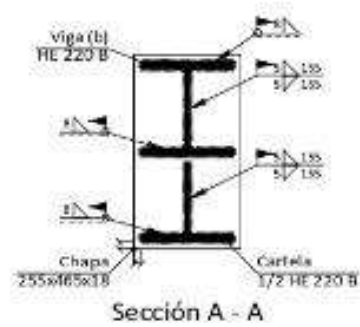
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS DESCRIPCIÓN DE LAS BARRAS			Nº PLANO 16
1:100				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Tipo 29

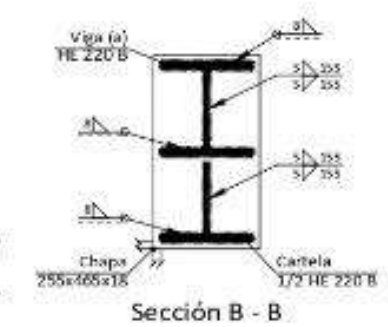
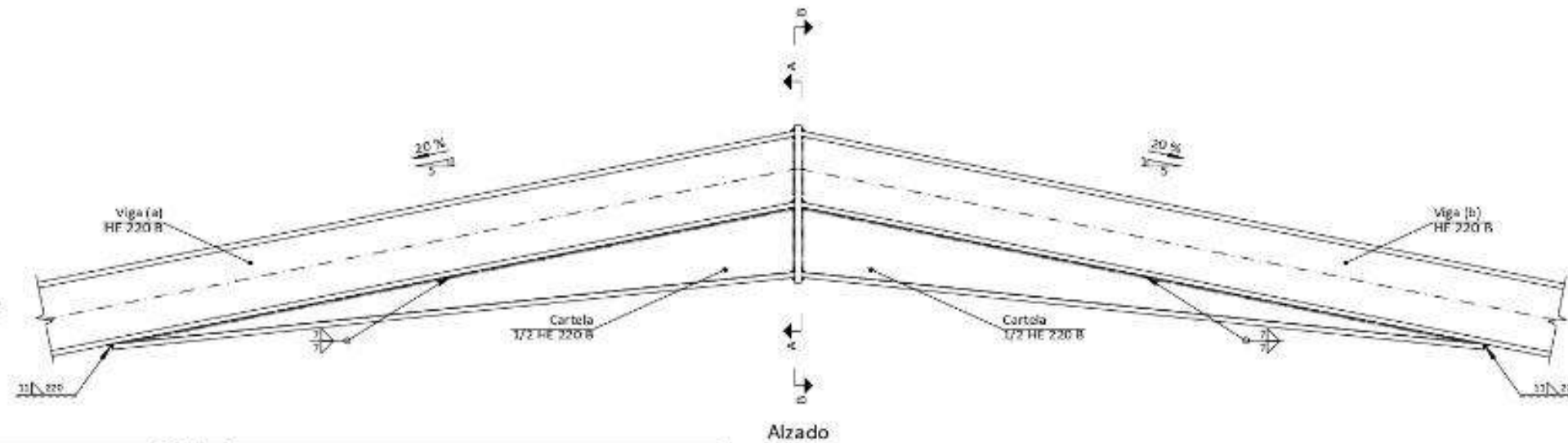


Viga (a): detalle de la cartela (1/2 HE 220 B)

Viga (b): detalle de la cartela (1/2 HE 220 B)



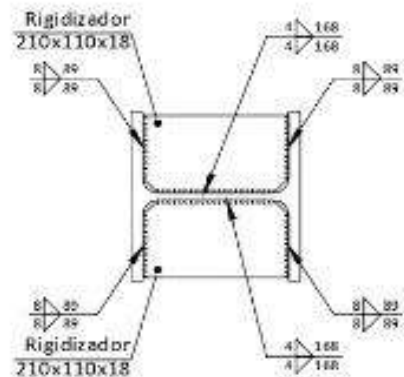
Sección A - A



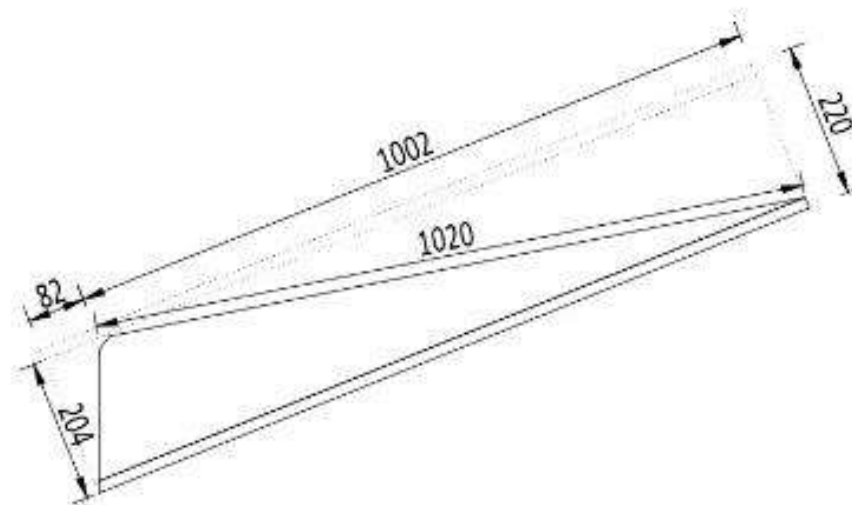
Sección B - B

Soldaduras				
f _t (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2480
			6	17056
			7	39368
			8	6725
			11	1760
		A tope en bisel simple	4	3680
			6	1200
			4	402
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	402
			7	5027
			9	1960
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	928
			5	4000
			7	14584
			8	4995

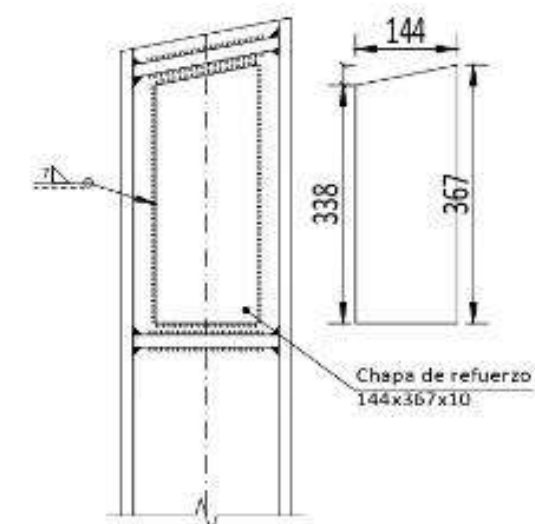
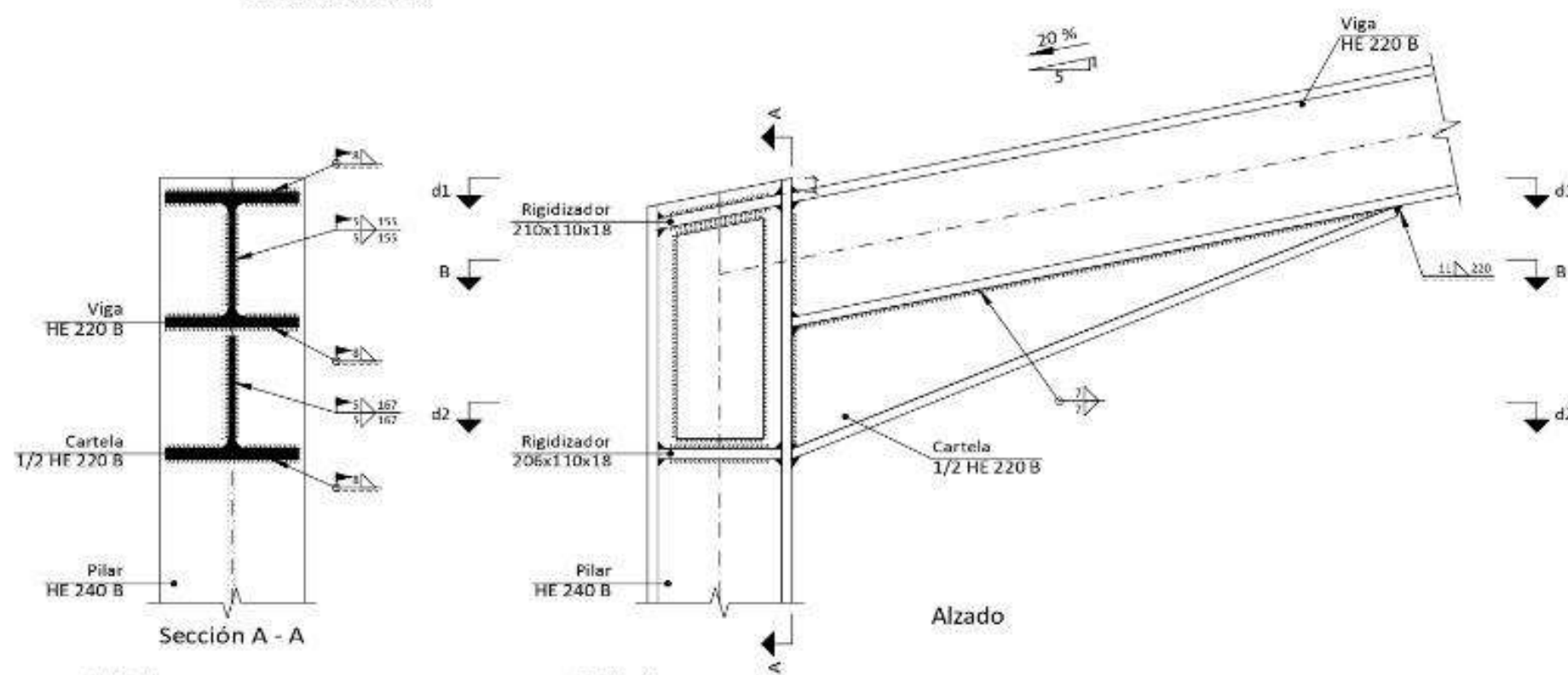
			FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
		Mª NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS DETALLE UNIÓN DINTEL-DINTEL PÓRTICO TIPO			Nº PLANO 16
1:20				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



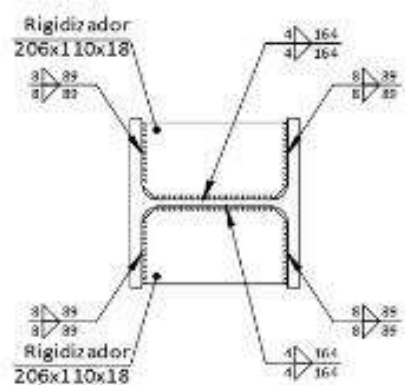
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 240 B



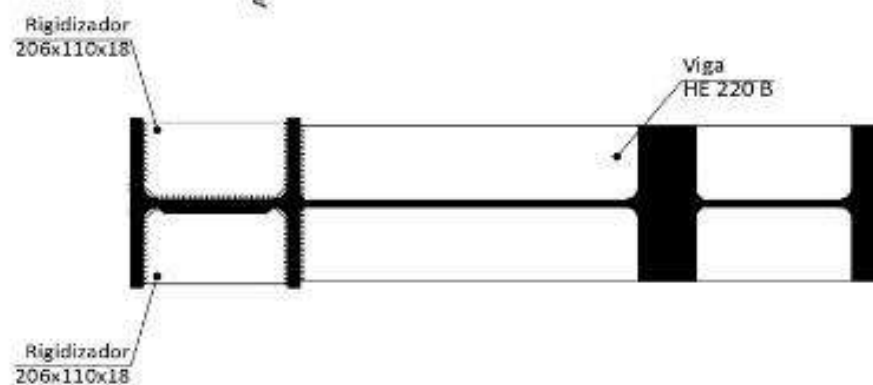
Detalle de la cartela (1/2 HE 220 B)



Detalle de soldaduras: chapa de refuerzo a Pilar HE 240 B

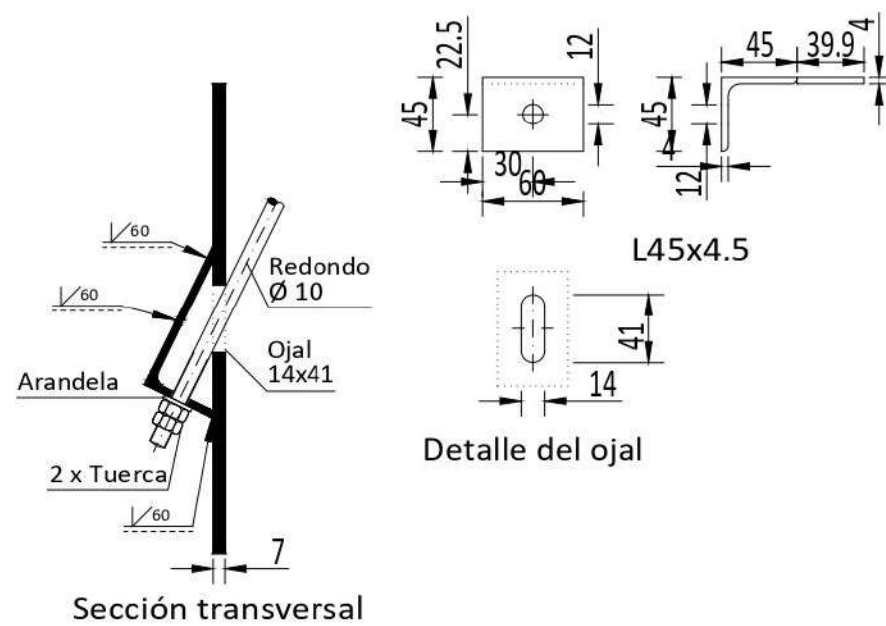
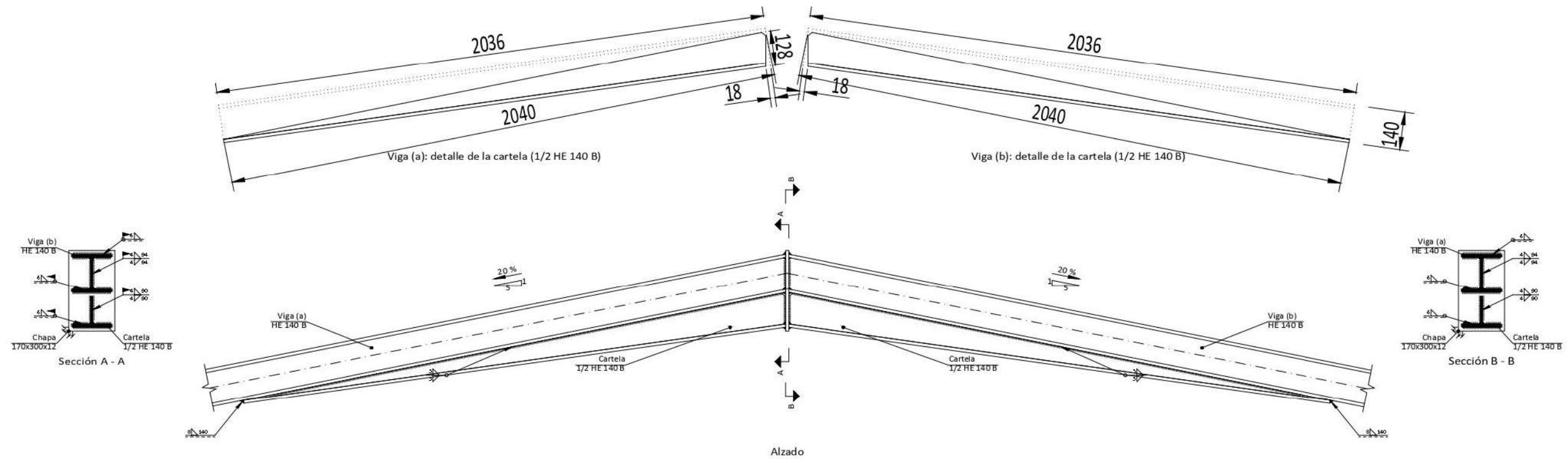


d2. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 240 B

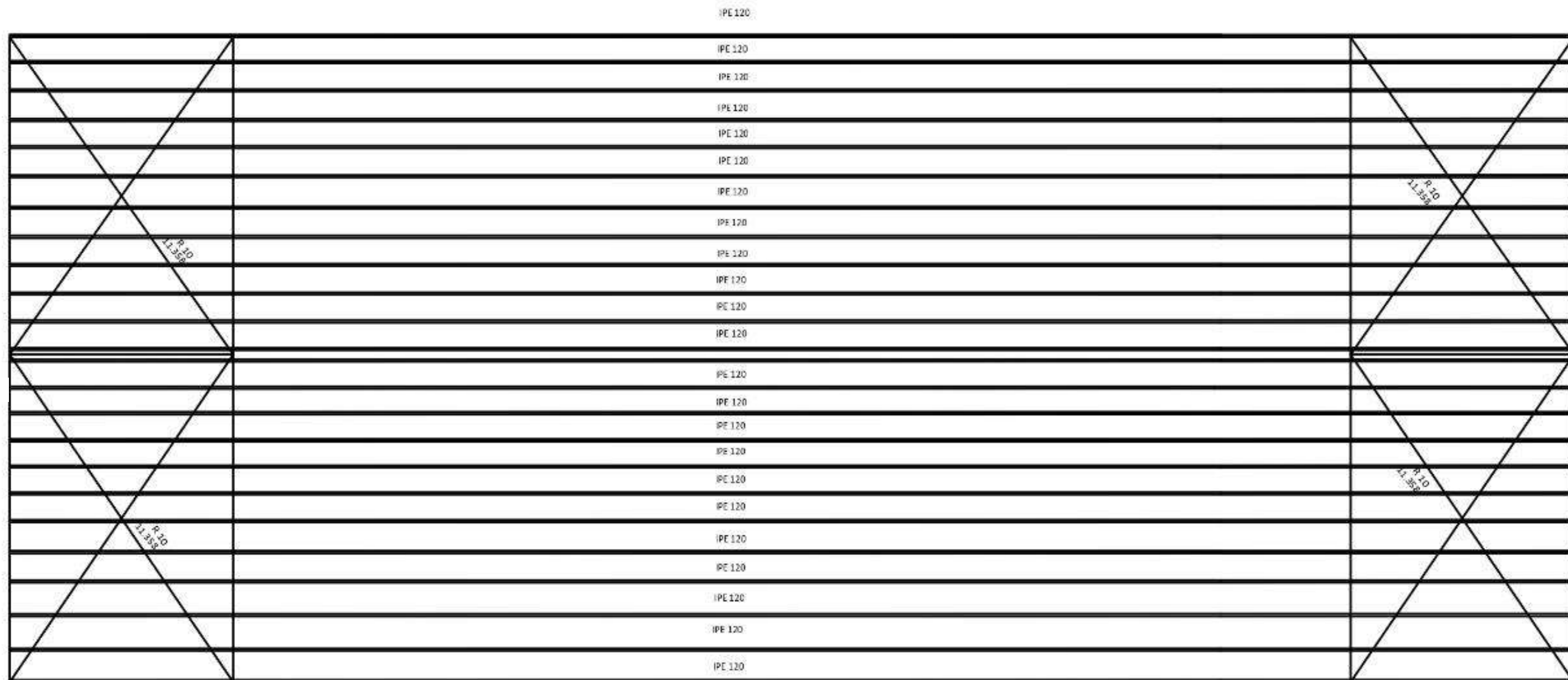


Sección B - B

COMPROBADO	M ^a NIEVES FERNÁNDEZ PALOMARES	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
			Nº PLANO 17	
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS DETALLE UNIÓN DINTEL-PILAR PÓRTICO TIPO			SUSTITUYE A:
1:20				SUSTITUIDO POR:



			FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS			Nº PLANO 18
1:20	DETALLE UNIÓN DINTEL-DINTEL DETALLE TIRANTE PÓRTICO FRONTAL			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

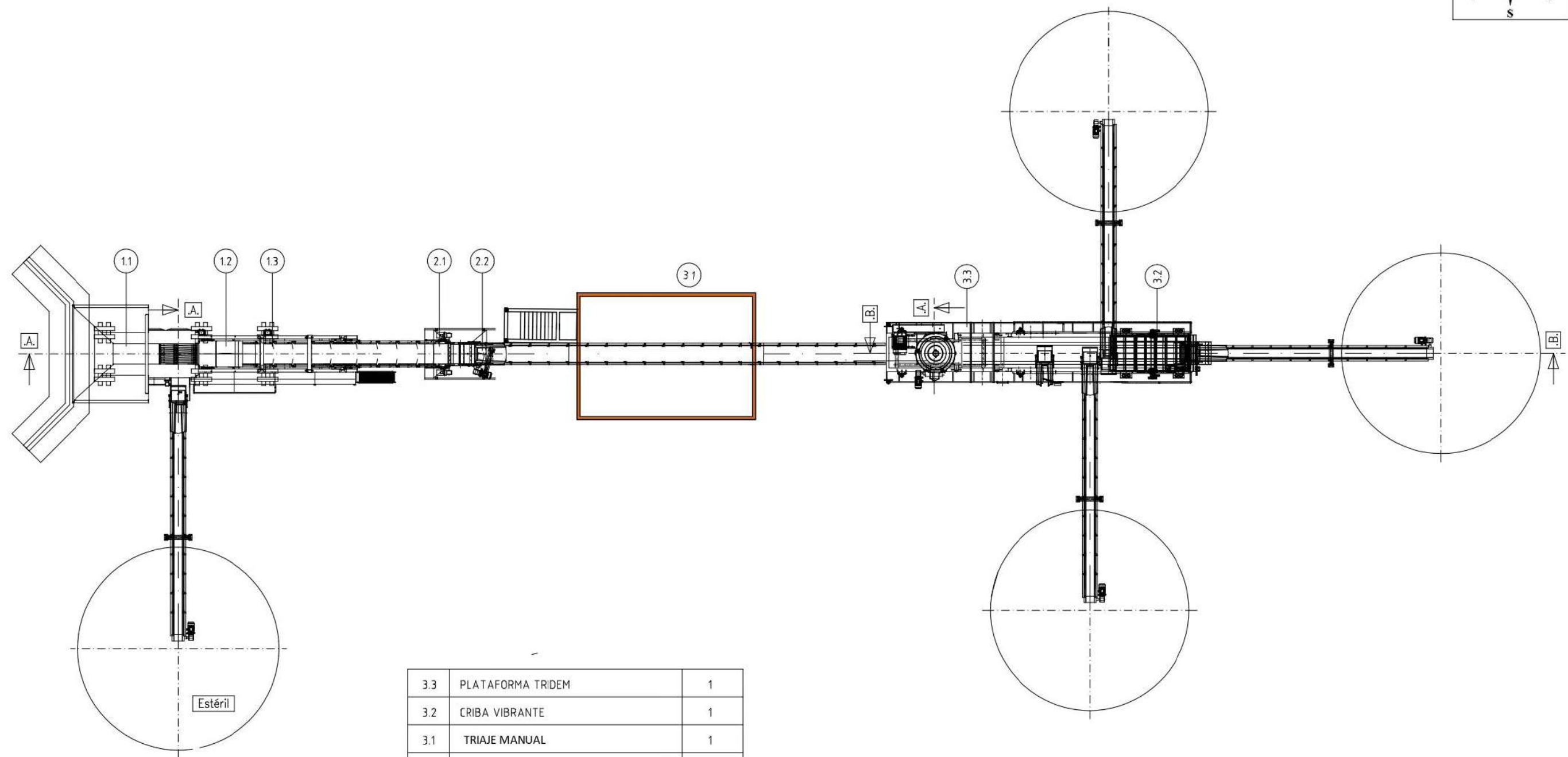
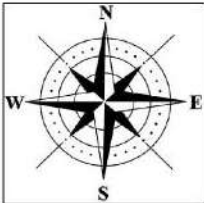


Soldaduras				
f (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2480
			6	17056
			7	39368
			8	6725
			11	1780
		A tope en bisel simple	4	3680
			6	1200
			4	402
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	402
			7	5027
			9	1980
		En el lugar de montaje	En ángulo	3
	5			4000
	7			14584
	8			4995

IPE 120				
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	4	255x465x18	67.02
	Total			67.02
Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	1360	3.67
		L50x6	400	1.77
	Total			5.44
Elementos de tornillería no normalizados				
Tipo		Cantidad	Descripción	
Tuercas		64	T10	
Arandelas		32	A10	

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	150x200x8	7.54
		4	200x200x11	13.82
		1	450x450x20	31.79
		8	550x550x20	379.94
		3	600x600x22	186.52
	Rigidizadores pasantes	16	550/240x150/0x8	59.53
		6	600/270x100/35x10	43.70
		2	450/260x100/0x11	6.13
	Total			728.96
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 8 - L = 339	2.14
		16	Ø 8 - L = 336	2.12
		12	Ø 20 - L = 710	21.01
		64	Ø 25 - L = 515	127.01
		12	Ø 32 - L = 774	58.64
	Total			210.92

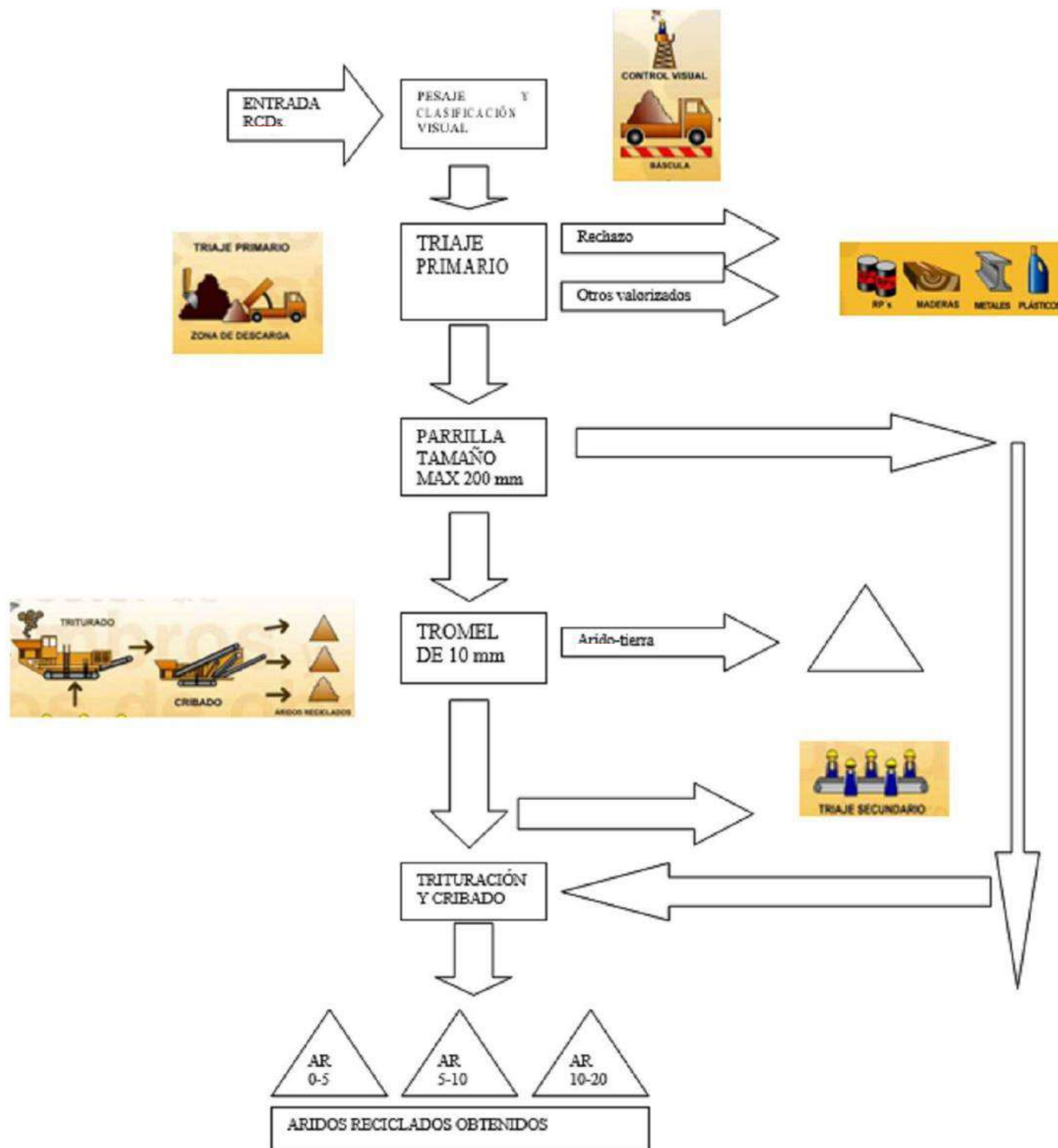
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		M ^o NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS PLANTA NAVE DETALLE TIRANTES Y CORREAS			Nº PLANO 19
1:100				SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:



3.3	PLATAFORMA TRIDEM	1
3.2	CRIBA VIBRANTE	1
3.1	TRIAJE MANUAL	1
2.2	ALIMENTADOR VIBRANTE	1
2.1	OVERBAND-SEPARADOR MAGNÉTICO	1
1.3	PLATAFORMA TRIDEM	1
1.2	TRITURADORA MANDIBULAS	1
1.1	ALIMENTADOR PRECRIBADOR	1
REF.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		Mª NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS			Nº PLANO 20
1:100	CIRCUITO DE TRATAMIENTO RCD			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

PROCESO INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE RCD
Ejemplo: 65 % de las Tns entrantes valorizables



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		M ^a NIEVES		
COMPROBADO		FERNÁNDEZ		
		PALOMARES		
ESCALA:	DOBLE GRADO EN INGENIERÍA CIVIL E INGENIERÍA DE MINAS			Nº PLANO 21
s/e	PROCESO INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE RCD			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

