



GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL SOSTENIBLE CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA CUBIERTA Y SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA

Autor: Alberto Cabrera Román

Director: Íñigo Sanz Fernández

Madrid

Julio de 2024

DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL SOSTENIBLE CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA CUBIERTA Y SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA

Autor: Cabrera Román, Alberto.

Director: Sanz Fernández, Íñigo.

Entidad Colaboradora: Encofrados INDE-K S.A.

RESUMEN DEL PROYECTO:

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se realizará el diseño completo de una nave industrial sostenible localizada en Arroyomolinos, Comunidad de Madrid, en las instalaciones de la empresa Encofrados INDE-K S.A. Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, se diseñará una instalación fotovoltaica, que estará situada sobre la cubierta de la nave, que permita cubrir la demanda energética de las instalaciones. Esta instalación se encontrará conectada a la red, para verter a ella los excedentes generados y poder obtener una compensación económica por los mismos, ayudando a rentabilizar la inversión.

El criterio para dimensionar la instalación fotovoltaica será el de diseñar una instalación con la mayor producción posible. Se ha decidido de esta forma porque a pesar de que con el consumo actual de la empresa en estas instalaciones puedan generarse muchos excedentes, se contempla que en un futuro la empresa tenga más maquinaria eléctrica, además del uso de coches eléctricos por parte de los empleados, lo que permitiría establecer puntos de carga para los mismos. Además, durante el tiempo que esta energía sea excedente se podrá comercializar y obtener un beneficio económico de ella, gracias a que la instalación está conectada a la red, por lo que no será desperdiciada para la empresa.

Además de la instalación fotovoltaica también se estudiará la viabilidad de la implementación de un sistema de reutilización del agua de limpieza de los encofrados.

El tamaño y disposición de la nave dentro de la parcela se ha decidido de forma conjunta con la empresa, para garantizar que cumpla de forma óptima con sus necesidades logísticas.

MOTIVACIÓN

Debido a un cambio en la localización de sus instalaciones en la Comunidad de Madrid, la empresa Encofrados INDE-K S.A. Necesita del diseño de una nave industrial para poder continuar desarrollando sus operaciones con normalidad en sus nuevas instalaciones.

No obstante, la motivación de este proyecto no es la simple realización de un proyecto “clásico” de nave industrial que permita a la empresa continuar sus operaciones, sino que se persigue realizar un proyecto mucho más completo que permita adaptarse a los requerimientos ecológicos y económicos de la sociedad actual.

Para cumplir con estos requerimientos, se incluirá una instalación fotovoltaica en la cubierta de la nave industrial. De esta forma, la empresa comenzará a realizar autoconsumo de la energía producida por las placas fotovoltaicas, lo que supone una mejora importante en términos de sostenibilidad y en términos económicos, más aún en el contexto actual de crisis energética. Adicionalmente, se estudiará la viabilidad de instalar un sistema para la reutilización del agua empleada en las tareas de limpieza del encofrado, que supondría también una gran mejora en términos de sostenibilidad debido al ahorro de miles de litros de agua.

OBJETIVOS

Con la realización de este proyecto se persiguen los siguientes objetivos:

- Diseñar la estructura de una nave industrial que se adapte a las necesidades de la empresa
- Diseñar una instalación fotovoltaica en la cubierta de la nave industrial que genere una cantidad de energía suficiente para cubrir completamente las necesidades energéticas de la compañía.
- Poder obtener un beneficio económico a largo plazo, derivado de una disminución de los gastos energéticos de la empresa en comparación con su situación actual.
- Analizar la viabilidad de la instalación de un sistema de reutilización del agua empleada en los trabajos de limpieza del encofrado.

ALINEACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

(Gamez, 2022) “El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible”. Estos objetivos son los llamados objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y son 17. Este proyecto está alineado con los siguientes objetivos:

- **6. Agua limpia y saneamiento:** La meta 6.4 habla sobre aumentar considerablemente la eficiencia del uso de los recursos hídricos. La posible implantación de un sistema que permita reutilizar el agua contribuiría a limitar muy significativamente el uso de agua empleado en las tareas de limpieza del encofrado, ayudando a conseguir esta meta.

- **7. Energía asequible y no contaminante:** La meta 6.2 trata sobre aumentar considerablemente el porcentaje de energías renovables en el mix energético. Gracias a la instalación fotovoltaica diseñada en el proyecto, se contribuirá a aumentar el consumo de energía renovable y reducir el consumo de energía no renovable
- **9. Industria innovación e infraestructura:** La meta 9.4 aboga por (Moran, 2024) “modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales”. Con este proyecto se promueve la modernización de la infraestructura de la empresa ayudando a que sea más sostenible, en concordancia con lo propuesto en esta meta.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con respecto a la instalación fotovoltaica, se ha diseñado una instalación con 96 módulos de 450 W de potencia, consiguiendo una potencia pico de 43,2 kW y con una producción anual estimada de 80461 kWh.

Tras realizar un estudio económico, teniendo en cuenta que la vida útil de esta instalación se estima en 25 años y considerando una tasa de descuento del 4 % se han obtenido los siguientes resultados, considerando diferentes escenarios:

CASO	VAN	TIR	PRI	TASA DE DESCUENTO
DESFAVORABLE	-6.474,68 €	2,87%	-	4%
NEUTRO	-423,87 €	3,93%	-	4%
FAVORABLE	5.626,94 €	4,93%	22 años, 5 meses, 5 días	4%

Para el sistema de reutilización de agua se ha diseñado un sistema que requiere de dos desarenadores prefabricados de 2200 litros, así como un depósito de agua de 3000 litros de capacidad.

Adicionalmente, también se requieren unos filtros cerámicos para garantizar la limpieza del agua que alimenta las pistolas a presión, y varias bombas que muevan el agua en el circuito.

Desafortunadamente de momento el este sistema de reutilización de agua resulta inviable económicamente según el modelo planteado en este proyecto.

REFERENCIAS

- Campos Fernández, M. (2012). *PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 500kW SOBRE LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE SEVILLA*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Castro, R. Á. (2014). *INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 200 KW, CONECTADA A RED DE MEDIA TENSIÓN, SOBRE CUBIERTA DE UN CENTRO COMERCIAL EN SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX, MADRID*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.

DESIGN OF A SUSTAINABLE INDUSTRIAL BUILDING WITH ROOFTOP PHOTOVOLTAIC INSTALLATION AND WATER REUSE SYSTEM

INTRODUCTION

This project involves the complete design of a sustainable industrial building located in Arroyomolinos, Comunidad de Madrid, within the facilities of the company Encofrados INDE-K S.A. To ensure the project's sustainability, a photovoltaic installation will be designed to be placed on the roof of the building, allowing it to cover the energy demand of the facilities. This installation will be connected to the grid to feed excess generated power back into it, thus obtaining financial compensation for the excess energy, helping to make the investment profitable.

The criterion for sizing the photovoltaic installation will be to design an installation with the highest possible production. This decision is based on the current consumption of the company, which may generate many surpluses. It is anticipated that in the future, the company will have more electrical machinery and employees using electric cars, allowing for the establishment of charging points for these vehicles. Additionally, the surplus energy can be sold and generate economic benefit since the installation is connected to the grid, ensuring it is not wasted by the company.

Besides the photovoltaic installation, the viability of implementing a water reuse system for the water used cleaning the formwork will also be studied.

The size and layout of the building within the plot have been decided jointly with the company to ensure it optimally meets their logistical needs.

MOTIVATION

Due to a change in the location of their facilities within Comunidad de Madrid, the company Encofrados INDE-K S.A. requires the design of an industrial building to continue developing their operations normally in their new facilities. However, the motivation for this project is not merely to carry out a "classic" industrial building project that allows the company to continue its operations, but rather to pursue a much more comprehensive project that adapts to the current ecological and economic requirements of society.

To meet these requirements, a photovoltaic installation will be included on the roof of the industrial building. This way, the company will begin self-consuming the energy produced by the photovoltaic panels, which represents a significant improvement in terms of sustainability and economic terms, especially in the current context of the energy crisis. Additionally, the feasibility of installing a system for reusing water used in cleaning the formwork will be studied, which would also be a significant improvement in terms of sustainability due to saving thousands of liters of water.

OBJECTIVES

The objectives of this project are as follows:

- Design the structure of an industrial building that adapts to the needs of the company.
- Design a photovoltaic installation on the roof of the industrial building that generates enough energy to completely cover the company's energy needs.
- Achieve long-term economic benefits derived from reducing the company's energy costs compared to their current situation.
- Analyze the feasibility of installing a system to reuse water used in formwork cleaning tasks.

ALIGNMENT WITH THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

(Gamez, 2022) “On September 25, 2015, world leaders adopted a set of global goals to eradicate poverty, protect the planet, and ensure prosperity for all as part of a new sustainable development agenda.” These goals are called Sustainable Development Goals (SDGs) and there are 17 of them. This project aligns with the following goals:

- **6. Clean Water and Sanitation:** Target 6.4 talks about significantly increasing water-use efficiency. The possible implementation of a system that allows for water reuse would significantly limit the use of water in formwork cleaning tasks, helping to achieve this target.
- **7. Affordable and Clean Energy:** Target 7.2 deals with significantly increasing the share of renewable energy in the energy mix. Thanks to the photovoltaic installation designed in the project, the consumption of renewable energy will be increased, reducing the consumption of non-renewable energy.
- **9. Industry, Innovation, and Infrastructure:** Target 9.4 advocates for (Moran, 2024) “modernizing infrastructure and retrofitting industries to make them sustainable, with increased resource-use efficiency and greater adoption of clean and environmentally sound technologies and industrial processes.” This project promotes the modernization of the company’s infrastructure, helping it become more sustainable, in line with what is proposed in this target.

RESULTS AND CONCLUSIONS

Regarding the photovoltaic installation, a system with 96 modules of 450 W each has been designed, achieving a peak power of 43.2 kW and an estimated annual production of 80,461 kWh. An economic study has been carried out, considering that the useful life of this

CASO	VAN	TIR	PRI	TASA DE DESCUENTO
DESFAVORABLE	-6.474,68 €	2,87%	-	4%
NEUTRO	-423,87 €	3,93%	-	4%
FAVORABLE	5.626,94 €	4,93%	22 años, 5 meses, 5 días	4%

installation is estimated to be 25 years and taking into account a discount rate of 4%, with the following results obtained under different scenarios.

For the water reuse system, a system requiring two prefabricated 2200-liter sand traps and a 3000-liter water tank has been designed. Additionally, ceramic filters are required to ensure the cleanliness of the water feeding the pressure guns, and several pumps are needed to move the water in the circuit. Unfortunately, the water reuse system is currently economically unviable according to the model proposed in this project.

REFERENCES

- Campos Fernández, M. (2012). *PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 500kW SOBRE LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE SEVILLA*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Castro, R. Á. (2014). *INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 200 KW, CONECTADA A RED DE MEDIA TENSIÓN, SOBRE CUBIERTA DE UN CENTRO COMERCIAL EN SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX, MADRID*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.

ÍNDICE PROYECTO

MEMORIA	10
PLANOS.....	286
PLIEGO DE CONDICIONES.....	320
PRESUPUESTO.....	322

DOCUMENTO N°1
MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	17
1.3 ESTUDIO ECONÓMICO.....	95
1.4 ANEJOS.....	107
1.5 REFERENCIAS.....	283

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Situación de la parcela en cartografía catastral</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2: Vista aérea satelital de la parcela</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3: Irradiación solar anual media en Europa</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4: Potencia solar fotovoltaica instalada en España de 2010 a 2022 (MW)</i>	<i>25</i>
<i>Figura 5: Estructura de la generación eléctrica en España en 2023</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6: Módulo amorfo.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 7: Módulo policristalino.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 8: Módulo monocristalino</i>	<i>27</i>
<i>Figura 9: Esquema de inversor central.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10: Esquema de inversor por cadena.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 11: Esquema de un inversor por módulo</i>	<i>29</i>
<i>Figura 12: Representación de los elementos estructurales de una nave industrial.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 13: Representación de los elementos de un pórtico</i>	<i>33</i>
<i>Figura 14: Representación en detalle de una cartela</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15: Representación zapatas combinadas</i>	<i>34</i>
<i>Figura 16: Representación zapatas aisladas</i>	<i>34</i>
<i>Figura 17: Representación zapatas continuas</i>	<i>34</i>
<i>Figura 18: Representación zapatas aisladas unidas por viga de atado</i>	<i>35</i>
<i>Figura 19: Representación losa de cimentación.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 20: Representación pilote.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 21: Representación muro pantalla</i>	<i>36</i>
<i>Figura 22: Nave industrial de estructura metálica</i>	<i>37</i>
<i>Figura 23: Nave industrial con estructura de hormigón prefabricado</i>	<i>38</i>
<i>Figura 24: Nave industrial con estructura mixta.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 25: Chapa para cubierta simple.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 26: Panel sándwich para cubierta</i>	<i>40</i>
<i>Figura 27: Detalle capas cubierta tipo Deck.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 28: Cubierta autoportante.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 29: Cerramiento lateral de placas alveolares de hormigón prefabricado en una nave industrial con estructura metálica.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 30: Desarenador prefabricado.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 31: Filtro de membranas de SiC</i>	<i>44</i>
<i>Figura 32: Representación del ángulo α.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 33: Representación del ángulo β.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 34: Orientación e inclinación óptimas de los paneles de este proyecto</i>	<i>48</i>
<i>Figura 35: Distancia d mínima requerida para evitar sombras</i>	<i>50</i>
<i>Figura 36: Distribución de los módulos fotovoltaicos sobre la cubierta</i>	<i>51</i>
<i>Figura 37: Vista en perspectiva del modelo 3D de la instalación sobre la cubierta.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 38: Vista superior del modelo 3D de la instalación sobre la cubierta</i>	<i>53</i>
<i>Figura 39: Simulación de sombras en el modelo 3D de la instalación sobre la cubierta</i>	<i>53</i>

Figura 40: Pérdidas con respecto al óptimo con $\beta = 24,3^\circ$	54
Figura 41: Pérdidas con respecto al óptimo con $\beta = 35,7^\circ$	55
Figura 42: Pérdidas con respecto al óptimo con $\beta = 35,7^\circ$	56
Figura 43: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 24 ramas con 4 módulos por rama.....	57
Figura 44: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 12 ramas con 8 módulos por rama.....	58
Figura 45: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 8 ramas con 12 módulos por rama.....	58
Figura 46: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 4 ramas con 24 módulos por rama.....	59
Figura 47: Mapa de las zonas eólicas de España.....	69
Figura 48: Tabla 3.4 del CTE DB SE-AE, Valores del coeficiente de exposición c_e	70
Figura 49: Tabla D.3 del Anexo D del CTE DB SE-AE. Paramentos verticales.....	70
Figura 50: Tabla D.6 a) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a 2 aguas, dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$	71
Figura 51 Tabla D.6 b) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a 2 aguas, dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$	72
Figura 52: Tabla 3.6 del CTE DB SE-AE. Coeficientes de presión interior.	72
Figura 53: Tabla D.5 a) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a un agua, dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$	76
Figura 54: Tabla D.5 a) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a un agua, dirección del viento $-135^\circ \leq \theta \leq 225^\circ$	77
Figura 55: Tabla E.2. del Anexo E del CTE DB SE-AE. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m^2).....	78
Figura 56: Mapa de las zonas climáticas de invierno de España.....	79
Figura 57: Datos posición y geometría del hueco	81
Figura 58: Visualización de los datos de la posición del hueco	81
Figura 59: Dimensiones del frontal de la nave.....	82
Figura 60: Resultados del dimensionamiento del perfil de las correas.....	83
Figura 61: Perfil tipo C empleado en las correas.....	84
Figura 62: Comprobación perfiles IPE de las vigas de los pórticos centrales de la Nave 1 ..	85
Figura 63: Envoltente Tensión/Aprovechamiento de las vigas de los pórticos centrales de la Nave 1	86
Figura 64: Comprobación perfiles IPE con cartelas de las vigas de los pórticos centrales de la Nave 1	86
Figura 65: Vista 3D de la estructura de la Nave 1	87
Figura 66: Mensaje error CYPE 3D por geometría incorrecta con tirantes.....	88
Figura 67: Vista 3D de la estructura de la Nave 2	89
Figura 68: Ejemplo de unión generada en CYPE 3D.....	90
Figura 69: Planteamiento de la cimentación de la Nave 1	91
Figura 70: Planteamiento de la cimentación de la Nave 2.....	91
Figura 71: Características técnicas máquina de agua a presión	92
Figura 72: Esquema línea de aguas del sistema de reutilización de aguas	94

Figura 73: Evolución del precio medio diario de la luz en España en los años 1999-2019.100

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Restricciones de m^2 de la parcela	64
Tabla 2: Restricciones de frente mínimo de parcela	64
Tabla 3: Retranqueos mínimos de la construcción	64
Tabla 4: Restricciones de ocupación máxima de superficie de la parcela	64
Tabla 5: Restricciones de edificabilidad máxima de la parcela	65
Tabla 6: Restricciones de altura máxima de la construcción	65
Tabla 7: Pendientes de cubiertas inclinadas según el tipo de material.....	66
Tabla 8: Cargas permanentes sobre la cubierta	67
Tabla 9: Coeficientes de presión en el lateral izquierdo de las naves	73
Tabla 10: Coeficientes de presión en el lateral derecho de las naves	73
Tabla 11: Coeficientes de presión en el hastial trasero de las naves	74
Tabla 12: Coeficientes de presión en el hastial frontal de las naves.....	74
Tabla 13: Coeficientes de presión en la cubierta de las naves	75
Tabla 14: Coeficientes de presión en los módulos fotovoltaicos	77
Tabla 15: Presiones verticales de servicio admisibles del terreno Qad (kN/m^2) en función de la profundidad de cimentación, y del tipo de cimentación directa aplicada.	80
Tabla 16: Estimación del precio medio diario de la luz en España en los años 2025-2050 .	101
Tabla 17: Estimación del precio medio diario de compensación de excedentes en España en los años 2025-2050.....	102
Tabla 18: Ganancias económicas obtenidas con un caso desfavorable	103
Tabla 19: Ganancias económicas obtenidas con un caso neutro	104
Tabla 20: Ganancias económicas obtenidas con un caso favorable	104
Tabla 21: Resultado índices financieros instalación fotovoltaica	105
Tabla 22: Ahorro anual con sistema de reutilización de agua	105

ÍNDICE DE FÓRMULAS:

<i>Fórmula 1: Cálculo de las inclinaciones máximas y mínimas de los módulos fotovoltaicos ..</i>	<i>49</i>
<i>Fórmula 2: Cálculo de la distancia d entre módulos</i>	<i>50</i>
<i>Fórmula 3: Cálculo pérdida de eficiencia equivalente</i>	<i>55</i>
<i>Fórmula 4: Cálculo potencia de la instalación.....</i>	<i>56</i>
<i>Fórmula 5: Cálculo del porcentaje de potencia del inversor con respecto a la instalación fotovoltaica</i>	<i>57</i>
<i>Fórmula 6: Cálculo pérdidas por temperatura</i>	<i>60</i>
<i>Fórmula 7: Área proyectada en cubierta de un módulo fotovoltaico</i>	<i>68</i>
<i>Fórmula 8: Cálculo peso propio módulos fotovoltaicos</i>	<i>68</i>
<i>Fórmula 9: Cálculo de la presión estática del viento</i>	<i>68</i>
<i>Fórmula 10: Cálculo de la acción de la carga de nieve por unidad de superficie</i>	<i>78</i>
<i>Fórmula 11: Cálculo de la longitud del alero.....</i>	<i>82</i>
<i>Fórmula 12: Cálculo del número de correas</i>	<i>83</i>
<i>Fórmula 13: Cálculo de la separación entre correas</i>	<i>83</i>
<i>Fórmula 14: Fórmula VAN</i>	<i>97</i>
<i>Fórmula 15: Fórmula TIR.....</i>	<i>98</i>
<i>Fórmula 16: Fórmula PRI.....</i>	<i>98</i>

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	19
1.1.1.1 INTRODUCCIÓN	19
1.1.1.2 FINALIDAD DEL PROYECTO	19
1.1.1.3 DATOS DEL PROMOTOR.....	20
1.1.1.4 UBICACIÓN.....	20
1.1.2 ESTADO DE LA CUESTIÓN	22
1.1.2.1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	22
1.1.2.2 ESTRUCTURA NAVE INDUSTRIAL.....	30
1.1.2.3 SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA	43

1.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1.1.1 INTRODUCCIÓN

En este proyecto se realizará el diseño completo de una nave industrial sostenible localizada en Arroyomolinos, Comunidad de Madrid, en las instalaciones de la empresa Encofrados INDE-K S.A. Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, se diseñará una instalación fotovoltaica, que estará situada sobre la cubierta de la nave, que permita cubrir la demanda energética de las instalaciones. Esta instalación se encontrará conectada a la red, para verter a ella los excedentes generados y poder obtener una compensación económica por los mismos, ayudando a rentabilizar la inversión.

El criterio para dimensionar la instalación fotovoltaica será el de diseñar una instalación con la mayor producción posible. Se ha decidido de esta forma porque a pesar de que con el consumo actual de la empresa en estas instalaciones puedan generarse muchos excedentes, se contempla que en un futuro la empresa tenga más maquinaria eléctrica, además del uso de coches eléctricos por parte de los empleados, lo que permitiría establecer puntos de carga para los mismos. Además, durante el tiempo que esta energía sea excedente se podrá comercializar y obtener un beneficio económico de ella, gracias a que la instalación está conectada a la red, por lo que no será desperdiciada para la empresa.

Además de la instalación fotovoltaica también se estudiará la viabilidad de la implementación de un sistema de reutilización del agua de limpieza de los encofrados

El tamaño y disposición de la nave dentro de la parcela se ha decidido de forma conjunta con la empresa, para garantizar que cumpla de forma óptima con sus necesidades logísticas.

1.1.1.2 FINALIDAD DEL PROYECTO

Debido a un cambio en la localización de sus instalaciones en la Comunidad de Madrid, la empresa Encofrados INDE-K S.A. necesita diseñar una nave en sus nuevas instalaciones que le permita continuar con sus operaciones de forma normal. Sin embargo, con este proyecto no se persigue únicamente diseñar una nave como la anterior, sino que también se busca actualizar las instalaciones en términos de sostenibilidad.

Para conseguir las anteriores premisas, se han fijado una serie de objetivos a completar en el proyecto:

- Diseñar la estructura de una nave industrial que se adapte a las necesidades logísticas y económicas de la empresa. Para asegurar la consecución de este, se mantendrán varias reuniones con empleados de la empresa para consensuar el tamaño de la estructura y su disposición dentro de las instalaciones.

- Diseñar una instalación fotovoltaica sobre la cubierta de la nave. El dimensionamiento de este diseño estará enfocado en conseguir la mayor producción posible en el espacio disponible
- Analizar la forma de aprovechar los excedentes derivados de la producción de energía solar, para obtener el máximo rendimiento económico posible.
- Analizar la viabilidad de la instalación de un sistema de reutilización del agua empleada en los trabajos de limpieza del encofrado

1.1.1.3 DATOS DEL PROMOTOR

El promotor de este estudio es la empresa Encofrados INDE-K S.A., empresa con sede en Málaga, que se dedica al alquiler y venta de material de encofrado para la construcción. Esta empresa cuenta con varias delegaciones en el territorio nacional, y en este proyecto se realizará para cubrir las necesidades de la empresa en sus nuevas instalaciones en la Comunidad de Madrid.

El propio alumno ha estado en contacto con la compañía para poder cooperar de forma que el proyecto cubriera adecuadamente las necesidades del promotor.

1.1.1.4 UBICACIÓN

El proyecto se desarrollará en las instalaciones de la empresa Encofrados INDE-K S.A. en la localidad de Arroyomolinos, Comunidad de Madrid.

La parcela se encuentra situada dentro del polígono industrial Valdearenal Sur, y es la parcela M-10, Manzana M-10, con coordenadas: 40°17'48.7"N 3°53'48.8"W

A continuación, se incluyen unas imágenes que ayudan a situar geográficamente la parcela.



Figura 1: Situación de la parcela en cartografía catastral

Fuente: Sede Electrónica del Catastro



Figura 2: Vista aérea satelital de la parcela

Fuente: Google Earth

1.1.2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

1.1.2.1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1.2.1.1 Energía solar fotovoltaica

El efecto fotovoltaico se conoce desde el 1838, cuando fue descubierto por el científico francés Alexandre Becquerel. Unos años más tarde, en 1877, el profesor inglés William Grylls Adams y su alumno Richard Evans Day crearon la primera célula fotovoltaica de selenio. Sin embargo, estas células generaban una cantidad de energía muy reducida, por lo que quedaron descartadas totalmente para un uso práctico.

La primera célula fotovoltaica funcional fue desarrollada en 1954, de forma casi accidental, por los laboratorios Bell. Mientras en el laboratorio investigaban acerca de las aplicaciones electrónicas del silicio, descubrieron que una célula fotovoltaica de este material sería mucho más eficiente que las fabricadas en selenio.

En un principio, esta tecnología estuvo destinada a los programas espaciales debido a que las baterías duraban solo unos pocos días y la energía nuclear era demasiado compleja, pero no fue usada a nivel comercial debido al alto coste de esta tecnología. Gracias a que fue usada en los programas espaciales, esta tecnología fue avanzando rápidamente y la eficiencia de las células fotovoltaicas se fue multiplicando con el paso del tiempo, reduciendo muy significativamente su coste.

En España, la primera instalación fotovoltaica se realizó en el año 1984, Hidroeléctrica Española (actual Iberdrola) realizó una instalación de este tipo con una potencia de 100 kWp en San Agustín de Guadalix, Comunidad de Madrid. Pasaron casi 10 años hasta que, en el año 1993, se volviera a realizar una instalación fotovoltaica en el país, concretamente en Pozuelo de Alarcón, Comunidad de Madrid.

Durante muchos años, la potencia fotovoltaica instalada en España siguió siendo muy reducida a pesar de los intentos de los gobiernos de potenciar esta energía por medio de diversos incentivos. No obstante, en el año 2007 se produjo un cambio en la regulación, que establecía unas primas y unas tarifas reguladas fijas para este tipo de instalaciones. Este cambio benefició altamente a las grandes instalaciones fotovoltaicas y provocó que en 2 años se multiplicara por 27 la potencia fotovoltaica que había instalada en España a finales de 2006. Por desgracia, este crecimiento se vio frenado de forma abrupta por la irrupción de la crisis económica y por la aparición de impuestos como el impuesto sobre la producción eléctrica y el impuesto al sol.

Sin embargo, la situación ha vuelto a cambiar drásticamente desde el año 2019 en adelante, y se ha producido un aumento sin precedentes de la potencia fotovoltaica instalada en el país, motivada por los siguientes factores:

- Una reducción masiva del coste de las instalaciones: El continuo desarrollo de este tipo de tecnología ha permitido aumentar significativamente la eficiencia de los

paneles fotovoltaicos. Actualmente, un panel promedio tiene una eficiencia de alrededor del 20% cuando la primera célula solo conseguía un 4%. Este hecho, combinado con los avances tecnológicos en materia de producción y transporte, ha permitido reducir de considerablemente los costes asociados a la realización de estas instalaciones, situándose el coste actual alrededor de 0,1€ por vatio de potencia instalado.

- Mayor concienciación ecológica: En las últimas décadas, el cambio climático ha adquirido una relevancia mucho mayor en la opinión pública, y existe una preocupación real en la sociedad por reducir la contaminación, en contraposición con la mentalidad del siglo pasado. Motivadas por contribuir en esta transición ecológica, muchas empresas e industrias han decidido dar el salto al uso y producción de energías renovables, entre las que destaca la energía solar fotovoltaica en el caso de España.
- Ayudas gubernamentales: Los gobiernos de muchos países, incluido el de España, han implementado cambios en sus leyes y ayudas económicas, tanto a particulares como a empresas, para facilitar el aumento de instalaciones de autoconsumo de energías renovables que contribuyan a la transición ecológica de los países. En nuestro país, estos cambios en la legislación aparecen con la aprobación del Real Decreto 244/2019, en el que se reducen los tipos las instalaciones de autoconsumo a 2 tipos solamente, con excedentes y sin excedentes, simplificando la regulación existente. Además, habilita mecanismos de compensación entre el déficit y el superávit de los consumidores con tarifa de autoconsumo con excedentes en instalaciones de hasta 100 kW. Por otra parte, cada comunidad autónoma ofrece sus propias ayudas y bonificaciones a este tipo de instalaciones.
- Situación geográfica de España: España posee una situación geográfica privilegiada para este tipo de instalaciones. Para establecer un punto de comparación, España recibe una irradiación solar anual media de unos 1800 kWh/m², mientras que Alemania, que es el país de la Unión Europea con mayor producción de energía solar fotovoltaica solo recibe una irradiación solar anual media de unos 1100 kWh/m². Este dato permite vislumbrar el alto potencial de este tipo de energía en España.

A continuación, se adjunta un mapa que ayuda a diferenciar mejor las diferencias de irradiación solar en los distintos países europeos.

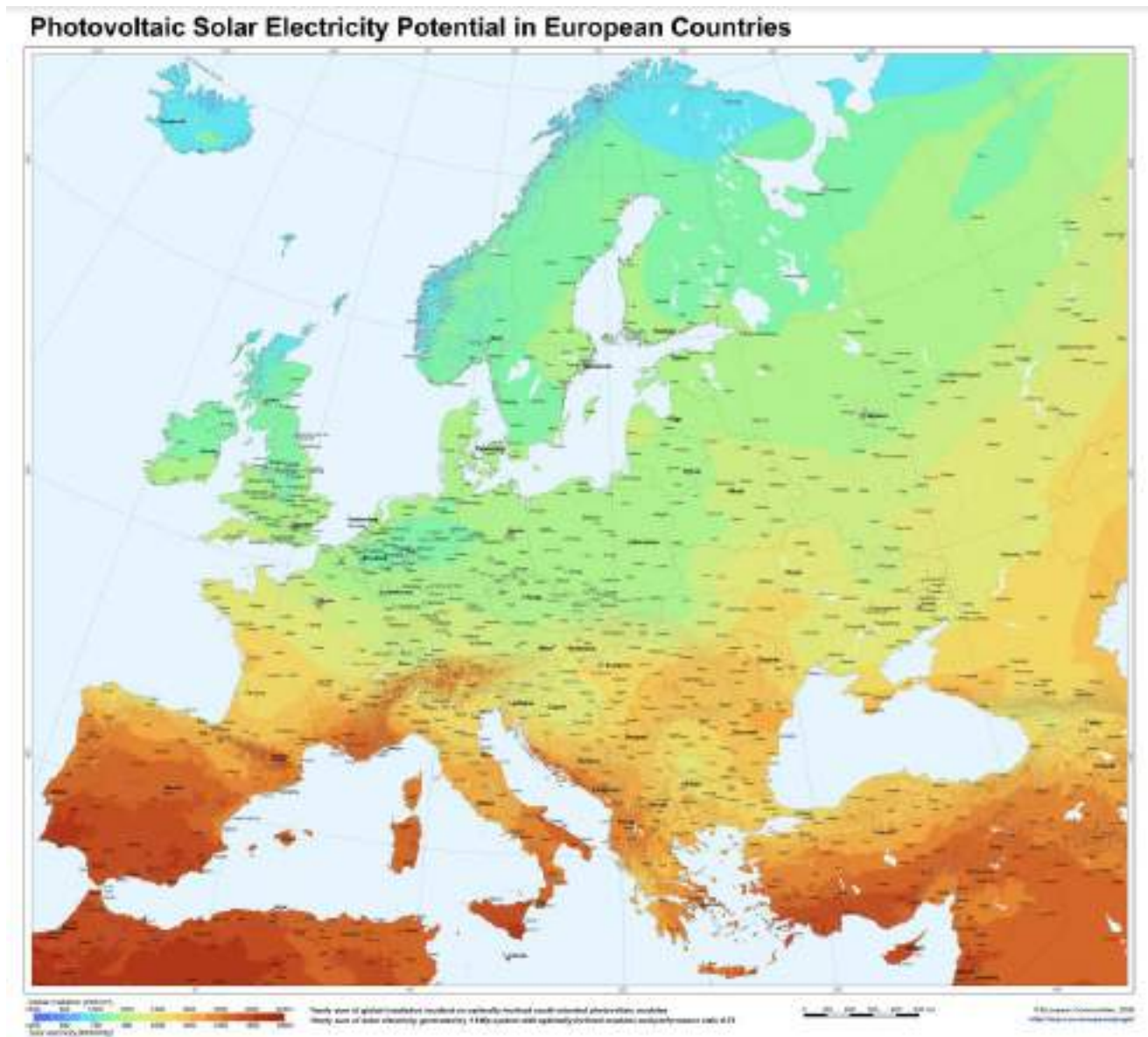


Figura 3: Irradiación solar anual media en Europa

Fuente: Comisión Europea

En el siguiente gráfico se puede apreciar el crecimiento exponencial de la potencia fotovoltaica instalada en España desde el año 2010, como se comentaba anteriormente:

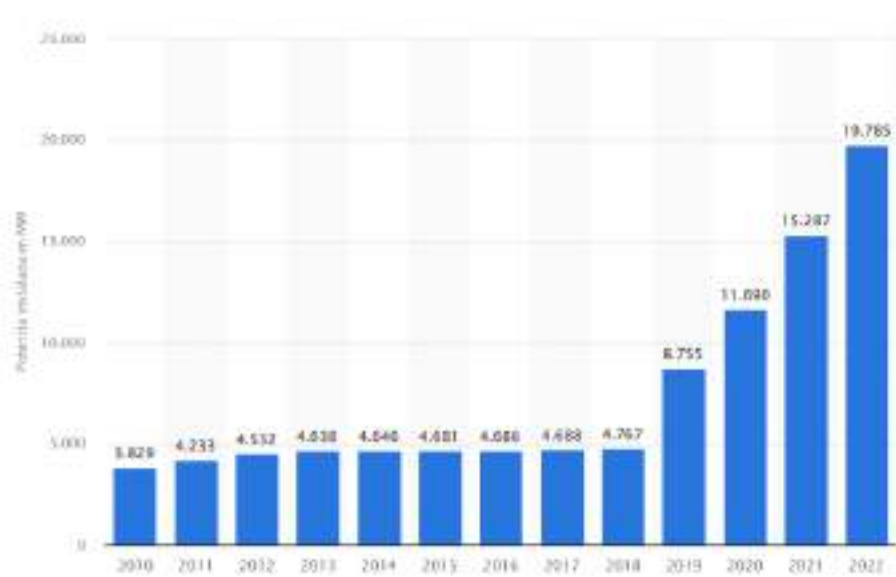


Figura 4: Potencia solar fotovoltaica instalada en España de 2010 a 2022 (MW)

Fuente: Statista

Este crecimiento en la potencia fotovoltaica instalada ha tenido un gran impacto en el mix energético español, como se puede observar en el gráfico a continuación:

Estructura de la generación de enero a diciembre de 2023

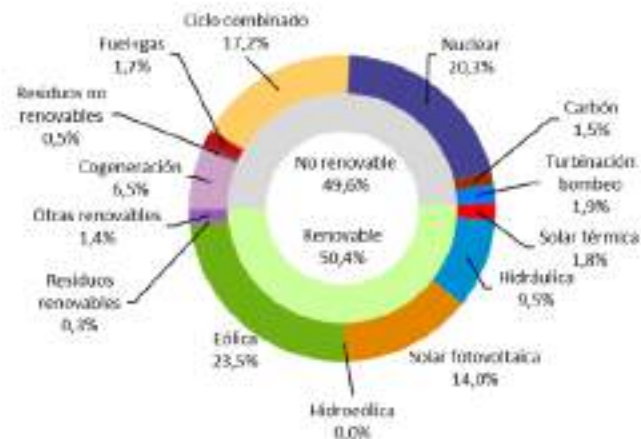


Figura 5: Estructura de la generación eléctrica en España en 2023

Fuente: Red Eléctrica de España

La energía fotovoltaica ya era la cuarta fuente de energía eléctrica más importante en España en 2023, y la segunda entre las renovables. Además, con una previsión de futuro donde cobra una relevancia aún mayor.

1.1.2.1.2 Elementos de una instalación fotovoltaica

Antes de comenzar a numerar los diversos elementos de una instalación fotovoltaica, cabe destacar que las instalaciones fotovoltaicas pueden adoptar de forma general 2 configuraciones diferentes, que son:

- **Instalaciones aisladas:** No se encuentran conectadas a la red eléctrica, por tanto, toda la energía producida en este tipo de instalaciones será destinada para el autoconsumo. Requieren del uso de baterías para almacenar la energía y poder utilizarla cuando sea de noche o en días nublados. Suelen instalarse en zonas muy apartadas o que no tengan acceso a la red eléctrica por algún otro motivo.
- **Instalaciones conectadas a red:** Como su nombre indica, estas instalaciones sí que se encuentran conectadas a la red eléctrica, permitiendo que se pueda tomar energía eléctrica de la red cuando la demanda sea mayor que la producción de la instalación fotovoltaica, y verter los excedentes a la red en caso contrario. En este caso no es necesario el uso de batería, aunque se podría implementar para aprovechar los excedentes en otro momento en lugar de verterlos a la red. Esta será la configuración adoptada en este proyecto, pues es muy probable que haya momentos del día con mayor demanda que producción, y cuando se produzcan excedentes se podrá obtener un descuento en la factura de la luz si se vierten a la red.

Una vez se han explicado las diferencias entre estos 2 tipos de configuraciones, se pasará a analizar los distintos elementos que se utilizarán en la instalación diseñada en este proyecto:

Módulos fotovoltaicos

La función principal de este elemento es la producción de energía eléctrica a partir de la irradiación solar, gracias al aprovechamiento del efecto fotoeléctrico. Están formados por células solares que están conectadas en serie o en paralelo, de forma que se adapte a los niveles de tensión y corriente requeridos, pues las células fotovoltaicas producen una tensión de unos 0,5 voltios.

Las células que componen estos módulos fotovoltaicos están compuestas de silicio cristalizado. Dependiendo de su estructura, podemos encontrar 3 tipos de módulos:

- **Monocristalinos:** El silicio tiene una estructura cristalina completamente ordenada. Son el tipo más caro, pero también son el tipo más eficiente, con una eficiencia de alrededor del 20%. Su mayor eficiencia les hace ocupar menos espacio para conseguir la misma potencia que otros tipos, lo que permite realizar instalaciones con mayor potencia en espacios limitados. Son los más rentables en el medio-largo plazo. Será el tipo de módulo utilizado en este proyecto, tanto por su mayor rentabilidad en el largo plazo, como por su mayor eficiencia, lo que permite realizar

una instalación de mayor potencia en un espacio limitado, como es el caso de este proyecto.

- **Policristalinos:** El silicio tiene una estructura que se encuentra ordenada en regiones separadas, también tiene zonas irregulares con un rendimiento menor. Son más baratos que los monocristalinos, pero a cambio tienen una eficiencia reducida, siendo interesantes a corto plazo únicamente. En la actualidad están desapareciendo paulatinamente del mercado por la aparición de los paneles monocristalinos.
- **Silicio amorfo o “capa fina”:** El silicio presenta una estructura muy desordenada y con numerosos defectos estructurales en su composición. Son más fáciles de manejar y montar, y trabajan en un mayor rango de tensiones; sin embargo, son los menos eficientes. Por estas características son adecuados para instalaciones de bombeo solar, en atmósferas con mucho polvo, etc. Pero su uso es muy reducido actualmente.

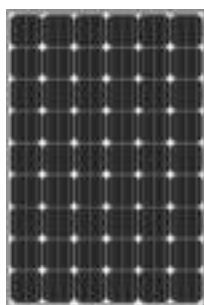


Figura 8: Módulo monocristalino



Figura 7: Módulo policristalino



Figura 6: Módulo amorfo

Fuente: ENF Solar

Para la realización de los cálculos del proyecto se ha escogido el modelo CS3W-450MS del fabricante Canadian Solar. Los criterios para la selección de este módulo quedan detallados más adelante, en el apartado 1.2.1.2.2

Así mismo, las características de este quedan adjuntas en los anejos, en el apartado 1.4.1.1

Inversor

Los módulos fotovoltaicos producen la energía eléctrica en corriente continua, sin embargo, casi todos los elementos que conectamos a la red funcionan con corriente alterna, por lo que es necesario el uso de un dispositivo que convierta la corriente continua en alterna. Este dispositivo es el inversor. Dependiendo del tipo de instalación, se distinguen 2 tipos de inversores:

- **Inversor aislado:** Este tipo de inversor se emplea para alimentar consumos en corriente alterna en las instalaciones que no están conectadas a la red. Genera la tensión en corriente alterna de forma independiente.

- **Inversor conectado a red:** Este tipo de inversor se utiliza en las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, y permite inyectar energía eléctrica a la red, además de que se puede emplear también para el autoconsumo. Para poder funcionar de forma correcta, es necesario que detecte la señal en tensión y frecuencia de la red eléctrica. Este será el tipo utilizado para este proyecto, pues se realizará una instalación fotovoltaica conectada a red.

Dentro de los inversores conectados a red, se pueden encontrar 3 tipos distintos, dependiendo de cómo se encuentren conectados a los módulos fotovoltaicos. Estos tipos son:

- **Inversor central:** Un solo inversor se encuentra conectado a varias cadenas de módulos fotovoltaicos en serie. Será el tipo de inversor utilizado en este proyecto.

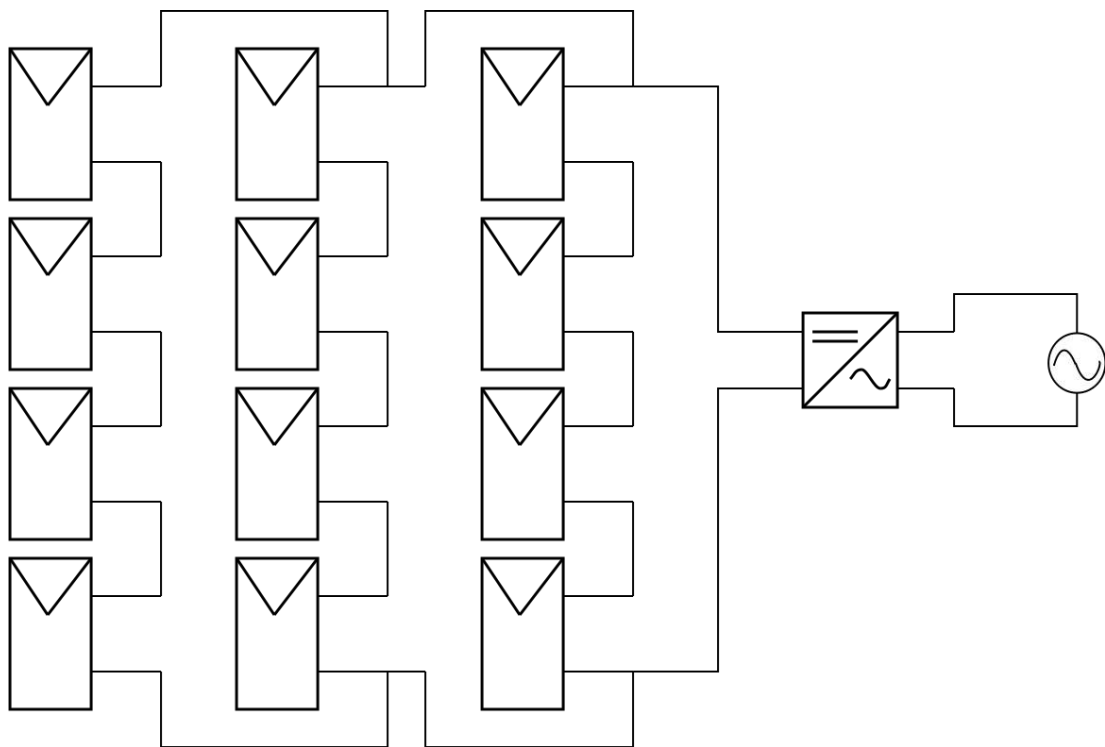


Figura 9: Esquema de inversor central

Fuente: SESLab

- **Inversor por cadena:** El inversor está conectado únicamente a una sola cadena de módulos fotovoltaicos en serie.

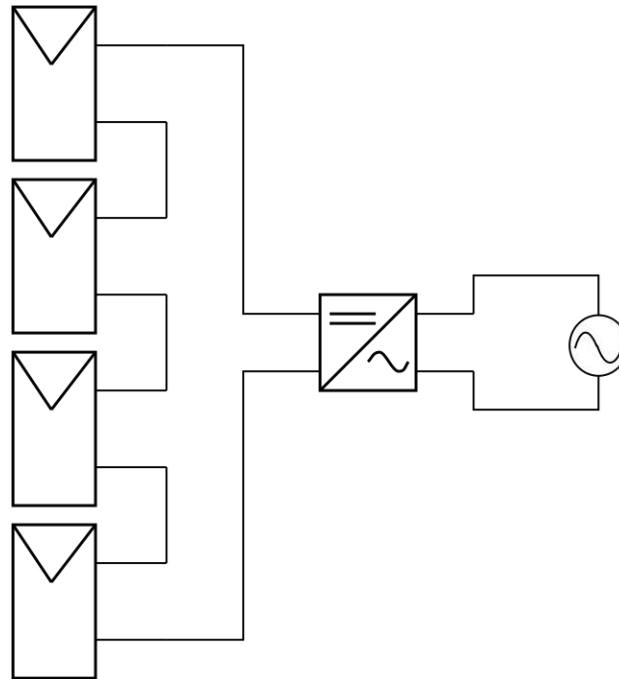


Figura 10: Esquema de inversor por cadena

Fuente: SESLab

- **Inversor por módulo:** Cada módulo fotovoltaico de la instalación se encuentra conectado a un inversor.

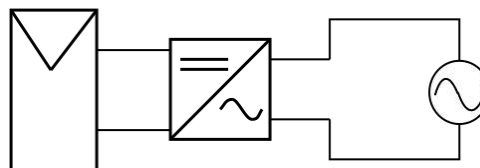


Figura 11: Esquema de un inversor por módulo

Fuente: SESLab

Para la realización de los cálculos del proyecto se ha escogido el modelo SUN2000-40KTL-NH-440V, de la marca Huawei. Los criterios para la selección de este módulo quedan detallados más adelante, en el apartado **1.2.1.2.3**

Así mismo, las características de este quedan adjuntas en los anejos, en el apartado **1.4.1.2**

Soporte módulos fotovoltaicos

Para conseguir maximizar la cantidad de irradiación solar que reciben los módulos fotovoltaicos y, de esta forma, maximizar el rendimiento de estos, resulta de vital importancia que tengan una inclinación adecuada.

Para conseguir la inclinación deseada, se utilizan unos soportes, que pueden ser de 2 tipos:

- **Soportes fijos:** En este caso, la inclinación del soporte siempre se mantiene igual. Dentro de este tipo se distinguen entre coplanares, en los que el soporte se coloca paralelo al suelo, o con estructura con triángulo inclinado, que permiten obtener una inclinación diferente a la de la superficie sobre la que está la instalación. Se suelen usar en pequeñas instalaciones, y se pueden colocar sobre el suelo o sobre cubiertas.
- **Soportes móviles:** Permiten la rotación sobre 1 o 2 ejes, maximizando así la producción. Solamente se utilizan en instalaciones muy grandes, como parques solares, debido al espacio que necesitan y a los costes de mantenimiento de estos.

Para este proyecto se han decidido usar soportes fijos, con estructura de triángulo inclinado, a 30° sobre la superficie de apoyo. Los criterios empleados para decidir esta inclinación vienen detallados más adelante, en el apartado **1.2.1.2.1**

1.1.2.2 ESTRUCTURA NAVE INDUSTRIAL

1.1.2.2.1 Introducción a las naves industriales

Las naves industriales son edificios de uso industrial, donde se lleva a cabo la producción y/o el almacenamiento de bienes industriales. Además de estos bienes industriales, deben ser adecuadas también para los obreros que trabajan en ellas, así como para la maquinaria empleada y para el transporte de mercancías y movimientos logísticos que en ellas se realizan.

Surgen en torno a las ciudades, a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, coincidiendo con el desarrollo de la I Revolución Industrial, en la que aparecieron por primera vez en la historia las grandes industrias.

En un principio, estos edificios tenían estructuras de madera y de piedra, basándose en la arquitectura civil de la época. Sin embargo, estas soluciones arquitectónicas pronto se quedaron obsoletas ante las crecientes necesidades de la industria por una mayor diaphanidad, iluminación etc.

De esta forma surge la arquitectura industrial, que da lugar a soluciones novedosas en los materiales empleados en las estructuras, permitiendo cumplir los requisitos demandados para los edificios industriales. Gracias a las innovaciones en la industria siderúrgica, y las mejoras

en las técnicas de unión de los metales, se comenzó a utilizar el acero en las estructuras, ayudando a mejorar la calidad de estas. Más tarde, a finales del siglo XIX, se produjo la invención del hormigón armado, más resistente que el acero, que también comenzó a ser empleado en todo tipo de estructuras y que sigue siendo usado hoy en día.

1.1.2.2.2 Elementos de la estructura de una nave industrial

Las estructuras de las naves industriales están compuestas de varios elementos constructivos, que son:

- **Pilares:** Son elementos verticales, encargados de transmitir todas las cargas de la cubierta y la estructura a la cimentación. Trabajan principalmente a compresión y también soportan esfuerzos de flexión.
- **Vigas:** Son elementos horizontales, que trabajan a esfuerzos de flexión. Transmiten las cargas de la estructura hacia los pilares, que son los encargados de transmitirlas a la cimentación.
- **Correas:** Son elementos horizontales que se apoyan sobre las vigas. Sobre estas se coloca la cubierta, y soportan su carga.
- **Faldones:** Cada uno de los planos inclinados que forman la cubierta. Si la cubierta es a 2 aguas, tendrá 2 faldones; si es a 4 aguas, tendrá 4 faldones.
- **Cumbrera:** Es el punto más alto de las estructuras que tienen 2 o más aguas. Es la línea de intersección de los faldones de la cubierta, y debe garantizar la estanqueidad de la estructura.
- **Alero:** Es la parte inferior del faldón que sobresale de los muros laterales de la estructura. Puede cumplir con funciones tanto decorativas como funcionales, pues se utiliza también para desviar el agua de lluvia evitando que caiga sobre el muro.
- **Pórtico:** Es un sistema estructural, compuesto por vigas y pilares. En ellos, las vigas se apoyan sobre los pilares, transmitiéndoles la carga.
- **Cabio:** Se conoce de esta forma a cada una de las vigas que forman un pórtico.
- **Hastial:** Es la parte superior triangular del muro de una estructura con cubierta inclinada. La forma triangular del hastial viene determinada por la cubierta. A los muros que tengan hastiales se les llamará muros hastiales.

- **Cartela:** Es una pequeña pieza metálica, que se coloca en la unión entre dos elementos de la estructura, reforzando o rigidizando de esta forma la unión.
- **Cruz de San Andrés:** Es un elemento de refuerzo de la estructura, con el que se evita el movimiento lateral de los elementos de esta, permitiendo aumentar la resistencia y la estabilidad del conjunto. Con este elemento se consigue mejorar el comportamiento de la estructura frente a cargas de viento y movimientos sísmicos. Está compuesto de dos tirantes que se colocan formando una X, entre perfiles horizontales y verticales, y trabajan a tracción.
- **Luz:** No es un elemento de la estructura como tal, sino que es un concepto. Es la distancia horizontal que existe entre los apoyos de una viga (en el caso de un pórtico los pilares), o un arco.

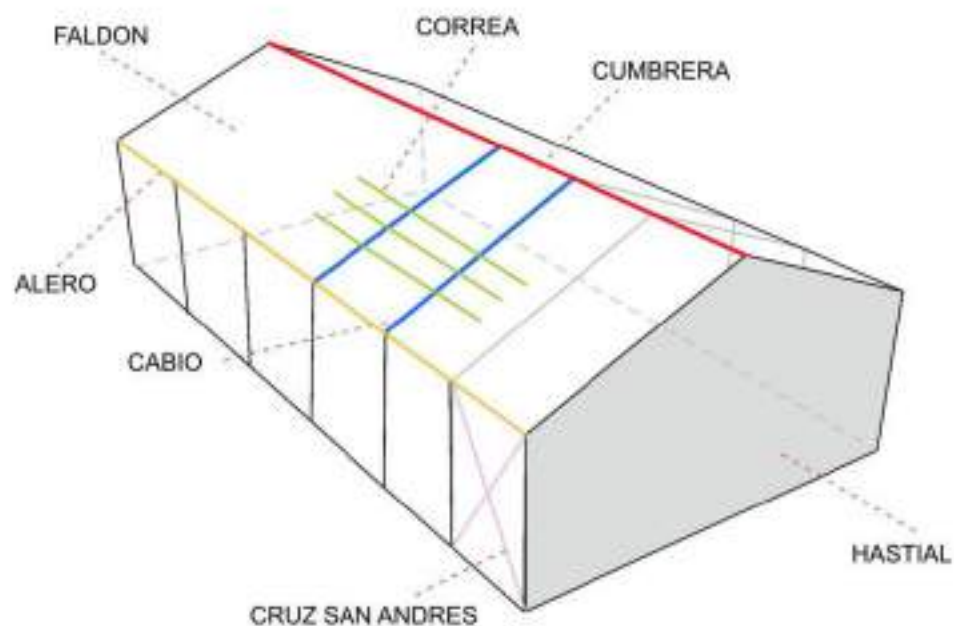


Figura 12: Representación de los elementos estructurales de una nave industrial

Fuente: Apuntes Cálculo de Estructuras ICAI

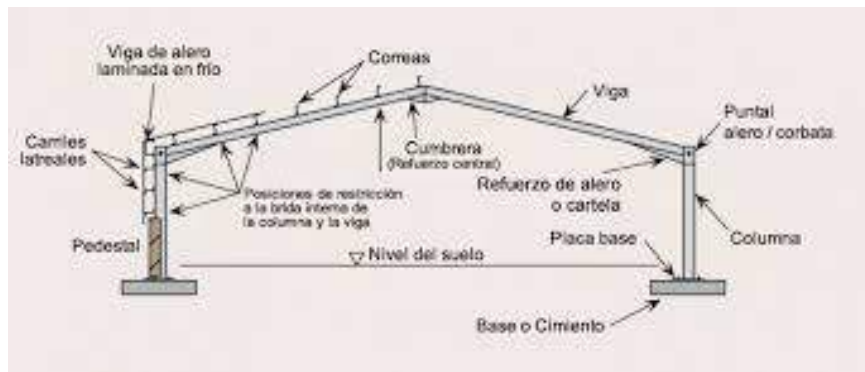


Figura 13: Representación de los elementos de un pórtico

Fuente: Estructuras metálicas colombia

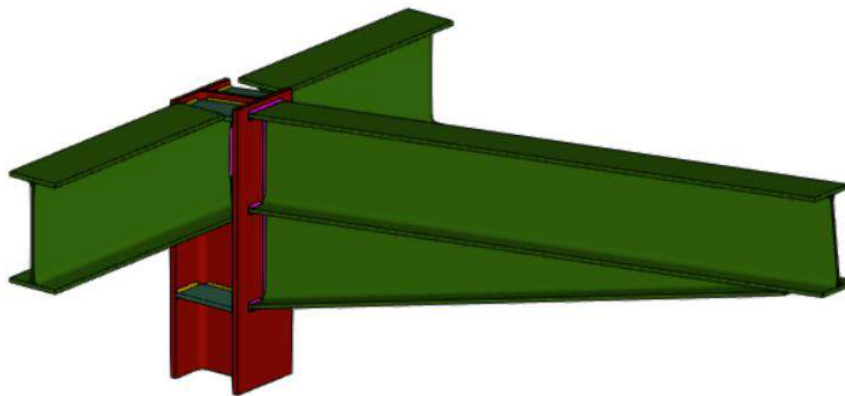


Figura 14: Representación en detalle de una cartela

Fuente: Elaboración propia

1.1.2.2.3 Elementos de cimentación de una estructura

La cimentación es una parte fundamental de las estructuras, ya que está formado por un conjunto de elementos cuya función es conectar todas las cargas que está sufriendo la estructura y transmitir las al suelo. Dependiendo de la distancia a la que se encuentre la cota de apoyo, se distinguen 2 tipos de cimentaciones:

- **Cimentaciones directas o superficiales:** Se emplean cuando el terreno que se encuentra justo debajo de los puntos de apoyo de la estructura tiene las características técnicas y económicas adecuadas para poder cimentar directamente sobre él. Su profundidad suele estar entre los 0.5 y los 4 metros. Dentro de este tipo de cimentación, se utilizan varios elementos:

- Zapatas: Son el elemento más usado en este tipo de cimentaciones, por ser el más económico, el de mayor facilidad de ejecución, y por su capacidad de adaptarse a los terrenos resistentes. Son la ampliación de la base de un pilar, o de un muro, cuya misión es transmitir las cargas de la estructura al suelo con una presión adecuada a las características resistentes del mismo. Si una zapata es la base de varios pilares esta se llama zapata combinada; si es la base de un muro se llama zapata corrida o continua. A continuación, se muestran unas imágenes con los distintos tipos de zapatas existentes:

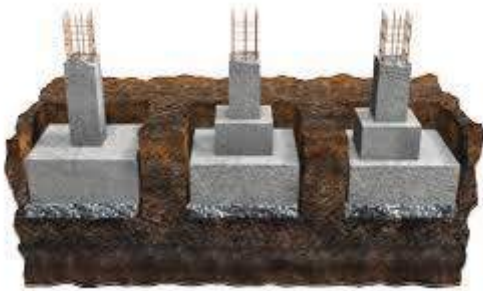


Figura 16: Representación zapatas aisladas

Fuente: Fine software



Figura 15: Representación zapatas combinadas

Fuente: Geotecnia fácil

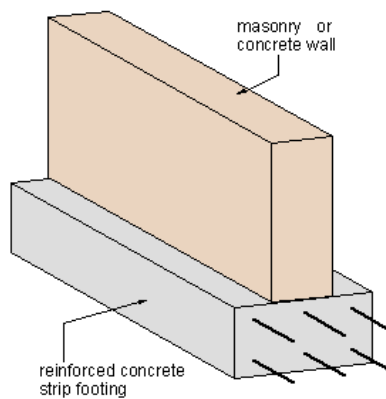


Figura 17: Representación zapatas continuas

Fuente: Civil String

- Vigas de atado: Tienen como función el arriostramiento de las zapatas aisladas de una cimentación, evitando los corrimientos relativos entre zapatas. Están diseñadas para resistir esfuerzos axiales.

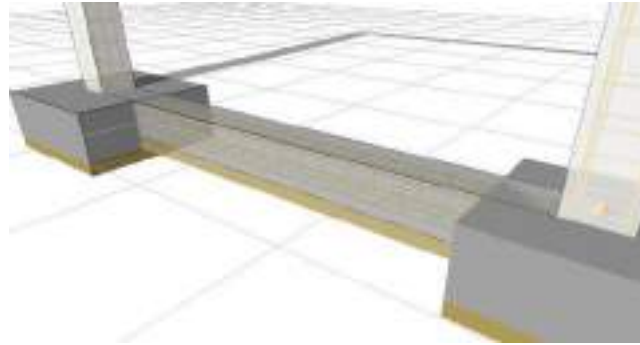


Figura 18: Representación zapatas aisladas unidas por viga de atado

Fuente: Imventa.com

- **Losa de cimentación:** Como su nombre indica, es una losa continua de hormigón, que actúa como una zapata de gran tamaño, que transmite de la forma más uniforme posible las cargas al terreno. Es una alternativa con alto coste, por lo que se usará en terrenos con una resistencia baja.



Figura 19: Representación losa de cimentación

Fuente: Geotecnia fácil

- **Cimentaciones profundas:** Este tipo de cimentación se usa cuando el suelo con las características de resistencia requeridas para soportar las cargas de la estructura no se encuentra en la superficie, sino que se encuentra en profundidades mayores. Los elementos empleados en este tipo de cimentación son:
 - **Pilotes:** Son elementos cilíndricos, con una longitud mucho mayor que su sección transversal. Se entierran en el suelo, y su función es transmitir las cargas de la estructura a los estratos del terreno más resistentes. Transmiten la carga mediante el rozamiento con el suelo y/o por el apoyo de la punta del pilote. Existen pilotes de madera, de hormigón y de acero. En caso de no poderse colocar pilotes tradicionales, se utilizarán micropilotes que cumplen con la misma función, pero presentan un menor tamaño.

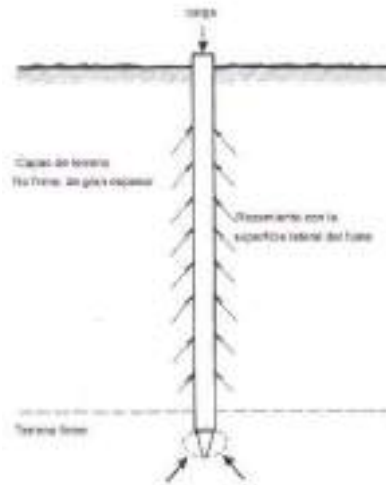


Figura 20: Representación pilote

Fuente: Construmatica

- Muros pantalla: Es una pared de hormigón armado, que ha sido construida en el suelo, sin realizar una contención temporal del terreno, antes llevar a cabo la excavación principal de la construcción. Es un elemento estructural, cuya función principal suele ser contener las tierras y el agua, evitando el colapso de las paredes de la excavación. No obstante, también puede actuar como elemento de cimentación transmitiendo las cargas al suelo por rozamiento o en la punta del muro, como en el caso de los pilotes.

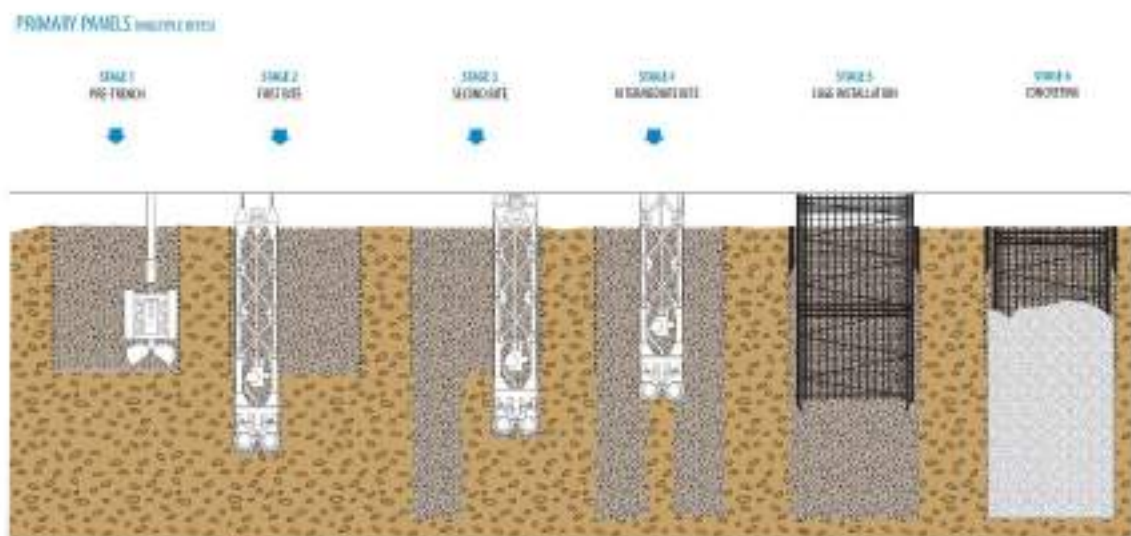


Figura 21: Representación muro pantalla

Fuente: Blog de Víctor Yepes

En este proyecto, debido a que el suelo superficial tiene una tensión admisible adecuada para realizar la cimentación sobre él, y a que es una estructura ligera, se empleará un método de cimentación empleando zapatas aisladas, conectadas mediante vigas de atado.

1.1.2.2.4 Tipos de estructuras de naves industriales

Atendiendo al material de construcción de la estructura de la nave, existen 3 tipos distintos de estructuras:

- **Estructura metálica:** Los elementos de la estructura están fabricados en su totalidad en elementos metálicos, normalmente acero. Son estructuras menos rígidas que las fabricadas en hormigón, sin embargo, debido a la mayor resistencia del acero, son estructuras más ligeras. Pese a ser mucho más caro que el hormigón, al usarse menos cantidad y requerir menores costes de mano de obra y transporte, suelen resultar más económicas que las de hormigón. Además, presentan algunos beneficios adicionales, como que permiten construir a más altura y con mayores luces, permitiendo una mayor luminosidad. Por el contrario, también presentan algunos inconvenientes adicionales como la baja resistencia ante incendios y la posibilidad de la aparición de corrosión, por lo que estas se suelen recubrir de productos ignífugos y anticorrosión para proteger mejor la estructura.



Figura 22: Nave industrial de estructura metálica

Fuente: Construcciones metálicas Los Blancos

Estructura de hormigón: Los elementos de la estructura están fabricados en su totalidad de hormigón armado. Es un material mucho más rígido que el acero, y con el que se pueden obtener formas y estructuras muy diversas al darle forma con los encofrados. Además, es resistente contra incendios y contra la corrosión, por lo que no requiere elementos adicionales que lo

protejan contra estos riesgos, siempre que la armadura que se encuentra en el interior del hormigón se encuentre aislada correctamente. Como inconvenientes se tienen un coste que puede ser mayor al de las estructuras de acero, así como un tiempo de ejecución mayor. Dentro de este tipo de estructuras se distingue entre:

- Las que son construidas ‘in situ’, es decir, el hormigón se vierte sobre las armaduras y fragua en el sitio de la obra.
- Las fabricadas con hormigón prefabricado, que están compuestas de elementos fabricados previamente que son transportados al sitio de construcción donde se montan, reduciendo considerablemente el tiempo de ejecución de la obra.



Figura 23: Nave industrial con estructura de hormigón prefabricado

Fuente. Dinave

- **Estructura mixta:** Los elementos de la estructura están fabricados tanto en materiales metálicos como en hormigón armado. Es una opción bastante popular, que combina las ventajas de ambos materiales, reduciendo los tiempos de ejecución y los costes con respecto a las fabricadas únicamente en hormigón.



Figura 24: Nave industrial con estructura mixta

Fuente: Balder Técnica

Para este proyecto se realizará una nave industrial con estructura metálica de acero. Esta decisión se ha tomado conjuntamente con la empresa para la que se realiza el proyecto, debido a los menores plazos de ejecución que presenta, así como la posibilidad de obtener mayores luces y alturas en la estructura.

1.1.2.2.5 Tipos de naves industriales según su cubierta

La cubierta de una nave industrial es el elemento encargado del cerramiento superior de esta, es lo que comúnmente se conocería como el ‘techo’. Atendiendo a los materiales que la componen, encontramos diferentes tipos de cubierta:

- **Cubierta simple:** Esta formada simplemente por una chapa metálica que va apoyada sobre las correas de la estructura. Es el sistema más sencillo, ligero y económico, con una larga durabilidad y una gran estanqueidad. Por el contrario, su aislamiento térmico y acústico es bastante pobre y se desaconseja su uso en zonas con climas extremos. Los metales más utilizados para este tipo de cubierta son aluminio, zinc, acero y cobre.



Figura 25: Chapa para cubierta simple

Fuente: Deimur

- **Cubierta con panel sándwich:** Parecida a la cubierta simple, está formada por dos chapas metálicas con una capa aislante entre ellas que puede ser de varios materiales como lana de roca, poliestireno o fibras de vidrio. Son el tipo de cubierta más empleado para naves industriales, debido a su fácil instalación en cubiertas inclinadas, además de sus propiedades aislantes tanto acústicamente como térmicamente. Como inconveniente se tiene un coste más elevado que las cubiertas simples.



Figura 26: Panel sándwich para cubierta

Fuente: PanelMac

- **Cubierta tipo deck:** Este tipo de cubierta es plana, y se utiliza en estructuras con pendientes de entre el 1% y el 3% de inclinación. Las principales ventajas que presenta son un alto grado de impermeabilización, buen aislamiento térmico y acústico, gran durabilidad y bajo coste. Por el contrario, es una cubierta ligera, por lo que no es aconsejable colocar demasiado peso sobre la misma. Es un sistema compuesto por 3 capas de materiales diferentes:
 - La primera está compuesta por una chapa metálica, que sirve como base a los otros materiales y soporta toda la carga de la cubierta.
 - La segunda es una capa de aislante térmico-acústico, que puede ser de diferentes materiales, como lana de roca, PIR, o XPS.
 - La tercera es una membrana impermeabilizante, que garantice la estanqueidad del conjunto. También se pueden usar diferentes materiales para esta capa como tela asfáltica, láminas de PVC o TPO, láminas de caucho o láminas de polipropileno.
 - La última capa es una protección superior, que proteja a la capa impermeabilizante de las inclemencias del tiempo. Para esta capa se puede usar grava, placas de aluminio, láminas con granos minerales o una losa de hormigón.

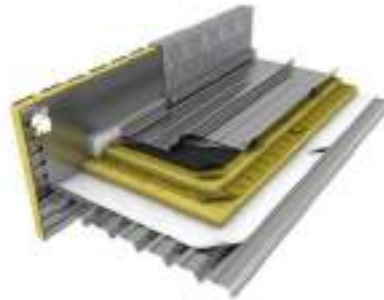


Figura 27: Detalle capas cubierta tipo Deck

Fuente: Soprema Iberia

- **Cubierta autoportante:** En este tipo de cubierta está diseñada para que sostenga su propio peso, sin necesidad de emplear ninguna correa donde apoyar el material. Están hechas de acero galvanizado y presentan numerosas ventajas, como que permiten construir a una gran altura, son muy ligeras, y resisten muy bien las cargas del viento, nieve y agua, además de presentar un bajo coste por la ausencia de correas. Sin embargo, tienen como inconveniente que se requiere de una mano de obra cualificada para su montaje, y que no están diseñadas para soportar grandes pesos.



Figura 28: Cubierta autoportante

Fuente: Estructuras metálicas Durma

Teniendo en cuenta las características de las cubiertas anteriormente descritas, se ha decidido instalar una cubierta con paneles tipo sándwich para este proyecto. Su fácil colocación en cubiertas inclinadas como la del proyecto, su capacidad para soportar pesos sobre ella (aspecto importante para la instalación de las placas solares), y sus propiedades aislantes térmicas y acústicas en un lugar donde hace mucho calor en verano y bastante frío en invierno, combinado con un ambiente de trabajo ruidoso, lo hacen la opción más adecuada.

1.1.2.2.6 Cerramiento lateral de la nave industrial

Se conoce como cerramiento lateral de la nave a los elementos colocados alrededor del perímetro de la nave, y que permiten delimitar su interior del exterior. Es lo que comúnmente se conoce como ‘fachada’.

Para este proyecto se utilizarán paneles alveolares prefabricados de hormigón, por diversos motivos:

- **Rapidez en la instalación:** Al ser paneles prefabricados, para su instalación solamente tienen que llegar al lugar de la obra y ser montados, mucho más rápido que si se vierte el hormigón en obra y hay que esperar a que fragüe.
- **Resistencia:** El hormigón es un material, muy resistente, que soporta bien el paso del tiempo y que no se ve afectado por la corrosión como los elementos metálicos. Además, presenta una gran protección contra incendios, al contrario que los metales.
- **Buen acabado:** Los paneles prefabricados de hormigón han pasado por un control de calidad en fábrica, que garantiza un buen acabado y calidad del material. Además, estéticamente también ofrece un acabado agradable.
- **Buen aislamiento:** Los paneles alveolares cuentan con huecos en su interior, que ofrecen un mayor aislamiento acústico y frente a temperaturas extremas que la que ofrecería una chapa metálica.



Figura 29: Cerramiento lateral de placas alveolares de hormigón prefabricado en una nave industrial con estructura metálica

Fuente: Forpol Estructuras

Las ventajas de un filtro cerámico con respecto a otros tipos de filtros es su gran durabilidad y un mantenimiento relativamente sencillo, que si se realiza de manera adecuada puede garantizar una vida útil del filtro de varios años.

Para este proyecto se emplearán unos filtros de membranas de carburo de silicio (SiC), del fabricante Cembrane.



Figura 31: Filtro de membranas de SiC

Fuente: Cembrane

1.2 CÁLCULOS

ÍNDICE CÁLCULOS

1.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	47
1.2.1.1 CÁLCULO DE SOMBRAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PANELES	47
1.2.1.2 SIMULACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR LA INSTALACIÓN.....	54
1.2.2 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA NAVE INDUSTRIAL	62
1.2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	62
1.2.2.2 CARGAS.....	67
1.2.2.3 TENSIÓN LÍMITE DEL TERRENO	79
1.2.2.4 CÁLCULO DE LAS CORREAS	80
1.2.2.5 CÁLCULO DE LOS PERFILES DE LA ESTRUCTURA	84
1.2.2.6 CÁLCULO DE LAS UNIONES.....	89
1.2.2.7 CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN	90
1.2.3 CÁLCULO DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA	92
1.2.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS DESARENADORES Y DEPÓSITO.....	92
1.2.3.2 DISEÑO DE LA LÍNEA DE AGUAS DEL SISTEMA.....	93

1.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para realizar el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, ha sido necesario realizar diversos cálculos que se han ido ejecutando de forma ordenada. Para la ejecución de estos, se han empleado 2 programas diferentes, SketchUp y PVSyst, que se han utilizado para el cálculo de la distribución de los paneles sobre la cubierta y para el cálculo de la energía producida por la instalación, respectivamente.

Los cálculos realizados y su orden de ejecución son los siguientes:

1.2.1.1 CÁLCULO DE SOMBRAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS PANELES

Antes de poder realizar el cálculo de la estimación de la energía eléctrica producida por la instalación fotovoltaica diseñada, es necesario conocer el número de paneles fotovoltaicos que se van a instalar. Además, es necesario tener en cuenta otros factores relacionados con la posición de los módulos fotovoltaicos, como son su orientación, inclinación y si están afectados por la presencia de sombras, pues todos estos factores afectan al rendimiento de los módulos y, por tanto, a la energía final producida.

Los cálculos realizados para conocer estos factores son:

1.2.1.1.1 Orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos

Para aprovechar la radiación solar al máximo durante todo el año, es muy importante considerar la orientación de los módulos fotovoltaicos. En el hemisferio norte, la solución óptima es orientar los módulos hacia el sur geográfico (que no es el mismo que el magnético). De esta forma, los rayos del sol incidirán de forma directa sobre los módulos fotovoltaicos el máximo tiempo posible, optimizando su producción. El sur geográfico se indicará con el ángulo α que forma con el sur magnético, este ángulo α se conoce como acimut (azimuth en inglés).

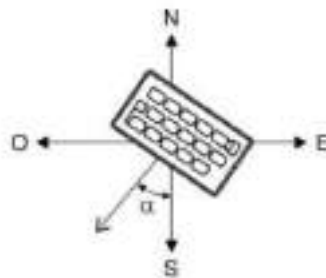


Figura 32: Representación del ángulo α

Fuente: IDAE

De la misma forma, para maximizar la radiación solar recibida por los módulos fotovoltaicos, es de vital importancia darles una inclinación adecuada. Este ajuste de inclinación se realizará para que los rayos del sol incidan de la forma más perpendicular posible, maximizando la producción de energía, y depende de la altura del sol, pues una mayor altura solar requerirá una menor inclinación y viceversa.

Esta inclinación dependerá de la ubicación de la instalación, pues dependiendo de la latitud, la altura solar varía. Además, la altura solar también varía con la estación del año, por lo que la solución óptima sería una instalación con inclinación variable. Sin embargo, las instalaciones con inclinación variable son mucho más costosas y solamente son empleadas en grandes plantas fotovoltaicas, por lo que para este proyecto se realizará una instalación con inclinación fija. El ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaicos será β .

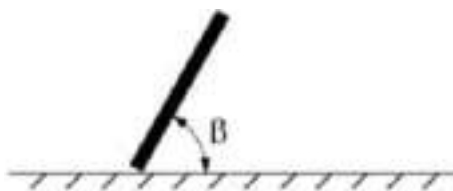


Figura 33: Representación del ángulo β

Fuente: IDAE

Es posible calcular de forma manual tanto el sur geográfico como la inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos. No obstante, también existen páginas webs que permiten realizar estos cálculos de forma muy fiable de forma automática, solo con introducir las coordenadas del lugar de la instalación.

Para este proyecto se ha empleado la página web PVGIS, que pertenece a la Comisión Europea, y que presenta unos datos muy fiables. De hecho, la base de datos de PVGIS será la utilizada en el programa PVSyst para estimar la producción energética de la instalación. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Provided inputs:		Simulation outputs:	
Location [Lat/Lon]:	40.297,-3.897	Slope angle [°]:	36 (opt)
Horizon:	Calculated	Azimuth angle [°]:	0 (opt)
Database used:	PVGIS-SARAH2		

Figura 34: Orientación e inclinación óptimas de los paneles de este proyecto

Fuente: PVGIS

El ángulo de orientación α óptimo para esta instalación es 0° , por lo tanto, los módulos fotovoltaicos serán orientados al sur magnético.

El ángulo de inclinación β óptimo para esta instalación es 36° . Sin embargo, para este proyecto se usará una inclinación de 30° , pues los soportes para placas solares que se encuentran disponibles en el mercado tienen esta inclinación, y fabricar unos soportes específicos para esta instalación resultaría muy costoso, con un beneficio en el rendimiento prácticamente nulo, debido a la mínima diferencia de inclinación. A esta inclinación provocada por los soportes, habrá que sumarle la inclinación de la cubierta, que será de $\pm 5,71^\circ$, al ser una cubierta en dos aguas.

Como no se empleará el ángulo óptimo para esta instalación, será obligatorio comprobar que cumple con el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), que establece que el aprovechamiento energético de la instalación debe ser del al menos un 90%.

La fórmula que se establece en este para el cálculo de las inclinaciones máximas y mínimas es la siguiente:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación máxima} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud instalación})$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación mínima} (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud instalación})$$

Fórmula 1: Cálculo de las inclinaciones máximas y mínimas de los módulos fotovoltaicos

Sabiendo que para una latitud $\phi = 41^\circ$, con acimut $\alpha = 0^\circ$:

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ$$

Conocidos todos los datos y las fórmulas a emplear, se calcula si el diseño propuesto cumple con las especificaciones requeridas:

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ - (41^\circ - 40,297^\circ) = 59,297^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ - (41^\circ - 40,297^\circ) = 6,297^\circ$$

Como se puede comprobar, la inclinación de $30^\circ \pm 5,71^\circ$ propuesta para los módulos fotovoltaicos cumple con los requerimientos del IDAE, al encontrarse entre las inclinaciones máximas y mínimas que establece

1.2.1.1.2 Cálculo de sombras

Para maximizar la producción de la instalación, es muy importante que los módulos fotovoltaicos no queden cubiertos por la sombra de los objetos que los rodean, pues la presencia de sombras disminuye la cantidad de radiación solar de los paneles.

Según lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE, la distancia d , medida sobre la horizontal, entre las filas de módulos fotovoltaicos o entre una fila y un obstáculo de altura h , debe ser suficiente para garantizar al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Para calcular d , este documento propone la siguiente fórmula:

$$d = h / \tan(61^\circ - \text{latitud})$$

Fórmula 2: Cálculo de la distancia d entre módulos

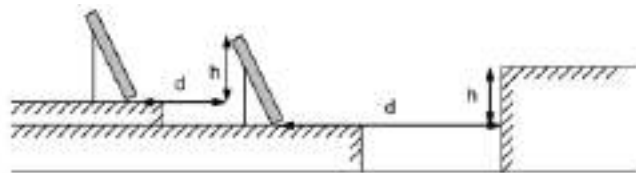


Figura 35: Distancia d mínima requerida para evitar sombras

Fuente: IDAE

Para este proyecto será necesario calcular dos d distintas, la d entre las filas de módulos fotovoltaicos, y la d entre las filas de módulos fotovoltaicos y el peto de la cubierta de la nave industrial.

Teniendo en cuenta que los módulos fotovoltaicos se colocarán en vertical y sus dimensiones son alrededor de $2,1 \times 1$ m, la distancia entre módulos será la siguiente:

$$h = 2,1 * \text{sen}(30^\circ) = 1,05 \text{ m}$$
$$d_{\text{módulos}} = \frac{1,05}{\tan(61^\circ - 40,297^\circ)} = 2,78 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta que la altura máxima del peto es 1,7 m, la distancia entre el peto y los módulos debe ser:

$$d_{\text{petoymódulos}} = \frac{1,70}{\tan(61^\circ - 40,297^\circ)} = 4,49 \text{ m}$$

1.2.1.1.3 Distribución de los módulos fotovoltaicos

Una vez se han finalizado los cálculos tanto de inclinación y orientación de los paneles, como las distancias mínimas entre módulos y entre el peto de la cubierta y los módulos, se puede comenzar a realizar la distribución de los módulos sobre la cubierta. Para esta tarea se emplearán los programas SketchUp y AutoCAD.

En primer lugar, se ha dibujado en AutoCAD la distribución de los paneles fotovoltaicos, teniendo en cuenta las restricciones calculadas anteriormente, así como las discontinuidades en la cubierta debido a las diferentes aguas de esta.

El criterio del dimensionamiento de la instalación era el de obtener la mayor producción de energía posible, por lo que se han colocado el máximo número de módulos fotovoltaicos posible.

A la hora de realizar la distribución de los módulos fotovoltaicos, hay que tener en cuenta que estos se encuentran conectados al inversor en distintas ramas, con el mismo número de módulos en serie por rama. Esto limita un poco el número de módulos que se pueden colocar, pues el número total de módulos instalados debe ser el producto del número de ramas por el número de módulos en serie por rama, y no un número al azar.

Tras aplicar todos estos condicionantes, la distribución obtenida ha sido esta:

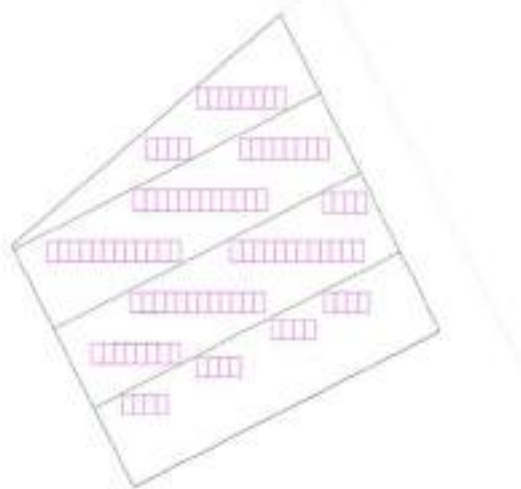


Figura 36: Distribución de los módulos fotovoltaicos sobre la cubierta

Fuente: Elaboración Propia

El plano en AutoCAD se encuentra en el documento N°2: Planos, más detallado, con las acotaciones necesarias.

El número total de módulos instalados será de 96, que se encuentran distribuidos en 8 ramas de 12 módulos en serie por cada una de ellas, por ello se ha decidido agrupar los módulos en conjuntos de 4, 8 y 12 módulos, que garantizaran que el número total cumpliera con el requisito de ser un múltiplo del número de módulos en serie por el de ramas. La justificación del por qué se agrupan en 8 ramas con 12 módulos, en vez de 12 ramas con 8 módulos se encuentra en el apartado **1.2.1.2.3**

Tras haber realizado la disposición de los módulos en AutoCAD, se ha procedido a realizar un modelo 3D en SketchUp, que ayudará a visualizar mejor como quedará la instalación, y también servirá para comprobar cómo afectan las sombras a la instalación. A continuación, se presentan las imágenes del modelo 3D en SketchUp:

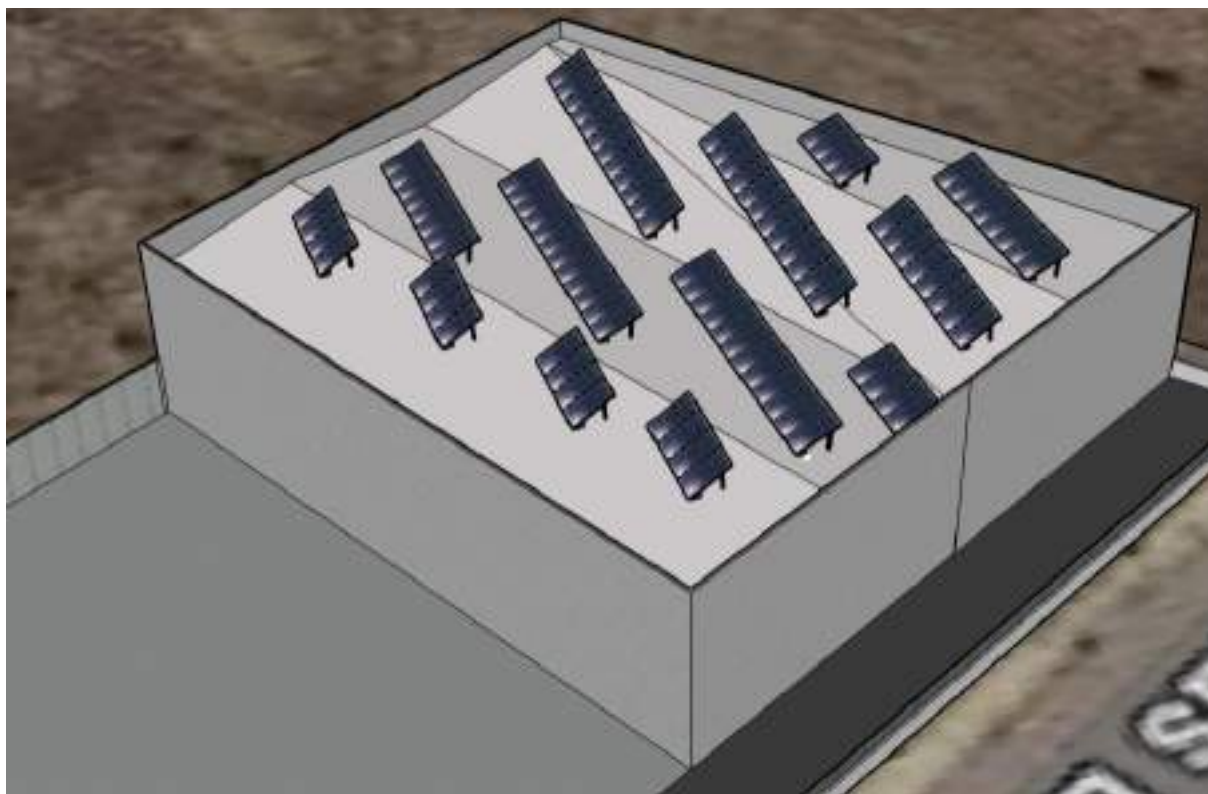


Figura 37: Vista en perspectiva del modelo 3D de la instalación sobre la cubierta

Fuente: Elaboración propia



Figura 38: Vista superior del modelo 3D de la instalación sobre la cubierta

Fuente: Elaboración propia

SketchUp tiene una opción que permite simular las sombras en los modelos 3D realizados. Para simular las sombras, se utilizará el 21 de diciembre que es el solsticio de invierno y el día con las sombras más restrictivas, a las 12 del mediodía, momento con mayor irradiancia y en el que hay que garantizar que no haya sombras. El resultado es el siguiente:



Figura 39: Simulación de sombras en el modelo 3D de la instalación sobre la cubierta

Fuente: Elaboración propia

Como se puede comprobar en la imagen superior, la distribución elegida evita las sombras adecuadamente, incluso en el día más restrictivo. Solamente hay una excepción, que se encuentra marcada en rojo, en la que se aprecia un grupo de 4 módulos que se ve ligeramente afectado por las sombras. Esto es así porque en este caso se usó una distancia de separación un poco menor que la que había sido calculada. Se consideró mejor opción perder un poco de rendimiento por una sombra mínima que perder estos 4 módulos, más otros 4 que habría que haber quitado para que el número de paneles fuese múltiplo de 8.

1.2.1.2 SIMULACIÓN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA POR LA INSTALACIÓN

Tras haber realizado la distribución de los módulos fotovoltaicos sobre la cubierta de la nave, y saber el número de módulos a instalar, se puede realizar una simulación de la energía que será producida por la instalación. Esta simulación se ha realizado con el programa PVSyst.

Para realizar la simulación en PVSyst, se han seguido los siguientes pasos:

1.2.1.2.1 Selección de orientación e inclinación

Estos parámetros ya se calcularon en el apartado 1.2.1.1.1, y se utilizarán los resultados obtenidos en el mismo, que son:

- Orientación: Se escogerá un acimut $\alpha = 0^\circ$.
- Inclinación: En este apartado se debe tener en cuenta que los paneles tendrán una inclinación $\beta = 30 \pm 5,71^\circ$, debido a la inclinación propia de la cubierta. Para considerar este factor, se obtendrá con PVSyst la pérdida de eficiencia con cada una de las inclinaciones y se calculará una inclinación equivalente, con la que se realizará la simulación.

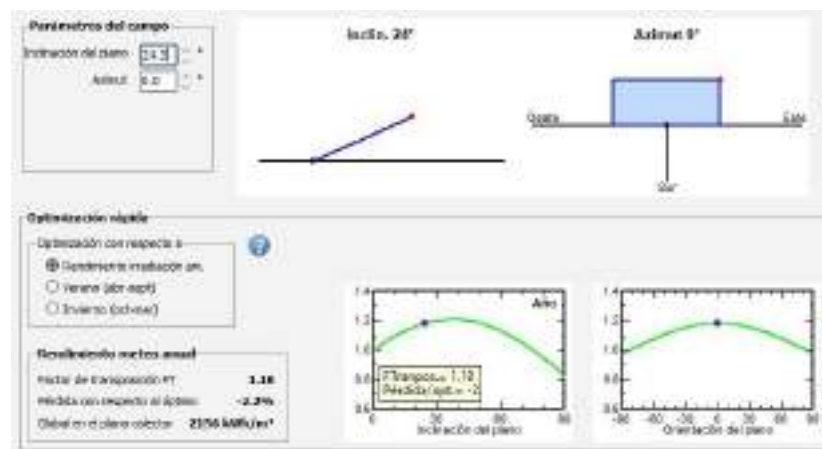


Figura 40: Pérdidas con respecto al óptimo con $\beta = 24,3^\circ$

Fuente: Elaboración propia

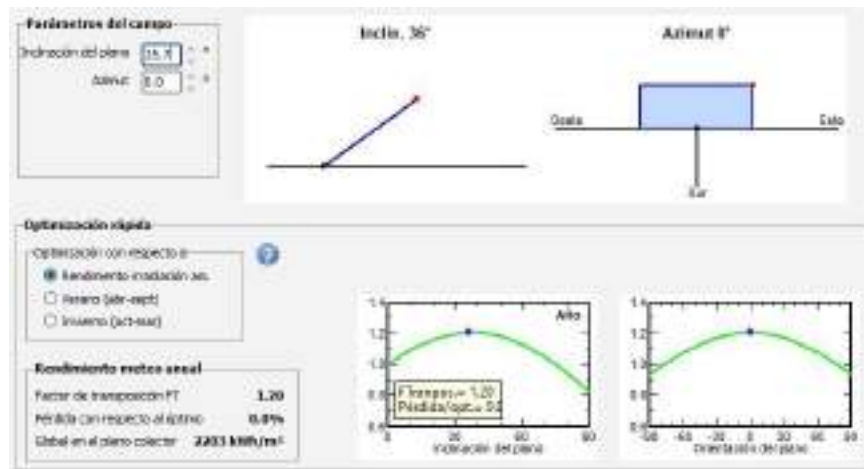


Figura 41: Pérdidas con respecto al óptimo con $\beta = 35,7^\circ$

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las figuras anteriores, la pérdida de eficiencia con respecto al óptimo para una inclinación de $24,3^\circ$ es del 1,8%, mientras que, para una inclinación de $35,7^\circ$, la pérdida de eficiencia es nula.

Como hay el mismo número de módulos con una inclinación de $24,3^\circ$ que, de módulos con inclinación de $35,7^\circ$, se calculará la pérdida de eficiencia equivalente de la siguiente forma:

$$\text{Pérdida de eficiencia equivalente} = \frac{2,2 \% * 48 + 0 \% * 48}{96} = 1,1 \%$$

Fórmula 3: Cálculo pérdida de eficiencia equivalente

Tras este cálculo, se buscará en PVsyst una inclinación que tenga una pérdida de eficiencia del 1,1%, que sigue estando por debajo del 10% establecido por el IDAE, y que será con la que se lleve a cabo la simulación. El resultado obtenido ha sido $\beta = 28^\circ$.

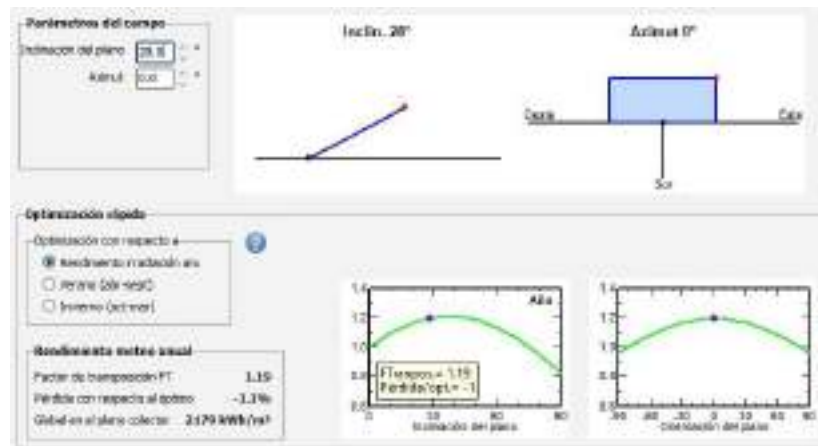


Figura 42: Pérdidas con respecto al óptimo con $\beta = 35,7^\circ$

Fuente: Elaboración propia

1.2.1.2.2 Selección de los módulos fotovoltaicos

Para realizar la simulación en PVsyst, se ha escogido el modelo CS3W-450MS del fabricante Canadian Solar, pues la empresa posee una instalación fotovoltaica muy reciente en las instalaciones de Málaga que emplea este mismo modelo. Además, es un módulo que ofrece una gran potencia (450 W), con una eficiencia superior al 20%, y con unas dimensiones que se ajustan a las usadas para la distribución de los paneles en la cubierta.

No obstante, este módulo se ha escogido simplemente para realizar la simulación, pero a la hora de realizar la instalación se puede optar por otro modelo de características similares si resultara más económico que este.

1.2.1.2.3 Selección del inversor

Para el dimensionamiento del inversor fotovoltaico, una práctica común es dimensionar la potencia del inversor entre un 80% y 90% de la potencia de la instalación, pues los módulos fotovoltaicos trabajan a pleno rendimiento durante poco tiempo, y con el paso de los años también van perdiendo parte de ese rendimiento. Por este motivo, se ha decidido instalar un inversor de 40 kW de potencia, considerando que:

$$Pot_{instalación} = 0,45 \times 96 = 43,2 \text{ kW}$$

Fórmula 4: Cálculo potencia de la instalación

$$Pot_{inversor} = \frac{40}{43,2} \times 100 = 92,6 \% \text{ de la potencia de la instalación}$$

Fórmula 5: Cálculo del porcentaje de potencia del inversor con respecto a la instalación fotovoltaica

De esta forma conseguimos tener la potencia del inversor dentro del rango deseado.

En concreto se ha elegido el modelo SUN2000-40KTL-NH-440V, de la marca Huawei para realizar la simulación en PVsyst. Se ha elegido este modelo por su potencia nominal de 40 kW, así como por contar con 4 puertos MPPT, lo que permite agrupar los módulos en 4 grupos distintos con diferente inclinación, siendo óptimo para una cubierta con 4 aguas como la de este proyecto. No obstante, este inversor se ha escogido simplemente para realizar la simulación, pero a la hora de realizar la instalación se puede optar por otro modelo de características similares si resultara más económico que este.

Para elegir la mejor configuración de los módulos, es decir, cuantas ramas de módulos y cuantos módulos por rama se van a instalar, así como para garantizar que estas configuraciones cumplen con los parámetros de potencia, tensión e intensidad del inversor elegido, se utilizará de nuevo el programa PVsyst.

Como ya se calculó en el apartado 1.2.1.1.3, se instalarán 96 paneles sobre la cubierta, lo que da lugar a varias configuraciones posibles a estudiar:

- 24 ramas con 4 módulos por rama:

Tras probar esta configuración en PVsyst, se obtiene que la tensión en el punto de máxima potencia a una temperatura de 60 °C se encuentra por debajo de la tensión mínima de operación del inversor. Además, la corriente de cortocircuito es de 278 A, lo que es un valor muy alto, por lo que esta opción queda completamente descartada.

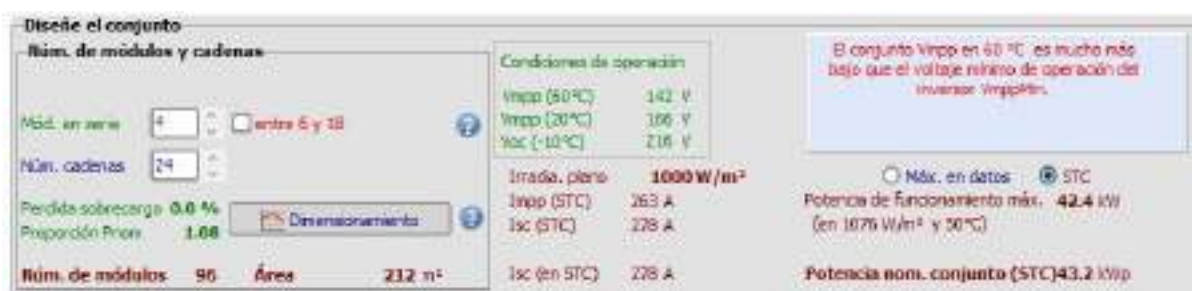


Figura 43: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 24 ramas con 4 módulos por rama

Fuente: Elaboración propia

- 12 ramas con 8 módulos por rama:

Con esta configuración se consigue aumentar las tensiones de operación de la instalación, colocándolas dentro del límite operativo del inversor. Sin embargo, salta un aviso sobre el valor de la corriente de cortocircuito del conjunto, que supera la corriente de entrada máxima del inversor, y aunque pone que es simplemente una información no significativa, lo óptimo sería reducir la corriente lo máximo posible. Por tanto, esta configuración es factible, aunque se seguirán buscando mejores opciones.



Figura 44: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 12 ramas con 8 módulos por rama

Fuente: Elaboración propia

- 8 ramas con 12 módulos por rama:

Con esta configuración se aumenta de nuevo la tensión de operación de operación, aunque sigue estando dentro de los límites del inversor. Además, se consigue reducir la corriente de cortocircuito del sistema a valores en los que ya no salta ningún aviso del programa. Por estos motivos, esta configuración, además de factible, es mejor opción que las otras 2 estudiadas antes.



Figura 45: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 8 ramas con 12 módulos por rama

Fuente: Elaboración propia

- 6 ramas con 16 módulos por rama:

Pese a que esta configuración suma un total de 96 paneles, no puede ejecutarse para este inversor. Esto se debe a que el inversor utilizado tiene 4 puertos MPPT, que deben tener 4 entradas iguales (aunque pueden tener diferente inclinación), y esta configuración tiene 6 entradas diferentes, siendo imposible repartir esas 6 ramas en 4 entradas iguales, a diferencia de cuando teníamos 8 y 12 ramas.

- 4 ramas con 24 módulos por rama:

Con esta configuración se reduce aún más la corriente de cortocircuito del sistema, lo que es ventajoso para el diseño. Sin embargo, esta configuración sube la tensión de operación del sistema por encima del límite superior de operación del inversor, por lo que esta configuración queda descartada definitivamente también.



Figura 46: Parámetros de potencia, tensión e intensidad para 4 ramas con 24 módulos por rama

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, tras haber estudiado profundamente con la ayuda de PVsyst las diferentes configuraciones posibles para conectar los módulos fotovoltaicos al inversor, se concluye que la mejor opción es la de colocar 8 ramas con 12 módulos por rama.

1.2.1.2.4 Pérdidas detalladas

Tras realizar la elección del inversor y de los módulos del sistema fotovoltaicos, el siguiente paso para configurar la simulación de la producción de la instalación es el de establecer las pérdidas del sistema.

Para establecer las pérdidas del sistema, se utilizarán los parámetros predeterminados de PVsyst, que son de una gran fiabilidad, y son los siguientes:

- Pérdidas por ángulo de incidencia:

Estas pérdidas se deben a la disminución de la irradiancia que alcanza realmente a las células del módulo fotovoltaico debido al ángulo de incidencia de la luz solar. El rendimiento de los paneles está calculado para un ángulo de incidencia de 90°, sin embargo, cuando este ángulo disminuye, la reflexión de la luz solar aumenta, haciendo que la irradiancia que reciben las células fotovoltaicas sea menor.

PVsyst utiliza su función propia, llamada IAM (Incidence Angle Modifier), para calcular el parámetro por este tipo de pérdidas, que en este proyecto es:

$$P_{IAM} = 1,83 \%$$

- Pérdidas por nivel de irradiancia:

Los módulos fotovoltaicos están diseñados para trabajar a un nivel de irradiancia determinado. Como no siempre pueden trabajar en ese nivel de irradiancia, trabajan con un rendimiento menor, dando lugar a unas pérdidas. El parámetro de pérdidas por este factor estimado por PVsyst es:

$$P_{irradiancia} = 0,24 \%$$

- Pérdidas por temperatura:

Los cambios de temperatura afectan al rendimiento de los módulos fotovoltaicos, causando pérdidas de rendimiento cuando las temperaturas se encuentran por encima o por debajo de la temperatura de operación de los módulos.

Siguiendo las instrucciones del fabricante, los módulos fotovoltaicos tienen una temperatura operativa de $42 \pm 3^\circ\text{C}$ y sufren una pérdida de potencia del 0,35% por cada $^\circ\text{C}$ por encima o por debajo de esa temperatura. Sin embargo, para realizar el cálculo de las pérdidas por temperatura, el programa utiliza la siguiente fórmula:

$$U = U_c + U_v * \text{Velocidad Viento}$$

Fórmula 6: Cálculo pérdidas por temperatura

Donde:

- U: es el factor de pérdidas por calor, medido en $\text{W/m}^2\text{K}$
- U_c : es el componente de pérdidas por calor, el programa establece un valor de $20 \text{ W/m}^2\text{K}$

- U_v : es el componente de pérdidas por viento, que va multiplicado a la velocidad del viento, y para el que el programa establece un valor de $0 \text{ W/m}^2\text{K}\cdot\text{m/s}$

Tras haber calculado el factor de pérdidas por calor U , el programa ha establecido unas pérdidas por temperatura que son:

$$P_{temperatura} = 7,69 \%$$

- Pérdidas por calidad del módulo:

La potencia nominal teórica establecida por el fabricante de los módulos no siempre coincide con la potencia real de los módulos, siendo la potencia real mayor o menor en algunas ocasiones. Por este motivo, el programa establece el siguiente parámetro de pérdidas:

$$P_{calidad} = -0,55 \%$$

En este caso un valor negativo de pérdidas representa que los módulos presentan una potencia real mayor que la establecida por el fabricante.

- Pérdidas por ‘mismatch’:

Estas pérdidas están producidas por los módulos que presentan una potencia nominal real menor que el resto. Estos módulos limitan la corriente que circula por los módulos conectados en serie, así como limitan la tensión de las ramas conectadas en paralelo. Estas limitaciones suponen unas pérdidas, a las que el programa asigna el siguiente parámetro.

$$P_{mismatch} = 2,15 \%$$

- Pérdidas óhmicas:

La resistencia del cableado de la instalación genera unas pérdidas de energía, que son calculadas por el programa, y que representan el siguiente parámetro:

$$P_{cableado} = -1,18 \%$$

- Pérdidas del inversor:

El inversor fotovoltaico no tiene un rendimiento del 100%, por lo que parte de la energía producida no se podrá aprovechar por culpa del rendimiento del inversor. Además de las pérdidas por un rendimiento distinto al 100%, el programa tiene en cuenta otros factores como

el consumo de energía del inversor por las noches. Tras considerar todos estos factores, el parámetro de pérdidas del inversor establecido por el sistema es:

$$P_{inversor} = 2,09 \%$$

Estos son todos los factores de pérdidas que se han tenido en cuenta por PVsyst a la hora de realizar la simulación. En el informe de PVsyst que se encuentra en el apartado **1.4.1** se incluye un diagrama de Sankey donde se representan todas las pérdidas del sistema.

1.2.1.2.6 Resultado final simulación

Tras tener en cuenta todos estos factores, se puede realizar la simulación de la producción de energía eléctrica en el programa.

El resultado obtenido es el de una producción de 80168 kWh al año, con lo que se estaría produciendo más energía de la consumida en la actualidad. Esto permitiría aumentar el consumo de energía eléctrica de la empresa en un futuro, garantizando que seguiría siendo energía de autoconsumo.

El informe detallado de la simulación de la producción de energía de la instalación se encuentra en el apartado **1.4.2**

1.2.2 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LA NAVE INDUSTRIAL

Para realizar el cálculo de la estructura de la nave industrial se ha empleado el programa CYPE, que permite realizar el cálculo de estructuras. Durante la ejecución del cálculo de la estructura se han seguido los siguientes procesos:

1.2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La nave estará formada por dos naves adosadas, que se encontrarán unidas por uno de los laterales, aunque tendrán estructuras independientes por si se decide segregaras o derruir una de ellas en el futuro. Ambas naves no tendrán la misma geometría, siendo las características de cada una de ellas:

- Nave 1:

Tendrá una longitud de 31 m, y una anchura de 16 m. Se resolverá mediante 5 pórticos separados 6,2 m entre sí, con una altura en cumbrera de 8,1 m y de 7,3 m en los laterales. Además, la nave contará con un hueco de 5 m x 5 m en el lateral izquierdo. La nave 2 se encontrará adosada en el muro derecho.

- Nave 2:

Esta nave tendrá una geometría trapezoidal. Tendrá una longitud de 31 m como la nave 1, pero tendrá una anchura frontal de 16 m, y una anchura trasera de 8,4 m. En este caso también se resolverá mediante 5 pórticos separados 6,2 m entre sí, con una altura en cumbrera de 8,1 m y de 7,3 m en los laterales. Esta nave no contará con ningún hueco.

Para la selección de las dimensiones de las naves se han seguido los siguientes criterios:

- Identificación del tipo de construcción

De acuerdo con lo establecido en el Título VI. Normas Urbanísticas y Ordenanzas del Plan Parcial del Sector SAU-4b “Valdearenal Sur” en Arroyomolinos (Madrid), existen 4 grados diferentes de edificación de construcciones industriales dentro del polígono industrial donde se encuentra ubicada la parcela. Estos grados son:

- Grado 1. Mininave: Correspondiente a las instalaciones sobre parcela de tamaño medio que comparten elementos comunes de accesibilidad dentro de la misma parcela.
- Grado 2. Nave adosada: Correspondiente a las instalaciones sobre parcela de reducido tamaño capaz de alojar edificaciones adosadas a los linderos laterales.
- Grado 3. Nave pareada: Correspondiente a las instalaciones sobre parcela de tamaño medio capaces de alojar edificaciones pareadas o exentas con adosamiento único a dos linderos contiguos.
- Grado 4. Industria exenta: Correspondiente a las instalaciones capaces de alojar instalaciones exentas con zonas ajardinadas.

A pesar de que las naves diseñadas en este proyecto serán adosadas, la parcela no cumple el requisito de reducido tamaño, al ser el máximo tamaño permitido de 5000 m², teniendo la parcela una superficie de unos 10160 m² según catastro. Sin embargo, en el grado de mininave, también se admite el adosamiento a linderos o entre medianeras, por lo que las dimensiones se adaptarán para que se califique dentro de este grado. Las condiciones en la categoría de mininave son:

M ² TAMAÑO PARCELA				
Identificación	Mínimo	Máximo	Superficie Parcela	Cumple
Grado 1. Mininave	3000	30000	10160	SÍ

Tabla 1: Restricciones de m² de la parcela

Fuente: Elaboración propia

FRENTE MÍNIMO DE PARCELA			
Identificación	Mínimo	Máximo	Cumple
Grado 1. Mininave	-	Libre	SÍ

Tabla 2: Restricciones de frente mínimo de parcela

Fuente: Elaboración propia

RETRANQUEOS MÍNIMOS				
Identificación	Frente	Resto	Retranqueo Nave	Cumple
Grado 1. Mininave	5 m	0 - 5 m *	5 m	SÍ

Tabla 3: Retranqueos mínimos de la construcción

Fuente: Elaboración propia

*En el resto de los linderos se admite adosamiento a linderos o entre medianeras.

OCUPACIÓN MÁXIMA					
Identificación	Máximo	Superficie Nave	Superficie Parcela	Ocupación	Cumple
Grado 1. Mininave	70%	874,2 m ²	10160 m ²	8,60%	SÍ

Tabla 4: Restricciones de ocupación máxima de superficie de la parcela

Fuente: Elaboración propia

EDIFICABILIDAD MÁXIMA					
Identificación	Máximo	Superficie Nave	Superficie Parcela	Edificabilidad	Cumple
Grado 1. Mininave	0,7 m ² /m ²	874,2 m ²	10160 m ²	0,086 m ² /m ²	SÍ

Tabla 5: Restricciones de edificabilidad máxima de la parcela

Fuente: Elaboración propia

ALTURA MÁXIMA			
Identificación	Máximo	Altura Nave	Cumple
Grado 1. Mininave	9 m	9 m	SÍ

Tabla 6: Restricciones de altura máxima de la construcción

Fuente: Elaboración propia

Como se ha comprobado, se cumplen todas las condiciones necesarias para que la nave diseñada entre dentro del grado de mininave. Teniendo en cuenta estas condiciones, se ha pasado a elegir las dimensiones de altura, longitud y anchura.

- Selección de altura:

Como queda recogido en las condiciones, la altura máxima de la nave puede ser de 9 m, y en este proyecto se llevará la construcción de la nave hasta la altura máxima, para satisfacer las necesidades de la empresa. Sin embargo, para el cálculo de la estructura se ha elegido una altura en cumbrera de 8,1 m en vez de la altura máxima, siendo el motivo el siguiente:

La cubierta deberá ser adecuada para realizar los trabajos de mantenimiento de las placas solares, por lo que deberá ser diseñada de acuerdo con lo dispuesto en el 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. En el Anexo IV, Parte c, punto 3 a, del mismo, se establece que, para realizar trabajos en altura con más de 2 m de caída, se exige una barandilla de al menos 90 cm de altura. De esta forma, la cubierta contará con un peto de 90 cm de altura (será de la altura mínima para minimizar las sombras) en su parte más baja, que será el que haga alcanzar los 9 m a la construcción, lo que hace que la altura en cumbrera en la estructura sea de 8,1 m.

La altura de los laterales se ha escogido teniendo en cuenta la inclinación requerida por la normativa para la cubierta. La cubierta se ejecutará con paneles sándwich grecados, para los que el Código Técnico de edificación exige una pendiente mínima del 5% o del 8% dependiendo del tipo de grecado. Para este proyecto se ha decidido usar una pendiente del 10%, de esta forma se asegura que se cumple la normativa sin ningún problema, y permitiría colocar

perfiles nervados si así se deseara. Para alcanzar dicha pendiente, la altura en los laterales debe ser 0,8 m menos que la altura en cumbre (la anchura de cada mitad de la cubierta es de 8 m), lo que deja una altura en los laterales de 7,3 m.

A continuación, se adjunta la tabla de pendientes mínimas según el tipo de material, que aparece en el Código Técnico de Edificación:

			Pendiente mínima en %	
Tejado ^{(1) (2)}	Teja ⁽³⁾	Teja curva	32	
		Teja mixta y plana monocanal	30	
		Teja plana marseleses o alicantina	40	
		Teja plana con encaje	50	
	Pizarra		60	
	Placas y perfiles	Cinc		10
		Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10
			Placas asimétricas de nervadura grande	10
			Placas asimétricas de nervadura media	25
		Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10
			Perfiles de ondulado pequeño	15
			Perfiles de grecado grande	5
		Galvanizados	Perfiles de grecado medio	8
			Perfiles nervados	10
			Perfiles de ondulado pequeño	15
			Perfiles de grecado o nervado grande	5
			Perfiles de grecado o nervado medio	8
Aleaciones ligeras		Perfiles de nervado pequeño	10	
		Paneles	5	
		Perfiles de ondulado pequeño	15	
		Perfiles de nervado medio	5	

⁽¹⁾ En caso de cubiertas con varios sistemas de protección superpuestos se establece como pendiente mínima la menor de las pendientes para cada uno de los sistemas de protección.

⁽²⁾ Para los sistemas y piezas de formato especial las pendientes deben establecerse de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.

⁽³⁾ Estas pendientes son para faldones menores a 6,5 m, una situación de exposición normal y una situación climática desfavorable; para condiciones diferentes a éstas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en norma UNE 127100:1999 ("Tejas de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón") ó en norma UNE 136020:2004 ("Tejas cerámicas. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas").

Tabla 7: Pendientes de cubiertas inclinadas según el tipo de material

Fuente CTE DB-SE

- Selección de longitud:

Debido a los retranqueos de 5 m exigidos por la normativa, la longitud máxima posible de las naves es 31 m, pues la anchura de la parcela en ese punto es de 36 m.

- Selección de anchura:

La anchura de las 16 m se ha seleccionado en conjunto con la empresa para satisfacer las necesidades de tamaño requeridas por la empresa. En la nave 2, la anchura en la parte trasera de la nave es de solamente 8,4 m debido a la geometría de la parcela.

1.2.2.2 CARGAS

1.2.2.2.1 Cargas permanentes

Son aquellas que se actúan sobre la cubierta en todo momento y permanecen en una posición invariable.

En este caso están representadas por el peso propio de la cubierta, los cerramientos de la estructura, los perfiles que conforman la estructura y la instalación fotovoltaica. En la siguiente tabla se muestra el valor de cada uno de ellos:

CARGAS PERMANENTES	
Identificación	Valor
Panel Sándwich	0,126 KN /m ²
Módulos fotovoltaicos	0,13 KN /m ²

Tabla 8: Cargas permanentes sobre la cubierta

Fuente: Elaboración propia

El dato del peso propio del panel sándwich se ha obtenido directamente de la ficha técnica del producto.

El peso de los perfiles que conforman la cubierta lo tiene en cuenta el programa de forma automática.

Para este proyecto, el cerramiento lateral será prefabricado, utilizando paneles de hormigón aligerados que descansan sobre las vigas de atado de la cimentación, por lo que se despreciará su peso propio, siendo 0 el valor asignado al peso del cerramiento.

Para calcular el peso propio de la instalación fotovoltaica se ha despreciado el peso de los soportes de los módulos, por estar fabricados en un material ligero como es el aluminio y tener un peso bastante bajo comparado con los módulos fotovoltaicos. Para obtener el peso propio de los módulos fotovoltaicos se han empleado las siguientes fórmulas:

$$\text{Área módulos proyectada en cubierta} = 2,108 \times \cos(30^\circ) \times 1,048 = 1,91 \text{ m}^2$$

Fórmula 7: Área proyectada en cubierta de un módulo fotovoltaico

$$\text{Peso propio módulos} = \frac{\text{Peso}}{\text{Área}} = \frac{24,9}{1,91} = 13,01 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 0,13 \text{ KN/m}^2$$

Fórmula 8: Cálculo peso propio módulos fotovoltaicos

Se ha de tener en cuenta que la carga permanente de los módulos fotovoltaicos no se colocará en toda la superficie de la cubierta, sino que será introducida en el programa como una carga superficial, situada en el lugar donde se encuentran colocados los módulos fotovoltaicos.

1.2.2.2.2 Sobrecargas de uso

De acuerdo con lo establecido en Documento Básico de Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación (DB SE-AE) del CTE, se establecerá una categoría de uso G1 (cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento, no concomitante con el resto de acciones variables), cuyo valor es de 0,4 KN/m².

1.2.2.2.3 Acción del viento

Según lo establecido en el CTE DB SE-AE, la acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Fórmula 9: Cálculo de la presión estática del viento

Siendo:

q_b : la presión dinámica del viento. Se calculará utilizando la siguiente fórmula, que se encuentra en el anexo D del CTE DB SE-AE:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$
$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 26^2 = 0,4225 \text{ KN/m}^2$$

Donde:

δ es la densidad del aire, que se considerará de valor $1,25 \text{ Kg/m}^3$, según lo establecido en el anexo, por no encontrarse Madrid cerca de una zona costera.

V_b es la velocidad básica del viento, que se considerará de 26 m/s , según lo establecido en el anexo, por encontrarse Madrid en la zona eólica A. A continuación, se adjunta el mapa donde se encuentran detalladas estas zonas:



Figura 47: Mapa de las zonas eólicas de España

Fuente: CTE DB SE-AE

C_e: el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

Este valor se tomará directamente de la tabla 3.4 del CTE DB SE-AE, y tendrá un valor de 1,4 teniendo en cuenta que el entorno tiene un grado de aspereza IV, y que se considerará una altura de 6 m. La altura escogida en la tabla ha sido de 6 m, pues la altura media real de la nave industrial es de 4,05 m, que se encuentra entre 3 y 6, que son los valores de altura establecidos en la tabla. De esta forma se ha actuado en favor de la seguridad

Grado de aspersion del entorno		Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
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	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 48: Tabla 3.4 del CTE DB SE-AE, Valores del coeficiente de exposición c_e

C_p: el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Para el caso de naves o construcciones diáfnas, la acción del viento debe individualizarse en cada elemento de la superficie exterior.

Para calcular el C_p en todos los escenarios posibles de dirección del viento, y para todos los elementos de las naves industriales, se han empleado las siguientes tablas del Anexo D del CTE DB SE-AE:

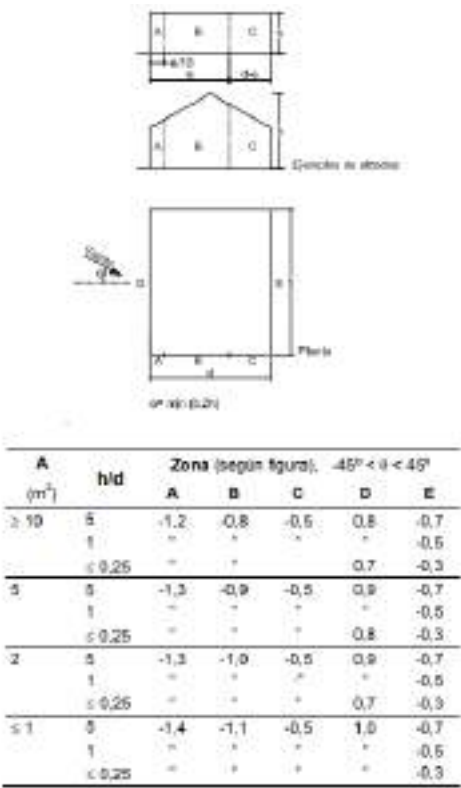


Figura 49: Tabla D.3 del Anexo D del CTE DB SE-AE. Paramentos verticales

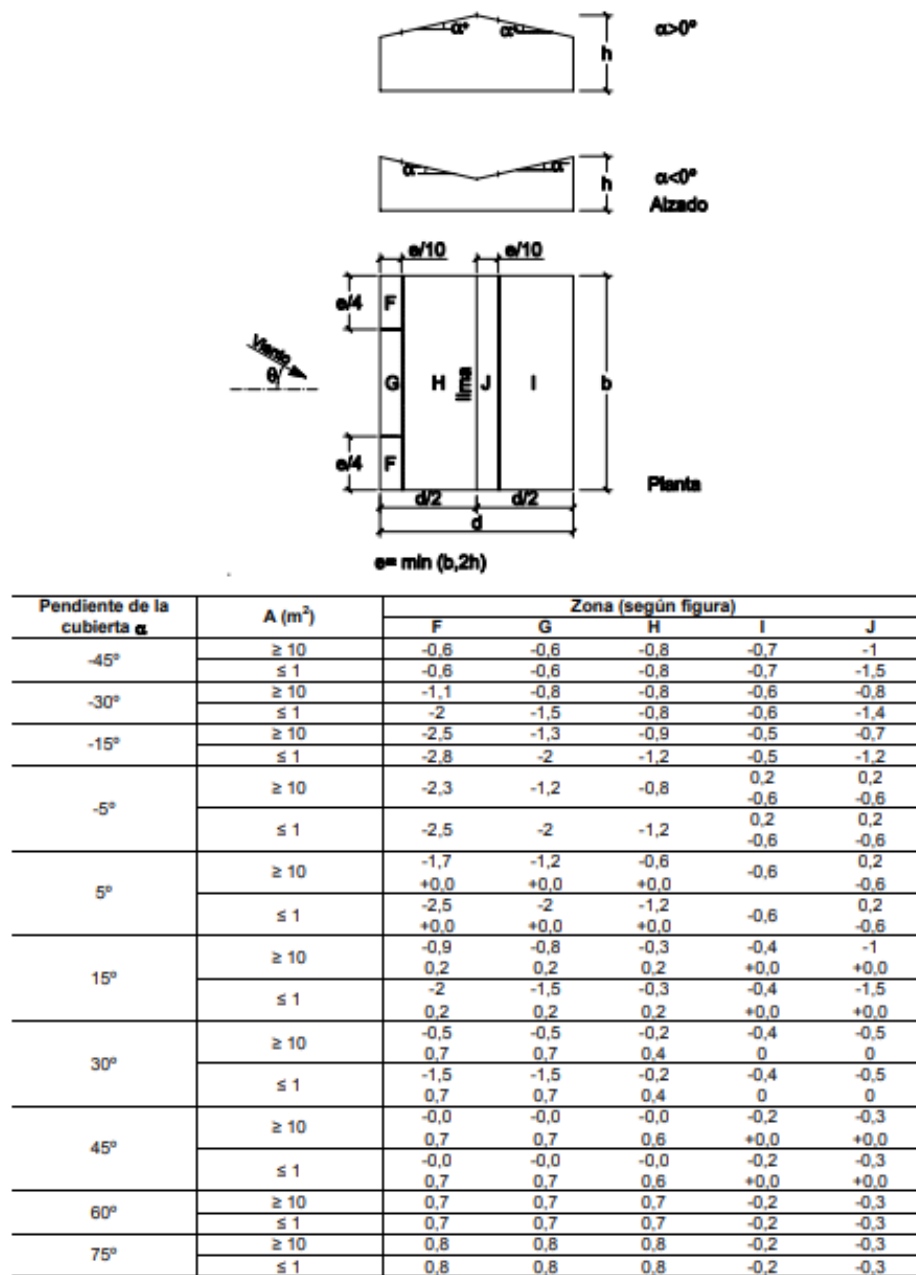
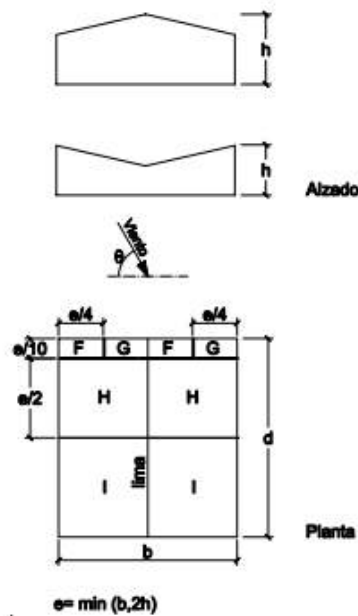


Figura 50: Tabla D.6 a) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a 2 aguas, dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Figura 51 Tabla D.6 b) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a 2 aguas, dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$

Además, al existir un hueco de grandes dimensiones en una de las fachadas de una nave, por lo que también se ha utilizado la tabla de coeficientes de presión interior, que es la siguiente:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

Figura 52: Tabla 3.6 del CTE DB SE-AE. Coeficientes de presión interior.

Los resultados obtenidos quedan recogidos en las siguientes tablas de elaboración propia:

ACCIÓN DEL VIENTO EN LATERAL IZQUIERDO					
ZONA	Qb (KN/m ²)	Ce	Cp	Cpi	Qe (KN/m ²)
V(0°) Sin hueco	0,4225	1,4	0,73333	0	0,434
V(0°) Con hueco	0,4225	1,4	0,73333	0,7	0,020
V(90°) ZONA A Sin hueco	0,4225	1,4	-1,2	0	-0,710
V(90°) ZONA B Sin hueco	0,4225	1,4	-0,8	0	-0,473
V(90°) ZONA C Sin hueco	0,4225	1,4	-0,5	0	-0,296
V(90°) ZONA A Con hueco	0,4225	1,4	-1,2	-0,5	-0,414
V(90°) ZONA B Con hueco	0,4225	1,4	-0,8	-0,5	-0,177
V(90°) ZONA C Con hueco	0,4225	1,4	-0,5	-0,5	0,000
V(180°) Sin hueco	0,4225	1,4	-0,367	0	-0,217
V(180°) Con hueco	0,4225	1,4	-0,367	-0,5	0,079
V(270°) ZONA A Sin hueco	0,4225	1,4	-1,2	0	-0,710
V(270°) ZONA B Sin hueco	0,4225	1,4	-0,8	0	-0,473
V(270°) ZONA C Sin hueco	0,4225	1,4	-0,5	0	-0,296
V(270°) ZONA A Con hueco	0,4225	1,4	-1,2	-0,5	-0,414
V(270°) ZONA B Con hueco	0,4225	1,4	-0,8	-0,5	-0,177
V(270°) ZONA C Con hueco	0,4225	1,4	-0,5	-0,5	0,000

Tabla 9: Coeficientes de presión en el lateral izquierdo de las naves

ACCIÓN DEL VIENTO EN LATERAL DERECHO					
ZONA	Qb (KN/m ²)	Ce	Cp	Cpi	Qe (KN/m ²)
V(0°) Sin hueco	0,4225	1,4	0,367	0	0,217
V(0°) Con hueco	0,4225	1,4	0,367	0,7	0,631
V(90°) ZONA A Sin hueco	0,4225	1,4	1,2	0	0,710
V(90°) ZONA B Sin hueco	0,4225	1,4	0,8	0	0,473
V(90°) ZONA C Sin hueco	0,4225	1,4	0,5	0	0,296
V(90°) ZONA A Con hueco	0,4225	1,4	1,2	-0,5	0,414
V(90°) ZONA B Con hueco	0,4225	1,4	0,8	-0,5	0,177
V(90°) ZONA C Con hueco	0,4225	1,4	0,5	-0,5	0,000
V(180°) Sin hueco	0,4225	1,4	-0,733	0	-0,434
V(180°) Con hueco	0,4225	1,4	-0,733	-0,5	-0,729
V(270°) ZONA A Sin hueco	0,4225	1,4	1,2	0	0,710
V(270°) ZONA B Sin hueco	0,4225	1,4	0,8	0	0,473
V(270°) ZONA C Sin hueco	0,4225	1,4	0,5	0	0,296
V(270°) ZONA A Con hueco	0,4225	1,4	1,2	-0,5	0,414
V(270°) ZONA B Con hueco	0,4225	1,4	0,8	-0,5	0,177
V(270°) ZONA C Con hueco	0,4225	1,4	0,5	-0,5	0,000

Tabla 10: Coeficientes de presión en el lateral derecho de las naves

ACCIÓN DEL VIENTO HASTIAL TRASERO					
ZONA	Qb (KN/m ²)	Ce	Cp	Cpi	Qe (KN/m ²)
V(0°) Sin hueco ZONA A	0,4225	1,4	-1,2	0	-0,710
V(0°) Sin hueco ZONA B	0,4225	1,4	-0,8	0	-0,473
V(0°) Sin hueco ZONA C	0,4225	1,4	-0,5	0	-0,296
V(0°) Con hueco ZONA A	0,4225	1,4	-1,2	0,7	-1,124
V(0°) Con hueco ZONA B	0,4225	1,4	-0,8	0,7	-0,887
V(0°) Con hueco ZONA C	0,4225	1,4	-0,5	0,7	-0,710
V(90°) Sin hueco	0,4225	1,4	0,7	0	0,414
V(90°) Con hueco	0,4225	1,4	0,7	-0,5	0,710
V(180°) Sin hueco ZONA A	0,4225	1,4	-1,2	0	-0,710
V(180°) Sin hueco ZONA B	0,4225	1,4	-0,8	0	-0,473
V(180°) Sin hueco ZONA C	0,4225	1,4	-0,5	0	-0,296
V(180°) Con hueco ZONA A	0,4225	1,4	-1,2	-0,5	-0,414
V(180°) Con hueco ZONA B	0,4225	1,4	-0,8	-0,5	-0,177
V(180°) Con hueco ZONA C	0,4225	1,4	-0,5	-0,5	0,000
V(270°) Sin hueco	0,4225	1,4	-0,3	0	-0,177
V(270°) Con hueco	0,4225	1,4	-0,3	-0,5	0,118

Tabla 11: Coeficientes de presión en el hastial trasero de las naves

ACCIÓN DEL VIENTO HASTIAL FRONTAL					
ZONA	Qb (KN/m ²)	Ce	Cp	Cpi	Qe (KN/m ²)
V(0°) Sin hueco ZONA A	0,4225	1,4	1,2	0	0,710
V(0°) Sin hueco ZONA B	0,4225	1,4	0,8	0	0,473
V(0°) Sin hueco ZONA C	0,4225	1,4	0,5	0	0,296
V(0°) Con hueco ZONA A	0,4225	1,4	1,2	0,7	1,124
V(0°) Con hueco ZONA B	0,4225	1,4	0,8	0,7	0,887
V(0°) Con hueco ZONA C	0,4225	1,4	0,5	0,7	0,710
V(90°) Sin hueco	0,4225	1,4	0,3	0	0,177
V(90°) Con hueco	0,4225	1,4	0,3	-0,5	-0,118
V(180°) Sin hueco ZONA A	0,4225	1,4	1,2	0	0,710
V(180°) Sin hueco ZONA B	0,4225	1,4	0,8	0	0,473
V(180°) Sin hueco ZONA C	0,4225	1,4	0,5	0	0,296
V(180°) Con hueco ZONA A	0,4225	1,4	1,2	-0,5	0,414
V(180°) Con hueco ZONA B	0,4225	1,4	0,8	-0,5	0,177
V(180°) Con hueco ZONA C	0,4225	1,4	0,5	-0,5	0,000
V(270°) Sin hueco	0,4225	1,4	-0,7	0	-0,414
V(270°) Con hueco	0,4225	1,4	-0,7	-0,5	-0,710

Tabla 12: Coeficientes de presión en el hastial frontal de las naves

ACCIÓN DEL VIENTO EN LA CUBIERTA							
ZONA	Qb (KN/m ²)	Ce	Cp	Cpi	Qe (KN/m ²)	Pendiente cubierta	Área de influencia (m ²)
V(0°)H1 Sin hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,6408	0	0,971	5,74°	13,122
V(0°)H1 Sin hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,17	0	0,692	5,74°	38,718
V(0°)H1 Sin hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,5778	0	0,342	5,74°	204,16
V(0°)H1 Sin hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5852	0	0,346	5,74°	204,16
V(0°)H1 Sin hueco ZONA J	0,4225	1,4	-0,1112	0	-0,066	5,74°	51,84
V(0°)H1 Con hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,6408	0,7	1,385	5,74°	13,122
V(0°)H1 Con hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,17	0,7	1,106	5,74°	38,718
V(0°)H1 Con hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,5778	0,7	0,756	5,74°	204,16
V(0°)H1 Con hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5852	0,7	0,760	5,74°	204,16
V(0°)H1 Con hueco ZONA J	0,4225	1,4	-0,1112	0,7	0,348	5,74°	51,84
V(0°)H2 Sin hueco ZONA F	0,4225	1,4	-0,0148	0	-0,009	5,74°	13,122
V(0°)H2 Sin hueco ZONA G	0,4225	1,4	-0,0148	0	-0,009	5,74°	38,718
V(0°)H2 Sin hueco ZONA H	0,4225	1,4	-0,0148	0	-0,009	5,74°	204,16
V(0°)H2 Sin hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5556	0	0,329	5,74°	204,16
V(0°)H2 Sin hueco ZONA J	0,4225	1,4	0,5556	0	0,329	5,74°	51,84
V(0°)H2 Con hueco ZONA F	0,4225	1,4	-0,0148	0,7	0,405	5,74°	13,122
V(0°)H2 Con hueco ZONA G	0,4225	1,4	-0,0148	0,7	0,405	5,74°	38,718
V(0°)H2 Con hueco ZONA H	0,4225	1,4	-0,0148	0,7	0,405	5,74°	204,16
V(0°)H2 Con hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5556	0,7	0,743	5,74°	204,16
V(0°)H2 Con hueco ZONA J	0,4225	1,4	0,5556	0,7	0,743	5,74°	51,84
V(90°) Sin hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,5778	0	0,933	5,74°	12,8
V(90°) Sin hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,3	0	0,769	5,74°	12,8
V(90°) Sin hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,6926	0	0,410	5,74°	128
V(90°) Sin hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5926	0	0,351	5,74°	358,4
V(90°) Con hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,5778	-0,5	0,638	5,74°	12,8
V(90°) Con hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,3	-0,5	0,473	5,74°	12,8
V(90°) Con hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,6926	-0,5	0,114	5,74°	128
V(90°) Con hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5926	-0,5	0,055	5,74°	358,4
V(180°)H1 Sin hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,6408	0	0,971	5,74°	13,122
V(180°)H1 Sin hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,17	0	0,692	5,74°	38,718
V(180°)H1 Sin hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,5778	0	0,342	5,74°	204,16
V(180°)H1 Sin hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5852	0	0,346	5,74°	204,16
V(180°)H1 Sin hueco ZONA J	0,4225	1,4	-0,1112	0	-0,066	5,74°	51,84
V(180°)H1 Con hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,6408	-0,5	0,675	5,74°	13,122
V(180°)H1 Con hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,17	-0,5	0,396	5,74°	38,718
V(180°)H1 Con hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,5778	-0,5	0,046	5,74°	204,16
V(180°)H1 Con hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5852	-0,5	0,050	5,74°	204,16
V(180°)H1 Con hueco ZONA J	0,4225	1,4	-0,1112	-0,5	-0,362	5,74°	51,84
V(180°)H2 Sin hueco ZONA F	0,4225	1,4	-0,0148	0	-0,009	5,74°	13,122
V(180°)H2 Sin hueco ZONA G	0,4225	1,4	-0,0148	0	-0,009	5,74°	38,718
V(180°)H2 Sin hueco ZONA H	0,4225	1,4	-0,0148	0	-0,009	5,74°	204,16
V(180°)H2 Sin hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5556	0	0,329	5,74°	204,16
V(180°)H2 Sin hueco ZONA J	0,4225	1,4	0,5556	0	0,329	5,74°	51,84
V(180°)H2 Con hueco ZONA F	0,4225	1,4	-0,0148	-0,5	-0,305	5,74°	13,122
V(180°)H2 Con hueco ZONA G	0,4225	1,4	-0,0148	-0,5	-0,305	5,74°	38,718
V(180°)H2 Con hueco ZONA H	0,4225	1,4	-0,0148	-0,5	-0,305	5,74°	204,16
V(180°)H2 Con hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5556	-0,5	0,033	5,74°	204,16
V(180°)H2 Con hueco ZONA J	0,4225	1,4	0,5556	-0,5	0,033	5,74°	51,84
V(270°) Sin hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,5778	0	0,933	5,74°	12,8
V(270°) Sin hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,3	0	0,769	5,74°	12,8
V(270°) Sin hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,6926	0	0,410	5,74°	128
V(270°) Sin hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5926	0	0,351	5,74°	358,4
V(270°) Con hueco ZONA F	0,4225	1,4	1,5778	-0,5	0,638	5,74°	12,8
V(270°) Con hueco ZONA G	0,4225	1,4	1,3	-0,5	0,473	5,74°	12,8
V(270°) Con hueco ZONA H	0,4225	1,4	0,6926	-0,5	0,114	5,74°	128
V(270°) Con hueco ZONA I	0,4225	1,4	0,5926	-0,5	0,055	5,74°	358,4

Tabla 13: Coeficientes de presión en la cubierta de las naves

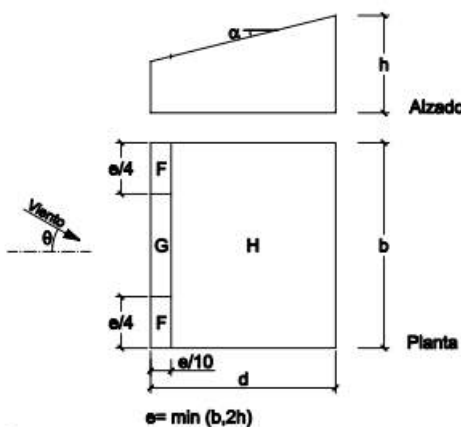
Para los casos en los que los parámetros de las naves quedaban entre dos parámetros establecidos en las tablas del CTE, se ha utilizado la interpolación lineal para obtener los coeficientes, como se indica en el documento.

A pesar de que una de las naves (Nave 2) no tiene ningún hueco si se construyera como estructura independiente, al estar unida a la otra, se considerará el mismo hueco que en la Nave 1.

Además de la acción del viento sobre la propia estructura de las naves, también se deberá considerar la acción del viento sobre los módulos fotovoltaicos de la cubierta.

Para calcular el coeficiente de presión del viento sobre estos, se modelarán como si fueran la cubierta de una nave a un agua, teniendo en cuenta solamente la dirección del viento cuando este incide sobre el frontal o sobre la parte trasera de los módulos, pues cuando el viento incide sobre el lateral de estos, su acción se puede despreciar debido al área mínima de los módulos en su parte lateral.

Para calcular los coeficientes se han utilizado las siguientes tablas del CTE DB SE-AE:



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$		
		F	G	H
5°	≥ 10	-1,7 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6 +0,0
	≤ 1	-2,5 +0,0	-2,0 +0,0	-1,2 +0,0
15°	≥ 10	-0,9 0,2	-0,8 0,2	-0,3 0,2
	≤ 1	-2,0 0,2	-1,5 0,2	-0,3 0,2
30°	≥ 10	-0,5 0,7	-0,5 0,7	-0,2 0,4
	≤ 1	-1,5 0,7	-1,5 0,7	-0,2 0,4
45°	≥ 10	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6
	≤ 1	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6
60°	≥ 10	0,7 0,7	0,7 0,7	0,7 0,7
	≤ 1	0,7 0,7	0,7 0,7	0,7 0,7
75°	≥ 10	0,8 0,8	0,8 0,8	0,8 0,8
	≤ 1	0,8 0,8	0,8 0,8	0,8 0,8

Figura 53: Tabla D.5 a) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a un agua, dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$

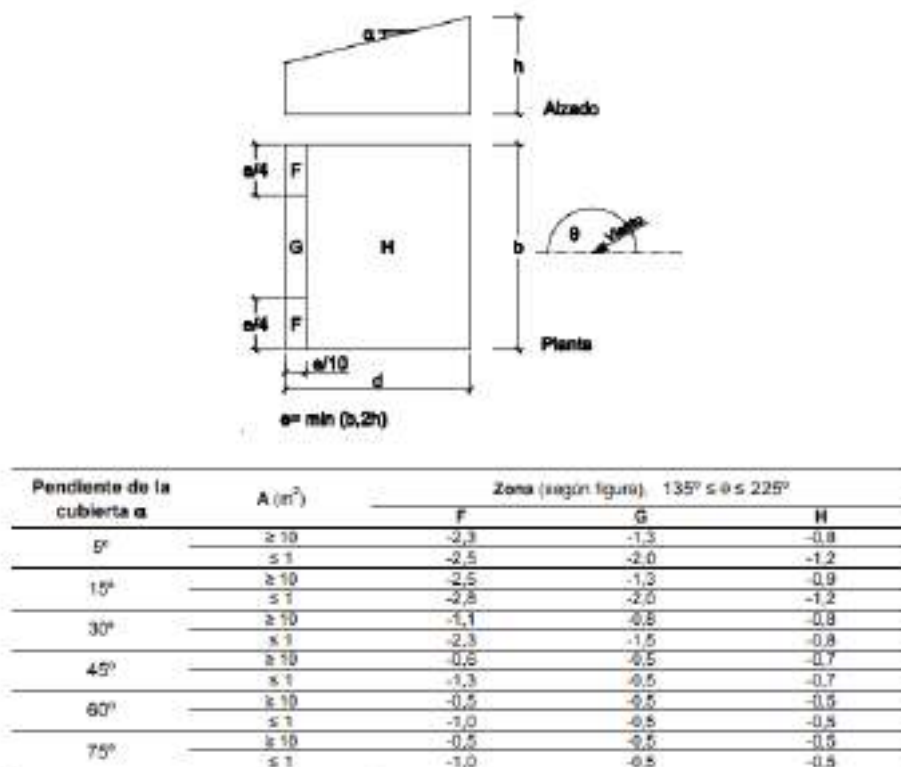


Figura 54: Tabla D.5 a) del Anexo D del CTE DB SE-AE. Cubiertas a un agua, dirección del viento - $135^\circ \leq \theta \leq 225^\circ$

Debido a que el área de influencia de las zonas G y F es mínimo en los módulos fotovoltaicos, se ha optado por utilizar solamente los coeficientes de presión correspondientes a la zona H y modelarlos como si el panel solo estuviera formado por esta zona.

ACCIÓN DEL VIENTO EN LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS						
HIPÓTESIS	Qb (KN/m2)	Ce	Cp	Qe	Pendiente Panel	Área de influencia
V(0°) H1	0,4225	1,4	0,611	0,361	30°	8
V(0°) H2	0,4225	1,4	-0,7	-0,414	30°	8
V(180°)	0,4225	1,4	1,233	0,729	30°	8

Tabla 14: Coeficientes de presión en los módulos fotovoltaicos

Fuente: Elaboración propia

1.2.2.2.4 Acción de la nieve

De acuerdo con el CTE, la distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de

precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

Para calcular, el valor de carga de nieve por unidad de superficie, en una proyección vertical, q_n , se emplea la siguiente fórmula:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Fórmula 10: Cálculo de la acción de la carga de nieve por unidad de superficie

Siendo,

μ : El coeficiente de forma de la cubierta. Al haber impedimento del deslizamiento de la nieve, por la existencia de un peto en el borde de la cubierta, este coeficiente tomará un valor de 1 según la norma.

s_k : El valor característico de la carga de la nieve sobre un terreno horizontal. Para calcular este valor se empleará la siguiente tabla del Anexo E del documento:

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Figura 55: Tabla E.2. del Anexo E del CTE DB SE-AE. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Según la figura E.2. del mismo anexo, donde se establecen las zonas de clima invernal de España, al encontrarse la obra en la Comunidad de Madrid, pertenecerá a la zona 4 de clima invernal. A continuación, se adjunta el mencionado mapa:



Figura 56: Mapa de las zonas climáticas de invierno de España

Fuente: CTE DB SE-AE

Teniendo en cuenta que la parcela se encuentra a una altitud de unos 640 m, el valor de S_k se calculará iterando, resultando finalmente un valor de $0,54 \text{ kN/m}^2$. También se tendrá en cuenta la hipótesis (no simultánea), de una distribución asimétrica de la nieve, reduciendo a la mitad este valor, dejándolo en $0,27 \text{ kN/m}^2$.

1.2.2.3 TENSIÓN LÍMITE DEL TERRENO

La tensión admisible límite del terreno se ha obtenido de un informe geotécnico realizado por la empresa Intecalco, que había sido encargado por la empresa promotora de este proyecto.

Los resultados de los cálculos, realizados siguiendo las recomendaciones del Código Técnico para la Edificación, Documento Básico de Seguridad Estructural – Cimientos (CTE DB SE-C), han sido los siguientes:

Profundidad (m)	Zapata aislada		Zapata corrida	
	kN/m ²	kg/cm ²	kN/m ²	kg/cm ²
0,50	138,65	1,41	100,23	1,02
1,00	169,79	1,73	142,44	1,45
1,50	181,32	1,84	152,52	1,55
2,00	189,63	1,93	159,92	1,63
2,50	196,13	1,99	165,80	1,69
3,00	201,55	2,05	170,80	1,74

Tabla 15: Presiones verticales de servicio admisibles del terreno Q_{ad} (kN/m²) en función de la profundidad de cimentación, y del tipo de cimentación directa aplicada.

Fuente: Informe geotécnico realizado por Intealco

Como se empleará una cimentación con zapatas corridas y la profundidad de la cimentación será lo más superficial posible, se tomará un valor de tensión límite del terreno de 100,23 kN/m².

Para las situaciones accidentales, en vez de usar un coeficiente de seguridad de 3, se utilizará un coeficiente de seguridad de 2, como recomienda la norma, por lo que el valor empleado para estas situaciones es de 150 kN/m².

El informe geotécnico se encuentra adjunto en el apartado **1.4** de este documento.

1.2.2.4 CÁLCULO DE LAS CORREAS

Una vez se han establecido las características de la nave industrial y las distintas cargas que actuarán sobre ella, se comenzará a calcular la estructura con el programa CYPE.

El primer paso es el cálculo de las correas, para lo que se empleará la herramienta Generador de Pórticos. Además, para el caso de la nave 1, como está formada por 5 pórticos idénticos, se podrán exportar los datos desde el Generador de Pórticos hasta la herramienta CYPE 3D y el programa introducirá la geometría de la nave y las cargas aplicadas sobre ella de forma automática. Para la nave 2, al no estar compuesta por pórticos idénticos, no se podrá usar esta opción, por lo que habrá que colocar las cargas de forma manual, pero se podrá aprovechar el cálculo de las correas de la cubierta, al soportar las mismas cargas superficiales que en la nave 1.

Dentro de la herramienta Generador de Pórticos, en primer lugar, se han introducido los datos generales de la obra, que corresponden a las distintas cargas antes mencionadas, así como a la tensión límite del terreno.

A la hora de introducir las cargas por acción del viento, es necesario también especificar las dimensiones del hueco lateral, así como la posición de su dentro de gravedad con respecto al origen, y se considerará que el hueco no permanece siempre abierto, al tratarse de un hueco para un portón que se abre y se cierra. Los datos introducidos han sido los siguientes:

Fachada	Dh (m)	Dv (m)	Ph (m)	Pv (m)
Izquierda (1)	5.00	5.00	15.50	2.50

☐ Los huecos están permanentemente abiertos

Figura 57: Datos posición y geometría del hueco

Fuente: Elaboración propia en CYPE

En la siguiente figura se puede visualizar el significado de cada uno de los datos que aparecen en la figura anterior:

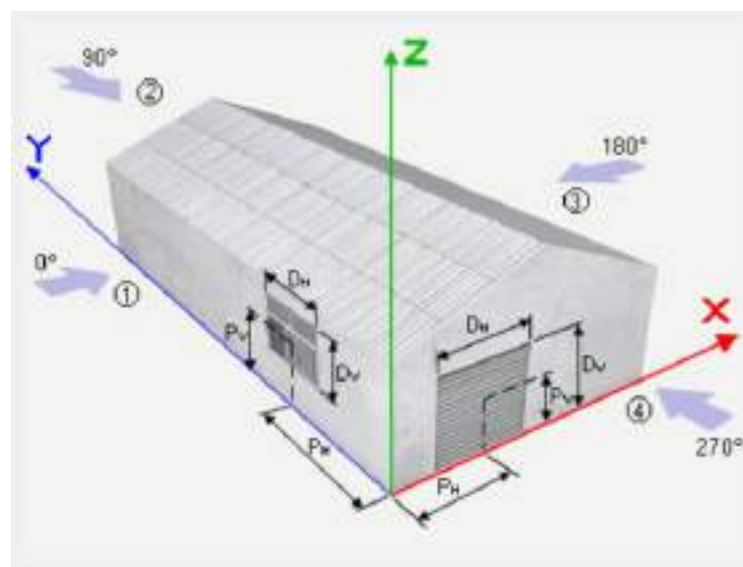


Figura 58: Visualización de los datos de la posición del hueco

Fuente: CYPE

A la hora de introducir las cargas por acción de la nieve se introducirán los datos mencionados en el apartado 1.2.2.2.4. Además, habrá que especificar también que la exposición del viento para la nieve tiene la categoría de normal (al estar la construcción situada en un

polígono industrial, donde ni está rodeada completamente de edificios muy altos, ni está en medio de la nada) y especificar que la cubierta tiene resaltos donde se puede acumular la nieve.

Tras introducir los datos generales de la obra, se pasará a definir la geometría del pórtico, que será un pórtico a 2 aguas con las dimensiones especificadas en el apartado 1.2.2.1. A la hora de definir los muros laterales, se arriostrarán los pilares a pandeo, permitiendo que las cargas de presión del viento sobre los laterales se transmitan a estos. En la siguiente figura se puede ver las dimensiones de la vista frontal de la nave:

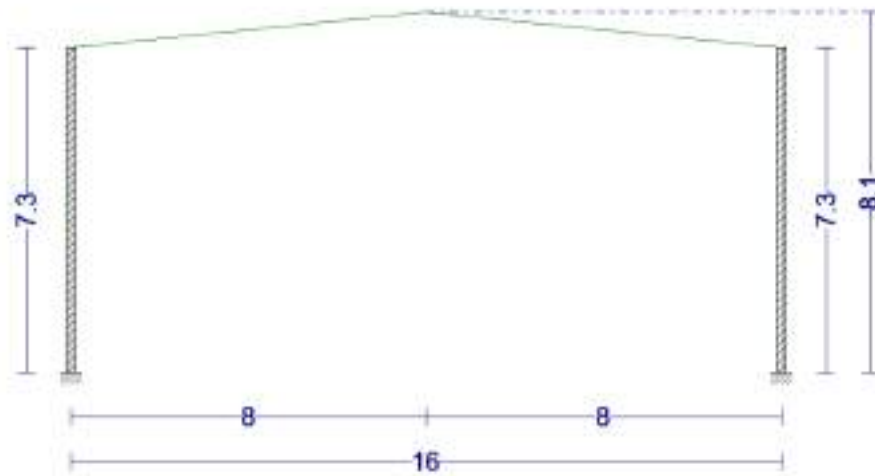


Figura 59: Dimensiones del frontal de la nave

Fuente: Elaboración propia en CYPE

A continuación, se realizará el dimensionamiento de las correas de la cubierta. Para ello se seleccionarán los siguientes parámetros:

- Una flecha máxima de 1/300, según lo establecido en el artículo 4.3.3.1 del CTE DB-SE.
- Se seleccionará 3 como el número de vanos cubiertos por las correas. De esta forma, el programa supondrá una sola correa desde la fachada frontal hasta la fachada posterior.
- Se seleccionará una fijación rígida, que impida que las correas giren.
- Para establecer la separación se tendrá en cuenta que a la longitud del alero se le restarán 0,10 m de distancia a cumbrera y 0,20 m de distancia al canalón y que una separación habitual entre paneles sándwich es de 1,75 m. Con estos datos, se calculará la separación:

$$L_{alero} = \sqrt{8^2 + 0,8^2} - (0,1 + 0,2) = 7,74 \text{ m}$$

Fórmula 11: Cálculo de la longitud del alero

$$N^{\circ} \text{ correas} = \frac{L_{alero}}{\text{Distancia habitual paneles}} = \frac{7,74}{1,75} = 4,42 \rightarrow 4 \text{ correas}$$

Fórmula 12: Cálculo del número de correas

$$\text{Separación} = \frac{L_{alero}}{N^{\circ} \text{ correas}} = \frac{7,74}{4} = 1,94 \text{ m}$$

Fórmula 13: Cálculo de la separación entre correas

- Para el tipo de perfil se seleccionará un perfil conformado con forma en C, ya que es apropiado para usarse como correa y resulta más económico que los perfiles IPE. El tipo de acero seleccionado para este tipo de perfil será acero S235.

Una vez introducidos todos los parámetros, el programa realizará los cálculos necesarios para dimensionar los perfiles. Se seleccionará el perfil con menor peso de entre los perfiles válidos, pues ayudará a abaratar la estructura de la construcción. A igualdad de peso de perfiles se elegirá el de mayor grosor, por si hubiera algún problema de oxidación.

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos de dimensionamiento del perfil de las correas:

Nombre	Peso (kN/m)	Texto de comprobación
CF-160x2.0	0.02	Aprovechamiento: 263.58 %
CF-160x2.5	0.03	Aprovechamiento: 215.25 %
CF-160x3.0	0.04	Aprovechamiento: 183.96 %
CF-180x2.0	0.03	Aprovechamiento: 200.04 %
CF-180x2.5	0.03	Aprovechamiento: 163.04 %
CF-180x3.0	0.04	Aprovechamiento: 139.40 %
CF-200x2.0	0.03	Aprovechamiento: 156.08 %
CF-200x2.5	0.03	Aprovechamiento: 127.29 %
CF-200x3.0	0.04	Aprovechamiento: 108.61 %
CF-225x2.5	0.04	Aprovechamiento: 79.30 %
CF-225x3.0	0.05	Aprovechamiento: 67.49 %
CF-225x4.0	0.06	Aprovechamiento: 53.55 %
CF-250x2.5	0.04	Aprovechamiento: 67.41 %
CF-250x3.0	0.05	Aprovechamiento: 54.15 %
CF-250x4.0	0.07	Aprovechamiento: 41.79 %
CF-275x2.5	0.05	Aprovechamiento: 59.70 %
CF-275x3.0	0.06	Aprovechamiento: 47.86 %

Significado de los iconos:

- Elemento que no cumple alguna comprobación.
- Elemento que cumple todas las comprobaciones.

Figura 60: Resultados del dimensionamiento del perfil de las correas

Fuente: CYPE

De acuerdo con los resultados, el perfil escogido será el CF-225x2.5, que cuenta con unos porcentajes de aprovechamiento de 76,98 % en tensión y 79,30 % en flecha. Los cálculos realizados por el programa se encuentran adjuntos en el punto **1.4.4.1**.



Figura 61: Perfil tipo C empleado en las correas
Fuente: CYPE

1.2.2.5 CÁLCULO DE LOS PERFILES DE LA ESTRUCTURA

1.2.2.5.1 Nave 1

Para poder dimensionar los perfiles de la estructura de las naves se empleará el programa CYPE 3D. A la hora de exportar a CYPE 3D el pórtico previamente diseñado en el Generador de Pórticos, se han considerado los pórticos como biempotrados y se ha seleccionado la opción pandeo en pórticos traslacionales.

Una vez realizada la exportación, en primer lugar, se han definido los pilarillos en ambos hastiales de la estructura. Se ha decidido colocar 2 pilarillos en cada hastial, separados por una distancia de 5,33 m, de esta forma existirá la opción de poner una puerta en el centro de esta fachada de la nave en un hipotético caso futuro, cumpliendo con las exigencias de la compañía.

Estos pilarillos se girarán 90°, para que puedan funcionar contra los empujes del viento.

Una vez definidos los pilarillos, se han dibujado las vigas de atado entre los pórticos y entre los pilarillos y los pórticos. Estas vigas de atado también se girarán, en este caso 5,71° para que coincidan con la pendiente de la cubierta.

También se han incluido unas cruces de San Andrés en los dos pórticos que se encuentran junto a los hastiales, para incrementar la resistencia de la estructura.

Por último, ha sido necesario introducir manualmente los valores de pandeo en aquellas barras que se habían incluido manualmente (pilarillos y vigas de atado):

- En los pilarillos se ha introducido unos coeficientes de pandeo de:
 - 0 en el plano xy, debido al cerramiento de hormigón.
 - 1 en el plano xz por estar articulados en los extremos.

- En las vigas de atado se han articulado sus extremos, y se han introducido unos coeficientes de pandeo de:
 - Pondremos un pandeo de 0 en el plano xz, debido al cerramiento.
 - Pondremos un pandeo de 1 en el plano xy por estar articuladas en los extremos.

Tras haber definido por completo la estructura y haber establecido todas las cargas hipótesis a tener en cuenta en el cálculo de la misma, se ha procedido a escoger los tipos de perfiles para cada uno de los elementos de la estructura:

- En los pilares se han escogido perfiles HEB, por su gran resistencia a esfuerzos de compresión y por la facilidad para colocar los paneles de hormigón prefabricado entre las alas de estos perfiles.
- Para las vigas se han empleado perfiles IPE, por ser más ligeros que los perfiles HBE y por tener un mejor aprovechamiento a esfuerzos de flexión.
- Para los tirantes se han empleado perfiles circulares macizos.

Finalmente se puede realizar el dimensionamiento de los perfiles de la estructura. Realizando el dimensionamiento se ha observado que los perfiles IPE 240 de las vigas de los pórticos centrales, no cumplen por muy poco, teniendo un aprovechamiento de resistencia del 101,45%, como se puede ver en la siguiente imagen:

Perfil	Peso	Resistencia	Flexión	Error
✗ IPE 80	5.97	—	3579.3 %	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 100	8.08	—	739.79 %	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 120	10.36	—	397.81 %	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 140	12.87	610.71 %	233.83 %	
✗ IPE 160	15.78	402.13 %	145.57 %	
✗ IPE 180	18.76	283.82 %	96.06 %	
✗ IPE 200	22.37	197.34 %	68.11 %	
✗ IPE 220	26.22	142.93 %	45.64 %	
✗ IPE 240	30.99	101.45 %	32.59 %	
✓ IPE 270	36.00	73.83 %	21.85 %	
✓ IPE 300	42.23	53.80 %	15.14 %	
✓ IPE 330	49.54	42.51 %	10.75 %	
✓ IPE 360	57.07	31.79 %	7.78 %	
✓ IPE 400	66.33	23.90 %	5.47 %	
✓ IPE 450	77.56	18.09 %	3.75 %	
✓ IPE 500	90.67	13.60 %	2.62 %	
✓ IPE 550	105.90	10.37 %	1.88 %	
✓ IPE 600	123.48	7.90 %	1.37 %	

Figura 62: Comprobación perfiles IPE de las vigas de los pórticos centrales de la Nave 1

Fuente: CYPE

Al comprobar en qué parte del perfil no se cumple con el criterio de resistencia, se observa que solamente se incumple este criterio en la parte final del perfil, como queda representado a continuación:

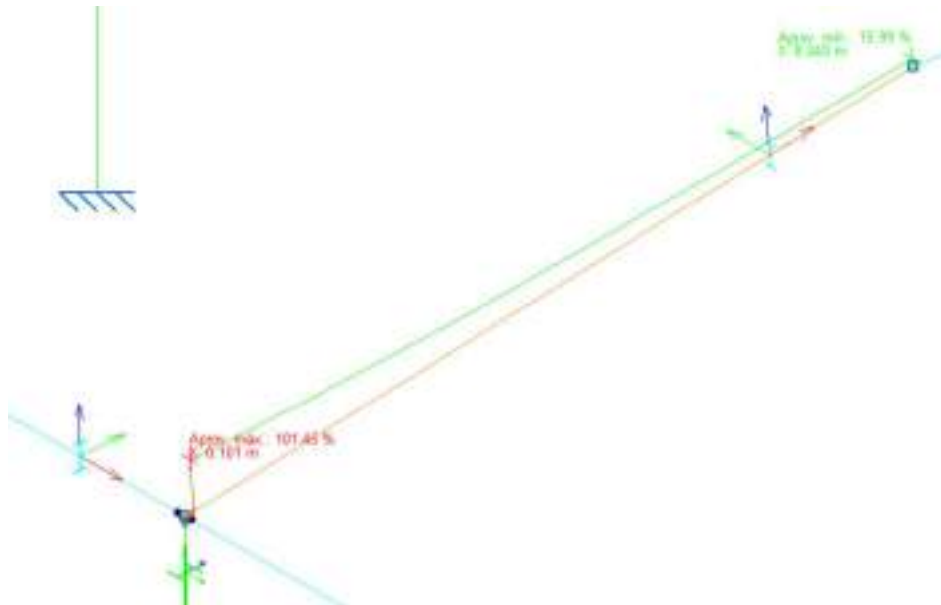


Figura 63: Envolvente Tensión/Aprovechamiento de las vigas de los pórticos centrales de la Nave 1

Fuente: CYPE

Por estos motivos, se ha decidido añadir unas cartelas a estos perfiles, para que pueda emplearse el perfil IPE 240 y evitar tener que emplear el IPE 270, que es más pesado. A continuación, se adjunta la comprobación de resistencia del perfil IPE 240:

Perfil	Peso	Resistencia	Flexión	Errores
✗ IPE 80, Simple con cartelas	9.92	—	1847.4	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 100, Simple con cartelas	13.40	—	865.39	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 120, Simple con cartelas	17.24	—	465.35	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 140, Simple con cartelas	21.48	528.70 %	273.53	
✗ IPE 160, Simple con cartelas	26.24	342.16 %	170.29	
✗ IPE 180, Simple con cartelas	31.30	238.26 %	112.36	
✗ IPE 200, Simple con cartelas	37.09	164.34 %	76.16	
✗ IPE 220, Simple con cartelas	43.50	118.43 %	53.38	
✓ IPE 240, Simple con cartelas	50.65	83.86 %	38.02	
✓ IPE 270, Simple con cartelas	59.77	60.68 %	25.56	
✓ IPE 300, Simple con cartelas	70.36	44.13 %	17.71	
✓ IPE 330, Simple con cartelas	81.66	34.57 %	12.57	
✓ IPE 360, Simple con cartelas	95.03	33.40 %	9.10	
✓ IPE 400, Simple con cartelas	110.59	23.54 %	6.40	
✓ IPE 450, Simple con cartelas	130.30	16.87 %	4.39	
✓ IPE 500, Simple con cartelas	153.26	12.01 %	3.07	
✓ IPE 550, Simple con cartelas	178.75	8.87 %	2.20	
✓ IPE 600, Simple con cartelas	208.21	6.62 %	1.61	

Figura 64: Comprobación perfiles IPE con cartelas de las vigas de los pórticos centrales de la Nave 1

Fuente: CYPE

Tras realizar este cambio, no ha sido necesario realizar ningún cambio más en los perfiles. A continuación, se muestra la estructura con los perfiles seleccionados:

En el documento N°2 Planos, se encuentra el plano de la estructura completa en vista 3D, con cada uno de los perfiles seleccionados.

1.2.2.5.2 Nave 2

Como se mencionaba anteriormente, para esta nave ha sido necesario introducir toda la geometría de la estructura manualmente, pero se han tenido las mismas consideraciones que con la primera nave, es decir, se han considerado los pórticos como biempotrados, y para el pandeo en los pórticos traslacionales se han utilizado los mismos coeficientes que en la Nave 1.

En el hastial frontal se han colocado 2 pilarillos separados una distancia de 5,33 m cada uno, igual que en la Nave 1, aunque para el hastial trasero solo se ha colocado un pilarillo, situado en el centro del hastial, es decir, a 4,2 m de cada uno de los laterales.

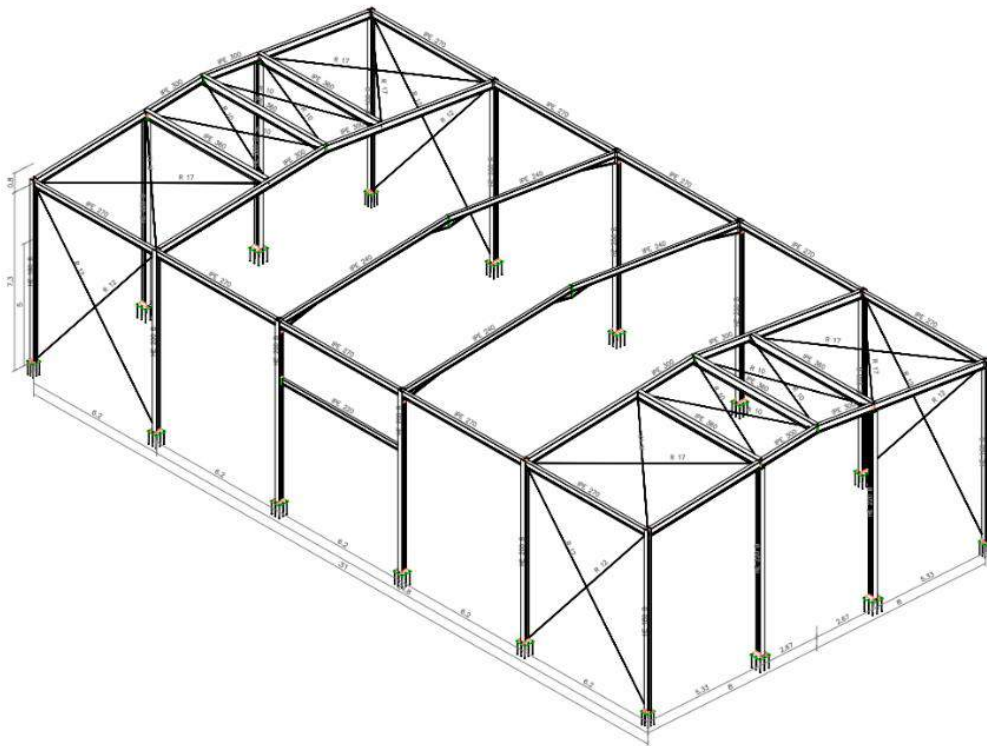


Figura 65: Vista 3D de la estructura de la Nave 1

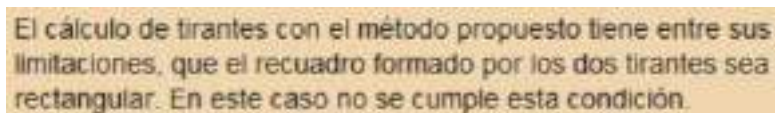
Fuente: Elaboración propia en CYPE

Los pilarillos también se han girado 90° como en la Nave 1.

Del mismo modo, también se han colocado vigas de atado en los mismos puntos que en la Nave 1, y se han girado $5,71^\circ$.

Ha sido necesario girar los pilares del lateral derecho de esta nave con un ángulo de $13,78^\circ$ para poder darle la forma deseada a la nave.

A diferencia de en la Nave 1, no se ha optado por poner cruces de San Andrés, ya que al no tener la estructura una geometría rectangular, el programa CYPE mostraba un mensaje de error, indicando que no podía hacer los cálculos con esa geometría, y que se adjunta a continuación:



El cálculo de tirantes con el método propuesto tiene entre sus limitaciones, que el recuadro formado por los dos tirantes sea rectangular. En este caso no se cumple esta condición.

Figura 66: Mensaje error CYPE 3D por geometría incorrecta con tirantes

Para los coeficientes de pandeo se han utilizado los mismos que los empleados en la Nave 1.

De la misma forma, se han escogido los mismos tipos de perfil que en la Nave 1. Al igual que en la Nave 1, se han utilizado cartelas en los dos pórticos centrales para poder emplear un perfil IPE de menor tamaño en las vigas de esos pórticos.

A continuación, se muestra una imagen de la estructura con los perfiles seleccionados tras realizar el dimensionamiento:

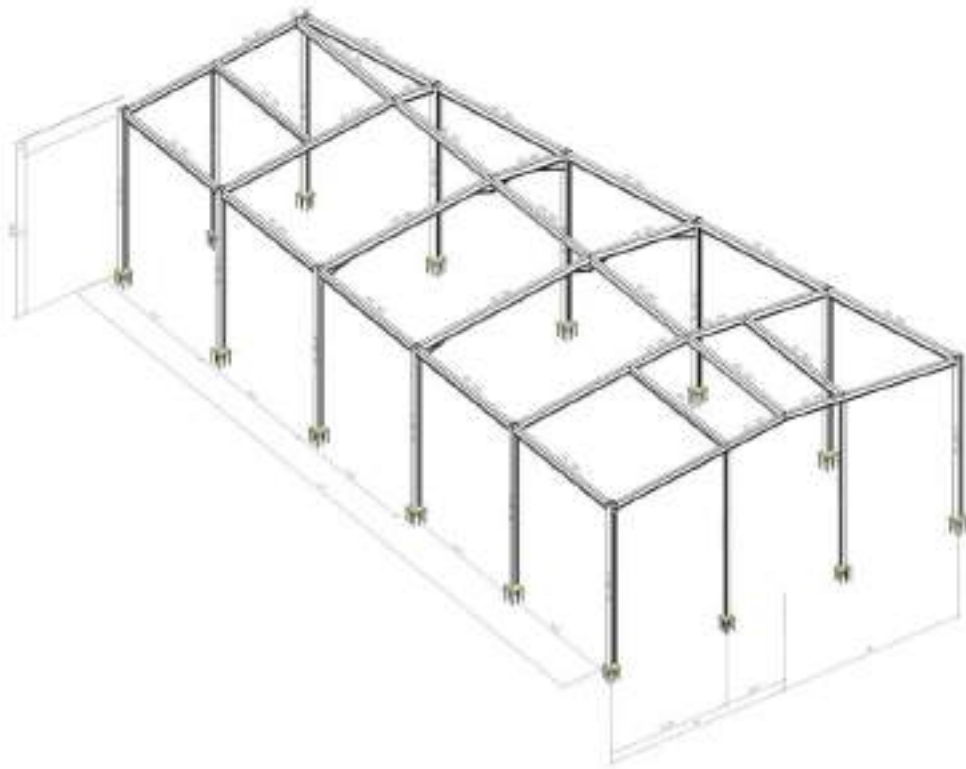


Figura 67: Vista 3D de la estructura de la Nave 2

Fuente: Elaboración propia en CYPE

En el documento N°2 Planos, se encuentra el plano de la estructura completa en vista 3D, con cada uno de los perfiles seleccionados.

1.2.2.6 CÁLCULO DE LAS UNIONES

El programa CYPE 3D permite calcular y dimensionar las uniones de la estructura de ambas naves de forma automática.

Para este caso se han empleado soldaduras en todas las uniones entre perfiles, y el programa ha dimensionado los parámetros de longitud de soldaduras, tamaño de la garganta de las soldaduras y el tamaño de las placas de unión entre los perfiles.

A continuación, se muestra el ejemplo de una de las uniones generadas:

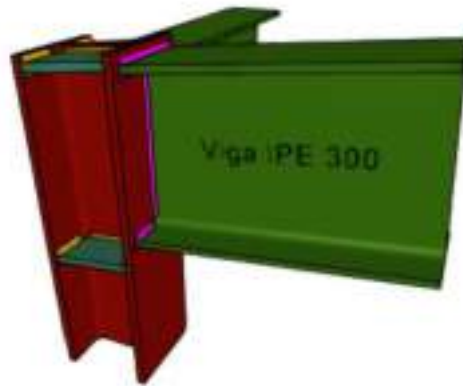


Figura 68: Ejemplo de unión generada en CYPE 3D

Fuente: Elaboración propia en CYPE

En el documento N°2 Planos se encuentran los planos en detalle de las uniones generadas para ambas naves.

1.2.2.7 CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

El programa CYPE 3D también permite calcular de forma automática la cimentación de la estructura. Para ello se ha optado por realizar una cimentación con zapatas cuadradas centradas y con vigas de atado.

Una vez establecidos los parámetros deseados se dimensiona y comprueban las distintas zapatas y vigas de atado. Tras obtener las dimensiones necesarias, se han igualado las dimensiones de las zapatas de tamaño similar, dejando las dimensiones de aquellas de mayor tamaño. De esta forma se simplifica la cimentación y se reducen los riesgos de errores en la ejecución de la obra.

A continuación, se adjuntan las imágenes de los planteamientos de cimentación de ambas naves:

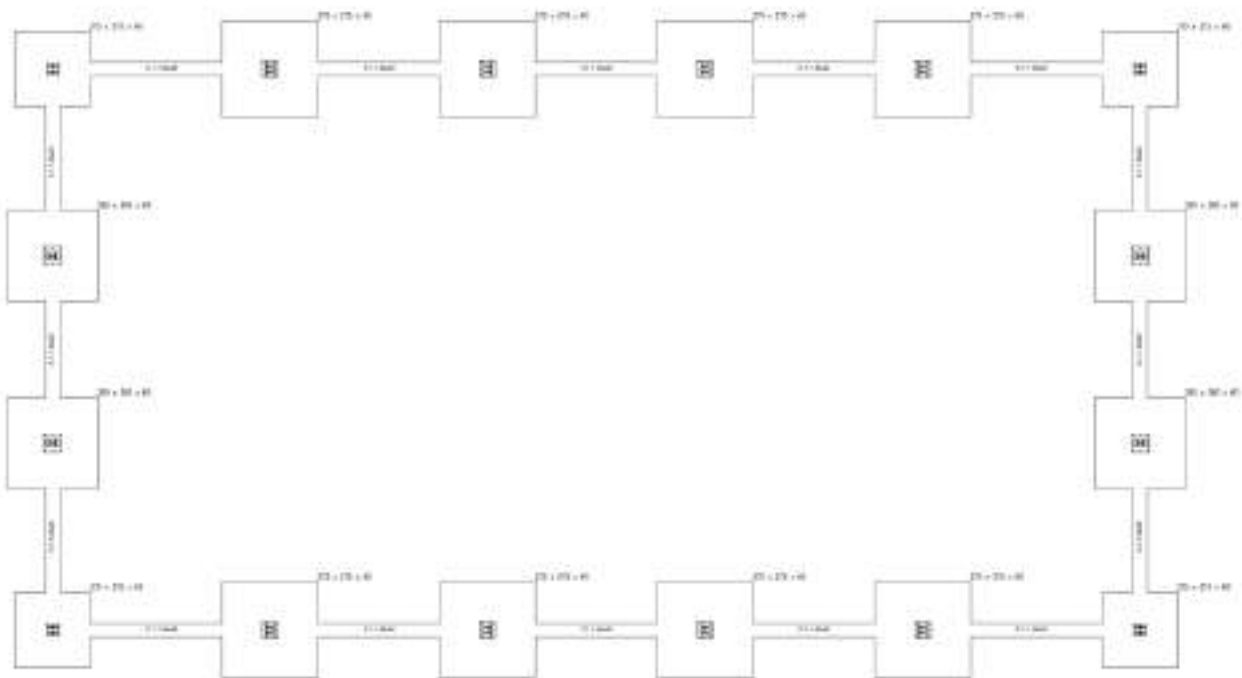


Figura 69: Planteamiento de la cimentación de la Nave 1

Fuente: Elaboración propia en CYPE

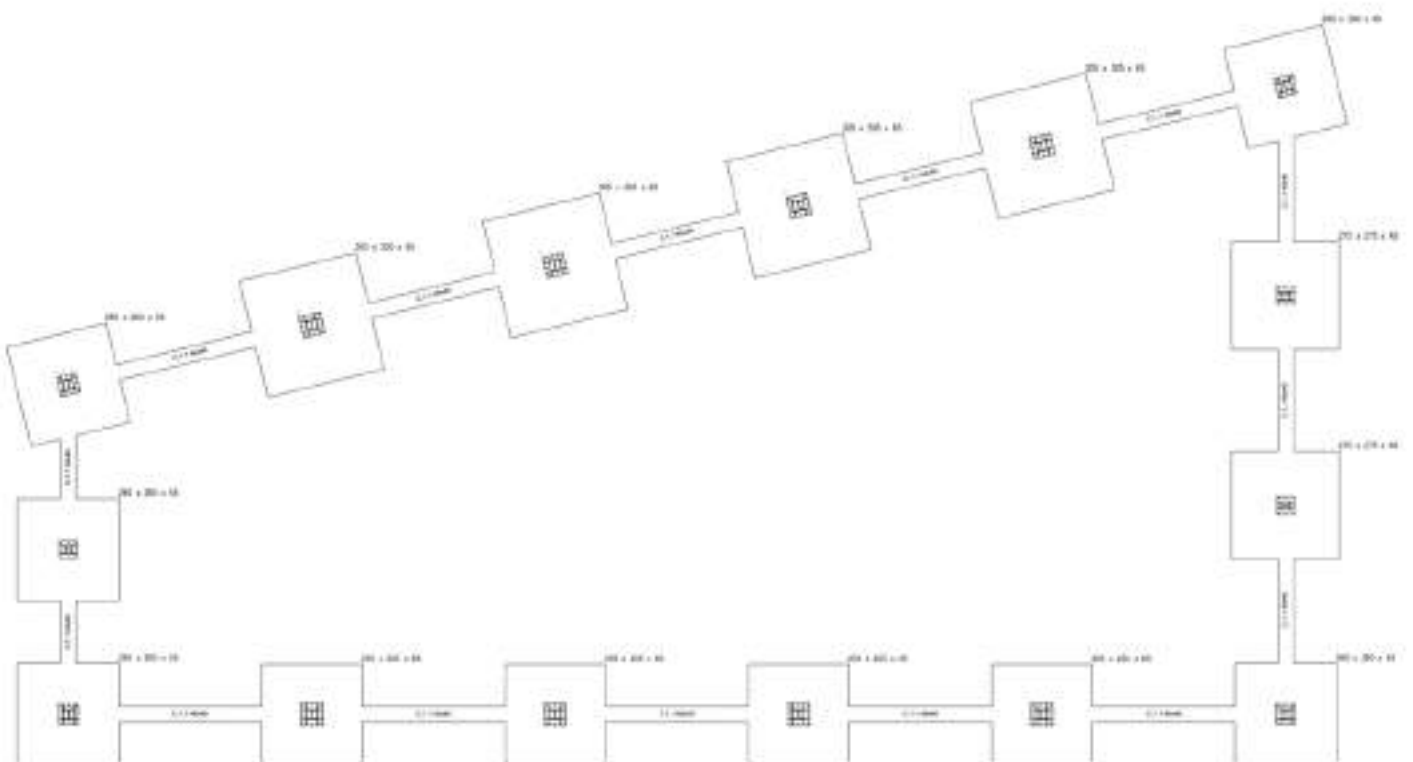


Figura 70: Planteamiento de la cimentación de la Nave 2

Fuente: Elaboración propia en CYPE

En el documento N°2 Planos, se encuentran los planos detallados de los planteamientos de cimentación de ambas naves, así como los planos de detalle de todas las zapatas y vigas de atado con sus dimensiones.

1.2.3 CÁLCULO DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA

Para el sistema de reutilización del agua, será necesario utilizar los elementos ya mencionados anteriormente en el apartado 1.1.2.3, es decir, desarenadores y filtros cerámicos, además de un depósito donde se almacenará el agua tras ser filtrada.

En este sistema será necesario emplear 2 desarenadores distintos que se irán alternando, mientras uno está en uso recogiendo el agua que se emplea en la limpieza de los encofrados, el otro estará lleno de agua del día anterior y estará sedimentando las partículas que había en el agua. Cuando finalice el día, el desarenador que ya ha sedimentado las partículas de desecho se vaciará, haciendo pasar el agua por los filtros cerámicos y estará vacío para que el día siguiente pueda recoger el agua, mientras que el otro desarenador dejará de recoger el agua para poder sedimentar los desechos.

1.2.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS DESARENADORES Y DEPÓSITO

Para dimensionar el tamaño de los desarenadores a emplear, se estimará el consumo de agua diario de las máquinas de agua a presión que se utilizan en las tareas de limpieza del encofrado. El consumo de estas viene dado por el fabricante en la ficha técnica:

CODE CODICE	MODELS MODELLI	PUMP POMPA													
			Ph	V	Hz	bar	MPa	bar	MPa	l/h	HP	kW	kW	kg	(L x W x H) cm
9059 0001	K Xtreme 15/500	TW Premium 500	3	400	50	520	52	100-500	10-50	400-900	20,0	14,7	15,0	175	100 x 75 x 85
9059 0002	K Xtreme 21/350	TW Premium 500	3	400	50	360	36	50-350	5-35	480-1260	20,0	14,7	15,0	175	100 x 75 x 85
9059 0003	K Xtreme 33/250	TW Premium	3	400	50	250	25	30-240	3-24	660-1080	20,0	14,7	15,0	175	100 x 75 x 85
9059 0004	K Xtreme 18/500	TW Premium 500	3	400	50	520	52	100-500	10-50	480-1080	25,0	18,4	18,5	185	100 x 75 x 85
9059 0005	K Xtreme 21/450	TW Premium 500	3	400	50	450	45	100-440	10-44	600-1260	25,0	18,4	18,0	185	100 x 75 x 85
9059 0006	K Xtreme 42/200	TW Premium	3	400	50	200	20	30-190	3-19	1000-2520	25,0	18,4	18,5	185	100 x 75 x 85
9059 0014	K Xtreme 21/500	TW Premium 500	3	400	50	520	52	100-500	10-50	560-1260	30,0	22,1	23,0	200	100 x 75 x 85

Figura 71: Características técnicas máquina de agua a presión

Fuente: Comet Italia

El modelo de las máquinas utilizadas por la empresa es el K Xtreme 15/500, es decir, el primero que aparece en la tabla anterior.

Si estimamos que se están usando $\frac{1}{4}$ del tiempo (hay que tener en cuenta que hay que mover el encofrado hasta el punto de limpieza, ir cambiándolo de posición durante la limpieza y que son piezas muy pesadas y difíciles de maniobrar), y que cuanto se usan se usan con una potencia de entre el 50% y el 100%, se obtiene un consumo diario de unos 1300 – 1800 litros de agua.

Teniendo en cuenta estas estimaciones, el tamaño de los desarenadores debe ser de alrededor de unos 2000 litros, para garantizar que será suficiente. El desarenador elegido para el proyecto es el modelo DES 2200 de la marca ACO Remosa, con una capacidad de 2200 litros.

Para el depósito de agua filtrada se escogerá un tamaño un poco mayor, por si hubiera agua acumulada previamente, se siga pudiendo filtrar la totalidad del agua del desarenador. Se ha escogido el modelo CURVE 3000 de la marca ACO Remosa, con una capacidad de 3000 litros.

1.2.3.2 DISEÑO DE LA LÍNEA DE AGUAS DEL SISTEMA

El diseño de la línea de aguas del sistema de reutilización de agua resulta bastante simple, pues es una instalación con 4 elementos principales solamente, los 2 desarenadores, los filtros y el depósito de almacenamiento de agua.

Los desarenadores se encontrarán conectados en paralelo y las salidas de ambos conectarán en una tubería común que irá directamente a los filtros.

La línea de aguas en los filtros viene dada directamente por el fabricante, y en ella se ve representada toda la línea de aguas de esta instalación, pues la entrada de agua es la tubería que viene de los desarenadores y la salida al depósito de agua ya queda representada en el esquema. A continuación, se adjunta el esquema que proporciona el fabricante:

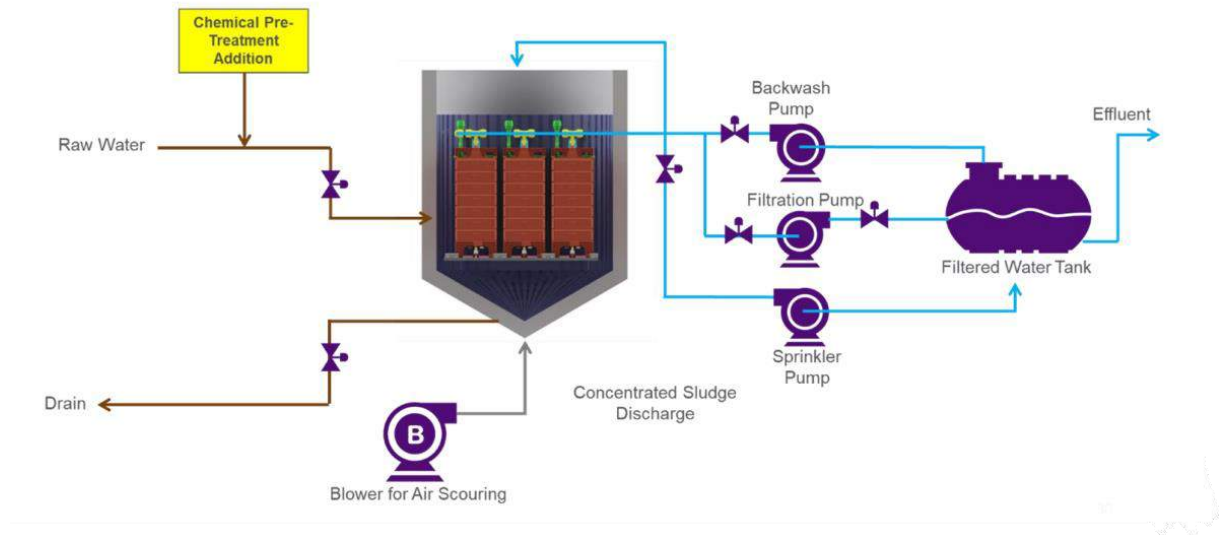


Figura 72: Esquema línea de aguas del sistema de reutilización de aguas

Fuente: Cembrane

En la parte superior izquierda del esquema queda representada la entrada de agua, que viene directamente de los desarenadores.

Además, se observan en el esquema la instalación de las bombas necesarias para mover el agua por el circuito. Estas bombas se escogerán en función de las recomendaciones del fabricante de los filtros.

1.3 ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE ESTUDIO ECONÓMICO

1.3.1 INTRODUCCIÓN	97
1.3.2 ÍNDICES FINANCIEROS EMPLEADOS	97
1.3.2.1 VAN	97
1.3.2.2 TIR	98
1.3.2.3 PRI.....	798
1.3.3 ESTUDIO ECONÓMICO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	99
1.3.3.1 ESTIMACIÓN PRECIO DE LA LUZ EN LOS PRÓXIMOS 25 AÑOS	99
1.3.3.2 ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES.....	101
1.3.3.3 POSIBLES ESCENARIOS	103
1.3.3.4 RESULTADOS.....	103
1.3.4 ESTUDIO ECONÓMICO SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA	105
1.3.4.1 RESULTADOS.....	105

1.3.1 INTRODUCCIÓN

Con este estudio se pretende analizar la rentabilidad del proyecto, para poder establecer si es viable económicamente o no.

Dentro de este estudio se incluirán las partes “prescindibles” de este proyecto, es decir, la instalación fotovoltaica y el sistema de reutilización de agua, ya que la nave industrial debe construirse para que la empresa pueda seguir con sus operaciones, por lo que se intentará realizar con el menor coste posible, pero se llevará a cabo con total seguridad.

Cada una de las partes a analizar se tratarán por separado de forma independiente.

1.3.2 ÍNDICES FINANCIEROS EMPLEADOS

1.3.2.1 VAN

El valor actual neto (VAN), es una herramienta financiera que permite determinar si una inversión o proyecto resulta rentable.

Con esta técnica se calcula el valor actual de todos los flujos de dinero esperados en un futuro (tanto ingresos como gastos), descontándolos a una tasa de interés específica. Si el valor es positivo la inversión dejará beneficios, si el valor es 0 no dejará beneficios ni pérdidas, y si el valor es menor a 0 dejará pérdidas.

La fórmula empleada para calcular el VAN es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Fórmula 14: Fórmula VAN

Donde:

- F_t representa los flujos de dinero en cada período t
- I_0 representa la inversión inicial
- n representa el número total de periodos de tiempo
- k representa el tipo de interés al que se descuenta la inversión

1.3.2.2 TIR

La tasa interna de retorno (TIR), permite conocer la rentabilidad que va a tener la inversión medida en un porcentaje de la inversión inicial.

La TIR está estrechamente ligada con el VAN, pues para calcularla todos los flujos de caja se igualan en el momento inicial de la inversión, generando un VAN igual a 0. De esta forma, se obtiene la tasa de descuento con la que no se tendrían ni beneficios ni pérdidas.

Interpretando el significado de la TIR, se deduce que, si la TIR es mayor que la tasa de descuento, la inversión será rentable, ocurriendo lo contrario si la TIR es menor que la tasa de descuento.

La fórmula empleada para calcular la TIR es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Fórmula 15: Fórmula TIR

Donde:

- F_t representa los flujos de dinero en cada período t
- I_0 representa la inversión inicial
- n representa el número total de periodos de tiempo

1.3.2.3 PRI

El período de recuperación de la inversión (PRI) permite conocer el tiempo que se tardará en recuperar la inversión inicial.

Para su cálculo se van descontando a la inversión inicial los flujos de caja descontados hasta recuperar la inversión, obteniendo el año de recuperación de la inversión. En el año de recuperación de la inversión se utiliza la siguiente fórmula para calcular con más precisión el PRI:

$$PRI = a + \frac{I_0 - b}{F_t}$$

Fórmula 16: Fórmula PRI

Donde:

- a representa el número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial

- I_0 representa la inversión inicial
- b representa la suma de los flujos hasta el final del periodo “a”
- F_t representa el flujo de caja en el año que se recupera la inversión.

1.3.3 ESTUDIO ECONÓMICO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, la instalación fotovoltaica diseñada en este proyecto entra dentro del marco de las instalaciones de autoconsumo con excedentes acogidas a compensación.

De esta forma, se puede obtener un beneficio económico por 2 vías diferentes:

- La primera de ellas es a través del ahorro económico en la factura de la luz. Al consumir la energía eléctrica producida por la instalación fotovoltaica, el consumo en la factura se verá notablemente reducido, consiguiendo un beneficio económico a través de la reducción de los gastos.
- La segunda es el beneficio obtenido de vender los excedentes de energía. En los momentos del día en los que la instalación fotovoltaica produce más energía de la que se está consumiendo, se están generando unos excedentes que se vierten a la red eléctrica y por los que se obtiene una compensación económica.

Por tanto, habrá dos factores determinantes (además de los costes) a la hora de realizar este estudio económico, que son el precio de comercialización de la luz y el precio al que se pagan los excedentes, que serán necesario estimar durante el período de vida útil de la instalación.

Al ser 25 años la vida útil de los módulos fotovoltaicos se establecerá en esta cantidad los años para los que se hará el estudio económico.

1.3.3.1 ESTIMACIÓN PRECIO DE LA LUZ EN LOS PRÓXIMOS 25 AÑOS

Para poder hacer una estimación del precio de la luz en los próximos 25 años, se tomará el precio medio de la luz desde el año 1999 hasta el año 2019, descartando de esta forma los datos durante la pandemia y tras la guerra de Ucrania, que provocaron un descenso y un posterior ascenso descontrolado de los precios de la luz de forma excepcional. Los datos de esos años son los siguientes:

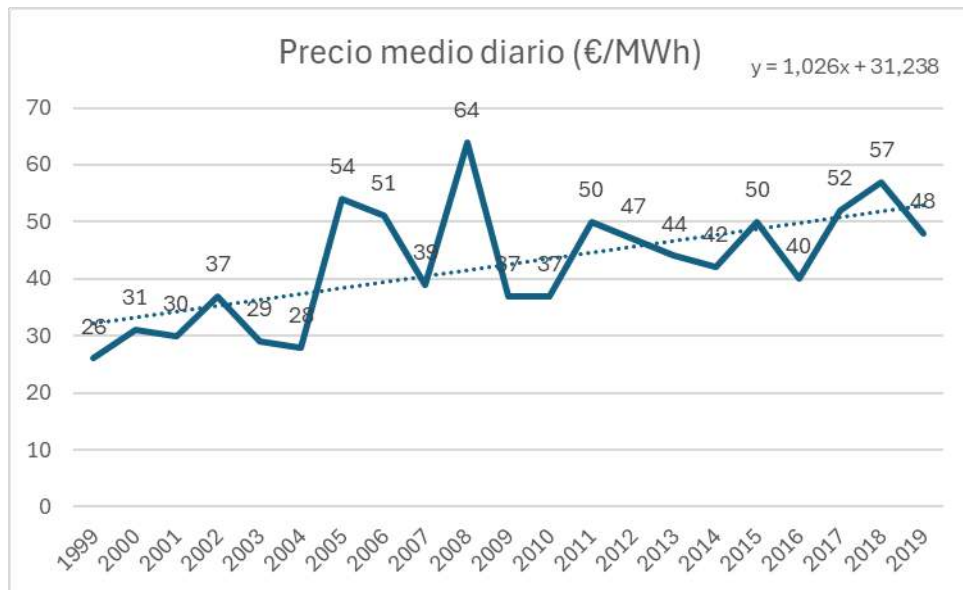


Figura 73: Evolución del precio medio diario de la luz en España en los años 1999-2019

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la fórmula de la tendencia lineal del gráfico es:

$$y = 1,026x + 31,238$$

Empleando esta fórmula para los próximos 25 años podremos obtener una estimación aproximada de los precios de la luz durante la vida útil de la instalación. El resultado de la estimación ha sido:

Año	Estimación del precio medio diario (€/MWh)
2025	52,784
2026	53,81
2027	54,836
2028	55,862
2029	56,888
2030	57,914
2031	58,94
2032	59,966
2033	60,992
2034	62,018
2035	63,044
2036	64,07
2037	65,096
2038	66,122
2039	67,148
2040	68,174
2041	69,2
2042	70,226
2043	71,252
2044	72,278
2045	73,304
2046	74,33
2047	75,356
2048	76,382
2049	77,408
2050	78,434

Tabla 16: Estimación del precio medio diario de la luz en España en los años 2025-2050

Fuente: Elaboración propia

1.3.3.2 ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES

El precio de compensación de excedentes es el precio que la compañía comercializadora de la electricidad paga al usuario por la energía que produce y no consume, vertiéndola a la red. En la actualidad se pueden encontrar tarifas con precio fijo que ofrecen hasta 0,11 € por cada kW vertido a la red (110 €/MWh), si bien nunca siempre es un precio inferior al precio al que venden la energía al usuario.

Teniendo esto en cuenta, se ha observado que el precio al que las compañías compran los excedentes es de alrededor del 60% del precio a los que venden su energía a los usuarios. Por tanto, los precios estimados de compensación de excedentes se han obtenido multiplicando la estimación de precios de la luz por 0,6 obteniendo los siguientes resultados:

Año	Estimación del precio medio de compensación de excedentes (€/MWh)
2025	31,6704
2026	32,286
2027	32,9016
2028	33,5172
2029	34,1328
2030	34,7484
2031	35,364
2032	35,9796
2033	36,5952
2034	37,2108
2035	37,8264
2036	38,442
2037	39,0576
2038	39,6732
2039	40,2888
2040	40,9044
2041	41,52
2042	42,1356
2043	42,7512
2044	43,3668
2045	43,9824
2046	44,598
2047	45,2136
2048	45,8292
2049	46,4448
2050	47,0604

Tabla 17: Estimación del precio medio diario de compensación de excedentes en España en los años 2025-2050

Fuente: Elaboración propia

1.3.3.3 POSIBLES ESCENARIOS

Dependiendo del día y de la hora, habrá momentos en los que la instalación esté produciendo más de lo que se consume, generando excedentes, por tanto, y momentos en los que esté produciendo menos de lo que se consume y por tanto esté consumiendo energía de la red también.

Para poder hacer una estimación precisa de qué porcentaje de la energía producida por la instalación sería necesario comparar el consumo de energía en cada momento de cada día del año, con la producción de energía en cada momento de cada día del año. Debido a la dificultad para realizar esta comparación, se propondrán 3 escenarios distintos:

- **Escenario desfavorable:** Se supondrá que solamente el 50% del total de la energía producida por la instalación fotovoltaica es consumida por la empresa, mientras el 50% restante se vierte a la red eléctrica como excedentes.
- **Escenario neutro:** Se supondrá que solamente el 70% del total de la energía producida por la instalación fotovoltaica es consumida por la empresa, mientras el 30% restante se vierte a la red eléctrica como excedentes.
- **Escenario favorable:** Se supondrá que solamente el 90% del total de la energía producida por la instalación fotovoltaica es consumida por la empresa, mientras el 10% restante se vierte a la red eléctrica como excedentes.

1.3.3.4 RESULTADOS

Para poder calcular el beneficio económico resultante de la instalación fotovoltaica será necesario tomar la producción de energía simulada en un año (80461 kWh) y aplicarle un factor de degradación de las placas de solares, que será de un 2% el primer año y un 0,55% el resto, según las especificaciones del fabricante en la ficha técnica. También se ha tenido en cuenta un coste de mantenimiento de la instalación de 1000 € anuales, que se ha descontado en el apartado de ganancias totales.

Una vez obtenida la producción en los próximos 25 años, se ha combinado con los precios estimados y se han obtenido los resultados para los 3 casos descritos en el apartado anterior. A continuación, se adjuntan las tablas con los resultados, todas de elaboración propia:

CASO DESFAVORABLE						
Año	Precio luz (€/MWh)	Precio excedentes (€/MWh)	Producción fotovoltaica (kWh)	Ahorro en factura de luz	Beneficio excedentes	Ganancias totales
2025	52,784	31,6704	80461,00	2.123,53 €	1.274,12 €	2.397,64 €
2026	53,81	32,286	78851,78	2.121,51 €	1.272,90 €	2.394,41 €
2027	54,836	32,9016	78418,10	2.150,07 €	1.290,04 €	2.440,11 €
2028	55,862	33,5172	77986,80	2.178,25 €	1.306,95 €	2.485,20 €
2029	56,888	34,1328	77557,87	2.206,06 €	1.323,63 €	2.529,69 €
2030	57,914	34,7484	77131,30	2.233,49 €	1.340,09 €	2.573,59 €
2031	58,94	35,364	76707,08	2.260,56 €	1.356,33 €	2.616,89 €
2032	59,966	35,9796	76285,19	2.287,26 €	1.372,36 €	2.659,61 €
2033	60,992	36,5952	75865,62	2.313,60 €	1.388,16 €	2.701,76 €
2034	62,018	37,2108	75448,36	2.339,58 €	1.403,75 €	2.743,33 €
2035	63,044	37,8264	75033,39	2.365,20 €	1.419,12 €	2.784,32 €
2036	64,07	38,442	74620,71	2.390,47 €	1.434,28 €	2.824,76 €
2037	65,096	39,0576	74210,30	2.415,40 €	1.449,24 €	2.864,63 €
2038	66,122	39,6732	73802,14	2.439,97 €	1.463,98 €	2.903,96 €
2039	67,148	40,2888	73396,23	2.464,20 €	1.478,52 €	2.942,73 €
2040	68,174	40,9044	72992,55	2.488,10 €	1.492,86 €	2.980,96 €
2041	69,2	41,52	72591,09	2.511,65 €	1.506,99 €	3.018,64 €
2042	70,226	42,1356	72191,84	2.534,87 €	1.520,92 €	3.055,80 €
2043	71,252	42,7512	71794,78	2.557,76 €	1.534,66 €	3.092,42 €
2044	72,278	43,3668	71399,91	2.580,32 €	1.548,19 €	3.128,51 €
2045	73,304	43,9824	71007,21	2.602,56 €	1.561,53 €	3.164,09 €
2046	74,33	44,598	70616,67	2.624,47 €	1.574,68 €	3.199,15 €
2047	75,356	45,2136	70228,28	2.646,06 €	1.587,64 €	3.233,70 €
2048	76,382	45,8292	69842,03	2.667,34 €	1.600,40 €	3.267,74 €
2049	77,408	46,4448	69457,89	2.688,30 €	1.612,98 €	3.301,28 €
2050	78,434	47,0604	69075,88	2.708,95 €	1.625,37 €	3.334,32 €
					TOTAL	74.639,22 €

Tabla 18: Ganancias económicas obtenidas con un caso desfavorable

CASO NEUTRO						
Año	Precio luz (€/MWh)	Precio excedentes (€/MWh)	Producción fotovoltaica (kWh)	Ahorro en factura de luz	Beneficio excedentes	Ganancias totales
2025	52,784	31,6704	80461,00	2.972,94 €	764,47 €	2.737,41 €
2026	53,81	32,286	78851,78	2.970,11 €	763,74 €	2.733,85 €
2027	54,836	32,9016	78418,10	3.010,09 €	774,02 €	2.784,12 €
2028	55,862	33,5172	77986,80	3.049,55 €	784,17 €	2.833,72 €
2029	56,888	34,1328	77557,87	3.088,48 €	794,18 €	2.882,66 €
2030	57,914	34,7484	77131,30	3.126,89 €	804,06 €	2.930,94 €
2031	58,94	35,364	76707,08	3.164,78 €	813,80 €	2.978,58 €
2032	59,966	35,9796	76285,19	3.202,16 €	823,41 €	3.025,58 €
2033	60,992	36,5952	75865,62	3.239,04 €	832,90 €	3.071,93 €
2034	62,018	37,2108	75448,36	3.275,41 €	842,25 €	3.117,66 €
2035	63,044	37,8264	75033,39	3.311,28 €	851,47 €	3.162,76 €
2036	64,07	38,442	74620,71	3.346,66 €	860,57 €	3.207,24 €
2037	65,096	39,0576	74210,30	3.381,56 €	869,54 €	3.251,10 €
2038	66,122	39,6732	73802,14	3.415,96 €	878,39 €	3.294,35 €
2039	67,148	40,2888	73396,23	3.449,89 €	887,11 €	3.337,00 €
2040	68,174	40,9044	72992,55	3.483,34 €	895,71 €	3.379,05 €
2041	69,2	41,52	72591,09	3.516,31 €	904,19 €	3.420,51 €
2042	70,226	42,1356	72191,84	3.548,82 €	912,55 €	3.461,37 €
2043	71,252	42,7512	71794,78	3.580,87 €	920,79 €	3.501,66 €
2044	72,278	43,3668	71399,91	3.612,45 €	928,92 €	3.541,37 €
2045	73,304	43,9824	71007,21	3.643,58 €	936,92 €	3.580,50 €
2046	74,33	44,598	70616,67	3.674,26 €	944,81 €	3.619,06 €
2047	75,356	45,2136	70228,28	3.704,49 €	952,58 €	3.657,07 €
2048	76,382	45,8292	69842,03	3.734,27 €	960,24 €	3.694,51 €
2049	77,408	46,4448	69457,89	3.763,62 €	967,79 €	3.731,41 €
2050	78,434	47,0604	69075,88	3.792,53 €	975,22 €	3.767,75 €
TOTAL						84.703,15 €

Tabla 19: Ganancias económicas obtenidas con un caso neutro

CASO FAVORABLE						
Año	Precio luz (€/MWh)	Precio excedentes (€/MWh)	Producción fotovoltaica (kWh)	Ahorro en factura de luz	Beneficio excedentes	Ganancias totales
2025	52,784	31,6704	80461,00	3.822,35 €	254,82 €	3.077,17 €
2026	53,81	32,286	78851,78	3.818,71 €	254,58 €	3.073,29 €
2027	54,836	32,9016	78418,10	3.870,12 €	258,01 €	3.128,13 €
2028	55,862	33,5172	77986,80	3.920,85 €	261,39 €	3.182,24 €
2029	56,888	34,1328	77557,87	3.970,90 €	264,73 €	3.235,63 €
2030	57,914	34,7484	77131,30	4.020,28 €	268,02 €	3.288,30 €
2031	58,94	35,364	76707,08	4.069,00 €	271,27 €	3.340,27 €
2032	59,966	35,9796	76285,19	4.117,07 €	274,47 €	3.391,54 €
2033	60,992	36,5952	75865,62	4.164,48 €	277,63 €	3.442,11 €
2034	62,018	37,2108	75448,36	4.211,24 €	280,75 €	3.491,99 €
2035	63,044	37,8264	75033,39	4.257,36 €	283,82 €	3.541,19 €
2036	64,07	38,442	74620,71	4.302,85 €	286,86 €	3.589,71 €
2037	65,096	39,0576	74210,30	4.347,71 €	289,85 €	3.637,56 €
2038	66,122	39,6732	73802,14	4.391,95 €	292,80 €	3.684,75 €
2039	67,148	40,2888	73396,23	4.435,57 €	295,70 €	3.731,27 €
2040	68,174	40,9044	72992,55	4.478,57 €	298,57 €	3.777,15 €
2041	69,2	41,52	72591,09	4.520,97 €	301,40 €	3.822,37 €
2042	70,226	42,1356	72191,84	4.562,77 €	304,18 €	3.866,95 €
2043	71,252	42,7512	71794,78	4.603,97 €	306,93 €	3.910,90 €
2044	72,278	43,3668	71399,91	4.644,58 €	309,64 €	3.954,22 €
2045	73,304	43,9824	71007,21	4.684,60 €	312,31 €	3.996,91 €
2046	74,33	44,598	70616,67	4.724,04 €	314,94 €	4.038,98 €
2047	75,356	45,2136	70228,28	4.762,91 €	317,53 €	4.080,44 €
2048	76,382	45,8292	69842,03	4.801,21 €	320,08 €	4.121,29 €
2049	77,408	46,4448	69457,89	4.838,94 €	322,60 €	4.161,53 €
2050	78,434	47,0604	69075,88	4.876,11 €	325,07 €	4.201,18 €
TOTAL						94.767,07 €

Tabla 20: Ganancias económicas obtenidas con un caso favorable

Teniendo en cuenta que el presupuesto estimado para la instalación fotovoltaica son unos 51000 €, (el presupuesto detallado se puede encontrar en el documento N°4), y que la instalación se financiará con fondos propios, exigiendo los accionistas una rentabilidad del 5%, los valores del VAN, TIR y PRI obtenidos para cada uno de los casos son:

CASO	VAN	TIR	PRI	TASA DE DESCUENTO
DESFAVORABLE	-6.474,68 €	2,87%	-	4%
NEUTRO	-423,87 €	3,93%	-	4%
FAVORABLE	5.626,94 €	4,93%	22 años, 5 meses, 5 días	4%

Tabla 21: Resultado índices financieros instalación fotovoltaica

Como se observa, para obtener una rentabilidad del 4% anual, solo valdría la situación favorable, aunque con la situación neutra se obtendría una rentabilidad prácticamente igual.

Teniendo en cuenta también que actualmente el precio de la luz se encuentra muy por encima de las estimaciones realizadas, que son bastante conservadoras, se podría realizar el proyecto garantizando una rentabilidad casi igual o superior a la rentabilidad exigida en 2 de los 3 escenarios planteados, por lo que es viable económicamente.

1.3.4 ESTUDIO ECONÓMICO SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUA

Para este sistema, la única fuente de beneficio es el ahorro económico en la factura del agua, por lo que único factor determinante es el precio del agua (además del coste de la instalación).

1.3.4.1 RESULTADOS

Para poder calcular los resultados se ha considerado un consumo diario de 1500 litros de agua al día, que entra dentro del rango de consumo calculado en el apartado 1.2.3.1. Además, se considerará que solamente se consigue recoger un 80% del agua empleada. De este modo, el ahorro obtenido en un año sería el siguiente:

Año	Precio agua (€/l)	Agua reutilizada al día (l)	Días laborables	Ahorro
2024	0,00147	1200	252	444,53 €

Tabla 22: Ahorro anual con sistema de reutilización de agua

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que solamente el precio de los desarenadores y el depósito de agua ya se encontraría por encima de los 4000 € al contar el precio de instalación, se tardaría unos 10 años en amortizar solamente estos elementos (sin ni siquiera haber tenido en cuenta las tasas de descuento).

Si a estos gastos se suman los filtros cerámicos, las bombas de agua, el coste de instalación del resto de elementos y los gastos de mantenimiento de la instalación, se puede deducir que el tiempo de amortización de la instalación va a ser altísimo o incluso no llegará nunca a amortizarse, por lo que claramente no merece la pena realizarla.

En un futuro en el que el precio del agua suba mucho (el precio usado es el de la Comunidad de Madrid a comienzos de 2024), quizás esta instalación con algunos cambios para reducir su coste podría resultar interesante económicamente para la empresa.

1.4 ANEJOS

ÍNDICE ANEJOS

1.4.1 FICHAS TÉCNICAS	109
1.4.1.1 FICHA TÉCNICA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	109
1.4.1.2 FICHA TÉCNICA INVERSOR FOTOVOLTAICO:	111
1.4.1.3 FICHA TÉCNICA FILTROS CERÁMICOS	113
1.4.1.4 FICHA TÉCNICA DESARENADOR	127
1.4.1.5 FICHA TÉCNICA DEPÓSITO DE AGUA	128
1.4.2 SIMULACIÓN PVSYSST.....	129
1.4.3 INFORME GEOTÉCNICO:	136
1.4.4 CÁLCULOS CYPE:	190
1.4.4.1 CÁLCULO CORREAS.....	190
1.4.4.2 CÁLCULOS NAVE 1.....	194
1.4.4.3 CÁLCULOS NAVE 2.....	240

1.4.1 FICHAS TÉCNICAS

1.4.1.1 FICHA TÉCNICA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS







HiKu

SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE
430 W – 455 W
CS3W-430 | 435 | 440 | 445 | 450 | 455MS

MORE POWER

-  26 % more power than conventional modules
-  Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost
-  Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low Temperature coefficient (Pmax): -0.35 % / °C
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  Lower internal current,
lower hot spot temperature
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*

25 years linear power output warranty*

12 years enhanced product warranty on materials and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / VDE / CE / MCS / INMETRO
UL 1709 / CSA / IEC 61701 EDO / VDE / IEC 62716 / VDE / IEC 60068-3-6B / SGS
UNE 9177 Reaction to Fire Class 1 / Take-easy



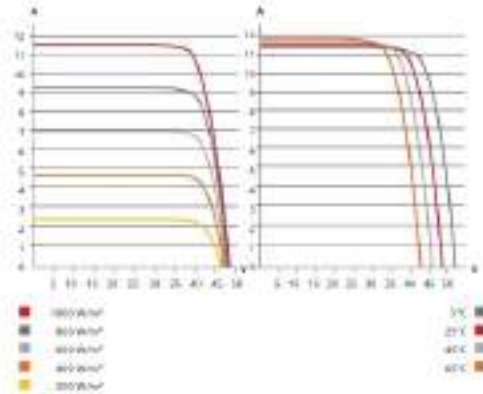
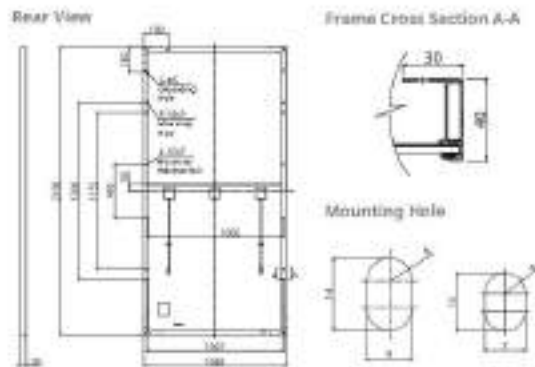
*As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 40 GW deployed around the world since 2001.

*For detail information, please refer to Installation Manual

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

C53W-435MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3W	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS	455MS
Nominal Max. Power (Pmax)	430 W	435 W	440 W	445 W	450 W	455 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	46.3 V	46.5 V	46.7 V	46.9 V	47.1 V	47.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.68 A	10.75 A	10.82 A	10.89 A	10.96 A	11.02 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.3 V	48.5 V	48.7 V	48.9 V	49.1 V	49.3 V
Short Circuit Current (Isc)	11.37 A	11.42 A	11.48 A	11.54 A	11.60 A	11.65 A
Module Efficiency	19.5%	19.7%	19.9%	20.1%	20.4%	20.6%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ +10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT®

CS3W	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS	455MS
Nominal Max. Power (Pmax)	321 W	325 W	328 W	332 W	336 W	339 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.6 V	37.8 V	37.9 V	38.1 V	38.3 V	38.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.54 A	8.59 A	8.65 A	8.71 A	8.76 A	8.82 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.4 V	45.6 V	45.8 V	46.0 V	46.2 V	46.4 V
Short Circuit Current (Isc)	9.17 A	9.21 A	9.26 A	9.31 A	9.36 A	9.41 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 880 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 (2 X (12 X 6))
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) ± 350 mm (13.8 in) ± 350 mm Landscape: 1400 mm (55.1 in) ± 350 mm leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in) ± 350 mm
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVQ2
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.35 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.27 % / °C
Temperature Coefficient (IsC)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION

*The specifications and key features contained in this dataset may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Casual Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustments to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

May 2003. All rights reserved. Fit Module Product Data Sheet V1.04 EN

1.4.1.2 FICHA TÉCNICA INVERSOR FOTOVOLTAICO:

SUN2000-30/36/40KTL-M3
Smart PV Controller



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



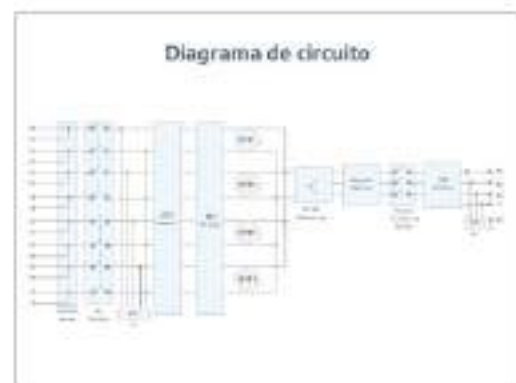
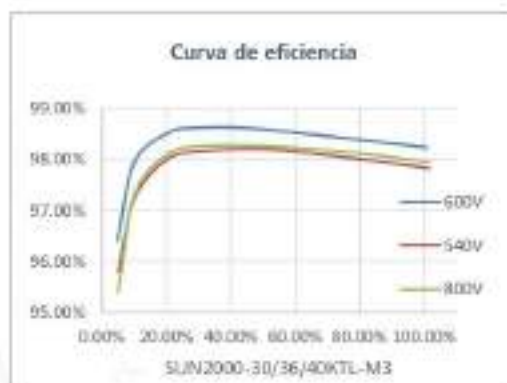
Seguro

Diseño sin fusibles



Confiable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



SOLAR HUAWEI.COM/ES/

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia	98.7%		
Eficiencia europea ponderada	98.6%		
Entrada			
Tensión máxima de entrada	1.100 V		
Intensidad de entrada máxima por MPPT	26 A		
Intensidad de corriente máxima	40 A		
Tensión de arranque	200 V		
Rango de tensión de operación *	200 V ~ 1000 V		
Tensión nominal de entrada	600 V		
Cantidad de entradas	8		
Cantidad de MPPTs	4		
Salida			
Potencia nominal activa de CA	30.000 W	36.000 W	40.000 W
Máx. potencia aparente de CA	33.000 VA	40.000 VA	44.000 VA
Tensión nominal de Salida	230 Vac / 400 Vac, 3WN-PE		
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz		
Intensidad nominal de salida	83.3 A	82.0 A	87.8 A
Máx. intensidad de salida	87.0 A	86.0 A	91.8 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ~ 0.9 LD		
Máx. distorsión armónica total	< 3%		
Características y protecciones			
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	SI		
Protección anti-iso	SI		
Protección contra sobretensión de CA	SI		
Protección contra polaridad inversa CC	SI		
Monitorización anti-dc string	SI		
Descargador de sobretensiones de CC	SI		
Descargador de sobretensiones de CA	SI		
Detección de resistencia de aislamiento CC	SI		
Monitorización de corriente residual	SI		
Protección ante fallo por arco eléctrico	SI		
Control del receptor ripple	SI		
Recuperación PID integrada	SI		
Comunicación			
Display	Indicadores LED, WLAN integrado + FusionSolar APP		
RS485	SI		
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-PE (Opcional)		
Monitoring BUS (MBUS)	4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)		
	SI (transformador de aislamiento requerido)		
Especificaciones generales			
Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)	640 x 330 x 270 mm (25.2 x 13.0 x 10.6 inch)		
Peso (KI) de herramientas para soporte de suelo incluido	43 kg (94.8 lb)		
Nivel de ruido	≤ 45 dB		
Rango de temperatura en operación	-25 ~ + 40 °C (-13 °F ~ 104 °F)		
Ventilación	Convección natural		
Máx. Altitud de operación	0 ~ 4.000 m (13.123 ft.)		
Humedad relativa	0% RH ~ 100% RH		
Conector de CC	Stäubli MC4		
Conector de CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT		
Grado de Protección	IP 65		
Tipología	Sin transformador		
Consumo de energía durante la noche	≤ 0.5W		
Compatibilidad con optimizador			
Optimizador compatible con CC (VRS)	SUN2000-450W-P		
Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)			
Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50438, IEC 62114, IEC 60068, IEC 61683		
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1/-2, BDEW, G99-3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 441, RD 1699, P.O. 12.5/20 413, EN 50438-Turkey, EN 50438-stand, C10/11, MEA, Resolución No 2, IEC 60073-1, AS/NZS 4777.2, COWA		

1.4.1.3 FICHA TÉCNICA FILTROS CERÁMICOS



CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DESTROY
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



Technical Brochure for Cembrane SiCBlox™ FX series

Read before taking product in use



Prepared by: Cembrane a/s, Nøglegårdsvej 10, 3540 Lyngø

Version: 1.9

Notice

The data and information contained in this document are based upon technical testing by Cembrane, and is to the best of our knowledge reliable. Cembrane cannot control design and operating conditions, and consequently does not assume any liability for results obtained or damage incurred through the application of the information provided herein.

CEMBRANE A/S · NØGLEGÅRDSVEJ 10 · 3540 LYNØ · DENMARK · SALES@CEMBRANE.COM · WWW.CEMBRANE.COM

2

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISTRIBUTE
 WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



Table of content

1	Technology overview.....	1
2	Value propositions.....	4
3	Operational capabilities.....	5
4	Application areas.....	6
5	Filtration principle & how it works.....	7
5.1	Sprinkler cleaning feature.....	8
5.2	Process flow sheet.....	10
6	Product – Module towers & racks.....	11
6.1	KEY FEATURES.....	11
7	Membrane specification.....	12
8	Module & tower specification.....	13
8.1	Module tower parts.....	14
		14

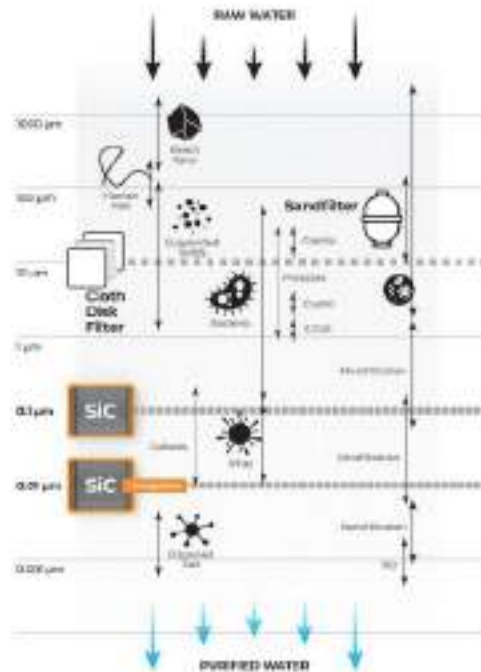
CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DESTROY
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



1 Technology overview

A Cembrane membrane is a solid-liquid separation technology that works as a membrane barrier to various contaminants, including:

- Suspended solids
- Turbidity
- Bacteria, viruses & algae
- PFAS/PFOs & Micropollutants
- Oil
- Heavy metals
- Dissolved substances when combined with integrated absorption & coagulation



CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISTRIBUTE
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE

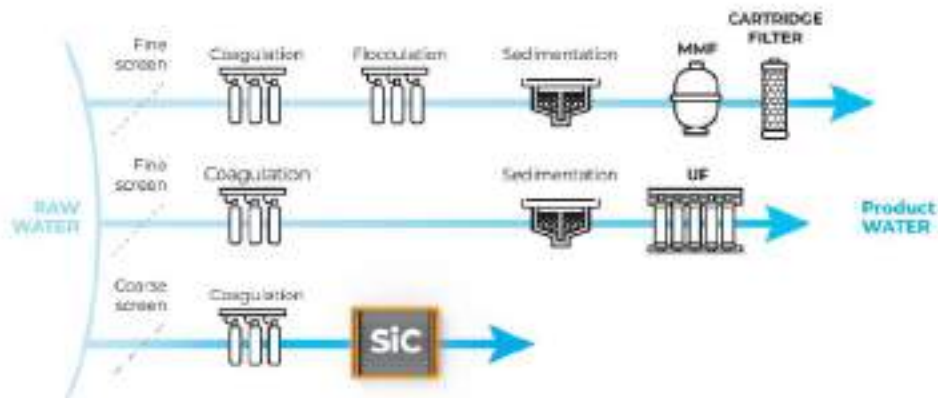


2 Value propositions

Our proprietary Silicon Carbide (SiC) membrane & module provides some unique advantages in water- & wastewater treatment:-

- **High flux rate** reduces footprint, energy & chemical consumption
- **Chemically inert** provides high chemical resistance & no permeability decline
- **Negatively charged surface** reduces fouling of organics and oil
- **Extremely hard & durable** makes it easy to clean
- **High solids loading** capability from few ppm to several % of TSS loading
- **Simplified flow sheet** combine filtration with sedimentation, flotation & absorption into one process step

The ability of SiC membrane to withstand high incoming solids loading and resist heavy foulants, allows the user to simplify their flow sheet, resulting in reduction in footprint, cost and complexity, see below illustration:



CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISTRIBUTE
 WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



3 Operational capabilities

A Cembrane membrane and module is highly durable and hence able to effectively treat wide range of water sources.

Operational capabilities	
Solids loading tolerance (TSS)	1 ppm – 50,000 ppm
Temperature	2-60°C
Abrasive media in feed water	No limitations
Chemical tolerance	pH 2-12
Fat, Oil & Grease tolerance	Up to 400 ppm
Intermittent operation & dry storage	Allowed
Operational flux rate	1-1000 LMH

4 Application areas

<i>Drinking water</i>	<i>Industrial wastewater</i>	<i>Municipal wastewater</i>
Sandfilter rehabilitation	Scrubber wastewater	MBR
Filter backwash water recovery	Coal chemical industry	Sludge thickening of activated sludge
Surface- & sea water	Food & Beverage	Treated Sewage Effluent (TSE)
PFAS & Micro-Pollutant removal	Electronic & Semiconductor industry	Storm water overflow
Ground water both sweet & brackish	Produced water	
Pre-treatment to Reverse Osmosis	Mining	
	Oily wastewater	
	Petrochemical	

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DESTROY
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE

cembrane
clean water for life

5 Filtration principle & how it works

The filtration principle is submerged outside in, where clean water is drawn through the membrane with suction pressure. Suspended solids & bacteria are rejected on the membrane surface forming a cake layer while clean water is passing through the membrane body and is collected at both end caps.

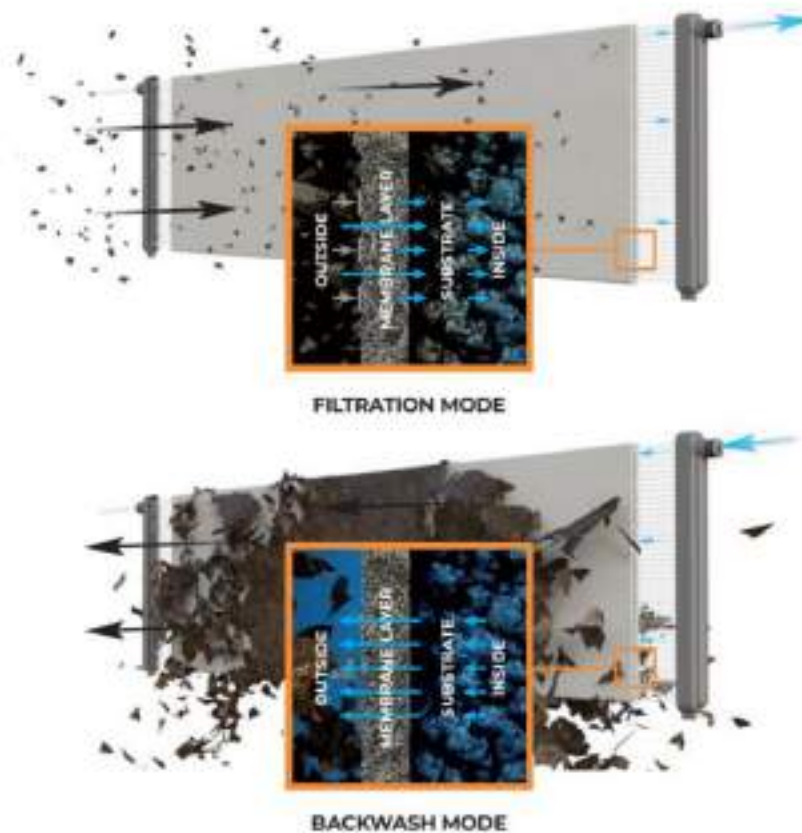


Figure 1 Illustration of outside-in filtration principle on a single membrane sheet

Video illustration: https://www.youtube.com/watch?v=1110y0KIRI6&feature=emb_imp_woyt

CEMBRANE A/S · NØGLE GÅRDSVEJ 10 · 3540 LYNØ · DENMARK · SALES@CEMBRANE.COM · WWW.CEMBRANE.COM

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISTRIBUTE
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE

cembrane
clean water for life

The permeate water from each of the 42 membrane sheets is collected inside both ends of the membrane module permeate lines and finally runs through the top permeate module manifold. During backwash, the flow rate is reversed to push off the solids build up on the membrane surface.

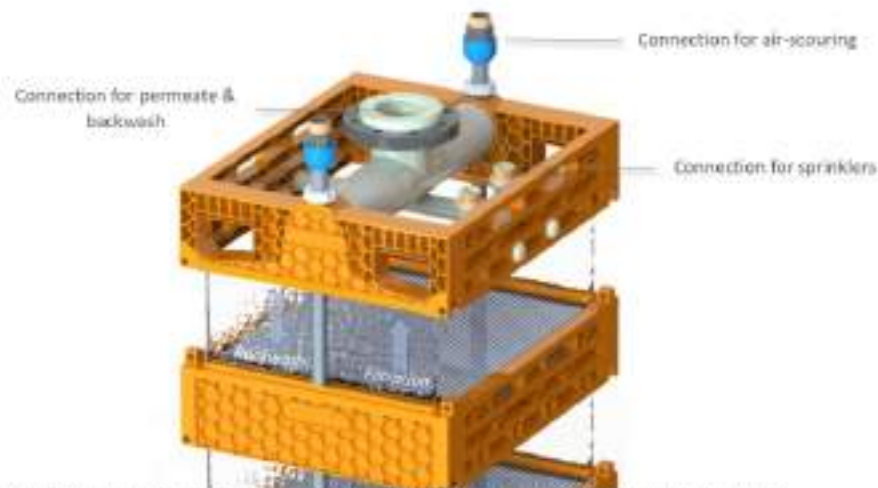


Figure 2 Illustration of water flow through the integrated permeate channels inside the membrane module.

5.1 Sprinkler cleaning feature

Top permeate module comes with integrated sprinkler system. Two pipes with engineered hole pattern, provides an even water jet distribution over the membrane modules. The sprinkler system serves two main purposes:

1. After membrane tank is drained, spraying of permeate-, tap- or service water to mechanically remove debris & sludge trapped between the membranes.
2. Chemical spray cleaning over the membranes. The capillary forces of the membrane will absorb the chemical solution and clean the membranes where it is needed. This has the following advantages:
 - a) Replaces conventional CIP cleaning.
 - b) Reduces chemical consumption with 95% compared to conventional CIP.

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISTRIBUTE
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE

cembrane
check water for life

c] Keeps chemicals on the feed side & doesn't come into contact with permeate line

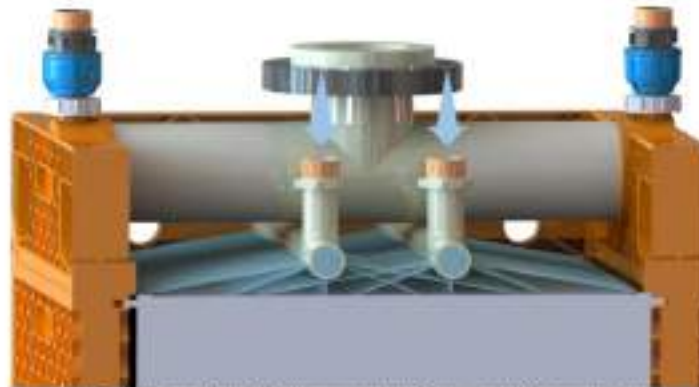


Figure 3 Illustration of module tower cross section showing distributor spray in action

Check out video animation of functionalities: <https://www.youtube.com/watch?v=Wz10sp6VzY>

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISSEMINATE
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



5.2 Process flow sheet

This versatility of Cembrane SiC membrane technology, enables a wide range of use cases and allows the user to combine several process steps into one:

- Membrane filtration
- Sedimentation
- Flotation
- Absorption

This allows not only removal of suspended solids & bacteria, but also PFAS, dissolved organics, Heavy metals & radioactive isotopes in one filtration step!

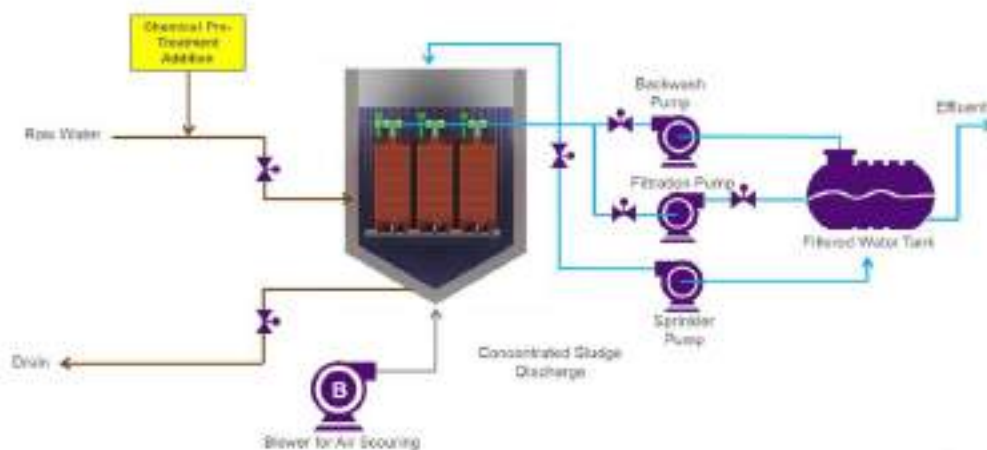


Figure 4 Simplified flow sheet

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISTRIBUTE
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



6 Product – Module towers & racks

The membrane sheets are fitted in a square module consisting of 42 membrane sheets that are individually interchangeable. The modules are submersible & can be stacked individually on top of each other up to 15 modules in total. The membrane surface area is the determining factor for the capacity of the installation, the more surface area the more flow through the plant. Filtered water from each single plate is collected inside the module housing and transported to the top header integrated in both module housing sides.



6.1 KEY FEATURES

- Lifting from top module
- Applicable in saline & aggressive water (No Steel parts)
- Reinforced ceramic & module structure
- Improved packing density
- Integrated aeration, permeate & sprinkler inside module tower
- Bottom connection to permeate line
- Check out video animation of module features:
<https://www.youtube.com/watch?v=G60jfdLcdtA&t=2s>

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISSEMINATE
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



7 Membrane specification



Classification	
Item code	SICPS-00163-00-T-145-561
Membrane type	Submerged Flat sheet
Operation mode	Out-to-in filtration
Pore size	0,1 µm
Clean water permeability	>3.000 LMH/bar @20° C
Certification	NSF61 HOT (60° C)
Material	
Membrane material	Silicon Carbide (SiC) ceramic
End-cap material	PPS 40% Glass fill
O-ring	EPDM (Viton or NBR on demand)
Potting material	PU
Dimensions	
Membrane surface area	0,164 m²
Length	575 mm
Width	145/154 mm
Thickness	6/11 mm
Weight	0,9 kg

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DISTRIBUTE
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



8 Module & tower specification

Specification

Item code	SICBlox™ FX Series
Number of flat sheet membranes pr. module	42 pcs
Active membrane surface pr. module	6,9 m ²
Module material	PPO/PS GF
Piping material	PP
Clean water permeability	>3.000 LMH/bar
Maximum suction pressure	-0,7 bar
Maximum backwash pressure	1,2 bar
Certification	NSF61 HOT (60° C)

Dimensions & connections

Internal aeration pipe dimensions	OD32 / ID28 mm
Sprinkler pipe dimensions	OD40 mm
Top permeate module dimensions	L700xW570xH250 mm
Permeate manifold dimensions	OD110 / ID90 mm
Membrane module dimensions	L700xW570xH160 mm
Base module dimensions	L700xW570xH260 mm
Allowable stacking height	1-15 modules
Air-scouring connection	2x R1 1/4" Thread
Sprinkler pipe connection	R1 1/4" Thread
Bottom permeate connection	1 1/2" thread BSP
Top permeate connection	Flange DN100 (ISO 7005 PN10)

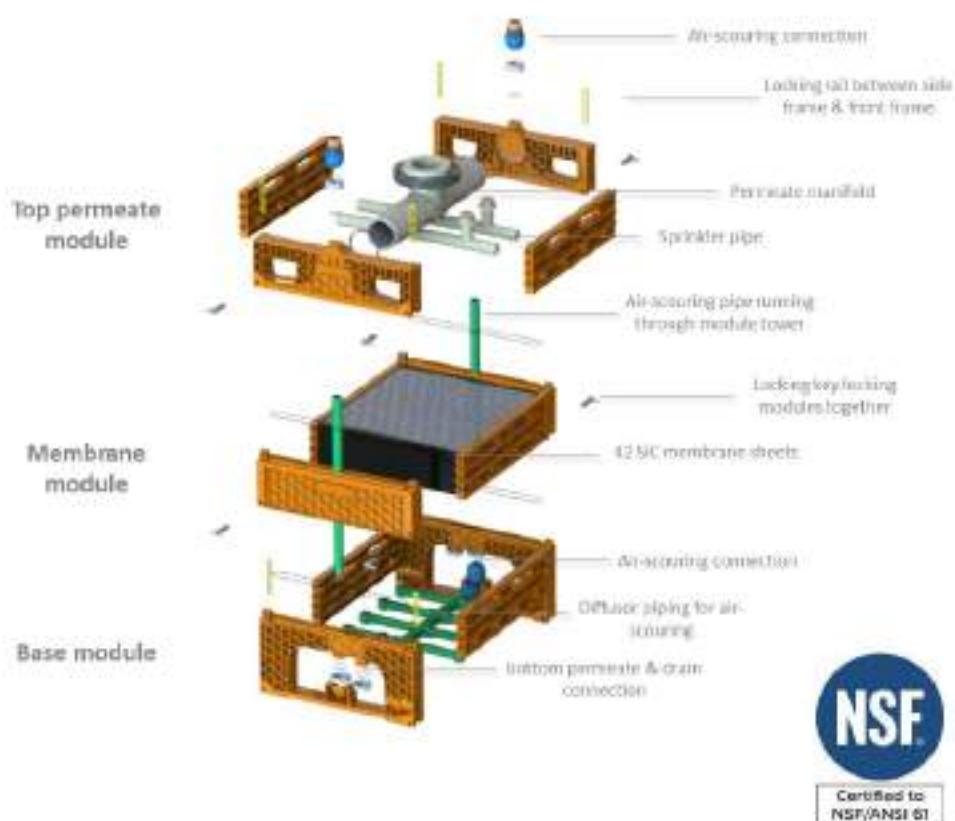
Weight & displacement volume

Dry weight Top-/Filter-/Base module	10/44/9 kg
Wet weight Top-/Filter-/Base module	11/56/9 kg
Displacement volume Top-/Filter-/Base module	8/16/7 liter

CONFIDENTIAL INFORMATION DO NOT DESTROY
WITHOUT CONSENT FROM CEMBRANE



8.1 Module tower parts



For more information explore our [Youtube](#)-, [Linkedin](#)- & [Web](#) page!

CEMBRANE A/S · NOGLEGÅRDSVEJ 10 · 3540 LYNØ · DENMARK · SALES@CEMBRANE.COM · WWW.CEMBRANE.COM

1.4.1.4 FICHA TÉCNICA DESARENADOR

Separadores de hidrocarburos

DESARENADORES

DESARENADORES

Especialmente indicados para separar las arenas y tierras arrastradas por las aguas que luego se tratan en los separadores de hidrocarburos

FUNCIONAMIENTO

Las aguas sucias, con un alto contenido en sólidos, son interceptadas en el desarenador donde son retenidas produciéndose la decantación de las arenas y tierras.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DES (FORMATO CILÍNDRICO)

REFERENCIA	Volumen l	D mm	H mm	Ø Boca acceso mm	Ø Tubería mm	Peso Kg
DES 1000	1.000	1.150	1.300	410	110	30
DES 2200	2.200	1.600	1.470	567	160	55
DES 3000	3.000	1.740	1.540	567	160	65
DES 4000	4.000	2.120	1.600	567	200	90
DES 5000	5.000	2.130	2.030	567	200	104



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DES (FORMATO CISTERNA)

REFERENCIA	Volumen l	D mm	L mm	Ø Boca acceso mm	Ø Tubería mm	Peso Kg
DES 10000	10.000	2.000	3.700	567	315	504
DES 13000	12.000	2.000	4.340	567	315	604
DES 19000	19.000	2.000	5.290	567	315	794
DES 21000	21.000	2.500	4.800	567 D5	315	800
DES 25000	25.000	2.500	5.800	567 D5	315	904
DES 30000	30.000	3.500	6.450	567 D5	315	1.000

ACCESORIOS

INDICADOR DE NIVELES DE ACEITES - INH



TAPAS DE REGISTRO CIRCULAR

Fundición dúctil, clase de carga D400 según UNE EN 124-2. Superficie en relieve y sistema de cierre. Marco de fundición con diámetro de peso libre de 600 mm. Marco con junta elástica anti-ruido. Tapa articulada con abertura a 120°, bloqueo contra cierre accidental y extraíble en posición vertical. Doble husco con opción de marcado personalizado en alto o bajo relieve. Con posibilidad de sistema antirrobo.



TAPAS DE REGISTRO CUADRADA

Tapa de registro ACO GUSS BASIC cuadrada para arquetas de servicios de fundición dúctil de clase de carga D400 según UNE EN 124. Marco cuadrado de fundición de dimensiones interiores 800x800mm y exteriores 849x849mm. Marco con sello hidráulico. Tapa con superficie en relieve y con husco para extracción. Con ángulo recto superior para colocación fija.

REF.	TIPO	Medida exterior interior	H. marco	Medidas	Luz libre	Clase de Carga
00100470	PERF	a 710	75	a 840	a 800	D400
01203871	VOOLD	700x700	75	832x832	800x800	D400

BIODEGRADADOR DE HIDROCARBUROS - BSH

Son almohadillas absorbentes diseñadas para instalar en el interior de los separadores, evitando así la acumulación de hidrocarburos y facilitando su posterior eliminación y gestión. Con su instalación el mantenimiento de los separadores será prácticamente innecesario, reduciendo los costes de gestión de residuos peligrosos.

VENTAJAS

- Fácil instalación
- Mínimo mantenimiento
- Sistema ecológico y preventivo



L: Largo / A: Ancho / D: Diámetro / H: Altura | ACO Flemas se reserva el derecho de modificar el modelo de los accesorios y las medidas de los equipos.

1.4.1.5 FICHA TÉCNICA DEPÓSITO DE AGUA

CUBAS AGUA POTABLE

Almacenamiento

CUBAS
VERTICALES

CUVE ENTERRAR

Capacidad:
1.000 a 5.000 L



REFERENCIA	Volumen l	D. mm	H. mm	Peso kg
CUVE 1000	1.000	1.150	1.350	30
CUVE 1800	1.800	1.600	1.340	40
CUVE 2200	2.200	1.600	1.890	55
CUVE 3000	3.000	1.740	1.590	60
CUVE 4000	4.000	2.120	1.600	90
CUVE 5000	5.000	2.120	2.090	105

ACCESORIOS INCLUIDOS

- BOCA ACCESO EN POLIPROPILENO D.410 mm
- Entrada / Salida / Conexión: D.410 ROSCA 2" SUPERIOR

CUVS SUPERFICIE

Capacidad:
1.000 a 5.000 L



REFERENCIA	Volumen l	D. mm	H. mm	Peso kg
CUVS 1000	1.000	1.150	1.350	30
CUVS 1800	1.800	1.600	1.070	40
CUVS 2200	2.200	1.600	1.330	55
CUVS 3000	3.000	1.750	1.460	60
CUVS 4000	4.000	2.120	1.450	90
CUVS 5000	5.000	2.120	1.810	105

ACCESORIOS INCLUIDOS

- BOCA HOMBRE EN POLIPROPILENO D.410 mm
- Entrada / Conexión: ROSCA 2" SUPERIOR
- Salida: TUBULADURA DN 50 INFERIOR

1.4.2 SIMULACIÓN PVSYST



Version 7.4.5

PVsyst - Simulation report Grid-Connected System

Project: Nave Arroyomolinos Rediseñado

Variant: 96 placas, 12 cadenas de 8 placas en serie

No 3D scene defined, no shadings

System power: 43.2 kWp

Arroyomolinos - España

Author



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
01/04/24 17:39
with v7.4.5

Project: Nave Arroyomolinos Rediseñado

Variant: 96 placas, 12 cadenas de 8 placas en serie

Project summary

Geographical Site Arroyomolinos España	Situation		Project settings	
	Latitude	40.30 °N	Albedo	0.20
	Longitude	-3.90 °W		
	Altitude	638 m		
Meteo data Arroyomolinos PVGIS api TMY	Time zone	UTC+1		

System summary

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings			
PV Field Orientation		Near Shadings		User's needs	
Fixed plane		No Shadings		Unlimited load (grid)	
Tilt/Azimuth		30 / 0 °			
System information					
PV Array			Inverters		
Nb. of modules		96 units		Nb. of units	
Power total		43.2 kWp		Power total	
				Power ratio	
				1.080	

Results summary

Produced Energy	80461 kWh/year	Specific production	1863 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	86.22 %
-----------------	----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Prod. graphs	6
Single-line diagram	7



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
01/04/24 17:59
with v7.4.5

Project: Nave Arroyomolinos Rediseñado

Variante: 96 placas, 12 cadenas de 8 placas en serie

General parameters

Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation

Orientation

Fixed plane

Tilt/Azimuth

30 / 0 °

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition

Diffuse

Circumsolar

Perez

Imported

separate

Horizon

Free Horizon

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer

GSI Solar

Model

CS3W-450MB

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

450 Wp

Number of PV modules

96 units

Nominal (STC)

43.2 kWp

Modules

12 string x 8 in series

At operating cond. (50°C)

Pmp

39.5 kWp

U mpp

296 V

I mpp

133 A

Total PV power

Nominal (STC)

43 kWp

Total

96 modules

Module area

212 m²

Inverter

Manufacturer

Huawei Technologies

Model

SUN2000-40KTL-NH440V

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

40.0 kWac

Number of inverters

1 unit

Total power

40.0 kWac

Operating voltage

200-1000 V

Power ratio (DC/AC)

1.08

Power sharing within this inverter

Total inverter power

Total power

40 kWac

Number of inverters

1 unit

Power ratio

1.08

Array losses

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const)

20.0 W/m²K

Uc (wind)

0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res.

37 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.6 %

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction

0.2 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.988	0.979	0.917	0.783	0.000



PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
01/04/24 17:39
with v7.4.5

Project: Nave Arroyomolinos Rediseñado

Variant: 96 placas, 12 cadenas de 8 placas en serie

Main results

System Production

Produced Energy 80461 kWh/year

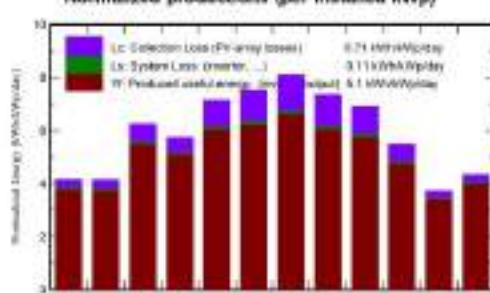
Specific production

1863 kWh/kWp/year

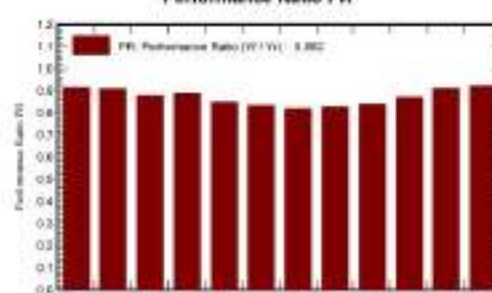
Perf. Ratio PR

86.22 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	74.8	23.52	5.66	129.0	127.9	5203	5094	0.914
February	82.2	35.14	7.72	116.1	114.2	4656	4558	0.909
March	152.0	49.21	10.66	194.0	190.8	7520	7363	0.876
April	158.9	69.22	10.41	172.3	169.1	6739	6596	0.880
May	222.5	69.36	18.34	291.5	217.0	8283	8110	0.847
June	235.9	68.04	23.78	295.3	220.7	8266	8094	0.832
July	257.5	52.50	25.78	251.1	248.0	9675	8886	0.819
August	212.7	58.84	25.35	227.8	223.7	8295	8123	0.825
September	169.3	43.96	22.49	206.8	203.6	7643	7465	0.836
October	120.3	42.67	16.42	169.8	167.1	6527	6392	0.871
November	71.9	30.93	8.99	112.2	110.4	4507	4411	0.910
December	70.8	20.47	5.29	134.4	132.2	5493	5351	0.922
Year	1628.7	568.65	15.17	2300.3	2121.8	82181	80461	0.882

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in cell plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shading

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

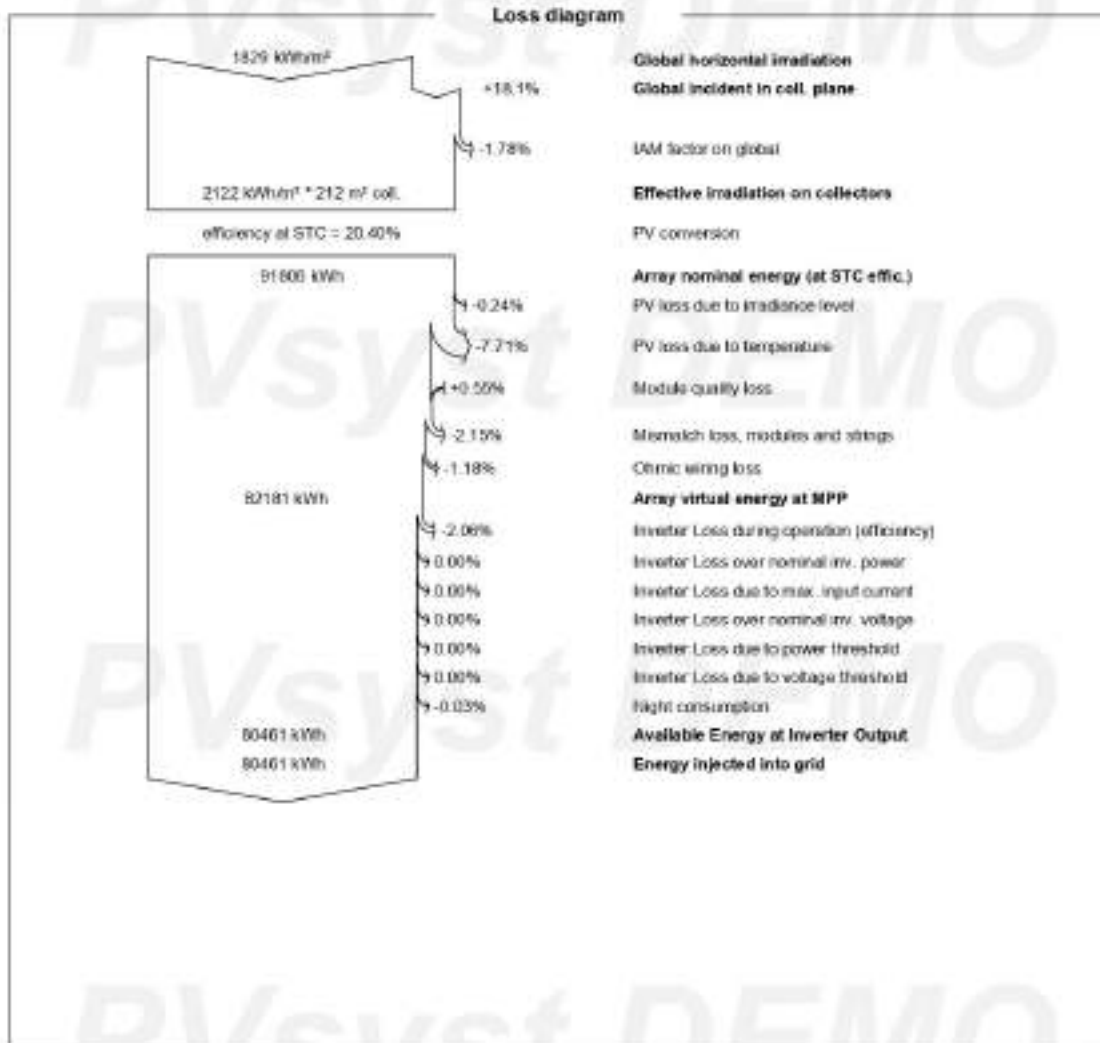


PVsyst V7.4.5

VC1, Simulation date:
01/04/24 17:59
with v7.4.5

Project: Nave Arroyomolinos Rediseñado

Variant: 96 placas, 12 cadenas de 8 placas en serie





PVsyst V7.4.5

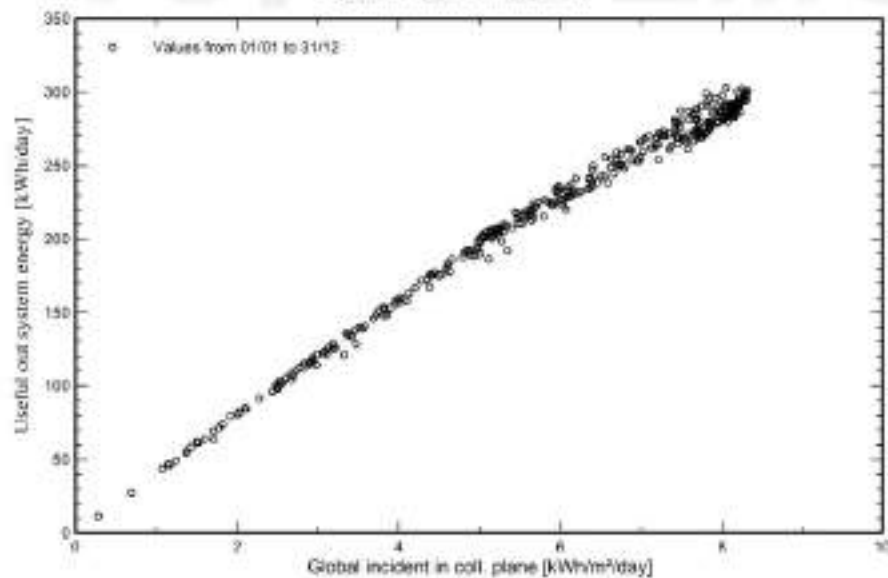
VC1, Simulation date:
01/04/24 17:59
with v7.4.5

Project: Nave Arroyomolinos Rediseñado

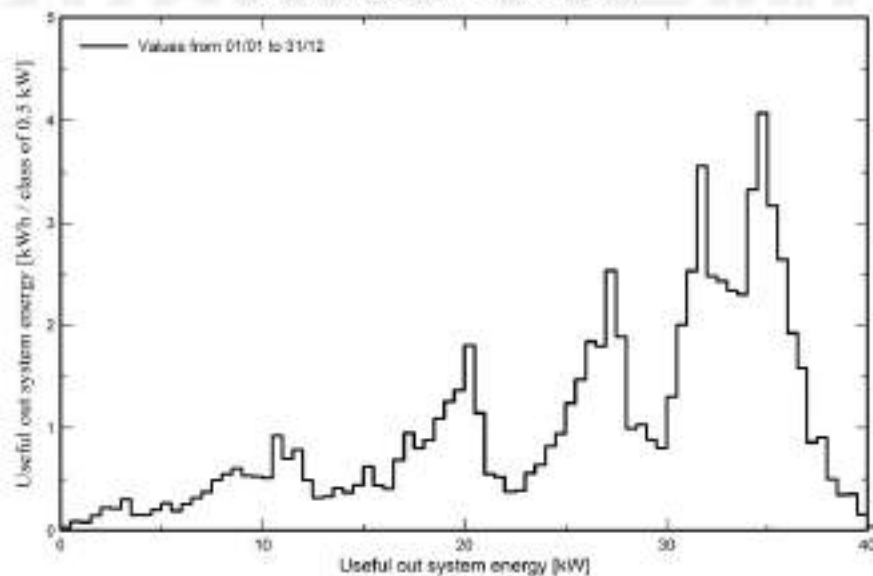
Variante: 96 placas, 12 cadenas de 8 placas en serie

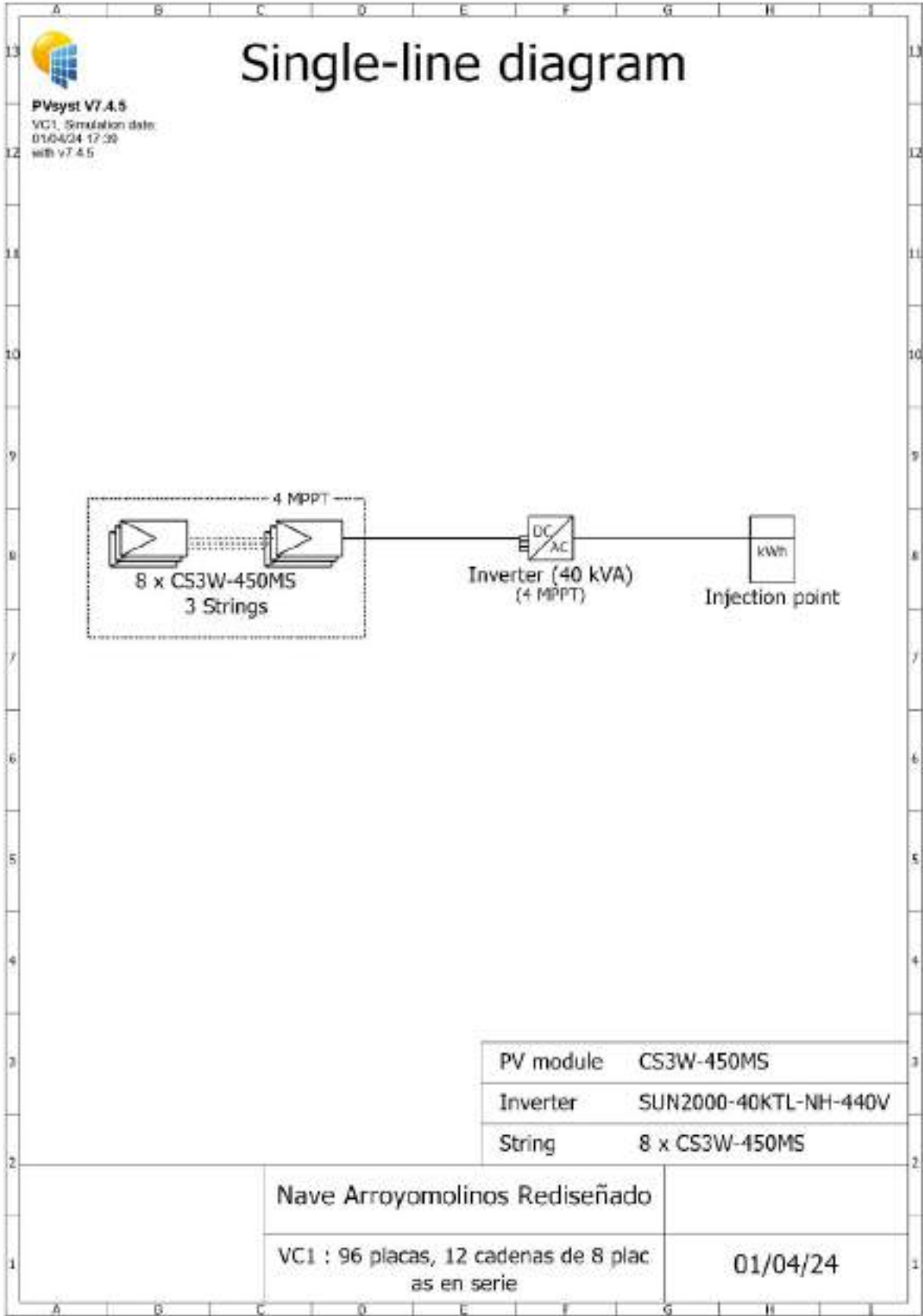
Pref. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





1.4.3 INFORME GEOTÉCNICO:

Intealco
ingeniería de civil, del medio

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA PAVIMENTACIÓN DEL TERRENO Y LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL EN LA PARCELA M-10 DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DE VALDEFUENTES

PETICIONARIO: ENCOFRADOS INDE-K S.A.
MUNICIPIO: ARROYOMOLINOS (MADRID)

FEBRERO 2024

3827260001

34012_Estado geotécnico para la pavimentación del terreno y construcción de una nueva industrial en la parcela M15 del polígono Viejafranca, Arroyaveles, Estado		Intealco ingeniería y construcción
ÍNDICE		
1	ANTECEDENTES	4
2	NORMATIVA APLICABLE	4
3	TRABAJOS REALIZADOS	4
3.1	ESTUDIO DE ANTECEDENTES	4
3.2	ENSAYOS Y TOMA DE MUESTRAS	4
3.3	ENSAYOS DE LABORATORIO	5
4	SITUACIÓN	6
5	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	6
5.1	GEOLOGÍA	6
5.2	GEOMORFOLOGÍA	7
5.3	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO	7
5.3.1	UNIDAD (SW): ARENA DE MIZA	7
5.3.2	UNIDAD (SP): ARENAS ARCÓSCICAS	7
5.3.1	UNIDAD (SC): ARCILLAS ARCÓSCICAS	7
6	CARACTERIZACIÓN DE EXPLANADAS, DESMONTES Y TERRAPLENES	7
6.1	APROVECHAMIENTO DE MATERIALES	7
6.2	APROVECHAMIENTO DE LA UNIDAD (SP): ARENAS ARCÓSCICAS	7
6.3	APROVECHAMIENTO DE LA UNIDAD (SC): ARCILLAS ARCÓSCICAS	7
6.4	APROVECHAMIENTO CONJUNTO DE LAS UNIDADES	8
6.5	TIERRAS SUBYACENTES Y EXPLANADAS	8
6.6	CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO	9
6.7	SELECCIÓN DEL FIRME	9
7	ANÁLISIS DE RIESGOS	10
7.1	HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	10
7.2	ESTABILIDAD DE TALUDES, CONTENCIÓN DE TIERRAS Y ESTRUCTURAS ADYACENTES	11
7.3	ATAQUES QUÍMICOS	11
8	SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN	11
8.1	TIPOLOGÍA	11
8.2	COTA DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN	11
8.3	PRESIÓN VERTICAL DE SERVICIO ADMISIBLE	11
8.4	ASIENTOS PREVISIBLES	11
8.5	CAPACIDAD DE REMOCIÓN	11
8.6	CONTENCIÓN DE TIERRAS, ESTABILIDAD DE TALUDES Y ESTRUCTURAS COLINDANTES	12
8.7	SISMICIDAD	12
8.8	RADÓN	12
8.9	COEFICIENTE DE BALASTO	12
9	CONCLUSIONES	14
9.1	DESCRIPCIÓN, TRABAJOS REALIZADOS Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	14
9.2	ANÁLISIS DE RIESGOS	14
9.3	SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN	14
10	ANEXO 1: ENSAYOS	16
11	ANEXO 2: CÁLCULO DE PRESIONES ADMISIBLES Y ASIENTOS	38
11.1	PRESIÓN VERTICAL DE SERVICIO ADMISIBLE	38
11.2	ASIENTOS PREVISIBLES	39
12	ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS	40
13	ANEXO 4: PLANOS	47
24030001		-2-

2012, Estudio geotécnico para la pavimentación del terreno y construcción de una nave industrial en la parcela M10 del polígono Valdehuelgas, Arroyomolinos (Madrid).

1 ANTECEDENTES

Por encargo de Encofrados Inda-K S.A. (CIF: A-91069343), se ha realizado un estudio geotécnico en la parcela de referencia (anexo-4, plano 2), donde está prevista la pavimentación del terreno y la construcción de una nave industrial en la parcela M10 del polígono industrial de Valdehuelgas, en Arroyomolinos (Madrid).

- Tipo de terreno: T1 (terrenos favorables).

Los objetivos de este estudio geotécnico son los siguientes:

- Análisis de la parcela desde el punto de vista geológico y geotécnico.
- Definición del perfil litológico del subsuelo y las características geotécnicas de identificación, resistencia y deformabilidad de las capas atravesadas.
- Determinación de la cota del nivel freático, siempre que se deba a la profundidad investigada.
- Análisis de los resultados obtenidos con el fin de poder dar las consideraciones adecuadas respecto a la fundamentación de las estructuras proyectadas (cota, tipología de la fundamentación, capacidad de carga y asentamientos), excavabilidad, estabilidad y empujes del terreno y sismicidad.

2 NORMATIVA APLICABLE

- PG-2: Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes. (Orden del 2 de julio de 1978).
- Norma E.T.I.C. "Secciones de fines". (Orden FOM-3845/2002, de 28 de noviembre).
- Código Técnico de la Edificación "CTE". (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- Norma básica de la edificación "NBE-AB-98. Acciones en la Edificación". (Real Decreto 1379/1978, de 25 de julio).
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación "NCSE-02". (Real Decreto 987/2002, de 27 de septiembre).
- Guía de cimentaciones de obras de carretera y puentes (GCOG).
- UNE-EN ISO 22476-3:200

- UNE 103001/94 Ensayo de penetración dinámica superficial.
- UNE 103000/92 Ensayo de penetración estándar.
- UNE 103000/92 Apertura, identificación visual y preparación de una muestra de suelo (UNE 103100/95).
- UNE 103101/95 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- UNE 103104/92 Ensayo de los límites de Atterberg.
- UNE 103103/94 Ensayo de los límites de Atterberg.
- UNE 103500/94 Ensayo de compactación proctor normal.
- UNE 103204/92 Ensayo de contenido de humedad orgánica.
- UNE 103001/96 Ensayo de hinchamiento libre an-edométrico.
- NLT-254/96 Ensayo de colapso en suelos.
- NLT-114/96 Ensayo de contenido de sales solubles.
- NLT-115/96 Ensayo de contenido de pesos.

3 TRABAJOS REALIZADOS

Para conseguir los objetivos señalados se ha seguido la metodología descrita en el presente apartado, siguiendo las recomendaciones del Eurocódigo 7 (Cálculo Geotécnico) y las recomendaciones del Código Técnico de la Edificación – Seguridad Estructural – Cimentaciones (C.T.E. DS SE-C).

3.1 ESTUDIO DE ANTECEDENTES

Conocida la situación del área de acción, se han consultado los antecedentes geológicos, tanto en el ámbito bibliográfico como de las fuentes de información documental propias. Desde el punto de vista de la geología local, se ha consultado la cartografía geológica de España, Hoja 561 (Madrid), a escala 1:50.000 publicada por el Instituto Geológico y Minero de España.

Y de los trabajos anteriores y actuales, realizados por nuestro gabinete en los alrededores del proyecto, se ha hecho una recopilación de datos, que ha permitido planificar de manera adecuada la campaña de reconocimiento necesaria por después contrastar la información geológica y geotécnica, que de la misma se haya obtenido.

3.2 ENSAYOS Y TOMA DE MUESTRAS

Después de ver las características de los diferentes niveles geotécnicos del área, se planificó una campaña de varios ensayos. Posteriormente, se evaluaron los diferentes afloramientos de la zona colindante, observando las características y la estructura del suelo, además de recoger una muestra para ensayarla en el laboratorio.

Tabla 3.1. Situación de los puntos de reconocimiento.

Punto reconocimiento	Coord. X (UTM 31N / ETRS89)	Coord. Y (UTM 31N / ETRS89)	Cota (m) (n)
C1	423719,06	4492906,43	643,50
C2	423724,33	4492925,81	643,45
C3	423744,79	4492937,77	644,75
C4	423775,82	4492932,63	643,60
C5	423777,65	4492946,17	642,55
C6	423806,10	4492970,84	642,20
C7	423815,20	4492992,79	641,00
C8	423767,82	4491026,61	643,60
C9	423788,11	4491084,73	643,85
C10	423767,96	4491090,93	641,35
C11	423768,96	4491111,33	641,65
C12	423750,84	4491104,49	641,60
C13	423840,57	4492982,73	643,60

SEIT2: Estudio geotécnico para la cimentación del terreno y construcción de una casa individual en la parcela MTD del polígono Valdearroyos, Arroyavieja, (Madrid)

Tabla 3.2: Método de reconocimiento y profundidad.

Punto reconocimiento	Método	Cote inicio rasante (m)	Profundidad (m)	Nivel freático
C1	Calicata	645,56	3,00	NO
C2	Calicata	645,46	3,50	NO
C3	Calicata	644,76	2,00	NO
C4	Calicata	643,90	2,00	NO
C5	Calicata	642,56	3,00	NO
C6	Calicata	642,26	3,00	NO
C7	Calicata	641,00	3,50	NO
C8	Calicata	640,80	4,00	NO
C9	Calicata	640,86	3,00	NO
C10	Calicata	641,38	2,00	NO
C11	Calicata	641,86	1,00	NO
C12	Calicata	641,90	1,00	NO
C13	Calicata	643,90	0,50	NO

En los sondeos se toman muestras de los diferentes niveles atravesados. La toma de muestras se realiza con los sistemas de la extracción de muestras inalteradas o del ensayo estándar de penetración, o bien de los materiales adquiridos directamente mediante la batería a rotación o barmen helicoidal. Siguiendo la nomenclatura del Código Técnico de la Edificación "CTE" (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo), las categorías de las muestras pueden ser:

- Muestras de categoría A: aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Muestras de categoría B: aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Muestras de categoría C: todas aquellas que no cumplen las especificaciones de la categoría B.

En nuestro caso, las muestras de categoría C corresponden a las extraídas con la batería a rotación o calicata. A partir de su reconocimiento se confecciona el corte geológico (anexo 4, plano 3). Las muestras de categoría B son las que se toman con los ensayos SPT. En cuanto a las muestras de categoría A, habitualmente se cogen con un tubo remolado que se hace penetrando al terreno mediante el apoyo de una masa, de manera similar al ensayo SPT o simplemente por presión. Posteriormente, se recupera la muestra y se sella rápidamente a fin de que no pierda sus propiedades originales. En general, este tipo de muestras se toman únicamente de suelos cohesivos, a causa de la dificultad para extraerlos de suelos granulares, y al hecho que algunos ensayos no pueden ser practicados sobre este último tipo de suelos, por su propia naturaleza cohesiva.

Para este estudio se ha cogido dos muestras de categoría C en varios de las calicatas hechas, para posteriormente realizar los ensayos necesarios y para caracterizar las propiedades geotécnicas del terreno.

Tabla 3.3: Recogida de muestras

Muestra	Punto de reconocimiento	Profundidad
M-1	C6	0.5-2.5
M-2	C9	1.0-3.0

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Debido las características del terreno, y al tipo de obra prevista, se han realizado los ensayos recomendados en el pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes (PG-3).

Tabla 3.5: Ensayos de laboratorio realizados (recomendados en el PG-3).

NÚMERO DE MUESTRA		M-1	M-2
TIPO DE MUESTRA		EN SACO	EN SACO
CUARTO MUESTRAS GRAN VOLUMEN		SI	SI
GRANULOMETRÍA TABLAZADO	% pasa # 0 UNE	98.5	98.5
	% pasa # 2 UNE	98.0	98.5
	% pasa # 0.075 UNE	24.1	22.8
	% pasa # 0.060 UNE	15.8	16.6
LÍMITES D'ATTERBERG	Límite líquido	-	38.9
	Límite plástico	-	21.8
	Índice de plasticidad	NO PLÁSTICO	14.1
CLASIFICACIÓN U.S.C.S.		SP-SM	SC
PROCTOR	Flujo	NORMAL	NORMAL
	Dens. máxima, g/cm ³	1.91	1.9
	Humedad óptima, %	11.7	12.8
COLAPSO	Resistencia probeta	SI	SI
	Ind. de colapso, I (%)	0.01	0.06
	Por. perc. colapso, Ie (%)	0.01	0.06
HINCHAMIENTO LIBRE	Resistencia probeta	-	SI
	Hinchamiento, %	-	3.54
MATERIA ORGÁNICA, %		0.14	0.06
SALES SOLUBLES, %		0.07	0.17
CONTENIDO DE YESOS, % SO ₄ Ca+2		0.04	0.11

5 DESCRIPCIÓN GEOLOGICA Y GEOTECNICA

5.1 GEOLOGIA

Litológicamente se trata de un conjunto homogéneo de arenis arcósicas de colores claros, blanquecinos en la base y ocres y pardos hasta rojos, de tamaño de grano medio a grueso. Los niveles arenosos tienen espesores de orden métrico (4-5 m), no incluyen por regla general cantos y alternan con niveles de lutitas ocres. Las arcillas son el otro componente característico de la zona, caracterizándose por niveles más finos y una proporción similar de arcilla a arena.

Localización	parcela MIT del polígono Valeda Larrea, Arroyomolinos
Referencia catastral	3912305762631500010G
Superficie	10.188 m ²
Clase / Uso	Suelo sin edificar



Figura 5f: Mapa geológico. B: Zona de oleodín. 12: Arcasas y lufas con. Mapa geológico de España, Hoja 501 (Málaga), a escala 1:50.000 (Instituto Geológico y Minero de España).

5.2 GEOMORFOLOGÍA

La topografía de la parcela presenta una ligera pendiente descendente de entre 1-3% en dirección su-este. Las cotas de la parcela se encuentran generalmente por debajo de la cota de la calle, y se sitúan entre los 640 y 648 m.s.n.m. (ver anexo 4, plano 3).

5.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TERRENO

De acuerdo con la información obtenida en los trabajos de prospección y de la bibliografía, hemos caracterizado las siguientes unidades geotécnicas en el subsuelo de la parcela estudiada:

5.3.1 UNIDAD (SW): ARENA DE MIGA

Esta unidad la encontramos a nivel superficial y en la zona oeste de la parcela. Tiene un grosor máximo de aproximadamente 1 m (anexo 4, plano 3). Este se trata de un suelo bastante uniforme, con un bajo contenido en materiales finos. Su compactación es floja.

La edad asociada a la formación de los depósitos que conforman estos materiales es la del Mioceno (Terciario).

5.3.2 UNIDAD (SP): ARENAS ARCÓSICAS

Esta unidad la encontramos predominantemente por debajo de la unidad (SW) y superficialmente en la zona este de la parcela. La encontramos alternadamente con la unidad (SC) y con potencias máximas de 3 m (anexo 4, plano 3). Se compone de arenas con bastantes gravas y con algo de limos, de tonalidad pardo-amarillo grisáceo, y su compactación es medianamente densa.

La edad asociada a la formación de los depósitos que conforman estos materiales es la del Mioceno (Terciario).

La muestra analizada pertenece a una muestra de sol del tipo C, y su granulometría está formada por un 20,0% de elementos de medida gruesa, un 69,2% de medida arena y un 10,8% de finos que pasan la criba de 0,080 mm.

5.3.1 UNIDAD (SC): ARCILLAS ARCÓSICAS

Esta unidad la encontramos alternada con la unidad (SP) y superficialmente en algunas zonas del este de la parcela (anexo 4, plano 3). Se compone de arcillas arenosas, de tonalidad marrón, y su compactación es medianamente densa.

La edad asociada a la formación de los depósitos que conforman estos materiales es la del Mioceno (Terciario).

La muestra analizada pertenece a una muestra de sol del tipo C, y su granulometría está formada por un 4,5% de elementos de medida gruesa, un 45,6% de medida arena y un 49,9% de finos que pasan la criba de 0,080 mm.

6 CARACTERIZACIÓN DE EXPLANADAS, DESMONTES Y TERRAPLENES

6.1 APROVECHAMIENTO DE MATERIALES

De todas las unidades geotécnicas descritas, solo nos fijamos en las que pueden tener relevancia en la obra que se proyecta, las unidades (SP) y (SC). Para determinar si estas unidades son válidas para la explanada se tiene que clasificar según el artículo 330.3.1 del PG-3.

6.2 APROVECHAMIENTO DE LA UNIDAD (SP): ARENAS ARCÓSICAS

Para determinar si esta unidad geotécnica se puede aprovechar para la construcción de la explanada se tiene que clasificar según el artículo 330.3.1 del PG-3. Resultando que se puede clasificar como **suelo seleccionado** (tabla 6.1).

Al tratarse de un suelo seleccionado, este podrá usarse para las siguientes zonas de relleno tipo terraplén: coronación, cimiento, núcleo y espaldón.

Tabla 6.1. Criterios para determinar si es un suelo seleccionado (según PG-3).

Suelo seleccionado (SI/NO)	SI
Materia orgánica (%) (<0,2%)	0,14 %
Contenido en sales y yeso (<0,2%)	0,11 %
Tamaño máx. (D _{max} ≤ 100 mm)	6,3 mm
Cernido tamiz 2 (R2 ≤ 85%)	89,5 %
Cernido tamiz 0,40 (R0,40 ≤ 75%)	24,1 %
Cernido tamiz 0,080 (R0,080 ≤ 25%)	10,8 %
Límite líquido (LL ≤ 30)	0
Índice de plasticidad (IP ≤ 10)	0

6.3 APROVECHAMIENTO DE LA UNIDAD (SC): ARCILLAS ARCÓSICAS

Para determinar si esta unidad geotécnica se puede aprovechar para la construcción de la explanada se tiene que clasificar según el artículo 330.3.1 del PG-3. Resultando que se puede clasificar como **suelo marginal** (tabla 6.5).

2012_2:Auto-gestión para la parametrización del terreno y construcción de una masa edificable en la parcela 001 del polígono Valdehuelmo, Aranzuegui (Madrid)

Al tratarse de un suelo marginal, este podrá usarse solo para expedición en la zona de estero tipo terraplén, siempre que se satisfagan las condiciones del Proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión.

Tabla 6.2. Criterios para determinar si es un suelo seleccionado (según PG-3).

Suelo seleccionado (SI / NO)	NO
Materia orgánica (%) (<0,2%)	0,05 %
Contenido en sales y yeso (<0,2%)	0,28 %
Tamaño máx. (D _{max} ≤ 100 mm)	6,3 mm
Cemento tamiz 2 (#2 ≤ 80%)	95,5 %
Cemento tamiz 0,43 (#10,40 ≤ 75%)	72,8 %
Cemento tamiz 0,080 (#60,060 ≤ 20%)	49,9 %
Límite líquido (LL ≤ 30)	35,9
Índice de plasticidad (IP < 10)	14,1

Tabla 6.3. Criterios para determinar si es un suelo adecuado (según PG-3).

Suelo adecuado (SI / NO)	NO
Materia orgánica (%) (<1%)	0,05 %
Contenido en sales y yeso (<0,2%)	0,28 %
Tamaño máx. (D _{max} ≤ 100 mm)	6,3 mm
Cemento tamiz 2 (#2 ≤ 80%)	95,5 %
Cemento tamiz 0,080 (#60,060 ≤ 35%)	49,9 %
Límite líquido (LL ≤ 40)	35,9
Índice de plasticidad (IP ≤ 4) (si LL = 30)	14,1

Tabla 6.4. Criterios para determinar si es un suelo tolerable (según PG-3).

Suelo tolerable (SI / NO)	NO
Materia orgánica (%) (<2%)	0,05 %
Contenido en yeso (<5%)	0,11 %
Contenido en sales (<1%)	0,17 %
Límite líquido (LL < 60)	35,9
Asiento en colapso (%) (<1%)	5 %
Hinchamiento libre (%) (<2%)	3,54 %

Tabla 6.5. Criterios para determinar si es un suelo marginal (según PG-3).

Suelo adecuado (SI / NO)	SI
Materia orgánica (%) (<5%)	0,05 %
Límite líquido (LL ≤ 60)	35,9
Hinchamiento libre (%) (<5%)	3,54 %

6.4 APROVECHAMIENTO CONJUNTO DE LAS UNIDADES

A partir de la clasificación de los materiales caracterizados en los apartados anteriores, se ha obtenido que la unidad (SP) corresponde a un suelo seleccionado y la unidad (SC) a un suelo marginal, debido únicamente al hinchamiento libre que se sitúa ligeramente superior al límite del 3% del criterio de suelo tolerable.

Estas unidades se encuentran intercaladas en profundidad dentro de la parcela. Al tener que hacer movimiento de tierras para poder realizar la explanación, se realizará una mezcla de las dos unidades para reducir el hinchamiento libre de la unidad (SC) y se estima la mezcla de los dos suelos como un suelo tolerable.

6.5 TIERRAS SUBYACIENTES Y EXPLANADAS

La explanada, como superficie de apoyo de un firme, constituye su cimiento habitual. El parámetro fundamental de caracterización de la categoría de la explanada es el índice CBR. La norma E-1-40 "Especificación de firmes" define tres tipos de explanadas denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresiñbilidad en el segundo ciclo de carga (E_{s2}), obteniendo el N_{1,T-357} "Ensayo de carga con placa".

Tabla 6.6. Categoría de explanada según índice CBR y módulo de compresiñbilidad en segundo ciclo de carga.

Categoría de explanada	E1	E2	E3
E _s (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300
CBR	≥ 5	≥ 10	≥ 20

La formación de las explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura 1 (figura 6.1 de este informe), dependiendo del tipo de suelo de la explanación o de la clase de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles.

Para la correcta aplicación de la figura 1 (figura 6.1 de este informe) se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

- Todos los espesores que se indican son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal de la explanada.
- Los materiales empleados han de cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3), además de las complementarias recogidas en la tabla 4 de esta norma.

30112_234066_guía para la pavimentación del terreno o construcción de una masa estructural en la parcela E13 del polígono Valdehuelmo, Aranzazu (Madrid)

Intealco
ingeniería del terreno

- c) La figura 1 se estructura según el tipo de suelo de la explanación o de la obra de firme subyacente en el caso de los rellenos (terraplenes, pedraplenes o relleno todo-uno). Se consideran los siguientes tipos: inadecuados y marginales (IM), tolerables (OT), adecuados (T), seleccionados (S), seleccionados con CBR ≥ 20 en las condiciones de puesta en obra (3) y roca (R). A los efectos de aplicación de esta norma, los pedraplenes (artículo 331 del PG-3) y los rellenos todo-uno (artículo 333 del PG-3), salvo que se proyecten con materiales marginales de los definidos en el artículo 330 del PG-3, serán asimilables a los suelos tipo 3.
- d) Para poder asignar a los suelos de la explanación o de la obra de firme subyacente una determinada clasificación deberá tener un espesor mínimo de un metro (1 m) del material indicado en la figura 1. En caso contrario, se asignará la clasificación inmediatamente inferior.
- e) Salvo justificación en contrario, será preceptivo proyectar una capa de separación (estabilización in situ con cal de 15 cm de espesor, geotextil, membrana plástica, etc.) entre los suelos inadecuados o marginales con fines plásticos y las capas de suelo adecuado o seleccionado, para la formación de explanados del tipo E2 y E3 en las categorías de tráfico pesado T00 a T2.
- f) Los espesores prescritos en la figura 1 no podrán ser reducidos, aunque se recurre al empleo de materiales de calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

TIPO DE SUELO DE LA EXPLANACIÓN O DE LA OBRA DE FIRME SUBYACENTE					
TIPO DE SUELO DE LA EXPLANACIÓN O DE LA OBRA DE FIRME SUBYACENTE					
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	SUELO INADECUADO Y MARGINAL (IM)		SUELO TOLERABLE (OT)		SUELO ADECUADO (T)
	SUELO INADECUADO Y MARGINAL (IM)		SUELO TOLERABLE (OT)		SUELO ADECUADO (T)
E1	1.400		1.400		1.400
E2	1.400		1.400		1.400
E3	1.400		1.400		1.400

Figura 6.1: Formación de la explanada. Figura 1 de la Norma E-1-C.

Por tanto, a partir de la constatación de la tabla 6.1, al tener un suelo subyacente de categoría tolerable, y añadiendo 45 cm de un suelo seleccionado, que podría ser la unidad (S²), se obtendría una **explanada del terreno de categoría E1**.

Para la formación de la explanada, se tendrá que labrar superficialmente el terreno actual, para homogeneizar el terreno y el suelo seleccionado que se aporte. Posteriormente se humedeció el suelo para obtener la humedad óptima mostrada a la Tabla 3.5 y se procederá a la compactación del terreno para poder situar el firme encima.

6.6 CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO

La estructura del firme, tendrá que adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentando del mismo pasado, durante la vida útil del firme. Por eso, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevé. Esta intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

En las tablas 1A y 1B de la norma E-1-C, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevé. En nuestro caso, al tener un tráfico inferior a 25 vehículos pesados por día, **nos encontramos en la categoría T42**.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T0 A T2

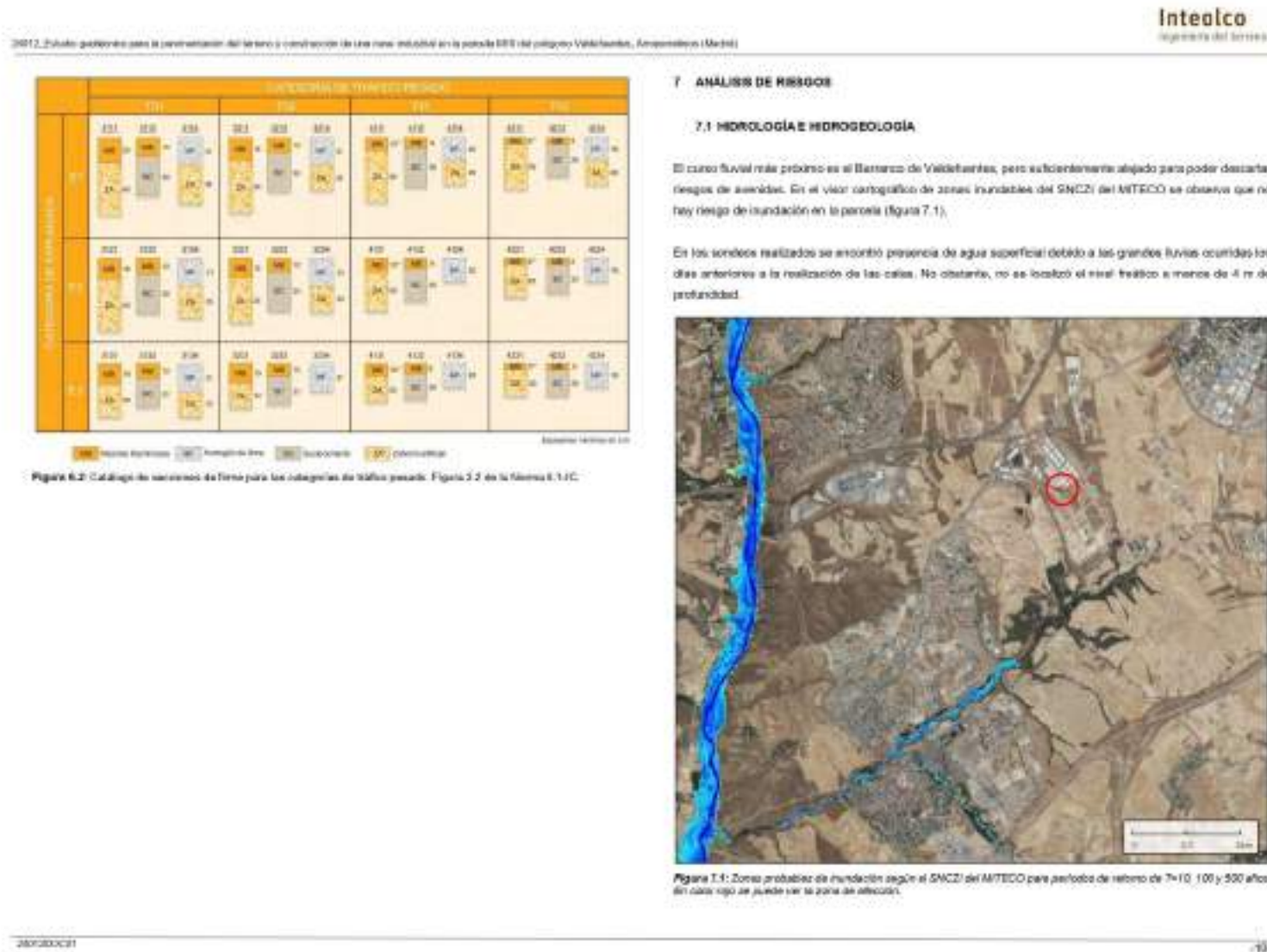
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T0	T1	T2	T3
IMDp (vehículos pesados/día)	≤ 4 000	4 000 - 12 000	12 000 - 25 000	≥ 25 000

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T3	T4	T5	T6
IMDp (vehículos pesados/día)	≤ 200	200 - 100	100 - 50	≥ 50

6.7 SELECCIÓN DEL FIRME

Siguiendo las recomendaciones de la figura 2.2 de la norma E-1-C (figura 6.2 de este informe), y a partir del tipo de explanada y tráfico de vehículos pesados por día que habrá en la parcela, la configuración del firme será de 25 cm de zahorra artificial y 18 cm de hormigón de firme.



20172_214446 Gestión de pases la permeabilidad del terreno y construcción de una casa adosada en la parcela M10 del polígono Industrial de Arroyomonte (Málaga)

Intecalco
ingeniería del terreno

7.3 ESTABILIDAD DE TALUDES, CONTENCIÓN DE TIERRAS Y ESTRUCTURAS ADYACENTES

No existen en la parcela taludes ni pendientes importantes que puedan suponer un riesgo de estabilidad. Tampoco se encuentran estructuras colindantes que supongan ningún riesgo, puesto que la zona está formada por edificaciones aisladas.

En el apartado 7.6 de este informe se realiza un cálculo para el conocimiento de la estabilidad de los taludes a excavar.

7.3 ATAQUES QUÍMICOS

Las propiedades geotécnicas y químicas de los materiales caracterizados en el subsuelo, permiten evitar cualquier riesgo derivado de aspectos relativos a la expansividad y la agresividad.

B SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN

B.1 TIPOLOGÍA

Teniendo en cuenta las características del terreno y los diferentes tipos estructurales y niveles de cargas que puede presentar el Proyecto, se recomienda resolver el apoyo de las estructuras con una solución de cimentación directa superficial.

B.2 COTA DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN

Para asegurar los valores mínimos de cálculo del coeficiente de seguridad, en el estado límite último del terreno, se podrá apoyar la base de la cimentación en las unidades (SP) y (BC1) a partir de los 0.5 m de profundidad, evitándose la unidad (SW) como apoyo de la cimentación.

B.3 PRESIÓN VERTICAL DE SERVICIO ADMISIBLE

Dado que la cimentación puede darse en un terreno cohesionado o granular, se ha realizado el cálculo a corto y largo plazo en ambos materiales y seleccionado el menor valor de tensión admisible. El cálculo de la presión vertical admisible de servicio se ha hecho siguiendo las recomendaciones que da el Código Técnico para la Edificación (DB SE-C Cimientos, apartado F.1.1.4), obteniéndose para un coeficiente de seguridad $F=3$, los siguientes valores de presiones admisibles q_{adm} para los diferentes valores de asentamiento. (Ver tabla 8.1).

Tabla 8.1: Presiones verticales de servicio admisibles al terreno Q_{ad} (kN/m²) en función de la profundidad de cimentación, y del tipo de cimentación directa aplicada.

Profundidad (m)	Zapata aislada		Zapata corrida	
	kN/m²	kg/cm²	kN/m²	kg/cm²
0,50	138,85	1,41	100,23	1,02
1,00	169,79	1,73	142,44	1,45
1,50	181,32	1,84	152,52	1,55
2,00	189,63	1,93	159,92	1,63
2,50	196,13	1,99	165,80	1,69
3,00	201,55	2,05	170,80	1,74

B.4 ASIENTOS PREVISIBLES

En el supuesto que la presión de trabajo sea igual o inferior a la admisible, los asentamientos nunca podrán ser superiores a los 25 mm, para evitar asentamientos diferenciales. El método de cálculo de los asentamientos previstos, bajo las cargas máximas admisibles para el terreno utilizado, ha sido el que recomienda el Código Técnico de la Edificación para suelos cohesionados con una proporción en peso de finos superior al 35% (Anexo 2).

Tabla 8.2: Asientos previstos en (mm) en función de la profundidad de cimentación y del tipo de cimentación directa aplicada.

Profundidad (m)	Zapata aislada		Zapata corrida	
	Carga (kN/m²)	Asiento (mm)	Carga (kN/m²)	Asiento (mm)
0,50	138,85	18,41	100,23	17,43
1,00	169,79	18,08	142,44	22,38
1,50	181,32	22,96	152,52	21,50
2,00	189,63	15,55	159,92	19,95
2,50	196,13	16,11	165,80	18,29
3,00	201,55	12,39	170,80	16,80

B.5 CAPACIDAD DE REMOCIÓN

Dadas las características de las unidades geotécnicas que pueden quedar afectadas por las excavaciones, riesgo de las unidades planteadas dificultadas desde el punto de vista mecánico, y se podrán resolver con cualquier solución convencional.

8.6 CONTENCIÓN DE TIERRAS, ESTABILIDAD DE TALUDES Y ESTRUCTURAS COLGANTES

Para el conocimiento de la estabilidad de los taludes excavados, el método teórico seguido para el cálculo de su coeficiente de seguridad ha sido el de Bishop para taludes en suelos, mediante el software especializado Slide en su versión 8.0. Este método supone una superficie de deslizamiento circular, para posteriormente aplicar el método de fajas, que consiste a dividir la zona del terreno potencialmente deslizante, en una serie de fajas verticales, estudiando el equilibrio global a partir del sumatorio de fuerzas de cada una de ellas.

A efectos de cálculo, al tener distintos materiales a distintas cotas, se ha tomado los perímetros geotécnicos de menor capacidad portante para realizar el cálculo de estabilidad de manera global. Se ha calculado su factor de seguridad en función de su altura, y se han recogido sus valores en la tabla 7.3.

Tabla 8.2: Factores de seguridad en función de la altura

Ángulo del talud	F.S. (h=1 m)	F.S. (h=2 m)	F.S. (h=3 m)	F.S. (h=4 m)
60°	1.437	0.875	-	-
55°		1.350	0.187	-
50°			1.485	1.341

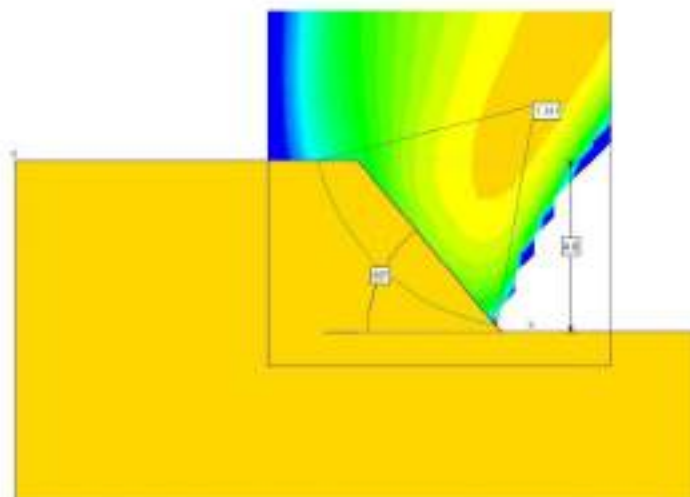


Figura 8.1: Factor de seguridad y superficie de ruptura del terreno para un talud de 4 m de altura con una pendiente de 50°.

Cómo se observa, no todos los taludes calculados tienen un factor de seguridad mayor al recomendado para taludes provisionales ($F > 1.30$), por eso, en caso de realizar excavaciones de más de 1 metro de profundidad, estas tendrán que ser con una pendiente mínima marcada por la tabla 7.3, para poderlos considerar estables durante las excavaciones de la obra.

8.7 SISMICIDAD

Se han analizado globalmente las características sísmicas de la zona, siguiendo la Norma de Construcción Sismorresistente.

Para la localidad de Aranzazu, la norma sismorresistente en su Anexo I, considera un valor de aceleración sísmica básica de $0.34g$ y un coeficiente de contribución $K=1$, donde g es la aceleración de la gravedad. Las construcciones proyectadas se clasifican como de importancia normal ($p=1.0$) y los niveles geotécnicos se clasifican con un valor del Coeficiente $C=1.5$.

El valor de aceleración sísmica de cálculo (a_c) para el tipo de construcción proyectada será de 0.5587 m/s^2 .

8.8 RADÓN

La vivienda se encuentra en una localización catalogada como zona 2 de potencial de radón establecida en el anexo B del DS-HS 6, es decir, será necesario aplicar una solución constructiva de aislamiento para este gas.

- En los municipios de zona 1, se dispondrá una barrera de protección, con las características indicadas en el apartado 3.1, entre el terreno y los locales habitables del edificio, que evite el paso de los gases provenientes del terreno.

Alternativamente, se podrá disponer entre el terreno y los locales habitables del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas radón a estos locales. En este caso, la cámara de aire deberá estar ventilada según las indicaciones contenidas en el apartado 3.2 y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas, fisuras o discontinuidades que pudieran permitir el paso del radón.

Fuente: Documento básico HS 6:Salubridad – sección HS6: Protección frente al radón (pág. 2)

8.9 COEFICIENTE DE BALASTO

El coeficiente de balasto se ha obtenido de la normativa CTE-DB-C, tabla D.26 (Valores orientativos del coeficiente de balasto K_{eq}). Se ha catalogado el terreno como arena floja, con un valor del K_{eq} de entre $16-30 \text{ MN/m}^2$.

30812. Estudio geotécnico para la parametrización del terreno y construcción de una casa individual en la parcela M10 del polígono Vindelustan, Aragoncillo (Bilbao)

Tabla D.39. Valores orientativos del coeficiente de balasto, K_{bc}

Tipo de suelo	K_{bc} (MN/m ³)
Arcilla blanda	15 – 30
Arcilla media	30 – 60
Arcilla dura	60 – 200
Limo	10 – 40
 arena fina	10 – 30
Arena media	30 – 60
Arena compacta	60 – 200
Grava arenosa floja	10 – 120
Grava arenosa compacta	120 – 300
Mezclas arcillosas	200 – 400
Rocas algo alteradas	300 – 6.000
Rocas sanas	>6.000

9.2 ANALYSIS OF RESULTS

- El área de afectación no tiene riesgo apreciable de sufrir inundaciones, debido a la lejanía de la parcela a ningún curso fluvial relevante.
- La parcela no tiene riesgos derivados de problemas de estabilidad de laderas.
- Como la construcción prevista es aislada, se descarta la posibilidad de que los esfuerzos aplicados en el terreno, por las cimentaciones de esta, puedan afectar a las edificaciones colindantes.
- Las propiedades geológicas y químicas de los materiales caracterizados en el subsuelo, permiten evitar cualquier riesgo derivado de aspectos relativos a la contaminación y la seguridad.

- ### 9.3 SOLUCIÓN DE CIMENTACIÓN

- Se ha evaluado una propuesta de cimentación directa mediante **capas aisladas y corridas**. Dado que la cimentación puede darse en un terreno cohesionado o granular, se ha realizado el cálculo a corto y largo plazo en ambos materiales y seleccionado el menor valor de tensión admisible.
- Se recomiendan los valores de presión vertical de servicio admisibles recogidos en la (Tabla 7.3), los cuales varían en función de la profundidad y del tipo de cimentación.
- Se han calculado los **valores de asiento** para las tensiones admisibles calculadas y se han obtenido los **resultados de la tabla 7.2**, los cuales están por debajo de los 25 mm máximos por la normativa.
- Ninguna de las unidades geotécnicas presentes deberían plantear dificultades desde el punto de vista mecánico y se podrán excavar con **maquinaria convencional**.
- Respecto a la aplicación de la norma sismorresistente NCSR-02, se ha calculado un valor de **aceleración sísmica** (a_s) para el tipo de construcción proyectada y el tipo de terreno, el cual es de **0.0567 m/s²**.
- La vivienda se encuentra en una localización catalogada como zona 2 de potencial de riesgo establecida en el anexo B del DB-SI-S, es decir, será necesario añadir una solución constructiva de aislamiento para este caso.
- El coeficiente de balasto se ha obtenido de la normativa CTE-DB-C, tabla D.29 (Valores orientativos del coeficiente de balasto K_{d0}). Se ha catalogado el terreno como arena media, con un valor del K_{d0} de entre 10-30 kN/m³.



20202_Estado geotécnica para la cimentación de la torre y construcción de una torre industrial en la parcela MTD del polígono Valdeleñas, Arroyavieja (Madrid)

Castellón del Val, 23 de febrero de 2024



José Gregorio Alvarado Vega
Ingeniero Técnico de México
Colegiado nº 661

[illegible]

© Springer 2005. In order to make our journal articles more accessible, we have placed this article in the public domain in the United States of America. This article is intended solely for the personal use of the individual user and is not to be disseminated broadly. Reproduction of this article in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, and by any information storage and retrieval system, is prohibited by law.

© 2006 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 260: 395–403


INSTRUMENTOS
 INGENIERIA

Referencia de laboratorio: **G24-0037**

LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO DE UN SUELO

UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

Area: **Geotecnia**

STL

Límite Líquido	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	

Límite Plástico	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	
Prova nº	

Datos adicionales	
Observaciones	
Observaciones	
Observaciones	
Observaciones	
Cantidad líquida	
Cantidad plástica	
Ind. de plasticidad	ISO CLASS

Representación gráfica

The chart is a Liquid Limit Chart. The vertical axis (y-axis) is labeled 'Límite líquido (%)' and ranges from 0 to 100 in increments of 10. The horizontal axis (x-axis) is labeled 'Índice de plasticidad' and ranges from 0 to 20 in increments of 2. A dashed line represents the boundary between clay and silt, starting at approximately (0, 25) and ending at (20, 5). The data points from the tables are plotted on the chart.

Prova nº	Límite líquido (%)	Índice de plasticidad
1	25	0
2	25	0
3	25	0
4	25	0
5	25	0
6	25	0

Reservados todos los derechos.

INSTRUMENTOS 2020

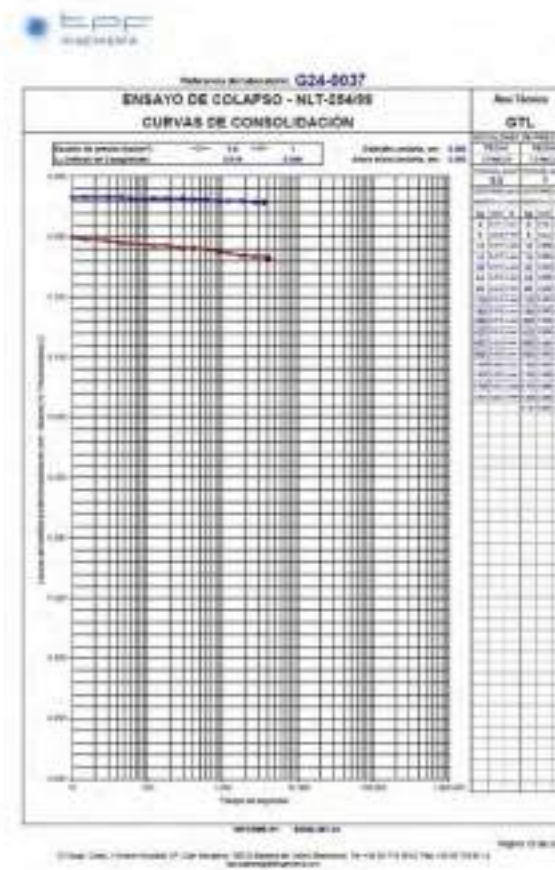
INSTRUMENTOS 2020

Página 5 de 5

[illegible]

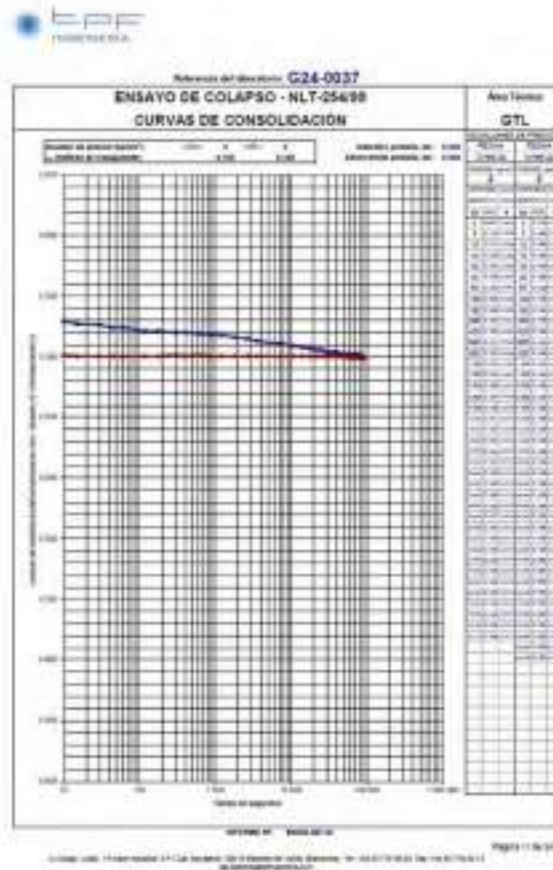


2012_Estudo: gatilhos para a sustentabilidade do turismo e desenvolvimento de uma nova indústria em la potesta ERE del poligono Valdehumbos, Arapongas (Ma) (pt)



2012. Trabajo guión para la parametrización del terreno y construcción de una masa estructural en la parcela E10 del polígono Valdehuelmo, Aranzazu (Madrid)

Intealco
ingeniería del terreno



2012_Estudo: gatilhos para a sustentabilidade do turismo e desenvolvimento de uma nova indústria em la potesta ERE del poligono Valdehumbos, Arapongas/PR (Ma 10)

[illegible]



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Identificación del sedimento: **G24-2038**

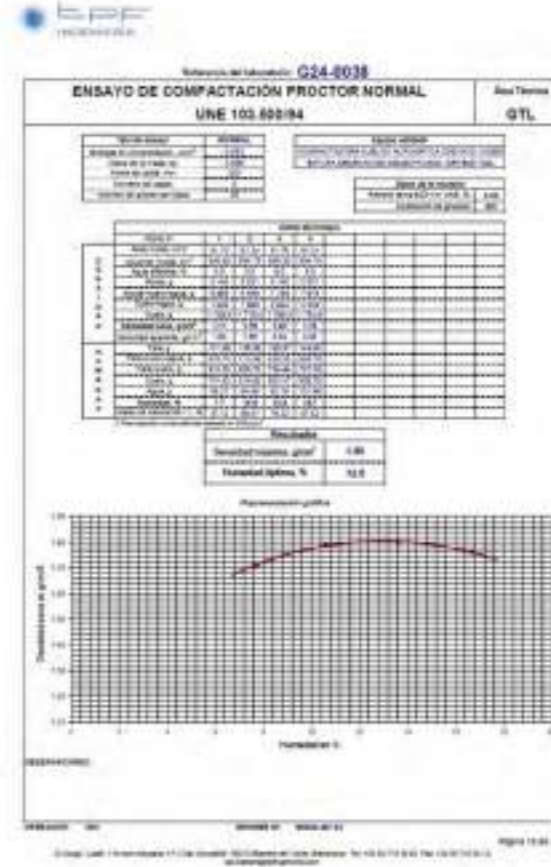
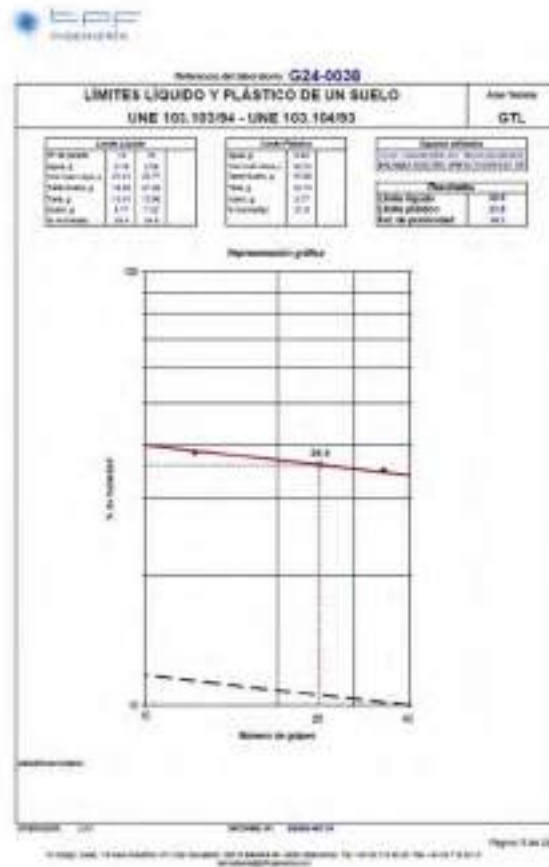
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

Área: **Geología**

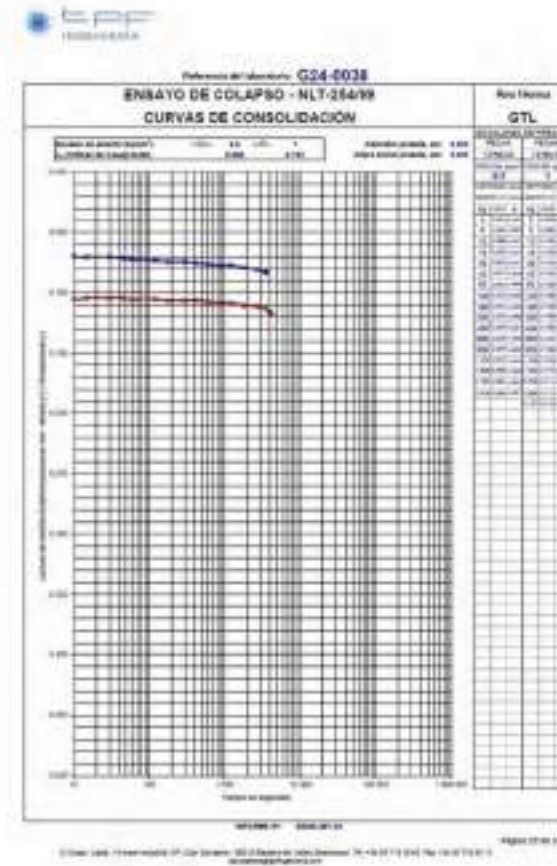
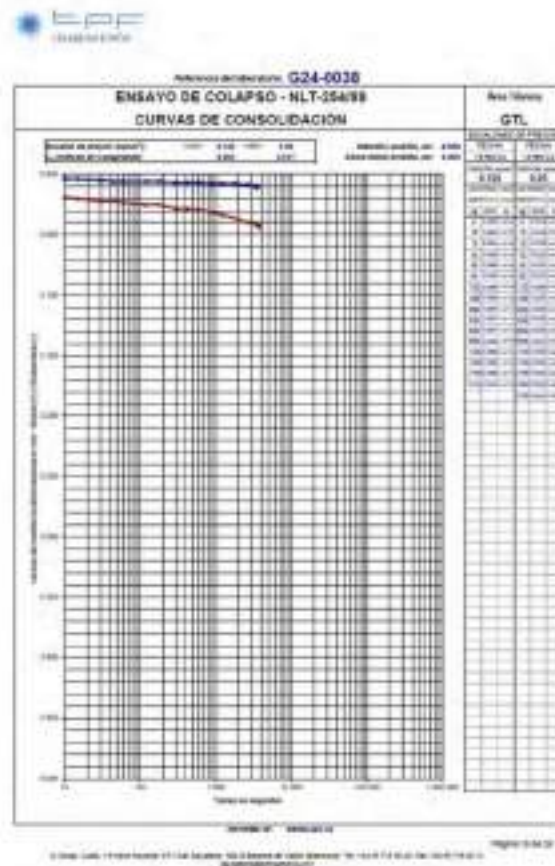
UNE 103.181/95

GTL

Identificación		Propiedades físicas		Datos de análisis por tamizado		Comentarios adicionales
Clase	Descripción	Porcentaje	Unidad	Clase	Unidad	
Clase	Descripción	Porcentaje	Unidad	Clase	Unidad	
0	0.075 mm	100	%	0.075 mm	100.0	
1	0.150 mm	100	%	0.150 mm	100.0	
2	0.300 mm	100	%	0.300 mm	100.0	
3	0.600 mm	100	%	0.600 mm	100.0	
4	1.250 mm	100	%	1.250 mm	100.0	
5	2.500 mm	100	%	2.500 mm	100.0	
6	5.000 mm	100	%	5.000 mm	100.0	
7	10.000 mm	100	%	10.000 mm	100.0	
8	20.000 mm	100	%	20.000 mm	100.0	
9	40.000 mm	100	%	40.000 mm	100.0	
10	80.000 mm	100	%	80.000 mm	100.0	
11	160.000 mm	100	%	160.000 mm	100.0	
12	320.000 mm	100	%	320.000 mm	100.0	
13	630.000 mm	100	%	630.000 mm	100.0	
14	1250.000 mm	100	%	1250.000 mm	100.0	
15	2500.000 mm	100	%	2500.000 mm	100.0	
16	5000.000 mm	100	%	5000.000 mm	100.0	
17	10000.000 mm	100	%	10000.000 mm	100.0	
18	20000.000 mm	100	%	20000.000 mm	100.0	
19	40000.000 mm	100	%	40000.000 mm	100.0	
20	80000.000 mm	100	%	80000.000 mm	100.0	
21	160000.000 mm	100	%	160000.000 mm	100.0	
22	320000.000 mm	100	%	320000.000 mm	100.0	
23	630000.000 mm	100	%	630000.000 mm	100.0	
24	1250000.000 mm	100	%	1250000.000 mm	100.0	
25	2500000.000 mm	100	%	2500000.000 mm	100.0	
26	5000000.000 mm	100	%	5000000.000 mm	100.0	
27	10000000.000 mm	100	%	10000000.000 mm	100.0	
28	20000000.000 mm	100	%	20000000.000 mm	100.0	
29	40000000.000 mm	100	%	40000000.000 mm	100.0	
30	80000000.000 mm	100	%	80000000.000 mm	100.0	
31	160000000.000 mm	100	%	160000000.000 mm	100.0	
32	320000000.000 mm	100	%	320000000.000 mm	100.0	
33	630000000.000 mm	100	%	630000000.000 mm	100.0	
34	1250000000.000 mm	100	%	1250000000.000 mm	100.0	
35	2500000000.000 mm	100	%	2500000000.000 mm	100.0	
36	5000000000.000 mm	100	%	5000000000.000 mm	100.0	
37	10000000000.000 mm	100	%	10000000000.000 mm	100.0	
38	20000000000.000 mm	100	%	20000000000.000 mm	100.0	
39	40000000000.000 mm	100	%	40000000000.000 mm	100.0	
40	80000000000.000 mm	100	%	80000000000.000 mm	100.0	
41	160000000000.000 mm	100	%	160000000000.000 mm	100.0	
42	320000000000.000 mm	100	%	320000000000.000 mm	100.0	
43	630000000000.000 mm	100	%	630000000000.000 mm	100.0	
44	1250000000000.000 mm	100	%	1250000000000.000 mm	100.0	
45	2500000000000.000 mm	100	%	2500000000000.000 mm	100.0	
46	5000000000000.000 mm	100	%	5000000000000.000 mm	100.0	
47	10000000000000.000 mm	100	%	10000000000000.000 mm	100.0	
48	20000000					

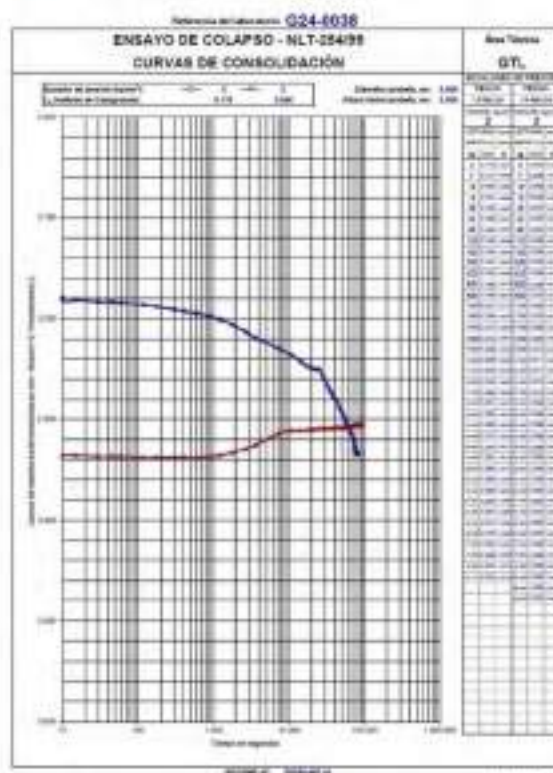






30012_23460-geotecnia para la parametrización del terreno y construcción de una masa estructural en la parcela E03 del polígono Valdehumbos, Aranzazu (Madrid)

Intecalco
ingeniería del terreno



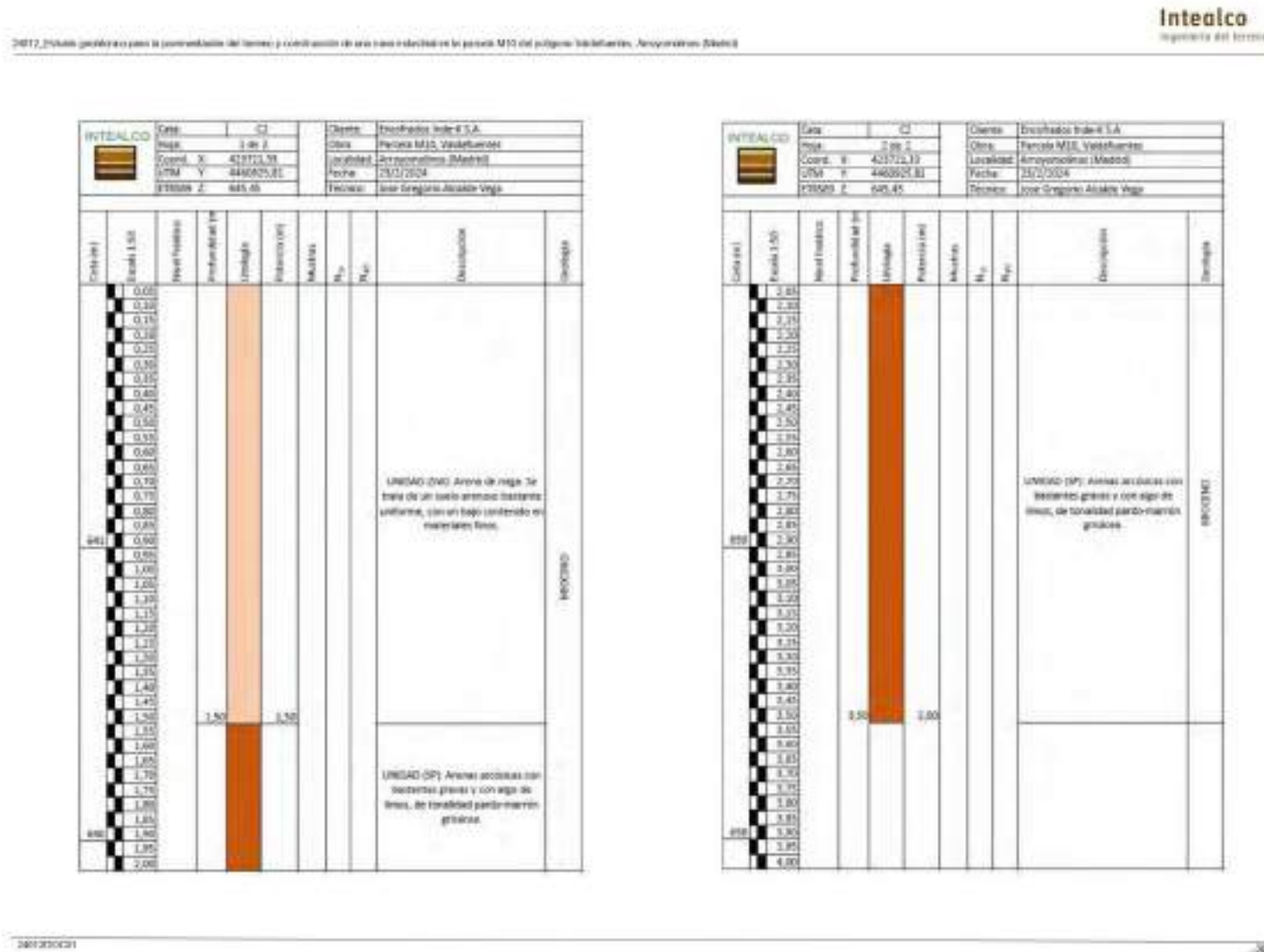
© Ingenieros de Edificación y Construcción de Obras Civiles - 2013. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.



© Ingenieros de Edificación y Construcción de Obras Civiles - 2013. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

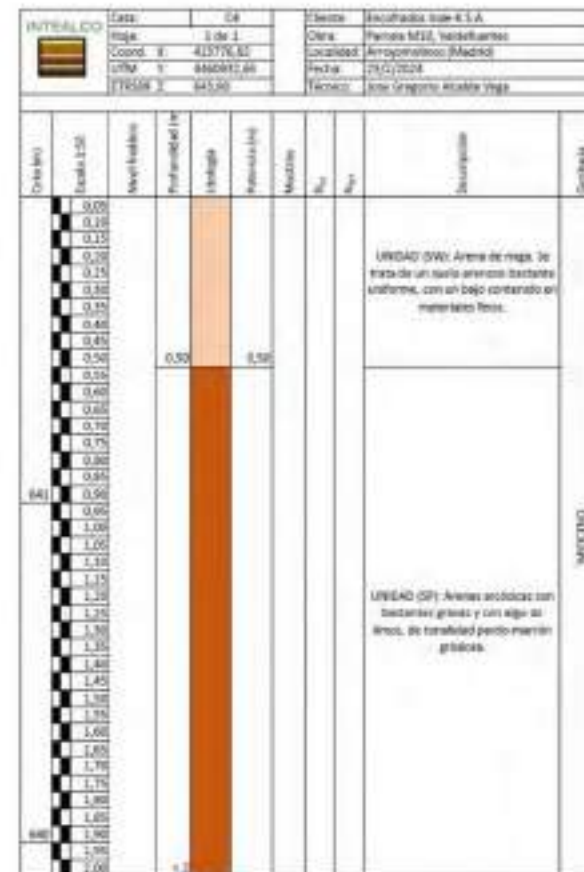
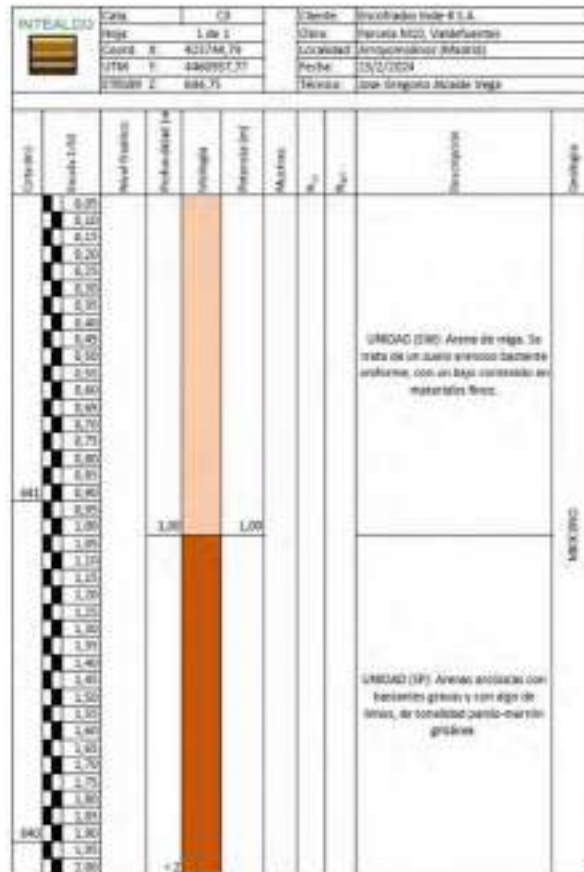
[illegible]

[illegible]



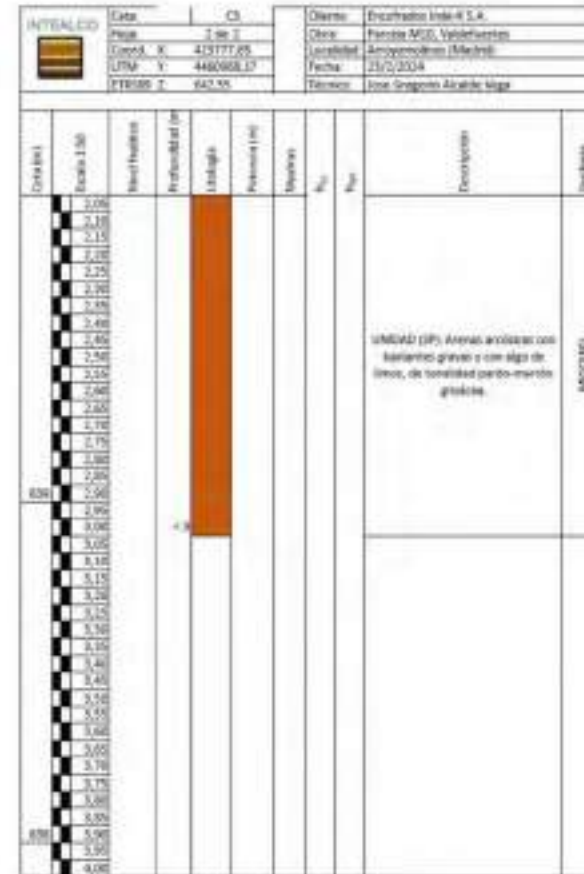
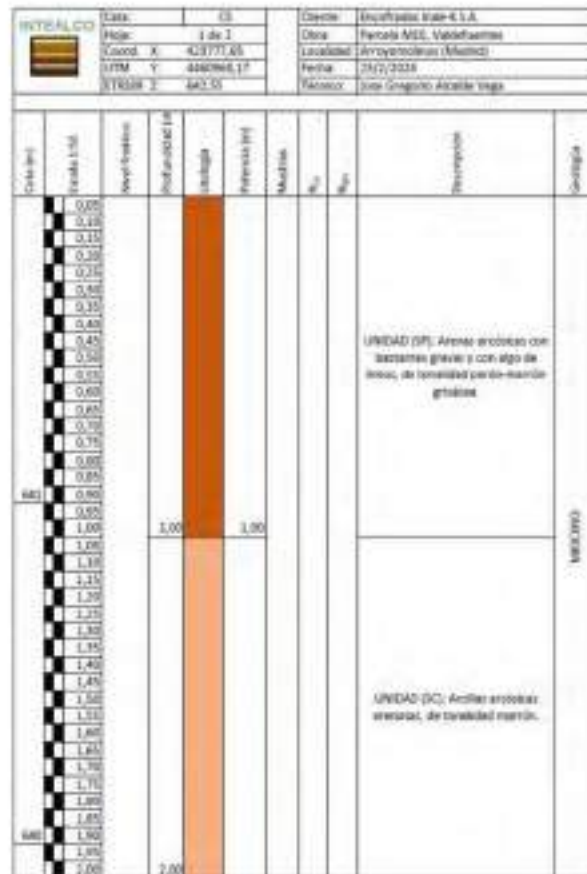
38012_2:Subsistema geotécnico para la pavimentación del terreno y construcción de una zona industrial en la parcela 183 del polígono Valdehuelmo, Arroyavieja (Madrid)

Intealco
ingeniería del terreno

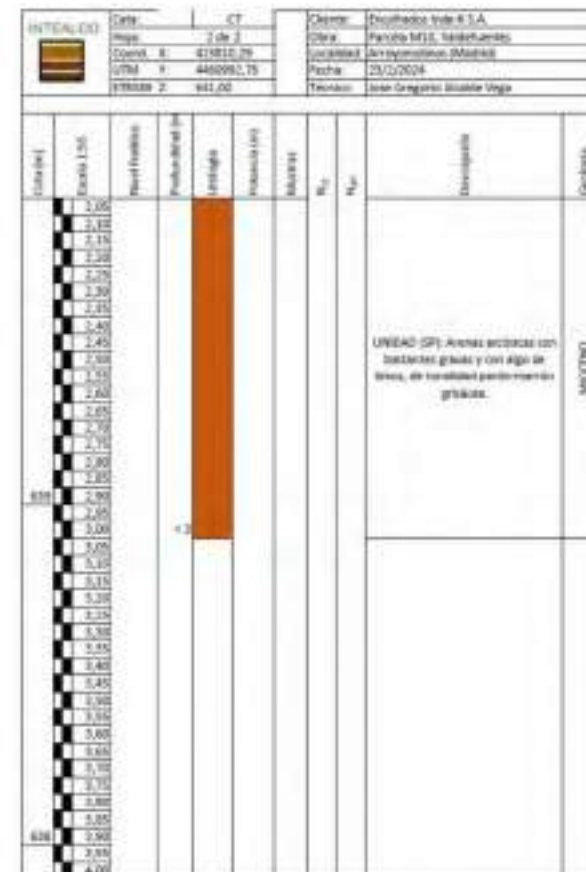
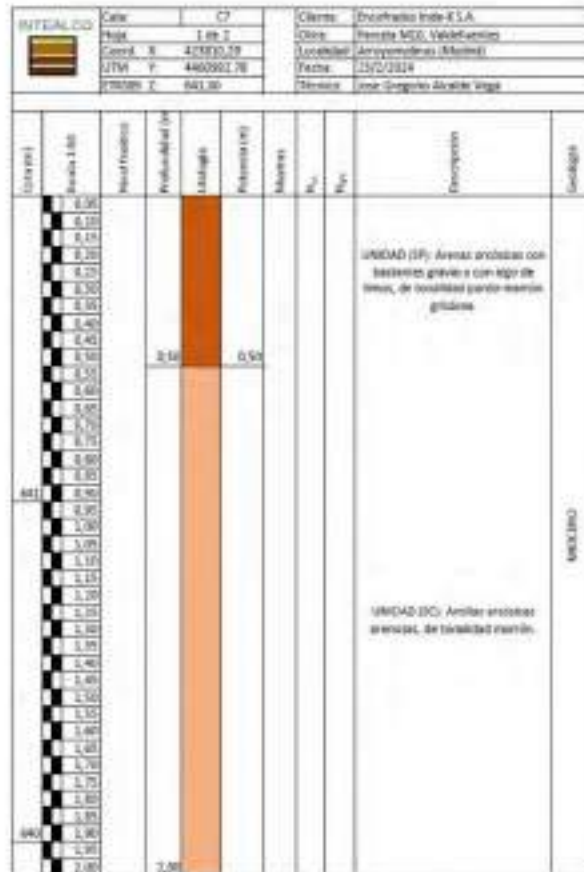


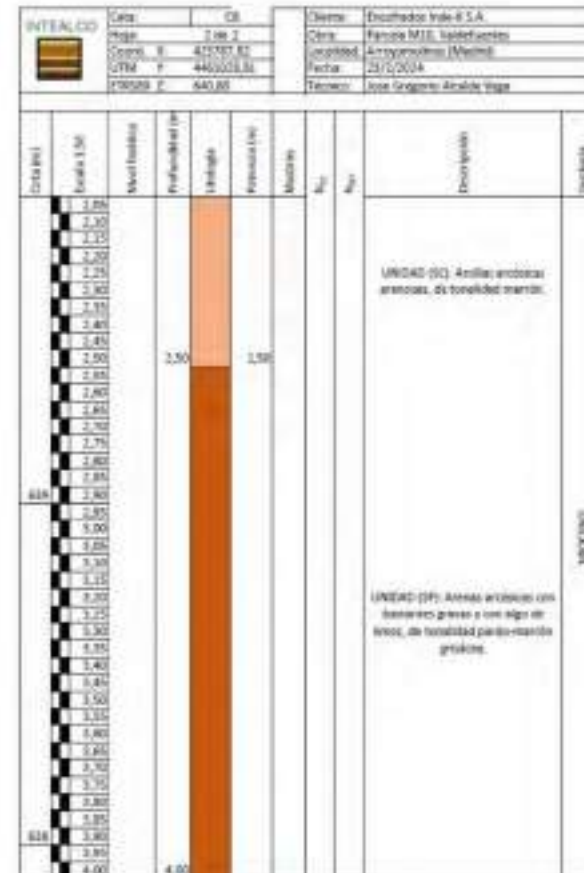
38012_2: Plano geotécnico para la parametrización del terreno y construcción de una masa estructural en la parcela E15 del polígono Valle de los Hornos, Aranzazu (Madrid)

Intecalco
ingeniería del terreno



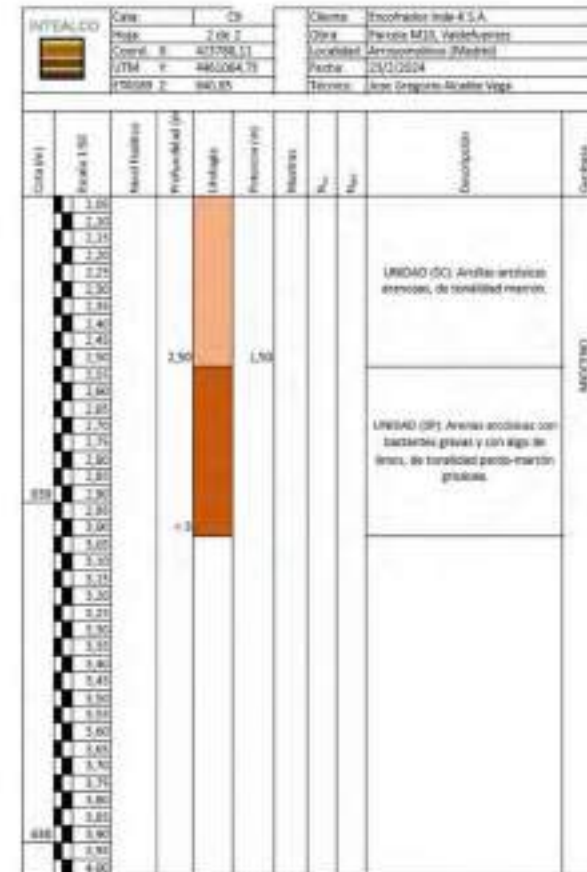
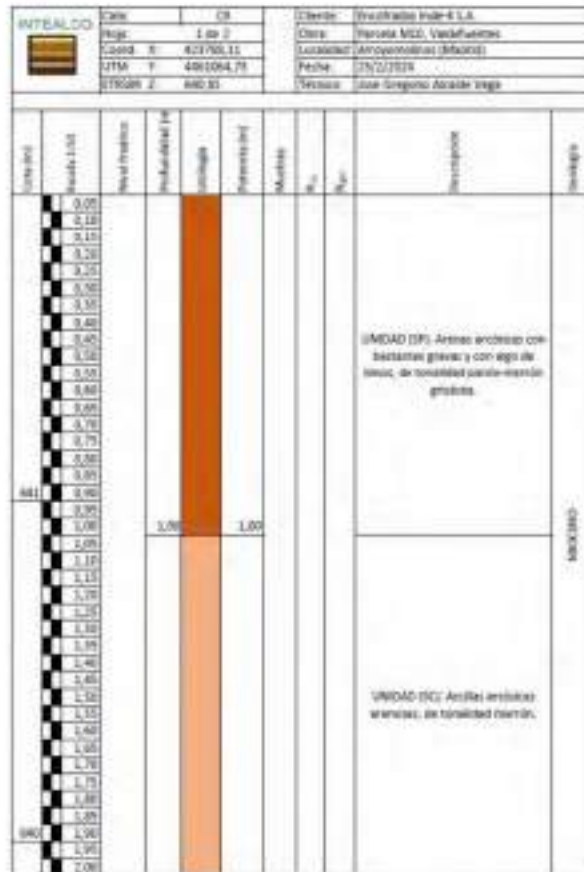
38012_2:Anexo geotécnico para la parametrización del terreno y construcción de una masa estructural en la parcela E18 del polígono Valdehumbos, Arroyavieja (Madrid)

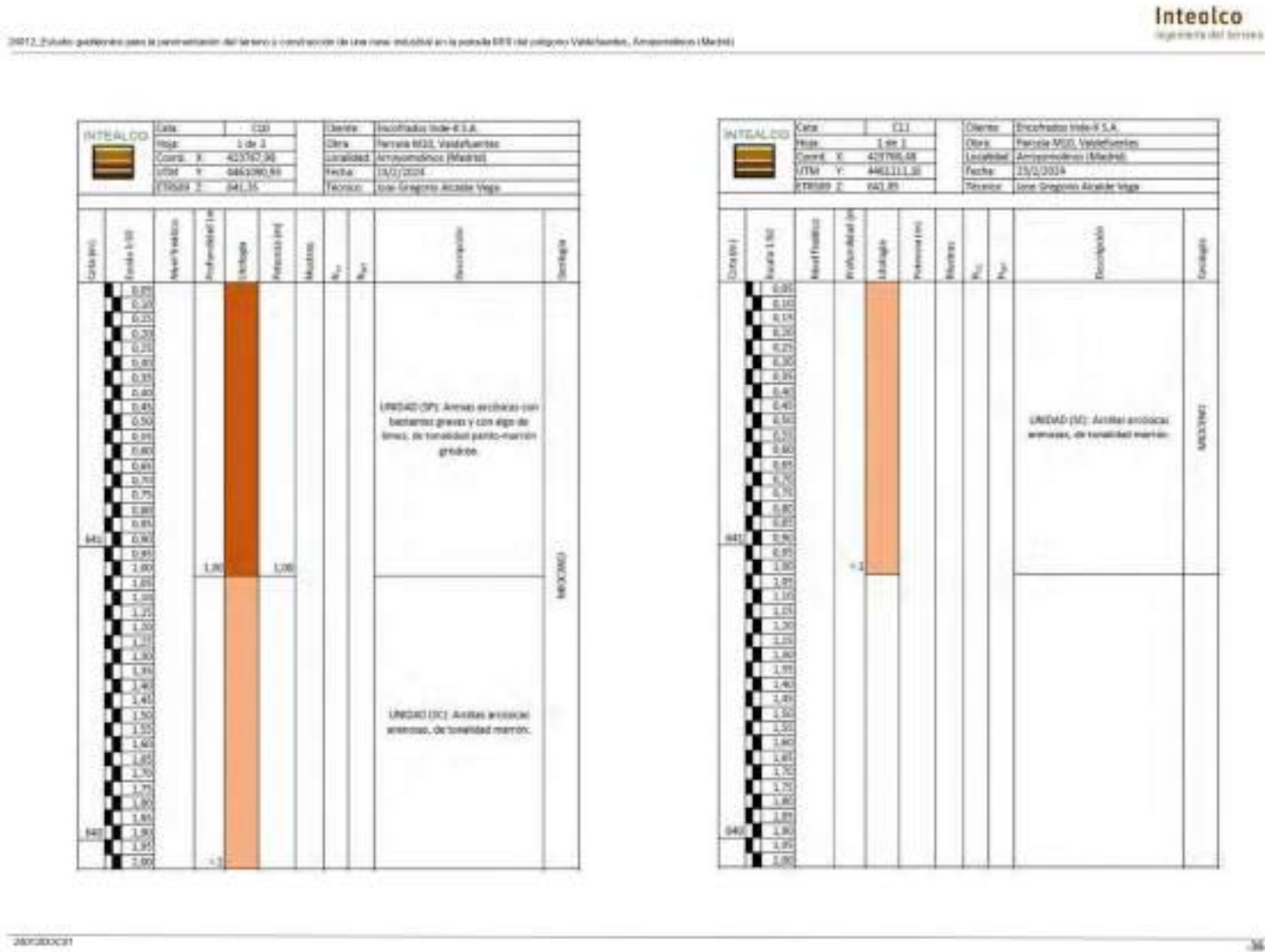




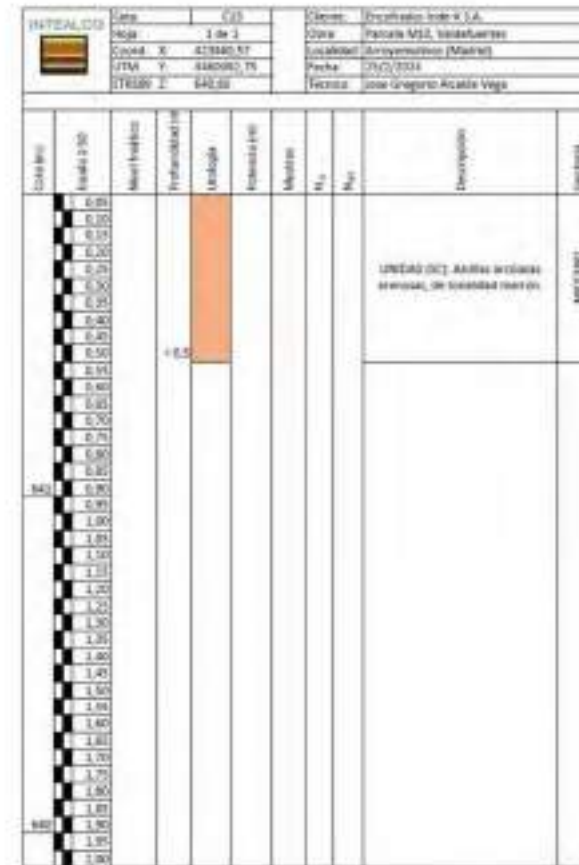
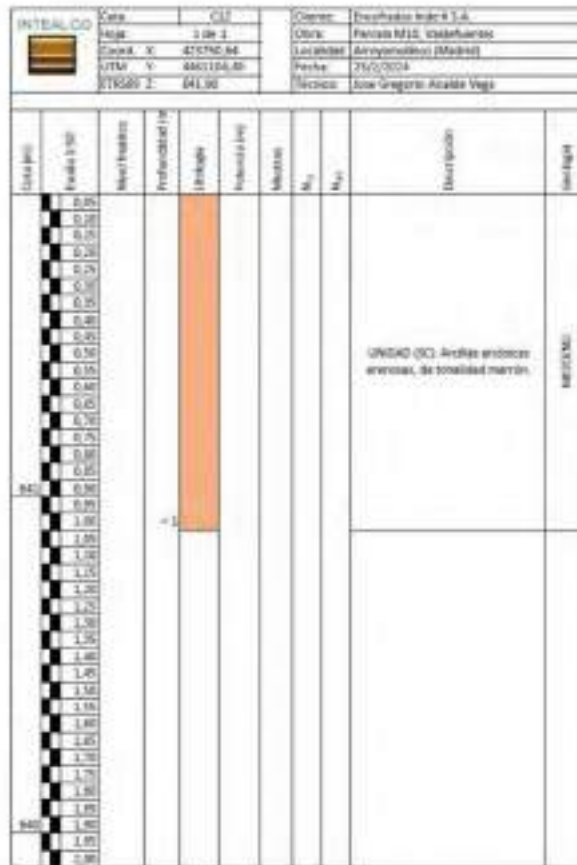
38012_2: Plano geológico para la parametrización del terreno y construcción de una casa individual en la parcela 818 del polígono Valdehumbos, Arroyavieja (Madrid)

Intealco
ingeniería del terreno





28127_ Estado geodésico para la parametrización del terreno y la obtención de una curva nivelada en el punto MTO del polígono Valdecañas, Arroyomolinos (Madrid).



30112_23406-guía para la cimentación del terreno o construcción de una masa estructural en la parcela E03 del polígono Valdehuelmo, Aranzuegui (Murcia)

11 ANEXO 2: CÁLCULO DE PRESIONES ADMISIBLES Y ASIENTOS

Para que el diseño de la cimentación sea adecuado, se requerirá:

- Que sea estable, es decir, que el coeficiente de seguridad disponible (relación entre la carga que produciría el agotamiento de la resistencia del terreno y el hundimiento de la cimentación) sea adecuado.
- Que sus deformaciones sean admisibles, o que los movimientos (asientos, desplazamientos horizontales, giros) causados por la deformación del terreno sometido a las tensiones transmitidas por la cimentación, sean tolerables por la estructura.
- Que no afecte construcciones próximas, es decir, que no se hagan notar más allá de los límites inteados de la estructura a construir.
- Que sea duradera, o que las premisas anteriores se mantengan durante toda la vida útil de la estructura.

11.1 PRESIÓN VERTICAL DE SERVICIO ADMISIBLE

Se utiliza la ecuación que recomienda el "DB SE-CE" en el artículo 4.3.2; tener el cálculo de presiones en condiciones no drenadas y drenadas, tomando las más desfavorables y limitándose al valor de la resistencia a compresión simple (DB SE-CE, apartado F.1.2.4):

4.3.2 Determinación de la presión de hundimiento mediante métodos analíticos.

4.3.2.1 Ecuación analítica básica.

La presión de hundimiento de una cimentación directa vertical definida por la ecuación (4.3.1) podrá expresarse en términos de las siguientes variables:

$$q_u = \sigma_v N_q d_q i_q \gamma_1 \gamma_2 + c_u N_c d_c i_c + \frac{1}{2} \sigma_v' N_\gamma d_\gamma i_\gamma \quad (4.3.1)$$

siendo

- q_u : la presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno $R_{d,u}$.
- σ_v : la presión vertical característica alrededor del elemento al nivel de su base.
- c_u : el valor característico de la cohesión del terreno.
- σ_v' : el ancho equivalente del cimiento.
- γ_u : el peso específico característico del terreno por debajo de la base del cimiento.
- N_q, N_c, N_γ : los factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno característico del terreno (ϕ_u). Se denominan respectivamente: factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico.
- d_q, d_c, d_γ : los coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad.
- i_q, i_c, i_γ : los coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del elemento.
- γ_1, γ_2 : los coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical.
- $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$: los coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud.

Fuente: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-C, página 33.

- d) En suelos firmes (limos y arcillas) saturados y de baja permeabilidad, habrá que comprobar las situaciones de dimensionado transitorias de carga sin drenaje. Bajo esta hipótesis se supone que los incrementos de presión intersticial generados por las cargas del edificio no se disipan tras su aplicación. En términos generales y salvo justificación expresa en contra, se supondrá que puede darse esta situación de dimensionado si el coeficiente de permeabilidad del terreno saturado resulta inferior a $k=0,001$ mm/s. En este caso la resistencia al corte del terreno podrá expresarse en términos de tensiones totales, representada mediante un ángulo de rozamiento interno $\mu=0$ y una cohesión $c_{\mu=0}$, esta última denominada resistencia al corte sin drenaje. El valor de dicha resistencia procederá de ensayos triaxiales UU o CU, o en su caso, de compresión simple. Asimismo podrá haber sido obtenida de forma indirecta a partir de ensayos in situ (molinete, penetrometro estático, presímetro). Salvo que se cuente con una dilatada experiencia local, para la selección final de la resistencia al corte sin drenaje a emplear en cálculo será recomendable que el estudio geotécnico cuente, para casos importantes, con diferentes tipos de ensayo, tanto de campo como de laboratorio, con el fin de comparar resultados y seleccionar su valor característico.

- e) En formaciones rocosas se podrán aplicar los métodos simplificados recogidos en 4.3.4. Para ello será necesario que el estudio geotécnico contenga información descriptiva suficiente en cuanto al tipo de roca, su estructura y grado de meteorización. Asimismo debe contener una valoración cuantitativa de la resistencia a la compresión simple y de los índices RQD y RIR.

Fuente: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-C, página 28.

F.1.2.4 Suelos con un contenido de fines superior al 30%

- En arcillas normalmente consolidadas o sobreconsolidadas en las que con las presiones aplicadas por el edificio se llegue a superar la presión de sobreconsolidación, el planteamiento de una cimentación directa requerirá un estudio especializado, no contemplado en este DB.
- En el caso de arcillas sobreconsolidadas en las que con las presiones aplicadas por el edificio no se llegue a superar la presión de sobreconsolidación y no se produzcan distorsiones locales, se podrán emplear métodos de estimación de asientos basados en la teoría de la Elasticidad (véase tabla D.20). A efectos prácticos, se considerará que se cumple esta última condición si la resistencia a compresión simple de la arcilla sobreconsolidada es superior a la presión sobre el terreno transmitida por la carga de servicio del edificio.
- Los módulos de deformación del terreno en este caso se podrán obtener mediante:
 - ensayos triaxiales especiales de laboratorio con medida local de deformaciones en la probeta de suelo;

Fuente: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-C, página 39.

Así pues, se obtienen los siguientes valores de presión admisible con un coeficiente de seguridad $F=3$ en función de la profundidad del apoyo:

2012. Estudio geotécnico para la cimentación del terreno y construcción de una casa industrial en la parcela 103 del polígono Valdehondo, Aranzuegui (Murcia)

Tabla 11.1: Presión vertical de servicio admisible Q_{ad} (kN/m²)

Profundidad (m)	Zapata aislada		Zapata corrida	
	kN/m ²	kg/cm ²	kN/m ²	kg/cm ²
0,50	138,65	1,41	100,23	1,02
1,00	169,79	1,73	142,44	1,45
1,50	181,32	1,84	152,52	1,55
2,00	189,63	1,93	159,92	1,63
2,50	196,13	1,99	165,80	1,69
3,00	201,55	2,05	170,80	1,74

Obteniendo por las presiones de trabajo calculadas, valores de asiento máximos de la orden de 22 mm, es decir, se cumple el criterio de restricción habitual $S \leq 25$ mm.

11.2 ASIENTOS PREVISIBLES

Es decir, que se debe hacer la estimación de los asentamientos con una formulación que tenga en cuenta la deformación elástica del esqueleto sólido del terreno, pudiendo determinarse por un estrato elemental de grosor H mediante la siguiente expresión general:

$$S_{\text{corn}} = \frac{H \cdot \Delta \sigma'}{E}$$

Donde:

S : asiento en la esquina del rectángulo

E : módulo de elasticidad equivalente del terreno

$\Delta \sigma'$: sobrepresión inducida por la cimentación en el punto a examinar

Posteriormente al cálculo de las presiones admisibles del terreno, se ha procedido al cálculo de los asentamientos previsibles en el terreno en función de la profundidad y del tipo de cimentación (Tabla 11.2).

Tabla 11.2: Asientos obtenidos por la presión vertical de servicio admisible (mm)

Profundidad (m)	Zapata aislada		Zapata corrida	
	Carga (kN/m ²)	Asiento (mm)	Carga (kN/m ²)	Asiento (mm)
0,50	138,65	18,41	100,23	17,43
1,00	169,79	18,06	142,44	22,38
1,50	181,32	22,98	152,52	21,50
2,00	189,63	15,55	159,92	19,56
2,50	196,13	16,11	165,80	18,29
3,00	201,55	12,39	170,80	16,85

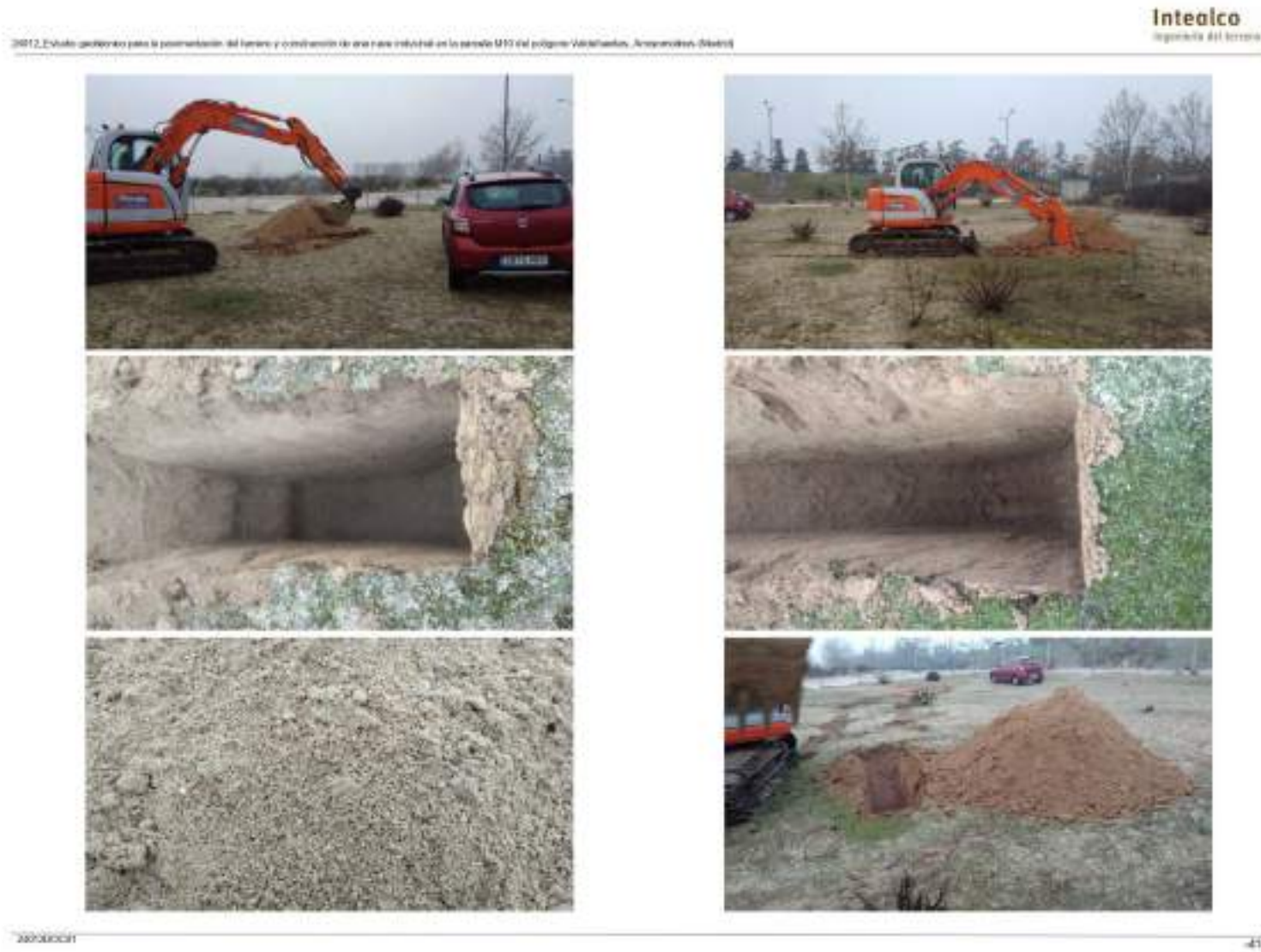
2012. Estudio geográfico para la parcelación del terreno y construcción de una casa individual en la parcela 1215 del polígono Vindeluellos, Arroyavieja (Burgos)

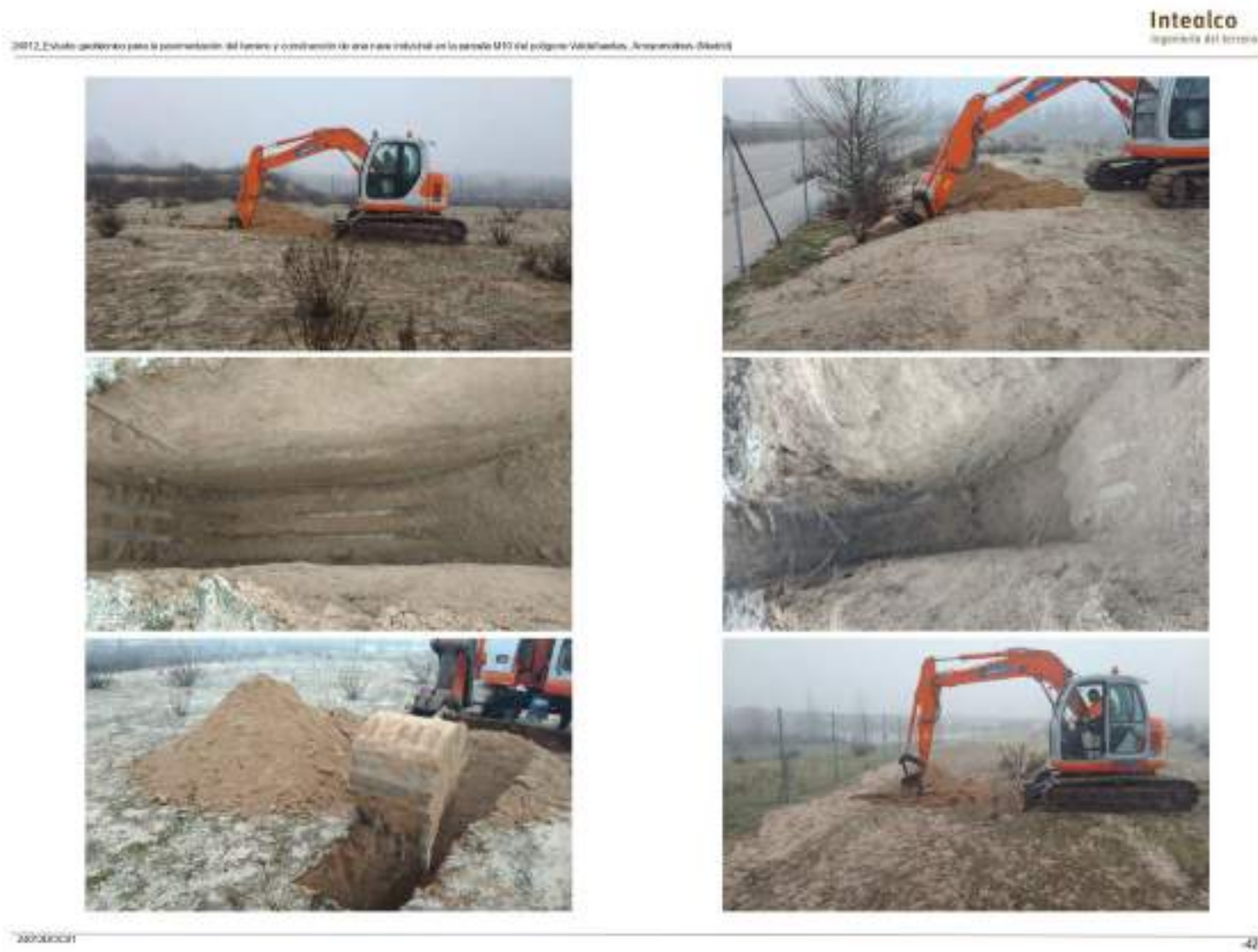
Intealco
ingeniería del terreno

12 ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS

2012/03/01

43











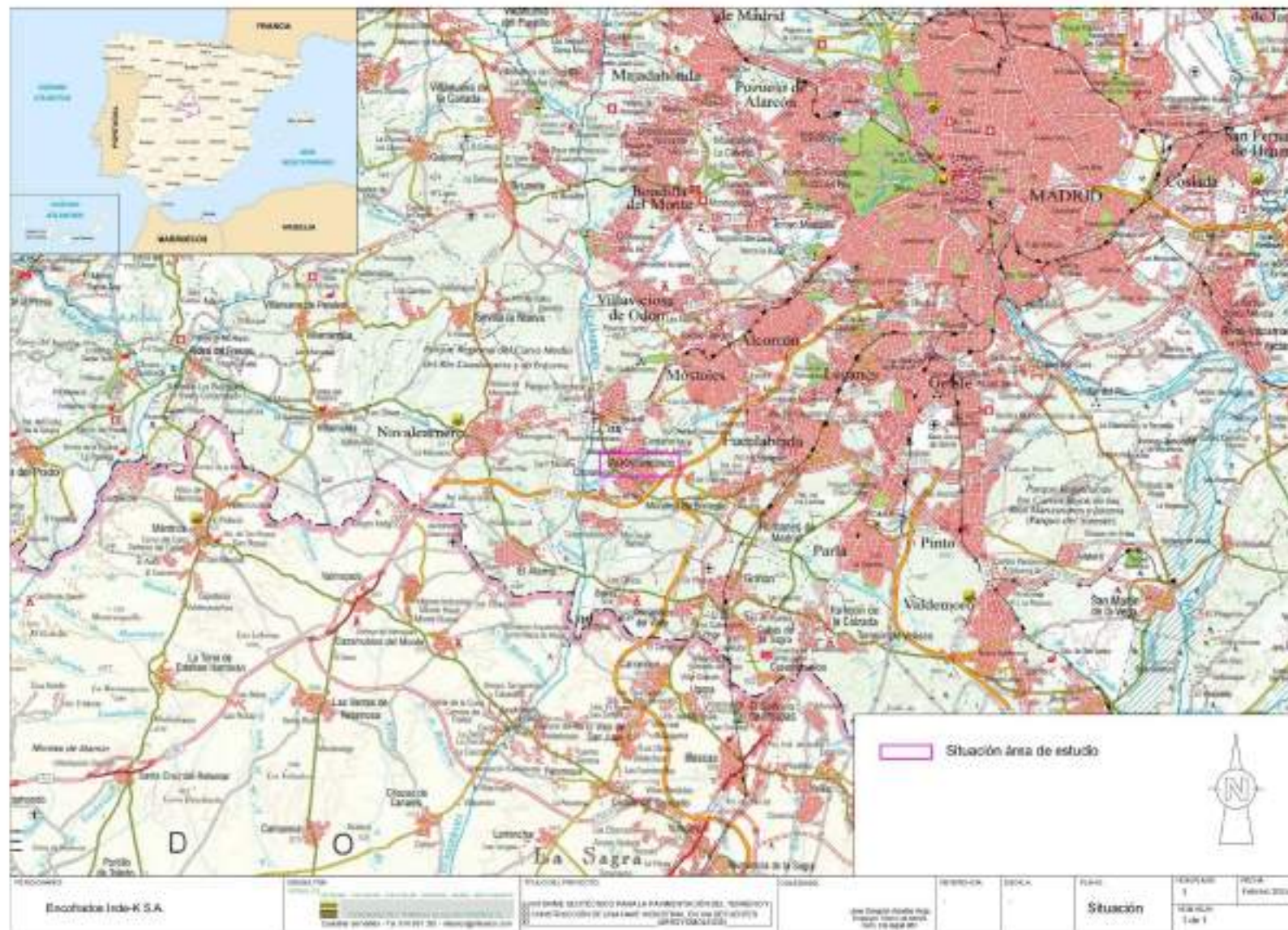
2012, Estudio geotécnico para la pavimentación del terreno y construcción de una casa individual en la parcela M10 del polígono Valsecales, Arce (León, España)

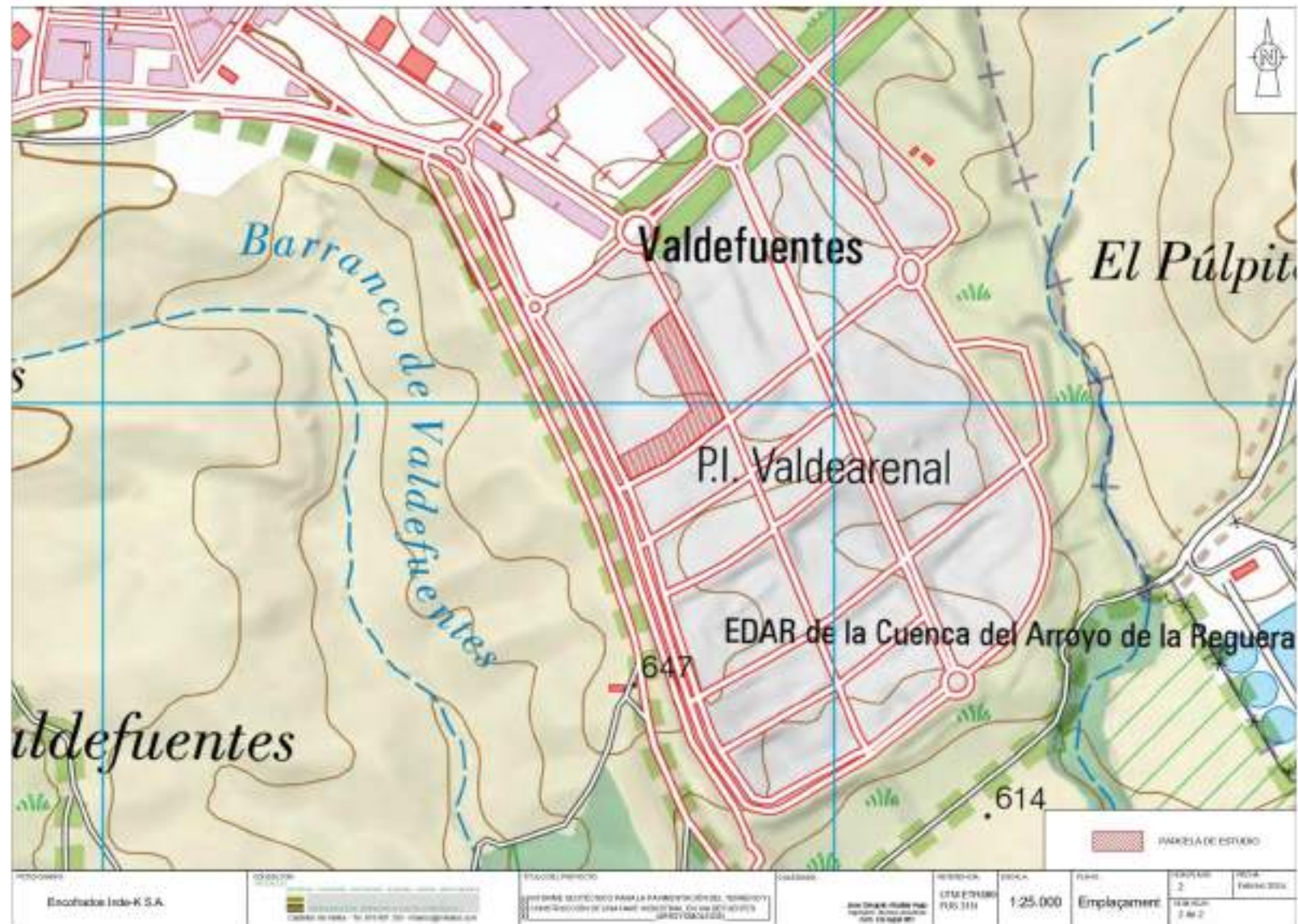


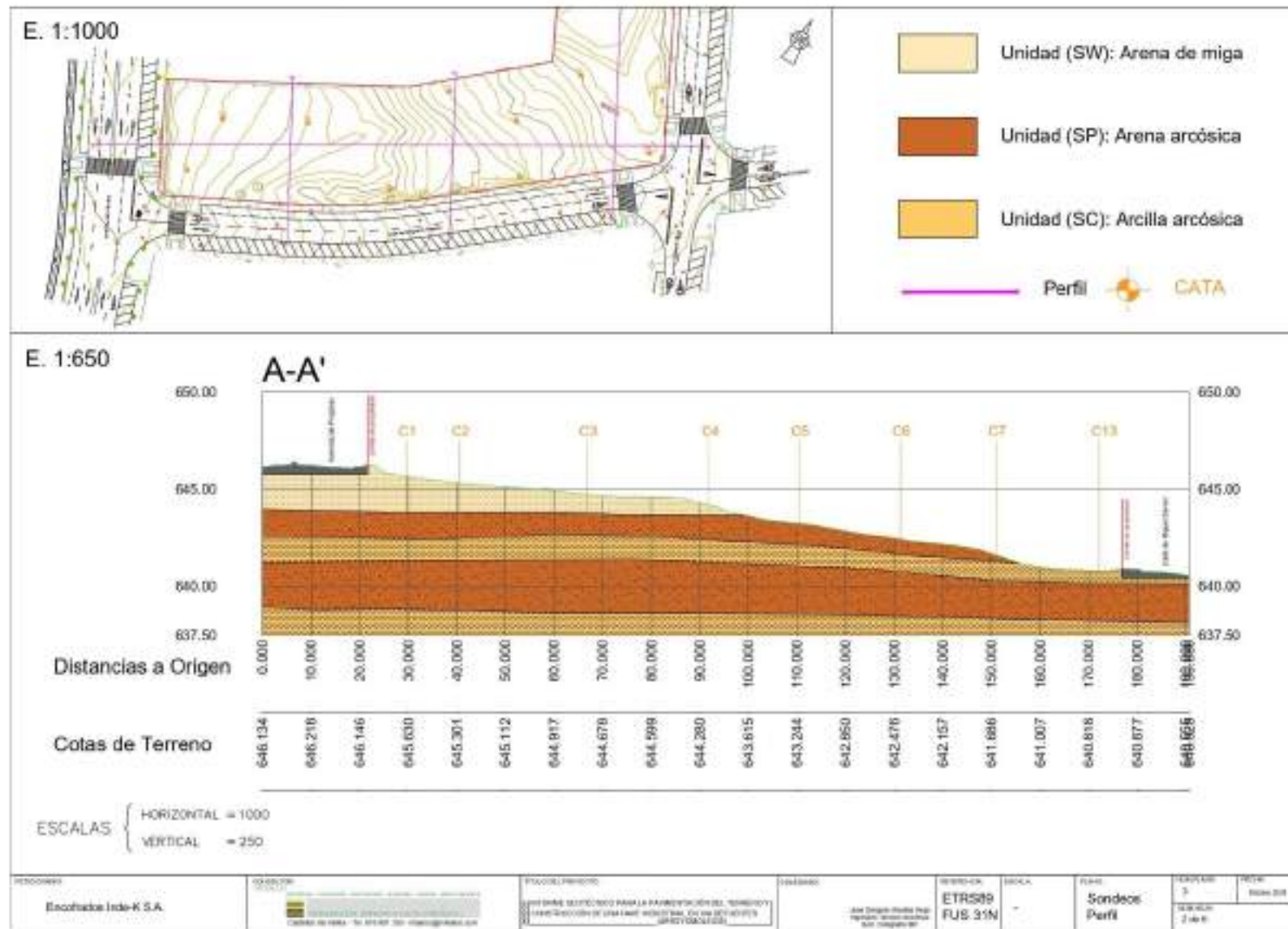
2012/03/01

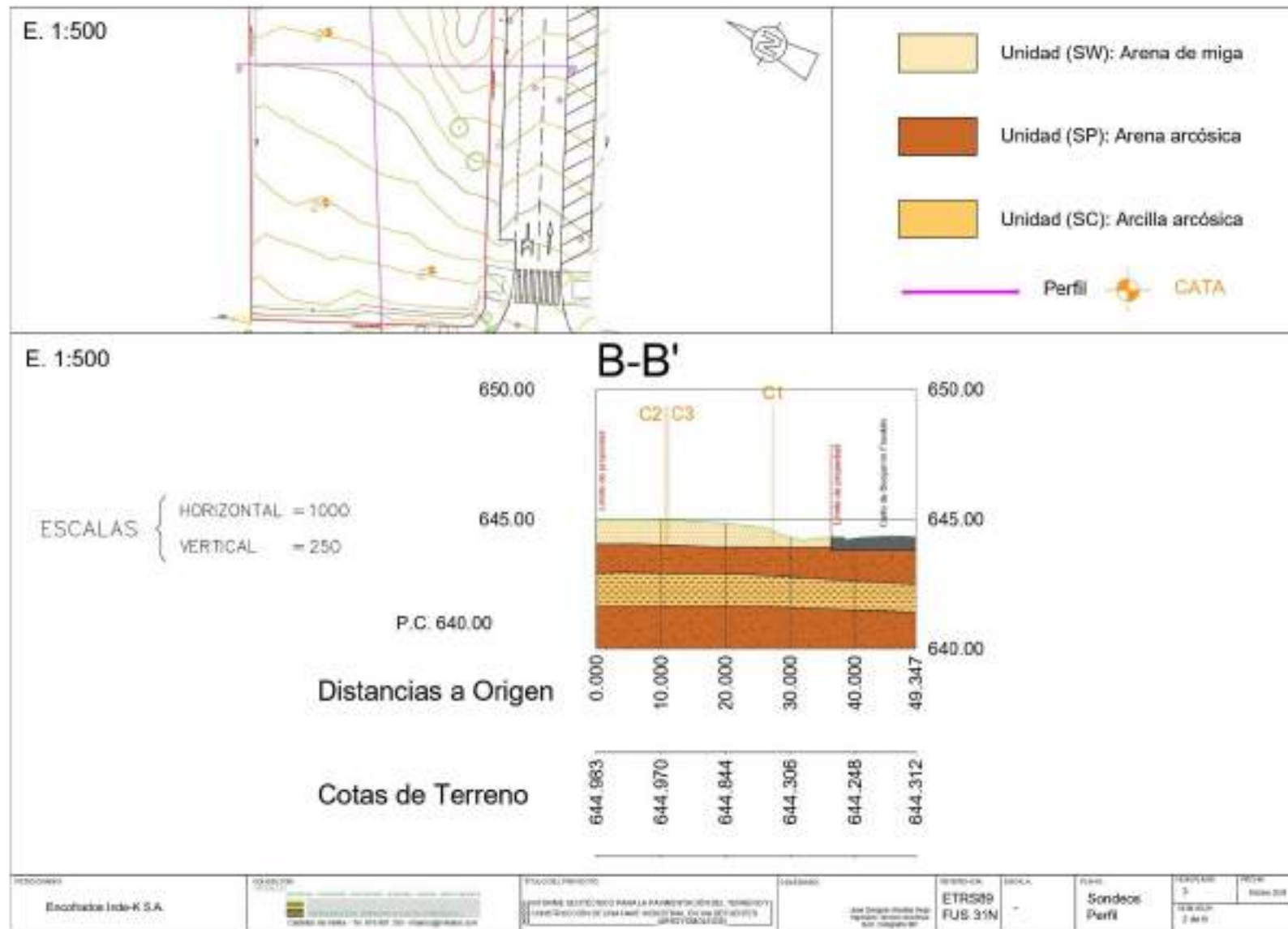
2012/03/01

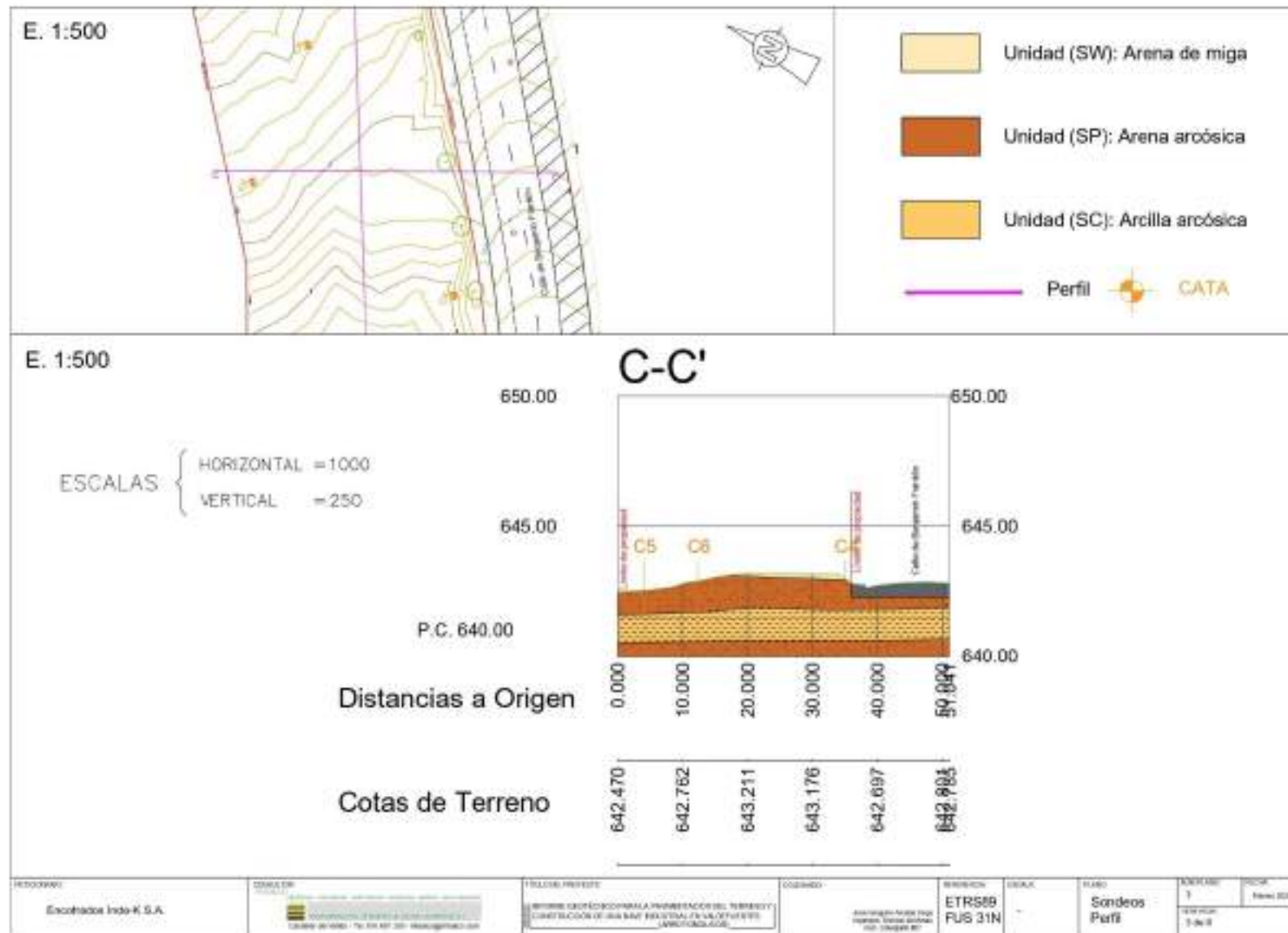
13 ANEXO 4: PLANOS

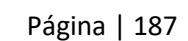




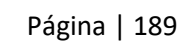












1.4.4 CÁLCULOS CYPE:

1.4.4.1 CÁLCULO CORREAS

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia										
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.										
Aprovechamiento: 76.98 %										
Barra pésima en cubierta										
Perfil: CF-225x2.5										
Material: S235										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _y ⁽⁰⁾ (cm⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm⁴)	y _s ⁽³⁾ (mm)	z _s ⁽⁴⁾ (mm)	
	0.965, 31.000, 7.397	0.965, 24.800, 7.397	6.200	10.46	806.27	90.72	0.22	-16.21	0.00	
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo		Pandeo lateral							
	Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.			
	β		1.00		0.00		0.00			
	L _p		6.200		0.000		0.000			
	C _i		-		1.000					
	Notación: β: Coeficiente de pandeo L _p : Longitud de pandeo (m) C _i : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	N _t	N _c	M _t	M _c	M _t M _c	V _t	V _c	N _t M _t	N _t M _c	N _t M _t V _t	N _t M _t M _c V _t		
Pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{lim} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 6.2 m η = 77.0	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 6.2 m η = 19.5	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 77.0
Producido por una versión educativa de CYPE	Notación: b / t: Relación anchura / espesor. L: Limitación de esbeltez N: Resistencia a tracción N _t : Resistencia a compresión M: Resistencia a flexión. Eje Y M _t : Resistencia a flexión. Eje Z M _t M _c : Resistencia a flexión biaxial V: Resistencia a corte Y V _t : Resistencia a corte Z N _t M _t : Resistencia a tracción y flexión N _t M _c : Resistencia a compresión y flexión N _t M _t V _t : Resistencia a cortante, axil y flexión N _t M _t M _c V _t : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante 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 axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flexor. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flexor para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flexor, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.													

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla S.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h/t : \underline{86.0} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b/t : \underline{28.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c/t : \underline{8.0} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c/b : \underline{0.286}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{215.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{70.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{20.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen los acuerdos curvos entre elementos planos.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.770} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.965, 24.800, 7.397, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

M_{y,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{11.75} \text{ kN-m}$$

Para flexión negativa:

M_{y,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN-m}$$

La resistencia de cálculo a flexión **M_{y,Rd}** viene dada por:

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{y,eff} \cdot f_{yk}}{\gamma_{m0}}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{15.27} \text{ kN-m}$$

Donde:

W_{y,eff}: Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{y,eff} : \underline{68.21} \text{ cm}^3$$

f_{yk}: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yk} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{ed}}{V_{Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.195} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.965, 28.800, 7.397, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

V_{ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{ed} : \underline{11.33} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo V_{Rd} viene dado por:

$$V_{Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{vw}}{\gamma_{M2}}$$

$$V_{Rd} : \underline{58.01} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{220.30} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

f_{vw} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{vw} = 0.48 \cdot f_{yw} \sqrt{\bar{\lambda}_w}$$

$$f_{vw} : \underline{110.59} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yw}}{E}}$$

$$\bar{\lambda}_w : \underline{1.02}$$

Donde:

f_{yw} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yw} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

γ_{M2} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M2} : \underline{1.05}$$

Producido por una versión editada de CYPE

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Producido por una versión educativa de CYPE

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 79.30 %

Coordenadas del nudo inicial: 15.035, 0.000, 7.397

Coordenadas del nudo final: 15.035, 6.200, 7.397

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(180^\circ)$ H4 a una distancia 3.100 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 806 \text{ cm}^4$) ($I_z = 91 \text{ cm}^4$)

1.4.4.2 CÁLCULOS NAVE 1

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2

1.1. Normas consideradas..... 2

1.2. Estados límite..... 2

1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2

2. ESTRUCTURA..... 4

2.1. Geometría..... 4

2.1.1. Nudos..... 4

2.1.2. Barras..... 5

3. CIMENTACIÓN..... 11

3.1. Elementos de cimentación aislados..... 11

3.1.1. Descripción..... 11

3.1.2. Medición..... 11

3.1.3. Comprobación..... 13

3.2. Vigas..... 37

3.2.1. Descripción..... 37

3.2.2. Medición..... 37

3.2.3. Comprobación..... 38

Producido por una versión educativa de CYPE



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Eurocódigo 2

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	EC
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C)	Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \psi_{1i} Q_{ki} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{2i} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_P P_k + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- γ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- γ_{Q1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ_{Qi} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- ψ_{1i} Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- ψ_{2i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Eurocódigo 2



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C)

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.300	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.300	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.300	1.000	0.500

Desplazamientos



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 Producción por una versión educativa de CYPE

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	16.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	6.200	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	6.200	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	6.200	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	6.200	16.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	6.200	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	12.400	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	12.400	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	12.400	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	12.400	16.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	12.400	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	18.600	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N17	18.600	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	18.600	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	18.600	16.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	18.600	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	24.800	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	24.800	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	24.800	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	24.800	16.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Página 4



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia	Nodos									
	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N25	24.800	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	31.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N27	31.000	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	31.000	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N29	31.000	16.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	31.000	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	31.000	5.330	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N32	31.000	10.670	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N33	31.000	10.670	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	31.000	5.330	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	0.000	5.330	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N36	0.000	10.670	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N37	0.000	10.670	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	0.000	5.330	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	24.800	5.330	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	24.800	10.670	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	6.200	5.330	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N42	6.200	10.670	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	12.400	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	18.600	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Producción por la versión educativa de CYPE

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E	ν	G	f_t	α
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_t : Límite elástico α : Coeficiente de dilatación ρ : Peso específico						

2.1.2.2. Descripción

Material		Descripción							
		Barras (N/Nº)	Pisos (N/Nº)	Perfils (Serie)	Longitud (m)			A_s	A_g
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	HE 180 B (HEB)	-	7.158	0.142	0.00	1.18
		N3/N4	N3/N4	HE 180 B (HEB)	-	7.158	0.142	0.00	1.18
		N2/N38	N2/N5	IPE 300 (IPE)	0.091	5.266	-	1.00	1.00
		N38/N5	N2/N5	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	1.00	1.00

Página 5



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Producido por una versión educativa de CYPE

Material		Barras (Nº/Nº)	Pecho (Nº/Nº)	Perfil(Serie)	Descripción			L ₁	L ₂	L ₃ (m)	L ₄ (m)
					Longitud (m)						
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N4/N37	N4/N5	IPE 300 (IPE)	0.091	5.266	-	1.00	1.00	-	-
		N37/N5	N4/N5	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	1.00	1.00	-	-
		N6/N7	N6/N7	HE 200 B (HEB)	-	7.159	0.141	0.00	1.18	7.300	-
		N8/N9	N8/N9	HE 200 B (HEB)	-	7.159	0.141	0.00	1.18	-	7.300
		N7/N41	N7/N10	IPE 300 (IPE)	0.101	5.256	-	0.24	1.15	1.940	5.357
		N41/N10	N7/N10	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	0.24	1.15	1.940	2.683
		N9/N42	N9/N10	IPE 300 (IPE)	0.101	5.256	-	0.24	1.15	1.940	5.357
		N42/N10	N9/N10	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	0.24	1.15	1.940	2.683
		N11/N43	N11/N12	HE 200 B (HEB)	-	4.890	0.110	0.00	1.18	5.000	-
		N43/N12	N11/N12	HE 200 B (HEB)	0.110	1.842	0.348	0.00	1.18	2.300	-
		N13/N14	N13/N14	HE 200 B (HEB)	-	6.952	0.348	0.00	1.18	-	7.300
		N12/N15	N12/N15	IPE 240 (IPE)	0.101	7.939	-	0.24	1.15	1.940	8.040
		N14/N15	N14/N15	IPE 240 (IPE)	0.101	7.939	-	0.24	1.15	1.940	8.040
		N16/N44	N16/N17	HE 200 B (HEB)	-	4.890	0.110	0.00	1.18	5.000	-
		N44/N17	N16/N17	HE 200 B (HEB)	0.110	1.842	0.348	0.00	1.18	2.300	-
		N18/N19	N18/N19	HE 200 B (HEB)	-	6.952	0.348	0.00	1.18	-	7.300
		N17/N20	N17/N20	IPE 240 (IPE)	0.101	7.939	-	0.24	1.15	1.940	8.040
		N19/N20	N19/N20	IPE 240 (IPE)	0.101	7.939	-	0.24	1.15	1.940	8.040
		N21/N22	N21/N22	HE 200 B (HEB)	-	7.159	0.141	0.00	1.18	7.300	-
		N23/N24	N23/N24	HE 200 B (HEB)	-	7.159	0.141	0.00	1.18	-	7.300
		N22/N39	N22/N25	IPE 300 (IPE)	0.101	5.256	-	0.24	1.15	1.940	5.357
		N39/N25	N22/N25	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	0.24	1.15	1.940	2.683
		N24/N40	N24/N25	IPE 300 (IPE)	0.101	5.256	-	0.24	1.15	1.940	5.357
		N40/N25	N24/N25	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	0.24	1.15	1.940	2.683
		N26/N27	N26/N27	HE 180 B (HEB)	-	7.158	0.142	0.00	1.18	7.300	-
		N28/N29	N28/N29	HE 180 B (HEB)	-	7.158	0.142	0.00	1.18	-	7.300
		N27/N34	N27/N30	IPE 300 (IPE)	0.091	5.266	-	1.00	1.00	-	-
		N34/N30	N27/N30	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	1.00	1.00	-	-
		N29/N33	N29/N30	IPE 300 (IPE)	0.091	5.266	-	1.00	1.00	-	-
		N33/N30	N29/N30	IPE 300 (IPE)	-	2.683	-	1.00	1.00	-	-
		N32/N33	N32/N33	HE 220 B (HEB)	-	7.682	0.151	0.00	0.70	-	-
		N31/N34	N31/N34	HE 220 B (HEB)	-	7.682	0.151	0.00	0.70	-	-

Página 6



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Producido por una versión educativa de CYPE

Material		Barras (Nº/Nº)	Piezo (Nº/Nº)	Perfil(Serie)	Descripción			Longitud (m)	Incl.	Desl.	U _{lim} (m)	U _{lim} (m)
					Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo					
		N36/N37	N36/N37	HE 220 B (HEB)	-	7.682	0.151	0.00	0.70	-	-	-
		N35/N38	N35/N38	HE 220 B (HEB)	-	7.682	0.151	0.00	0.70	-	-	-
		N22/N27	N22/N27	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N39/N34	N39/N34	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	0.00	-	-	-
		N40/N33	N40/N33	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	0.00	-	-	-
		N24/N29	N24/N29	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N2/N7	N2/N7	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N38/N41	N38/N41	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	0.00	-	-	-
		N25/N30	N25/N30	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	1.00	-	-	-
		N5/N10	N5/N10	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	1.00	-	-	-
		N37/N42	N37/N42	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	0.00	-	-	-
		N4/N9	N4/N9	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N21/N27	N21/N27	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N26/N22	N26/N22	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N27/N39	N27/N39	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N22/N34	N22/N34	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N34/N25	N34/N25	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N33/N25	N33/N25	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N24/N33	N24/N33	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N28/N24	N28/N24	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N39/N30	N39/N30	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N40/N30	N40/N30	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N29/N40	N29/N40	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N23/N29	N23/N29	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N1/N7	N1/N7	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N7/N38	N7/N38	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N38/N10	N38/N10	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N37/N10	N37/N10	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N9/N37	N9/N37	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N3/N9	N3/N9	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N6/N2	N6/N2	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N2/N41	N2/N41	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N41/N5	N41/N5	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N42/N5	N42/N5	R 10 (R)	-	6.756	-	0.00	0.00	-	-	-
		N4/N42	N4/N42	R 17 (R)	-	8.193	-	0.00	0.00	-	-	-
		N8/N4	N8/N4	R 12 (R)	-	9.578	-	0.00	0.00	-	-	-
		N7/N12	N7/N12	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N12/N17	N12/N17	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N17/N23	N17/N23	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N19/N24	N19/N24	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N14/N19	N14/N19	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-
		N9/N14	N9/N14	IPE 270 (IPE)	-	6.200	-	0.00	1.00	-	-	-



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Material		Barras (N/Nf)	Pieza (N/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
					Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N43/N44	N43/N44	[PE 220 [PE]	0.100	6.000	0.100	1.00	1.00	6.200	-

Referencias:
 Nf: Bordo inferior
 Nf: Bordo superior
 L₁: Coeficiente de pendiente en el plano "XY"
 L₂: Coeficiente de pendiente en el plano "XZ"
 L₃: Separación entre arriostramientos del ala superior
 L₄: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N26/N27 y N28/N29
2	N2/N5, N4/N5, N7/N10, N9/N10, N22/N25, N24/N25, N27/N30 y N29/N30
3	N6/N7, N8/N9, N11/N12, N13/N14, N16/N17, N18/N19, N21/N22 y N23/N24
4	N12/N15, N14/N15, N17/N20 y N19/N20
5	N32/N33, N31/N34, N36/N37 y N35/N38
6	N22/N27, N24/N29, N2/N7, N4/N9, N7/N12, N12/N17, N17/N22, N19/N24, N14/N19 y N9/N14
7	N39/N34, N40/N33, N38/N41, N25/N30, N5/N10 y N37/N42
8	N21/N27, N26/N22, N28/N24, N23/N29, N1/N7, N3/N9, N6/N2 y N8/N4
9	N27/N39, N22/N34, N24/N33, N29/N40, N7/N38, N9/N37, N2/N41 y N4/N42
10	N34/N25, N33/N25, N39/N30, N40/N30, N38/N10, N37/N10, N41/N5 y N42/N5
11	N43/N44

Características mecánicas									
Material		Ref.	DESCRIPCIÓN	A (cm²)	A _{av} (cm²)	A _{av} (cm²)	I _{yy} (cm⁴)	I _{zz} (cm⁴)	I _x (cm⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 180 B, (HEB)	65.30	37.60	11.63	2631.88	1363.88	42.21
		2	[PE 300, (DPE)	53.80	24.07	17.80	6356.88	804.00	19.82
		3	HE 300 B, (HEB)	78.39	45.00	13.77	5696.88	2003.88	59.70
		4	[PE 240, Simple con cartelas, (DPE) Cartela inicial inferior: 1.60 m. Cartela final inferior: 0.80 m.	39.30	17.64	12.20	3692.88	284.00	12.95
		5	HE 220 B, (HEB)	61.00	32.60	18.07	8091.88	2843.88	77.85
		6	[PE 270, (DPE)	45.90	20.66	14.83	5790.88	429.00	15.90
		7	[PE 360, (DPE)	72.79	32.38	24.09	18279.00	1043.88	37.44
		8	A 12, (A)	1.18	1.09	1.09	0.10	0.10	0.20
		9	A 17, (A)	2.27	2.04	2.04	0.41	0.41	0.62
		10	A 10, (A)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10
		11	[PE 220, (DPE)	33.45	15.18	18.70	2772.88	395.00	6.03

Referencias:

Ref.: Referencia

A: Área de la sección transversal

A_{av}: Área de superficie de la sección según el eje local "Y"

A_{av}: Área de superficie de la sección según el eje local "Z"

I_{yy}: Momento de la sección alrededor del eje local "Y"

I_{zz}: Momento de la sección alrededor del eje local "Z"

I_x: Momento de la sección

Los valores numéricos expresados en las columnas corresponden a la sección en el primer metro de la misma.

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (N/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HE 180 B (HEB)	7.300	0.048	374.20
		N3/N4	HE 180 B (HEB)	7.300	0.048	374.20



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Producido por una versión educativa de CYPE

Tabla de medición						
Material		Pieza (N/NF)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N2/N5	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N4/N5	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N6/N7	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N8/N9	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N7/N10	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N9/N10	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N11/N12	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N13/N14	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N12/N15	IPE 240 (IPE)	8.040	0.052	281.79
		N14/N15	IPE 240 (IPE)	8.040	0.052	281.79
		N16/N17	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N18/N19	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N17/N20	IPE 240 (IPE)	8.040	0.052	281.79
		N19/N20	IPE 240 (IPE)	8.040	0.052	281.79
		N21/N22	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N23/N24	HE 200 B (HEB)	7.300	0.057	447.55
		N22/N25	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N24/N25	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N26/N27	HE 180 B (HEB)	7.300	0.048	374.20
		N28/N29	HE 180 B (HEB)	7.300	0.048	374.20
		N27/N30	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N29/N30	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N32/N33	HE 220 B (HEB)	7.833	0.071	559.55
		N31/N34	HE 220 B (HEB)	7.833	0.071	559.55
		N36/N37	HE 220 B (HEB)	7.833	0.071	559.55
		N35/N38	HE 220 B (HEB)	7.833	0.071	559.55
		N22/N27	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N39/N34	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N40/N33	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N24/N29	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N2/N7	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N38/N41	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N25/N30	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N5/N10	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N37/N42	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N4/N9	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N21/N27	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N26/N22	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N27/N39	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N22/N34	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N34/N25	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17
		N33/N25	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17
		N24/N33	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N28/N24	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N39/N30	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17
		N40/N30	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17

Página 9



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Tabla de medición						
Material		Pieza (N1/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N29/N40	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N23/N29	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N1/N7	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N7/N38	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N38/N10	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17
		N37/N10	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17
		N9/N37	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N3/N9	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N6/N2	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N2/N41	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N41/N5	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17
		N42/N5	R 10 (R)	6.756	0.001	4.17
		N4/N42	R 17 (R)	8.193	0.002	14.60
		N8/N4	R 12 (R)	9.578	0.001	8.50
		N7/N12	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N12/N17	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N17/N22	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N19/N24	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N14/N19	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N9/N14	IPE 270 (IPE)	6.200	0.028	223.40
		N43/N44	IPE 220 (IPE)	6.200	0.021	162.56
Notación: N: Nudo inicial Nf: Nudo final						

Producción por una versión educativa de CYPE

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Perfil	Pieza	Longitud		Material	Volumen		Material	Peso		Material
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)		Perfil (m³)	Serie (m³)		Perfil (kg)	Serie (kg)	
		HEB	HE 100 B	20.100	316.932		0.191	0.932		1446.91	7315.42	
			HE 100 B	68.400			0.466			3585.42		
			HE 220 B	31.132			0.286			2218.20		
		IPE	IPE 300	64.219	201.879		0.346	1.129		2718.39	8362.04	
			IPE 240, Simple con cartelas	32.160			0.208			1117.15		
			IPE 270	62.800			0.285			2213.95		
			IPE 260	37.100			0.270			2122.99		
			IPE 220	6.200			0.021			162.56		
		R	R 12	76.621			0.009			68.02		218.14
			R 17	66.948			0.015			116.79		
			R 10	64.246			0.004			33.33		
		A			296.214			0.028				
		Acero laminado	S275			51.7825		2.089				15896.88

2.1.2.6. Medición de superficies



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HEB	HE 180 B	1.063	29.200	31.040
	HE 200 B	1.182	58.400	69.029
	HE 220 B	1.301	31.332	40.763
IPE	IPE 300	1.186	64.319	76.270
	IPE 240, Simple con cartelas	1.089	32.160	35.023
	IPE 270	1.067	62.000	66.142
	IPE 360	1.384	37.200	51.465
	IPE 220	0.868	6.200	5.383
R	R 12	0.038	76.621	2.889
	R 17	0.053	65.548	3.501
	R 10	0.031	54.046	1.698
Total				383.220

3. CIMENTACIÓN

1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N26 y N28	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 107.5 cm Ancho inicial Y: 107.5 cm Ancho final X: 107.5 cm Ancho final Y: 107.5 cm Ancho zapata X: 215 cm Ancho zapata Y: 215 cm Canto: 60 cm	Sup X: 7Ø20c/30 Sup Y: 7Ø20c/30 Inf X: 7Ø20c/30 Inf Y: 7Ø20c/30
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21 y N23	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 137.5 cm Ancho inicial Y: 137.5 cm Ancho final X: 137.5 cm Ancho final Y: 137.5 cm Ancho zapata X: 275 cm Ancho zapata Y: 275 cm Canto: 60 cm	Sup X: 9Ø20c/30 Sup Y: 9Ø20c/30 Inf X: 9Ø20c/30 Inf Y: 9Ø20c/30
N31, N32, N35 y N36	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 130 cm Ancho inicial Y: 130 cm Ancho final X: 130 cm Ancho final Y: 130 cm Ancho zapata X: 260 cm Ancho zapata Y: 260 cm Canto: 60 cm	Sup X: 13Ø16c/20 Sup Y: 13Ø16c/20 Inf X: 13Ø16c/20 Inf Y: 13Ø16c/20

3.1.2. Medición

Referencias: N1, N3, N26 y N28		S=400	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x2.00	14.00
	Peso (kg)	7x4.93	34.53
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.00	14.00
	Peso (kg)	7x4.93	34.53



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencias: N1, N3, N26 y N28		S-400	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x2.00	14.00
	Peso (kg)	7x4.93	34.53
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.00	14.00
	Peso (kg)	7x4.93	34.53
Totales	Longitud (m)	56.00	
	Peso (kg)	138.12	138.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	61.60	
	Peso (kg)	151.93	151.93

Referencias: N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21 y N23		S-400	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x2.60	23.40
	Peso (kg)	9x6.41	57.71
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.60	23.40
	Peso (kg)	9x6.41	57.71
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x2.60	23.40
	Peso (kg)	9x6.41	57.71
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.60	23.40
	Peso (kg)	9x6.41	57.71
Totales	Longitud (m)	93.60	
	Peso (kg)	230.84	230.84
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	102.96	
	Peso (kg)	253.92	253.92

Referencias: N31, N32, N35 y N36		S-400	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x2.45	31.85
	Peso (kg)	13x3.87	50.27
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.45	31.85
	Peso (kg)	13x3.87	50.27
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x2.45	31.85
	Peso (kg)	13x3.87	50.27
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.45	31.85
	Peso (kg)	13x3.87	50.27
Totales	Longitud (m)	127.40	
	Peso (kg)	201.08	201.08
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	140.14	
	Peso (kg)	221.19	221.19

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	S-400 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø20	Total	C25/30	Limpieza
Referencias: N1, N3, N26 y N28		4x151.93	607.72	4x2.77	4x0.46
Referencias: N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21 y N23		8x253.92	2031.36	8x4.54	8x0.76
Referencias: N31, N32, N35 y N36	4x221.19		884.76	4x4.06	4x0.68
Totales	884.76	2639.08	3523.84	63.62	10.60



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

3.1.3. Comprobación

Referencia: N1		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C): Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0243288 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0181485 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0707301 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores mínimos exigidos para todas las combinaciones de aquilóns.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 46.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 67.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 20.50 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 24.30 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 23.94 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 26.29 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 35.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espado para andar arranques en cimentación:		
- N1:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.2		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple

Página 13



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N1		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: XI: Ø20c/30 YI: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 414.57 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 414.57 kN		
Referencia: N3		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: XI: Ø20c/30 YI: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C): Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0321768 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.018639 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0932931 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que otro, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 100.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 42.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 17.25 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 32.22 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.25 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 36.30 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 38.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N3		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuántia geométrica mínima: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.00167	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- 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>Norma EC-2, Artículo 9.4</i>	Calculado: 38 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 414.57 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 414.57 kN		
Referencia: N6		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C): <i>Norma EC-2, Artículo 9.4</i>		

Página 15



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N6		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0246231 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0391419 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0432621 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2270.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 77.3 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección Xi: - En dirección Yi:		
	Momento: 24.85 kN-m	Cumple
	Momento: 55.83 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección Xi: - En dirección Yi:		
	Cortante: 22.86 kN	Cumple
	Cortante: 53.17 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE		
	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 108.1 kN/m ²	Cumple
Ventto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación: - N6:		
	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección Xi:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Xi:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Yi:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Yi:	Calculado: 0.00171	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección Xi:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Yi:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Xi:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Yi:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección Xi:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Yi:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Xi:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Yi:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4		
	Calculado: 65 cm	

Página 16



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N6		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N8		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.025506 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0398286 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0507177 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2175.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 57.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 27.02 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 62.85 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 24.82 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 60.33 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:		
Criterio de CYPE		
	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 118.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para andar arranques en cimentación:		
- N8:		
	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1		
	Mínimo: 0.00167	

Página 17



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N8		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- 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>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N11		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0243288 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0254079 MPa	Cumple

Página 18



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N11		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI: Ø20c/30 YI: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0429678 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3681.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 71.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 23.91 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 52.29 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 21.97 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 50.03 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 104.3 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N11:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuántia geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- 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: Norma EC-2, Artículo: 9.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple

Página 19



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N11		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.12		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N13		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0308034 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0260946 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0617049 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 8173.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 8.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 26.21 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 66.48 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 24.03 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 69.26 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 116 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
- Mínimo: 15 cm		Cumple
- Calculado: 60 cm		Cumple
Espado para andar arranques en cimentación:		
- N13:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo 9.2.1.2		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple

Página 20



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N13		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- 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>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 65 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N16		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0243288 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0254079 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0429678 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N16		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI: Ø20c/30 YI: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3730.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 71.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 23.86 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 52.26 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 21.97 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 50.03 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 104.3 kN/m²	Cumple
Alto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N16:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- 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: Norma EC-2, Artículo 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N16		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.12		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N18		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0309996 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0260946 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0619992 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores mínimos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 8140.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 26.13 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 66.29 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 23.94 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 68.87 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 115.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N18:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N18		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- 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>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 65 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N21		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: Xl:Ø20c/30 Yl:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0247212 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0391419 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0432621 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N21		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI: Ø20c/30 YI: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2305.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 74.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 24.93 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 55.66 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 22.86 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 53.07 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 108.4 kN/m²	Cumple
Alcance mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N21:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- 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: Norma EC-2, Artículo: 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 65 cm Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N21		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI: Ø20c/30 YI: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N23		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI: Ø20c/30 YI: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0256041 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0398286 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.051012 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores mínimos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2196.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 54.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 27.05 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 62.60 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 24.82 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 60.43 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 119 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
- Mínimo: 15 cm	Calculado: 60 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N23:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00171	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N23		
Dimensiones: 275 x 275 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- 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>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 65 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 530.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.23 kN		
Referencia: N26		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0241326 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0181485 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0701415 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N26		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores mínimos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 47.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 67.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 20.59 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 24.30 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 23.84 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 26.19 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 35.3 kN/m ²	Cumple
Profundidad mínima: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N26:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- 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: Norma EC-2, Artículo 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 38 cm Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N26		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 414.57 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 414.57 kN		
Referencia: N28		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0312939 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.018639 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.090252 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 99.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 43.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 17.76 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 32.28 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.64 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 36.89 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:		
Criterio de CYPE		
	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 38.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N28:		
	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N28		
Dimensiones: 215 x 215 x 60		
Armados: XI:Ø20c/30 YI:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- 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>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 38 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 414.57 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 414.57 kN		
Referencia: N31		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: XI:Ø16c/20 YI:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0452241 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0207972 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0984924 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N31		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: XI:Ø16c/20 YI:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 10.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1023.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 78.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 14.10 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 86.43 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.34 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 46.8 kN/m²	Cumple
Alto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N31:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 55 cm	Cumple

Página 31



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N31		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: Xl:Ø16c/20 Yl:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.19		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 503.94 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 503.94 kN		
Referencia: N32		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: Xl:Ø16c/20 Yl:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0446355 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0209934 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0976095 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 7.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1003.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 73.54 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 80.25 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 14.32 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:		
Criterio de CYPE		
	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 50.3 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para andar arranques en cimentación:		
- N32:		
	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N32		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: Xl:Ø16c/20 Yl:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuántia geométrica mínima: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.00167	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm Calculado: 56 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.18		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 503.94 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 503.94 kN		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N35		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: XI:Ø16c/20 YI:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C): Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0550341 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0207972 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.119878 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1019.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 84.26 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 14.13 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 91.53 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 13.44 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 46.8 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Capado para andar arranques en cimentación: - N35:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Quantía geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1	Mínimo: 0.00167	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.5.2.1	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple

Página 34



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N35		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 22 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm Calculado: 55 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.21		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 503.94 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 503.94 kN		
Referencia: N36		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C): Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0552303 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0209934 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.120761 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 995.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 79.71 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 15.26 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 85.94 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 14.42 kN	Cumple

Página 35



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N36		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: XI:Ø16c/20 YI:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 50.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N36:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1	Mínimo: 0.00167	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00168	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo: 8.4	Calculado: 56 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: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.20		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.04		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 503.94 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 503.94 kN		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

3.2. Vigas

3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C.1.1 [N32-N28], C.1.1 [N36-N3], C.1.1 [N35-N1] y C.1.1 [N31-N26]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
C.1.1 [N36-N35] y C.1.1 [N32-N31]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
C.1.1 [N6-N1], C.1.1 [N21-N16], C.1.1 [N8-N3], C.1.1 [N18-N13], C.1.1 [N16-N11], C.1.1 [N23-N18], C.1.1 [N13-N8], C.1.1 [N11-N6], C.1.1 [N26-N21] y C.1.1 [N28-N23]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

3.2.2. Medición

Referencias: C.1.1 [N32-N28], C.1.1 [N36-N3], C.1.1 [N35-N1] y C.1.1 [N31-N26]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.57	11.14
	Peso (kg)		2x4.95	9.89
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.67	11.34
	Peso (kg)		2x5.03	10.07
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	13x1.33		17.29
	Peso (kg)	13x0.52		6.82
Totales	Longitud (m)	17.29	22.48	
	Peso (kg)	6.82	19.96	26.78
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	19.02	24.73	
	Peso (kg)	7.50	21.96	29.46

Referencias: C.1.1 [N36-N35] y C.1.1 [N32-N31]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.58	11.16
	Peso (kg)		2x4.95	9.91
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.68	11.36
	Peso (kg)		2x5.04	10.09
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	12x1.33		15.96
	Peso (kg)	12x0.52		6.30
Totales	Longitud (m)	15.96	22.52	
	Peso (kg)	6.30	20.00	26.30
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	17.56	24.77	
	Peso (kg)	6.93	22.00	28.93

Referencias: C.1.1 [N6-N1], C.1.1 [N21-N16], C.1.1 [N8-N3], C.1.1 [N18-N13], C.1.1 [N16-N11], C.1.1 [N23-N18], C.1.1 [N13-N8], C.1.1 [N11-N6], C.1.1 [N26-N21] y C.1.1 [N28-N23]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.44	12.88
	Peso (kg)		2x5.72	11.44
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.54	13.08
	Peso (kg)		2x5.81	11.61
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	16x1.33		21.28
	Peso (kg)	16x0.52		8.40
Totales	Longitud (m)	21.28	25.96	
	Peso (kg)	8.40	23.05	31.45



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencias: C.1.1 [N6-N1], C.1.1 [N21-N16], C.1.1 [N8-N3], C.1.1 [N18-N13], C.1.1 [N16-N11], C.1.1 [N23-N18], C.1.1 [N13-N8], C.1.1 [N11-N6], C.1.1 [N26-N21] y C.1.1 [N28-N23]	S-400		Total
Nombre de armado:	Ø8	Ø12	
Total con mermas (10,00%)	Longitud (m)	23.41	28.56
	Peso (kg)	9.24	25.36
			34.60

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	S-400 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	C25/30	Limpieza
Referencias: C.1.1 [N32-N28], C.1.1 [N36-N3], C.1.1 [N35-N1] y C.1.1 [N31-N26]	4x7.50	4x21.96	117.84	4x0.47	4x0.12
Referencias: C.1.1 [N36-N35] y C.1.1 [N32-N31]	2x0.93	2x22.00	57.86	2x0.44	2x0.11
Referencias: C.1.1 [N6-N1], C.1.1 [N21-N16], C.1.1 [N8-N3], C.1.1 [N18-N13], C.1.1 [N16-N11], C.1.1 [N23-N18], C.1.1 [N13-N8], C.1.1 [N11-N6], C.1.1 [N26-N21] y C.1.1 [N28-N23]	10x9.24	10x25.36	305.00	10x0.60	10x0.15
Totales:	136.26	385.44	521.70	6.77	2.19

3.2.3. Comprobación

Referencia: C.1.1 [N32-N28] (Viga de atado)		
Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
Armadura superior: 2Ø12		
Armadura inferior: 2Ø12		
Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N36-N3] (Viga de atado)		
Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
Armadura superior: 2Ø12		
Armadura inferior: 2Ø12		
Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	

Página 38



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N36-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CTE	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N35-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CTE	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N31-N26] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple

Página 39



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N31-N26] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N36-N35] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N32-N31] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N6-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N21-N16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N8-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N18-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N16-N11] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N23-N18] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N13-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N11-N6] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2012 -Armadura inferior: 2012 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N26-N21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2012 -Armadura inferior: 2012 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N28-N23] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) No llegan estados de carga a la cimentación.		

Producido por una versión evaluada de CYPE

1.4.4.3 CÁLCULOS NAVE 2

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA..... 2

1.1. Normas consideradas..... 2

1.2. Estados límite..... 2

1.2.1. Situaciones de proyecto..... 2

2. ESTRUCTURA..... 4

2.1. Geometría..... 4

2.1.1. Nudos..... 4

2.1.2. Barras..... 5

3. CIMENTACIÓN..... 10

3.1. Elementos de cimentación aislados..... 10

3.1.1. Descripción..... 10

3.1.2. Medición..... 10

3.1.3. Comprobación..... 11

3.2. Vigas..... 34

3.2.1. Descripción..... 34

3.2.2. Medición..... 34

3.2.3. Comprobación..... 36

Producido por una versión educativa de CYPE



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Eurocódigo 2

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	EC
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C)	Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE
	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \psi_{01} Q_{k1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_P P_k + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- γ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- γ_{Q1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ_{Qi} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- ψ_{01} Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- ψ_{0i} Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Eurocódigo 2



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C)

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_1)	Acompañamiento (ψ_2)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.300	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.300	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.300	1.000	0.500

Desplazamientos



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
 Producido por una versión educativa de CYPE

Referencia	Nudos									Vinculación interior
	Coordenadas			Vinculación exterior						
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	6.200	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	6.200	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	6.200	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	12.400	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	12.400	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	12.400	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	18.600	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N11	18.600	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	18.600	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	24.800	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	24.800	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	24.800	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	31.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N17	31.000	0.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	31.000	16.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	31.000	16.000	7.300	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	31.000	8.000	8.100	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.000	8.400	8.060	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	6.200	9.920	7.908	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	12.400	11.440	7.756	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	18.600	12.960	7.604	-	-	-	-	-	-	Empotrado



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia	Nodos									
	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	0	0	0	
N25	24.800	14.480	7.452	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	24.800	14.480	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N27	18.600	12.960	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N28	12.400	11.440	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N29	6.200	9.920	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N30	0.000	8.400	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N31	31.000	5.330	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N32	31.000	10.670	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N33	31.000	5.330	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	31.000	10.670	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	0.000	4.200	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N36	0.000	4.200	7.720	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	24.800	5.330	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	24.800	10.670	7.833	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	6.200	4.200	7.720	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Producido por una versión educativa de CYPE

2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							

2.1.2.2. Descripción

Descripción											
Material		Barra (N/Nº)	Perfor (N/Nº)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			A_s	A_n	$L_{b,ex}$ (m)	$L_{b,ey}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremas				
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	HE 260 B (HEB)	-	7.163	0.138	1.00	1.18	7.300	-
		N2/N36	N2/N3	IPE 300 (IPE)	0.131	4.090	-	1.00	1.00	-	-
		N36/N3	N2/N3	IPE 300 (IPE)	-	3.819	-	1.00	1.00	-	-
		N4/N5	N4/N5	HE 260 B (HEB)	-	7.147	0.133	1.00	1.18	7.300	-
		N5/N39	N5/N6	IPE 330 (IPE)	0.131	4.090	-	0.24	1.15	1.940	4.221
		N39/N6	N5/N6	IPE 330 (IPE)	-	3.819	-	0.24	1.15	1.940	3.819
		N7/N8	N7/N8	HE 260 B (HEB)	-	6.753	0.543	1.00	1.18	7.300	-
		N8/N9	N5/N6	IPE 300 (IPE)	0.131	7.909	-	0.24	1.15	1.940	8.040

Página 5



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Material		Barras (Nº/MT)	Pecho (Mº/MT)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			L ₁	L ₂	L ₃ (m)	L ₄ (m)
					Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Tipo	Designación	N10/N11	N10/M11	HE 260 B (HEB)	-	6,757	0,543	1,00	1,18	7,300	-
		N11/N12	N11/M12	IPE 360 (IPE)	0,131	7,909	-	0,24	1,15	1,940	8,040
		N13/N14	N13/M14	HE 260 B (HEB)	-	7,147	0,153	1,00	1,18	7,300	-
		N14/N17	N14/M15	IPE 330 (IPE)	0,131	5,226	-	0,24	1,15	1,940	5,357
		N17/N18	N14/M15	IPE 330 (IPE)	-	2,683	-	0,24	1,15	1,940	2,683
		N16/N17	N16/M17	HE 260 B (HEB)	-	7,163	0,138	1,00	1,18	7,300	-
		N18/N19	N18/M19	HE 260 B (HEB)	-	7,163	0,138	1,00	1,18	-	7,300
		N17/N18	N17/M20	IPE 300 (IPE)	0,131	5,226	-	0,24	1,15	1,940	5,357
		N19/N20	N17/M20	IPE 300 (IPE)	-	2,683	-	0,24	1,15	1,940	2,683
		N19/N34	N19/M20	IPE 300 (IPE)	0,135	5,222	-	1,00	1,00	-	-
		N34/N20	N19/M20	IPE 300 (IPE)	-	2,683	-	1,00	1,00	-	-
		N21/N5	N21/M1	IPE 300 (IPE)	0,135	0,267	-	0,24	1,15	1,940	0,402
		N22/N6	N22/M6	IPE 330 (IPE)	0,135	1,793	-	0,24	1,15	1,940	1,930
		N23/N9	N23/M9	IPE 360 (IPE)	0,135	3,323	-	0,24	1,15	1,940	3,457
		N24/N12	N24/M12	IPE 360 (IPE)	0,135	4,850	-	0,24	1,15	1,940	4,985
		N25/N38	N25/M15	IPE 330 (IPE)	0,135	3,694	-	0,24	1,15	1,940	3,829
		N30/N15	N25/M15	IPE 330 (IPE)	-	2,683	-	0,24	1,15	1,940	2,683
		N26/N23	N26/M23	HE 260 B (HEB)	-	7,299	0,153	1,00	1,18	-	-
		N27/N24	N27/M24	HE 260 B (HEB)	-	7,062	0,542	1,00	1,18	-	-
		N28/N23	N28/M23	HE 260 B (HEB)	-	7,214	0,542	1,00	1,18	-	-
		N29/N22	N29/M22	HE 260 B (HEB)	-	7,755	0,153	1,00	1,18	-	-
		N30/N21	N30/M21	HE 260 B (HEB)	-	7,823	0,138	1,00	1,18	-	-
		N15/N20	N15/M20	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	1,00	-	-
		N12/N15	N12/M15	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	1,00	-	-
		N9/N12	N9/M12	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	1,00	-	-
		N6/N9	N6/M9	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	1,00	-	-
		N3/N6	N3/M6	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	1,00	-	-
		N2/N5	N2/M5	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	0,00	-	-
		N5/N8	N5/M8	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	0,00	-	-
		N8/N11	N8/M11	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	0,00	-	-
		N11/N14	N11/M14	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	0,00	-	-
		N14/N17	N14/M17	IPE 360 (IPE)	-	6,200	-	1,00	0,00	-	-

Página 6



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Material		Serie (N/N)	Pieza (M/M)	Perfil(Serie)	Descripción			L ₁ (m)	L ₂ (m)	L ₃ (m)	L ₄ (m)
					Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
	Designación	N31/N33	N31/M33	HE 160 B (HEB)	-	7.682	0.151	0.00	0.70	-	-
		N32/N34	N32/M34	HE 160 B (HEB)	-	7.682	0.151	0.00	0.70	-	-
		N35/N36	N35/M36	HE 160 B (HEB)	-	7.969	0.151	0.00	0.70	-	-
		N37/N33	N37/M33	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	1.00	-	-
		N38/N34	N38/M34	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	1.00	-	-
		N36/N39	N36/M39	IPE 360 (IPE)	-	6.200	-	1.00	1.00	-	-
		N22/N21	N22/M21	IPE 360 (IPE)	-	6.385	-	1.00	0.00	-	-
		N23/N22	N23/M22	IPE 360 (IPE)	-	6.385	-	1.00	0.00	-	-
		N24/N23	N24/M23	IPE 360 (IPE)	-	6.385	-	1.00	0.00	-	-
		N25/N24	N25/M24	IPE 360 (IPE)	-	6.385	-	1.00	0.00	-	-
		N19/N25	N19/M25	IPE 360 (IPE)	-	6.385	-	1.00	0.00	-	-
Referencias: A: Medio superior A': Medio final L ₁ : Coeficiente de paredes en el plano "X" L ₂ : Coeficiente de paredes en el plano "Y" L ₃ : Separación entre aristas verticales del ala superior L ₄ : Separación entre aristas horizontales del ala inferior											

1.2.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N4/N5, N7/N8, N10/N11, N13/N14, N16/N17, N18/N19, N26/N25, N27/N24, N28/N23, N29/N22 y N30/N21
2	N2/N3, N17/N20, N19/N20 y N21/N3
3	N5/N6, N14/N15, N22/N6 y N25/N15
4	N8/N9, N11/N12, N23/N9 y N24/N12
5	N15/N20, N12/N15, N9/N12, N6/N9, N3/N6, N2/N5, N5/N8, N8/N11, N11/N14, N14/N17, N37/N33, N38/N34, N36/N39, N22/N21, N23/N22, N24/N23, N25/N24 y N19/N25
6	N31/N33, N32/N34 y N35/N36

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{av}	A _{ext}	I _{yy}	I _{zz}	I _x
Tipo	Designación			(cm²)	(cm²)	(cm²)	(cm⁴)	(cm⁴)	(cm⁴)
Acero laminado	S275	1	HE 160 B, (HEB)	118.48	68.25	20.25	14920.00	5135.00	128.67
		2	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8364.00	604.00	19.52
		3	IPE 330, (IPE)	63.40	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.86
		4	IPE 360, Simple con chapeles, (IPE) Chapela final inferior: 1.20 m. Chapela final superior: 0.80 m.	72.70	32.38	24.09	16270.00	1040.00	37.44
		5	IPE 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1040.00	37.44
		6	HE 160 B, (HEB)	65.30	37.80	11.63	3603.00	1360.00	42.23
Referencias: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{av} : Área de conexión de la sección según el eje "av" A _{ext} : Área de conexión de la sección según el eje "ext" I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje "yy" I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje "zz" I _x : Inercia de la sección									



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

2.1.2.4. Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (N1/NF)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HE 260 B (HEB)	7.300	0.086	678.49
		N2/N3	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N4/N5	HE 260 B (HEB)	7.300	0.086	678.49
		N5/N6	IPE 330 (IPE)	8.040	0.050	395.09
		N7/N8	HE 260 B (HEB)	7.300	0.086	678.49
		N8/N9	IPE 360 (IPE)	8.040	0.097	513.72
		N10/N11	HE 260 B (HEB)	7.300	0.086	678.49
		N11/N12	IPE 360 (IPE)	8.040	0.097	513.72
		N13/N14	HE 260 B (HEB)	7.300	0.086	678.49
		N14/N15	IPE 330 (IPE)	8.040	0.050	395.09
		N16/N17	HE 260 B (HEB)	7.300	0.086	678.49
		N18/N19	HE 260 B (HEB)	7.300	0.086	678.49
		N17/N20	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N19/N20	IPE 300 (IPE)	8.040	0.043	339.55
		N21/N3	IPE 300 (IPE)	0.402	0.002	16.98
		N22/N6	IPE 330 (IPE)	1.930	0.012	94.82
		N23/N9	IPE 360 (IPE)	3.457	0.042	252.18
		N24/N12	IPE 360 (IPE)	4.985	0.060	339.36
		N25/N15	IPE 330 (IPE)	6.512	0.041	320.02
		N26/N25	HE 260 B (HEB)	7.452	0.088	692.62
		N27/N24	HE 260 B (HEB)	7.604	0.090	706.75
		N28/N23	HE 260 B (HEB)	7.756	0.092	720.87
		N29/N22	HE 260 B (HEB)	7.908	0.094	735.00
		N30/N21	HE 260 B (HEB)	8.060	0.095	749.13
		N15/N20	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N12/N15	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N9/N12	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N6/N9	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N3/N6	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N2/N5	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N5/N8	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N8/N11	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N11/N14	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N14/N17	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N31/N33	HE 180 B (HEB)	7.833	0.051	401.52
		N32/N34	HE 180 B (HEB)	7.833	0.051	401.52
		N35/N36	HE 180 B (HEB)	7.720	0.050	395.73
		N37/N33	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N38/N34	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N36/N39	IPE 360 (IPE)	6.200	0.045	353.83
		N22/N21	IPE 360 (IPE)	6.385	0.046	364.41
		N23/N22	IPE 360 (IPE)	6.385	0.046	364.41
		N24/N23	IPE 360 (IPE)	6.385	0.046	364.41

Producido por una versión educativa de CYPE



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Tabla de medición						
Material		Pieza (N/Nº)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N25/N24	IPE 360 (IPE)	6.385	0.046	364.41
		N19/N25	IPE 360 (IPE)	6.385	0.046	364.41
Notación: N: Nudo inicial NF: Nudo final						

2.1.2.5. Resumen de medición

Resumen de medición											
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso	
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)
Acero laminado	6276	HEB	HE 260 B	89.880			1.064			6050.82	
			HE 180 B	23.386			8.153			1196.78	
					113.266			1.217		8882.08	
			IPE 300	24.522			8.130			1035.62	
		IPE	IPE 330	24.522			8.164			1066.03	
			IPE 360, Simple con cartelas	24.522			8.297			1618.97	
			IPE 360	112.527			8.818			6421.88	
					106.092			1.490		10261.48	
						299.338			2.617		19829.437

2.1.2.6. Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HEB	HE 260 B	1.540	89.880	138.415
	HE 180 B	1.063	23.386	24.859
IPE	IPE 300	1.186	24.522	29.078
	IPE 330	1.285	24.522	31.510
	IPE 360, Simple con cartelas	1.556	16.080	25.022
	IPE 360, Simple con cartelas	1.784	3.457	6.169
	IPE 360, Simple con cartelas	1.662	4.985	8.283
	IPE 360	1.384	112.527	155.737
Total				419.074



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N30, N35, N1, N16 y N18	Zapata cuadrada Anchura: 260 cm Canto: 65 cm	Sup X: 9Ø20c/28 Sup Y: 9Ø20c/28 Inf X: 9Ø20c/28 Inf Y: 9Ø20c/28
N4, N7, N10 y N13	Zapata cuadrada Anchura: 255 cm Canto: 65 cm	Sup X: 14Ø16c/18 Sup Y: 14Ø16c/18 Inf X: 14Ø16c/18 Inf Y: 14Ø16c/18
N31 y N32	Zapata cuadrada Anchura: 275 cm Canto: 65 cm	Sup X: 15Ø16c/18 Sup Y: 15Ø16c/18 Inf X: 15Ø16c/18 Inf Y: 15Ø16c/18
N26, N27, N28 y N29	Zapata cuadrada Anchura: 305 cm Canto: 65 cm	Sup X: 11Ø20c/28 Sup Y: 11Ø20c/28 Inf X: 11Ø20c/28 Inf Y: 11Ø20c/28

3.1.2. Medición

Referencias: N30, N35, N1, N16 y N18		S-400	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x2.45	22.05
	Peso (kg)	9x6.04	54.38
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.45	22.05
	Peso (kg)	9x6.04	54.38
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	9x2.45	22.05
	Peso (kg)	9x6.04	54.38
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.45	22.05
	Peso (kg)	9x6.04	54.38
Totales	Longitud (m)	88.20	
	Peso (kg)	217.52	217.52
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	97.02	
	Peso (kg)	239.27	239.27

Referencias: N4, N7, N10 y N13		S-400	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	14x2.40	33.60
	Peso (kg)	14x3.79	53.03
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	14x2.40	33.60
	Peso (kg)	14x3.79	53.03
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	14x2.40	33.60
	Peso (kg)	14x3.79	53.03
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	14x2.40	33.60
	Peso (kg)	14x3.79	53.03
Totales	Longitud (m)	134.40	
	Peso (kg)	212.12	212.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	147.84	
	Peso (kg)	233.33	233.33



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencias: N31 y N32		S-400	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	15x2.60	39.00
	Peso (kg)	15x4.10	61.55
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	15x2.60	39.00
	Peso (kg)	15x4.10	61.55
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	15x2.60	39.00
	Peso (kg)	15x4.10	61.55
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	15x2.60	39.00
	Peso (kg)	15x4.10	61.55
Totales	Longitud (m)	156.00	
	Peso (kg)	246.20	246.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	171.60	
	Peso (kg)	270.82	270.82

Referencias: N26, N27, N28 y N29		S-400	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.90	31.90
	Peso (kg)	11x7.15	78.67
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.90	31.90
	Peso (kg)	11x7.15	78.67
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x2.90	31.90
	Peso (kg)	11x7.15	78.67
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.90	31.90
	Peso (kg)	11x7.15	78.67
Totales	Longitud (m)	127.60	
	Peso (kg)	314.68	314.68
Total con mermas (3.00%)	Longitud (m)	140.36	
	Peso (kg)	346.15	346.15

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Cemento	S-400 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø20	Total	C25/30	Limpieza
Referencias: N30, N35, N1, N16 y N18		5x239.27	1196.35	5x4.39	5x0.68
Referencias: N4, N7, N10 y N13	4x233.33		933.32	4x4.23	4x0.65
Referencias: N31 y N32	2x270.82		541.64	2x4.92	2x0.76
Referencias: N26, N27, N28 y N29		4x346.15	1384.60	4x6.05	4x0.93
Totales	1474.96	2580.95	4055.91	72.89	11.21

3.1.3. Comprobación

Referencia: N30		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE:		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0315882 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0190314 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0799515 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N30		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 338.0 % Reserva seguridad: 33.3 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 15.99 kN-m Momento: 58.95 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 14.81 kN Cortante: 63.27 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 25.7 kN/m²	Cumple
Alto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N30:	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N30		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 534.35 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 534.35 kN		
Referencia: N35		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0202086 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0194238 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0413001 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores mínimos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3412.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 70.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 8.11 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 35.83 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.97 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 33.75 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 32.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:		
- Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N35:	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00167	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N35		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: Xl:Ø20c/28 Yl:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 54 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 534.35 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 534.35 kN		
Referencia: N1		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: Xl:Ø20c/28 Yl:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0251136 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0188352 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.059841 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N1		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 377.5 % Reserva seguridad: 68.1 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 17.77 kN-m Momento: 46.96 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 16.28 kN Cortante: 45.13 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 22.4 kN/m²	Cumple
Alcance mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple



Listados

Nave Arroyomolinos 2

Fecha: 18/06/24

Referencia: N1		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 534.35 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 534.35 kN		
Referencia: N4		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0418887 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0329616 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0911349 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1067.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.77 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 80.53 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 14.32 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 84.56 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 58.1 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N4:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N4		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: Xl:Ø16c/18 Yl:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 47 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: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.17		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 526.60 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 526.60 kN		
Referencia: N7		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: Xl:Ø16c/18 Yl:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0346293 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0373761 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0751446 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N7		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores mínimos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 980.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 44.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 18.95 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 67.08 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 16.09 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 65.14 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 66.9 kN/m²	Cumple
Alcance mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N7:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm 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: 22 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N7		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 526.60 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 526.60 kN		
Referencia: N10		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0448317 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0485595 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0968247 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 977.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 34.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 21.87 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 86.91 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.54 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 89.47 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 78.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
- Mínimo: 15 cm		
- Calculado: 65 cm		Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N10:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N10		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: Xl:Ø16c/18 Yl:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 47 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: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.18		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 526.60 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 526.60 kN		
Referencia: N13		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: Xl:Ø16c/18 Yl:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0530721 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0450279 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.115071 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N13		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 940.2 % Reserva seguridad: 19.1 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 19.45 kN-m Momento: 94.63 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 16.48 kN Cortante: 107.81 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 69.5 kN/m²	Cumple
Alto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.0017 Calculado: 0.0017 Calculado: 0.0017 Calculado: 0.0017	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm Calculado: 18 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm Mínimo: 16 cm Mínimo: 16 cm Mínimo: 16 cm Mínimo: 16 cm Mínimo: 22 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N13		
Dimensiones: 255 x 255 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.20		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 526.60 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 526.60 kN		
Referencia: N16		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0217782 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0187371 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.052974 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
El 1% 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 205.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 91.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 22.80 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 37.19 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 21.09 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 35.32 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE		
	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 22.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N16:		
	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00167	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00167	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N16		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: Xl:Ø20c/28 Yl:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 50 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 534.35 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 534.35 kN		
Referencia: N31		
Dimensiones: 275 x 275 x 65		
Armados: Xl:Ø16c/18 Yl:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0367875 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0206991 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0744579 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N31		
Dimensiones: 275 x 275 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4979.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 12.44 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 78.46 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 10.59 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 83.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 48.1 kN/m²	Cumple
Espanto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N31:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00169	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00169	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00169	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00169	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 61 cm 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: 22 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N31		
Dimensiones: 275 x 275 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 567.90 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 567.90 kN		
Referencia: N32		
Dimensiones: 275 x 275 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.031392 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0205029 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0634707 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores mínimos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 5654.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 26.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 12.13 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 74.99 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 10.30 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 78.77 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 46.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N32:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00169	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00169	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00169	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00169	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N32		
Dimensiones: 275 x 275 x 65		
Armados: XI:Ø16c/18 YI:Ø16c/18 Xs:Ø16c/18 Ys:Ø16c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 61 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: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 22 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 567.90 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 567.90 kN		
Referencia: N18		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0331578 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.018639 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.099081 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N18		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 82.3 % Reserva seguridad: 58.4 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 37.17 kN-m Momento: 45.13 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 36.49 kN Cortante: 45.22 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 23.2 kN/m²	Cumple
Profundidad mínima: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N18:	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167 Calculado: 0.00167	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 50 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple

Página 27



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N18		
Dimensiones: 260 x 260 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 534.35 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 534.35 kN		
Referencia: N26		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 - Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0291357 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0358065 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0705339 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 434.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 32.40 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 93.14 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 27.86 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 87.11 kN	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:		
Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N26:		
	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00174	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00174	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00174	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00174	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N26		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: Xl:Ø20c/28 Yl:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 72 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.16		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 626.76 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 626.76 kN		
Referencia: N27		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: Xl:Ø20c/28 Yl:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0325692 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0389457 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0779895 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N27		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 465.2 % Reserva seguridad: 11.8 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 39.01 kN-m Momento: 96.96 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 33.45 kN Cortante: 86.82 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 86.2 kN/m²	Cumple
Alcance mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N27:	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00174 Calculado: 0.00174 Calculado: 0.00174 Calculado: 0.00174	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N27		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.07		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.17		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 626.76 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 626.76 kN		
Referencia: N28		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C):		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0309015 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0656289 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 492.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 26.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 31.70 kN-m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 83.75 kN-m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 27.17 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 82.60 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 71.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:		
Criterio de CYPE		
- Mínimo: 15 cm		
- Calculado: 65 cm		Cumple
Espado para anclar arranques en cimentación:		
- N28:	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
Norma EC-2, Artículo: 9.2.1.1		
- Mínimo: 0.00167		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00174	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00174	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00174	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00174	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N28		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: Xl:Ø20c/28 Yl:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma EC-2, Artículo: 9.8.2.1</i>	Mínimo: 8 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma EC-2, Artículo: 8.4</i>	Calculado: 72 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 626.76 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 626.76 kN		
Referencia: N29		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: Xl:Ø20c/28 Yl:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno (A2 + Conjunto C): <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1 MPa Calculado: 0.0279585 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0279585 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.124979 MPa Calculado: 0.0661194 MPa	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N29		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: XI:Ø20c/28 YI:Ø20c/28 Xs:Ø20c/28 Ys:Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: 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. - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 526.1 % Reserva seguridad: 30.0 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 27.57 kN-m Momento: 86.51 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 23.64 kN Cortante: 84.66 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 61.6 kN/m²	Cumple
Alcance mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N29:	Mínimo: 54 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma EC-2, Artículo 9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00167 Calculado: 0.00174 Calculado: 0.00174 Calculado: 0.00174 Calculado: 0.00174	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma EC-2, Artículo 9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 8 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma EC-2, Artículo 8.4 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 72 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm Mínimo: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: N29		
Dimensiones: 305 x 305 x 65		
Armados: XI: Ø20c/28 YI: Ø20c/28 Xs: Ø20c/28 Ys: Ø20c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 626.76 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 626.76 kN		

3.2. Vigas

3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
[N30-N29], C [N29-N28], C [N28-N27], C [N27-N26] y C [N26-N18]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[N18-N32] y C [N31-N16]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[N32-N31]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[N16-N13], C [N10-N7], C [N10-N13], C [N7-N4] y C [N4-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[N1-N35] y C [N35-N30]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

3.2.2. Medición

Referencias: C [N30-N29], C [N29-N28], C [N28-N27], C [N27-N26] y C [N26-N18]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.62	13.24
	Peso (kg)		2x5.88	11.75
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.72	13.44
	Peso (kg)		2x5.97	11.93
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	16x1.33		21.28
	Peso (kg)	16x0.52		8.40
Totales	Longitud (m)	21.28	26.68	
	Peso (kg)	8.40	23.68	32.08
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	23.41	29.35	
	Peso (kg)	9.24	26.05	35.29



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencias: C [N18-N32] y C [N31-N16]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.57	11.14
	Peso (kg)		2x4.95	9.89
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.67	11.34
	Peso (kg)		2x5.03	10.07
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	12x1.33		15.96
	Peso (kg)	12x0.52		6.30
Totales	Longitud (m)	15.96	22.48	
	Peso (kg)	6.30	19.96	26.26
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	17.56	24.73	
	Peso (kg)	6.93	21.96	28.89

Referencia: C [N32-N31]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.58	11.16
	Peso (kg)		2x4.95	9.91
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.68	11.36
	Peso (kg)		2x5.04	10.09
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	12x1.33		15.96
	Peso (kg)	12x0.52		6.30
Totales	Longitud (m)	15.96	22.52	
	Peso (kg)	6.30	20.00	26.30
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	17.56	24.77	
	Peso (kg)	6.93	22.00	28.93

Referencias: C [N16-N13], C [N10-N7], C [N10-N13], C [N7-N4] y C [N4-N1]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.44	12.88
	Peso (kg)		2x5.72	11.44
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.54	13.08
	Peso (kg)		2x5.81	11.61
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	16x1.33		21.28
	Peso (kg)	16x0.52		8.40
Totales	Longitud (m)	21.28	25.96	
	Peso (kg)	8.40	23.05	31.45
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	23.41	28.56	
	Peso (kg)	9.24	25.36	34.60

Referencias: C [N1-N35] y C [N35-N30]		S-400		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.44	8.88
	Peso (kg)		2x3.94	7.88
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.54	9.08
	Peso (kg)		2x4.03	8.06
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	8x1.33		10.64
	Peso (kg)	8x0.52		4.20
Totales	Longitud (m)	10.64	17.96	
	Peso (kg)	4.20	15.94	20.14
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	11.70	19.76	
	Peso (kg)	4.62	17.53	22.15

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Elemento	S-400 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	C25/30	Limpieza
Referencias: C [N30-N29], C [N29-N28], C [N28-N27], C [N27-N26] y C [N26-N18]	5x9.24	5x26.05	176.45	5x0.57	5x0.14
Referencias: C [N18-N32] y C [N31-N16]	2x6.93	2x21.96	57.78	2x0.42	2x0.10
Referencia: C [N32-N31]	6.93	22.00	28.93	0.41	0.10
Referencias: C [N16-N13], C [N10-N7], C [N10-N13], C [N7-N4] y C [N4-N1]	5x9.24	5x25.36	173.00	5x0.58	5x0.15
Referencias: C [N1-N35] y C [N35-N30]	2x4.62	2x17.53	44.30	2x0.26	2x0.06
Totales	122.43	358.03	480.46	7.51	1.88

3.2.3. Comprobación

Referencia: C.1.1 [N30-N29] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:	Máximo: 25.2 cm	
- Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N29-N28] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N29-N28] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N28-N27] (Viga de atado) Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma EC-2, Artículo 8.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N27-N26] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple

Página 37



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N27-N26] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Norma EC-2, Artículo 9.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N26-N18] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 6 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma EC-2, Artículo 9.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma EC-2, Artículo 9.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N18-N32] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N32-N31] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N31-N16] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N16-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N10-N7] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N10-N13] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N7-N4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N4-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		



Nave Arroyomolinos 2

Listados

Fecha: 18/06/24

Referencia: C.1.1 [N1-N35] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N35-N30] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma EC-2, Artículo 8.2 (2)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma EC-2, Artículo 9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Orden de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma EC-2, Artículo 9.8.3): Mínimo: 8.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

1.5 REFERENCIAS

REFERENCIAS

- Alusín Solar*. (30 de Noviembre de 2023). Obtenido de ¿Qué cubiertas nos podemos encontrar en las naves industriales?: <https://alusinsolar.com/que-cubiertas-nos-podemos-encontrar-en-las-naves-industriales/>
- Aparicio, M. P. (2016). *Energía solar fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada (3ª ed.)*. Barcelona: Marcombo.
- Balder técnica*. (s.f.). Obtenido de <https://www.baldertecnica.com/ES/138/menu-superior/noticias/tipos-de-estructuras%C2%A0para-naves-industrial.html>
- Campos Fernández, M. (2012). *PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 500kW SOBRE LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE SEVILLA*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Castro, R. Á. (2014). *INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 200 KW, CONECTADA A RED DE MEDIA TENSIÓN, SOBRE CUBIERTA DE UN CENTRO COMERCIAL EN SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX, MADRID*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Checa Manrique de Lara, F. (2020). *Construcciones industriales, Prácticas con CYPE: Cálculo de un pórtico*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Civil String*. (s.f.). Obtenido de <https://civilstring.com/2-best-types-of-foundation-in-construction/>
- Construmatica*. (s.f.). Obtenido de <https://www.construmatica.com/blog/cimentaciones-por-losa/>
- Cordero, R. G. (15 de Enero de 2024). *SunFields Europa Solar*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-placas-solares/>
- De Justo Moscardó, E., Delgado Trujillo, A., Fernández Serrano, A., & Bascón Hurtado, M. C. (s.f.). *TEMA 2: TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL, ESTRUCTURAS 1*. Obtenido de Universidad de Sevilla: <https://personal.us.es/ejem/wp-content/uploads/2016/02/T02-Tipologia-estructural.pdf>
- Deimur*. (s.f.). Obtenido de <https://deimur.com/chapas-perfiladas/>
- Dinave*. (s.f.). Obtenido de <https://dinave.com/>
- Economipedia*. (s.f.). Obtenido de <https://economipedia.com/>
- ENF Solar*. (s.f.). Obtenido de <https://es.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/50644>
- Especialización en sistemas fotovoltaicos*. (s.f.). Recuperado el Marzo de 2024, de SESLab: <https://seslab.org/fotovoltaico/index.html>
- Forecasting, A. (16 de Enero de 2020). *El periódico de la energía*. Obtenido de <https://elperiodicodelaenergia.com/historia-de-la-fotovoltaica-en-espana-desde-sus-inicios-en-1984-a-sus-objetivos-para-2030/>
- Foros de SóloIngeniería*. (s.f.). Obtenido de <https://soloingenieria.net/foros/>
- Foros Sólo Arquitectura*. (s.f.). Obtenido de <https://www.soloarquitectura.com/foros/>

- Gamez, M. (24 de Mayo de 2022). *ONU*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Geotecnia Fácil*. (s.f.). Obtenido de <https://geotecniafacil.com/tipos-cimentaciones-superficiales-o-directas/>
- Historia de la energía fotovoltaica*. (2 de febrero de 2023). Obtenido de Hogarsense: <https://www.hogarsense.es/energia-solar/historia-energia-solar-fotovoltaica>
- Imventa*. (s.f.). Obtenido de <https://www.imventa.com/ayuda/ESwin/default.html>
- Inclinación, Orientación y Sombras en Fotovoltaica. Cálculo de Pérdidas*. (s.f.). Recuperado el Marzo de 2024, de Área Tecnología: <https://areatecnologia.com/electricidad/perdidas-fotovoltaica.html>
- Moran, M. (26 de Enero de 2024). *ONU*. Obtenido de <https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/3KqNJlv9drS53t0Py3eiAR/lists/6qgP9Pp9ArnmSf1EaR0F8h/>
- PanelMac*. (s.f.). Obtenido de <https://www.panelmac.com/panel-sandwich-cubierta/>
- Tipos de soportes para paneles solares*. (23 de Septiembre de 2022). Obtenido de Albasolar: <https://albasolar.es/tipos-de-soportes-para-paneles-solares/>
- Yepes Piqueras, V. (9 de Enero de 2022). *Zapata arriostrada o atada*. Obtenido de Blog de Víctor Yepes Piqueras, poliBlogs, Universidad Politécnica de Valencia: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/viga-de-atado/>

DOCUMENTO N°2

PLANOS



Plano:

01

Auto:

A.C.R

Fecha:

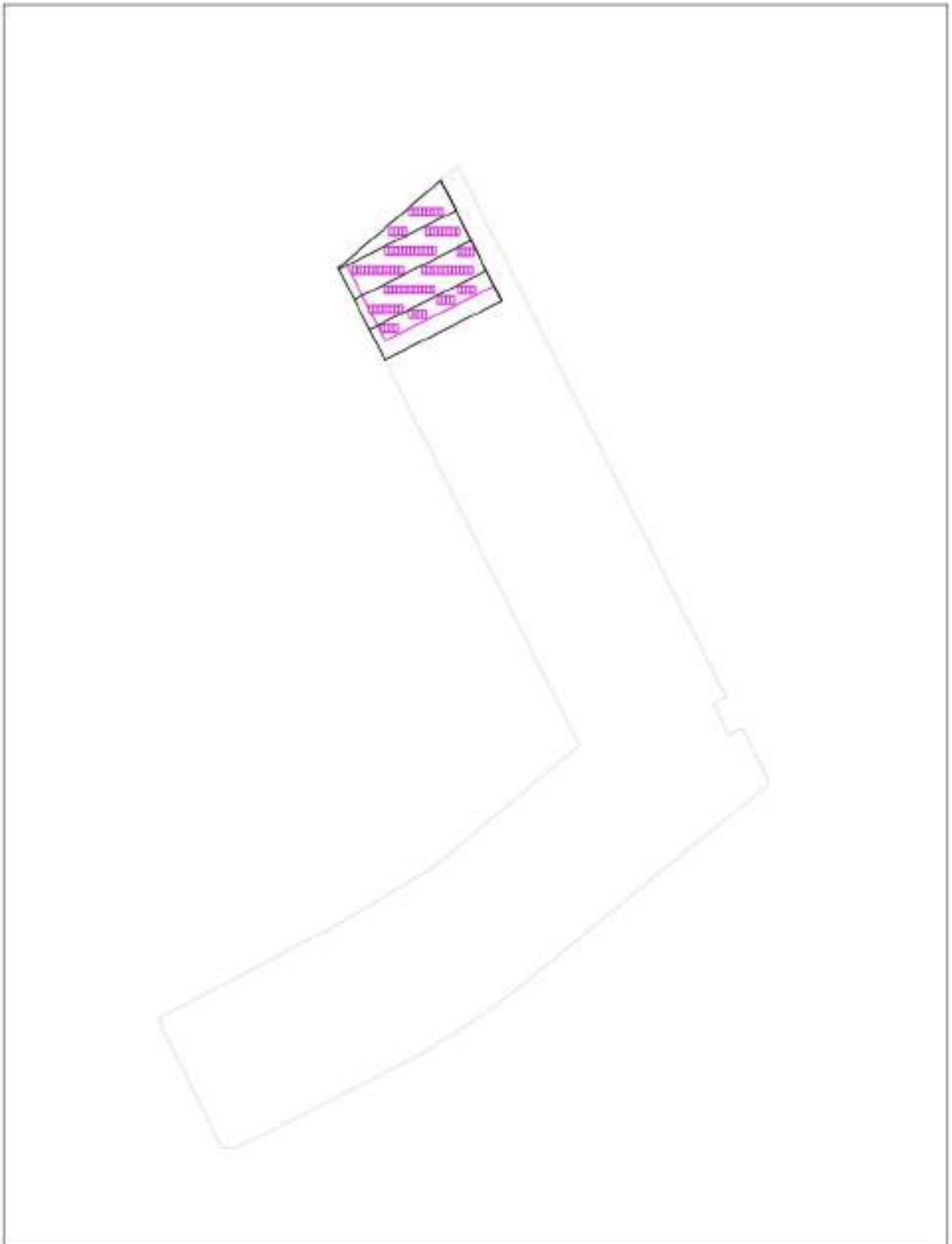
09/04/2024

Escala:

S/E

Nombre Plano:

LOCALIZACIÓN NAVE INDUSTRIAL



Plano:

02

Autor:

A.C.R

Fecha:

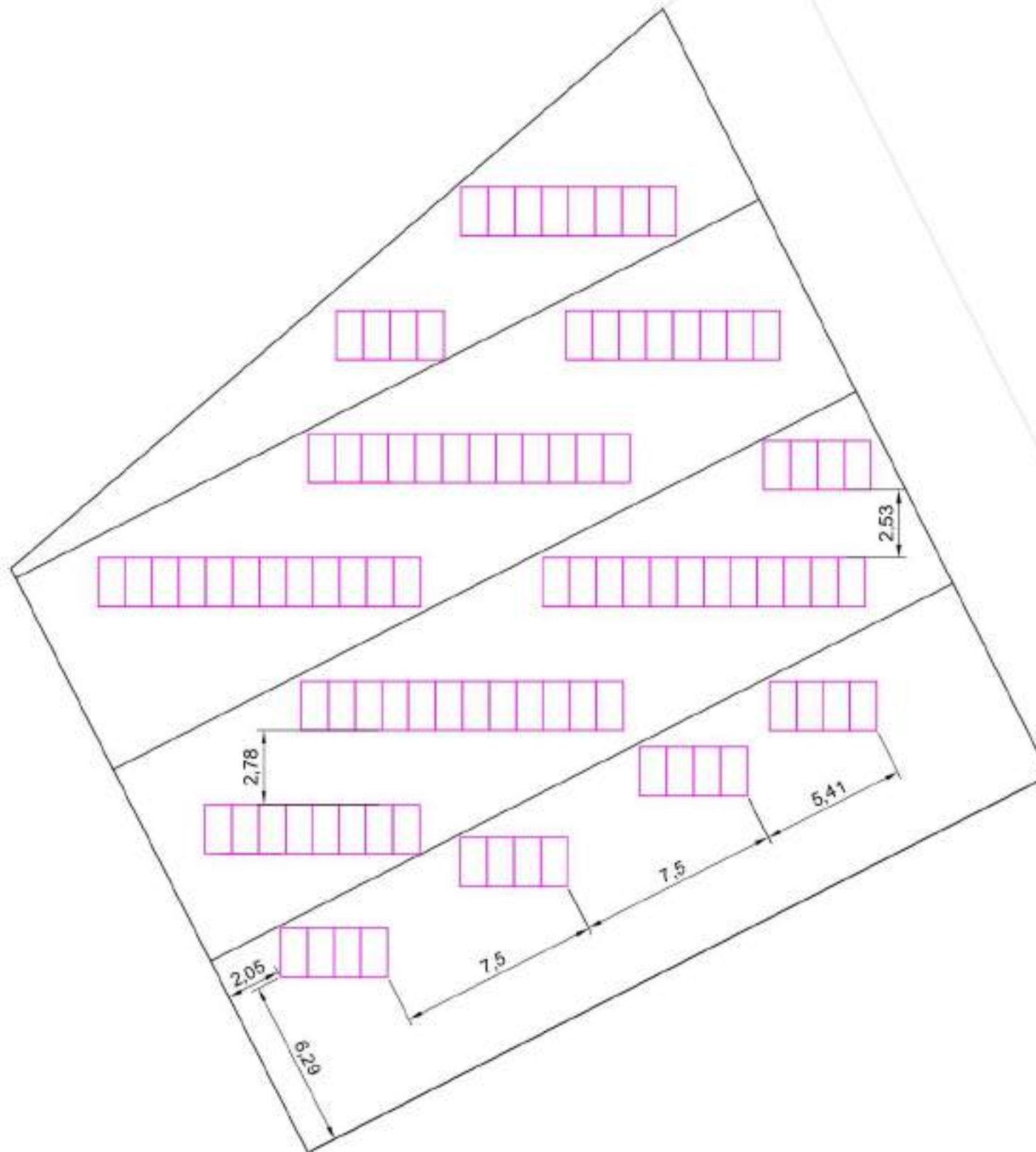
10/04/2024

Escala:

1/750

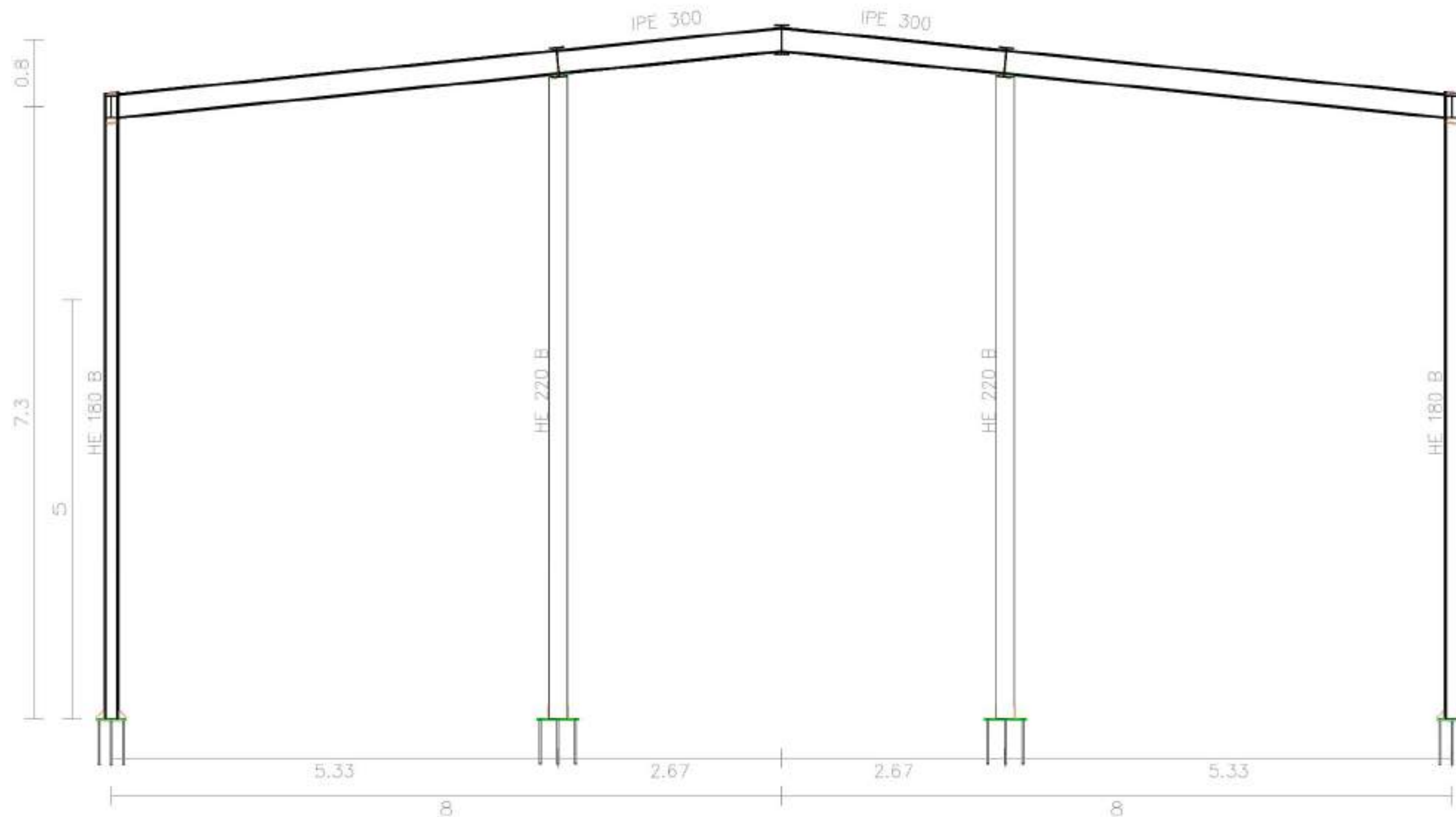
Nombre Plano:

UBICACIÓN DE LA NAVE EN LA PARCELA



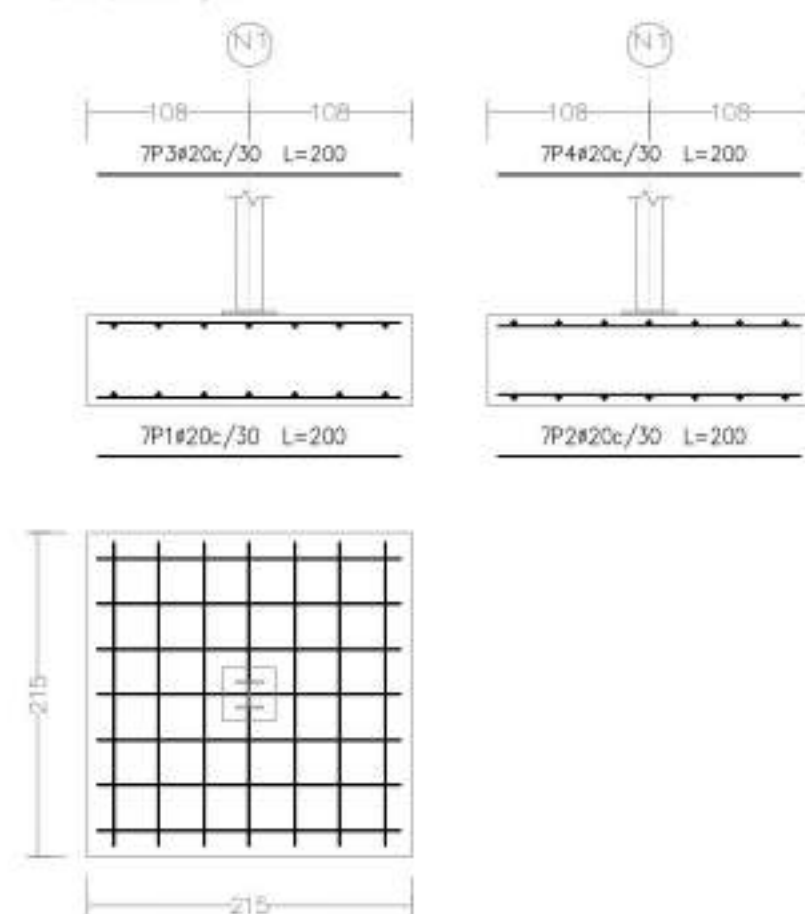


VISTA 3D ESTRUCTURA NAVE 1

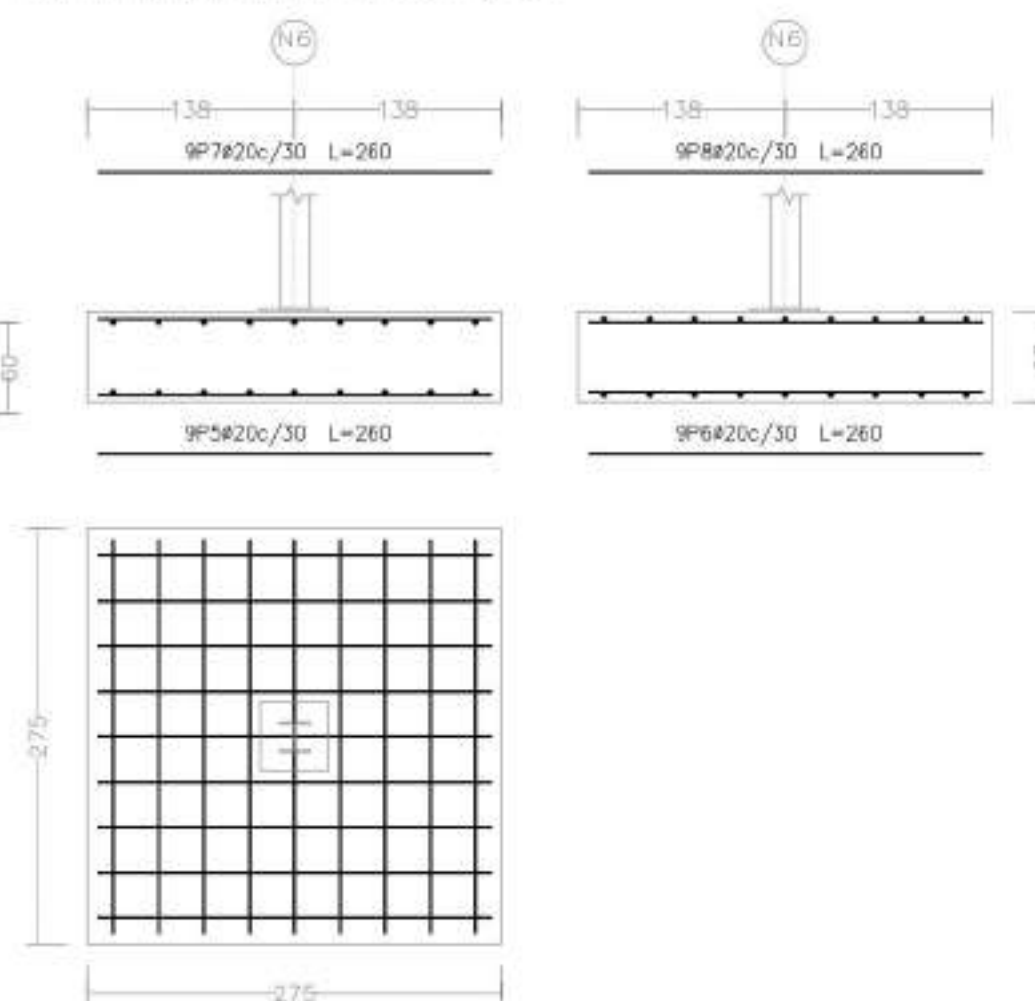


Plano:	05	Autor:	A.C.R.	Fecha:	12706/2024	Escala:	1:50
Nombre Plano:		VISTA 2D HASTIAL FRONTAL NAVE 1					

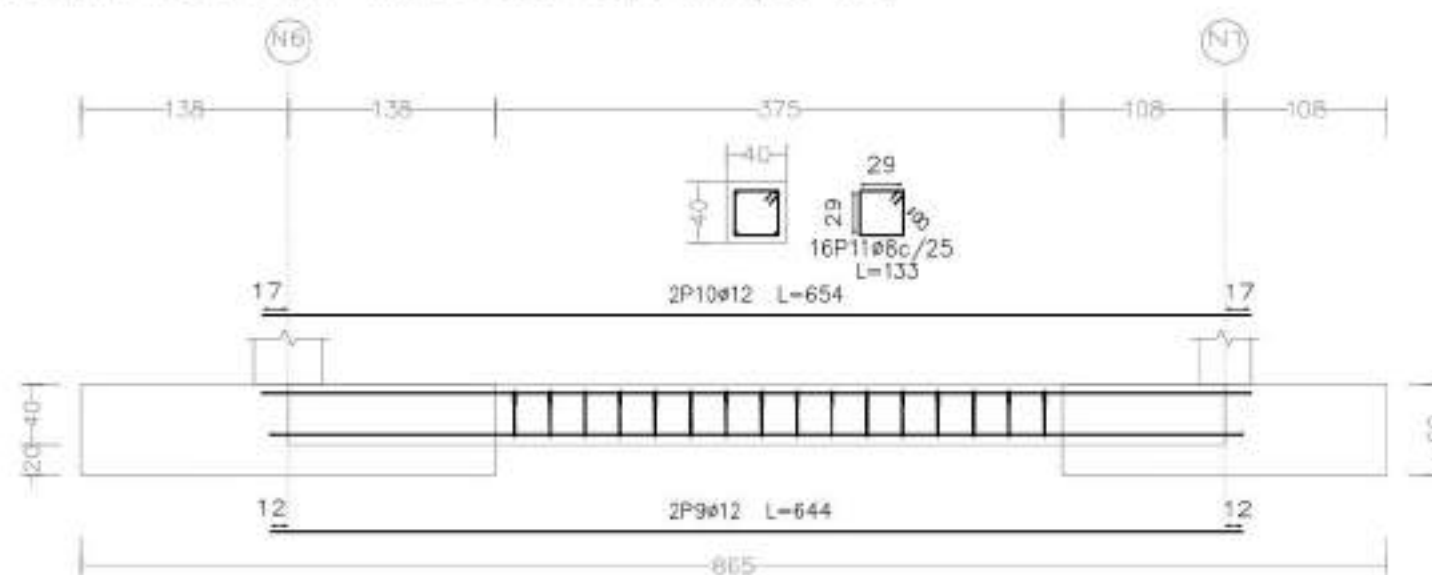
N1, N3, N26 y N28



N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21 y N23



C.1.1 [N6-N1], C.1.1 [N21-N16], C.1.1 [N8-N3], C.1.1 [N18-N13], C.1.1 [N16-N11], C.1.1 [N23-N18],
C.1.1 [N13-N8], C.1.1 [N11-N6], C.1.1 [N26-N21] y C.1.1 [N28-N23]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Tota (cm)	S-400 (kg)
N1=N3=N26=N28	1	ø20	7	200	1400	34.5
	2	ø20	7	200	1400	34.5
	3	ø20	7	200	1400	34.5
	4	ø20	7	200	1400	34.5
Total=10% (x4)						151.8
N6=N8=N11=N13=N16=N18 N21=N23	5	ø20	9	260	2340	57.7
	6	ø20	9	260	2340	57.7
	7	ø20	9	260	2340	57.7
	8	ø20	9	260	2340	57.7
Total=10% (x8)						253.9
C.1.1 [N6-N1]=C.1.1 [N21-N16] C.1.1 [N8-N3]=C.1.1 [N18-N13] C.1.1 [N16-N11] C.1.1 [N23-N18]=C.1.1 [N13-N8] C.1.1 [N11-N6]=C.1.1 [N26-N21] C.1.1 [N28-N23]	9	ø12	2	644	1288	11.4
	10	ø12	2	644	1288	11.4
	11	ø8	16	133	2128	6.4
Total=10% (x10)						34.5
						345.0
						ø8: 92.0
						ø12: 253.0
						ø20: 2638.4
						Total: 2983.4



Plano:

07

Autor:

A.C.R.

Fecha:

12/06/2024

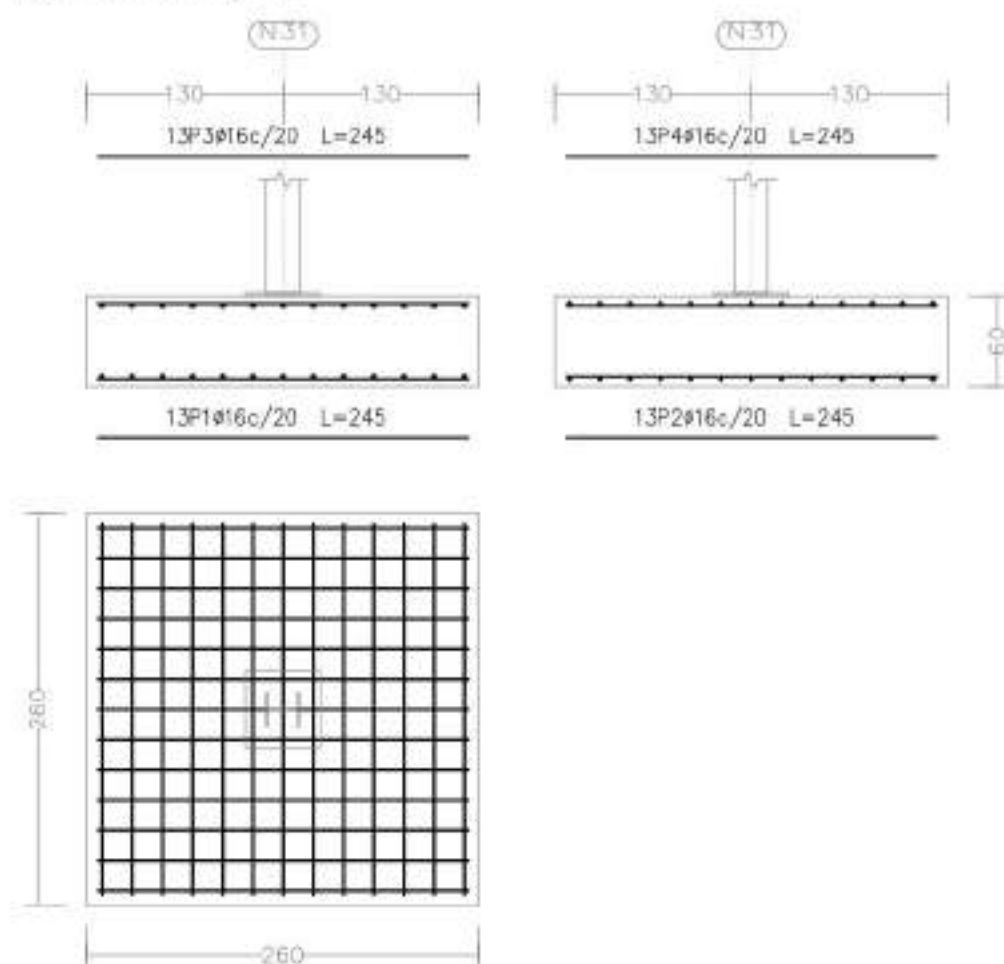
Escala:

1:50

Nombre Plano:

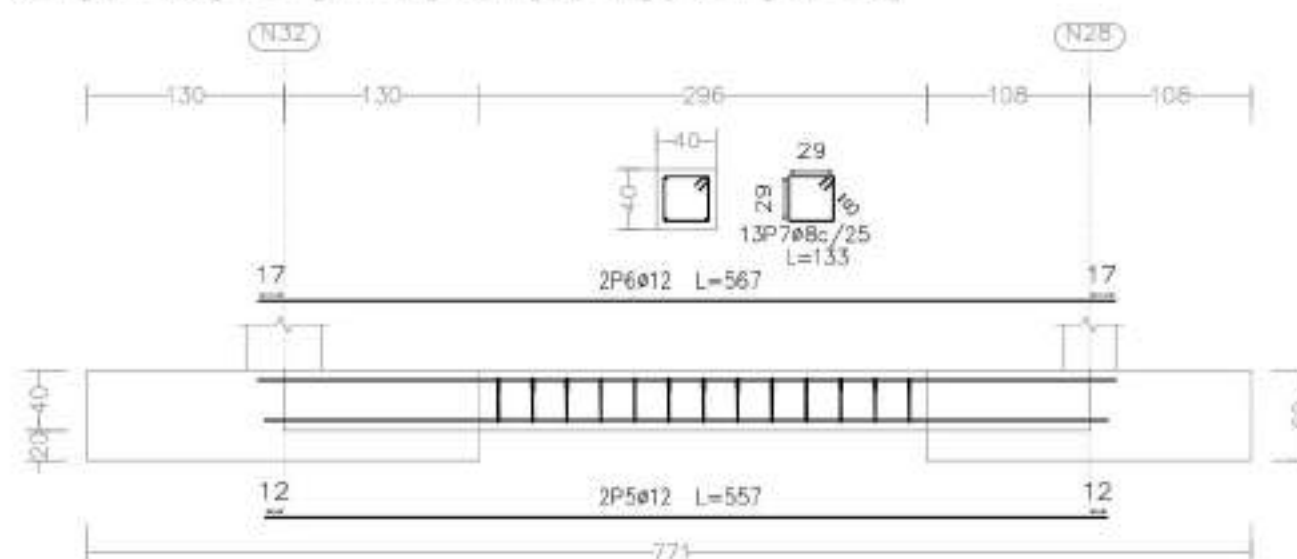
DETALLE DE ZAPATAS DE CIMENTACIÓN 1, NAVE 1

N31, N32, N35 y N36

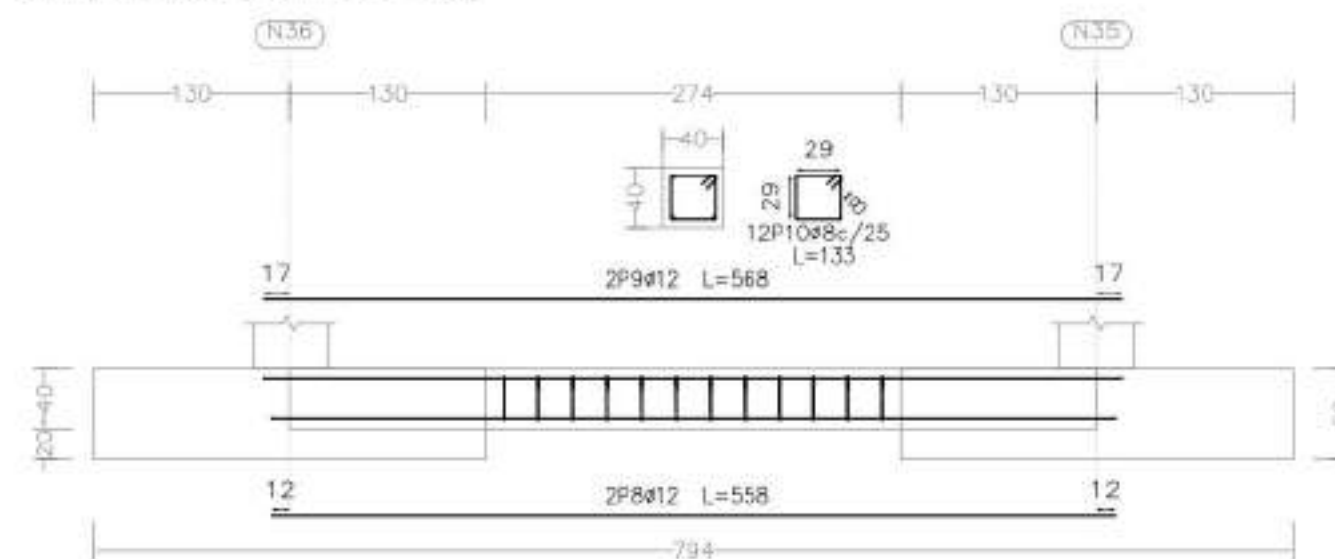


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	S-400 (kg)
N31-N32-N35-N36	1	ø16	13	245	3185	50.3
	2	ø16	13	245	3185	50.3
	3	ø16	13	245	3185	50.3
	4	ø16	13	245	3185	50.3
Total+10% (x4)					221.3	885.2
C.I.1 [N32-N28]-C.I.1 [N36-N3] C.I.1 [N35-N1]-C.I.1 [N31-N26]	5	ø12	2	557	1114	9.9
	6	ø12	2	567	1134	10.1
	7	ø8	13	133	1729	6.8
Total+10% (x4)					29.5	118.0
C.I.1 [N36-N35] C.I.1 [N32-N31]	8	ø12	2	558	1116	9.9
	9	ø12	2	568	1136	10.1
	10	ø8	12	133	1596	6.3
Total+10% (x2)					28.9	57.8
					ø8:	43.8
					ø12:	132.0
					ø16:	885.2
					Total:	1061.0

C.I.1 [N32-N28], C.I.1 [N36-N3], C.I.1 [N35-N1] y C.I.1 [N31-N26]



C.I.1 [N36-N35] y C.I.1 [N32-N31]



Plano:

08

Autor:

A.C.R.

Fecha:

12/06/2024

Escala:

1:50

Nombre Plano:

DETALLE DE ZAPATAS DE CIMENTACIÓN 2, NAVE 1

Tipo 1

The drawing consists of three main views:

- Alzado (Elevation):** Shows the column (Pilar HE 180 B) with stiffeners (Rigidizadores $x-x$ and $y-y$) and a base plate (Placa base 350x350x25). Section lines A-A are indicated.
- Vista lateral (Side View):** Shows the column and base plate from the side, highlighting the stiffeners and the base plate.
- Sección A - A (Section A-A):** A detailed cross-section of the base plate and column. It shows the base plate (Placa base 350x350x25) with anchor bolts (Pernos de anclaje 8 $\varnothing$ 16) and a concrete foundation (Hormigón: C25/30). The base plate is supported by a layer of leveling mortar (Mortero de nivelación: 20 mm).

Additional details include:

- Stiffeners: Rigidizadores $x-x$ ($e = 5$ mm) and Rigidizadores $y-y$ ($e = 5$ mm).
- Column: Pilar HE 180 B.
- Base plate: Placa base 350x350x25.
- Anchor bolts: Pernos de anclaje 8 $\varnothing$ 16.
- Leveling mortar: Mortero de nivelación: 20 mm.
- Concrete: Hormigón: C25/30.

Escala 1:15

Tipo 4

Sección transversal

Detalle del ojal

Escala 1:5

Tipo 2

ISO 7089-12-200 HV

Redondo $\phi 12$

Ojal 16x33

2 x ISO 4032-M12-5

L60x8

Detalle del ojal

Escala 1:5

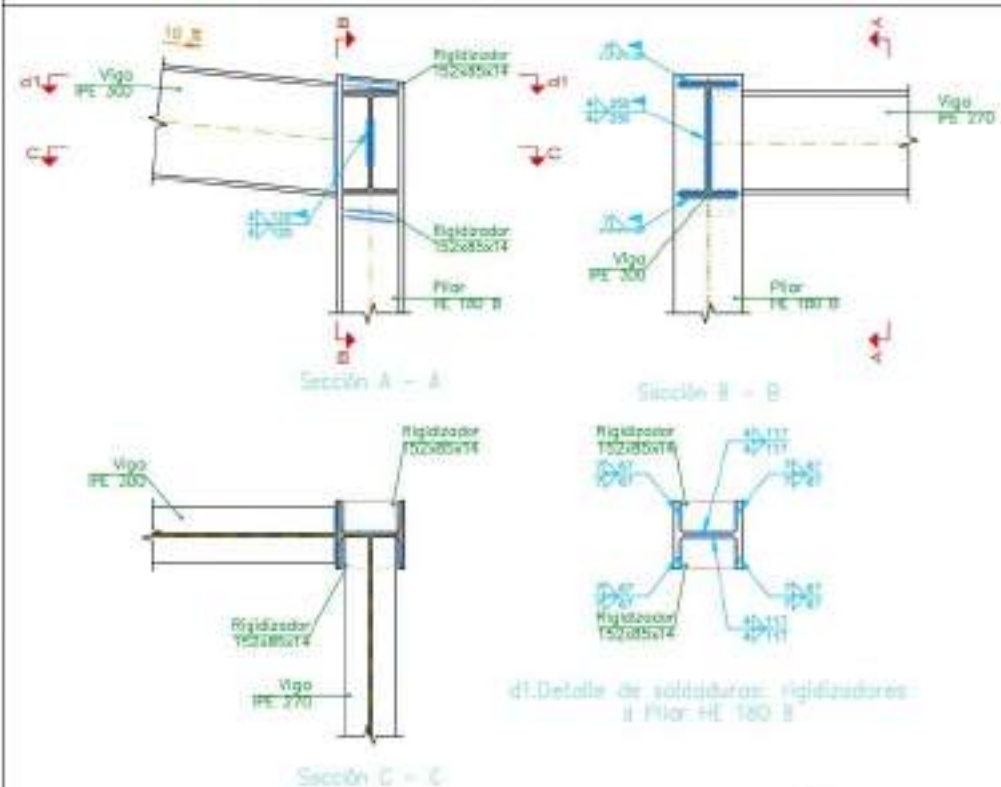
Tipo 3

Diagram illustrating the connection details for a column-beam joint (Tipo 3). The main components are a column (Pilar HE 180 B) and two beams (Viga IPE 270 and Viga IPE 300). The connection is shown in four sections:

- Sección B - B:** Shows the column profile with stiffeners (Rigidador 152x85x14) and welds (a1, c1, d1) connecting the beams.
- Sección A - A:** Shows the column profile with stiffeners (Rigidador 152x85x14) and welds (a1, c1, d1) connecting the beams.
- Sección C - C:** Shows the column profile with stiffeners (Rigidador 152x85x14) and welds (a1, c1, d1) connecting the beams.
- Detalle de soldaduras rigidadores a Pilar HE 180 B:** A detailed view of the welds connecting the stiffeners to the column profile.

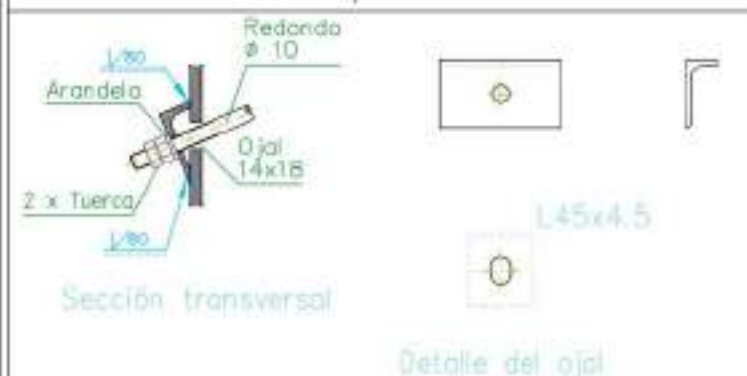
Scale: Escala 1:20

Tipo 5



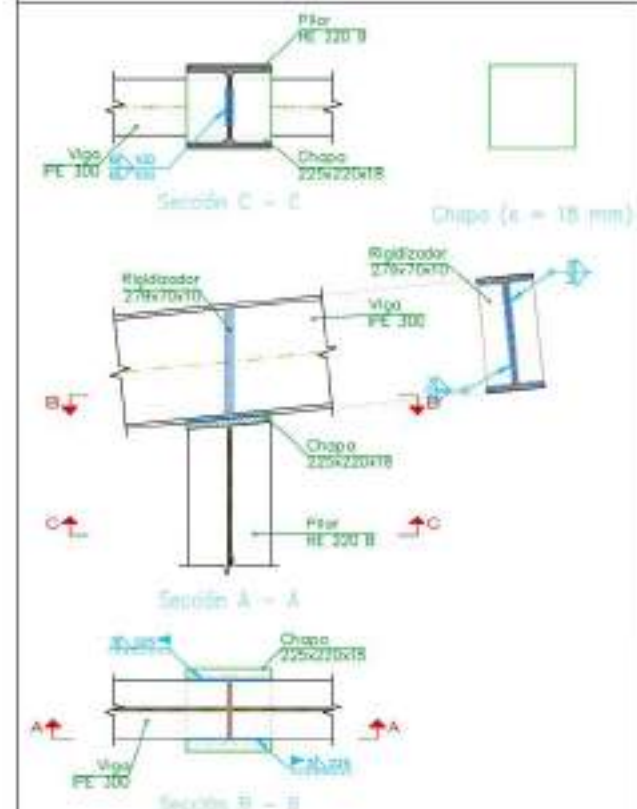
Escala 1:20

Tipo 7



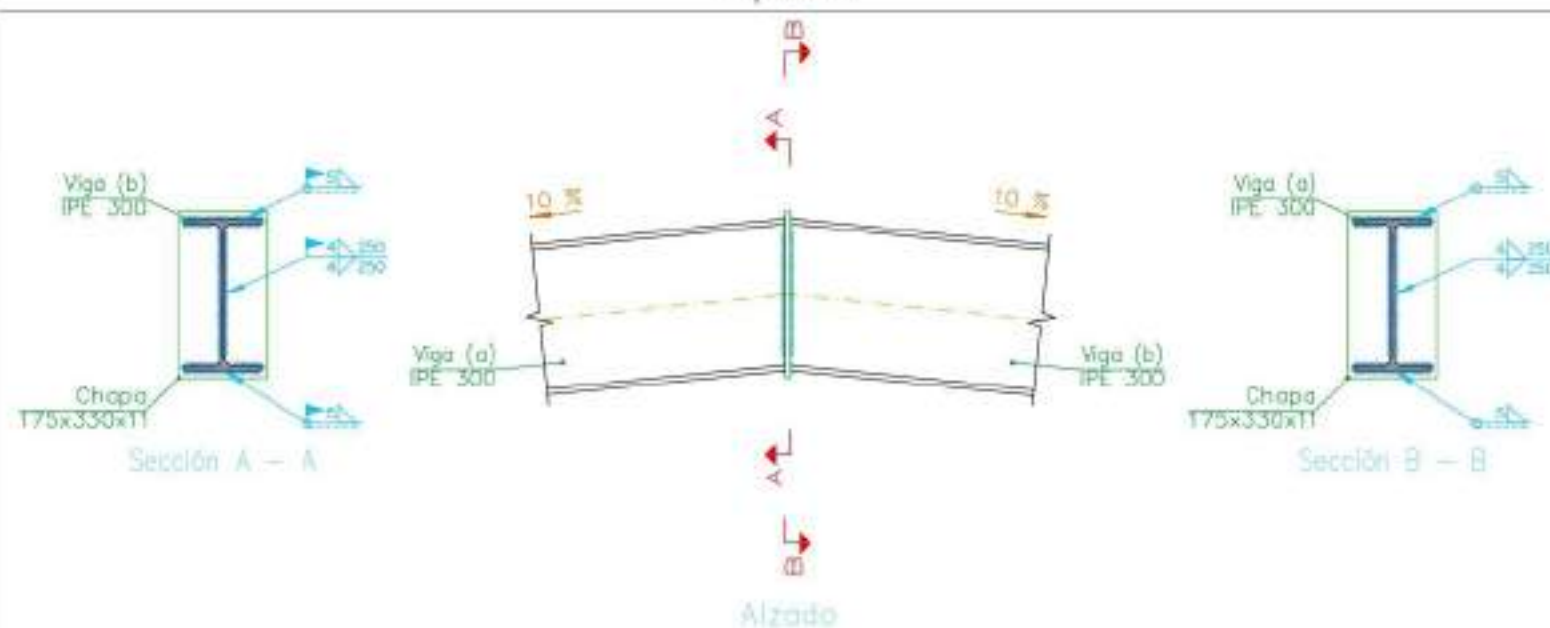
Escala 1:5

Tipo 20



Escala 1:20

Tipo 6

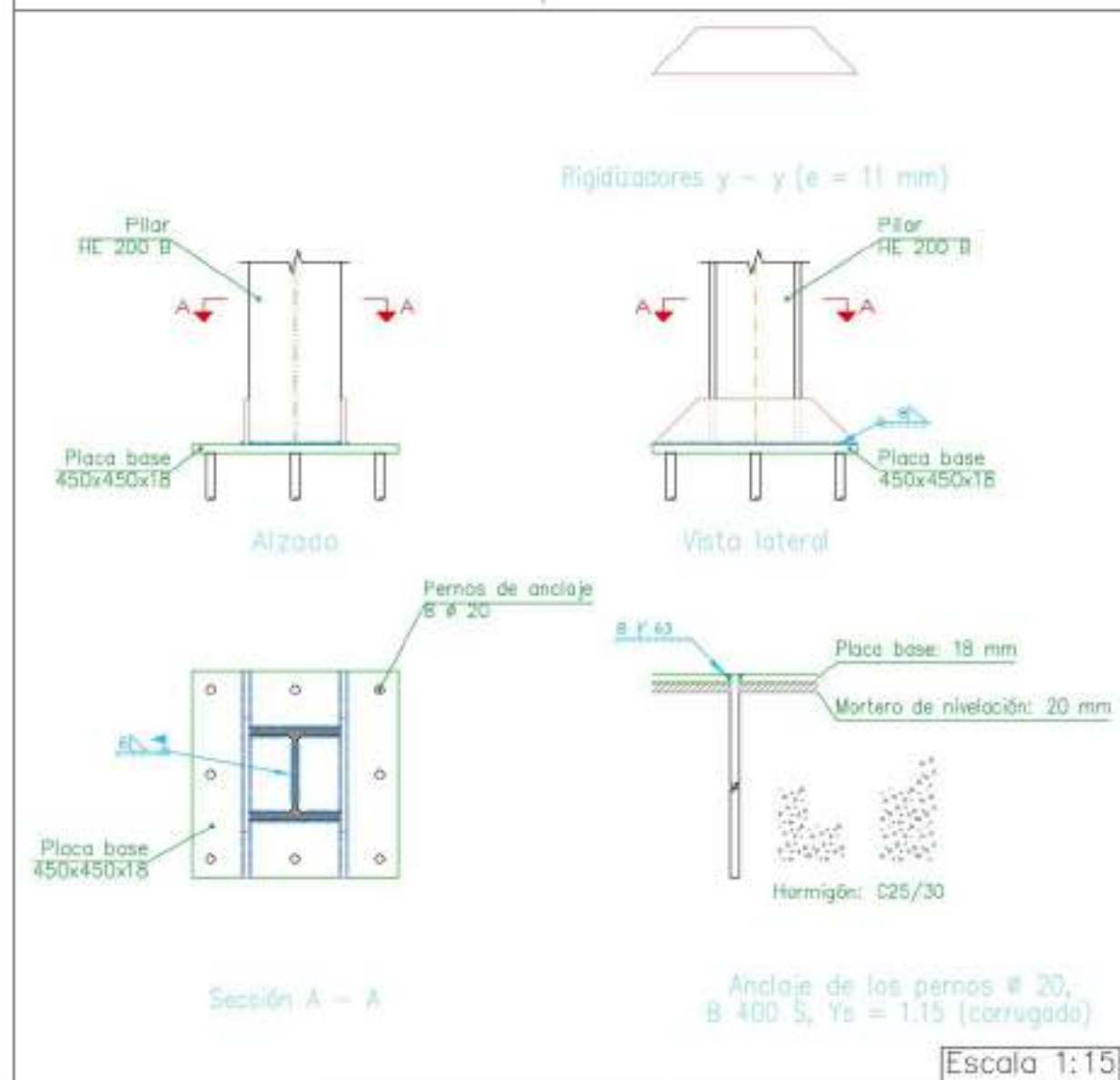


Escala 1:15

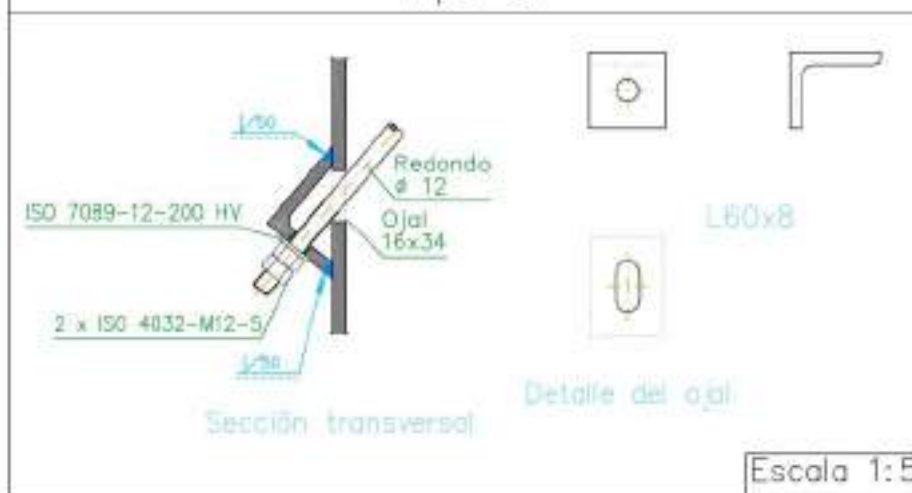


Plano:	10	Autor:	A.C.R.	Fecha:	13/06/2024	Escala:	-
Nombre Plano:	DETALLE DE UNIONES 2, NAVE 1						

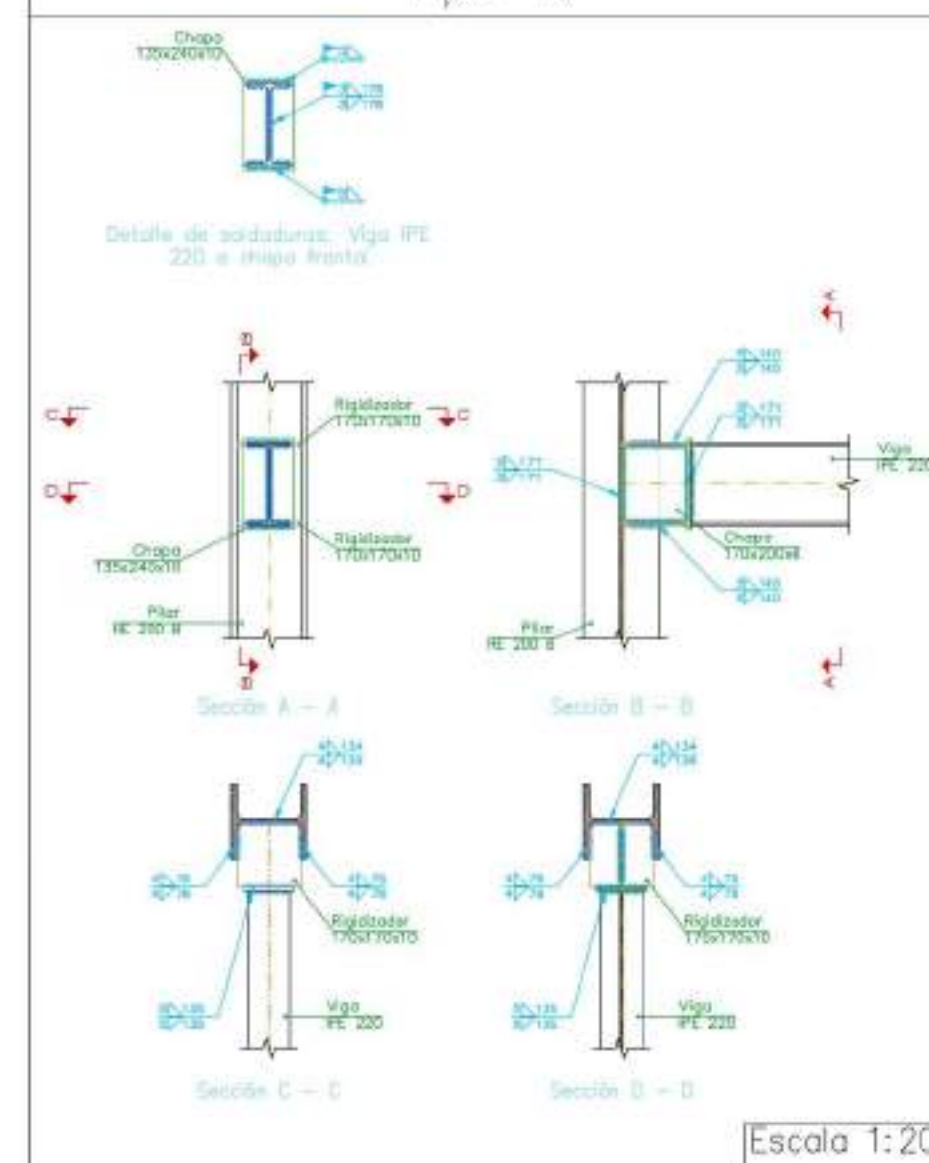
Tipo 8



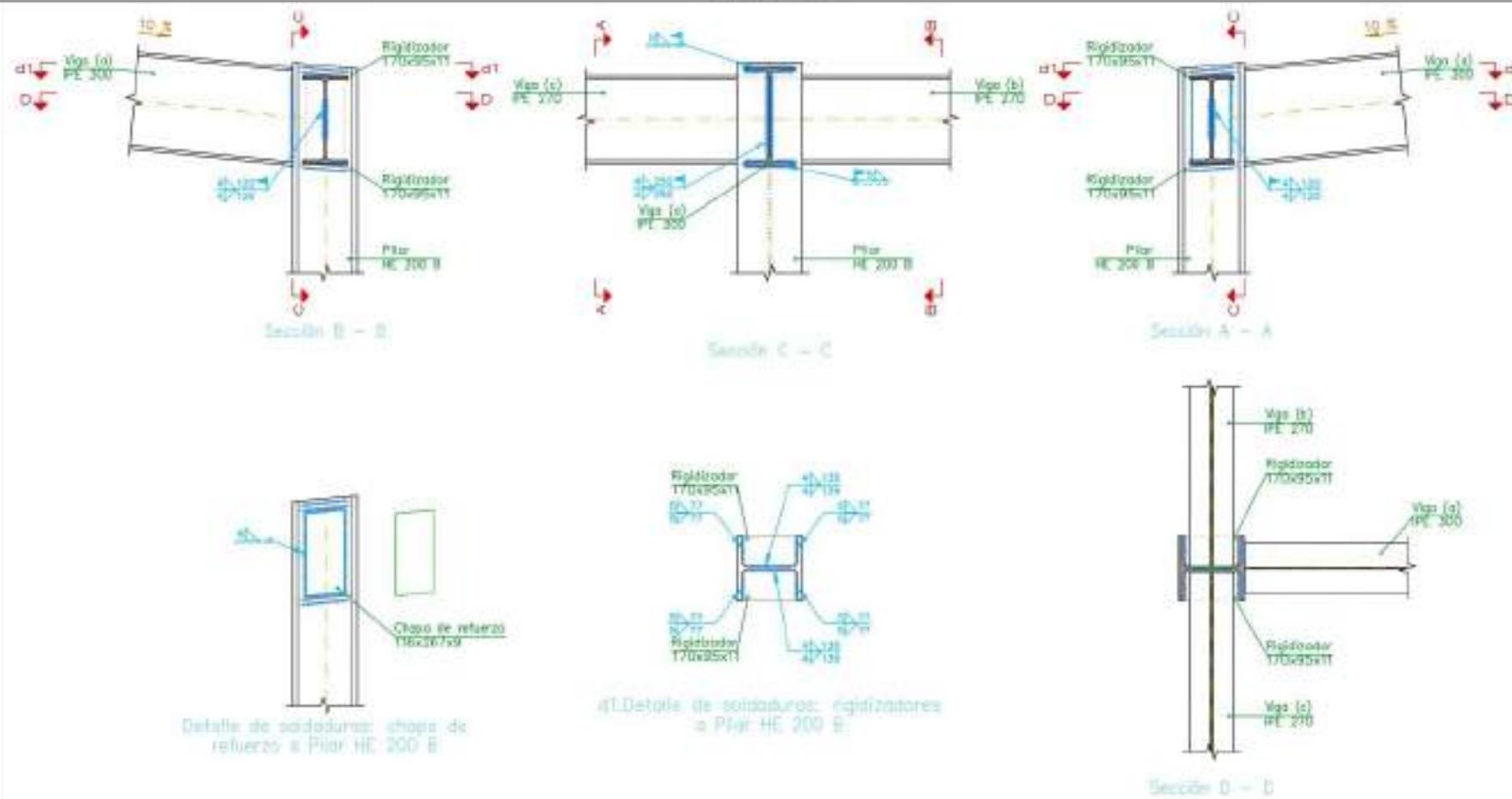
Tipo 9



Tipo 19

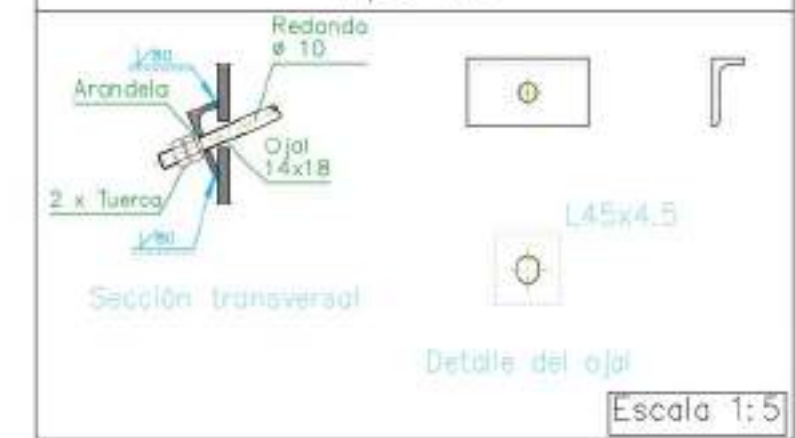


Tipo 10



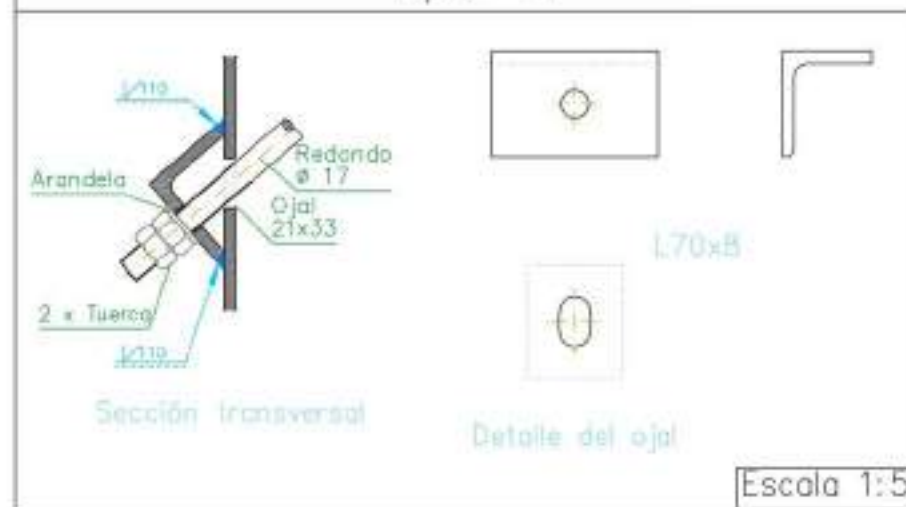
Escala 1:20

Tipo 13



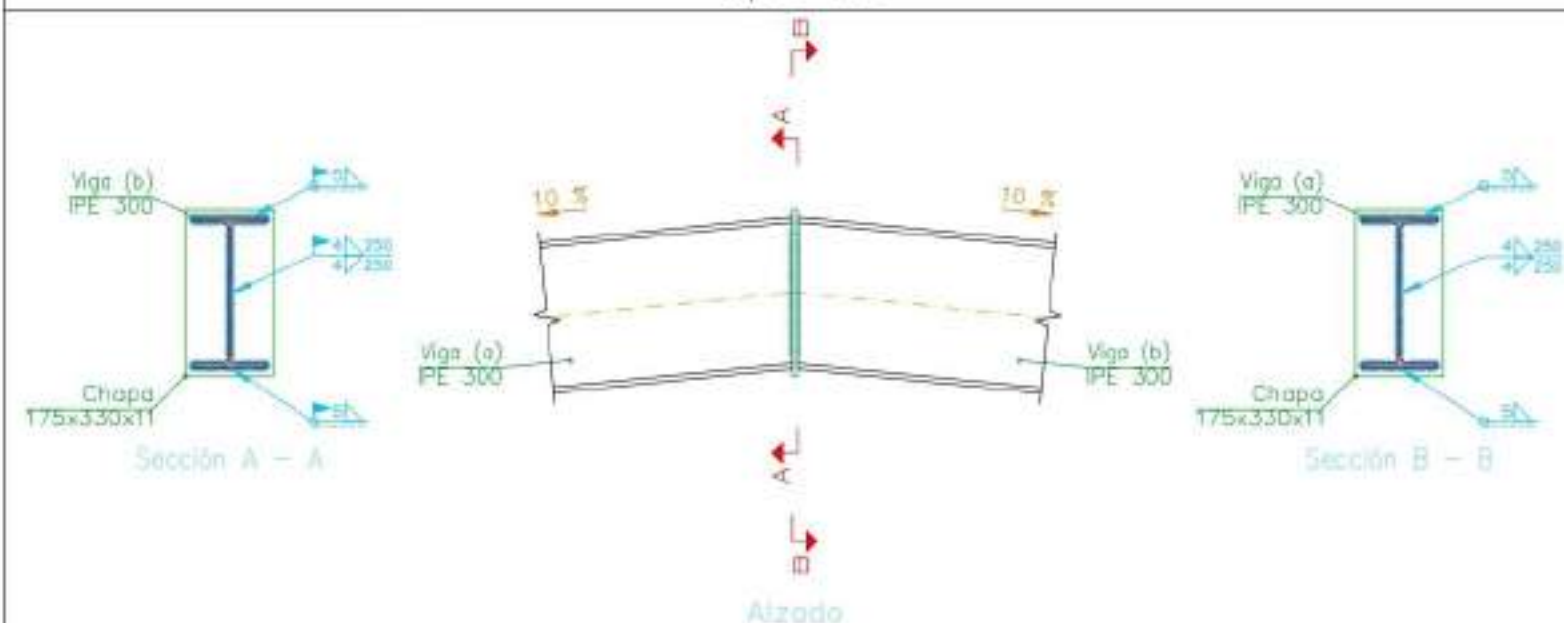
Escala 1:5

Tipo 11



Escala 1:5

Tipo 12



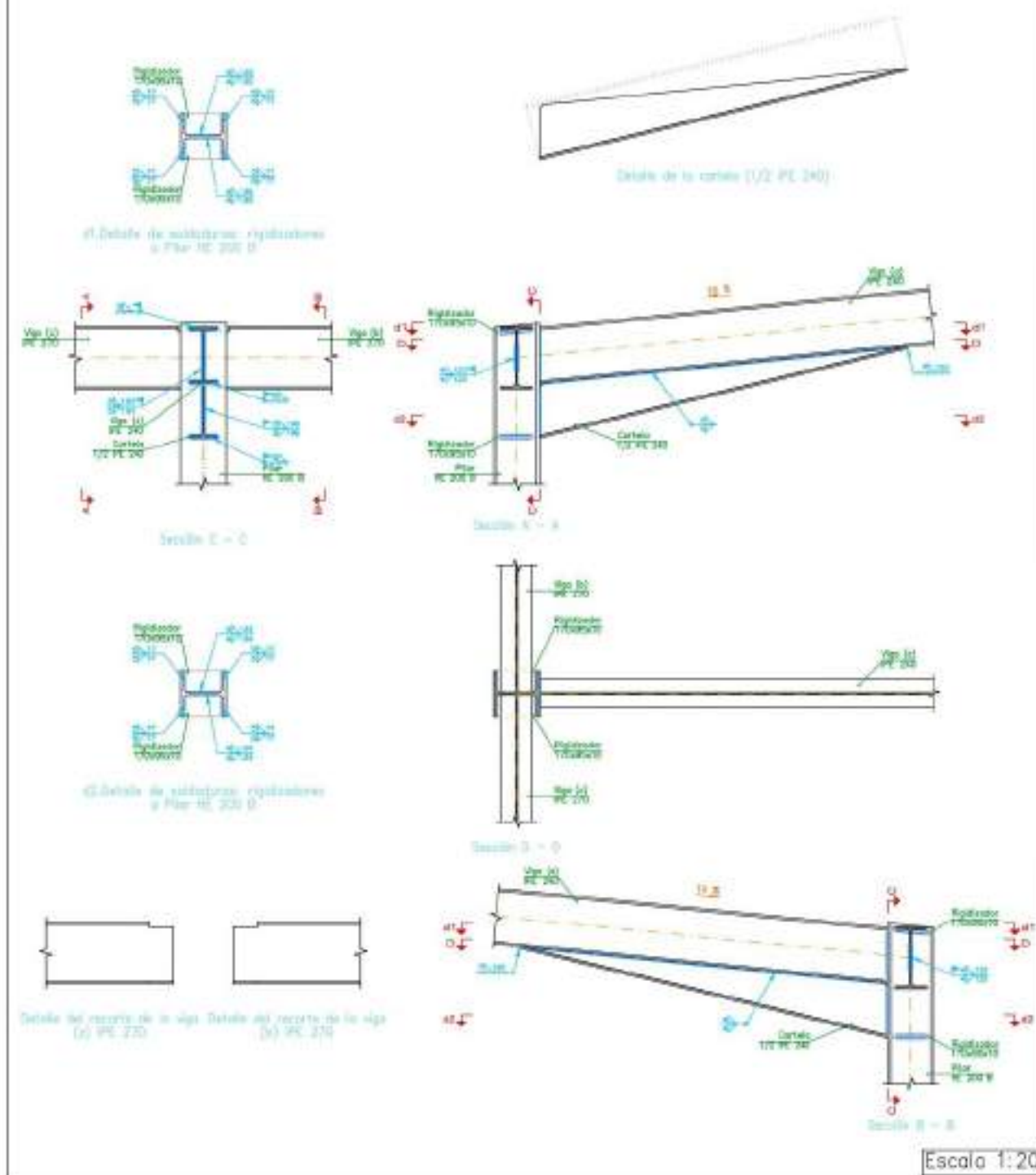
Escala 1:15



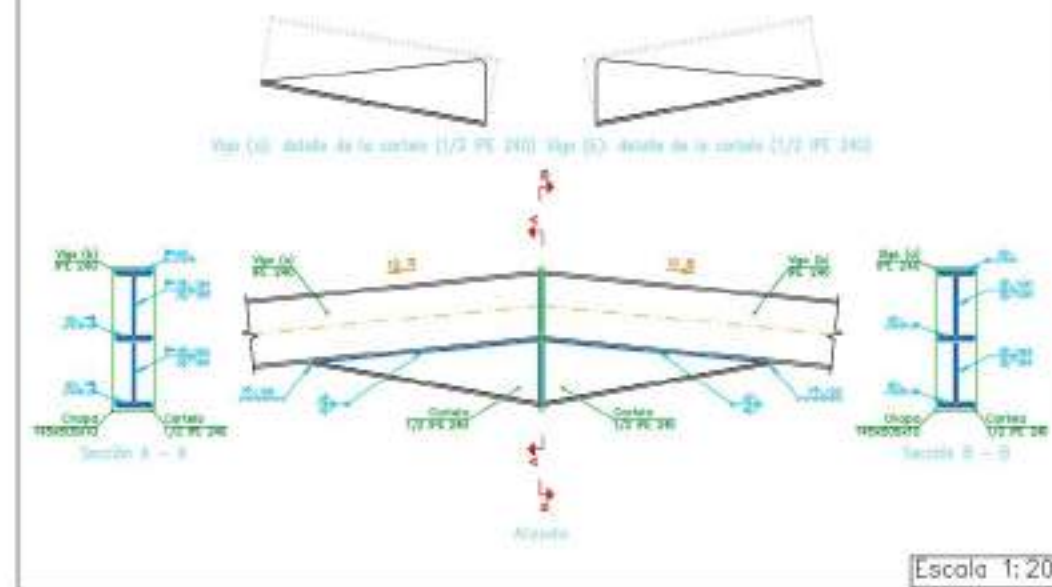
Planos:	12	Autor:	A.C.R.	Fecha:	13/06/2024	Escala:	-
---------	----	--------	--------	--------	------------	---------	---

Nombre Plano:
DETALLE UNIONES 4, NAVE 1

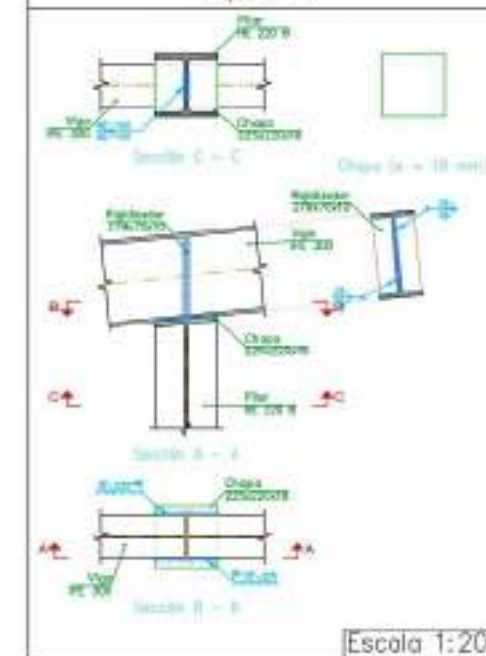
Tipo 14



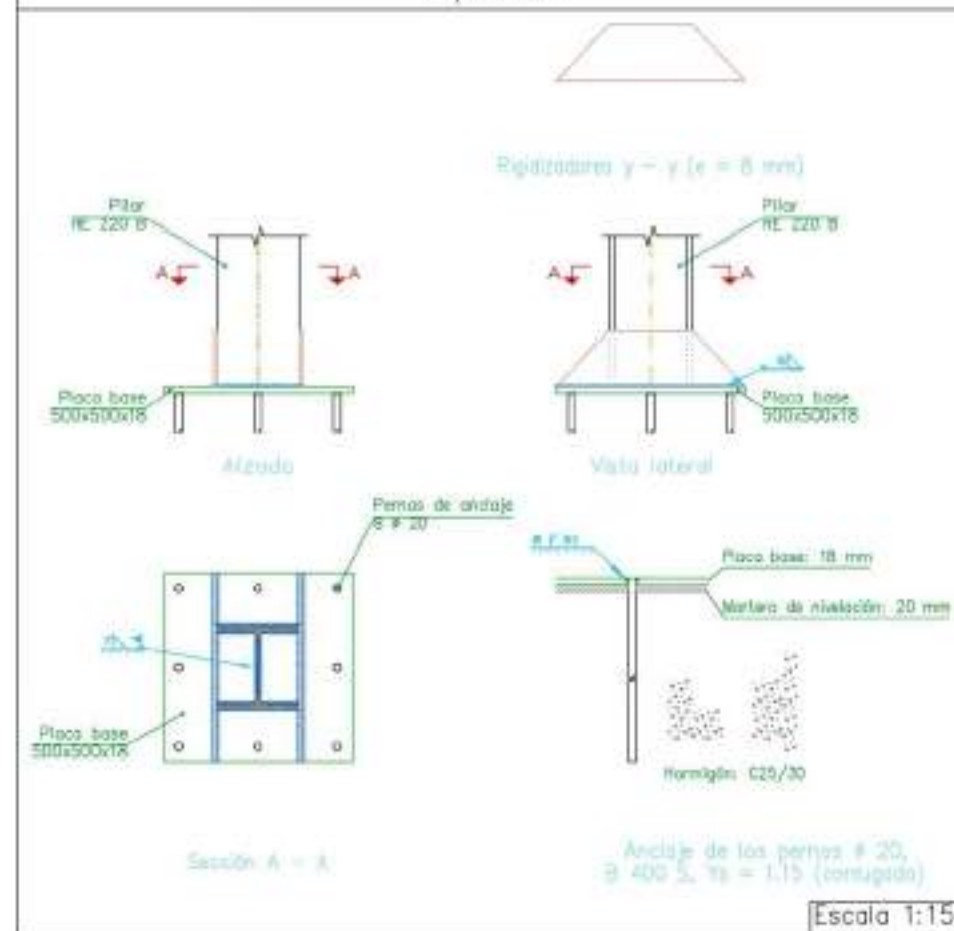
Tipo 15



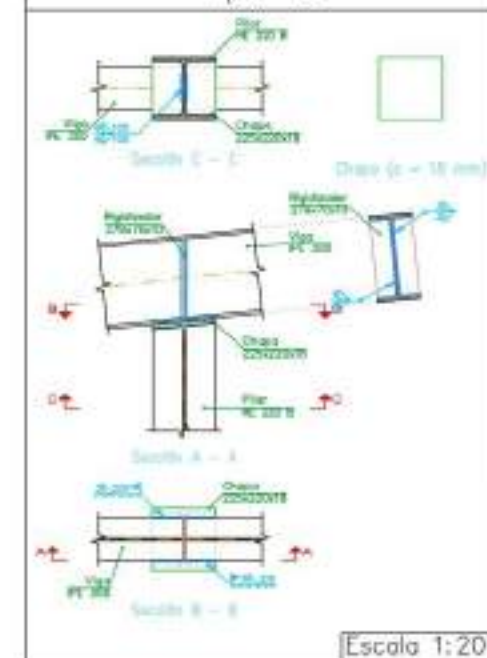
Tipo 17



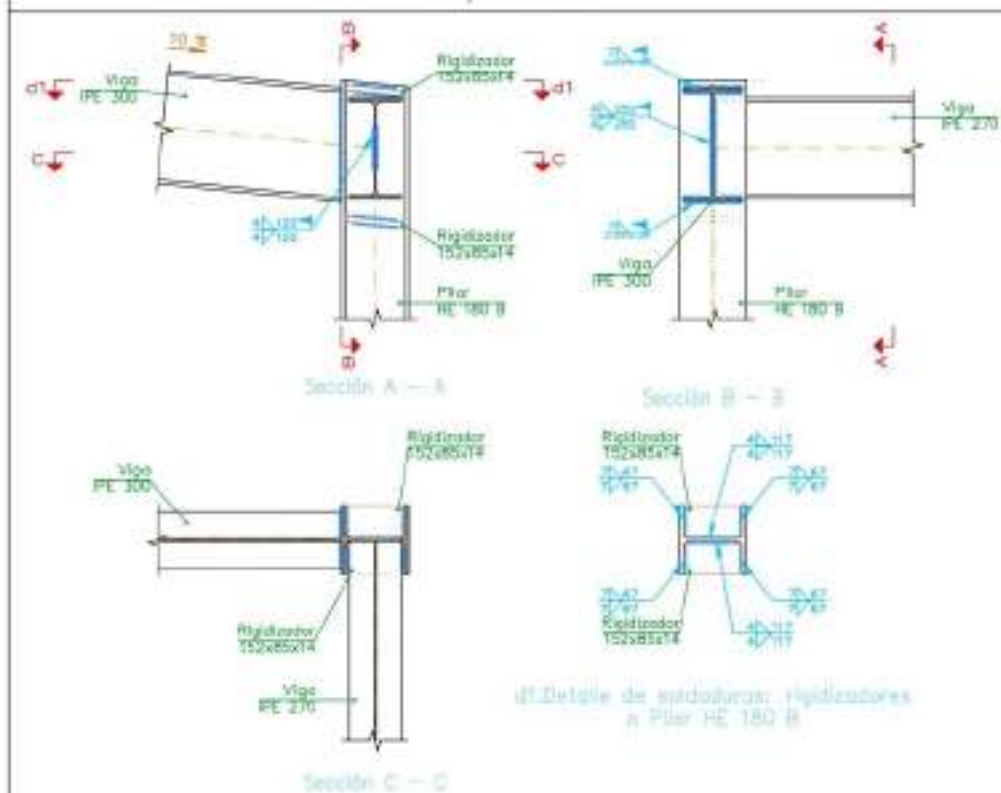
Tipo 16



Tipo 18

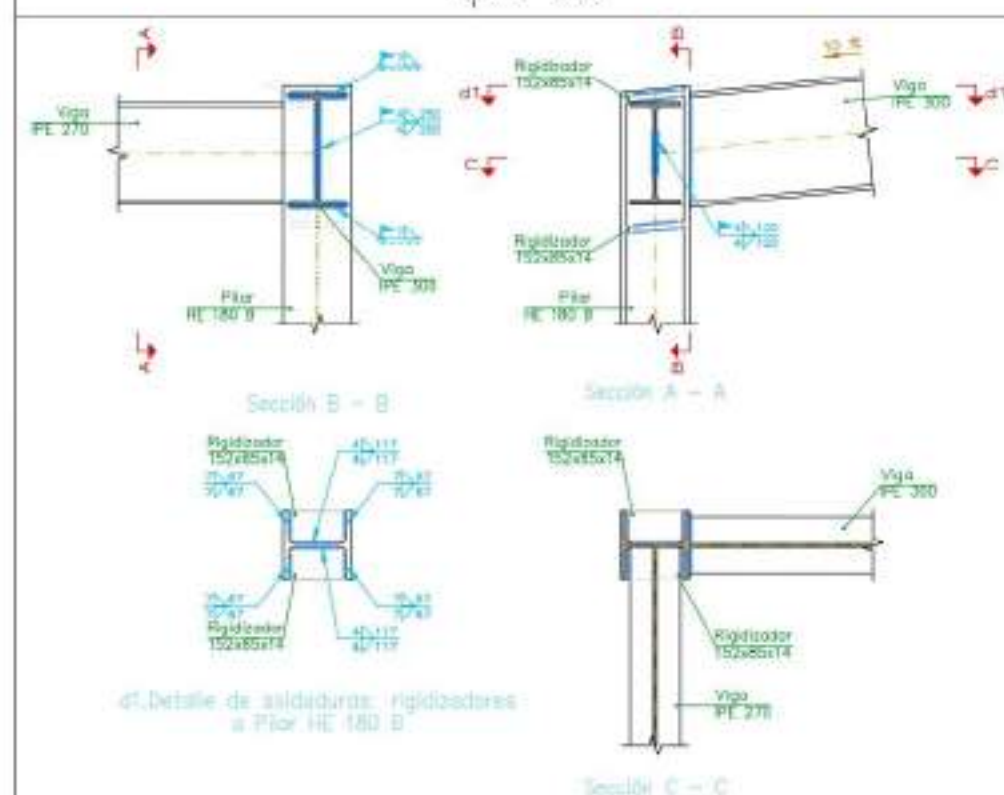


Tipo 21



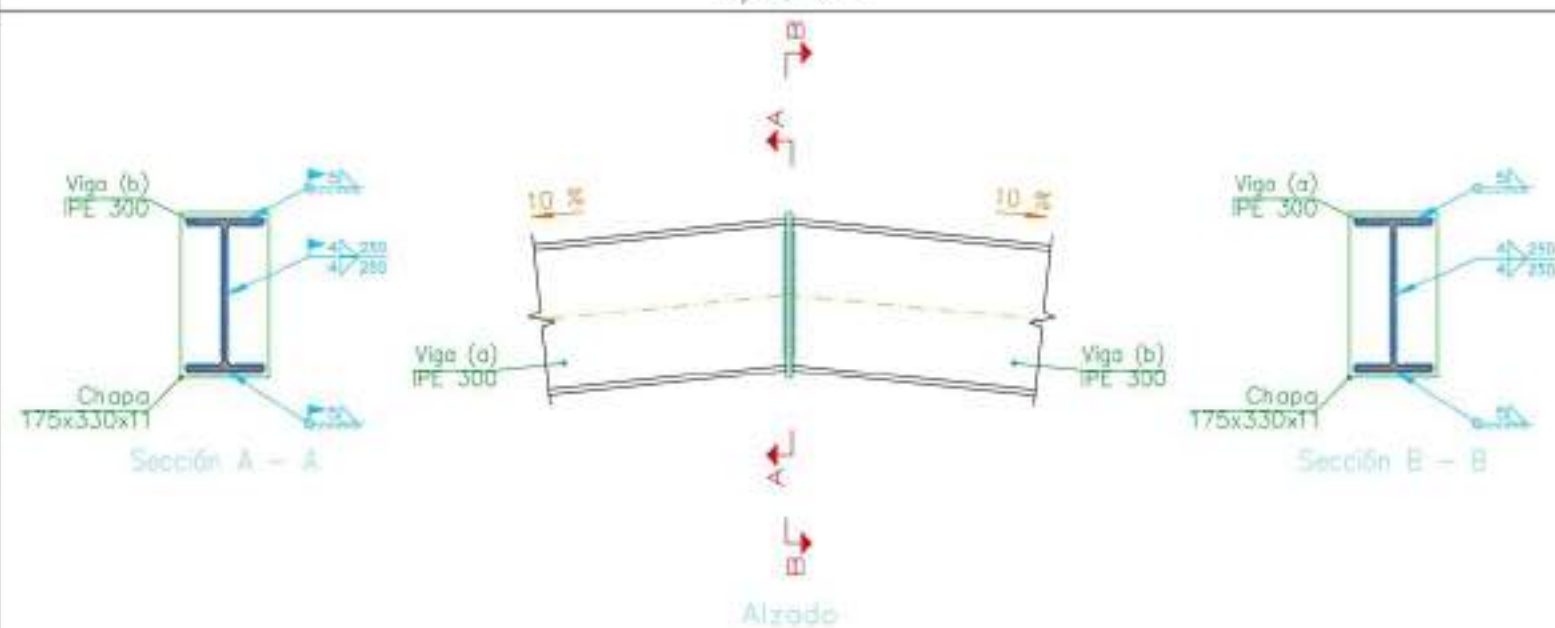
[Escola 1:20]

Tipo 23



Escala 1:20

Tipo 22



Escala 1:15



Piano:

14

Author:	
---------	--

A.C.R.

Fechn:

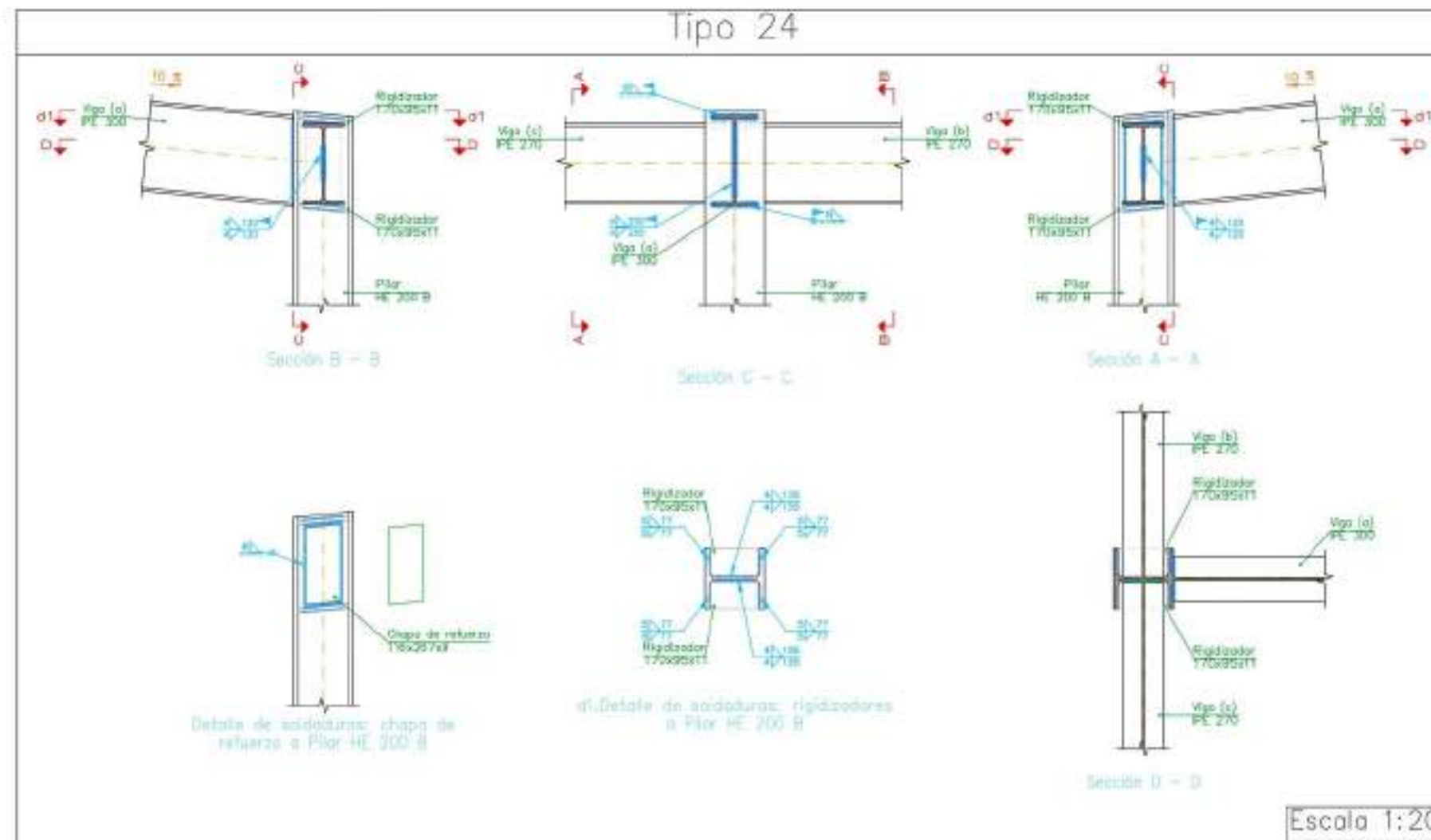
13/06/2024

Escala:

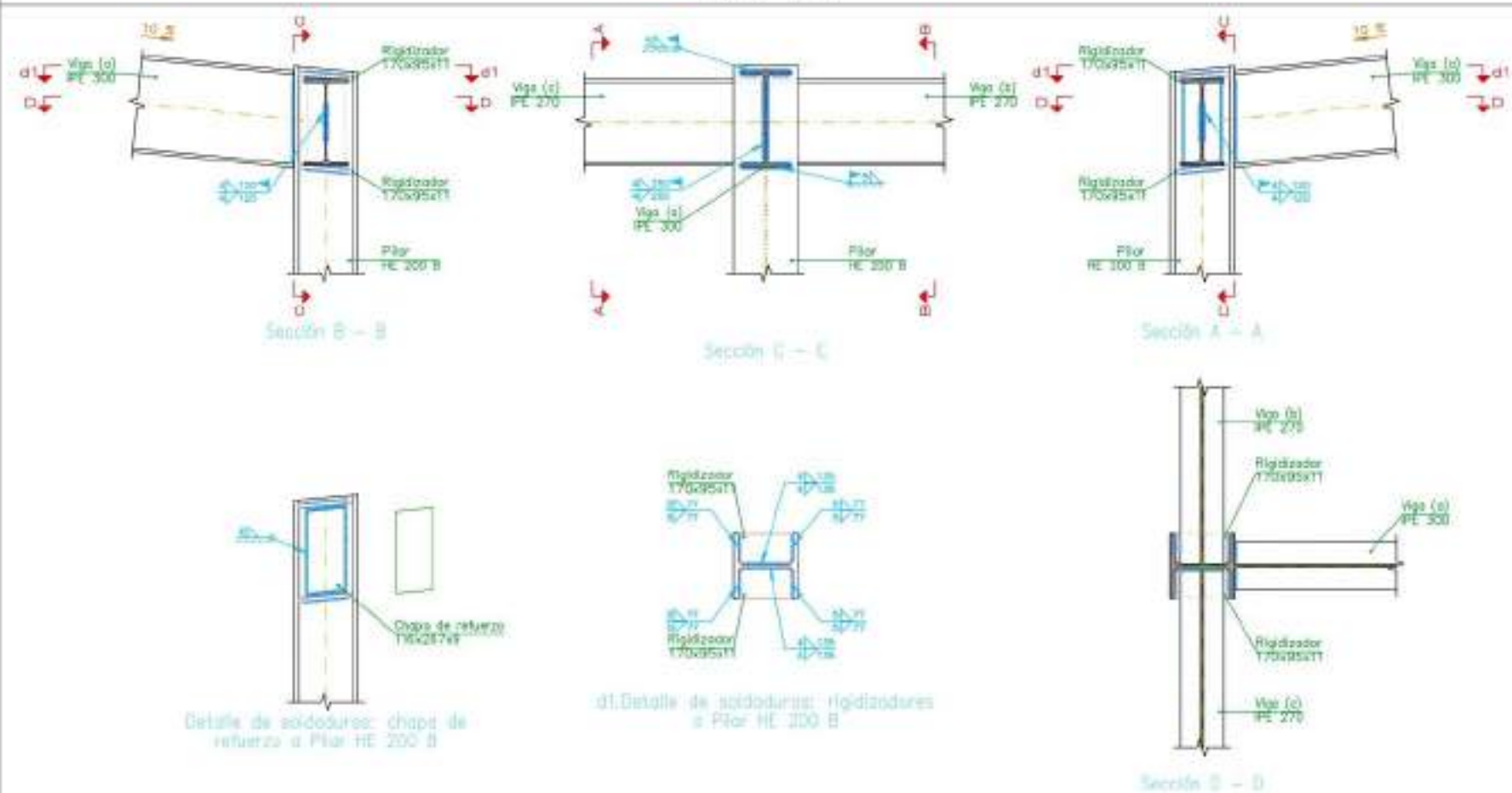
10

Nombre Planes

DETALLE UNIONES 6, NAVE 1

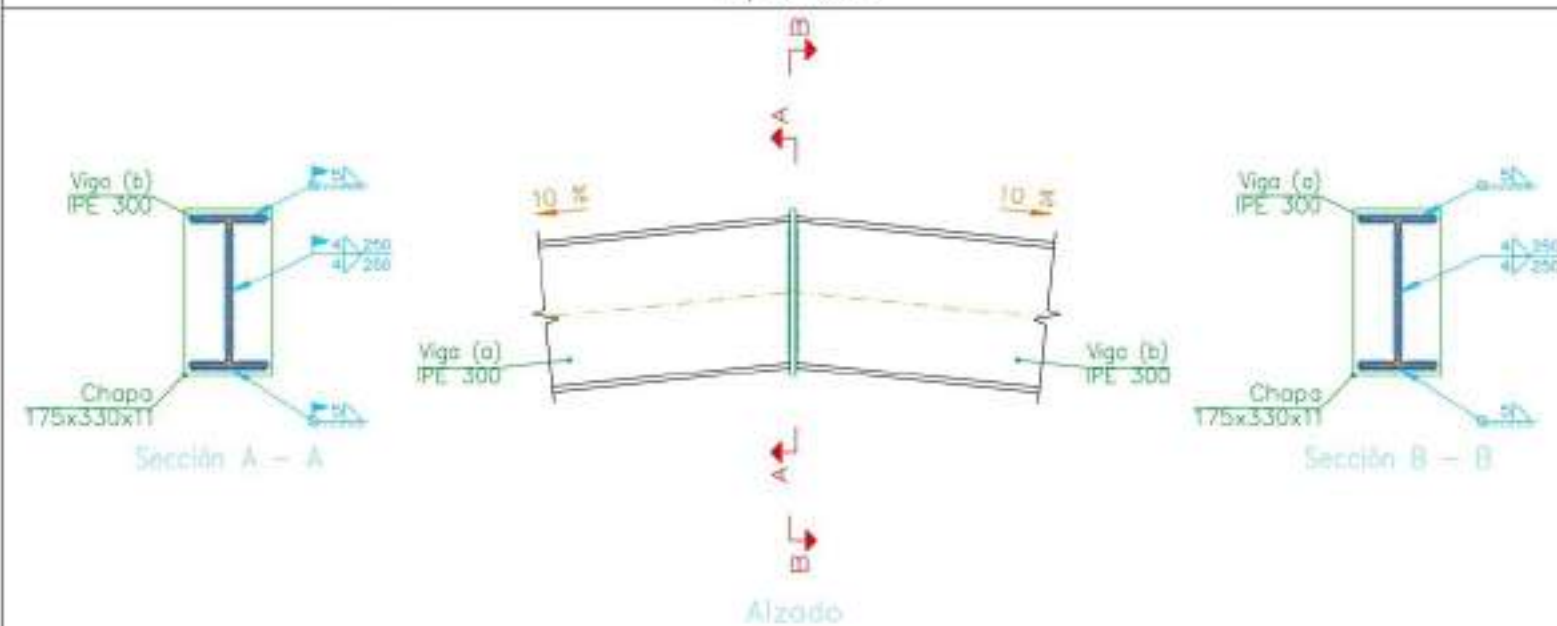


Tipo 25



Escala 1:20

Tipo 26



Escala 1:15



Plano:

16

Autor:

A.C.R.

Fecha:

13/06/2024

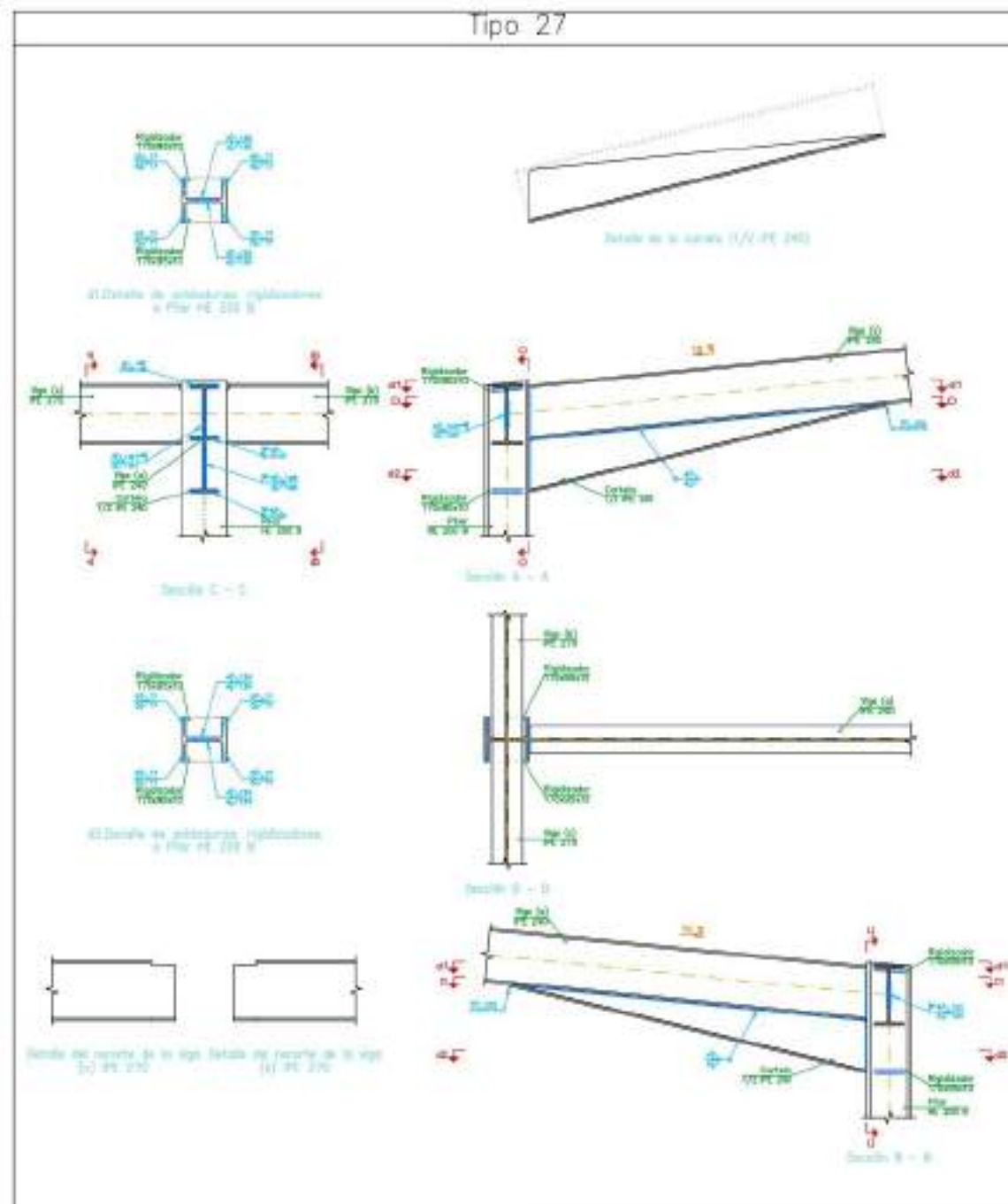
Escala:

-

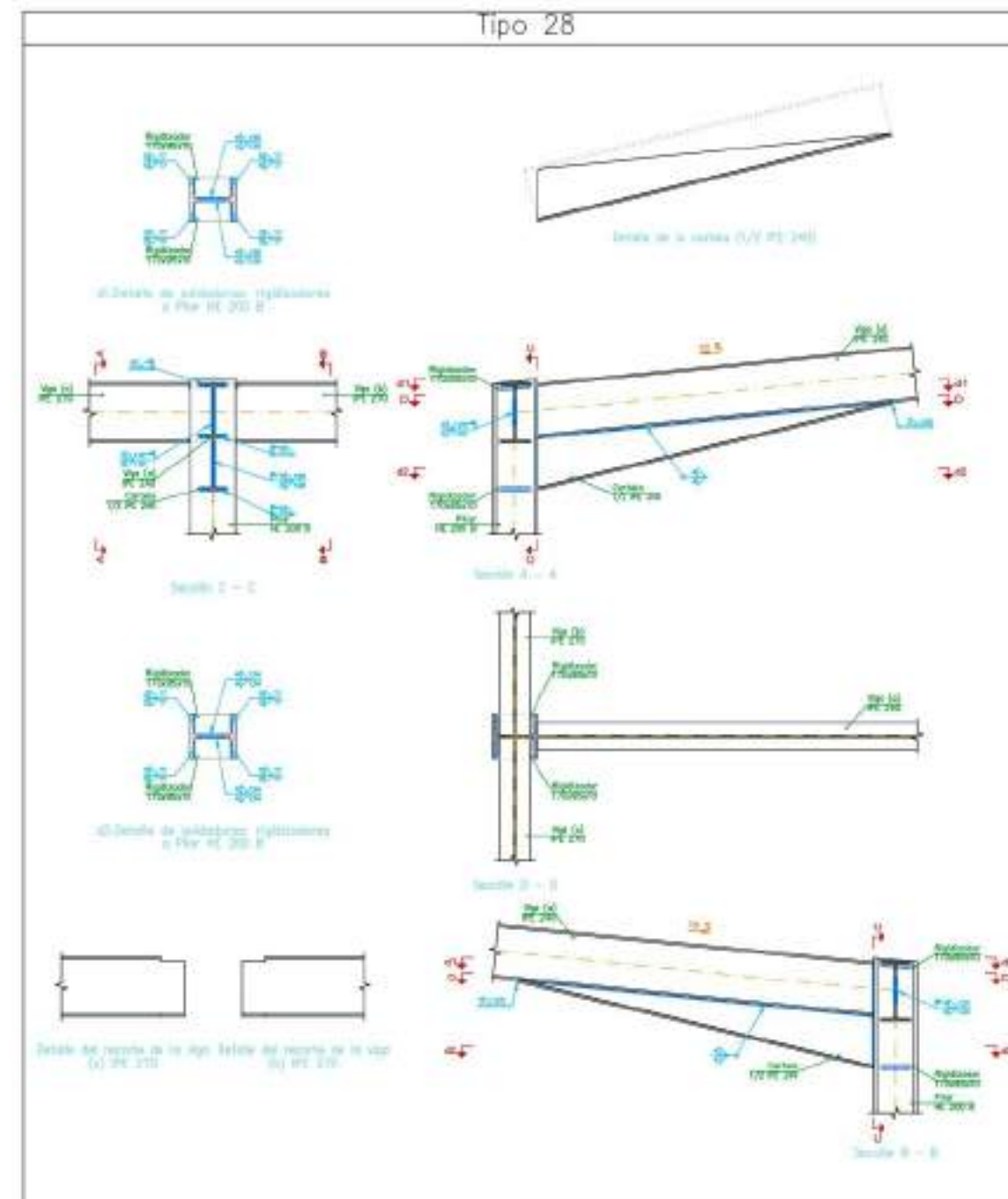
Nombre Plano:

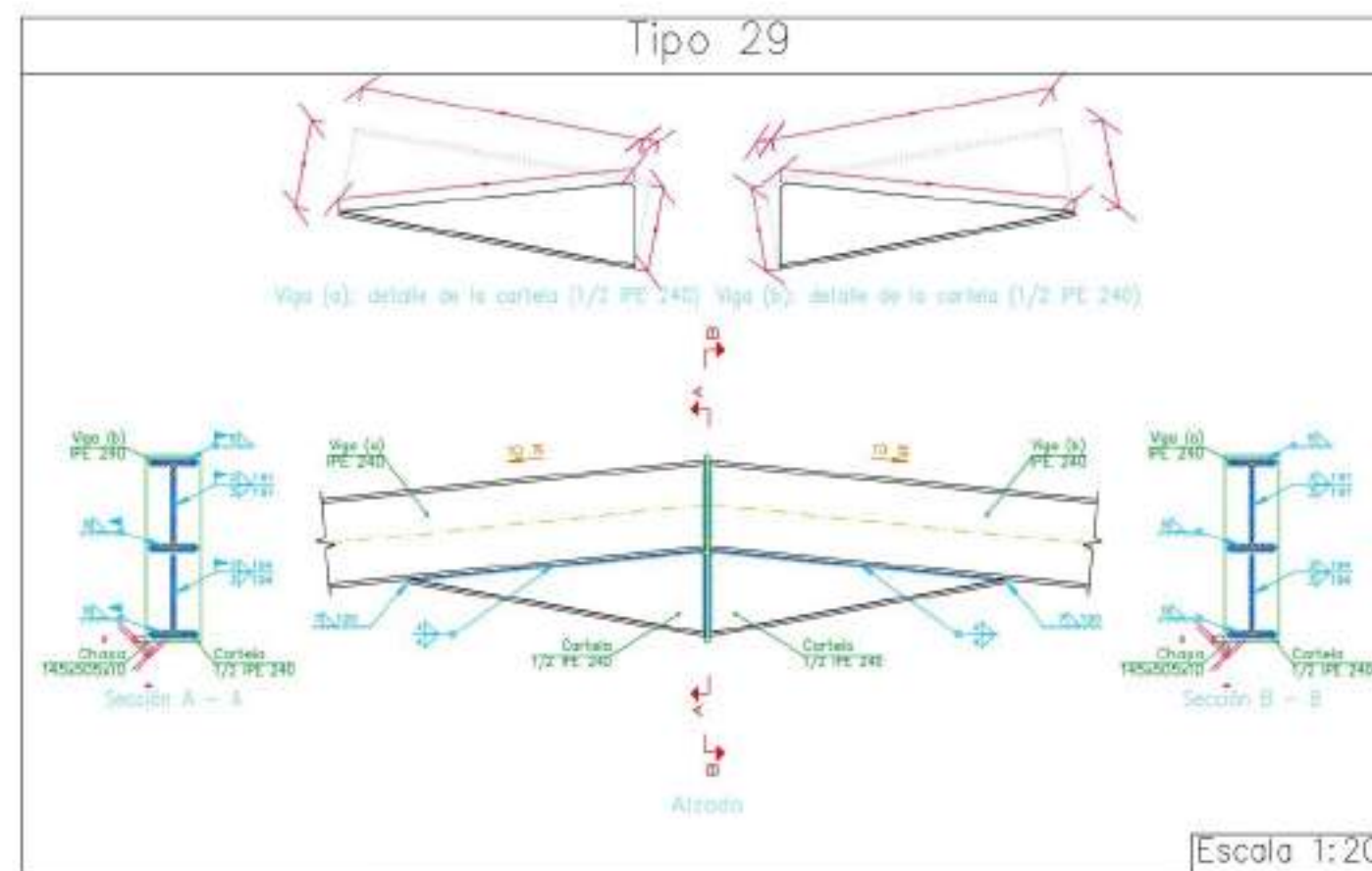
DETALLE UNIONES 8, NAVE 1

Tipo 27



Tipo 28





Tipo 30

The figure consists of several technical drawings of a bridge structure, labeled 'Tipo 30'.

- Top Left:** A cross-section of a bridge pier. It shows a central vertical column with four horizontal arms extending outwards. Dimensions include 1000mm for the central column height, 200mm for the arm width, and 100mm for the arm thickness. The total width is 400mm.
- Top Right:** A side elevation of a trapezoidal bridge structure. It shows a trapezoid with a top width of 100mm and a bottom width of 200mm. The height is 100mm. The label 'Sección de la bóveda (1/2 Pte. 30)' is below it.
- Middle Left:** A cross-section of a bridge pier. It shows a central vertical column with four horizontal arms. Dimensions include 1000mm for the central column height, 200mm for the arm width, and 100mm for the arm thickness. The total width is 400mm. The label 'Sección C - C' is below it.
- Middle Right:** A side elevation of a trapezoidal bridge structure. It shows a trapezoid with a top width of 100mm and a bottom width of 200mm. The height is 100mm. The label 'Sección A - A' is below it.
- Bottom Left:** A cross-section of a bridge pier. It shows a central vertical column with four horizontal arms. Dimensions include 1000mm for the central column height, 200mm for the arm width, and 100mm for the arm thickness. The total width is 400mm. The label 'Sección B - B' is below it.
- Bottom Right:** A side elevation of a trapezoidal bridge structure. It shows a trapezoid with a top width of 100mm and a bottom width of 200mm. The height is 100mm. The label 'Sección D - D' is below it.

[illegible]

Tipo 32

Sección B - B

Sección C - C

Sección D - D

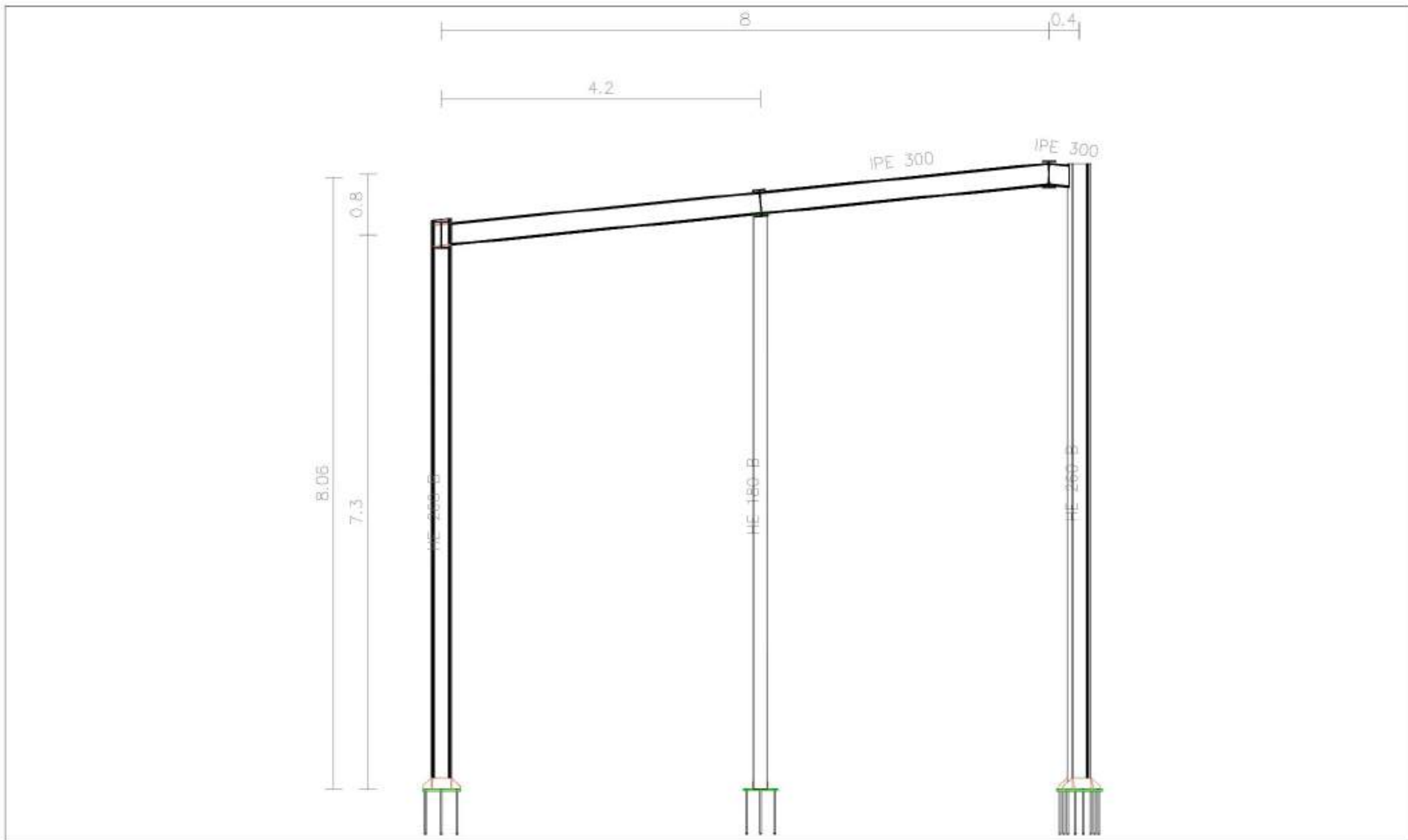
Sección del extremo de la viga secundaria PE 300

NORMA:
 CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 5.6.
 Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

MATERIALES:
 - Perfiles (Material base): S275.
 - Material de aportación (soldadura): 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 a 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 completa). 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 α deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60° y 120°. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\alpha > 120^\circ$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\alpha < 60^\circ$ (grados): se considerará como soldaduras a tope con penetración parcial.

COMPROBACIONES:
 a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:
 En este caso, no es necesario 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 comprobarán como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3 de 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.



Plano:	22	Autor:	A.C.R.	Fecha:	13/06/2024	Escala:	1:50
Nombre Plano:		VISTA 2D HASTIAL TRASERO NAVE 2					

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	S-400 (kg)
C (N06-N15)-C (N16-N7)	1	ø12	2	644	1288	11,4
C (N10-N15)-C (N7-N4)	2	ø12	2	654	1308	11,6
C (N4-N1)	3	ø8	16	133	2128	8,4
					Total+10% (x1,1)	34,5 172,5
C (N1-N06)-C (N35-N30)	4	ø12	2	444	888	7,9
	5	ø12	2	454	908	8,1
	6	ø8	8	133	1064	4,2
					Total+10% (x1,1)	22,2 44,4
					ø8:	55,2
					ø12:	181,7
					Total:	216,9

Technical drawing of a reinforced concrete slab (N18 and N32) showing dimensions and reinforcement details. The drawing includes a plan view with dimensions (157, 157, 238, 138, 138) and a cross-section view showing reinforcement bars (2P2#12, 2P1#12) and dimensions (40, 29, 12P3#8c/25, L=133).

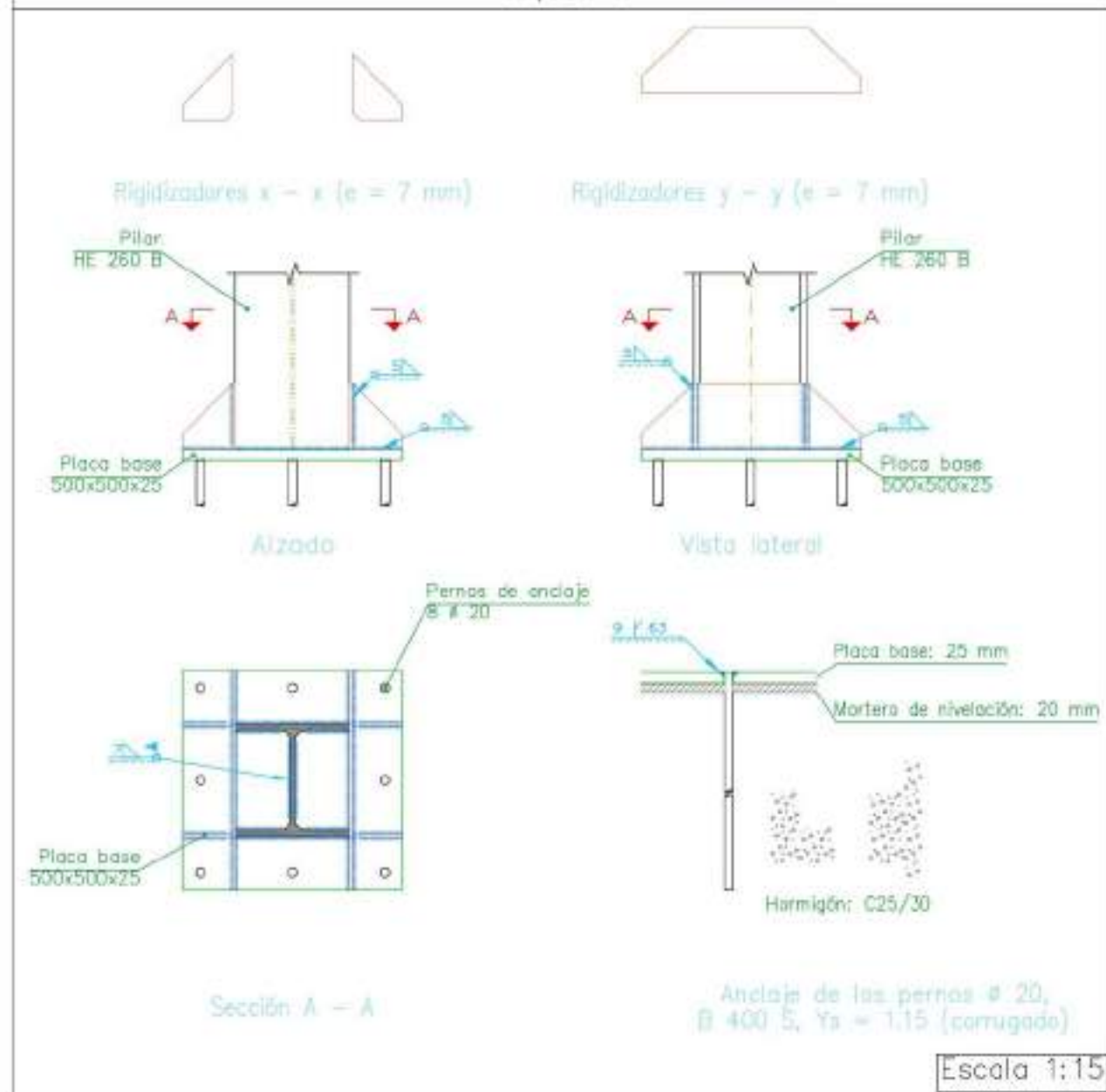
Technical drawing of a reinforced concrete beam cross-section. The drawing shows a rectangular cross-section with a total width of 250 mm and a total height of 400 mm. The effective depth is 365 mm. The beam is reinforced with 2P5Ø12 (top) and 2P4Ø12 (bottom). The spacing between the reinforcement is 138 mm. The drawing also shows the reinforcement layout for the top and bottom bars, including the 29 and 12P6Ø8c/25 L=133 bars. The drawing is labeled with dimensions and reinforcement specifications.

Technical drawing of a reinforced concrete slab cross-section. The drawing shows a slab with a total width of 878 mm and a total depth of 225 mm. The top reinforcement consists of 2P2Ø12 bars with a length of L=654 mm. The bottom reinforcement consists of 2P1Ø12 bars with a length of L=644 mm. The slab is supported by two columns, N15 and N13, which are 130 mm wide. The distance between the centerlines of the columns is 363 mm. The slab has a thickness of 40 mm at the top and 25 mm at the bottom. The drawing also shows the distribution of 16P3Ø8c/25 bars with a length of L=133 mm.

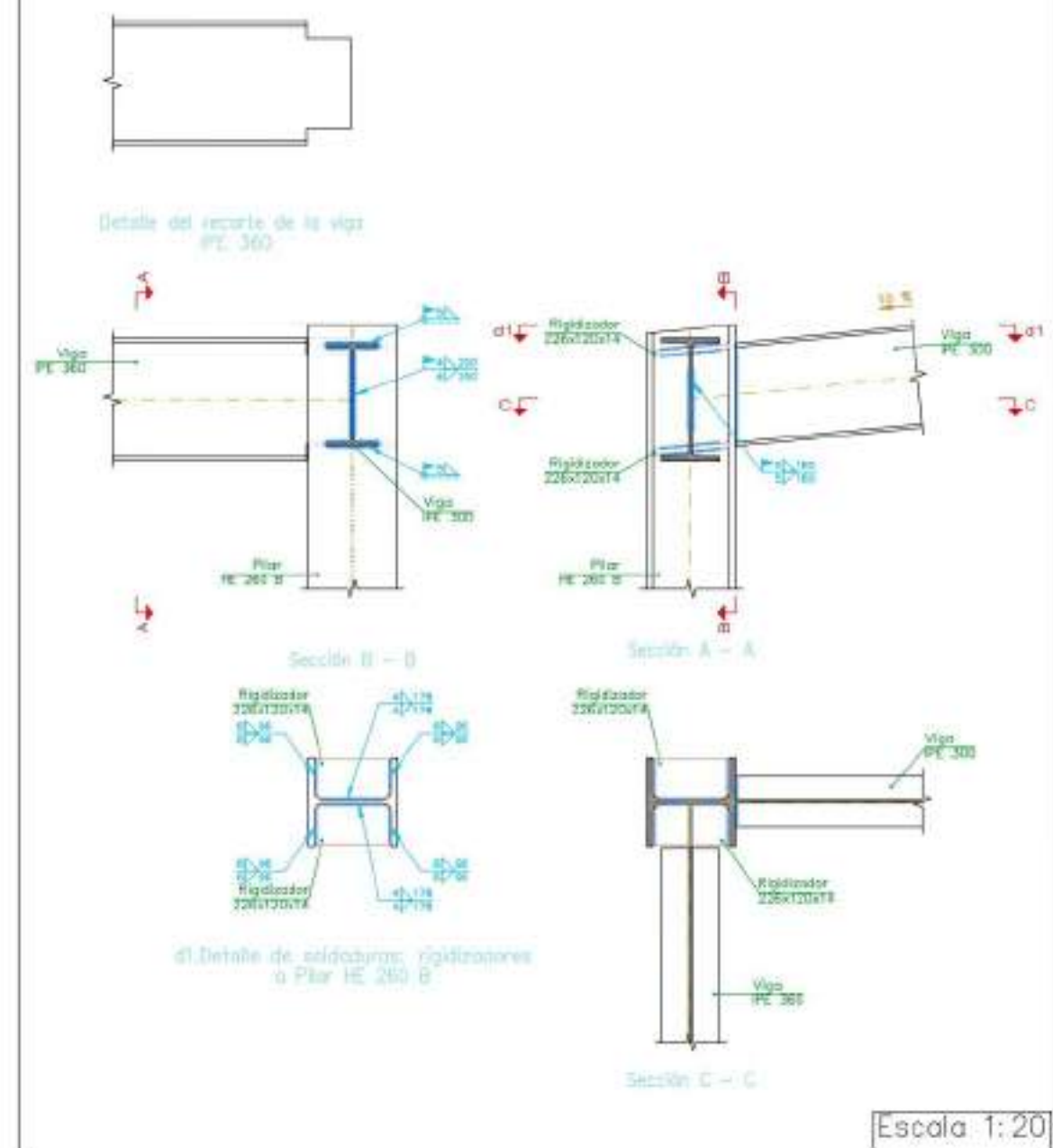
Technical drawing of a reinforced concrete beam cross-section. The drawing shows a rectangular cross-section with a width of 250 mm and a height of 400 mm. The effective length of the beam is 6500 mm. The reinforcement consists of 2P5Ø12 bars at the top and 2P4Ø12 bars at the bottom. The top bars are spaced at 130 mm, and the bottom bars are spaced at 12 mm. The drawing also shows the details of the reinforcement bars, including the lap length (L=454 mm for top bars and L=444 mm for bottom bars) and the lap length for the stirrups (L=133 mm). The drawing is labeled with 'N1' and 'N35'.



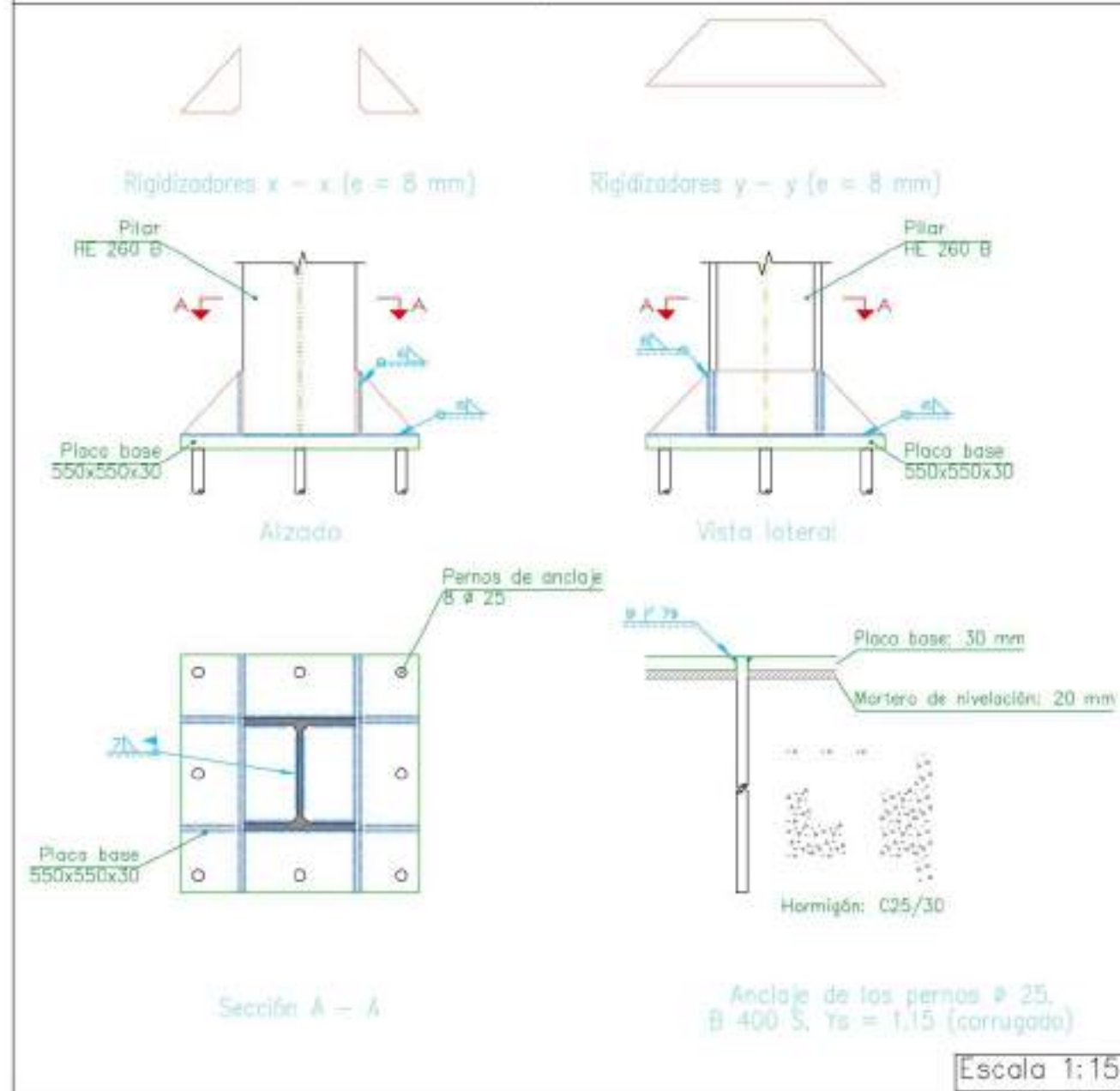
Tipo 1



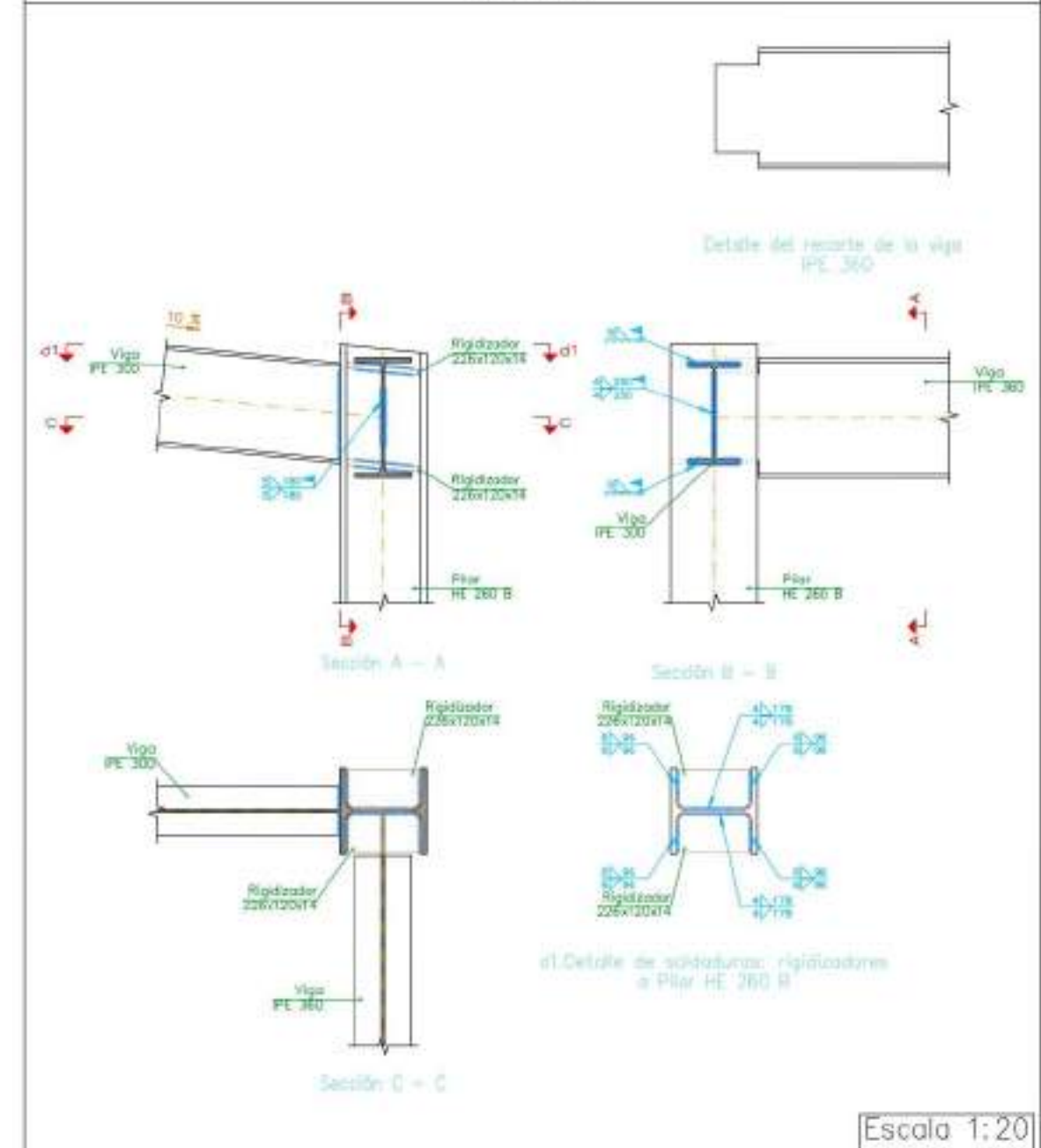
Tipo 2

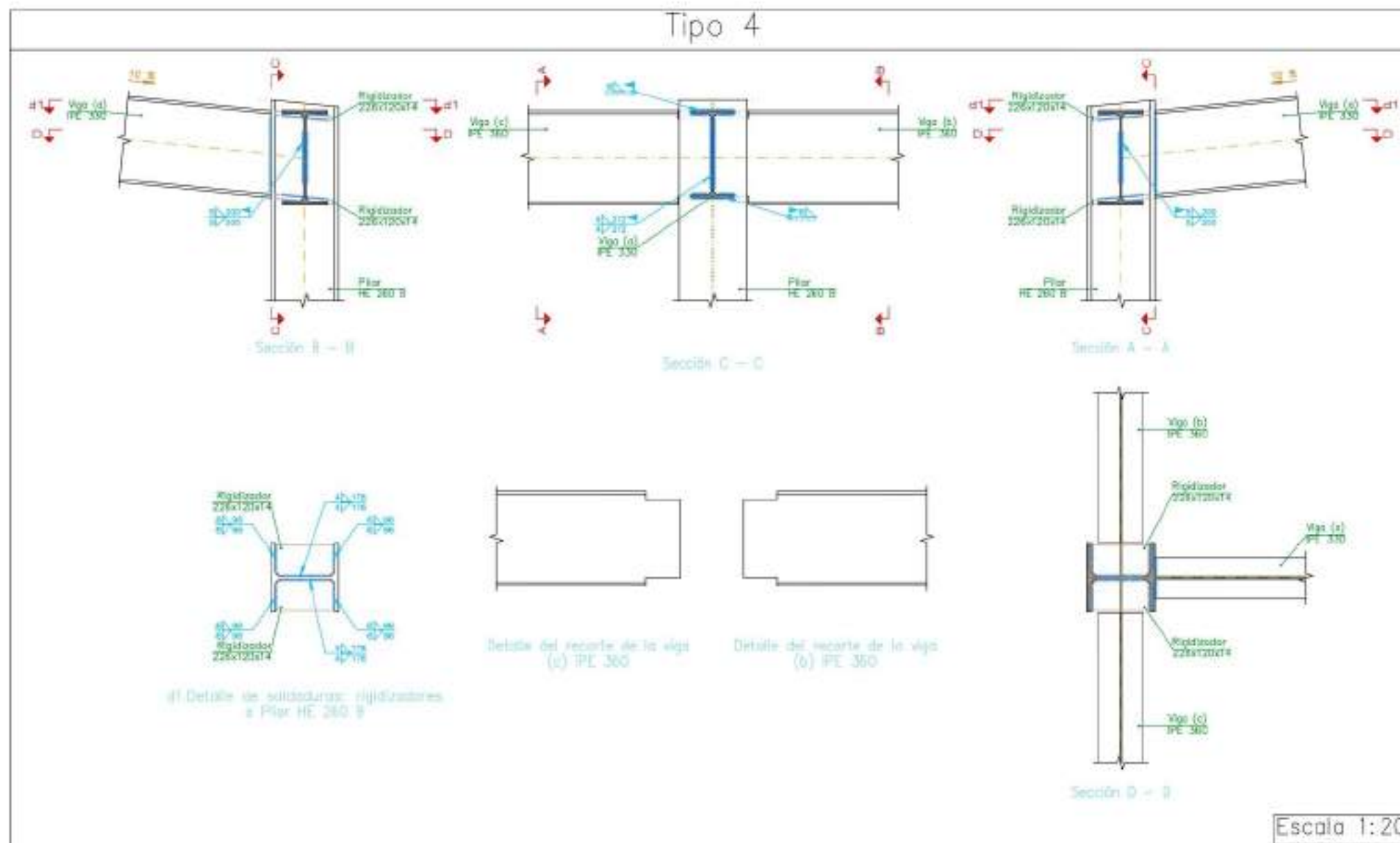


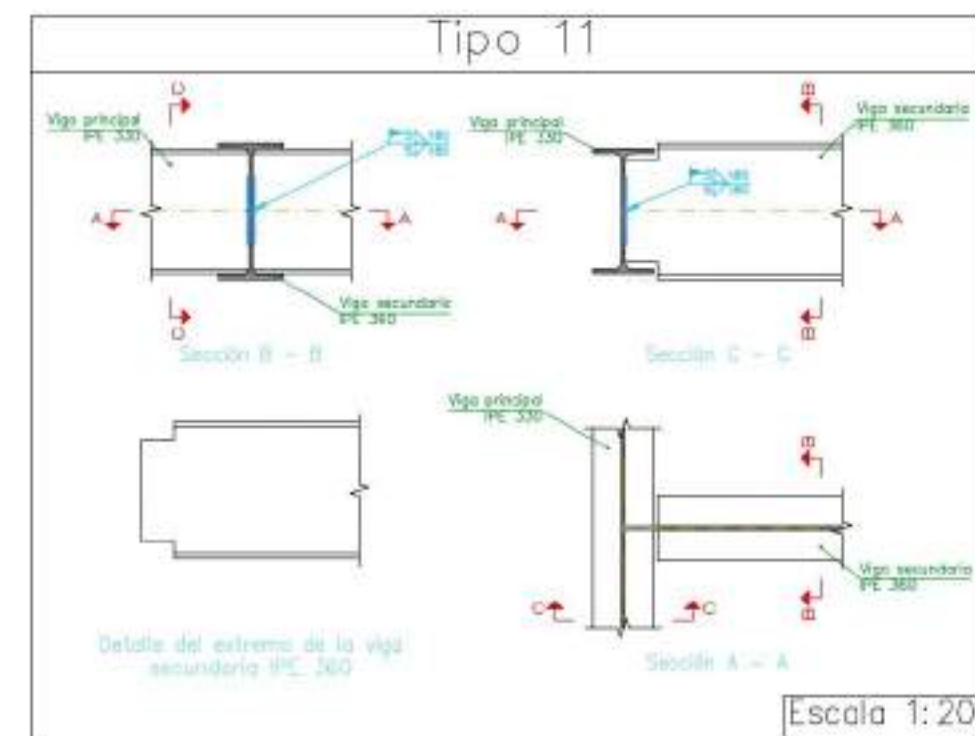
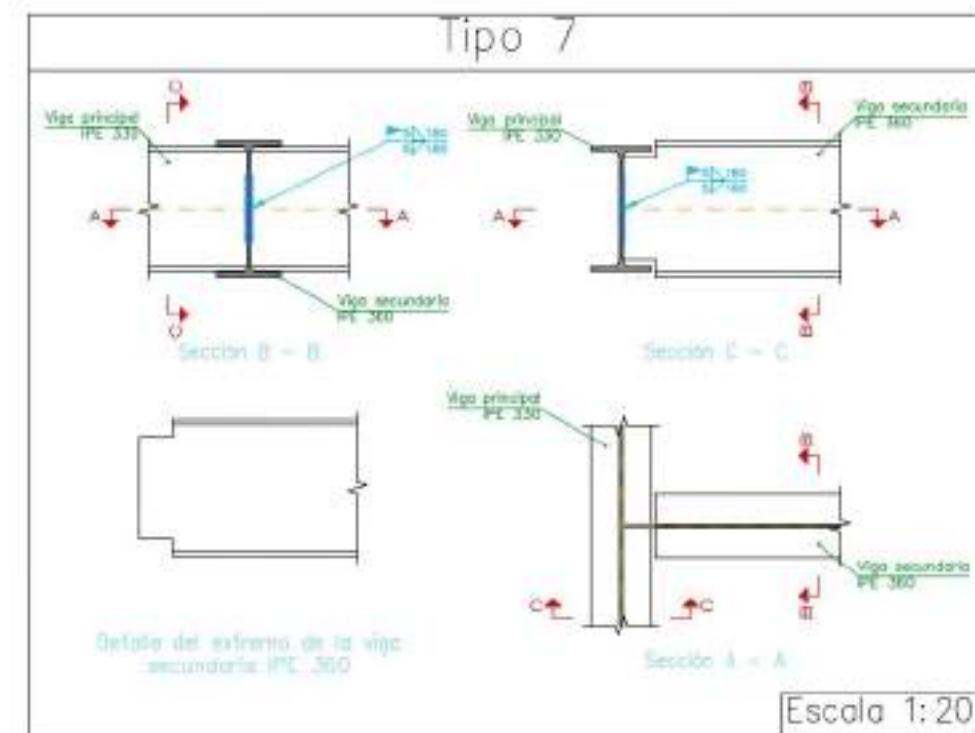
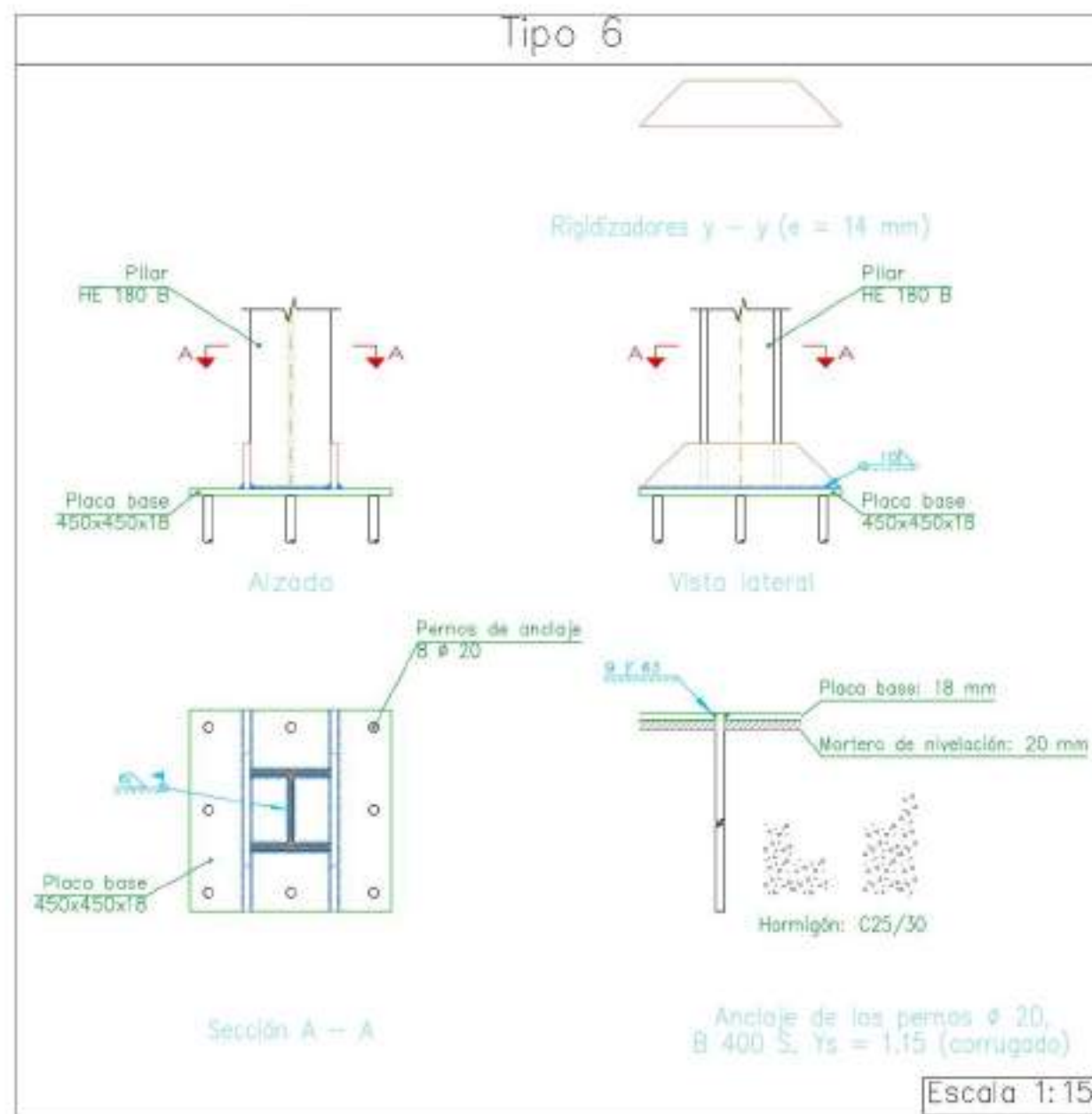
Tipo 3



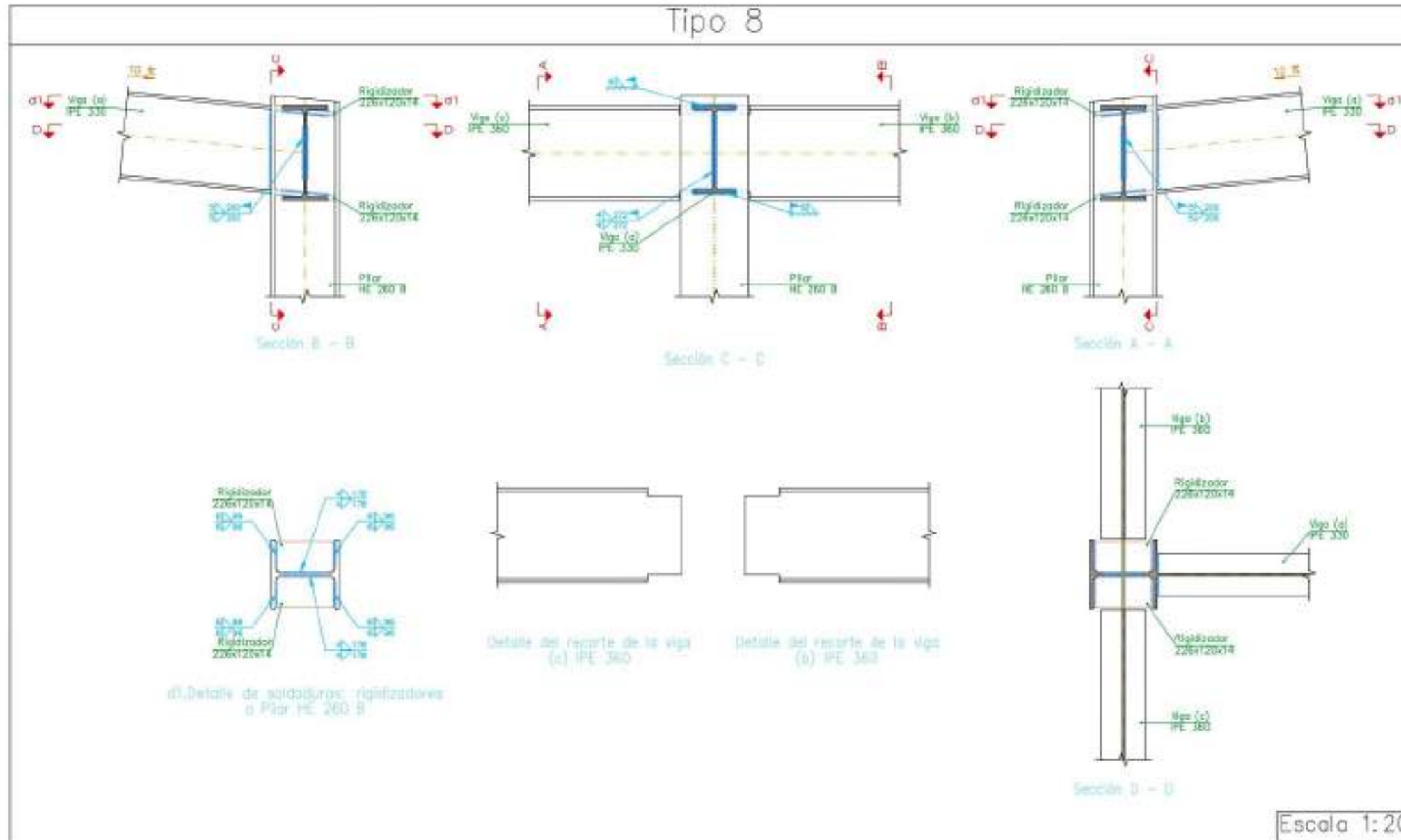
Tipo 5







Tipo 8



[illegible]

Tipo 10

Detalle de columna: vigas
a) Plan AC 300 B

Detalle de la viga (1/3 PE 300)

Detalle C - C

Detalle A - A

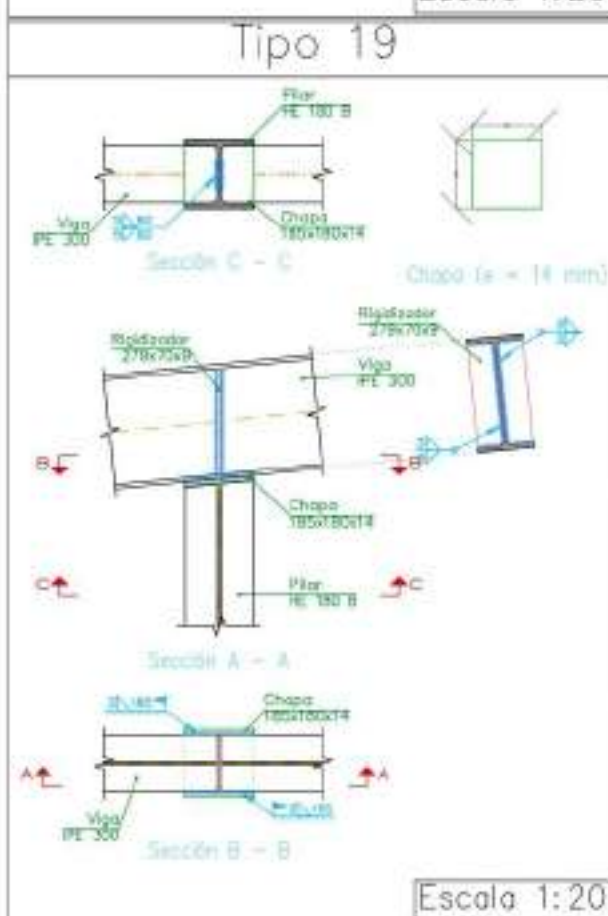
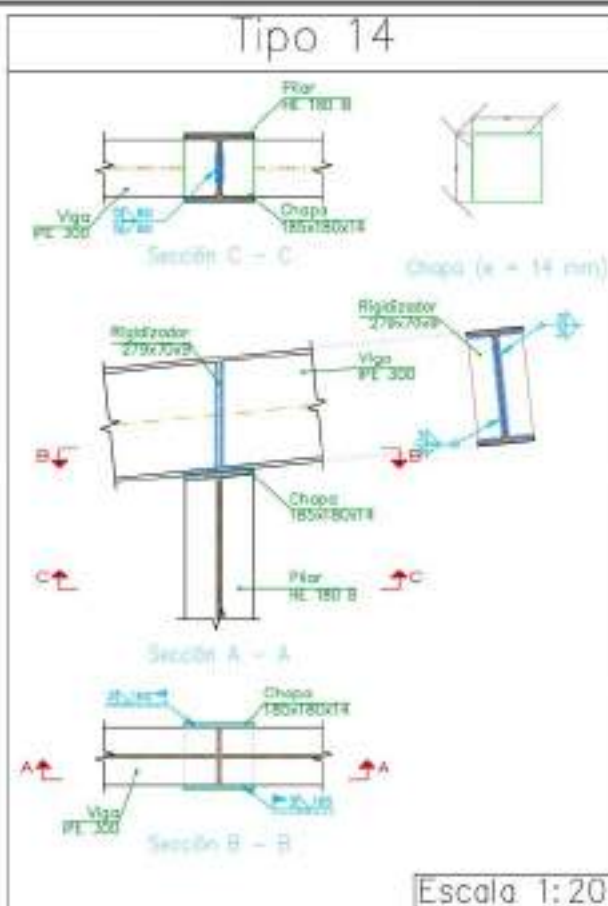
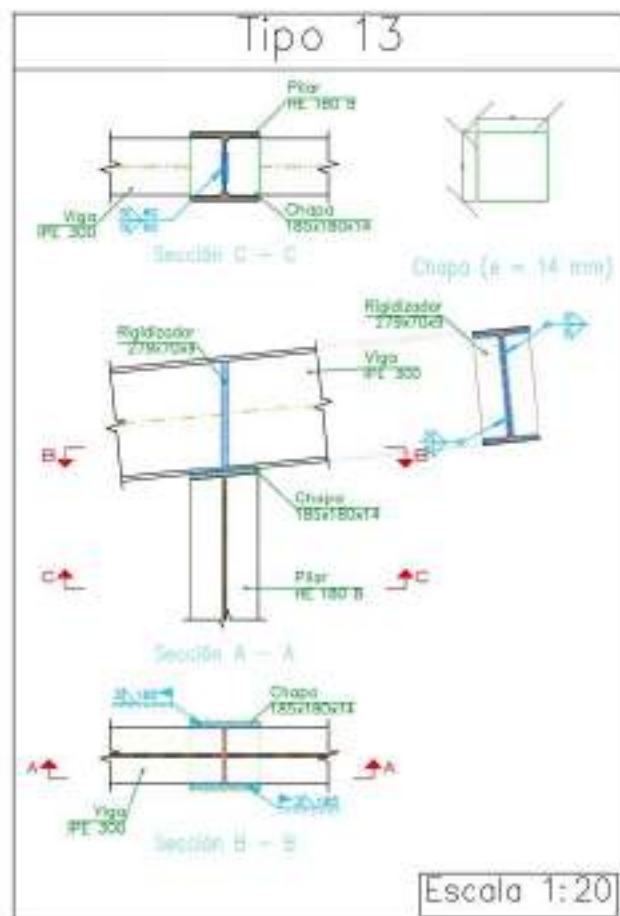
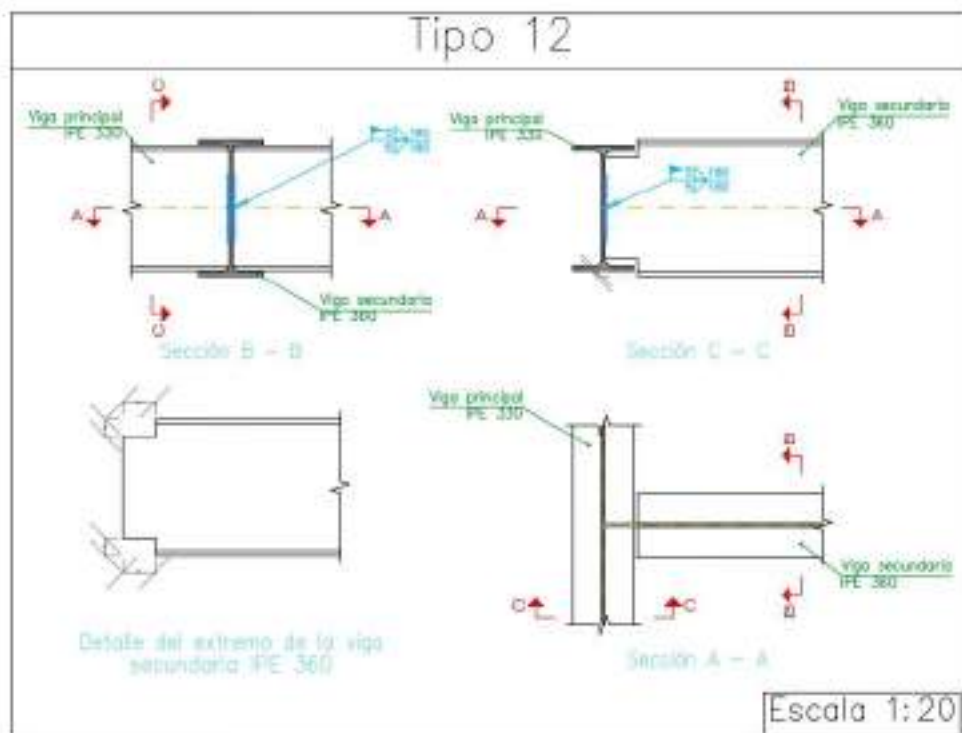
Detalle B - B

Detalle del recorte de la viga
a) PE 300

Detalle del recorte de la viga
b) PE 300

Detalle D - D





UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METALICA

NORMA:

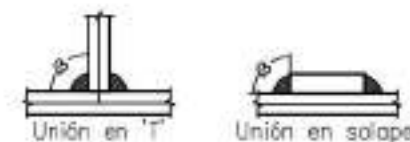
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

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 b deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $b > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



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.

DOCUMENTO N°3
PLIEGO DE CONDICIONES

NORMATIVA APLICABLE

Este proyecto queda sujeto a las diversas normativas aplicables que son:

- Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Arroyomolinos en el ámbito del Plan Parcial industrial y comercial Sector SAU-4b Valdearenal Sur.
- Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- 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.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones conectadas de red: PCT-C Rev.- julio de 2011 IDAE.

DOCUMENTO N°4

PRESUPUESTO

Para la elaboración del presupuesto de la instalación fotovoltaica, se ha empleado un presupuesto previo solicitado por la empresa para sus instalaciones en Málaga. De este presupuesto, realizado para una instalación de 32,4 kW de potencia, se ha obtenido un precio de 1,17 € por W instalado.

Si extrapolamos este presupuesto a una instalación de 43,2 kW nos sale un precio aproximado de 51000 €.

A continuación, se adjunta el presupuesto de la instalación de 32,45 kW detallada:



SISTEMA SOLAR PROPUESTA DE CLIENTE



PREPARADO PARA:
S.A.

Encofrados Inde-K,



LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:
España

PCHG+4M5 Santa Rosalía,

CONTACTO



Soluciones Globales de eficiencia, cultura y tecnología



Mari Carmen María

Lara  mariamaria@efistar.com

www.efistar.com







Presupuesto PR2302-0944

Fecha presupuesto : 15/02/2023

Fecha fin de validez : 25/02/2023

Código cliente : CU2302-00339

Emisor

Soluciones Globales de eficiencia cultura y ecología sl

Avda. de la infancia, 21
14900 Lucena
Córdoba

Teléfono: 957 909 414
Correo: info@efistar.com
Web: www.efistar.com

Enviar a

Encofrados Inde-K, S.L.
Cártama
Málaga

Importes visualizados en Euros

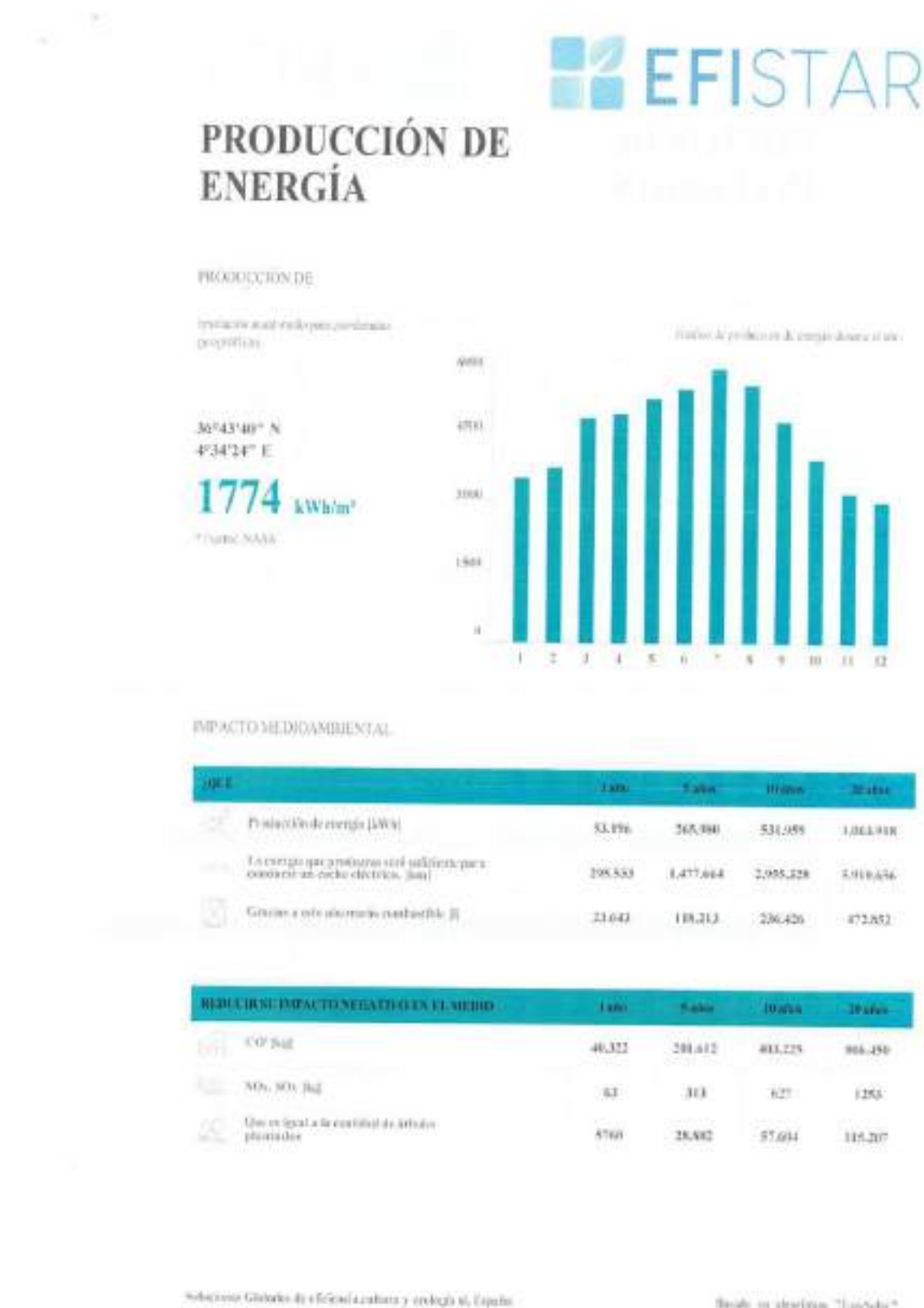
Descripción	IVA	P.U.	Cant.	Oto.	Total (Base imp.)
Panel solar alta eficiencia Canadian Solar o similar 450w monocristalino 144células	21%	0,00	72		0,00
Inversor conexión a red SAJ 33kW, 2 MPPT TRIFÁSICO, 12 años garantía	21%	0,00	1		0,00
Estructura cepkinar	21%	0,00	72		0,00
Cableado de conexión de paneles y de comunicación	21%	0,00	1		0,00
Cuadro de protecciones	21%	0,00	1		0,00
Vatímetro, cableado y conexionado	21%	0,00	1		0,00
Tramitación CIE, memoria técnica, tasas registro	21%	0,00	1		0,00
Mano de obra	21%	0,00	1		0,00
Proyecto y dirección de obra para instalaciones superiores a 10kw	21%	0,00	1		0,00
TOTAL	21%	33.095,00	1	5%	31.440,25
Ampliación a panel solar 25 años de garantía Futura Sun (precio por panel)	21%	40,00			Opción
Ampliación a inversor Fronius FRONIUS Eco 27.0-3-S, 27Kw	21%	2.113,00			Opción

Total (Base imp.) 31.440,25

Total IVA 21% 6.602,45

Total 38.042,70

Aceptación por escrito, sello de la empresa, fecha y firma







FLUJO DE EFECTIVO

Año	Producción (LWkg)	Materia	Atenuación (refracción (FIR))	Costo	Déficit (USD)	Factor de Iniciativa (FIR)	Factor de Iniciativa (FIR)
1	53,195,30	53,19,30	0,00	0,00	-26,000,11	9900,00	4290,11
2	53,036,30	5402,74	0,00	0,00	-20,017,37	9900,00	4429,26
3	52,877,28	5495,74	0,00	0,00	-15,017,93	10,100,14	4574,90
4	52,718,68	5591,70	0,00	0,00	-10,117,20	10,490,18	4729,48
5	52,560,40	5690,72	0,00	0,00	-5,524,21	10,904,33	4899,10
6	52,402,70	5794,91	0,00	0,00	2703,41	11,129,63	5054,12
7	52,245,30	5904,35	0,00	0,00	8991,89	11,462,90	5214,51
8	52,088,00	6019,26	0,00	0,00	15,300,10	11,806,79	5369,92
9	51,932,30	6139,66	0,00	0,00	21,596,72	12,160,99	5521,34
10	51,776,70	6265,65	0,00	0,00	28,722,81	12,525,02	5676,13
11	51,621,40	6397,49	0,00	0,00	35,629,09	12,901,60	5834,11
12	51,466,50	6534,17	0,00	0,00	42,794,10	13,288,65	6004,47
13	51,312,10	6675,80	0,00	0,00	50,099,94	13,687,36	6171,42
14	51,158,20	6822,75	0,00	0,00	57,612,74	14,097,92	6335,17
15	51,004,70	6974,92	0,00	0,00	65,327,62	14,520,94	6505,94
16	50,851,70	7132,32	0,00	0,00	73,294,13	14,956,49	6681,90
17	50,699,20	7295,73	0,00	0,00	81,595,30	15,405,18	6863,40
18	50,547,10	7464,66	0,00	0,00	89,790,53	15,867,34	7051,60
19	50,395,40	7639,48	0,00	0,00	98,320,02	16,343,36	7243,80
20	50,244,20	7819,36	0,00	0,00	107,130,37	16,833,66	7443,30

Soluciones Gráficas de eficiencia energética y tecnología de España

Basado en Algoritmos "EcoStar".

