



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DEFINICIÓN Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL HALL PRINCIPAL DE ENTRADA DE UN INTERCAMBIADOR MODAL DE TRANSPORTE EN LINARES BASADO EN LA METODOLOGÍA BIM COLABORATIVA

Alumno: Manuel García Nieto

Tutor: Prof. D. Fernando Suárez Guerra

Depto.: Ingeniería Mecánica Minera

Junio, 2019.



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DEFINICIÓN Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL HALL PRINCIPAL DE ENTRADA DE UN INTERCAMBIADOR MODAL DE TRANSPORTE EN LINARES BASADO EN LA METODOLOGÍA BIM COLABORATIVA

D. FERNANDO SUÁREZ GUERRA, tutor del Trabajo Fin de Grado "DEFINICIÓN Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL HALL PRINCIPAL DE ENTRADA DE UN INTERCAMBIADOR MODAL DE TRANSPORTE EN LINARES BASADO EN LA METODOLOGIA BIM COLABORATIVA" que presenta el alumno MANUEL GARCÍA NIETO, da su visto bueno para la defensa y evaluación del citado trabajo en la Escuela Politécnica Superior de Linares

Linares, JUNIO de 2019

EL ALUMNO:

EL TUTOR:

INDICE

1.	Resumen.....	7
1.1.	Resume.	8
2.	Introducción.....	9
2.1.	Descripción del edificio.	9
2.1.1.	Antecedentes.....	9
2.1.2.	Emplazamiento.....	10
2.1.3.	Características de la edificación.....	11
2.2.	Metodología de trabajo.	14
2.2.1.	Introducción a la Metodología BIM.....	14
2.2.2.	Esquema de trabajo.....	18
3.	Objetivos.	23
4.	Materiales y Métodos.	24
4.1.	Método de trabajo empleado.....	25
5.	Diseño y cálculo de la estructura.....	27
5.1.	Normativa.	27
5.2.	Materiales a utilizar y posibles soluciones.....	27
5.2.1.	Investigación y trabajo en equipo.....	27
5.3.	Ambiente.....	31
5.3.1.	Clase general de exposición.....	31
5.3.2.	Elementos estructurales de hormigón armado.....	31
5.4.	Criterios y condicionantes.....	32
5.5.	Solución adoptada.	33
5.6.	Acciones consideradas en el cálculo.....	35
5.6.1.	Cargas superficiales.	35
5.6.2.	Resto de cargas.....	37
5.7.	Combinaciones de carga y estados límite.....	41
5.7.1.	Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ).	42
6.	Descripción de elementos estructurales.	45

6.1.	Cimentación.....	45
6.2.	Pilares.....	49
6.3.	Forjados.....	50
7.	Comprobación de pilar.	51
7.1.	Comprobación a mano de pilar.	54
8.	Listados Datos de Obra Cype.....	58
8.1.	Hipótesis de carga.	58
8.2.	Listados de carga.....	58
8.3.	Combinaciones	59
8.3.1.	Nombre de las hipótesis.....	59
8.3.2.	E.L.U. de rotura. Hormigón.	60
8.3.3.	E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones.....	63
8.3.4.	Desplazamientos.	65
8.4.	Datos geométricos pilares.....	66
8.5.	Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de Pandeo para cada planta.	66
8.6.	Listado de paños.....	66
9.	Listado Armado de Pilares.....	67
9.1.	Hormigón.	67
9.2.	Acero por elemento y posición.....	67
9.3.	Armado de pilares.....	67
9.4.	Esfuerzo en pilares.	69
9.5.	Arranque en pilares.....	73
9.6.	Pésimos en pilares.....	78
9.7.	Listado de medición de pilares.....	80
9.8.	Sumatorio de esfuerzos en pilares.....	81
10.	Listado Comprobaciones E.L.U. de los Pilares.....	82
11.	Listados comprobación a punzonamiento.....	91
11.1.	Cimentación.	91

11.2. Forjado.....	96
12. Conclusiones.....	102
13. Referencias bibliográficas.....	104
13.1. Sitios Webs consultados.	104
ANEXO PLANOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1.Estación de Madrid en uso. [16]	9
Figura 2.Emplazamiento Google Earth.....	10
Figura 3.Imagen.cad del emplazamiento.....	11
Figura 4. Recorte de Revit en planta del edificio general.....	12
Figura 5. Recorte de Revit en planta del Hall Principal.....	13
Figura 6. Recorte de Revit - 3D Final.	13
Figura7.Esquema de trabajo clásico.[3].....	15
Figura 8. Esquema de Proyecto BIM.[3].....	16
Figura 9. Niveles BIM.[2].....	20
Figura 10. Nivel de desarrollo (Sin LOD 500-Mantenimiento).[1].....	21
Figura 11. Dimensiones BIM.[1].....	22
Figura 12. Imagen Intercambiador modal en Galicia. [17].....	28
Figura 13. Imagen Intercambiador modal en Zaragoza.[17].....	29
Figura 14. Recorte de la estructura en Revit.	33
Figura 15 Recorte en Revit. Estructura + Arquitectura.....	34
Figura 16. Recorte en Revit sin fachada.....	34
Figura 17. Clasificación zonas clima invernal. DB-SE-AE [7].....	36
Figura 18. Cargas Permanentes y variables en Cype.....	37
Figura 19. Mapa peligrosidad sísmica. NC SE-02 [13].....	39
Figura 20. Valores de K y a_b según Municipios. NC SE-02 [10].....	40
Figura 21. Recorte 3D. Cype.....	45
Figura 22. Informe sondeo realizado por IGEA.....	46
Figura 23. Ensayo de Tomografía Eléctrica y Sísmica de Refracción.....	47
Figura 24. Ensayo de Tomografía Eléctrica y Sísmica de Refracción.....	47
Figura 25. Conclusiones Empresa IGEA.	48
Figura 26. Recorte en planta en Cype con ábacos de refuerzo.	50
Figura 27. Deforma PP y CM. Cype	51
Figura 28. Deformada con combinación de acciones. Cype.....	52
Figura 29. Armadura de pilares. Cype.....	53
Figura 30. Imagen 3D armadura de pilares. Cype.....	53
Figura 31. Recorte 3D pilar más solicitado. Revit.....	54
Figura 32. Recorte en planta. Revit.....	54
Figura 33.Planta estructura. Cype.....	82

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Participantes del Proyecto	25
Tabla 2. Clases Generales de exposición relativas armaduras. EHE-08	31
Tabla 3. Resistencia Hormigón. EHE-08	31
Tabla 4. Tipos de acero corrugado.EHE-08	32
Tabla 5.Sobrecargas de uso. CTE-DB-SE-AE.....	36
Tabla 6. Cálculo coeficientes ejes x,y aportados por Cype[10].....	38
Tabla 7.Presión estática en forjado en Cype[10].	38
Tabla 8.Ancho de banda, Cype[10].	38
Tabla 9. Cargas de viento, Cype[10].	38
Tabla 10. E.L.U. de rotura. Cype.	42
Tabla 11. E.L.U. de rotura. Cype.	42
Tabla 12.E.L.U. de rotura. Cimentación. Cype	43
Tabla 13. E.L.U. de rotura. Cimentación. Cype.	43
Tabla 14. Tensión característica. Cype.	43
Tabla 15. Transmisión mediante sismos. Cype.	43
Tabla 16.Tensión característica. Cype.	44
Tabla 17.Relación entre luz y canto. EHE-08[4].	50

1. RESUMEN.

La realización de los proyectos de obra civil y edificación, está sufriendo una actualización con el fin de resolver los problemas más comunes como conflictos entre especialidades o atrasos en los plazos de ejecución, surge entonces la metodología BIM colaborativa.

El objeto principal de este estudio es implementar la metodología de trabajo BIM colaborativa para la realización de los Trabajos Fin de Grado aplicado al dimensionamiento y cálculo de una estructura.

Desde el punto de vista académico se propone realizar un proyecto con el fin de adaptar esta metodología a los proyectos de fin de grado. Siendo así algo más realista el hecho de hacer partes de un proyecto real, en lugar de un proyecto completo algo que en la realidad nunca sucede. Cada especialidad es proyectada o diseñada por cada especialista en el área.

El trabajo a desarrollar será la de un intercambiador modal de transportes, ubicado en la antigua Estación de Madrid (actualmente en desuso). La obra completa constará de una plataforma ferroviaria de cuatro carriles y un edificio de recepción de pasajeros tanto de ferrocarril como de autobús.

El diseño base del intercambiador será realizado por un arquitecto, actualmente estudiante de Ingeniería Civil de la escuela. Dicho diseño será la base para el compendio de estudiantes que formaremos equipo para el dimensionamiento completo. Se forma pues un equipo de estudiantes de las ramas de Ingeniería Civil e Ingeniería Eléctrica.

Este trabajo se basará en el dimensionamiento y cálculo de la estructura del Hall principal de entrada. El intercambio de información que hará posible el uso de esta metodología será entre el programa de diseño Revit y el programa de cálculo Cype.

1.1. Resume.

The BIM collaborative methodology arises due to the fulfilment of the civil and construction works, which is suffering an upgrade with a view to solve common problems such as the conflict between branches or the delay in the execution deadline.

The main object of this survey is to implement the collaborative BIM working method to accomplish the final degree project, which is applied to the dimensioning and the calculus of a structure.

From an academic viewpoint, it is proposed to develop a project in order to adapt this methodology to the final degree projects. Therefore, dividing the project into several parts offers a more realistic way to achieve it instead of developing the entire project completely. In this case, each branch of the project is designed by a specialist in the specific area.

The project consists of a modal transport interchanger located in the old train station of Linares called “Estación de Madrid” (disused). The entire work is composed by a railway platform with four rails and a reception building for the passengers from the bus and the train services.

As all the students in this project belong to civil engineering and electrical engineering, the basic design of the interchanger is being developed by an architect, an actual civil engineering student. For these reasons, this design is the grounding for the compendium of the students who will develop the entire dimensioning.

The project is based on the dimensioning and the calculus of the structure of the Hall (main entrance of the building). The exchange of information which permits the development of this methodology is being carried out by Revit (design programme) and Cype (calculation programme).

2. INTRODUCCIÓN.

2.1. Descripción del edificio.

2.1.1. Antecedentes.

A mediados del siglo XIX Linares se consolida como una de las zonas más influyentes de la provincia gracias a su actividad minera. Con más de tres estaciones en la ciudad facilitando el transporte de mineral, entre ellas la Estación de Madrid (Ver Figura 1). Linares alcanza un nivel de prosperidad y dinamismo extraordinarios.



Figura 1. Estación de Madrid en uso. [16]

En el siglo XX, a consecuencia del declive del precio del plomo, la minería decae considerablemente, hasta el punto de cerrar todas las minas. Este abandono crea un deterioro de las estaciones por lo que el uso de ellas comienza a disminuirse. Tras un tiempo la única conexión de ferrocarril de Linares se encuentra a 3 km de distancia. Durante ese mismo periodo se desarrolla una industria, formando un parque empresarial potente con Santana Motor al frente.

El comienzo del nuevo milenio trae el declive y el final del Santana Motor. A consecuencia de esto las empresas que colindaban y vivían de este se vieron obligadas a reestructurarse o simplemente abandonar la ciudad. Pocos diseños quedan de lo que fue ese gran parque empresarial, pero aún quedan algunas empresas, como la compañía CAF (Construcción Auxiliar de Ferrocarriles).

Esta empresa española que diseña y construye trenes, material ferroviario para redes de tranvía, ferrocarril metropolitano..., consigue la construcción de una vía

ferroviaria que conecta el parque empresarial con la estación de Vadollano. Esta conexión, que en estos momentos se encuentra a punto de finalizar a falta de la conexión con la red principal, se usara para realización de pruebas y salida y entrada de material para construcción de ferrocarril.

Analizando este proyecto desde un punto de vista social, surge la idea de volver a conectar el centro de Linares con la red ferroviaria. Esto conllevará el diseño tanto de la línea como un intercambiador modal de transporte. En consecuencia, se crea un proyecto de innovación docente en el cual, con la participación de varios alumnos, se dimensionará todos aspectos necesarios para el diseño tanto de la nueva vía como del intercambiador.

2.1.2. Emplazamiento.

El edificio se ubica en la ciudad de Linares (Jaén) en el paseo de Linarejos, concretamente donde se ubicaba la antigua Estación de Madrid. A una cota sobre el nivel del mar de 415,5 m. En la Figura 2 y 3 se muestra el emplazamiento en planta.



Figura 2.Emplazamiento Google Earth.

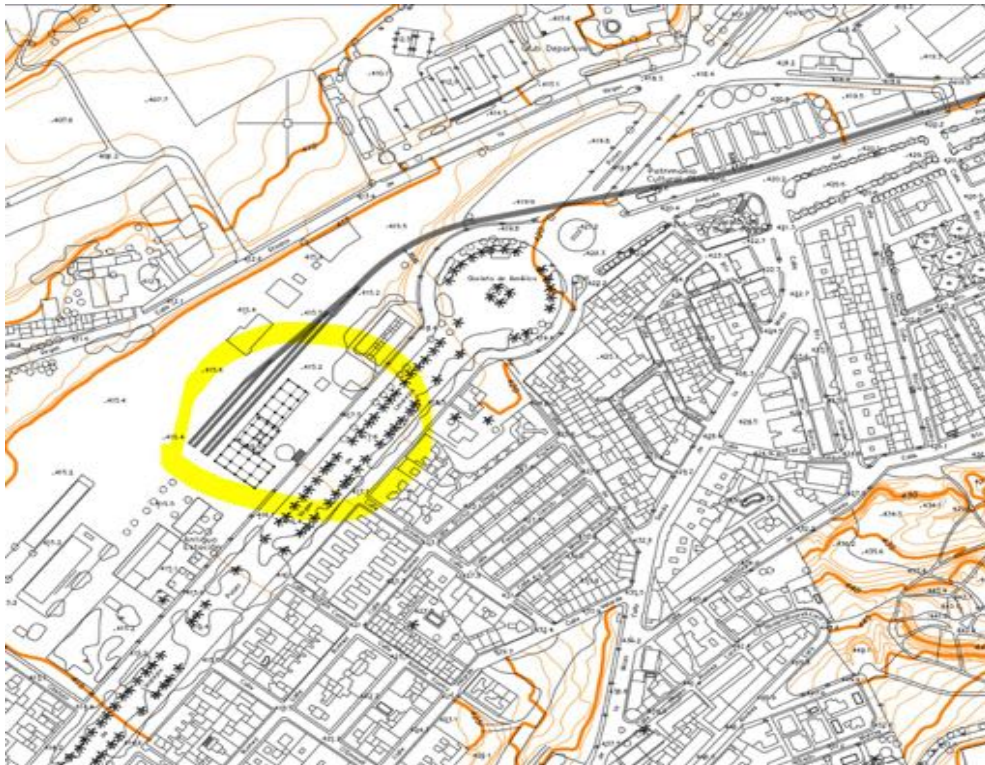


Figura 3. Imagen.cad del emplazamiento.

2.1.3. Características de la edificación.

La edificación proyectada se trata de un edificio de carácter público. El diseño base de donde partirá el dimensionamiento de la estructura, correspondiente al edificio del intercambiador ha sido realizado por el estudiante Lázuli Fernandez, integrante del proyecto de innovación docente en el que se encuentra este Trabajo Fin de Grado. Consta de tres sub-estructuras independientes que conforman el edificio completo.

Si analizamos la Figura 4, se observa a la izquierda la zona destinada a oficinas. Este tiene diseño funcional con una distribución regular de pilares para la ubicación de las habitaciones de las oficinas. La parte central está destinada al Hall Principal, tendrá una distribución diáfana y contendrá un patio interior para aportar luminosidad siendo la entrada principal al edificio y dando salida a la plataforma de vías y también a los edificios colindantes. La zona de la derecha estará destinada a una sala de espera para la estación de autobús, esta al igual que el Hall Principal, tendrá una distribución diáfana para la circulación de viajeros.

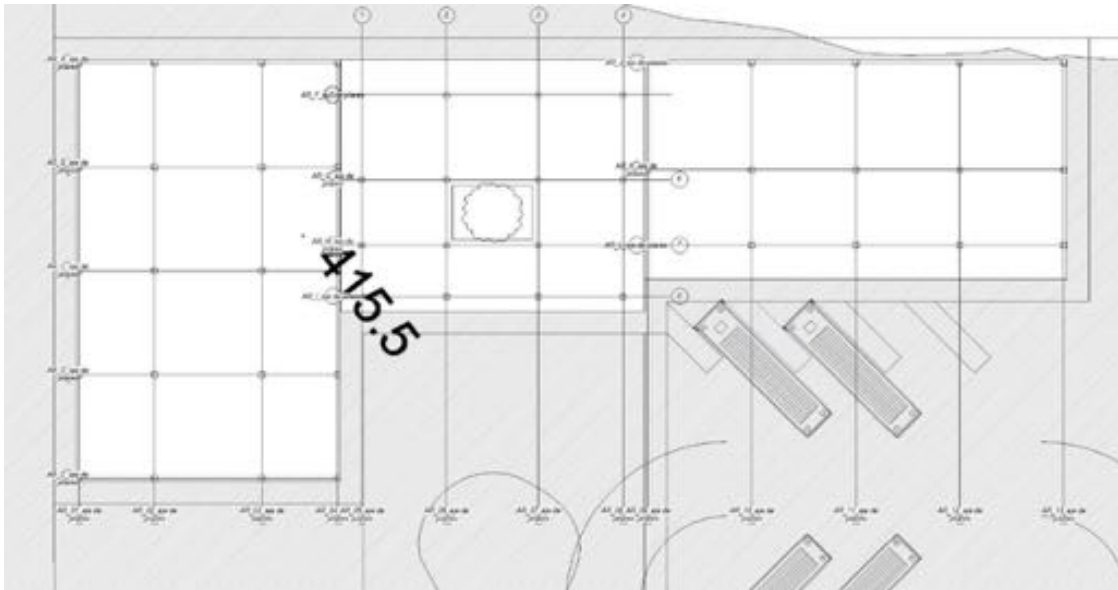


Figura 4. Recorte de Revit en planta del edificio general.

La geometría de del Hall Principal, objeto del presente Trabajo Fin de Grado, tendrá las siguientes dimensiones plasmadas en la Figura 5.

- 20,35 m de largo por 24,50 de ancho un total de 498,67 m². La altura total será de 4,5 m con una única planta, que irá desde la cota 415,50 m (Base cimentación) hasta la cota 420,00 m (Cubierta).
- La disposición de los pilares no es regular, la máxima luz entre estos será de 7,40 m. El diseño de estos nos ofrece un vuelo máximo del forjado del forjado de 2,85 m.
- Patio interior en el centro del Hall aprovechando el hueco entre pilares de 39,22 m².

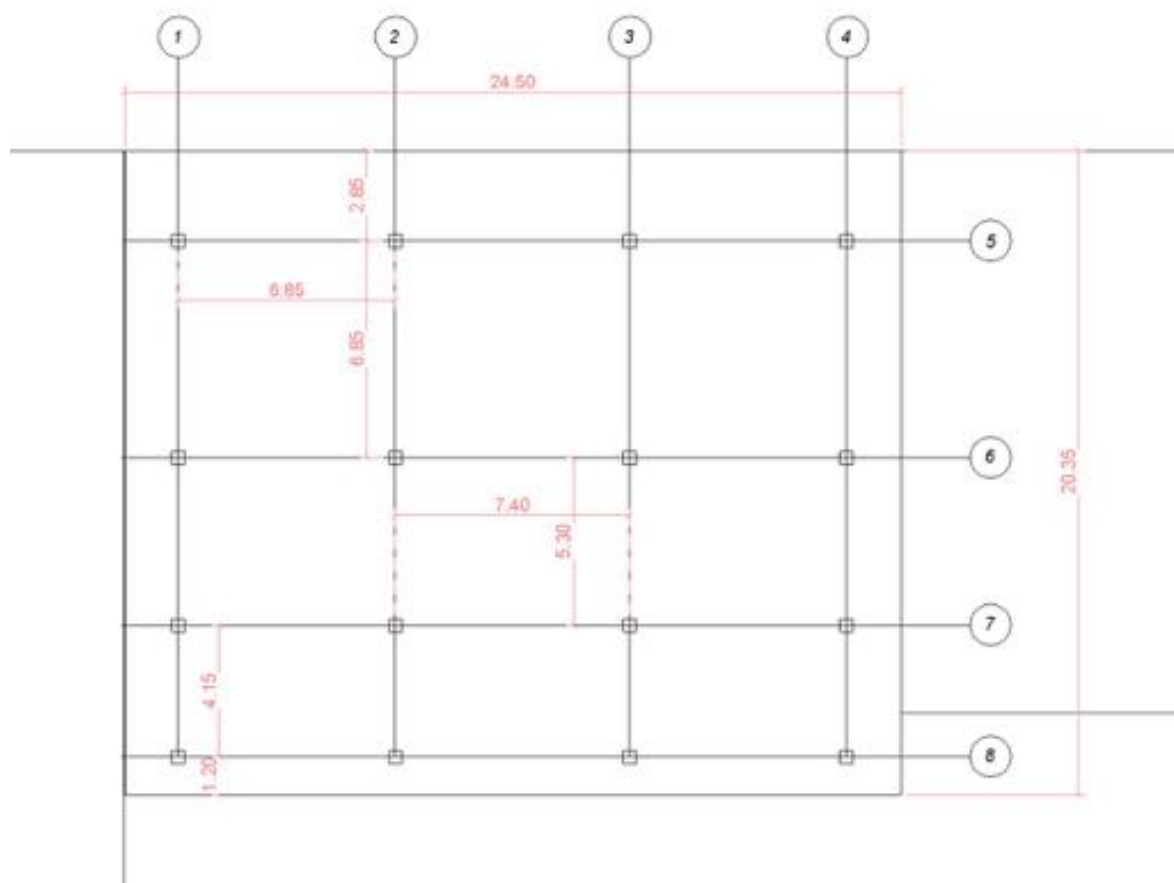


Figura 5. Recorte de Revit en planta del Hall Principal.

El resultado final contemplando todos estos parámetros y el de las partes colindantes será el correspondiente en la Figura 6.



Figura 6. Recorte de Revit - 3D Final.

2.2. Metodología de trabajo.

2.2.1. Introducción a la Metodología BIM.

El proyecto que se realiza en Ingeniería Civil o Arquitectura es el conjunto de documentos realizados por cada técnico especializado. Este documento final contiene el proceso de resolución técnica de un problema.

A lo largo de la realización un proyecto, se desarrolla la distribución de usos y espacios de disponibles y la utilización de distintos materiales. Como ejemplo, el arquitecto diseña la geometría y crea espacios con sentido funcional del edificio, el especialista en estructuras comprueba si la visión del arquitecto se puede llevar a cabo, el especialista en climatización introduce conductos para la climatización de los diferentes espacios...etc. La unión de todas estas ideas sin una conexión permanente de los documentos, origina problemas en la ejecución del proyecto. Estos problemas están relacionados por lo general en discrepancias de dimensiones creando conflictos entre las distintas áreas especializadas.

La metodología BIM surge para resolver estos conflictos creando un sistema donde todos los documentos, de los diferentes técnicos que intervienen, están conectadas entre si a tiempo real o con una actualización de estos casi permanente. De esta manera si cualquiera decide hacer una modificación en el proyecto y esta modificación interfiere en otra área especializada, saltarían avisos en los distintos programas que usan, para así resolver este problema antes de la ejecución del proyecto.

La potencia de esta forma de trabajar no solo se aplica a la fase de proyecto, sino que también permite su utilización en todas las fases posteriores como son ejecución y conservación. Por lo que, cada infraestructura que se realice y tenga su modelo BIM reunirá toda la información en un territorio virtual en el que se podrá consultar cualquier información, facilitando así mucho más las tareas desempeñadas.

Desde la Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo exige a los países miembros mejorar las normativas de contratación y licitación públicas utilizando la metodología BIM que agilizan los procesos de contratación.[1]

En España la implantación BIM ya es obligatoria en los proyectos constructivos superiores a 2 millones de euros. Y para todos los proyectos públicos de infraestructuras el Ministerio de Fomento ha establecido la obligatoriedad del uso de esta metodología, el próximo 26 de Julio de 2019.[2]

2.2.1.1. Definición.

BIM cuyas siglas en ingles hacen referencia a "Building Information Modeling", Modelado de Información de Construcción, es un concepto que integra a personas,

procesos y herramientas en un ambiente sinérgico, simultáneo y colaborativo donde todos los actores, técnicos o no técnicos, miran la única base de datos conceptual del proyecto.[2]

El modelo de trabajo actual, al que podemos llamar clásico, si hablamos del campo de la edificación podremos encontrar el siguiente esquema de trabajo (Figura 7):

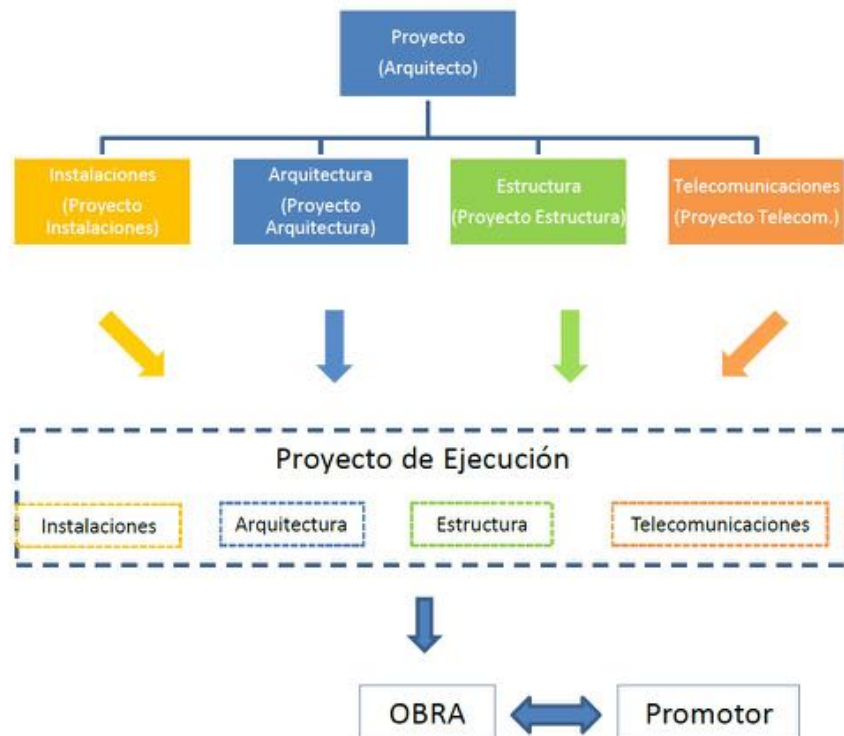


Figura7.Esquema de trabajo clásico.[3]

Como se puede apreciar, en este esquema de trabajo, el arquitecto es el responsable del proyecto, sin embargo, recurre a distintos especialistas para determinadas partes del edificio, como estructura, instalaciones, geotecnia...etc. Esto quiere decir que cada disciplina trabaja de manera independiente.[3]

El BIM es una estructura de organización de trabajo colaborativo documenta todo el ciclo de vida de una construcción, haciendo uso de herramientas informáticas con el fin de dar a conocer un banco de datos único con toda la información útil para todos los agentes que intervienen en él y durante todo su ciclo de vida. Esto quiere decir que no solo afecta a la fase de dimensionamiento conceptual y de diseño, sino que también incide de forma decisiva en la fase de ejecución y del posterior mantenimiento. En la Figura 8, podremos apreciar el nuevo esquema de trabajo:



Figura 8. Esquema de Proyecto BIM.[3]

Este modelo de trabajo integra el trabajo de las diferentes disciplinas y existe una coordinación en todo momento, así se pueden evitar los retrasos en obra provocados por interferencias entre las diferentes disciplinas.

2.2.1.2. Partes fundamentales.

- *Modelo Digital.*

El modelo digital forma una base de datos fiable donde está definida toda la información que permite a todos los integrantes que intervienen en el ciclo de vida de la construcción trabajar de forma colaborativa.[4]

El modelo B.I.M. es un prototipo digitalizado que nos muestra virtualmente la idea que se pretende ejecutar en la realidad. Es una base de datos que reproduce tridimensionalmente elementos constructivos de cualquier ámbito. De esta manera cualquier integrante que realice parte del modelo conocerá las modificaciones que hace el resto y la repercusión que tienen esos cambios en su trabajo y viceversa. El archivo generado puede contener, tanto información preexistente de la obra a gestionar, como información relativa a las diferentes fases de dicha ejecución.

También es posible que cada área especializada trabaje o no con un software específico, sea o no BIM, pero correctamente georreferenciados teniendo a su vez referencia de los modelos que realizan el restos de disciplinas.[3] Por ejemplo un ingeniero eléctrico puede trabajar en su modelo BIM diseñando las instalaciones, pero usa como plantilla de fondo de imagen el resto de modelos de las otras disciplinas.

Esto quiere decir que el uso de esta metodología no está limitada a utilizar solo y exclusivamente programas BIM. Es posible compaginar con modos de trabajo y tecnologías tradicionales, siempre y cuando, el grado de compactación de ambos métodos esté perfectamente documentado y acordado por todas las partes que intervienen.

- Información.

El contenido del modelo puede poseer toda la información de la obra, ya sea mediante enlaces o documentos externos o metadatos incorporados en cada programa. Toda esta información puede cubrir todos los aspectos, desde la geometría global hasta datos físicos, características de eficiencia energética, coste, geotecnia, tiempo de ejecución, resumen de trabajos de reparación o mantenimiento...etc.[1]

El proceso de incorporación de la información al modelo deber realizarse de forma estructurada, siguiendo normativas o estándares nacionales o internacionales, garantizando la universalidad del lenguaje en el intercambio de información.

En el proceso de proyecto los elementos del modelo 3D son objetos que contienen información asociada la base datos, pero también es posible particularizar un objeto determinado a las características de nuestro modelo. Como ejemplo en estructuras, se puede seleccionar un pilar metálico con perfil HEB-160 de la base de datos, siendo posible establecer la longitud del mismo en el modelo particular de estructuras.

La combinación de BIM con los sistemas de comunicación aportará a los proyectos una transparencia, trazabilidad y claridad entre los diferentes participantes de cada proceso constructivo.

- Colaboración.

Esta metodología es de trabajo colaborativo, sin entorno de colaboración no existe BIM [2]. Se deben definir claramente los flujos de información, esto implica fijar y designar las responsabilidades y los responsables de gestión de la información.

Se realizarán diferentes entornos colaborativos en función de la demanda en cada fase del ciclo de vida del proyecto, ya que cada ciclo requiere unas necesidades diferentes. Esto proporciona una visión muy específica de cada aspecto que se quiera conocer del proceso. Es decir, cada rama de ingeniería o arquitectura, debe reflejar en el modelo 3D la definición de los elementos que integran su proyecto en particular. Por tanto, cada una tiene la posibilidad de analizar en el modelo 3D el trabajo que está realizando el resto.

Utilizar la información disponible es fundamental para la detección de interferencias. Esto es muy importante en la ejecución de un edificio. Cuando colaboran multitud de disciplinas la colaboración debe ser plena y por ejemplo si se varía el canto de una viga, el ingeniero de instalaciones puede ver dicho cambio y verificar si este afecta al trazado de las instalaciones que está proyectando.[3]

También conecta con el promotor del proyecto, esto implica evitar posteriores problemas en la fase de explotación del proyecto. El promotor puede acceder en tiempo real para conocer las distintas fases de proyecto y construcción las características de la obra. Esto le permite por ejemplo, en fase de proyecto, verificar si el tamaño de ciertas estancias o alturas es el correcto, evitando problemas en la explotación.

2.2.2. Esquema de trabajo.

Para definir el esquema de trabajo que se realiza en un proyecto usando esta metodología, hay que definir cuatro aspectos fundamentales que repercutirán en el desarrollo de este estudio.

2.2.2.1. Modelos BIM.

En esta metodología podemos encontrar dos modelos tipo la hora de elaborar proyecto completo:

- **Modelo Federado.** Hace referencia al modelo que se forma mediante la aportación de modelos independientes que se corresponden con las diferentes disciplinas. Cada disciplina trabaja en un modelo BIM independiente pero referenciado con el resto, de tal forma que se puede configurar un modelo central final mediante referencias externas a cada uno de los modelos independientes. Es decir, las disciplinas no trabajan directamente del modelo central, si no cada uno de en su modelo particular. [5]
- **Modelo Central Integrado.** Es aquel en el que todas las disciplinas trabajan al mismo tiempo. En este caso no existen varios modelos particularizados que luego se conecten, sino que, solo hay un modelo central que crece con las aportaciones de todas las disciplinas. [5]

2.2.2.2. Aplicaciones BIM.

Podemos generalizar tres tipos de forma de trabajar dentro de esta metodología en función de los medios utilizados en la realización del proyecto.

- **BIM Tool.** Hace referencia una aplicación específica que proporciona unos resultados concretos, ya sea de arquitectura, estructuras, instalaciones...cada una independiente.
- **BIM Platform.** Proporciona información para múltiples usos a partir de un modelo 3D central que contiene toda la información, integrando BIM Tools en la propia plataforma o mediante enlaces externos. Esto nos permite una buena colaboración entre disciplinas y una interoperabilidad que puede ser de dos formas:
 1. “Two way”. Usando software integrados capaces de enlazar sus archivos.
 2. “One way”. A partir del modelo central se exporta un archivo IFC que puede ser leído por otros software que no están relacionados.
- **BIM Environment.** Mediante la unión de BIM Tool y BIM Platform se genera un entorno a través de un servidor BIM. La conexión entre todas las disciplinas es total.

2.2.2.3. *Niveles BIM.*

Una forma de cuantificar el grado de integración BIM o madurez que posee un proyecto es a través de una de las herramientas más normalizadas en esta metodología, BIM Levels (Niveles BIM)[2] [2]. Estos niveles están formados por los siguientes:

- **Nivel 0.** Hace referencia al concepto clásico de esquema de trabajo. No existe colaboración alguna y el trabajo se basa en la utilización de programas crear planos y detalles en 2D sin información asociada a la geometría.
- **Nivel 1.** Alcanzar este nivel implica una mezcla de trabajo, se inicia en 3D para la creación del diseño conceptual y se continua en 2D para desarrollar la documentación técnica. Aparece el término CDE-Entorno de compartición de datos, que se puede definir como un lugar virtual único, accesible y operable desde internet para la gestión del modelo BIM Federado, pero en este nivel aún no existe trabajo colaborativo entre las diversas disciplinas.
- **Nivel 2.** El modelado 3D pasa al siguiente nivel en su evolución y ahora si aparece el flujo de trabajo colaborativo. Cada una de las partes involucrada tiene su propio modelo y comparte la información mediante

archivos de formato común. En este nivel comienza el inicio de la colaboración.

- **Nivel 3.** Trabajo integrado entre todas las partes implicadas mediante el uso del único modelado alojado en él CDE. Requiere el máximo nivel de colaboración. Todos pueden acceder y realizar modificación en el mismo modelo, permitiendo así eliminar la última versión y así detectar los conflictos ocasionados entre las diferentes partes en el momento.

En la Figura 9 podremos ver el desarrollo de los niveles BIM:

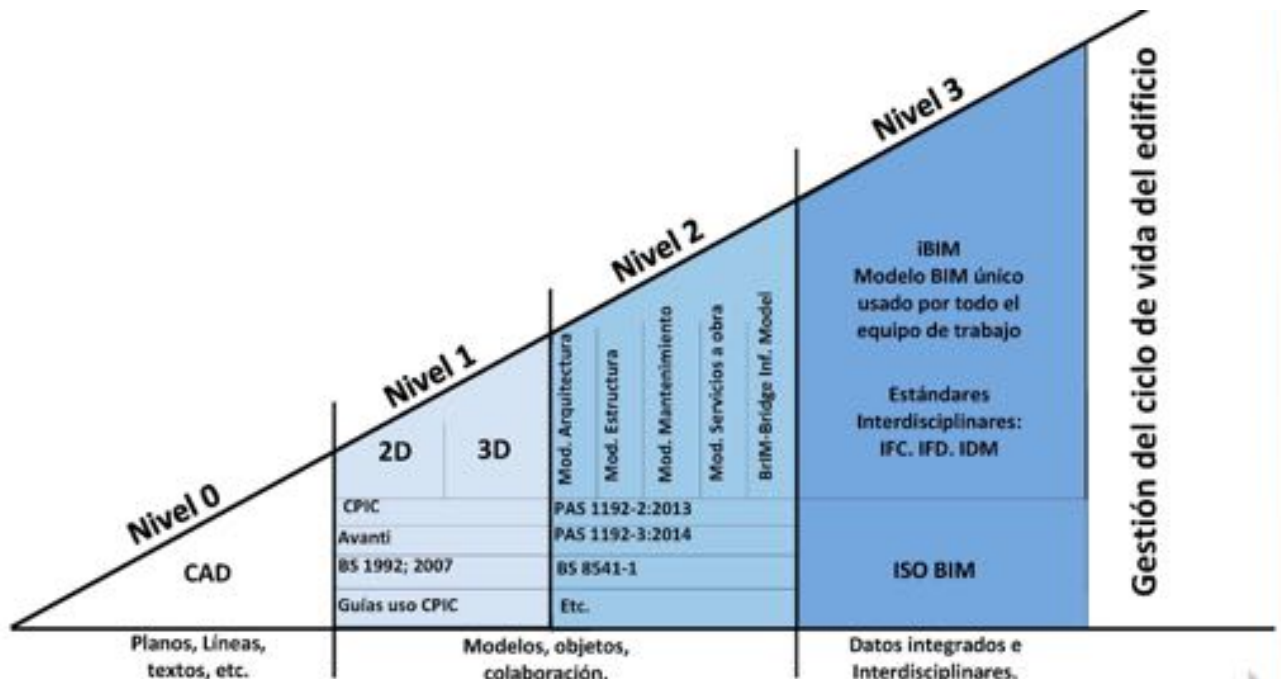


Figura 9. Niveles BIM.[2]

2.1.1.3. Nivel de desarrollo.

Cuando se ha de desarrollar un proyecto en BIM se debe conocer el nivel de desarrollo o detalle que se requiere. Podemos definir el nivel detalle como mínimo de todos los elementos que componen el proyecto. El Instituto Americano de Arquitectos AIA (siglas en inglés "American Institute of Architects") propone la evolución del modelo de información para un proyecto mediante niveles de desarrollo LOD (siglas en inglés "Level of detail"). Estos están definidos por 5 niveles, aumentando cada nivel a medida que se requiere más exigencias al proyecto.[2]

- **LOD 100.** Corresponde a un diseño conceptual en el cual el modelo presentado y no es necesaria definir su geometría, ya que solo aporta una visión generalizada, como orientación y áreas del proyecto.

Correspondería a un proyecto básicos, los objetos en general, no contienen información adicional.

- **LOD 200.** El grado definición es mayor al LOD 100. Aporta una información con magnitudes aproximadas de forma, tamaño, ubicación. La finalidad es aumentar la capacidad de análisis y detectar errores del proyecto para salvar las discrepancias entre las distintas áreas que conforman el proyecto.
- **LOD 300.** Incorpora el nivel detalle del LOD 200 y se crea un diseño más específico del elemento, caracterizando a que sistema constructivo pertenece y la utilidad del mismo.
- **LOD 350.** Recoge tanto la geometría del modelo como el de resto de disciplinas adaptando el nivel de detalle LOD 300.
- **LOD 400.** Se le añade al elevado detalle mencionado en el LOD 300, información de fabricación y montaje.
- **LOD 500.** Máximo grado de detalle constituyendo un modelo “as built” (tal y como se va a construir). Esto quiere decir que se debe reflejar la realidad de lo que se va a construir al completo. Además, incluye en los elementos del modelo información sobre las operaciones de mantenimiento y conservación.

En la Figura 10 se muestra los diferentes niveles de desarrollo:

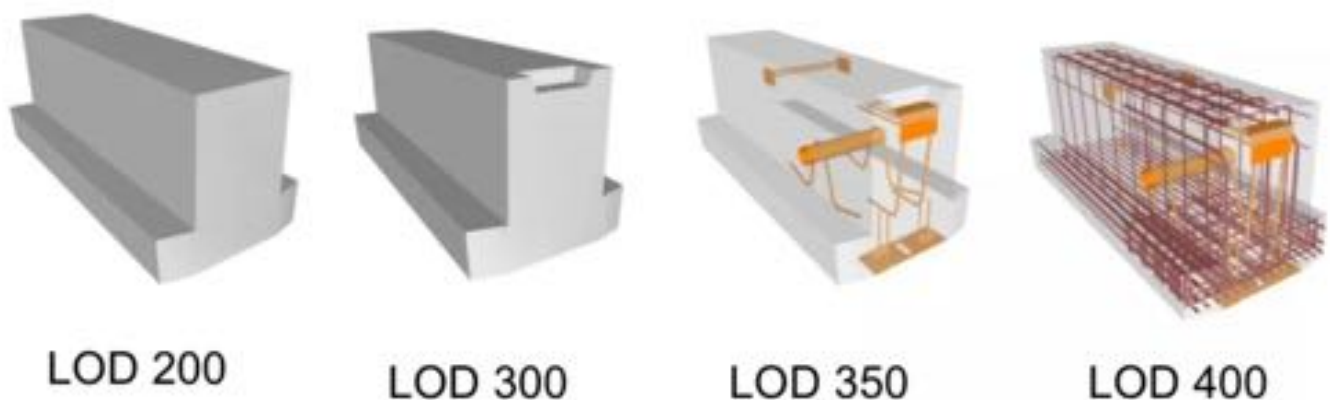


Figura 10. Nivel de desarrollo (Sin LOD 500-Mantenimiento).[1]

El nivel de detalle mínimo será el LOD 200 podemos apreciar en la imagen anterior que solo se define la geometría básica sin detalles de armado conexiones. Para el LOD 300 el objeto diseñado será un modelo geométrico perfecto, añadiendo detalles precisos de las conexiones a nivel geométrico. Si alcanzamos un LOD 400 se debe incluir en fabricación y montaje, como se muestra en la figura anterior, se debe indicar

por ejemplo la armadura con su posición exacta para el montaje. En la Figura 10 no aparece LOD 500, ya que solo contendría información relevante para el mantenimiento, como podría ser, cada cuanto tiempo se debe aplicar pintura anticorrosión a las estructuras metálicas.

2.1.1.4. Dimensiones.

Estas dimensiones vienen a referir las diferentes etapas en las que está basado cualquier proyecto, desde la idea principal hasta la conservación. Por lo tanto, un proyecto estará definido en función de las etapas que abarque.

- **1ª Dimensión (1D).** Ideal inicial donde se determina la ubicación y condiciones iniciales.
- **2ª Dimensión (2D).** Boceto donde se exponen las características generales, tipo de materiales, tipos de cargas...
- **3ª Dimensión (3D).** Modelos geométricos con integración de propiedades uniendo la información de las fases previas.
- **4ª Dimensión (4D).** Se incorpora el tiempo. Siendo posible añadir planificaciones temporales de cada una de las fases que irán variando según se ejecuten las diferentes fases de ejecución.
- **5ª Dimensión (5D).** Integración de informes de costes en cualquier fase de la vida del proyecto
- **6ª Dimensión (6D).** Sostenibilidad y eficiencia energética
- **7ª Dimensión (7D).** Mantenimiento y conservación.

En la Figura 11 se muestra la evolución lo citado anteriormente:

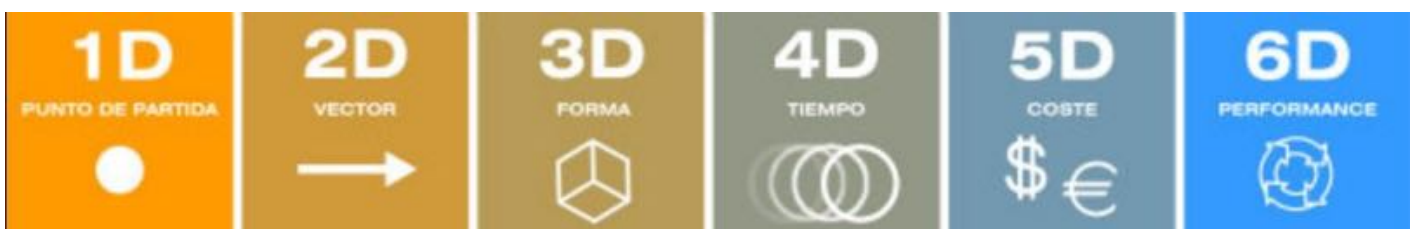


Figura 11. Dimensiones BIM.[1]

3. OBJETIVOS.

El presente estudio pretende abarcar el dimensionamiento de la estructura del Hall principal del intercambiador de transporte con una metodología de trabajo BIM colaborativa. Se expone de la forma más concisa los objetivos que este estudio debe abordar de acuerdo con las directrices establecidas en la propuesta del Trabajo de Fin de Grado:

- ✓ Definición y cálculo de una parte de la estructura de un intercambiador modal de transporte implementando el uso de la metodología BIM colaborativa.
- ✓ Diseño geométrico de la estructura con Revit.
- ✓ Traspaso de información entre los software que crean el entorno BIM colaborativo.
- ✓ Actualización periódica del archivo Revit personal en la nube de trabajo. Con el fin de actualizar posibles cambios creados y corregir interferencias.
- ✓ Cálculos estructurales empleando software tales como Robot Estructural Analysis o Cype.

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

Dentro de proceso de dimensionamiento que comprende el desarrollo de este trabajo, se han seguido los criterios desarrollados en base a las normativas de obligado cumplimiento en la construcción de edificaciones, como la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 [6] o el Documento Básico-Seguridad Estructural-Acciones en la Edificación[7].

En primer lugar, se realiza una modelización de la estructura con el software de diseño Revit. Este software es empleado en la actualidad para modelar proyectos de edificación dentro del paradigma BIM mencionados en los epígrafes anteriores. Cada disciplina, incluida la de este Trabajo Fin de Grado, trabajara en un modelo BIM independiente pero referenciado al de resto de integrantes y junto al diseño base de arquitectura, de tal forma que se puede configurar un modelo central final (Modelo Federado).

Realizado el primer modelaje de la estructura el archivo de Revit (.rvt) debe importarse a un formato común (.IFC), este paso se realiza para poder importar el archivo al programa de cálculo Cype. Esto hace referencia al uso del BIM Platform para crear el entorno adecuado para configurar el modelo central. La interoperabilidad será por lo tanto con enlace “one-way”, la dirección es única, solo se exporta los datos desde Revit a los programas de cálculo, y si se requiere alguna modificación se deberá realizar cambios en el modelo BIM individual.

Una vez se ha introducido el modelo en Cype, se procede a introducir parámetros característicos propia de la estructura. Tipo de hormigón y tipo de acero que se usarán, así como las dimensiones de los diferentes elementos estructurales. Se introducen las acciones consideradas en los cálculos que determinarán el dimensionamiento más óptimo. Cype calculará, en base a los datos introducidos, todos los esfuerzos que se producirán en nuestra estructura comprobando también los Estado Límite. El programa nos ofrecerá resultados de esfuerzos, desplazamientos, rotura, punzonamiento...etc. os serán interpretados para así redimensionar la estructura y realizar un diseño coherente y acorde a lo exigido. Se realizará una comprobación a mano verificando las cuantías mínimas y esfuerzos producidos y así corroborar los resultados obtenidos en Cype.

Por último, comprobado todos los cálculos pertinentes se introducirá en el modelo BIM individual el dimensionamiento final de la estructura para así formar el modelo final que compondrá el Intercambiador Modal

4.1. Método de trabajo empleado.

En este apartado se mostrará el esquema de trabajo propuesto por los responsables del proyecto de innovación docente, para formar el entorno BIM colaborativo adecuado a las herramientas disponibles.

En primer lugar, se realiza una primera reunión con todos los integrantes del proyecto de innovación docente y como si de un proyecto real se tratase, se exponen las ideas principales que lo abordan. En la Tabla 1 podremos ver la asignación de papeles de cada integrante (Solo se han incluido a los participantes de la rama de Ingeniería Civil):

Nombre	Tipo de Agente	Disciplina	Cargo
Jesús Donaire Avila	Gestor BIM	Ingeniería de la Construcción	Profesor/Tutor
Lázuli Fernández Lobato	Coordinador	Urbanismo y Arquitectura	Becario/Alumno
Alberto Escobedo Ruiz	Coordinador	Ingeniería de la Construcción	Profesor/Tutor
Fernando Quesada García	Proyectista	Estructura	Alumno
Juan Ignacio Torralbo Correas	Proyectista	Estructura	Alumno
Manuel García Nieto	Proyectista	Estructura	Alumno
Pablo Mejías Garrido	Proyectista	Ferrocarril	Alumno

Tabla 1. Participantes del Proyecto

Una vez asignados los roles de actuación de cada participante, se expone la idea del proyecto de innovación docente. Esta consiste en el dimensionamiento de un Intercambiador Modal de transporte que recibirá la línea de ferrocarril procedente de la estación de Vadollano.

Se expone también como ha de ser el flujo de información entre los diferentes especialistas que componen el grupo. Cogiendo como base el diseño de arquitectura realizado por el estudiante Lázuli Fernández en Revit, este se dividirá en modelos individuales de trabajo. Cada especialista trabajar en su modelo y lo vinculará a una nube de trabajo en Google Drive para ir dando forma al modelo final.

Hay que destacar una colaboración entre los integrantes que corresponden al dimensionamiento de la estructura. Se decide realizar reuniones semanales para ir viendo cómo evolucionan las diferentes partes que componen el edificio completo y así crear continuidad y concordancia en la estructura global. De esta forma si surgen problemas con los programas, diferencia de cotas entre elementos estructurales se solucionarán antes de actualizar los resultados en el modelo final.

5. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.

5.1. Normativa.

Los cálculos realizados para el dimensionamiento de la estructura se realizan en base a los procedimientos que recogen las siguientes normas.

- ✓ Instrucción de Hormigón Estructural - EHE-08.[6]
- ✓ Código Técnico de la Edificación:
 - Documento Básico Seguridad Estructural - DB-SE.[8]
 - Documento Básico Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación - DB-SE-AE.[7]
 - Documento Básico Seguridad Estructural, Cimientos – DB-SE-C.[9]
 - Documento Básico Seguridad Estructural, Acero – DB-SE-A.[10].

5.2. Materiales a utilizar y posibles soluciones.

5.2.1. Investigación y trabajo en equipo.

En base a los estudios realizados en asignatura de Edificación [11] debemos cumplir una exigencias de comportamiento a la hora de preseleccionar una tipología estructural. Podemos definirlos en 5 conceptos fundamentales:

- ✓ Resistencia de materiales.
- ✓ Estabilidad frente a todas las acciones y combinaciones.
- ✓ Cumplimiento con las condiciones de servicio.
- ✓ Ductilidad.
- ✓ Durabilidad.

Por lo tanto, debemos optimizar en base a lo citado anteriormente, un diseño que salvaguarde tres pórticos con una separación variable entre ellos. Esta disposición no es alterable, por lo que todas las posibles soluciones se deben adaptar. Se exponen a continuación algunas posibles soluciones:

1. **Estructura mixta.** Composición estructural basada en la utilización de elementos metálicos y de hormigón, siendo esta una posible configuración:

- Cimentación compuesta por zapatas flexibles arriostradas, dejando anclajes para la placa de conexión con el pilar metálico.

- Pilares metálicos con perfil HEB, unidos a la cimentación mediante soldadura.
- Forjado formado por vigas metálicas soldadas a los pilares con casetones recuperables rellenos con hormigón.

2. Estructura de hormigón prefabricado. La definimos como elementos de hormigón armado realizados en una planta de producción en serie, bajo un alto sistema de control de calidad predefinido, con esta posible configuración:

- Conjunto prefabricado pilar-zapata.
- Vigas prefabricadas apoyadas en ménsulas cortas que formaran el apoyo a las placas alveolares para el forjado de la cubierta.

3. Estructura de hormigón in-situ. Realización de la estructura mediante hormigón armado mediante sistemas de encofrado.

- Cimentación mediante losa continua, dejando esperas para la colocación de pilares.
- Realización de forjado reticular para la cubierta.

Estas serían las 3 posibilidades que se ajustarían muy bien a las solicitudes requeridas, aunque podrían realizarse otras tipologías estructurales.

Como primero paso a la elección de la tipología estructural se busca ejemplos de otros intercambiadores modales o edificios similares. En las Figuras 12 y 13 podremos ver algunos ejemplos de diseños:



Figura 12. Imagen Intercambiador modal en Galicia. [17]



Figura 13. Imagen Intercambiador modal en Zaragoza.[17]

Casi en la mayoría de ejemplos buscados de intercambiadores, los diseños base son muy diferentes a lo requerido en este proyecto. Los requerimientos de estos ejemplos tienen en común habilitar un gran movimiento de pasajeros, por lo que se dimensiona espacios muy grandes.

En el caso de la Figura 13, tenemos una estructura mixta de pilares de sección circular con un forjado para la cubierta de una celosía metálica. En la Figura 12, tenemos una estructura compuesta por pilares metálicos (recubiertos con un embellecedor) y un forjado para la cubierta de elementos de hormigón prefabricados.

Ambos dimensionamientos citados anteriormente están diseñados para un gran volumen de pasajeros los cuales requieren espacios muy abiertos sin obstaculizaciones de paso, por lo que se llega a esas soluciones de estructura. Para el caso del intercambiador propuesto para Linares, los volúmenes de pasajeros serán mucho menor, por lo que los diseños anteriores no serían los idóneos.

Se plantea realizar la estructura de hormigón prefabricado. En base a lo estudiado en la asignatura de Elementos Prefabricados en la carrera, se encuentra bastantes inconvenientes:

Desde el punto de vista económico realizar una estructura prefabricada se necesita realizar una inversión inicial importante. Si es el caso de montar las instalaciones al lado de la obra se necesitaría la compra de moldes, instalaciones de pretensado, maquinaria singular...etc. el tiempo de amortización sería elevado. Si se piden estos elementos a empresas especializadas, tanto el coste de producción como el de transporte también sería elevado.

Las piezas prefabricadas desde su fabricación hasta la su posición definitiva, están sujetas a esfuerzos que en ocasiones superan a los esfuerzos que van a tener en su posición final. Esto quiere decir que si una viga esta dimensionada para soportar esfuerzos de flexión, cuando es izada se le transmite otros esfuerzos y para compensarlo se deberá sobredimensionar, incrementándole por ejemplo su armadura activa o pasiva.

La situación de económica de Linares está pasando por momentos difíciles, por lo que el precio final deberá ser un el mayor de los condicionantes a la hora de elegir la tipología estructural.

La decisión final se realiza en base a una colaboración entre los 3 técnicos encargados de dimensionar la estructura. Mediante reuniones semanales hemos ido analizando la evolución de las diferentes soluciones y variantes de las misma, con el fin de unificar la estructura y crear una concordancia tanto estructural como del punto de vista constructivo, se decide realizar la estructura de hormigón in-situ.

La realización de las otras ideas, se descartan, no por problemas estructurales, sino por otros inconvenientes como precios más elevados, necesidad de mano de obra especializada...etc.

5.3. Ambiente.

5.3.1. Clase general de exposición.

Previamente a elección de materiales debemos definir la tipología ambiental donde se encuentra nuestra construcción en base al apartado “8.2. Bases de Cálculo Adicionales Orientadas a la Durabilidad” que define la EHE-08 [6] y nos aporta la siguiente Tabla 2:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	- Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. - Elementos de hormigón en masa.	Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.
Normal	Humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	- Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones. - Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. - Elementos enterrados o sumergidos.	- Elementos estructurales en sótanos no ventilados. - Cimentaciones. - Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm. - Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm. - Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. - Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida.
	Humedad media	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.	- Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia. - Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.
Marina	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros	- Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar. - Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km).	- Elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa. - Puentes en las proximidades de la costa. - Zonas aéreas de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral. - Instalaciones portuarias.
	Sumergida	IIIb	Corrosión por cloruros	Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar.	- Zonas sumergidas de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral. - Cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar.
	En zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras	IIIc	Corrosión por cloruros	Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas.	- Zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral. - Zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea.
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	Corrosión por cloruros	- Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino. - Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.	- Piscinas e interiores de los edificios que las albergan. - Pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve. - Estaciones de tratamiento de agua.

Tabla 2. Clases Generales de exposición relativas armaduras. EHE-08.[6]

La obra estará con una humedad no agresiva correspondiente a la designación “I”.

5.3.2. Elementos estructurales de hormigón armado.

Se debe cumplir los requerimientos que nos exige la norma EHE-08 [6] en la Tabla 3:

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Resistencia mínima (N/mm ²)	Masa	20	—	—	—	—	—	—	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	Pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30

Tabla 3. Resistencia Hormigón. EHE-08

Por tanto, se usará en la estructura como en la cimentación se usará un hormigón armado HA-25/B/20/I con las siguientes características:

- Peso Específico $\rightarrow 25 \text{ kN/m}^3$.
- Resistencia característica $\rightarrow 25 \text{ MPa}$.
- Coeficiente de Poisson $\rightarrow 0,2$
- Tamaño árido (Máximo) $\rightarrow 20 \text{ mm}$.

En lo referente al acero que compone la armadura del acero se utilizará un B500 S, según la normativa EHE-08 [6], en base la Tabla 4:

Tipo de acero		Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación		B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, $f_y \text{ (N/mm}^2\text{)}^{(1)}$		≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, $f_t \text{ (N/mm}^2\text{)}^{(1)}$		≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $r_{u2} \text{ (\%)}^{(1)}$		≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $r_{mt} \text{ (\%)}^{(1)}$	Acero suministrado en barra	$\geq 5,0$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 7,5$
	Acero suministrado en rollo ⁽²⁾	$\geq 7,5$	$\geq 7,5$	$\geq 10,0$	$\geq 10,0$
Relación f_t/f_y ⁽²⁾		$\geq 1,05$	$\geq 1,05$	$1,20 < f_t/f_y < 1,35$	$1,15 < f_t/f_y < 1,35$
Relación $f_{ymax}/f_{ymín}$		—	—	$\leq 1,20$	$\leq 1,25$

Tabla 4. Tipos de acero corrugado.EHE-08.[6]

El acero seleccionado se usará para las barras y pernos.

5.4. Criterios y condicionantes.

Se intenta dimensionar la estructura de la forma más eficiente y económica posible. Hay que tener en cuenta que los planos iniciales del edificio completo no son modificables y este está dividido en tres sub estructuras. Esto nos aporta una condición de continuidad y concordancia estructural, esto quiere decir que se debe buscar una solución común por parte de todos los técnicos.

Hay que indicar que la estructura buscada estará basada en métodos tradicionales y no se realizaran grandes innovaciones desde el punto de vista de diseño. Siendo siempre el objetivo principal el cumplimiento de los criterios de seguridad de la estructura.

5.5. Solución adoptada.

Definidos pues materiales y condicionantes del dimensionamiento de la estructura, se procede a introducir en Revit la solución final. Como primer paso introducimos en el software una idea básica de lo que queremos tener, es decir, dimensionando los elementos que compondrán la estructura sin tener en cuenta cargas. Esto viene a decir que, al traspasar este modelo a los programas de cálculo, las dimensiones varíen. Desde el archivo base de arquitectura tendremos que ajustar las dimensiones de nuestros elementos estructurales, estas cotas son:

- Cota +415.50 → Terreno Edificación.
- Cota +416.00 → Suelo Edificio.
- Cota +419.00 → Falso Techo.
- Cota +419.50 → Forjado.
- Cota +420.00 → Cubierta.
- Cota +420.50 → Pretil Cubierta.

Por lo tanto, la estructura se define de la siguiente forma en Revit, teniendo en cuenta que el canto máximo del forjado es de 0,5 m.

- Losa continua con un canto de 0.5 m.
- Pilares con sección cuadrada de 0.5 x 0.5 m
- Forjado (Suelo técnico en Revit) de 0.5 m.

En la Figura 14, 15 y 16 se muestran los diseños que nos aporta Revit:

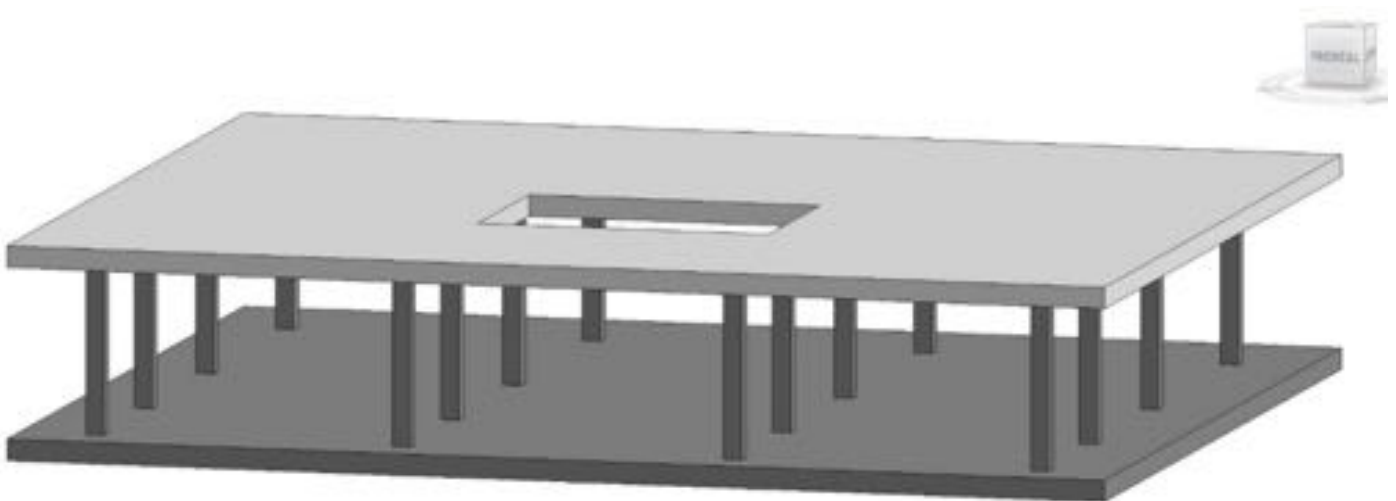


Figura 14. Recorte de la estructura en Revit.

Una vez obtenido el diseño de lo citado anteriormente, gestionamos el vínculo de arquitectura proporcionado como base, para saber si lo introducido está dentro de los parámetros requeridos inicialmente.



Figura 15 Recorte en Revit. Estructura + Arquitectura.

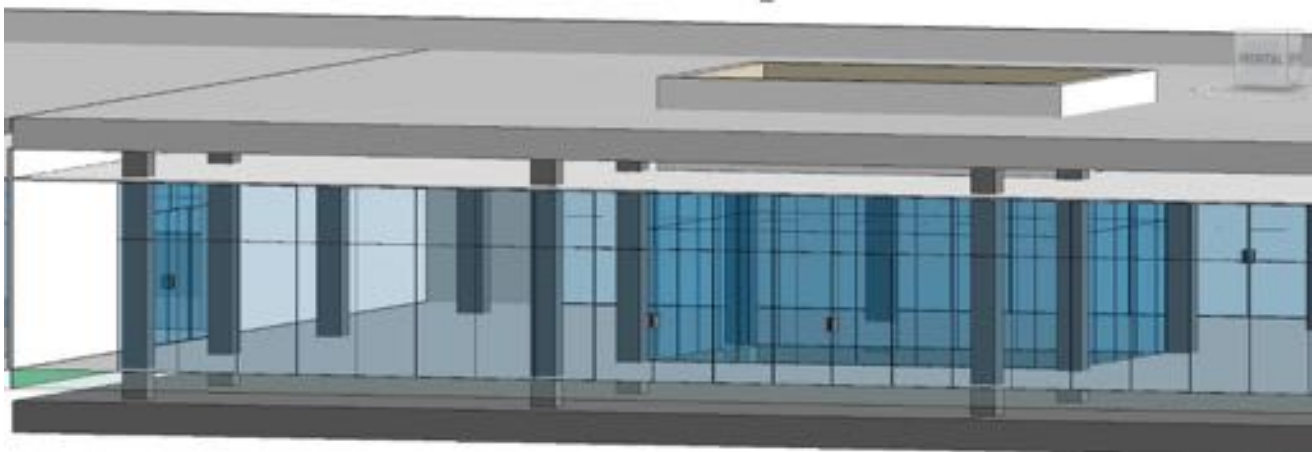


Figura 16. Recorte en Revit sin fachada.

Las dimensiones iniciales de nuestros elementos estructurales concuerdan con lo establecido por la arquitectura. Podemos ver los huecos reflejados para el falso techo y el suelo técnico.

Tenemos que aclarar que las dimensiones tanto de pilares como forjado y losa son medidas orientativas, dentro de los parámetros propuestos por la arquitectura. En los siguientes capítulos se considerarán las cargas que actuarán en el edificio, obteniendo así valores definitivos una vez calculado en Cype.

5.6. Acciones consideradas en el cálculo.

5.6.1. Cargas superficiales.

5.6.1.1. Cargas superficiales permanentes.

- **Peso Propio** → Es el peso propio de los elementos correspondiente a la estructura de hormigón armado, con un peso específico de 25 kN/m^3 . Según el artículo 10.2 de la EHE-08 [6]
- **Cargas Muertas** → Refiere a los elementos no estructurales que originan una carga superficial en toda la planta. En nuestro caso será una cubierta transitable de uso privado, sacando los valores de cada capa del CTE[8]:
 - Formación de la pendiente con hormigón ligero → $0,75 \text{ kN/m}^2$
 - Lamina geotextil → $0,05 \text{ kN/m}^2$
 - Aislamiento "XPS" → $0,35 \text{ kN/m}^2$
 - Lamina asfáltica reforzadas con fibra → $0,35 \text{ kN/m}^2$

Total de carga de todas las capas: $1,5 \text{ kN/m}^2$.

5.6.1.2. Cargas superficiales variables.

- **Sobrecarga de uso** → Depende de la finalidad y el uso del edificio, el Código Técnico a través del Documento Básico de Seguridad Estructural, Acciones de la Edificación DB-SE-AE[7] nos ofrece una tabla resumen de las posibles sobrecargas de uso:

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 5. Sobrecargas de uso. CTE-DB-SE-AE [7]

Para nuestro caso estaríamos en una categoría de uso tipo F (Cubiertas transitables accesibles solo privadamente) obteniendo un valor de sobrecarga de 1 kN/m^2 .

- Nieve → Para ajustar el valor de la carga nos dirigimos al “Anejo E. Datos Climáticos” del DB-SE-AE[7] en el cual debemos ubicar la zona (Figura 17) donde se encuentra nuestra estructura.



Figura 17. Clasificación zonas clima invernal. DB-SE-AE [7]

Nos encontramos en la zona 6. Con este dato y la siguiente tabla, que relación la zona climática con la altitud podremos obtener un valor de carga:

Altitud (m)	Zona de clima invernal						
	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	-	-	-	-	-

Tabla 6. Sobrecarga de nieve según Figura 14. DB-SE-AE [7]

La localidad de Linares se encuentra a una media de 423 m sobre el nivel del mar y ubicada en la zona 6, obtenemos un valor de carga aproximado de 0,2 kN/m².

En la Figura 18 podemos ver las cargas citadas anteriormente situadas como carga superficial en el forjado de la estructura:

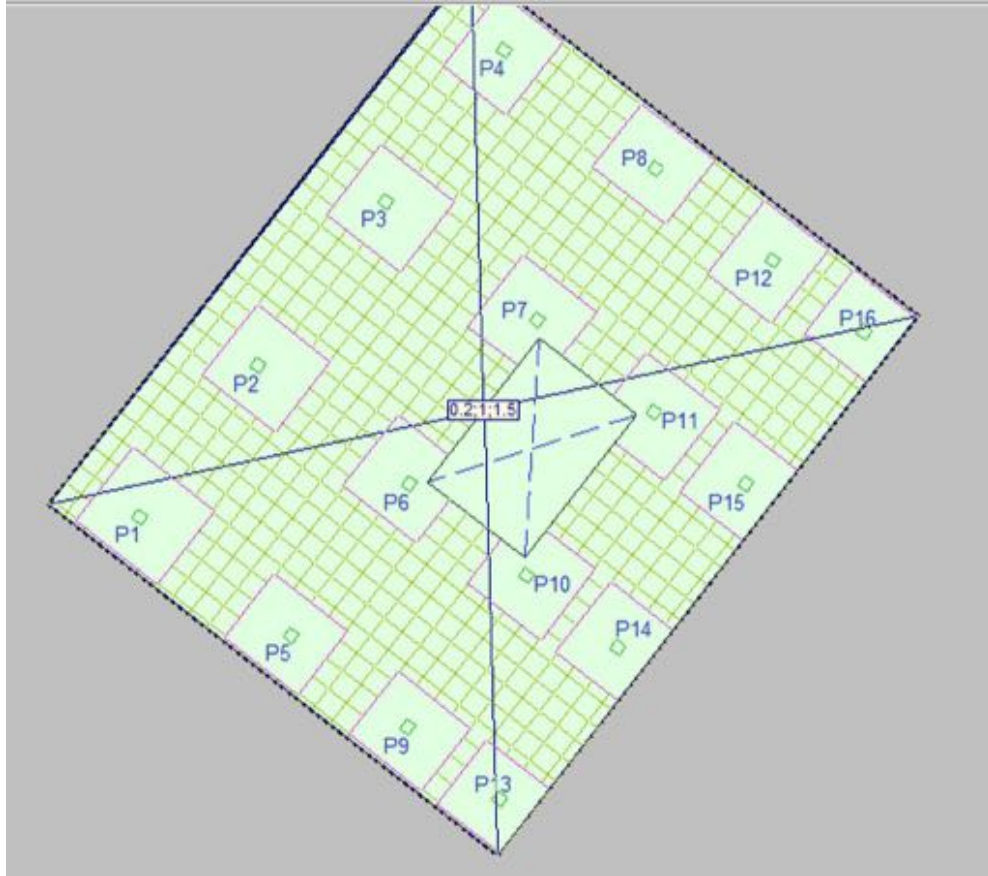


Figura 18. Cargas Permanentes y variables en Cype.

5.6.2. Resto de cargas.

5.6.2.1. Viento.

A partir de los datos introducidos en el software de cálculo Cype [12] de ubicación de la obra y grado de aspereza aplicara las cargas correspondientes al viento.

- Zona eólica: A
- Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática q_e que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE[7], en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p \quad (1)$$

Donde:

- q_b : presión dinámica ejercida por el viento según mapa eólico del Anejo D del DB-SE-AE[7]
- C_e : Coeficiente de exposición definido en base a las especificaciones en el Anejo D.2 del DB-SE-AE[7], en función de grado de aspereza y altitud.
- C_p : Coeficiente de presión en función de la esbeltez del edificio.

	Viento X			Viento Y		
q_b (kN/m ²)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)	esbeltez	c_p (presión)	c_p (succión)
0.420	0.16	0.70	-0.30	0.20	0.70	-0.30

Tabla 7. Cálculo coeficientes ejes x,y aportados por Cype[12].

Presión estática			
Planta	C_e (Coef. exposición)	Viento X (kN/m ²)	Viento Y (kN/m ²)
Forjado	1.34	0.561	0.561

Tabla 8. Presión estática en forjado en Cype[12].

Anchos de banda		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	20.50	24.40

Tabla 9. Ancho de banda, Cype[12].

Cargas de viento		
Planta	Viento X (kN)	Viento Y (kN)
2-Forjado	23.011	27.388

Tabla 10. Cargas de viento, Cype[12].

En base al artículo 3.3.2. del DB-SE-AE[7], se considera que las acciones del viento por planta actúan con una variación de excentricidad de $\pm 5\%$ en cada dirección del análisis.

5.6.2.2. Sismo.

En base a los datos impuestos en el software Cype [12] y la Norma de Construcción Sismorresistente, NC SE-02 [13], el programa realizara un análisis mediante espectros de respuesta. Un espectro de respuesta es un valor obtenido que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta. Cuando la

base del edificio entra en vibración esta se transmite a su estructura que también comienza a vibrar.

Por ejemplo, en un sistema completamente rígido, la vibración del edificio sería exactamente igual que la de su suelo. Pero las estructuras siempre tienen algo de elasticidad, la vibración no es la misma y tanto el periodo de vibración como las aceleraciones de base y estructura son diferentes.

El espectro elástico de respuesta, por tanto, muestra la aceleración máxima absoluta de la vibración de la estructura. En general, este valor de aceleración depende de dos factores fundamentalmente, la aceleración de la vibración a la que se somete la base y el periodo de oscilación de la estructura.

Cuando se realizan cálculos sísmicos es necesario establecer cual es el espectro elástico de respuesta de la estructura. La NC-SE [13] nos ofrecerá los siguientes valores que Cype introducirá automáticamente en sus cálculos.

En la Figura 19 vemos el mapa de peligrosidad sísmica, reflejado en NC SE-02 [13] en artículo 2.2:



Figura 19. Mapa peligrosidad sísmica. NC SE-02 [13]

La NC SE-02 [10] en el Anejo 1 nos ofrece una tabla resumen (Figura 20) donde nos ofrecen los valores de **K** (Coeficiente de contribución) y a_b (aceleración sísmica básica):

San Silvestre de Guzman	0,12 (1,3)	Jimena	0,06 (1,0)
Sanlúcar de Guadiana	0,13 (1,3)	Jódar	0,06 (1,0)
Santa Ana la Real	0,06 (1,3)	Lahiguera	0,05 (1,0)
Santa Bárbara de Casa	0,09 (1,3)	Larva	0,07 (1,0)
Santa Olalla del Cala	0,05 (1,3)	Linares	0,05 (1,0)
Trigueros	0,09 (1,2)	Lopera	0,05 (1,0)
Valdelarco	0,06 (1,3)	Lupión	0,06 (1,0)
Valverde del Camino	0,08 (1,2)	Mancha Real	0,07 (1,0)
Villablanca	0,13 (1,3)	Marmolejo	0,05 (1,0)
Villaiba del Alcor	0,08 (1,2)	Martos	0,07 (1,0)
Villanueva de las Cruces	0,09 (1,3)	Mengíbar	0,06 (1,0)
Villanueva de los Castillejos	0,11 (1,3)	Navas de San Juan	0,04 (1,0)
Villarrasa	0,08 (1,2)	Noalejo	0,11 (1,0)
Zalamea la Real	0,07 (1,3)	Peal de Becerro	0,06 (1,0)
Zufre	0,06 (1,3)	Pegalajar	0,07 (1,0)
Provincia de Jaén		Porcuna	0,06 (1,0)
Albánchez de Mágina	0,07 (1,0)	Pozo Alcón	0,08 (1,0)
Alcalá la Real	0,12 (1,0)	Quesada	0,07 (1,0)
Alcaudete	0,08 (1,0)	Rus	0,05 (1,0)
Andújar	0,05 (1,0)	Sabote	0,05 (1,0)
		Santiago de Calatrava	0,06 (1,0)
		Santiago Pontones	0,05 (1,0)
		Santisteban del Puerto	0,04 (1,0)

Figura 20. Valores de K y a_b según Municipios. NC SE-02 [10].

La aceleración sísmica de cálculo está definida en NC SE-02 [13] en artículo 2.2 como:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b \quad (2)$$

Definidos como:

- a_b : Aceleración Básica de Cálculo.
- ρ : Coef. Adimensional de riesgo.
- S : Coef. de amplificación del terreno.

Por lo tanto, los valores de sismicidad obtenidos y de aplicación en los cálculos son:

- **K** (Coeficiente de contribución = 1.
- Ductilidad (NC SE-02 [13], Tabla 3.1)= Ductilidad baja.
- Ω (Amortiguamiento NC SE-02 [13], Tabla 3.1) = 5.00%.
- ρ (edificación importancia normal) =1
- S ($0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$) = 1.60
- $a_c = 0.27g$.

Parámetros de cálculo en función del número de modos de vibración que intervienen en el análisis según NC SE-02 [13]:

- Fracción sobrecarga uso = 0.6.

- Fracción sobrecarga de nieve = 0.5.

5.7. Combinaciones de carga y estados límite.

Podemos definir como estado límite a la situación de cargas actuantes en edificios, que cuando se superan, se puede considerar que este no cumple algunas de las funciones para las que ha sido dimensionado.

Por lo tanto, una vez definidas todas las cargas que actuarán en nuestra estructura, es obligatorio comprobar una combinación de estas acciones en las que pueden actuar simultáneamente y generar una situación de carga crítica.

La EHE-08 [6] clasifica los siguientes estados límite:

- Estados Límite Últimos (ELU).
- Estado Límite de Servicio (ELS).

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

- **Situaciones persistentes o transitorias:**

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_{G^*} (G^*)_K + \gamma_P P_k + \gamma_Q Q_{k1} + \sum \gamma_Q \Psi_{0,i} Q_{k,i}; \quad (3)$$

- **Situaciones accidentales**

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_{G^*} (G^*)_K + \gamma_P P_k + \gamma_A A_k + \gamma_Q \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_Q \Psi_{2,i} Q_{k,i}; \quad (4)$$

- **Situaciones sísmicas:**

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_{G^*} (G^*)_K + \gamma_P P_k + \gamma_A A_{E,K} + \sum \gamma_Q \Psi_{2,i} Q_{k,i}; \quad (5)$$

Para ELS:

- **Combinaciones poco probables:**

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_{G^*} (G^*)_K + \gamma_P P_k + \gamma_Q Q_{k1} + \sum \gamma_Q \Psi_{0,i} Q_{k,i}; \quad (6)$$

- **Combinaciones para situaciones frecuentes:**

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_{G^*} (G^*)_K + \gamma_P P_k + \gamma_Q \Psi_{1,1} Q_{k1} + \sum \gamma_Q \Psi_{2,i} Q_{k,i}; \quad (7)$$

- **Combinación situaciones cuasipermanentes:**

$$\sum \gamma_G G_k + \sum \gamma_{G^*} (G^*)_K + \gamma_P P_k + \sum \gamma_Q \Psi_{2,i} Q_{k,i}; \quad (8)$$

Donde los parámetros van definidos como:

- G_k Acción permanente.
- P_k Acción de pretensado.
- Q_k Acción variable.
- A_E Acción sísmica.
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes.
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado.
- γ_{Q_1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal.
- γ_{Q_i} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento.
- γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica.
- $\varphi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal.
- $\varphi_{a,1}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento.

5.7.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ).

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

- **Estado Límite Último de rotura. Hormigón → EHE-08 [6]**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
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

Tabla 11. E.L.U. de rotura. Cype.

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300

Tabla 12. E.L.U. de rotura. Cype.

- **Estado Límite de rotura. Hormigón en cimentaciones. → EHE-08 [6]. DB-SE-C[9].**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Tabla 13. E.L.U. de rotura. Cimentación. Cype

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300

Tabla 14. E.L.U. de rotura. Cimentación. Cype.

- Tensiones sobre el terreno.

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 15. Tensión característica. Cype.

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	-	-	-	-
Nieve (Q)	-	-	-	-
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Tabla 16. Transmisión mediante sismos. Cype.

- Desplazamientos.

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 17. Tensión característica. Cype.

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	-	-	-	-
Nieve (Q)	-	-	-	-
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Tabla 18. Acciones sísmicas. Cype.

6. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Una vez consideradas todas las acciones que interferirán en la estructura, exportamos el archivo de Revit a Cype. Previamente se debe cambiar el archivo .rvt a .IFC, el cual puede ser abierto por el software de cálculo.

La información que Cype recibe es capaz de clasificarla con su dimensionamiento y función pero carece de información relevante sobre la estructura. Siendo este el que nos ofrezca resultados frente a las cargas citadas anteriormente. Esto quiere decir que una vez introducidas las cargas el programa calculará y nos ofrecerá datos relevantes. En la Figura 21 vemos un 3D inicial de la estructura dispuesta en Cype:

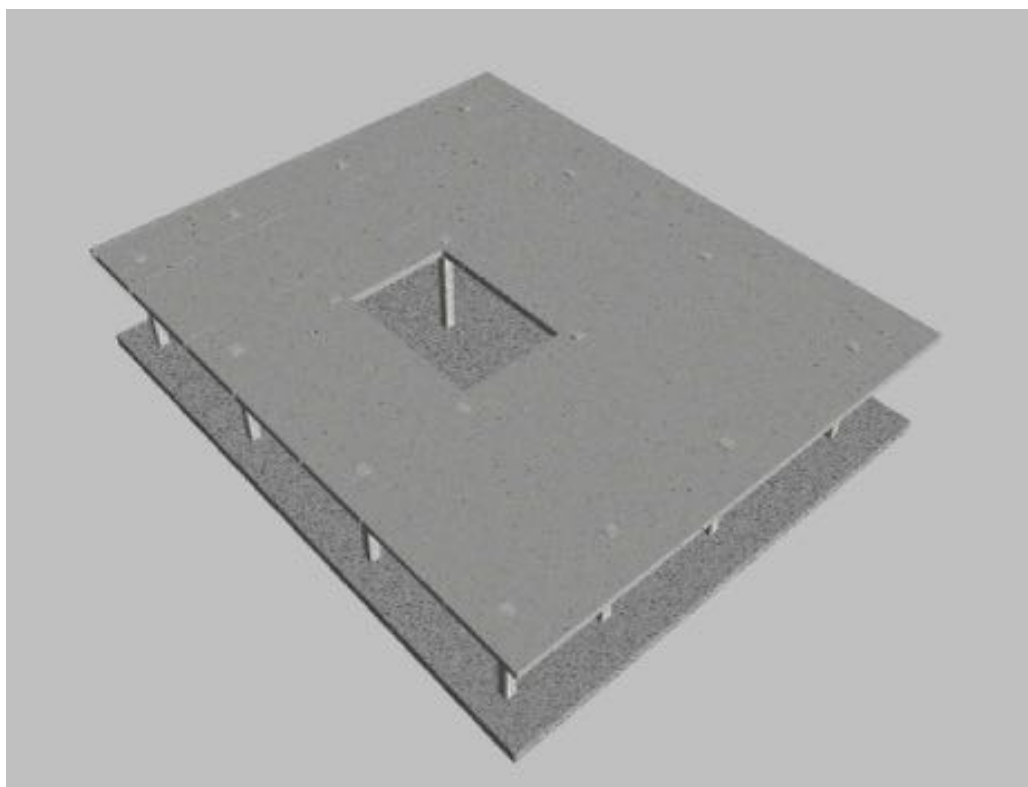


Figura 21. Recorte 3D. Cype.

6.1. Cimentación.

En este epígrafe se determinará el comportamiento del suelo y la tensión admisible para dimensionar la cimentación de nuestra estructura.

La empresa IGEA Consultoría y Laboratorio se dedica a realizar estudios para determinar las características del suelo. Por motivos que se desconocen, la empresa no deja escanear convenientemente el informe, por lo que se adjuntan estas imágenes mal hechas. En el año 2005 realizó un estudio para un proyecto de vivienda en el paseo de

Linarejos. Estas viviendas se encuentran muy próximas al emplazamiento del edificio a dimensionar, por lo que nos servirá para asemejar el comportamiento de nuestro suelo al estudio realizado por la empresa. En la Figura 22 se observa el sondeo, donde se muestra la profundidad de este y la litología atravesada.

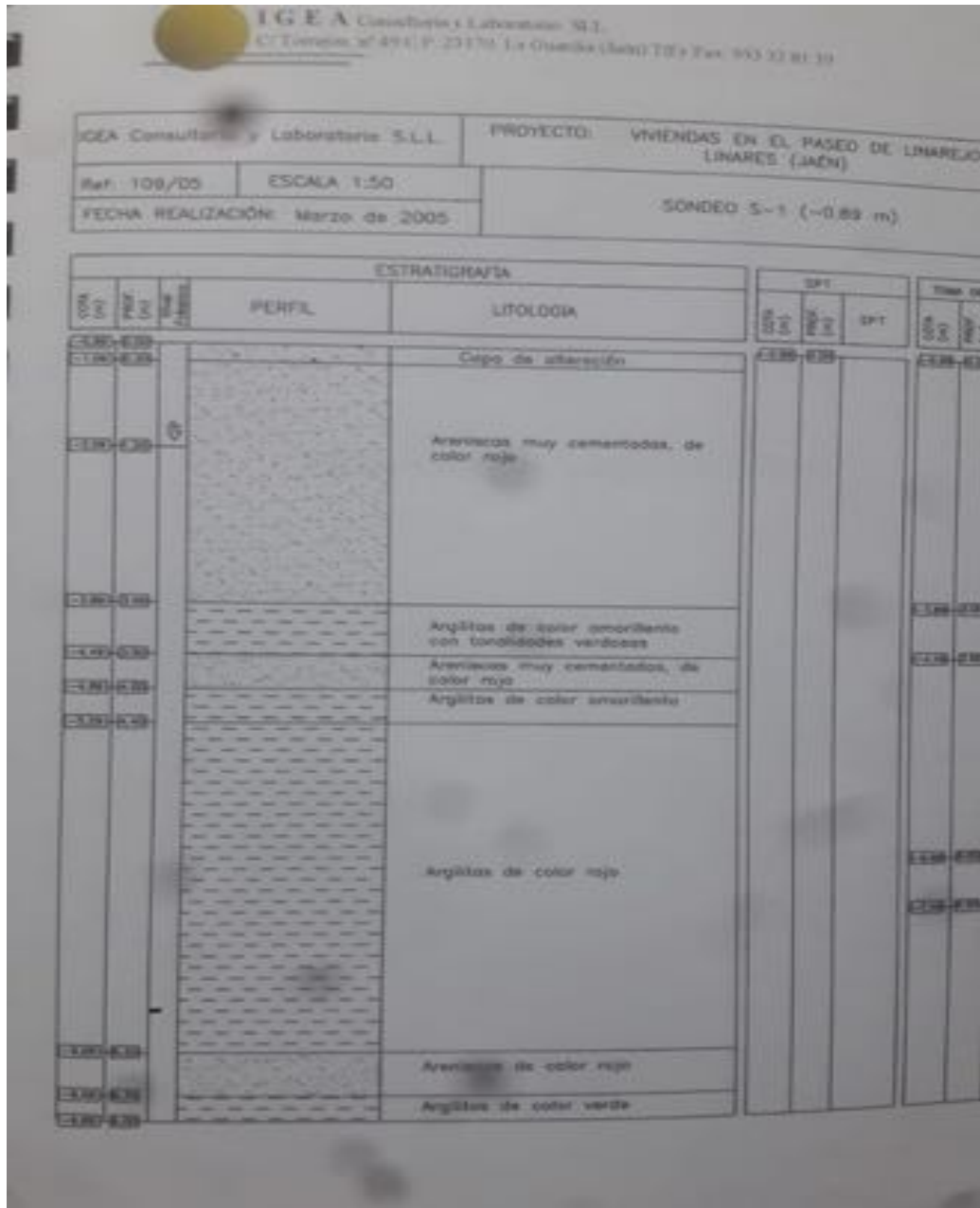


Figura 22. Informe sondeo realizado por IGEA.

Si se observa la Figura 17 se observa el siguiente perfil geológico:

- Cota -0,20 m - Cota -3,00 m → Areniscas rojas muy cementadas.
- Cota -3,00 m - Cota -3,60 m → Argilitas amarillentas.
- Cota -3,60 m – Cota -4,00 m → Areniscas rojas muy cementadas.
- Cota -4,00 m – Cota -4,40 m → Argilitas amarillentas.
- Cota -4,40 m – Cota -6,20 m → Argilitas rojas.

- Cota -6,20 m – Cota -6,70 m → Areniscas rojas.
- Cota -6,70 m – Cota -9,00 m → Argilitas verdes.

La empresa realiza también unos ensayos de tomografía eléctrica y sísmica de refracción. La tomografía eléctrica es un método de resistividad multielectródico, basado en la modelización 2-D de la resistividad del terreno mediante el empleo de técnicas numéricas. En la sísmica de refracción consiste en determinar los tiempos de recorrido de las ondas P (Primarias), longitudinales o compresionales, desde un punto conocido (Fuente Sísmica) hasta los geófonos y así determinar la velocidad de propagación midiendo la fracturación, grado de compactación...etc.

Se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 23, 24), y conclusiones (Figura 25):

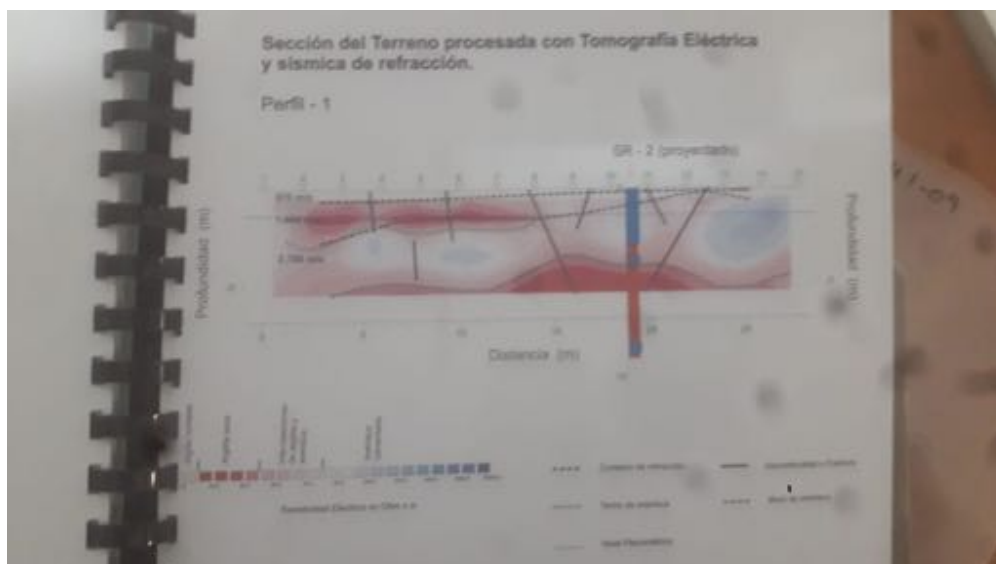


Figura 23. Ensayo de Tomografía Eléctrica y Sísmica de Refracción.

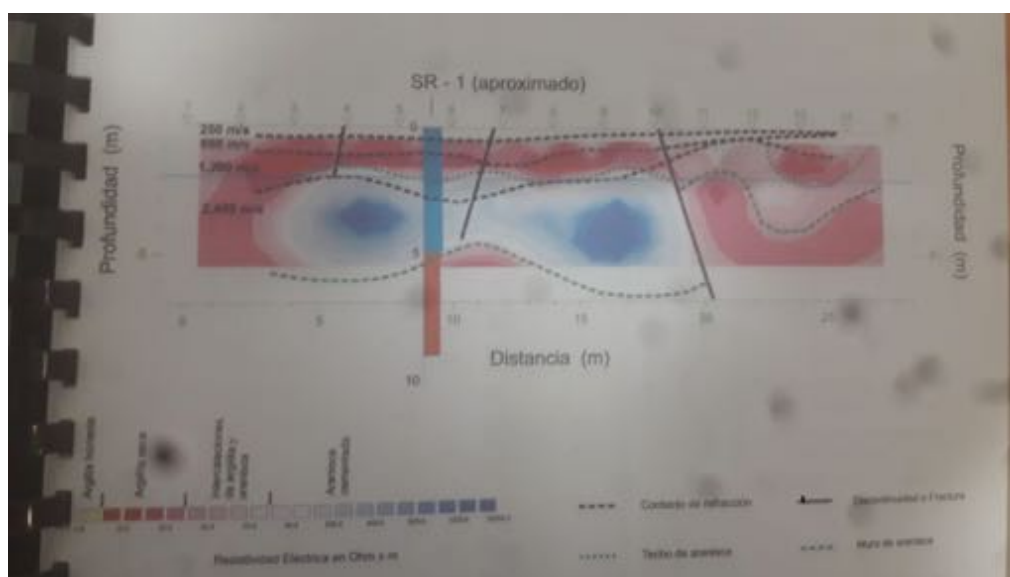


Figura 24. Ensayo de Tomografía Eléctrica y Sísmica de Refracción.

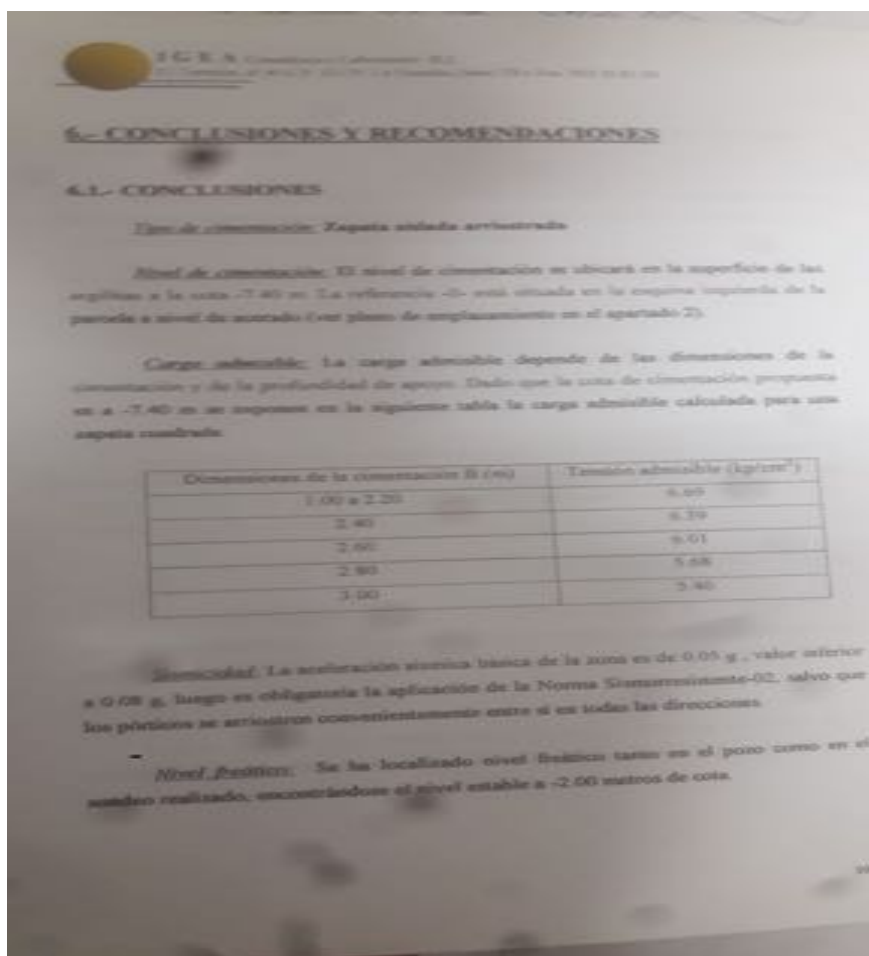


Figura 25. Conclusiones Empresa IGEA.

Las conclusiones aportadas por la empresa IGEA corresponden a una cimentación mediante zapatas y los cálculos referentes a la tensión admisible del terreno corresponden a dicha cimentación. El nivel de cimentación se ubica en la superficie de las argilitas a una cota -7,40. La carga admisible del terreno depende de las dimensiones y de la profundidad del apoyo y obtiene la siguiente tabla resumen (Tabla 19):

Dimensiones de la cimentación (m)	Tensión Admisible (kp/cm ²)
1,00 – 2,20	6,69
2,40	6,39
2,60	6,01
2,80	5,68
3,00	5,40

Tabla 19. Tabla resumen IGEA

La cota de cimentación del Intercambiador será de 0,50 m por debajo de la cota de rasante del edificio a 415,50 m. Hay que destacar que los cálculos vistos anteriormente por la empresa IGEA, están realizados en base a zapatas y a una cota

de cimentación de -7,40 m. La cimentación del edificio a dimensionar será una cimentación superficial ya que solo contaremos con una planta de altura y no transmitiremos mucha carga al terreno. Considerando esto basaremos los datos de tensión admisible del terreno de 5 kp/cm². Este valor será suficiente para afrontar los cálculos ya que para una cota de 1,00 m -1,20 obtenemos una tensión admisible de hasta 6,69 kp/cm²

6.2. Pilares.

La distribución de los pilares estará limitada a los diseños de arquitectura por lo quedaran fijos después de la exportación de Revit. Para la estimación de la sección de los pilares utilizaremos el método sugerido por Nilson y Winter. Este método propone que las dimensiones de los pilares se controlan principalmente por cargas axiales, sabiendo que la presencia de momentos incrementaría el área necesaria. Si por ejemplo, el pilar se encuentra en una zona exterior el momento que sufre el pilar es considerable y se debería incrementar casi un 50% el área de este.

Por lo tanto, se realiza una estimación de mayoración α que dependerá de la situación del pilar aplicado en la siguiente expresión:

$$A = \alpha \cdot \frac{P}{f_{ck}}; \quad (9)$$

Donde:

α = Coeficiente según tabla:

Situación del pilar	α
Pilar interior en primeras plantas	3,3
Pilar interior en últimas plantas, si hay más de 5 plantas	4,0
Pilar extremo	4,6
Pilar de esquina	6,0

P = Carga que recibe el pilar sin mayorar (se tomara la suma de todas las cargas superficiales aplicadas en los apartados anteriores $\rightarrow 2.7 \text{ kN/m}^2$).

f_{ck} = Valor característico del hormigón (25 MPa).

Obtenemos un valor a través de la ecuación 7 de 0.1296 m². Utilizando una sección cuadrada obtenemos un valor de 0.36 m de lado, el cual aproximaremos a 0.4 m.

6.3. Forjados.

Realizamos un predimensionamiento del forjado calculando un canto mínimo en base a la EHE-08[6] en el Artículo 50.2.2.1. El cálculo de la flecha será necesario en función de la relación entre luz y canto sea mayor que el valor indicado en la tabla 50.2.2.1. de la EHE-08[6]:

Sistema estructural l/d	K	Elementos fuertemente armados: $\rho = 1,5\%$	Elementos débilmente armados $\rho = 0,5\%$
Viga simplemente apoyada. Losa uni o bidireccional simplemente apoyada	1,00	14	20
Viga continua ¹ en un extremo. Losa unidireccional continua ^{1,2} en un solo lado	1,30	18	26
Viga continua ¹ en ambos extremos. Losa unidireccional o bidireccional continua ^{1,2}	1,50	20	30
Recuadros exteriores y de esquina en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,15	16	23
Recuadros interiores en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,20	17	24
Voladizo	0,40	6	8

Tabla 20. Relación entre luz y canto. EHE-08[6].

La relación entre el valor la luz (2.8 m) máxima de voladizo en el diseño y el coeficiente en voladizo (8) en base a EHE-08 [6] es un canto mínimo de forjado de 0.35 m. Por lo tanto, se dimensionará un canto mínimo de 0.35 m. El forjado será tipo reticular con casetón perdido. Se efectuará una armadura de refuerzo en las proximidades de los pilares para aumentar la resistencia a punzonamiento (Figura 26).

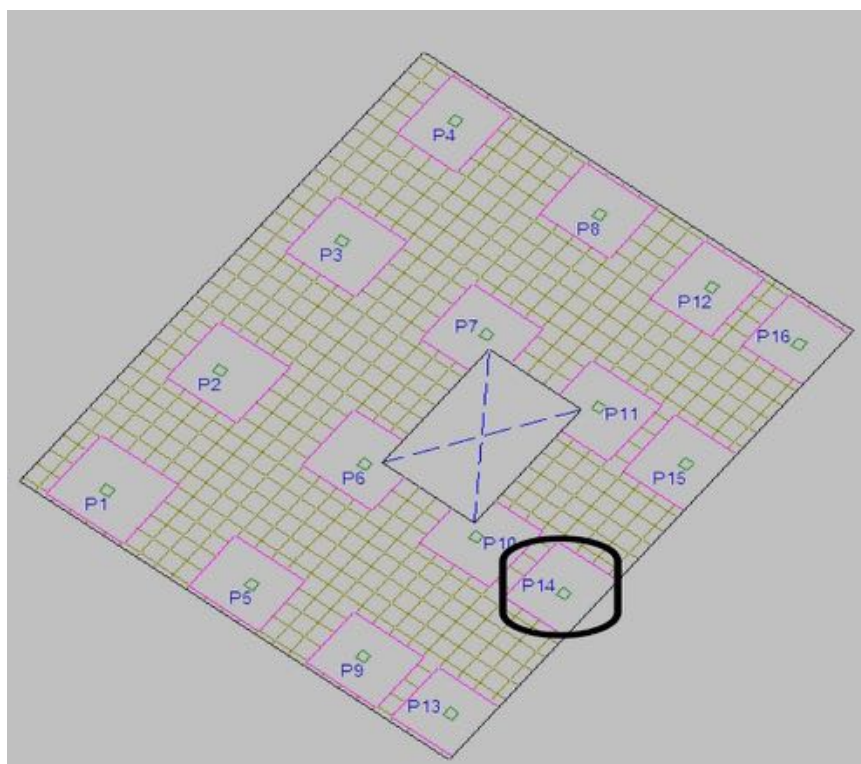


Figura 26. Recorte en planta en Cype con ábacos de refuerzo.

7. COMPROBACIÓN DE PILAR.

Introducidos ya todos los aspectos relevantes sobre la estructura en el software de cálculo Cype, como cargas, tipos de forjados, armaduras base, ábacos...etc. Procedemos a calcular la estructura. El programa nos proporcionará el resultado de la estructura frente a la combinación de cargas mencionadas con anterioridad. También nos ofrecerá un dimensionado de armaduras de los elementos de hormigón, junto a las comprobaciones de desplazamientos y esfuerzos en los estados límite.

En la Figura 27 podremos ver una comparación, de cómo se deforma nuestra estructura, entre el peso propio y cargas muertas y con una combinación total de las acciones:

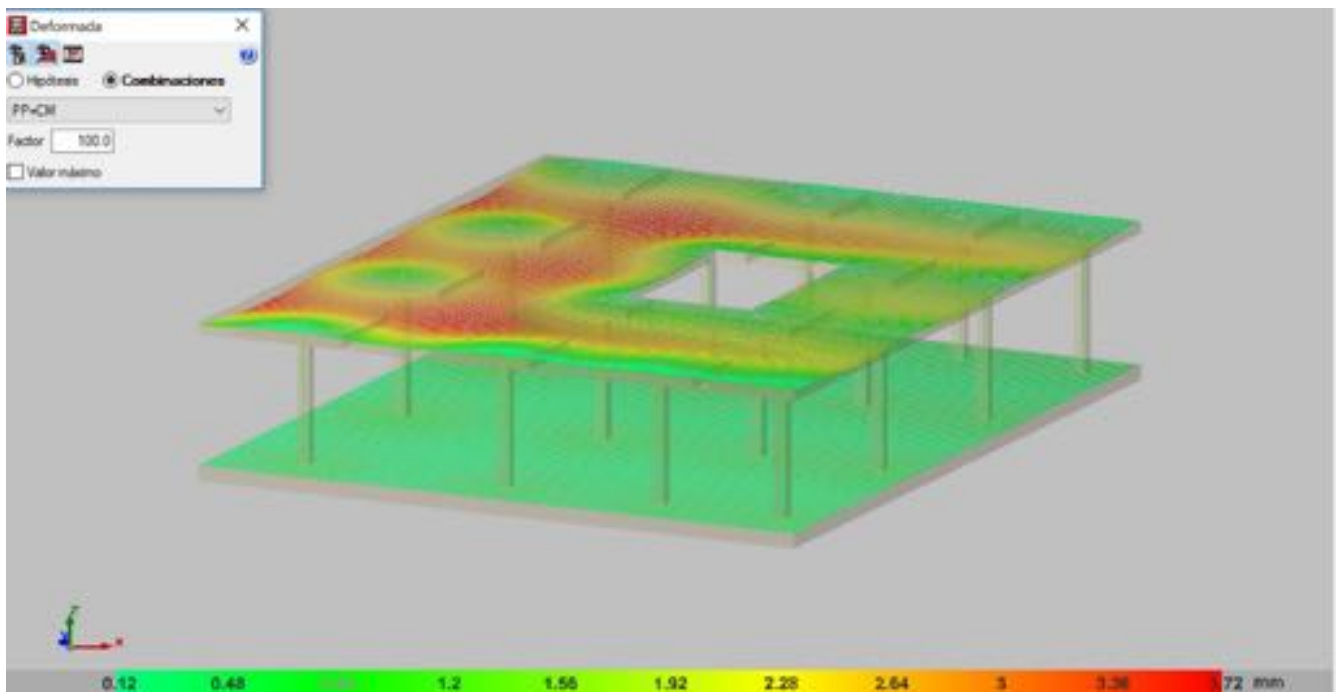


Figura 27. Deforma PP y CM. Cype

Observamos en la Figura 28 que cuando actúan una combinación máxima de acciones la estructura sufre deformaciones hasta un máximo de 5.17 mm. Valores aceptados en el apartado 4.3.3 Deformaciones – 4.3.3.1. Flechas del CTE- DB-SE [7].

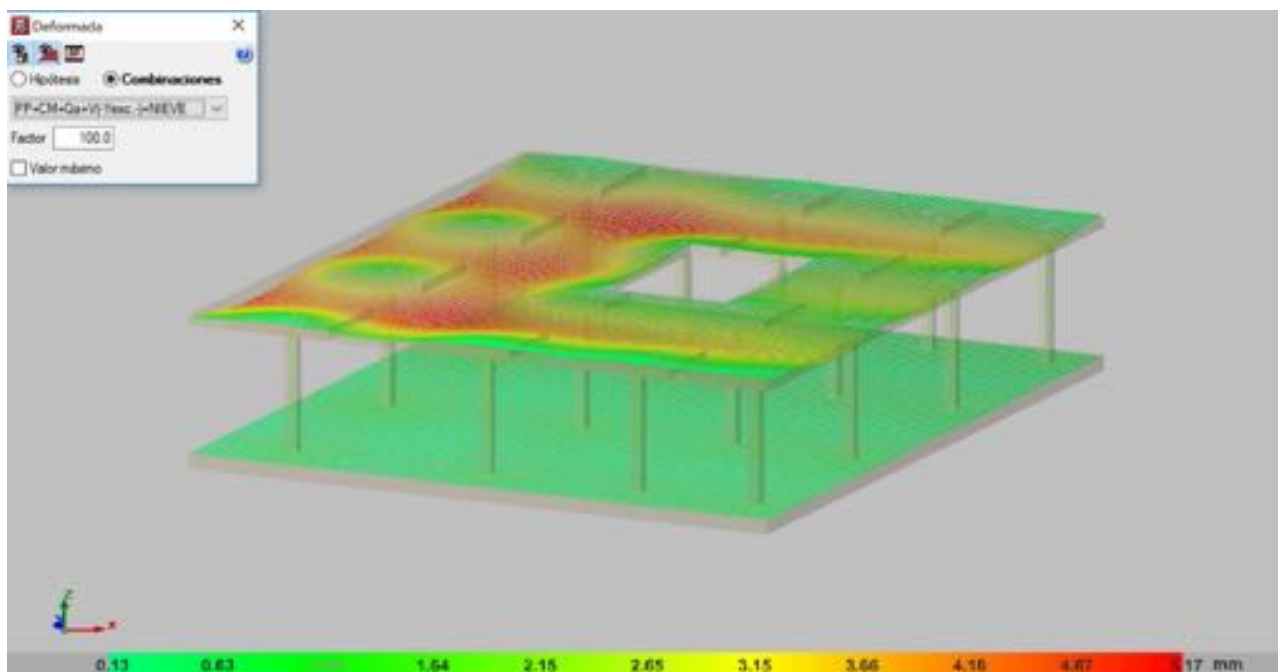


Figura 28. Deformada con combinación de acciones. Cype.

Este apartado nos dice que cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones o placas) o pavimentos rígidos sin juntas.
- 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos sin juntas.
- 1/300 para el resto de casos

Nuestro caso sería para el caso a) y la relación existente es mucho menor que para la flecha máxima obtenida de 5,17 mm

La armadura en los pilares será la misma todos con la siguiente configuración:

- Armadura Longitudinal → 8 redondos del 16.
- Armadura Transversal → 1 redondo del 6 cada 0,30 m.

En las Figura 29 y 30 visualizaremos la armadura del pilar dispuesta por Cype:

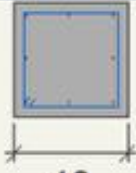
		P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15 y P16
2-Forjado	4.5 m	 40 L: 4Ø16 + X2Ø16 + Y2Ø16 T: 1eØ6
	4 m	
	3.65 m	
	0.6 m	
0-Nivel Base Cimentación	0 m	 L: 4Ø16 + X2Ø16 + Y2Ø16 T: 1eØ6

Figura 29. Armadura de pilares. Cype.

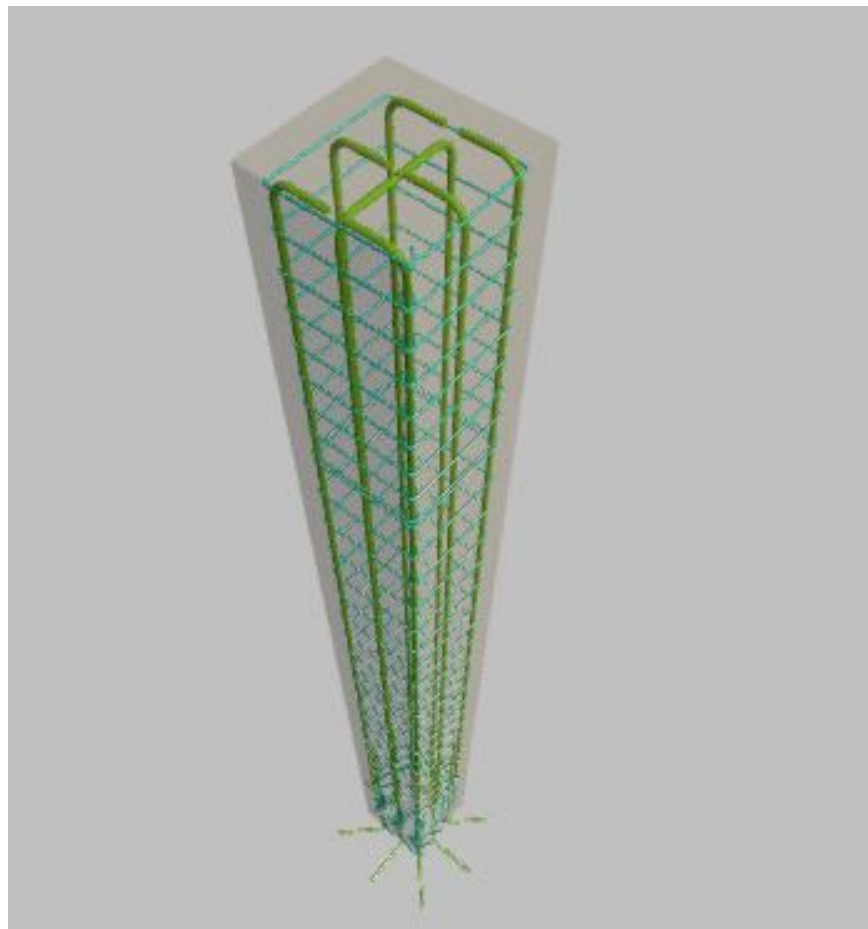


Figura 30. Imagen 3D armadura de pilares. Cype.

7.1. Comprobación a mano de pilar.

En este apartado haremos unas comprobaciones en base a lo estudiado en la asignatura de Hormigón Armado de la carrera. Elegiremos el pilar más solicitado de nuestra estructura con el armado correspondiente en Cype y veremos si las comprobaciones de Cype son las correctas.

La localización del pilar se muestra en las Figuras 31 y 32:

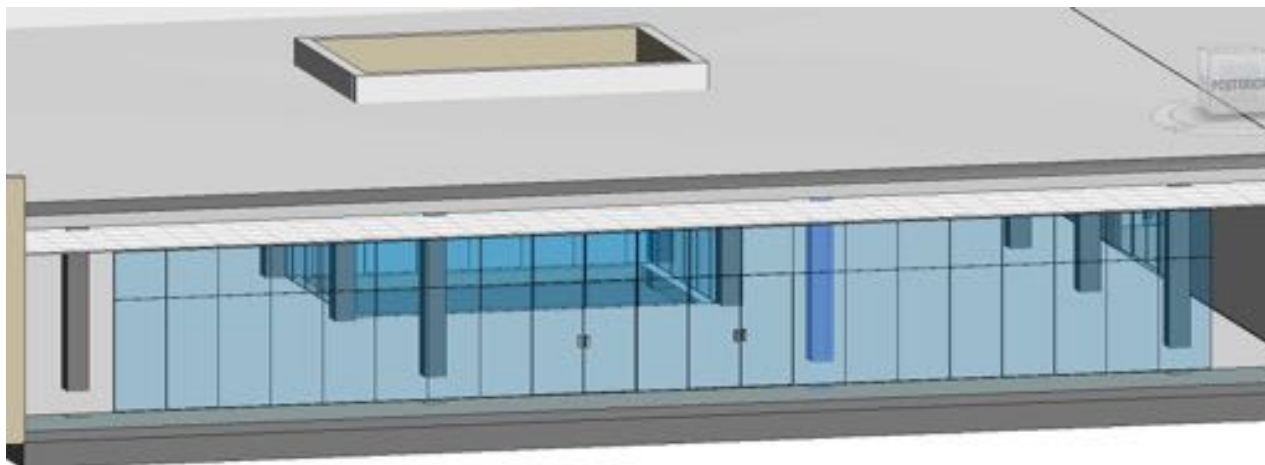


Figura 31. Recorte 3D pilar más solicitado. Revit.

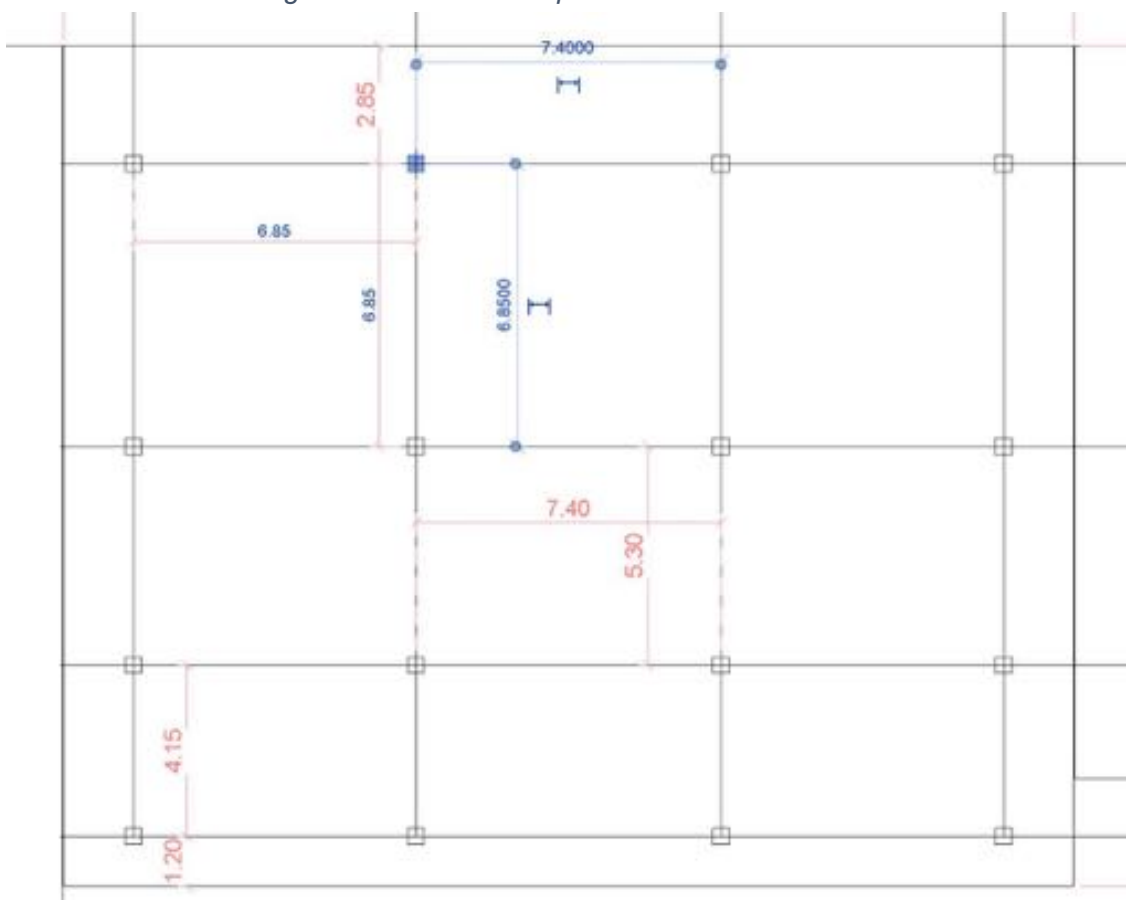


Figura 32. Recorte en planta. Revit.

I. Comprobación bajo máxima compresión:

La máxima compresión se dará con todo el forjado cargado, formado por las cargas permanentes (G_k) y las cargas variables (Q_k). Estas son como ya hemos mencionado anteriormente de 1,5 kN/m² y 1,2 kN/m² respectivamente, por lo tanto:

$$N_d = (\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_k) \cdot Area; \quad (10)$$

$$N_d = (1,5 \cdot 1,5 + 1,6 \cdot 1,3) \cdot Area = 195,66 \text{ kN}. \quad (11)$$

Esbeltez:

$$d = \frac{\alpha L}{\frac{h}{\sqrt{12}}}; \quad (12)$$

$$d = \frac{\alpha L}{\frac{h}{\sqrt{12}}} = 38,97 \begin{cases} < 100 \\ > 35 \end{cases} \rightarrow \text{Método aproximado}. \quad (13)$$

Pandeo:

$$e_e = e_{max} \begin{cases} h/20 \rightarrow e_e = 20 \text{ mm}; \\ 20 \end{cases} \quad (14)$$

$$e_a = (1 + 0,12\beta)(\varepsilon_y + \varepsilon) \frac{h+20e_e}{h+10e_e} \cdot \frac{(\alpha L)}{50i} \rightarrow \begin{cases} \beta = 1 \\ \varepsilon_y = 0,002; \\ \varepsilon = 0,003 \end{cases} \quad (15)$$

$$e_a = 3,23 \text{ cm}; \quad (16)$$

$$e_{Total} = e_a + e_e = 3,23 + 2 = 5,23 \text{ cm}; \quad (17)$$

Por lo tanto:

$$M_d = N_d \cdot e_a = 10,23 \text{ kNm}; \quad (18)$$

❖ Comprobamos el armado.

○ Empezamos suponiendo flexión compuesta:

$$e_1 = e + d + \frac{h}{2} = 0,0523 + 0,26 - \frac{0,4}{2} = 0,113 \text{ m}; \quad (19)$$

$$M_d = N_d \cdot e_1 = 22,10 \text{ kNm}; \quad (20)$$

$$U_0 = 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 0,85 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{1,5} \cdot 400 \cdot 360 = 1473,3 \text{ N}; \quad (21)$$

$$W_{im} = 0,375 \cdot U_0 \cdot d = 0,375 \cdot 1473,3 \cdot 0,26 = 143,64 \text{ kNm}; \quad (22)$$

Como $W_{im} > M_e$:

$$U_{s2} = \frac{W_{im} - M_e}{d - d'} = 578,76 \text{ kN}; \quad (23)$$

$$U_{s1} = 0,5 \cdot U_0 + U_{s2} - N_d = -139,19 \text{ kN} < 0 \rightarrow \text{Es compresión.} \quad (24)$$

○ **Compresión compuesta:**

$$M_{d'} = \left(N_d - U_0 \frac{h}{d} \right) \cdot \left(d - \frac{h}{2} \right) = -124,21 \text{ kN}; \quad (25)$$

$$M_d > M_{d'} \rightarrow U_{s1} = 0; \quad (1)$$

Por lo tanto U_{s2} :

$$U_{s2} = N_d - U_0 \cdot \left(\frac{h}{d} - 1 \right) \left[1 + \sqrt{1 + 2d \frac{N_d \left(d - \frac{h}{2} \right) - M_d}{U_0 (h - d)^2}} \right]; \quad (2)$$

$$U_{s2} = 77,32 \text{ kN} \rightarrow \text{CUMPLE A COMPRESIÓN.} \quad (3)$$

II. Comprobación bajo máxima flexión.

$$N_d = (1,5 \cdot 1,5 + 1,6 \cdot 1,3) \cdot 6,5 \cdot 2 + (1,5 \cdot 6,85 \cdot 2,85) = 110,69 \text{ kN} \quad (28)$$

$$M_d = (1,5 \cdot 1,5 + 1,6 \cdot 1,3) \cdot 6,5 \cdot 2 + (1,5 \cdot 6,85 \cdot 2,85) \cdot 0,4 = 38,75 \text{ kNm} \quad (29)$$

❖ Comprobamos el armado:

- Pandeo (hemos comprobado anteriormente que estamos en el método aproximado):

$$e_e = \frac{M_d}{N_d} = 0,35 \text{ m.} \quad (30)$$

$$e_a = (1 + 0,12\beta)(\varepsilon_y + \varepsilon) \frac{h+20e_e}{h+10e_e} \cdot \frac{(\alpha L)}{50i} \rightarrow \begin{cases} \beta = 1 \\ \varepsilon_y = 0,002 \\ \varepsilon = 0,003 \end{cases} \quad (31)$$

$$e_{Total} = e_a + e_e = 432 \text{ mm}; \quad (32)$$

Por lo que:

$$M_d = N_d \cdot e_{Total} = 47,81 \text{ kNm}; \quad (31)$$

$$e_1 = e + d + \frac{h}{2} = 0,432 + 0,26 - \frac{0,4}{2} = 0,492 \text{ m}; \quad (32)$$

$$M_e = N_d \cdot e_1 = 54,45 \text{ kNm}; \quad (33)$$

Como $W_{im} > M_e$:

$$U_{s2} = \frac{W_{im} - M_e}{d - d'} = 405,4 \text{ kN}; \quad (34)$$

$$U_{s1} = 0,5 \cdot U_0 + U_{s2} - N_d = 352,77 \text{ kN} \rightarrow \text{CUMPLE A FLEXIÓN.} \quad (35)$$

III. Cuantías Mínimas.

$$V_{mecánica} \geq 0,04 \cdot U_0 = 0,04 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-3}}{1,5} \cdot 400 \cdot 360 = 69,3 \frac{\text{kN}}{\text{cara}}. \text{ OK} \quad (36)$$

$$V_{mecánica} \geq 0,04 \cdot N_D = 5,5 \frac{\text{kN}}{\text{cara}}. \text{ OK} \quad (37)$$

$$V_{geométrica} \geq 1,8\% \cdot A_c f_{yd} = \frac{1,8}{1000} \cdot 400 \cdot 400 \cdot 0,435 = 125,28 \frac{\text{kN}}{\text{cara}}. \text{ OK} \quad (38)$$

$$V_{geométrica} \geq 4\% \cdot A_c f_{yd} = \frac{4}{1000} \cdot 400 \cdot 400 \cdot 0,400 = 125,28 \frac{\text{kN}}{\text{Total}}; \quad (39)$$

Se han considerado las cuantías relativas a compresión y a flexión para cumplir ambas hipótesis de cálculo, por lo que siempre cumpliremos. Todos los cálculos reflejados anteriormente están basados en la norma EHE-08 [6]

8. LISTADOS DATOS DE OBRA CYPE.

A continuación, se muestran las comprobaciones de los elementos estructurales realizados por Cype:

8.1. Hipótesis de carga.

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-	
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	NIEVE	Nieve

8.2. Listados de carga.

Cargas especiales introducidas en kN, kN/m y kN/m².

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
2-Forjado	Peso propio	Superficial	1.50	(27.84,17.22) (11.81,29.76) (-3.29,10.46) (12.74,-2.08) (12.86,-1.93)
	Cargas muertas	Lineal	1.13	(-3.04,10.24) (12.01,29.60)
	Cargas muertas	Lineal	1.13	(12.63,-1.99) (27.68,17.36)
	Cargas muertas	Lineal	1.13	(10.00,11.19) (14.26,16.68)
	Cargas muertas	Lineal	1.13	(14.27,16.71) (17.98,13.78)
	Cargas muertas	Lineal	1.13	(17.98,13.77) (13.69,8.30)
	Cargas muertas	Lineal	1.13	(13.66,8.30) (9.99,11.17)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
	Sobrecarga de uso	Superficial	1.00	(27.84,17.22) (11.81,29.76) (-3.29,10.46) (12.74,-2.08) (12.86,-1.93)
	NIEVE	Superficial	0.20	(27.84,17.22) (11.81,29.76) (-3.29,10.46) (12.74,-2.08) (12.86,-1.93)

8.3. Combinaciones

8.3.1. Nombre de las hipótesis.

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
V(+X exc.+)	Viento +X exc.+
V(+X exc.-)	Viento +X exc.-
V(-X exc.+)	Viento -X exc.+
V(-X exc.-)	Viento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Viento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Viento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Viento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Viento -Y exc.-
NIEVE	NIEVE
SX	Sismo X
SY	Sismo Y

8.3.2. E.L.U. de rotura. Hormigón.

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	NIEVE	SX	SY
1	1.000	1.000												
2	1.350	1.350												
3	1.000	1.000	1.500											
4	1.350	1.350	1.500											
5	1.000	1.000		1.500										
6	1.350	1.350		1.500										
7	1.000	1.000	1.050	1.500										
8	1.350	1.350	1.050	1.500										
9	1.000	1.000	1.500	0.900										
10	1.350	1.350	1.500	0.900										
11	1.000	1.000			1.500									
12	1.350	1.350			1.500									
13	1.000	1.000	1.050		1.500									
14	1.350	1.350	1.050		1.500									
15	1.000	1.000	1.500		0.900									
16	1.350	1.350	1.500		0.900									
17	1.000	1.000				1.500								
18	1.350	1.350				1.500								
19	1.000	1.000	1.050			1.500								
20	1.350	1.350	1.050			1.500								
21	1.000	1.000	1.500			0.900								
22	1.350	1.350	1.500			0.900								
23	1.000	1.000					1.500							
24	1.350	1.350					1.500							
25	1.000	1.000	1.050				1.500							
26	1.350	1.350	1.050				1.500							
27	1.000	1.000	1.500				0.900							
28	1.350	1.350	1.500				0.900							
29	1.000	1.000						1.500						
30	1.350	1.350						1.500						
31	1.000	1.000	1.050					1.500						
32	1.350	1.350	1.050					1.500						
33	1.000	1.000	1.500					0.900						
34	1.350	1.350	1.500					0.900						
35	1.000	1.000							1.500					
36	1.350	1.350							1.500					
37	1.000	1.000	1.050						1.500					
38	1.350	1.350	1.050						1.500					
39	1.000	1.000	1.500						0.900					
40	1.350	1.350	1.500						0.900					
41	1.000	1.000								1.500				
42	1.350	1.350								1.500				
43	1.000	1.000	1.050							1.500				
44	1.350	1.350	1.050							1.500				
45	1.000	1.000	1.500							0.900				
46	1.350	1.350	1.500							0.900				
47	1.000	1.000									1.500			
48	1.350	1.350									1.500			
49	1.000	1.000	1.050								1.500			
50	1.350	1.350	1.050								1.500			
51	1.000	1.000	1.500								0.900			
52	1.350	1.350	1.500								0.900			
53	1.000	1.000										1.500		
54	1.350	1.350										1.500		
55	1.000	1.000	1.050									1.500		
56	1.350	1.350	1.050									1.500		
57	1.000	1.000		0.900								1.500		
58	1.350	1.350		0.900								1.500		
59	1.000	1.000	1.050	0.900								1.500		
60	1.350	1.350	1.050	0.900								1.500		
61	1.000	1.000			0.900							1.500		
62	1.350	1.350			0.900							1.500		
63	1.000	1.000	1.050		0.900							1.500		
64	1.350	1.350	1.050		0.900							1.500		
65	1.000	1.000				0.900						1.500		
66	1.350	1.350				0.900						1.500		
67	1.000	1.000	1.050			0.900						1.500		

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	NIEVE	SX	SY
68	1.350	1.350	1.050			0.900						1.500		
69	1.000	1.000					0.900					1.500		
70	1.350	1.350					0.900					1.500		
71	1.000	1.000	1.050				0.900					1.500		
72	1.350	1.350	1.050				0.900					1.500		
73	1.000	1.000						0.900				1.500		
74	1.350	1.350						0.900				1.500		
75	1.000	1.000	1.050					0.900				1.500		
76	1.350	1.350	1.050					0.900				1.500		
77	1.000	1.000							0.900			1.500		
78	1.350	1.350							0.900			1.500		
79	1.000	1.000	1.050						0.900			1.500		
80	1.350	1.350	1.050						0.900			1.500		
81	1.000	1.000								0.900		1.500		
82	1.350	1.350								0.900		1.500		
83	1.000	1.000	1.050							0.900		1.500		
84	1.350	1.350	1.050							0.900		1.500		
85	1.000	1.000									0.900	1.500		
86	1.350	1.350									0.900	1.500		
87	1.000	1.000	1.050								0.900	1.500		
88	1.350	1.350	1.050								0.900	1.500		
89	1.000	1.000	1.500									0.750		
90	1.350	1.350	1.500									0.750		
91	1.000	1.000		1.500								0.750		
92	1.350	1.350		1.500								0.750		
93	1.000	1.000	1.050	1.500								0.750		
94	1.350	1.350	1.050	1.500								0.750		
95	1.000	1.000	1.500	0.900								0.750		
96	1.350	1.350	1.500	0.900								0.750		
97	1.000	1.000			1.500							0.750		
98	1.350	1.350			1.500							0.750		
99	1.000	1.000	1.050		1.500							0.750		
100	1.350	1.350	1.050		1.500							0.750		
101	1.000	1.000	1.500		0.900							0.750		
102	1.350	1.350	1.500		0.900							0.750		
103	1.000	1.000				1.500						0.750		
104	1.350	1.350				1.500						0.750		
105	1.000	1.000	1.050			1.500						0.750		
106	1.350	1.350	1.050			1.500						0.750		
107	1.000	1.000	1.500			0.900						0.750		
108	1.350	1.350	1.500			0.900						0.750		
109	1.000	1.000					1.500					0.750		
110	1.350	1.350					1.500					0.750		
111	1.000	1.000	1.050				1.500					0.750		
112	1.350	1.350	1.050				1.500					0.750		
113	1.000	1.000	1.500				0.900					0.750		
114	1.350	1.350	1.500				0.900					0.750		
115	1.000	1.000						1.500				0.750		
116	1.350	1.350						1.500				0.750		
117	1.000	1.000	1.050					1.500				0.750		
118	1.350	1.350	1.050					1.500				0.750		
119	1.000	1.000	1.500					0.900				0.750		
120	1.350	1.350	1.500					0.900				0.750		
121	1.000	1.000							1.500			0.750		
122	1.350	1.350							1.500			0.750		
123	1.000	1.000	1.050						1.500			0.750		
124	1.350	1.350	1.050						1.500			0.750		
125	1.000	1.000	1.500						0.900			0.750		
126	1.350	1.350	1.500						0.900			0.750		
127	1.000	1.000								1.500		0.750		
128	1.350	1.350								1.500		0.750		
129	1.000	1.000	1.050							1.500		0.750		
130	1.350	1.350	1.050							1.500		0.750		
131	1.000	1.000	1.500							0.900		0.750		
132	1.350	1.350	1.500							0.900		0.750		
133	1.000	1.000									1.500	0.750		
134	1.350	1.350									1.500	0.750		
135	1.000	1.000	1.050								1.500	0.750		
136	1.350	1.350	1.050								1.500	0.750		

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	NIEVE	SX	SY
137	1.000	1.000	1.500								0.900	0.750		
138	1.350	1.350	1.500								0.900	0.750		
139	1.000	1.000											-0.300	-1.000
140	1.000	1.000	0.300										-0.300	-1.000
141	1.000	1.000											0.300	-1.000
142	1.000	1.000	0.300										0.300	-1.000
143	1.000	1.000											-1.000	-0.300
144	1.000	1.000	0.300										-1.000	-0.300
145	1.000	1.000											-1.000	0.300
146	1.000	1.000	0.300										-1.000	0.300
147	1.000	1.000											0.300	1.000
148	1.000	1.000	0.300										0.300	1.000
149	1.000	1.000											-0.300	1.000
150	1.000	1.000	0.300										-0.300	1.000
151	1.000	1.000											1.000	0.300
152	1.000	1.000	0.300										1.000	0.300
153	1.000	1.000											1.000	-0.300
154	1.000	1.000	0.300										1.000	-0.300

8.3.3. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones.

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	NIEVE	SX	SY
1	1.000	1.000												
2	1.600	1.600												
3	1.000	1.000	1.600											
4	1.600	1.600	1.600											
5	1.000	1.000		1.600										
6	1.600	1.600		1.600										
7	1.000	1.000	1.120	1.600										
8	1.600	1.600	1.120	1.600										
9	1.000	1.000	1.600	0.960										
10	1.600	1.600	1.600	0.960										
11	1.000	1.000			1.600									
12	1.600	1.600			1.600									
13	1.000	1.000	1.120		1.600									
14	1.600	1.600	1.120		1.600									
15	1.000	1.000	1.600		0.960									
16	1.600	1.600	1.600		0.960									
17	1.000	1.000				1.600								
18	1.600	1.600				1.600								
19	1.000	1.000	1.120			1.600								
20	1.600	1.600	1.120			1.600								
21	1.000	1.000	1.600			0.960								
22	1.600	1.600	1.600			0.960								
23	1.000	1.000					1.600							
24	1.600	1.600					1.600							
25	1.000	1.000	1.120				1.600							
26	1.600	1.600	1.120				1.600							
27	1.000	1.000	1.600				0.960							
28	1.600	1.600	1.600				0.960							
29	1.000	1.000						1.600						
30	1.600	1.600						1.600						
31	1.000	1.000	1.120					1.600						
32	1.600	1.600	1.120					1.600						
33	1.000	1.000	1.600					0.960						
34	1.600	1.600	1.600					0.960						
35	1.000	1.000							1.600					
36	1.600	1.600							1.600					
37	1.000	1.000	1.120						1.600					
38	1.600	1.600	1.120						1.600					
39	1.000	1.000	1.600						0.960					
40	1.600	1.600	1.600						0.960					
41	1.000	1.000								1.600				
42	1.600	1.600								1.600				
43	1.000	1.000	1.120							1.600				
44	1.600	1.600	1.120							1.600				
45	1.000	1.000	1.600							0.960				
46	1.600	1.600	1.600							0.960				
47	1.000	1.000									1.600			
48	1.600	1.600									1.600			
49	1.000	1.000	1.120								1.600			
50	1.600	1.600	1.120								1.600			
51	1.000	1.000	1.600								0.960			
52	1.600	1.600	1.600								0.960			
53	1.000	1.000										1.600		
54	1.600	1.600										1.600		
55	1.000	1.000	1.120									1.600		
56	1.600	1.600	1.120									1.600		
57	1.000	1.000		0.960								1.600		
58	1.600	1.600		0.960								1.600		
59	1.000	1.000	1.120	0.960								1.600		
60	1.600	1.600	1.120	0.960								1.600		
61	1.000	1.000			0.960							1.600		
62	1.600	1.600			0.960							1.600		
63	1.000	1.000	1.120		0.960							1.600		
64	1.600	1.600	1.120		0.960							1.600		
65	1.000	1.000				0.960						1.600		
66	1.600	1.600				0.960						1.600		
67	1.000	1.000	1.120			0.960						1.600		

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	NIEVE	SX	SY
68	1.600	1.600	1.120			0.960						1.600		
69	1.000	1.000					0.960					1.600		
70	1.600	1.600					0.960					1.600		
71	1.000	1.000	1.120				0.960					1.600		
72	1.600	1.600	1.120				0.960					1.600		
73	1.000	1.000						0.960				1.600		
74	1.600	1.600						0.960				1.600		
75	1.000	1.000	1.120					0.960				1.600		
76	1.600	1.600	1.120					0.960				1.600		
77	1.000	1.000							0.960			1.600		
78	1.600	1.600							0.960			1.600		
79	1.000	1.000	1.120						0.960			1.600		
80	1.600	1.600	1.120						0.960			1.600		
81	1.000	1.000								0.960		1.600		
82	1.600	1.600								0.960		1.600		
83	1.000	1.000	1.120							0.960		1.600		
84	1.600	1.600	1.120							0.960		1.600		
85	1.000	1.000									0.960	1.600		
86	1.600	1.600									0.960	1.600		
87	1.000	1.000	1.120								0.960	1.600		
88	1.600	1.600	1.120								0.960	1.600		
89	1.000	1.000	1.600									0.800		
90	1.600	1.600	1.600									0.800		
91	1.000	1.000		1.600								0.800		
92	1.600	1.600		1.600								0.800		
93	1.000	1.000	1.120	1.600								0.800		
94	1.600	1.600	1.120	1.600								0.800		
95	1.000	1.000	1.600	0.960								0.800		
96	1.600	1.600	1.600	0.960								0.800		
97	1.000	1.000			1.600							0.800		
98	1.600	1.600			1.600							0.800		
99	1.000	1.000	1.120		1.600							0.800		
100	1.600	1.600	1.120		1.600							0.800		
101	1.000	1.000	1.600		0.960							0.800		
102	1.600	1.600	1.600		0.960							0.800		
103	1.000	1.000				1.600						0.800		
104	1.600	1.600				1.600						0.800		
105	1.000	1.000	1.120			1.600						0.800		
106	1.600	1.600	1.120			1.600						0.800		
107	1.000	1.000	1.600			0.960						0.800		
108	1.600	1.600	1.600			0.960						0.800		
109	1.000	1.000					1.600					0.800		
110	1.600	1.600					1.600					0.800		
111	1.000	1.000	1.120				1.600					0.800		
112	1.600	1.600	1.120				1.600					0.800		
113	1.000	1.000	1.600				0.960					0.800		
114	1.600	1.600	1.600				0.960					0.800		
115	1.000	1.000						1.600				0.800		
116	1.600	1.600						1.600				0.800		
117	1.000	1.000	1.120					1.600				0.800		
118	1.600	1.600	1.120					1.600				0.800		
119	1.000	1.000	1.600					0.960				0.800		
120	1.600	1.600	1.600					0.960				0.800		
121	1.000	1.000							1.600			0.800		
122	1.600	1.600							1.600			0.800		
123	1.000	1.000	1.120						1.600			0.800		
124	1.600	1.600	1.120						1.600			0.800		
125	1.000	1.000	1.600						0.960			0.800		
126	1.600	1.600	1.600						0.960			0.800		
127	1.000	1.000								1.600		0.800		
128	1.600	1.600								1.600		0.800		
129	1.000	1.000	1.120							1.600		0.800		
130	1.600	1.600	1.120							1.600		0.800		
131	1.000	1.000	1.600							0.960		0.800		
132	1.600	1.600	1.600							0.960		0.800		
133	1.000	1.000									1.600	0.800		
134	1.600	1.600									1.600	0.800		
135	1.000	1.000	1.120								1.600	0.800		
136	1.600	1.600	1.120								1.600	0.800		

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	NIEVE	SX	SY
137	1.000	1.000	1.600								0.960	0.800		
138	1.600	1.600	1.600								0.960	0.800		
139	1.000	1.000											-0.300	-1.000
140	1.000	1.000	0.300										-0.300	-1.000
141	1.000	1.000											0.300	-1.000
142	1.000	1.000	0.300										0.300	-1.000
143	1.000	1.000											-1.000	-0.300
144	1.000	1.000	0.300										-1.000	-0.300
145	1.000	1.000											-1.000	0.300
146	1.000	1.000	0.300										-1.000	0.300
147	1.000	1.000											0.300	1.000
148	1.000	1.000	0.300										0.300	1.000
149	1.000	1.000											-0.300	1.000
150	1.000	1.000	0.300										-0.300	1.000
151	1.000	1.000											1.000	0.300
152	1.000	1.000	0.300										1.000	0.300
153	1.000	1.000											1.000	-0.300
154	1.000	1.000	0.300										1.000	-0.300

8.3.4. Desplazamientos.

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)	NIEVE	SX	SY
1	1.000	1.000												
2	1.000	1.000	1.000											
3	1.000	1.000		1.000										
4	1.000	1.000	1.000	1.000										
5	1.000	1.000			1.000									
6	1.000	1.000	1.000		1.000									
7	1.000	1.000				1.000								
8	1.000	1.000	1.000			1.000								
9	1.000	1.000					1.000							
10	1.000	1.000	1.000				1.000							
11	1.000	1.000						1.000						
12	1.000	1.000	1.000					1.000						
13	1.000	1.000							1.000					
14	1.000	1.000	1.000						1.000					
15	1.000	1.000								1.000				
16	1.000	1.000	1.000							1.000				
17	1.000	1.000									1.000			
18	1.000	1.000	1.000								1.000			
19	1.000	1.000										1.000		
20	1.000	1.000	1.000									1.000		
21	1.000	1.000		1.000								1.000		
22	1.000	1.000	1.000	1.000								1.000		
23	1.000	1.000			1.000							1.000		
24	1.000	1.000	1.000		1.000							1.000		
25	1.000	1.000				1.000						1.000		
26	1.000	1.000	1.000			1.000						1.000		
27	1.000	1.000					1.000					1.000		
28	1.000	1.000	1.000				1.000					1.000		
29	1.000	1.000						1.000				1.000		
30	1.000	1.000	1.000					1.000				1.000		
31	1.000	1.000							1.000			1.000		
32	1.000	1.000	1.000						1.000			1.000		
33	1.000	1.000								1.000		1.000		
34	1.000	1.000	1.000							1.000		1.000		
35	1.000	1.000									1.000	1.000		
36	1.000	1.000	1.000								1.000	1.000		
37	1.000	1.000											-1.000	
38	1.000	1.000	1.000										-1.000	
39	1.000	1.000											1.000	
40	1.000	1.000	1.000										1.000	
41	1.000	1.000												-1.000
42	1.000	1.000	1.000											-1.000
43	1.000	1.000												1.000
44	1.000	1.000	1.000											1.000

8.4. Datos geométricos pilares.

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(0.00, 10.04)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P2	(4.22, 15.44)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P3	(8.78, 21.27)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P4	(13.00, 26.66)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P5	(5.40, 5.82)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P6	(9.62, 11.22)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P7	(14.17, 17.05)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P8	(18.39, 22.44)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P9	(9.57, 2.56)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P10	(13.79, 7.95)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P11	(18.35, 13.78)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P12	(22.57, 19.18)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P13	(12.84, 0.00)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P14	(17.06, 5.40)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P15	(21.62, 11.22)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro
P16	(25.84, 16.62)	0-1	Sin vinculación exterior	52.0	Centro

8.5. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de Pandeo para cada planta.

Para todos los pilares						
Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
		Cabeza	Pie	X	Y	
1	40x40	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

8.6. Listado de paños.

Nombre	Descripción
80300512	ALSINA 30+5 NERVIO 12 SEP-NER 80 Casetón recuperable Peso propio: 4.042 kN/m² Canto: 35 cm Capa de compresión: 5 cm Intereje: 80 cm Anchura del nervio: 12 cm

9. LISTADO ARMADO DE PILARES.

9.1. Hormigón.

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	g_c	Árido		E_c (MPa)
				Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	25	1.30 a 1.50	Cuarcita	15	27264

9.2. Acero por elemento y posición.

Elemento	Acero	f_{yk} (MPa)	g_s
Todos	B 500 S	500	1.00 a 1.15

9.3. Armado de pilares.

Armado de pilares											
Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$											
Pilar	Geometría			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Esquina	Cara X	Cara Y	Cuánta (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)		
P1	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	62.6	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	62.6	Cumple
P2	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	46.5	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	46.5	Cumple
P3	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	46.2	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	46.2	Cumple
P4	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	61.2	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	61.2	Cumple
P5	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	53.8	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	53.8	Cumple
P6	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	38.8	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	38.8	Cumple
P7	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	39.4	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	39.4	Cumple
P8	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	53.1	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	53.1	Cumple
P9	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	50.1	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	50.1	Cumple
P10	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	40.5	Cumple

Armado de pilares											
Hormigón: HA-25, Yc=1.5											
Pilar	Geometría			Armaduras						Aprov (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos				
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuánta (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)		
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	40.5	Cumple
P11	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	40.8	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	40.8	Cumple
P12	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	50.2	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	50.2	Cumple
P13	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	54.7	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	54.7	Cumple
P14	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	32.6	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	32.6	Cumple
P15	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	32.7	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	32.7	Cumple
P16	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	15	53.9	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø16	2Ø16	1.01	1eØ6	-	53.9	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ e = estribo, r = rama											

9.4. Esfuerzo en pilares.

Tramo: Nivel inicial / nivel final del tramo entre plantas.

Los esfuerzos están referidos a los ejes locales del pilar.

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	231.2	-5.9	2.6	-3.9	1.2	-0.0	215.0	10.3	-2.5	-3.9	1.2	-0.0
				Cargas muertas	64.5	-2.3	-0.1	-1.5	-0.3	0.0	64.5	3.9	1.0	-1.5	-0.3	0.0
				Sobrecarga de uso	86.1	-3.2	1.2	-2.1	0.6	-0.0	86.1	5.5	-1.1	-2.1	0.6	-0.0
				Viento +X exc. +	-0.7	3.5	-2.2	1.2	-0.7	-0.0	-0.7	-1.4	0.9	1.2	-0.7	-0.0
				Viento +X exc. -	-0.7	2.3	-3.6	0.8	-1.2	0.0	-0.7	-1.0	1.5	0.8	-1.2	0.0
				Viento -X exc. +	0.7	-3.5	2.2	-1.2	0.7	0.0	0.7	1.4	-0.9	-1.2	0.7	0.0
				Viento -X exc. -	0.7	-2.3	3.6	-0.8	1.2	-0.0	0.7	1.0	-1.5	-0.8	1.2	-0.0
				Viento +Y exc. +	-0.1	3.7	2.8	1.3	1.0	0.0	-0.1	-1.5	-1.1	1.3	1.0	0.0
				Viento +Y exc. -	-0.1	5.1	4.5	1.7	1.5	-0.0	-0.1	-2.1	-1.8	1.7	1.5	-0.0
				Viento -Y exc. +	0.1	-3.7	-2.8	-1.3	-1.0	-0.0	0.1	1.5	1.1	-1.3	-1.0	-0.0
				Viento -Y exc. -	0.1	-5.1	-4.5	-1.7	-1.5	0.0	0.1	2.1	1.8	-1.7	-1.5	0.0
				NIEVE	5.8	-0.2	0.1	-0.1	0.0	-0.0	5.8	0.4	-0.1	-0.1	0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	-2.8	39.0	18.5	13.3	6.3	-0.2	-2.8	-16.0	-7.6	13.3	6.3	-0.2
				Sismo X Modo 2	-5.4	0.2	-45.0	0.1	-15.2	0.0	-5.4	-0.2	18.3	0.1	-15.2	0.0
				Sismo X Modo 3	-1.6	-2.1	-15.6	-0.7	-5.3	0.2	-1.6	0.9	6.4	-0.7	-5.3	0.2
				Sismo Y Modo 1	-3.7	50.4	23.9	17.1	8.1	-0.3	-3.7	-20.7	-9.8	17.1	8.1	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-4.2	0.2	-34.8	0.1	-11.8	0.0	-4.2	-0.1	14.1	0.1	-11.8	0.0
				Sismo Y Modo 3	-2.1	-2.7	-20.3	-0.9	-6.9	0.3	-2.1	1.2	8.3	-0.9	-6.9	0.3
P2	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	342.1	0.7	3.8	0.4	1.9	-0.0	325.8	-0.9	-4.0	0.4	1.9	-0.0
				Cargas muertas	108.9	0.3	0.2	0.2	-0.1	0.0	108.9	-0.4	0.7	0.2	-0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	147.4	0.4	1.7	0.2	0.8	-0.0	147.4	-0.6	-1.7	0.2	0.8	-0.0
				Viento +X exc. +	-0.1	3.6	-2.9	1.2	-1.0	-0.0	-0.1	-1.5	1.2	1.2	-1.0	-0.0
				Viento +X exc. -	-0.3	2.4	-3.4	0.8	-1.1	0.0	-0.3	-1.0	1.4	0.8	-1.1	0.0
				Viento -X exc. +	0.1	-3.6	2.9	-1.2	1.0	0.0	0.1	1.5	-1.2	-1.2	1.0	0.0
				Viento -X exc. -	0.3	-2.4	3.4	-0.8	1.1	-0.0	0.3	1.0	-1.4	-0.8	1.1	-0.0
				Viento +Y exc. +	0.7	3.8	3.0	1.3	1.0	0.0	0.7	-1.6	-1.2	1.3	1.0	0.0
				Viento +Y exc. -	0.8	5.2	3.5	1.8	1.2	-0.0	0.8	-2.2	-1.4	1.8	1.2	-0.0
				Viento -Y exc. +	-0.7	-3.8	-3.0	-1.3	-1.0	-0.0	-0.7	1.6	1.2	-1.3	-1.0	-0.0
				Viento -Y exc. -	-0.8	-5.2	-3.5	-1.8	-1.2	0.0	-0.8	2.2	1.4	-1.8	-1.2	0.0
				NIEVE	10.0	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.0	10.0	-0.0	-0.1	0.0	0.1	-0.0
				Sismo X Modo 1	3.6	39.7	6.5	13.6	2.2	-0.2	3.6	-16.9	-2.6	13.6	2.2	-0.2
				Sismo X Modo 2	-6.1	0.2	-44.8	0.1	-15.2	0.0	-6.1	-0.1	18.2	0.1	-15.2	0.0
				Sismo X Modo 3	-0.7	-2.1	-5.4	-0.7	-1.8	0.2	-0.7	0.9	2.2	-0.7	-1.8	0.2
				Sismo Y Modo 1	4.6	51.2	8.4	17.6	2.8	-0.3	4.6	-21.8	-3.4	17.6	2.8	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-4.7	0.2	-34.6	0.1	-11.7	0.0	-4.7	-0.1	14.0	0.1	-11.7	0.0
				Sismo Y Modo 3	-1.0	-2.7	-7.0	-0.9	-2.4	0.3	-1.0	1.2	2.8	-0.9	-2.4	0.3
P3	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	341.3	-0.7	3.6	-0.4	1.8	-0.0	325.0	0.9	-4.0	-0.4	1.8	-0.0
				Cargas muertas	108.9	-0.3	0.1	-0.2	-0.2	0.0	108.9	0.4	0.7	-0.2	-0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	147.4	-0.4	1.6	-0.2	0.8	-0.0	147.4	0.6	-1.7	-0.2	0.8	-0.0
				Viento +X exc. +	-0.7	3.6	-3.7	1.2	-1.2	-0.0	-0.7	-1.5	1.5	1.2	-1.2	-0.0
				Viento +X exc. -	-0.6	2.4	-3.2	0.8	-1.1	0.0	-0.6	-1.0	1.3	0.8	-1.1	0.0
				Viento -X exc. +	0.7	-3.6	3.7	-1.2	1.2	0.0	0.7	1.5	-1.5	-1.2	1.2	0.0
				Viento -X exc. -	0.6	-2.4	3.2	-0.8	1.1	-0.0	0.6	1.0	-1.3	-0.8	1.1	-0.0
				Viento +Y exc. +	0.1	3.8	3.1	1.3	1.1	0.0	0.1	-1.6	-1.3	1.3	1.1	0.0
				Viento +Y exc. -	-0.0	5.2	2.6	1.8	0.9	-0.0	-0.0	-2.2	-1.0	1.8	0.9	-0.0
				Viento -Y exc. +	-0.1	-3.8	-3.1	-1.3	-1.1	-0.0	-0.1	1.6	1.3	-1.3	-1.1	-0.0
				Viento -Y exc. -	0.0	-5.2	-2.6	-1.8	-0.9	0.0	0.0	2.2	1.0	-1.8	-0.9	0.0
				NIEVE	10.0	-0.0	0.1	-0.0	0.1	-0.0	10.0	0.0	-0.1	-0.0	0.1	-0.0
				Sismo X Modo 1	-3.5	39.8	-6.3	13.7	-2.1	-0.2	-3.5	-16.9	2.5	13.7	-2.1	-0.2
				Sismo X Modo 2	-6.1	0.2	-44.9	0.1	-15.2	0.0	-6.1	-0.1	18.2	0.1	-15.2	0.0
				Sismo X Modo 3	0.8	-2.1	5.6	-0.7	1.9	0.2	0.8	0.9	-2.2	-0.7	1.9	0.2
				Sismo Y Modo 1	-4.6	51.4	-8.2	17.7	-2.8	-0.3	-4.6	-21.9	3.3	17.7	-2.8	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-4.7	0.2	-34.7	0.1	-11.8	0.0	-4.7	-0.1	14.0	0.1	-11.8	0.0
				Sismo Y Modo 3	1.0	-2.7	7.3	-0.9	2.5	0.3	1.0	1.2	-2.9	-0.9	2.5	0.3
P4	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	221.7	5.9	2.6	3.9	1.2	-0.0	205.4	-10.3	-2.4	3.9	1.2	-0.0
				Cargas muertas	64.9	2.3	-0.1	1.5	-0.3	0.0	64.9	-3.9	1.0	1.5	-0.3	0.0
				Sobrecarga de uso	86.6	3.3	1.3	2.1	0.6	-0.0	86.6	-5.5	-1.1	2.1	0.6	-0.0
				Viento +X exc. +	-0.1	3.5	-4.4	1.2	-1.5	-0.0	-0.1	-1.4	1.8	1.2	-1.5	-0.0
				Viento +X exc. -	-0.1	2.3	-3.0	0.8	-1.0	0.0	-0.1	-0.9	1.2	0.8	-1.0	0.0
				Viento -X exc. +	0.1	-3.5	4.4	-1.2	1.5	0.0	0.1	1.4	-1.8	-1.2	1.5	0.0
				Viento -X exc. -	0.1	-2.3	3.0	-0.8	1.0	-0.0	0.1	0.9	-1.2	-0.8	1.0	-0.0
				Viento +Y exc. +	0.9	3.7	3.3	1.3	1.1	0.0	0.9	-1.5	-1.3	1.3	1.1	0.0
				Viento +Y exc. -	0.9	5.1	1.6	1.7	0.6	-0.0	0.9	-2.1	-0.7	1.7	0.6	-0.0
				Viento -Y exc. +	-0.9	-3.7	-3.3	-1.3	-1.1	-0.0	-0.9	1.5	1.3	-1.3	-1.1	-0.0
				Viento -Y exc. -	-0.9	-5.1	-1.6	-1.7	-0.6	0.0	-0.9	2.1	0.7	-1.7	-0.6	0.0
				NIEVE	5.9	0.2	0.1	0.1	0.0	-0.0	5.9	-0.4	-0.1	0.1	0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	2.9	38.9	-18.2	13.2	-6.2	-0.2	2.9	-16.0	7.5	13.2	-6.2	-0.2
				Sismo X Modo 2	-5.3	0.2	-44.7	0.0	-15.1	0.0	-5.3	0.0	18.2	0.0	-15.1	0.0
				Sismo X Modo 3	1.6	-2.1	15.8	-0.7	5.4	0.2	1.6	0.9	-6.5	-0.7	5.4	0.2
				Sismo Y Modo 1	3.7	50.2	-23.5	17.1	-8.0	-0.3	3.7	-20.7	9.7	17.1	-8.0	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-4.1	0.1	-34.5	0.0	-11.7	0.0	-4.1	0.0	14.0	0.0	-11.7	0.0
				Sismo Y Modo 3	2.1	-2.7	20.5	-0.9	7.0	0.3	2.1	1.2	-8.4	-0.9	7.0	0.3

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P5	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	229.7	-6.5	-0.7	-4.2	-0.8	-0.0	213.4	10.9	2.7	-4.2	-0.8	-0.0
				Cargas muertas	55.6	-2.3	0.4	-1.5	0.0	0.0	55.6	3.8	0.2	-1.5	0.0	0.0
				Sobrecarga de uso	89.4	-3.7	-0.2	-2.3	-0.3	-0.0	89.4	6.0	1.1	-2.3	-0.3	-0.0
				Viento +X exc. +	-0.3	2.8	-2.2	0.9	-0.8	-0.0	-0.3	-1.2	1.0	0.9	-0.8	-0.0
				Viento +X exc. -	-0.3	2.5	-3.7	0.9	-1.3	0.0	-0.3	-1.0	1.6	0.9	-1.3	0.0
				Viento -X exc. +	0.3	-2.8	2.2	-0.9	0.8	0.0	0.3	1.2	-1.0	-0.9	0.8	0.0
				Viento -X exc. -	0.3	-2.5	3.7	-0.9	1.3	-0.0	0.3	1.0	-1.6	-0.9	1.3	-0.0
				Viento +Y exc. +	-0.6	3.9	2.9	1.3	1.0	0.0	-0.6	-1.6	-1.3	1.3	1.0	0.0
				Viento +Y exc. -	-0.7	4.2	4.6	1.4	1.6	-0.0	-0.7	-1.7	-2.0	1.4	1.6	-0.0
				Viento -Y exc. +	0.6	-3.9	-2.9	-1.3	-1.0	-0.0	0.6	1.6	1.3	-1.3	-1.0	-0.0
				Viento -Y exc. -	0.7	-4.2	-4.6	-1.4	-1.6	0.0	0.7	1.7	2.0	-1.4	-1.6	0.0
				NIEVE	6.1	-0.2	-0.0	-0.2	-0.0	-0.0	6.1	0.4	0.1	-0.2	-0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	-4.0	27.0	18.9	9.2	6.6	-0.2	-4.0	-11.2	-8.3	9.2	6.6	-0.2
				Sismo X Modo 2	1.2	0.2	-46.2	0.1	-16.0	0.0	1.2	-0.1	20.3	0.1	-16.0	0.0
				Sismo X Modo 3	-0.8	8.1	-16.0	2.7	-5.5	0.2	-0.8	-3.3	7.0	2.7	-5.5	0.2
				Sismo Y Modo 1	-5.2	34.9	24.5	11.9	8.5	-0.3	-5.2	-14.5	-10.7	11.9	8.5	-0.3
				Sismo Y Modo 2	0.9	0.2	-35.7	0.1	-12.4	0.0	0.9	-0.1	15.7	0.1	-12.4	0.0
				Sismo Y Modo 3	-1.1	10.5	-20.8	3.6	-7.2	0.3	-1.1	-4.3	9.1	3.6	-7.2	0.3
P6	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	266.2	4.1	-4.6	2.5	-3.2	-0.0	249.9	-6.4	8.8	2.5	-3.2	-0.0
				Cargas muertas	77.1	1.1	-0.6	0.7	-0.6	0.0	77.1	-1.7	1.8	0.7	-0.6	0.0
				Sobrecarga de uso	110.8	2.2	-2.1	1.4	-1.5	-0.0	110.8	-3.4	4.1	1.4	-1.5	-0.0
				Viento +X exc. +	0.4	2.8	-2.9	1.0	-1.0	-0.0	0.4	-1.2	1.3	1.0	-1.0	-0.0
				Viento +X exc. -	0.4	2.6	-3.4	0.9	-1.2	0.0	0.4	-1.1	1.5	0.9	-1.2	0.0
				Viento -X exc. +	-0.4	-2.8	2.9	-1.0	1.0	0.0	-0.4	1.2	-1.3	-1.0	1.0	0.0
				Viento -X exc. -	-0.4	-2.6	3.4	-0.9	1.2	-0.0	-0.4	1.1	-1.5	-0.9	1.2	-0.0
				Viento +Y exc. +	0.2	3.9	3.0	1.4	1.0	0.0	0.2	-1.7	-1.3	1.4	1.0	0.0
				Viento +Y exc. -	0.2	4.2	3.6	1.5	1.2	-0.0	0.2	-1.8	-1.6	1.5	1.2	-0.0
				Viento -Y exc. +	-0.2	-3.9	-3.0	-1.4	-1.0	-0.0	-0.2	1.7	1.3	-1.4	-1.0	-0.0
				Viento -Y exc. -	-0.2	-4.2	-3.6	-1.5	-1.2	0.0	-0.2	1.8	1.6	-1.5	-1.2	0.0
				NIEVE	7.5	0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.0	7.5	-0.2	0.3	0.1	-0.1	-0.0
				Sismo X Modo 1	2.0	27.4	6.6	9.5	2.3	-0.2	2.0	-11.9	-2.8	9.5	2.3	-0.2
				Sismo X Modo 2	2.9	0.2	-45.5	0.1	-15.7	0.0	2.9	-0.1	19.8	0.1	-15.7	0.0
				Sismo X Modo 3	1.1	8.2	-5.5	2.8	-1.9	0.2	1.1	-3.6	2.4	2.8	-1.9	0.2
				Sismo Y Modo 1	2.6	35.4	8.5	12.2	2.9	-0.3	2.6	-15.3	-3.7	12.2	2.9	-0.3
				Sismo Y Modo 2	2.2	0.2	-35.2	0.1	-12.2	0.0	2.2	-0.1	15.3	0.1	-12.2	0.0
				Sismo Y Modo 3	1.4	10.7	-7.1	3.7	-2.5	0.3	1.4	-4.6	3.1	3.7	-2.5	0.3
P7	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	266.6	-4.6	-4.7	-2.7	-3.3	-0.0	250.3	6.4	8.8	-2.7	-3.3	-0.0
				Cargas muertas	77.0	-1.2	-0.6	-0.7	-0.6	0.0	77.0	1.7	1.8	-0.7	-0.6	0.0
				Sobrecarga de uso	110.8	-2.3	-2.1	-1.4	-1.5	-0.0	110.8	3.4	4.1	-1.4	-1.5	-0.0
				Viento +X exc. +	-0.0	2.8	-3.7	1.0	-1.3	-0.0	-0.0	-1.2	1.6	1.0	-1.3	-0.0
				Viento +X exc. -	-0.0	2.6	-3.2	0.9	-1.1	0.0	-0.0	-1.1	1.4	0.9	-1.1	0.0
				Viento -X exc. +	0.0	-2.8	3.7	-1.0	1.3	0.0	0.0	1.2	-1.6	-1.0	1.3	0.0
				Viento -X exc. -	0.0	-2.6	3.2	-0.9	1.1	-0.0	0.0	1.1	-1.4	-0.9	1.1	-0.0
				Viento +Y exc. +	-0.6	4.0	3.2	1.4	1.1	0.0	-0.6	-1.7	-1.4	1.4	1.1	0.0
				Viento +Y exc. -	-0.5	4.3	2.6	1.5	0.9	-0.0	-0.5	-1.8	-1.1	1.5	0.9	-0.0
				Viento -Y exc. +	0.6	-4.0	-3.2	-1.4	-1.1	-0.0	0.6	1.7	1.4	-1.4	-1.1	-0.0
				Viento -Y exc. -	0.5	-4.3	-2.6	-1.5	-0.9	0.0	0.5	1.8	1.1	-1.5	-0.9	0.0
				NIEVE	7.5	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	7.5	0.2	0.3	-0.1	-0.1	-0.0
				Sismo X Modo 1	-2.0	27.7	-6.5	9.5	-2.2	-0.2	-2.0	-11.9	2.8	9.5	-2.2	-0.2
				Sismo X Modo 2	2.9	0.3	-46.0	0.1	-15.9	0.0	2.9	-0.1	19.9	0.1	-15.9	0.0
				Sismo X Modo 3	-1.1	8.3	5.7	2.9	2.0	0.2	-1.1	-3.6	-2.5	2.9	2.0	0.2
				Sismo Y Modo 1	-2.6	35.7	-8.3	12.3	-2.9	-0.3	-2.6	-15.4	3.6	12.3	-2.9	-0.3
				Sismo Y Modo 2	2.2	0.2	-35.5	0.1	-12.3	0.0	2.2	-0.1	15.3	0.1	-12.3	0.0
				Sismo Y Modo 3	-1.4	10.8	7.4	3.7	2.6	0.3	-1.4	-4.6	-3.2	3.7	2.6	0.3
P8	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	229.4	6.2	-0.5	4.1	-0.7	-0.0	213.1	-11.0	2.5	4.1	-0.7	-0.0
				Cargas muertas	55.7	2.3	0.4	1.5	0.0	0.0	55.7	-3.8	0.2	1.5	0.0	0.0
				Sobrecarga de uso	89.6	3.6	-0.2	2.3	-0.3	-0.0	89.6	-6.0	1.1	2.3	-0.3	-0.0
				Viento +X exc. +	0.5	2.8	-4.4	0.9	-1.5	-0.0	0.5	-1.2	2.0	0.9	-1.5	-0.0
				Viento +X exc. -	0.4	2.5	-3.0	0.9	-1.0	0.0	0.4	-1.0	1.3	0.9	-1.0	0.0
				Viento -X exc. +	-0.5	-2.8	4.4	-0.9	1.5	0.0	-0.5	1.2	-2.0	-0.9	1.5	0.0
				Viento -X exc. -	-0.4	-2.5	3.0	-0.9	1.0	-0.0	-0.4	1.0	-1.3	-0.9	1.0	-0.0
				Viento +Y exc. +	0.4	3.8	3.3	1.3	1.2	0.0	0.4	-1.6	-1.5	1.3	1.2	0.0
				Viento +Y exc. -	0.5	4.1	1.7	1.4	0.6	-0.0	0.5	-1.7	-0.7	1.4	0.6	-0.0
				Viento -Y exc. +	-0.4	-3.8	-3.3	-1.3	-1.2	-0.0	-0.4	1.6	1.5	-1.3	-1.2	-0.0
				Viento -Y exc. -	-0.5	-4.1	-1.7	-1.4	-0.6	0.0	-0.5	1.7	0.7	-1.4	-0.6	0.0
				NIEVE	6.1	0.2	-0.0	0.2	-0.0	-0.0	6.1	-0.4	0.1	0.2	-0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	4.0	26.8	-18.5	9.2	-6.4	-0.2	4.0	-11.2	8.2	9.2	-6.4	-0.2
				Sismo X Modo 2	1.2	0.3	-45.6	0.1	-15.9	0.0	1.2	-0.1	20.1	0.1	-15.9	0.0
				Sismo X Modo 3	0.8	8.0	16.0	2.7	5.6	0.2	0.8	-3.3	-7.1	2.7	5.6	0.2
				Sismo Y Modo 1	5.1	34.6	-24.0	11.8	-8.3	-0.3	5.1	-14.5	10.6	11.8	-8.3	-0.3
				Sismo Y Modo 2	1.0	0.2	-35.3	0.1	-12.3	0.0	1.0	-0.1	15.6	0.1	-12.3	0.0
				Sismo Y Modo 3	1.1	10.4	20.8	3.5	7.2	0.3	1.1	-4.3	-9.2	3.5	7.2	0.3

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P9	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	186.9	-5.5	1.1	-3.6	0.3	-0.0	170.6	9.6	-0.3	-3.6	0.3	-0.0
				Cargas muertas	43.4	-2.1	0.5	-1.4	0.1	0.0	43.4	3.6	0.1	-1.4	0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	67.5	-3.3	0.5	-2.1	0.1	-0.0	67.5	5.5	0.0	-2.1	0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	-0.6	2.2	-2.3	0.8	-0.8	-0.0	-0.6	-0.9	1.0	0.8	-0.8	-0.0
				Viento +X exc.-	-0.8	2.7	-3.7	0.9	-1.3	0.0	-0.8	-1.1	1.6	0.9	-1.3	0.0
				Viento -X exc.+	0.6	-2.2	2.3	-0.8	0.8	0.0	0.6	0.9	-1.0	-0.8	0.8	0.0
				Viento -X exc.-	0.8	-2.7	3.7	-0.9	1.3	-0.0	0.8	1.1	-1.6	-0.9	1.3	-0.0
				Viento +Y exc.+	-0.2	4.0	2.9	1.4	1.0	0.0	-0.2	-1.6	-1.3	1.4	1.0	0.0
				Viento +Y exc.-	0.0	3.5	4.6	1.2	1.6	-0.0	0.0	-1.4	-2.0	1.2	1.6	-0.0
				Viento -Y exc.+	0.2	-4.0	-2.9	-1.4	-1.0	-0.0	0.2	1.6	1.3	-1.4	-1.0	-0.0
				Viento -Y exc.-	-0.0	-3.5	-4.6	-1.2	-1.6	0.0	-0.0	1.4	2.0	-1.2	-1.6	0.0
				NIEVE	4.6	-0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.0	4.6	0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	-0.5	17.8	19.1	6.1	6.6	-0.2	-0.5	-7.3	-8.4	6.1	6.6	-0.2
				Sismo X Modo 2	-5.2	0.3	-46.6	0.1	-16.2	0.0	-5.2	-0.1	20.4	0.1	-16.2	0.0
				Sismo X Modo 3	-3.9	15.9	-16.1	5.4	-5.6	0.2	-3.9	-6.5	7.1	5.4	-5.6	0.2
				Sismo Y Modo 1	-0.6	23.0	24.7	7.8	8.6	-0.3	-0.6	-9.4	-10.8	7.8	8.6	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-4.1	0.2	-36.0	0.1	-12.5	0.0	-4.1	-0.1	15.8	0.1	-12.5	0.0
				Sismo Y Modo 3	-5.0	20.6	-21.0	7.0	-7.3	0.3	-5.0	-8.4	9.2	7.0	-7.3	0.3
P10	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	206.5	3.6	3.3	2.2	1.7	-0.0	190.2	-5.4	-3.6	2.2	1.7	-0.0
				Cargas muertas	59.6	1.0	1.0	0.6	0.4	0.0	59.6	-1.5	-0.8	0.6	0.4	0.0
				Sobrecarga de uso	80.2	2.0	1.5	1.2	0.7	-0.0	80.2	-3.0	-1.5	1.2	0.7	-0.0
				Viento +X exc.+	-0.2	2.3	-3.0	0.8	-1.0	-0.0	-0.2	-1.0	1.3	0.8	-1.0	-0.0
				Viento +X exc.-	-0.3	2.7	-3.5	0.9	-1.2	0.0	-0.3	-1.2	1.5	0.9	-1.2	0.0
				Viento -X exc.+	0.2	-2.3	3.0	-0.8	1.0	0.0	0.2	1.0	-1.3	-0.8	1.0	0.0
				Viento -X exc.-	0.3	-2.7	3.5	-0.9	1.2	-0.0	0.3	1.2	-1.5	-0.9	1.2	-0.0
				Viento +Y exc.+	0.8	4.1	3.0	1.4	1.1	0.0	0.8	-1.8	-1.3	1.4	1.1	0.0
				Viento +Y exc.-	0.8	3.6	3.6	1.2	1.3	-0.0	0.8	-1.5	-1.6	1.2	1.3	-0.0
				Viento -Y exc.+	-0.8	-4.1	-3.0	-1.4	-1.1	-0.0	-0.8	1.8	1.3	-1.4	-1.1	-0.0
				Viento -Y exc.-	-0.8	-3.6	-3.6	-1.2	-1.3	0.0	-0.8	1.5	1.6	-1.2	-1.3	0.0
				NIEVE	5.4	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.0	5.4	-0.2	-0.1	0.1	0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	2.5	18.3	6.7	6.3	2.3	-0.2	2.5	-7.9	-2.9	6.3	2.3	-0.2
				Sismo X Modo 2	-6.6	0.3	-46.1	0.1	-15.9	0.0	-6.6	-0.2	20.0	0.1	-15.9	0.0
				Sismo X Modo 3	0.7	16.3	-5.5	5.6	-1.9	0.2	0.7	-7.0	2.4	5.6	-1.9	0.2
				Sismo Y Modo 1	3.3	23.6	8.7	8.1	3.0	-0.3	3.3	-10.2	-3.8	8.1	3.0	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-5.1	0.3	-35.6	0.1	-12.3	0.0	-5.1	-0.1	15.4	0.1	-12.3	0.0
				Sismo Y Modo 3	0.9	21.2	-7.2	7.3	-2.5	0.3	0.9	-9.1	3.1	7.3	-2.5	0.3
P11	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	207.5	-3.7	3.4	-2.2	1.7	-0.0	191.3	5.5	-3.7	-2.2	1.7	-0.0
				Cargas muertas	59.6	-1.0	1.1	-0.6	0.4	0.0	59.6	1.5	-0.8	-0.6	0.4	0.0
				Sobrecarga de uso	80.0	-1.9	1.5	-1.2	0.7	-0.0	80.0	2.9	-1.5	-1.2	0.7	-0.0
				Viento +X exc.+	-0.7	2.3	-3.8	0.8	-1.3	-0.0	-0.7	-1.0	1.6	0.8	-1.3	-0.0
				Viento +X exc.-	-0.7	2.7	-3.3	0.9	-1.1	0.0	-0.7	-1.2	1.4	0.9	-1.1	0.0
				Viento -X exc.+	0.7	-2.3	3.8	-0.8	1.3	0.0	0.7	1.0	-1.6	-0.8	1.3	0.0
				Viento -X exc.-	0.7	-2.7	3.3	-0.9	1.1	-0.0	0.7	1.2	-1.4	-0.9	1.1	-0.0
				Viento +Y exc.+	0.1	4.1	3.2	1.4	1.1	0.0	0.1	-1.8	-1.4	1.4	1.1	0.0
				Viento +Y exc.-	0.1	3.6	2.6	1.2	0.9	-0.0	0.1	-1.5	-1.1	1.2	0.9	-0.0
				Viento -Y exc.+	-0.1	-4.1	-3.2	-1.4	-1.1	-0.0	-0.1	1.8	1.4	-1.4	-1.1	-0.0
				Viento -Y exc.-	-0.1	-3.6	-2.6	-1.2	-0.9	0.0	-0.1	1.5	1.1	-1.2	-0.9	0.0
				NIEVE	5.4	-0.1	0.1	-0.1	0.0	-0.0	5.4	0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	-2.5	18.3	-6.5	6.3	-2.3	-0.2	-2.5	-7.9	2.8	6.3	-2.3	-0.2
				Sismo X Modo 2	-6.7	0.3	-46.3	0.1	-16.0	0.0	-6.7	-0.1	20.0	0.1	-16.0	0.0
				Sismo X Modo 3	-0.7	16.4	5.8	5.6	2.0	0.2	-0.7	-7.0	-2.5	5.6	2.0	0.2
				Sismo Y Modo 1	-3.2	23.7	-8.4	8.2	-2.9	-0.3	-3.2	-10.2	3.6	8.2	-2.9	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-5.2	0.2	-35.8	0.1	-12.3	0.0	-5.2	-0.1	15.4	0.1	-12.3	0.0
				Sismo Y Modo 3	-0.8	21.3	7.5	7.3	2.6	0.3	-0.8	-9.1	-3.2	7.3	2.6	0.3
P12	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	187.3	5.9	0.8	3.8	0.2	-0.0	171.0	-10.1	0.1	3.8	0.2	-0.0
				Cargas muertas	43.7	2.2	0.5	1.4	0.1	0.0	43.7	-3.6	0.1	1.4	0.1	0.0
				Sobrecarga de uso	67.7	3.3	0.4	2.1	0.1	-0.0	67.7	-5.5	0.0	2.1	0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	-0.2	2.2	-4.5	0.8	-1.6	-0.0	-0.2	-0.9	2.0	0.8	-1.6	-0.0
				Viento +X exc.-	0.0	2.7	-3.1	0.9	-1.1	0.0	0.0	-1.1	1.3	0.9	-1.1	0.0
				Viento -X exc.+	0.2	-2.2	4.5	-0.8	1.6	0.0	0.2	0.9	-2.0	-0.8	1.6	0.0
				Viento -X exc.-	-0.0	-2.7	3.1	-0.9	1.1	-0.0	-0.0	1.1	-1.3	-0.9	1.1	-0.0
				Viento +Y exc.+	0.9	4.0	3.4	1.3	1.2	0.0	0.9	-1.6	-1.5	1.3	1.2	0.0
				Viento +Y exc.-	0.7	3.5	1.7	1.2	0.6	-0.0	0.7	-1.4	-0.7	1.2	0.6	-0.0
				Viento -Y exc.+	-0.9	-4.0	-3.4	-1.3	-1.2	-0.0	-0.9	1.6	1.5	-1.3	-1.2	-0.0
				Viento -Y exc.-	-0.7	-3.5	-1.7	-1.2	-0.6	0.0	-0.7	1.4	0.7	-1.2	-0.6	0.0
				NIEVE	4.6	0.2	0.0	0.1	0.0	-0.0	4.6	-0.4	0.0	0.1	0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	0.5	17.8	-18.8	6.0	-6.5	-0.2	0.5	-7.3	8.3	6.0	-6.5	-0.2
				Sismo X Modo 2	-5.1	0.3	-46.3	0.1	-16.1	0.0	-5.1	-0.1	20.3	0.1	-16.1	0.0
				Sismo X Modo 3	3.9	15.8	16.3	5.4	5.6	0.2	3.9	-6.5	-7.2	5.4	5.6	0.2
				Sismo Y Modo 1	0.6	23.0	-24.3	7.8	-8.4	-0.3	0.6	-9.4	10.7	7.8	-8.4	-0.3
				Sismo Y Modo 2	-4.0	0.2	-35.8	0.1	-12.4	0.0	-4.0	-0.1	15.7	0.1	-12.4	0.0
				Sismo Y Modo 3	5.0	20.5	21.1	7.0	7.3	0.3	5.0	-8.4	-9.3	7.0	7.3	0.3

Soporte	Planta	Dimensión (cm)	Tramo (m)	Hipótesis	Base						Cabeza					
					N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P13	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	130.3	-4.6	0.3	-3.0	-0.4	-0.0	114.0	8.1	1.8	-3.0	-0.4	-0.0
				Cargas muertas	33.3	-2.0	0.9	-1.3	0.3	0.0	33.3	3.4	-0.3	-1.3	0.3	0.0
				Sobrecarga de uso	40.5	-2.8	0.2	-1.8	-0.1	-0.0	40.5	4.8	0.7	-1.8	-0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	0.2	1.8	-2.2	0.6	-0.7	-0.0	0.2	-0.7	0.9	0.6	-0.7	-0.0
				Viento +X exc.-	0.4	2.7	-3.5	0.9	-1.2	0.0	0.4	-1.1	1.5	0.9	-1.2	0.0
				Viento -X exc.+	-0.2	-1.8	2.2	-0.6	0.7	0.0	-0.2	0.7	-0.9	-0.6	0.7	0.0
				Viento -X exc.-	-0.4	-2.7	3.5	-0.9	1.2	-0.0	-0.4	1.1	-1.5	-0.9	1.2	-0.0
				Viento +Y exc.+	-1.1	4.0	2.8	1.3	1.0	0.0	-1.1	-1.6	-1.2	1.3	1.0	0.0
				Viento +Y exc.-	-1.3	2.8	4.4	1.0	1.5	-0.0	-1.3	-1.1	-1.9	1.0	1.5	-0.0
				Viento -Y exc.+	1.1	-4.0	-2.8	-1.3	-1.0	-0.0	1.1	1.6	1.2	-1.3	-1.0	-0.0
				Viento -Y exc.-	1.3	-2.8	-4.4	-1.0	-1.5	0.0	1.3	1.1	1.9	-1.0	-1.5	0.0
				NIEVE	2.8	-0.2	0.0	-0.1	-0.0	-0.0	2.8	0.3	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	-5.1	10.3	18.3	3.4	6.3	-0.2	-5.1	-4.0	-7.7	3.4	6.3	-0.2
				Sismo X Modo 2	9.3	0.4	-44.6	0.1	-15.3	0.0	9.3	-0.1	18.7	0.1	-15.3	0.0
				Sismo X Modo 3	0.6	21.7	-15.5	7.3	-5.3	0.2	0.6	-8.7	6.5	7.3	-5.3	0.2
				Sismo Y Modo 1	-6.5	13.3	23.6	4.4	8.1	-0.3	-6.5	-5.2	-10.0	4.4	8.1	-0.3
				Sismo Y Modo 2	7.2	0.3	-34.5	0.1	-11.8	0.0	7.2	-0.1	14.5	0.1	-11.8	0.0
				Sismo Y Modo 3	0.8	28.2	-20.1	9.5	-6.9	0.3	0.8	-11.3	8.4	9.5	-6.9	0.3
P14	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	192.8	0.7	0.1	0.4	-0.6	-0.0	176.5	-1.1	2.7	0.4	-0.6	-0.0
				Cargas muertas	56.9	0.3	0.7	0.2	0.2	0.0	56.9	-0.5	0.1	0.2	0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	71.6	0.6	0.1	0.4	-0.3	-0.0	71.6	-0.9	1.2	0.4	-0.3	-0.0
				Viento +X exc.+	0.8	1.8	-2.8	0.6	-1.0	-0.0	0.8	-0.8	1.2	0.6	-1.0	-0.0
				Viento +X exc.-	0.9	2.8	-3.3	1.0	-1.1	0.0	0.9	-1.2	1.4	1.0	-1.1	0.0
				Viento -X exc.+	-0.8	-1.8	2.8	-0.6	1.0	0.0	-0.8	0.8	-1.2	-0.6	1.0	0.0
				Viento -X exc.-	-0.9	-2.8	3.3	-1.0	1.1	-0.0	-0.9	1.2	-1.4	-1.0	1.1	-0.0
				Viento +Y exc.+	-0.4	4.1	2.9	1.4	1.0	0.0	-0.4	-1.7	-1.2	1.4	1.0	0.0
				Viento +Y exc.-	-0.6	2.9	3.5	1.0	1.2	-0.0	-0.6	-1.2	-1.5	1.0	1.2	-0.0
				Viento -Y exc.+	0.4	-4.1	-2.9	-1.4	-1.0	-0.0	0.4	1.7	1.2	-1.4	-1.0	-0.0
				Viento -Y exc.-	0.6	-2.9	-3.5	-1.0	-1.2	0.0	0.6	1.2	1.5	-1.0	-1.2	0.0
				NIEVE	4.9	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	4.9	-0.1	0.1	0.0	-0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	-0.7	10.7	6.4	3.7	2.2	-0.2	-0.7	-4.5	-2.7	3.7	2.2	-0.2
				Sismo X Modo 2	9.9	0.3	-44.2	0.1	-15.1	0.0	9.9	-0.1	18.5	0.1	-15.1	0.0
				Sismo X Modo 3	2.4	22.2	-5.3	7.6	-1.8	0.2	2.4	-9.5	2.2	7.6	-1.8	0.2
				Sismo Y Modo 1	-0.9	13.8	8.3	4.7	2.8	-0.3	-0.9	-5.8	-3.4	4.7	2.8	-0.3
				Sismo Y Modo 2	7.7	0.2	-34.1	0.1	-11.7	0.0	7.7	-0.1	14.3	0.1	-11.7	0.0
				Sismo Y Modo 3	3.2	28.8	-6.9	9.9	-2.4	0.3	3.2	-12.3	2.9	9.9	-2.4	0.3
P15	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	193.3	-1.0	0.1	-0.5	-0.6	-0.0	177.0	1.2	2.7	-0.5	-0.6	-0.0
				Cargas muertas	56.9	-0.4	0.8	-0.2	0.2	0.0	56.9	0.5	0.1	-0.2	0.2	0.0
				Sobrecarga de uso	71.6	-0.6	0.1	-0.4	-0.3	-0.0	71.6	0.9	1.2	-0.4	-0.3	-0.0
				Viento +X exc.+	0.7	1.8	-3.6	0.6	-1.2	-0.0	0.7	-0.8	1.5	0.6	-1.2	-0.0
				Viento +X exc.-	0.5	2.8	-3.1	1.0	-1.1	0.0	0.5	-1.2	1.3	1.0	-1.1	0.0
				Viento -X exc.+	-0.7	-1.8	3.6	-0.6	1.2	0.0	-0.7	0.8	-1.5	-0.6	1.2	0.0
				Viento -X exc.-	-0.5	-2.8	3.1	-1.0	1.1	-0.0	-0.5	1.2	-1.3	-1.0	1.1	-0.0
				Viento +Y exc.+	-0.9	4.1	3.1	1.4	1.1	0.0	-0.9	-1.8	-1.3	1.4	1.1	0.0
				Viento +Y exc.-	-0.8	3.0	2.5	1.0	0.9	-0.0	-0.8	-1.3	-1.1	1.0	0.9	-0.0
				Viento -Y exc.+	0.9	-4.1	-3.1	-1.4	-1.1	-0.0	0.9	1.8	1.3	-1.4	-1.1	-0.0
				Viento -Y exc.-	0.8	-3.0	-2.5	-1.0	-0.9	0.0	0.8	1.3	1.1	-1.0	-0.9	0.0
				NIEVE	4.9	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	4.9	0.1	0.1	-0.0	-0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	0.6	10.8	-6.3	3.7	-2.1	-0.2	0.6	-4.5	2.6	3.7	-2.1	-0.2
				Sismo X Modo 2	9.9	0.3	-44.6	0.1	-15.2	0.0	9.9	-0.1	18.5	0.1	-15.2	0.0
				Sismo X Modo 3	-2.5	22.4	5.5	7.7	1.9	0.2	-2.5	-9.5	-2.3	7.7	1.9	0.2
				Sismo Y Modo 1	0.8	13.9	-8.1	4.8	-2.8	-0.3	0.8	-5.9	3.3	4.8	-2.8	-0.3
				Sismo Y Modo 2	7.7	0.2	-34.5	0.1	-11.8	0.0	7.7	-0.1	14.3	0.1	-11.8	0.0
				Sismo Y Modo 3	-3.2	29.1	7.2	10.0	2.5	0.3	-3.2	-12.3	-3.0	10.0	2.5	0.3
P16	2-Forjado	40x40	0.00/4.15	Peso propio	128.6	4.6	0.4	3.1	-0.3	-0.0	112.3	-8.3	1.6	3.1	-0.3	-0.0
				Cargas muertas	33.3	2.0	0.8	1.3	0.3	0.0	33.3	-3.4	-0.2	1.3	0.3	0.0
				Sobrecarga de uso	40.7	2.9	0.2	1.8	-0.1	-0.0	40.7	-4.8	0.7	1.8	-0.1	-0.0
				Viento +X exc.+	1.1	1.7	-4.3	0.6	-1.5	-0.0	1.1	-0.7	1.8	0.6	-1.5	-0.0
				Viento +X exc.-	0.9	2.7	-2.9	0.9	-1.0	0.0	0.9	-1.1	1.2	0.9	-1.0	0.0
				Viento -X exc.+	-1.1	-1.7	4.3	-0.6	1.5	0.0	-1.1	0.7	-1.8	-0.6	1.5	0.0
				Viento -X exc.-	-0.9	-2.7	2.9	-0.9	1.0	-0.0	-0.9	1.1	-1.2	-0.9	1.0	-0.0
				Viento +Y exc.+	-0.2	4.0	3.2	1.3	1.1	0.0	-0.2	-1.6	-1.4	1.3	1.1	0.0
				Viento +Y exc.-	0.0	2.8	1.6	1.0	0.6	-0.0	0.0	-1.1	-0.7	1.0	0.6	-0.0
				Viento -Y exc.+	0.2	-4.0	-3.2	-1.3	-1.1	-0.0	0.2	1.6	1.4	-1.3	-1.1	-0.0
				Viento -Y exc.-	-0.0	-2.8	-1.6	-1.0	-0.6	0.0	-0.0	1.1	0.7	-1.0	-0.6	0.0
				NIEVE	2.8	0.2	0.0	0.1	-0.0	-0.0	2.8	-0.3	0.0	0.1	-0.0	-0.0
				Sismo X Modo 1	5.0	10.2	-17.9	3.4	-6.1	-0.2	5.0	-4.0	7.6	3.4	-6.1	-0.2
				Sismo X Modo 2	9.3	0.2	-44.0	0.1	-15.1	0.0	9.3	-0.2	18.6	0.1	-15.1	0.0
				Sismo X Modo 3	-0.6	21.5	15.5	7.3	5.3	0.2	-0.6	-8.7	-6.6	7.3	5.3	0.2
				Sismo Y Modo 1	6.5	13.1	-23.1	4.4	-7.9	-0.3	6.5	-5.2	9.8	4.4	-7.9	-0.3
				Sismo Y Modo 2	7.2	0.2	-34.0	0.1	-11.7	0.0	7.2	-0.1	14.4	0.1	-11.7	0.0
				Sismo Y Modo 3	-0.8	27.9	20.2	9.5	6.9	0.3	-0.8	-11.3	-8.5	9.5	6.9	0.3

9.5. Arranque en pilares.

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P1	Peso propio	231.2	-5.9	2.6	-3.9	1.2	-0.0
	Cargas muertas	64.5	-2.3	-0.1	-1.5	-0.3	0.0
	Sobrecarga de uso	86.1	-3.2	1.2	-2.1	0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.7	3.5	-2.2	1.2	-0.7	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.7	2.3	-3.6	0.8	-1.2	0.0
	Viento -X exc.+	0.7	-3.5	2.2	-1.2	0.7	0.0
	Viento -X exc.-	0.7	-2.3	3.6	-0.8	1.2	-0.0
	Viento +Y exc.+	-0.1	3.7	2.8	1.3	1.0	0.0
	Viento +Y exc.-	-0.1	5.1	4.5	1.7	1.5	-0.0
	Viento -Y exc.+	0.1	-3.7	-2.8	-1.3	-1.0	-0.0
	Viento -Y exc.-	0.1	-5.1	-4.5	-1.7	-1.5	0.0
	NIEVE	5.8	-0.2	0.1	-0.1	0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	-2.8	39.0	18.5	13.3	6.3	-0.2
	Sismo X Modo 2	-5.4	0.2	-45.0	0.1	-15.2	0.0
	Sismo X Modo 3	-1.6	-2.1	-15.6	-0.7	-5.3	0.2
	Sismo Y Modo 1	-3.7	50.4	23.9	17.1	8.1	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-4.2	0.2	-34.8	0.1	-11.8	0.0
	Sismo Y Modo 3	-2.1	-2.7	-20.3	-0.9	-6.9	0.3
P2	Peso propio	342.1	0.7	3.8	0.4	1.9	-0.0
	Cargas muertas	108.9	0.3	0.2	0.2	-0.1	0.0
	Sobrecarga de uso	147.4	0.4	1.7	0.2	0.8	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.1	3.6	-2.9	1.2	-1.0	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.3	2.4	-3.4	0.8	-1.1	0.0
	Viento -X exc.+	0.1	-3.6	2.9	-1.2	1.0	0.0
	Viento -X exc.-	0.3	-2.4	3.4	-0.8	1.1	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.7	3.8	3.0	1.3	1.0	0.0
	Viento +Y exc.-	0.8	5.2	3.5	1.8	1.2	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.7	-3.8	-3.0	-1.3	-1.0	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.8	-5.2	-3.5	-1.8	-1.2	0.0
	NIEVE	10.0	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.0
	Sismo X Modo 1	3.6	39.7	6.5	13.6	2.2	-0.2
	Sismo X Modo 2	-6.1	0.2	-44.8	0.1	-15.2	0.0
	Sismo X Modo 3	-0.7	-2.1	-5.4	-0.7	-1.8	0.2
	Sismo Y Modo 1	4.6	51.2	8.4	17.6	2.8	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-4.7	0.2	-34.6	0.1	-11.7	0.0
	Sismo Y Modo 3	-1.0	-2.7	-7.0	-0.9	-2.4	0.3
P3	Peso propio	341.3	-0.7	3.6	-0.4	1.8	-0.0
	Cargas muertas	108.9	-0.3	0.1	-0.2	-0.2	0.0
	Sobrecarga de uso	147.4	-0.4	1.6	-0.2	0.8	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.7	3.6	-3.7	1.2	-1.2	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.6	2.4	-3.2	0.8	-1.1	0.0
	Viento -X exc.+	0.7	-3.6	3.7	-1.2	1.2	0.0
	Viento -X exc.-	0.6	-2.4	3.2	-0.8	1.1	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.1	3.8	3.1	1.3	1.1	0.0
	Viento +Y exc.-	-0.0	5.2	2.6	1.8	0.9	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.1	-3.8	-3.1	-1.3	-1.1	-0.0
	Viento -Y exc.-	0.0	-5.2	-2.6	-1.8	-0.9	0.0
	NIEVE	10.0	-0.0	0.1	-0.0	0.1	-0.0
	Sismo X Modo 1	-3.5	39.8	-6.3	13.7	-2.1	-0.2
	Sismo X Modo 2	-6.1	0.2	-44.9	0.1	-15.2	0.0
	Sismo X Modo 3	0.8	-2.1	5.6	-0.7	1.9	0.2
	Sismo Y Modo 1	-4.6	51.4	-8.2	17.7	-2.8	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-4.7	0.2	-34.7	0.1	-11.8	0.0
	Sismo Y Modo 3	1.0	-2.7	7.3	-0.9	2.5	0.3

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P4	Peso propio	221.7	5.9	2.6	3.9	1.2	-0.0
	Cargas muertas	64.9	2.3	-0.1	1.5	-0.3	0.0
	Sobrecarga de uso	86.6	3.3	1.3	2.1	0.6	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.1	3.5	-4.4	1.2	-1.5	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.1	2.3	-3.0	0.8	-1.0	0.0
	Viento -X exc.+	0.1	-3.5	4.4	-1.2	1.5	0.0
	Viento -X exc.-	0.1	-2.3	3.0	-0.8	1.0	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.9	3.7	3.3	1.3	1.1	0.0
	Viento +Y exc.-	0.9	5.1	1.6	1.7	0.6	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.9	-3.7	-3.3	-1.3	-1.1	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.9	-5.1	-1.6	-1.7	-0.6	0.0
	NIEVE	5.9	0.2	0.1	0.1	0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	2.9	38.9	-18.2	13.2	-6.2	-0.2
	Sismo X Modo 2	-5.3	0.2	-44.7	0.0	-15.1	0.0
	Sismo X Modo 3	1.6	-2.1	15.8	-0.7	5.4	0.2
	Sismo Y Modo 1	3.7	50.2	-23.5	17.1	-8.0	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-4.1	0.1	-34.5	0.0	-11.7	0.0
	Sismo Y Modo 3	2.1	-2.7	20.5	-0.9	7.0	0.3
P5	Peso propio	229.7	-6.5	-0.7	-4.2	-0.8	-0.0
	Cargas muertas	55.6	-2.3	0.4	-1.5	0.0	0.0
	Sobrecarga de uso	89.4	-3.7	-0.2	-2.3	-0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.3	2.8	-2.2	0.9	-0.8	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.3	2.5	-3.7	0.9	-1.3	0.0
	Viento -X exc.+	0.3	-2.8	2.2	-0.9	0.8	0.0
	Viento -X exc.-	0.3	-2.5	3.7	-0.9	1.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	-0.6	3.9	2.9	1.3	1.0	0.0
	Viento +Y exc.-	-0.7	4.2	4.6	1.4	1.6	-0.0
	Viento -Y exc.+	0.6	-3.9	-2.9	-1.3	-1.0	-0.0
	Viento -Y exc.-	0.7	-4.2	-4.6	-1.4	-1.6	0.0
	NIEVE	6.1	-0.2	-0.0	-0.2	-0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	-4.0	27.0	18.9	9.2	6.6	-0.2
	Sismo X Modo 2	1.2	0.2	-46.2	0.1	-16.0	0.0
	Sismo X Modo 3	-0.8	8.1	-16.0	2.7	-5.5	0.2
	Sismo Y Modo 1	-5.2	34.9	24.5	11.9	8.5	-0.3
	Sismo Y Modo 2	0.9	0.2	-35.7	0.1	-12.4	0.0
	Sismo Y Modo 3	-1.1	10.5	-20.8	3.6	-7.2	0.3
P6	Peso propio	266.2	4.1	-4.6	2.5	-3.2	-0.0
	Cargas muertas	77.1	1.1	-0.6	0.7	-0.6	0.0
	Sobrecarga de uso	110.8	2.2	-2.1	1.4	-1.5	-0.0
	Viento +X exc.+	0.4	2.8	-2.9	1.0	-1.0	-0.0
	Viento +X exc.-	0.4	2.6	-3.4	0.9	-1.2	0.0
	Viento -X exc.+	-0.4	-2.8	2.9	-1.0	1.0	0.0
	Viento -X exc.-	-0.4	-2.6	3.4	-0.9	1.2	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.2	3.9	3.0	1.4	1.0	0.0
	Viento +Y exc.-	0.2	4.2	3.6	1.5	1.2	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.2	-3.9	-3.0	-1.4	-1.0	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.2	-4.2	-3.6	-1.5	-1.2	0.0
	NIEVE	7.5	0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.0
	Sismo X Modo 1	2.0	27.4	6.6	9.5	2.3	-0.2
	Sismo X Modo 2	2.9	0.2	-45.5	0.1	-15.7	0.0
	Sismo X Modo 3	1.1	8.2	-5.5	2.8	-1.9	0.2
	Sismo Y Modo 1	2.6	35.4	8.5	12.2	2.9	-0.3
	Sismo Y Modo 2	2.2	0.2	-35.2	0.1	-12.2	0.0
	Sismo Y Modo 3	1.4	10.7	-7.1	3.7	-2.5	0.3

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P7	Peso propio	266.6	-4.6	-4.7	-2.7	-3.3	-0.0
	Cargas muertas	77.0	-1.2	-0.6	-0.7	-0.6	0.0
	Sobrecarga de uso	110.8	-2.3	-2.1	-1.4	-1.5	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.0	2.8	-3.7	1.0	-1.3	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.0	2.6	-3.2	0.9	-1.1	0.0
	Viento -X exc.+	0.0	-2.8	3.7	-1.0	1.3	0.0
	Viento -X exc.-	0.0	-2.6	3.2	-0.9	1.1	-0.0
	Viento +Y exc.+	-0.6	4.0	3.2	1.4	1.1	0.0
	Viento +Y exc.-	-0.5	4.3	2.6	1.5	0.9	-0.0
	Viento -Y exc.+	0.6	-4.0	-3.2	-1.4	-1.1	-0.0
	Viento -Y exc.-	0.5	-4.3	-2.6	-1.5	-0.9	0.0
	NIEVE	7.5	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0
	Sismo X Modo 1	-2.0	27.7	-6.5	9.5	-2.2	-0.2
	Sismo X Modo 2	2.9	0.3	-46.0	0.1	-15.9	0.0
	Sismo X Modo 3	-1.1	8.3	5.7	2.9	2.0	0.2
	Sismo Y Modo 1	-2.6	35.7	-8.3	12.3	-2.9	-0.3
	Sismo Y Modo 2	2.2	0.2	-35.5	0.1	-12.3	0.0
	Sismo Y Modo 3	-1.4	10.8	7.4	3.7	2.6	0.3
P8	Peso propio	229.4	6.2	-0.5	4.1	-0.7	-0.0
	Cargas muertas	55.7	2.3	0.4	1.5	0.0	0.0
	Sobrecarga de uso	89.6	3.6	-0.2	2.3	-0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	0.5	2.8	-4.4	0.9	-1.5	-0.0
	Viento +X exc.-	0.4	2.5	-3.0	0.9	-1.0	0.0
	Viento -X exc.+	-0.5	-2.8	4.4	-0.9	1.5	0.0
	Viento -X exc.-	-0.4	-2.5	3.0	-0.9	1.0	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.4	3.8	3.3	1.3	1.2	0.0
	Viento +Y exc.-	0.5	4.1	1.7	1.4	0.6	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.4	-3.8	-3.3	-1.3	-1.2	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.5	-4.1	-1.7	-1.4	-0.6	0.0
	NIEVE	6.1	0.2	-0.0	0.2	-0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	4.0	26.8	-18.5	9.2	-6.4	-0.2
	Sismo X Modo 2	1.2	0.3	-45.6	0.1	-15.9	0.0
	Sismo X Modo 3	0.8	8.0	16.0	2.7	5.6	0.2
	Sismo Y Modo 1	5.1	34.6	-24.0	11.8	-8.3	-0.3
	Sismo Y Modo 2	1.0	0.2	-35.3	0.1	-12.3	0.0
	Sismo Y Modo 3	1.1	10.4	20.8	3.5	7.2	0.3
P9	Peso propio	186.9	-5.5	1.1	-3.6	0.3	-0.0
	Cargas muertas	43.4	-2.1	0.5	-1.4	0.1	0.0
	Sobrecarga de uso	67.5	-3.3	0.5	-2.1	0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.6	2.2	-2.3	0.8	-0.8	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.8	2.7	-3.7	0.9	-1.3	0.0
	Viento -X exc.+	0.6	-2.2	2.3	-0.8	0.8	0.0
	Viento -X exc.-	0.8	-2.7	3.7	-0.9	1.3	-0.0
	Viento +Y exc.+	-0.2	4.0	2.9	1.4	1.0	0.0
	Viento +Y exc.-	0.0	3.5	4.6	1.2	1.6	-0.0
	Viento -Y exc.+	0.2	-4.0	-2.9	-1.4	-1.0	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.0	-3.5	-4.6	-1.2	-1.6	0.0
	NIEVE	4.6	-0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	-0.5	17.8	19.1	6.1	6.6	-0.2
	Sismo X Modo 2	-5.2	0.3	-46.6	0.1	-16.2	0.0
	Sismo X Modo 3	-3.9	15.9	-16.1	5.4	-5.6	0.2
	Sismo Y Modo 1	-0.6	23.0	24.7	7.8	8.6	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-4.1	0.2	-36.0	0.1	-12.5	0.0
	Sismo Y Modo 3	-5.0	20.6	-21.0	7.0	-7.3	0.3

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P10	Peso propio	206.5	3.6	3.3	2.2	1.7	-0.0
	Cargas muertas	59.6	1.0	1.0	0.6	0.4	0.0
	Sobrecarga de uso	80.2	2.0	1.5	1.2	0.7	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.2	2.3	-3.0	0.8	-1.0	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.3	2.7	-3.5	0.9	-1.2	0.0
	Viento -X exc.+	0.2	-2.3	3.0	-0.8	1.0	0.0
	Viento -X exc.-	0.3	-2.7	3.5	-0.9	1.2	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.8	4.1	3.0	1.4	1.1	0.0
	Viento +Y exc.-	0.8	3.6	3.6	1.2	1.3	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.8	-4.1	-3.0	-1.4	-1.1	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.8	-3.6	-3.6	-1.2	-1.3	0.0
	NIEVE	5.4	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	2.5	18.3	6.7	6.3	2.3	-0.2
	Sismo X Modo 2	-6.6	0.3	-46.1	0.1	-15.9	0.0
	Sismo X Modo 3	0.7	16.3	-5.5	5.6	-1.9	0.2
	Sismo Y Modo 1	3.3	23.6	8.7	8.1	3.0	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-5.1	0.3	-35.6	0.1	-12.3	0.0
	Sismo Y Modo 3	0.9	21.2	-7.2	7.3	-2.5	0.3
P11	Peso propio	207.5	-3.7	3.4	-2.2	1.7	-0.0
	Cargas muertas	59.6	-1.0	1.1	-0.6	0.4	0.0
	Sobrecarga de uso	80.0	-1.9	1.5	-1.2	0.7	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.7	2.3	-3.8	0.8	-1.3	-0.0
	Viento +X exc.-	-0.7	2.7	-3.3	0.9	-1.1	0.0
	Viento -X exc.+	0.7	-2.3	3.8	-0.8	1.3	0.0
	Viento -X exc.-	0.7	-2.7	3.3	-0.9	1.1	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.1	4.1	3.2	1.4	1.1	0.0
	Viento +Y exc.-	0.1	3.6	2.6	1.2	0.9	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.1	-4.1	-3.2	-1.4	-1.1	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.1	-3.6	-2.6	-1.2	-0.9	0.0
	NIEVE	5.4	-0.1	0.1	-0.1	0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	-2.5	18.3	-6.5	6.3	-2.3	-0.2
	Sismo X Modo 2	-6.7	0.3	-46.3	0.1	-16.0	0.0
	Sismo X Modo 3	-0.7	16.4	5.8	5.6	2.0	0.2
	Sismo Y Modo 1	-3.2	23.7	-8.4	8.2	-2.9	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-5.2	0.2	-35.8	0.1	-12.3	0.0
	Sismo Y Modo 3	-0.8	21.3	7.5	7.3	2.6	0.3
P12	Peso propio	187.3	5.9	0.8	3.8	0.2	-0.0
	Cargas muertas	43.7	2.2	0.5	1.4	0.1	0.0
	Sobrecarga de uso	67.7	3.3	0.4	2.1	0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	-0.2	2.2	-4.5	0.8	-1.6	-0.0
	Viento +X exc.-	0.0	2.7	-3.1	0.9	-1.1	0.0
	Viento -X exc.+	0.2	-2.2	4.5	-0.8	1.6	0.0
	Viento -X exc.-	-0.0	-2.7	3.1	-0.9	1.1	-0.0
	Viento +Y exc.+	0.9	4.0	3.4	1.3	1.2	0.0
	Viento +Y exc.-	0.7	3.5	1.7	1.2	0.6	-0.0
	Viento -Y exc.+	-0.9	-4.0	-3.4	-1.3	-1.2	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.7	-3.5	-1.7	-1.2	-0.6	0.0
	NIEVE	4.6	0.2	0.0	0.1	0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	0.5	17.8	-18.8	6.0	-6.5	-0.2
	Sismo X Modo 2	-5.1	0.3	-46.3	0.1	-16.1	0.0
	Sismo X Modo 3	3.9	15.8	16.3	5.4	5.6	0.2
	Sismo Y Modo 1	0.6	23.0	-24.3	7.8	-8.4	-0.3
	Sismo Y Modo 2	-4.0	0.2	-35.8	0.1	-12.4	0.0
	Sismo Y Modo 3	5.0	20.5	21.1	7.0	7.3	0.3

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P13	Peso propio	130.3	-4.6	0.3	-3.0	-0.4	-0.0
	Cargas muertas	33.3	-2.0	0.9	-1.3	0.3	0.0
	Sobrecarga de uso	40.5	-2.8	0.2	-1.8	-0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	0.2	1.8	-2.2	0.6	-0.7	-0.0
	Viento +X exc.-	0.4	2.7	-3.5	0.9	-1.2	0.0
	Viento -X exc.+	-0.2	-1.8	2.2	-0.6	0.7	0.0
	Viento -X exc.-	-0.4	-2.7	3.5	-0.9	1.2	-0.0
	Viento +Y exc.+	-1.1	4.0	2.8	1.3	1.0	0.0
	Viento +Y exc.-	-1.3	2.8	4.4	1.0	1.5	-0.0
	Viento -Y exc.+	1.1	-4.0	-2.8	-1.3	-1.0	-0.0
	Viento -Y exc.-	1.3	-2.8	-4.4	-1.0	-1.5	0.0
	NIEVE	2.8	-0.2	0.0	-0.1	-0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	-5.1	10.3	18.3	3.4	6.3	-0.2
	Sismo X Modo 2	9.3	0.4	-44.6	0.1	-15.3	0.0
	Sismo X Modo 3	0.6	21.7	-15.5	7.3	-5.3	0.2
	Sismo Y Modo 1	-6.5	13.3	23.6	4.4	8.1	-0.3
	Sismo Y Modo 2	7.2	0.3	-34.5	0.1	-11.8	0.0
	Sismo Y Modo 3	0.8	28.2	-20.1	9.5	-6.9	0.3
P14	Peso propio	192.8	0.7	0.1	0.4	-0.6	-0.0
	Cargas muertas	56.9	0.3	0.7	0.2	0.2	0.0
	Sobrecarga de uso	71.6	0.6	0.1	0.4	-0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	0.8	1.8	-2.8	0.6	-1.0	-0.0
	Viento +X exc.-	0.9	2.8	-3.3	1.0	-1.1	0.0
	Viento -X exc.+	-0.8	-1.8	2.8	-0.6	1.0	0.0
	Viento -X exc.-	-0.9	-2.8	3.3	-1.0	1.1	-0.0
	Viento +Y exc.+	-0.4	4.1	2.9	1.4	1.0	0.0
	Viento +Y exc.-	-0.6	2.9	3.5	1.0	1.2	-0.0
	Viento -Y exc.+	0.4	-4.1	-2.9	-1.4	-1.0	-0.0
	Viento -Y exc.-	0.6	-2.9	-3.5	-1.0	-1.2	0.0
	NIEVE	4.9	0.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	-0.7	10.7	6.4	3.7	2.2	-0.2
	Sismo X Modo 2	9.9	0.3	-44.2	0.1	-15.1	0.0
	Sismo X Modo 3	2.4	22.2	-5.3	7.6	-1.8	0.2
	Sismo Y Modo 1	-0.9	13.8	8.3	4.7	2.8	-0.3
	Sismo Y Modo 2	7.7	0.2	-34.1	0.1	-11.7	0.0
	Sismo Y Modo 3	3.2	28.8	-6.9	9.9	-2.4	0.3
P15	Peso propio	193.3	-1.0	0.1	-0.5	-0.6	-0.0
	Cargas muertas	56.9	-0.4	0.8	-0.2	0.2	0.0
	Sobrecarga de uso	71.6	-0.6	0.1	-0.4	-0.3	-0.0
	Viento +X exc.+	0.7	1.8	-3.6	0.6	-1.2	-0.0
	Viento +X exc.-	0.5	2.8	-3.1	1.0	-1.1	0.0
	Viento -X exc.+	-0.7	-1.8	3.6	-0.6	1.2	0.0
	Viento -X exc.-	-0.5	-2.8	3.1	-1.0	1.1	-0.0
	Viento +Y exc.+	-0.9	4.1	3.1	1.4	1.1	0.0
	Viento +Y exc.-	-0.8	3.0	2.5	1.0	0.9	-0.0
	Viento -Y exc.+	0.9	-4.1	-3.1	-1.4	-1.1	-0.0
	Viento -Y exc.-	0.8	-3.0	-2.5	-1.0	-0.9	0.0
	NIEVE	4.9	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	0.6	10.8	-6.3	3.7	-2.1	-0.2
	Sismo X Modo 2	9.9	0.3	-44.6	0.1	-15.2	0.0
	Sismo X Modo 3	-2.5	22.4	5.5	7.7	1.9	0.2
	Sismo Y Modo 1	0.8	13.9	-8.1	4.8	-2.8	-0.3
	Sismo Y Modo 2	7.7	0.2	-34.5	0.1	-11.8	0.0
	Sismo Y Modo 3	-3.2	29.1	7.2	10.0	2.5	0.3

Soporte	Hipótesis	Esfuerzos en arranques					
		N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
P16	Peso propio	128.6	4.6	0.4	3.1	-0.3	-0.0
	Cargas muertas	33.3	2.0	0.8	1.3	0.3	0.0
	Sobrecarga de uso	40.7	2.9	0.2	1.8	-0.1	-0.0
	Viento +X exc.+	1.1	1.7	-4.3	0.6	-1.5	-0.0
	Viento +X exc.-	0.9	2.7	-2.9	0.9	-1.0	0.0
	Viento -X exc.+	-1.1	-1.7	4.3	-0.6	1.5	0.0
	Viento -X exc.-	-0.9	-2.7	2.9	-0.9	1.0	-0.0
	Viento +Y exc.+	-0.2	4.0	3.2	1.3	1.1	0.0
	Viento +Y exc.-	0.0	2.8	1.6	1.0	0.6	-0.0
	Viento -Y exc.+	0.2	-4.0	-3.2	-1.3	-1.1	-0.0
	Viento -Y exc.-	-0.0	-2.8	-1.6	-1.0	-0.6	0.0
	NIEVE	2.8	0.2	0.0	0.1	-0.0	-0.0
	Sismo X Modo 1	5.0	10.2	-17.9	3.4	-6.1	-0.2
	Sismo X Modo 2	9.3	0.2	-44.0	0.1	-15.1	0.0
	Sismo X Modo 3	-0.6	21.5	15.5	7.3	5.3	0.2
	Sismo Y Modo 1	6.5	13.1	-23.1	4.4	-7.9	-0.3
	Sismo Y Modo 2	7.2	0.2	-34.0	0.1	-11.7	0.0
	Sismo Y Modo 3	-0.8	27.9	20.2	9.5	6.9	0.3

9.6. Pésimos en pilares.

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos pésimos						Pésima	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN�m)	Myy (kN�m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
P1	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	277.8	32.5	40.4	-27.1	-27.3	Q S.	33.7	Cumple
				G, Q, S	303.7	32.1	42.1	-27.7	-27.1	N,M S.	27.6	Cumple
			3.65 m	G, S	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	N,M S.	62.6	Cumple
			0.6 m	G, S	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	N,M S.	62.6	Cumple
			Pie	G, S	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	N,M S.	62.6	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	319.9	-80.3	-73.0	-27.7	-27.1	Q S.	5.7	Cumple
				G, S	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	N,M S.	62.6	Cumple
P2	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	446.4	-25.3	-29.0	22.9	20.1	Q S.	23.0	Cumple
				G, Q, V, N	816.2	-8.4	-4.7	2.7	4.7	N,M	28.3	Cumple
			3.65 m	G, S	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	N,M S.	46.5	Cumple
			0.6 m	G, S	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	N,M S.	46.5	Cumple
			Pie	G, S	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	N,M S.	46.5	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, S	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	N,M S.	46.5	Cumple
P3	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	446.1	-28.1	25.6	-20.3	22.4	Q S.	22.8	Cumple
				G, Q, V, N	814.5	-6.1	4.5	-2.7	2.7	N,M	28.2	Cumple
			3.65 m	G, S	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	N,M S.	46.2	Cumple
			0.6 m	G, S	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	N,M S.	46.2	Cumple
			Pie	G, S	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	N,M S.	46.2	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, S	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	N,M S.	46.2	Cumple
P4	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	267.0	34.3	-36.9	24.2	-28.7	Q S.	33.2	Cumple
				G, Q, S	293.0	34.0	-38.5	24.8	-28.5	N,M S.	26.9	Cumple
			3.65 m	G, S	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	N,M S.	61.2	Cumple
			0.6 m	G, S	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	N,M S.	61.2	Cumple
			Pie	G, S	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	N,M S.	61.2	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	309.3	-84.4	64.4	24.8	-28.5	Q S.	5.6	Cumple
				G, S	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	N,M S.	61.2	Cumple
P5	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	275.0	42.4	26.9	-15.7	-32.0	Q S.	31.3	Cumple
				G, Q, S	301.8	42.8	28.8	-16.4	-32.1	N,M S.	26.7	Cumple
			3.65 m	G, S	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	N,M S.	53.8	Cumple
			0.6 m	G, S	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	N,M S.	53.8	Cumple
			Pie	G, S	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	N,M S.	53.8	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	318.1	-90.4	-39.2	-16.4	-32.1	Q S.	5.3	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos p _{ésimos}						P _{ésima}	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (kN)	M _{xx} (kN·m)	M _{yy} (kN·m)	Q _x (kN)	Q _y (kN)			
				G, S	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	N,M S.	53.8	Cumple
P6	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	329.1	40.0	2.4	-5.2	-27.2	Q S.	23.1	Cumple
				G, Q, V, N	613.7	22.1	-17.3	7.2	-8.5	N,M	25.0	Cumple
			3.65 m	G, S	345.3	-72.8	-19.0	-5.2	-27.2	Q S.	22.8	Cumple
				G, Q, S	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3	N,M S.	38.8	Cumple
			0.6 m	G, S	345.3	-72.8	-19.0	-5.2	-27.2	Q S.	22.8	Cumple
				G, Q, S	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3	N,M S.	38.8	Cumple
			Pie	G, S	345.3	-72.8	-19.0	-5.2	-27.2	Q S.	22.8	Cumple
				G, Q, S	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3	N,M S.	38.8	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3	N,M S.	38.8	Cumple
P7	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	329.4	40.1	-2.7	5.3	-27.4	Q S.	23.3	Cumple
				G, Q, V, N	614.2	22.0	17.8	-7.9	-8.5	N,M	25.1	Cumple
			3.65 m	G, S	345.7	-73.5	19.2	5.3	-27.4	Q S.	22.9	Cumple
				G, Q, S	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6	N,M S.	39.4	Cumple
			0.6 m	G, S	345.7	-73.5	19.2	5.3	-27.4	Q S.	22.9	Cumple
				G, Q, S	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6	N,M S.	39.4	Cumple
			Pie	G, S	345.7	-73.5	19.2	5.3	-27.4	Q S.	22.9	Cumple
				G, Q, S	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6	N,M S.	39.4	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6	N,M S.	39.4	Cumple
P8	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	274.7	42.0	-27.1	15.7	-31.6	Q S.	31.0	Cumple
				G, Q, S	301.6	42.3	-28.9	16.4	-31.7	N,M S.	26.6	Cumple
			3.65 m	G, S	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	Q S.	30.5	Cumple
				G, S	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	N,M S.	53.1	Cumple
			0.6 m	G, S	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	Q S.	30.5	Cumple
				G, S	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	N,M S.	53.1	Cumple
			Pie	G, S	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	Q S.	30.5	Cumple
				G, S	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	N,M S.	53.1	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	317.9	-89.1	39.0	16.4	-31.7	Q S.	5.2	Cumple
				G, S	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	N,M S.	53.1	Cumple
P9	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	205.1	40.3	16.5	-7.8	-31.6	Q S.	30.7	Cumple
				G, Q, S	225.4	40.3	18.1	-8.4	-31.6	N,M S.	22.3	Cumple
			3.65 m	G, S	221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	N,M S.	50.1	Cumple
				G, S	221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	N,M S.	50.1	Cumple
			0.6 m	G, S	221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	N,M S.	50.1	Cumple
	G, S	221.4		-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	N,M S.	50.1	Cumple		
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	241.7	-90.7	-16.8	-8.4	-31.6	Q S.	4.8	Cumple
G, S				221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	N,M S.	50.1	Cumple	
P10	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	261.4	-30.7	-20.8	13.9	23.1	Q S.	24.0	Cumple
				G, Q, S	285.5	-31.2	-21.7	14.3	23.3	N,M S.	19.8	Cumple
			3.65 m	G, S	277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	N,M S.	40.5	Cumple
				G, S	277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	N,M S.	40.5	Cumple
			0.6 m	G, S	277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	N,M S.	40.5	Cumple
	G, S	277.7		65.0	37.0	13.9	23.1	N,M S.	40.5	Cumple		
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	301.8	65.5	37.6	14.3	23.3	Q S.	4.0	Cumple
G, S				277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	N,M S.	40.5	Cumple	
P11	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	262.5	-30.6	21.2	-14.2	23.0	Q S.	24.1	Cumple
				G, Q, S	286.5	-31.0	22.0	-14.6	23.3	N,M S.	19.8	Cumple
			3.65 m	G, S	278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	N,M S.	40.8	Cumple
				G, S	278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	N,M S.	40.8	Cumple
			0.6 m	G, S	278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	N,M S.	40.8	Cumple
	G, S	278.8		65.0	-37.8	-14.2	23.0	N,M S.	40.8	Cumple		
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	302.8	65.5	-38.4	-14.6	23.3	Q S.	4.0	Cumple
G, S				278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	N,M S.	40.8	Cumple	
P12	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	205.9	40.5	-17.2	8.2	-31.6	Q S.	30.7	Cumple
				G, Q, S	226.2	40.5	-18.9	8.8	-31.6	N,M S.	22.7	Cumple
			3.65 m	G, S	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	N,M S.	50.2	Cumple
				G, S	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	N,M S.	50.2	Cumple
			0.6 m	G, S	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	N,M S.	50.2	Cumple
				G, S	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	N,M S.	50.2	Cumple

Resumen de las comprobaciones												
Pilares	Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Esfuerzos p _s imos						P _s ima	Aprov. (%)	Estado
				Naturaleza	N (kN)	M _{xx} (kN·m)	M _{yy} (kN·m)	Q _x (kN)	Q _y (kN)			
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	242.5	-90.5	17.8	8.8	-31.6	Q S.	4.8	Cumple
				G, S	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	N,M S.	50.2	Cumple
P13	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	129.4	-35.6	13.7	-6.2	30.2	Q S.	31.5	Cumple
				G, Q, S	141.5	-35.4	15.1	-6.8	30.2	N,M S.	20.3	Cumple
			3.65 m	G, S	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	N,M S.	54.7	Cumple
				0.6 m	G, S	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	N,M S.	54.7
			Pie	G, S	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	N,M S.	54.7	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	157.8	89.7	-13.0	-6.8	30.2	Q S.	4.6	Cumple
				G, S	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	N,M S.	54.7	Cumple
	P14	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	248.3	30.2	-4.9	3.3	-22.9	Q S.	20.8
G, Q, S					269.8	30.5	-5.2	3.4	-22.9	N,M S.	15.3	Cumple
3.65 m				G, S	264.6	-64.7	8.7	3.3	-22.9	Q S.	20.5	Cumple
				G, S	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	N,M S.	32.6	Cumple
0.6 m				G, S	264.6	-64.7	8.7	3.3	-22.9	Q S.	20.5	Cumple
				G, S	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	N,M S.	32.6	Cumple
Pie				G, S	264.6	-64.7	8.7	3.3	-22.9	Q S.	20.5	Cumple
				G, S	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	N,M S.	32.6	Cumple
0-Nivel Base Cimentación		40x40	Arranque	G, Q, S	286.1	-64.7	8.9	3.4	-22.9	Q S.	3.4	Cumple
				G, S	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	N,M S.	32.6	Cumple
P15	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	248.8	30.3	4.7	-3.2	-23.0	Q S.	20.9	Cumple
				G, Q, S	270.3	30.6	4.9	-3.3	-23.1	N,M S.	15.3	Cumple
			3.65 m	G, S	265.1	-65.2	-8.5	-3.2	-23.0	Q S.	20.6	Cumple
				G, S	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	N,M S.	32.7	Cumple
			0.6 m	G, S	265.1	-65.2	-8.5	-3.2	-23.0	Q S.	20.6	Cumple
				G, S	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	N,M S.	32.7	Cumple
			Pie	G, S	265.1	-65.2	-8.5	-3.2	-23.0	Q S.	20.6	Cumple
				G, S	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	N,M S.	32.7	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	286.6	-65.2	-8.7	-3.3	-23.1	Q S.	3.4	Cumple
				G, S	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	N,M S.	32.7	Cumple
P16	2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	G, S	127.8	-35.6	-13.7	6.0	29.9	Q S.	31.3	Cumple
				G, Q, S	140.0	-35.4	-15.1	6.6	29.9	N,M S.	20.3	Cumple
			3.65 m	G, S	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	N,M S.	53.9	Cumple
				0.6 m	G, S	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	N,M S.	53.9
			Pie	G, S	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	N,M S.	53.9	Cumple
	0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	G, Q, S	156.2	88.7	12.3	6.6	29.9	Q S.	4.5	Cumple
				G, S	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	N,M S.	53.9	Cumple
				Notas: Q S.: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) N,M S.: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)								

9.7. Listado de medición de pilares.

Resumen de medición - 2-Forjado							
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m²)	Hormigón HA-25, Yc=1.5 (m³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15			Cuantía (kg/m³)
				Longitudinal Ø16 (kg)	Estribos Ø6 (kg)	Total +10 % (kg)	
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15 y P16	40x40	106.24	10.56	1313.6	214.4	1680.8	144.70
Total		106.24	10.56	1313.6	214.4	1680.8	144.70

9.8. Sumatorio de esfuerzos en pilares.

Sólo se tienen en cuenta los esfuerzos de pilares, muros y pantallas, por lo que, si la obra tiene vigas con vinculación exterior, vigas inclinadas, diagonales o estructuras 3D integradas, los esfuerzos de dichos elementos no se muestran en el siguiente listado.

Este listado es de utilidad para conocer las cargas actuantes por encima de la cota de la base de los soportes sobre una planta, por lo que para casos tales como pilares apeados traccionados, los esfuerzos de dichos pilares tendrán la influencia no sólo de las cargas por encima sino también la de las cargas que recibe de plantas inferiores.

Valores referidos al origen (X=0.00, Y=0.00)								
Planta	Cota (m)	Hipótesis	N (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	T (kN·m)
0-Nivel Base Cimentación	0.00	Peso propio	3561.3	44242	48712	0.0	-0.0	-0.0
		Cargas muertas	999.4	12217	13874	0.0	-0.0	-0.0
		Sobrecarga de uso	1388.0	16892	19328	0.0	-0.0	-0.0
		Viento +X exc.+	0.0	103.5	0.0	23.0	0.0	-355.1
		Viento +X exc.-	0.0	103.5	0.0	23.0	-0.0	-281.8
		Viento -X exc.+	-0.0	-103.5	-0.0	-23.0	-0.0	355.1
		Viento -X exc.-	-0.0	-103.5	-0.0	-23.0	0.0	281.8
		Viento +Y exc.+	0.0	0.0	123.2	-0.0	27.4	378.8
		Viento +Y exc.-	0.0	0.0	123.2	0.0	27.4	293.5
		Viento -Y exc.+	-0.0	-0.0	-123.2	0.0	-27.4	-378.8
		Viento -Y exc.-	-0.0	-0.0	-123.2	-0.0	-27.4	-293.5
		NIEVE	94.1	1145.2	1309.4	0.0	-0.0	-0.0
		Sismo X Modo 1	0.0	358.4	462.9	79.6	102.9	-612.7
		Sismo X Modo 2	0.0	886.6	-685.2	197.0	-152.3	-4587
		Sismo X Modo 3	0.0	165.2	214.6	36.7	47.7	987.1
		Sismo Y Modo 1	0.0	463.0	598.1	102.9	132.9	-791.7
		Sismo Y Modo 2	0.0	685.4	-529.7	152.3	-117.7	-3546
		Sismo Y Modo 3	0.0	214.7	278.9	47.7	62.0	1282.6

10. LISTADO COMPROBACIONES E.L.U. DE LOS PILARES.

A continuación, se adjunta la Figura 33 con la distribución en planta de los pilares junto con su numeración:

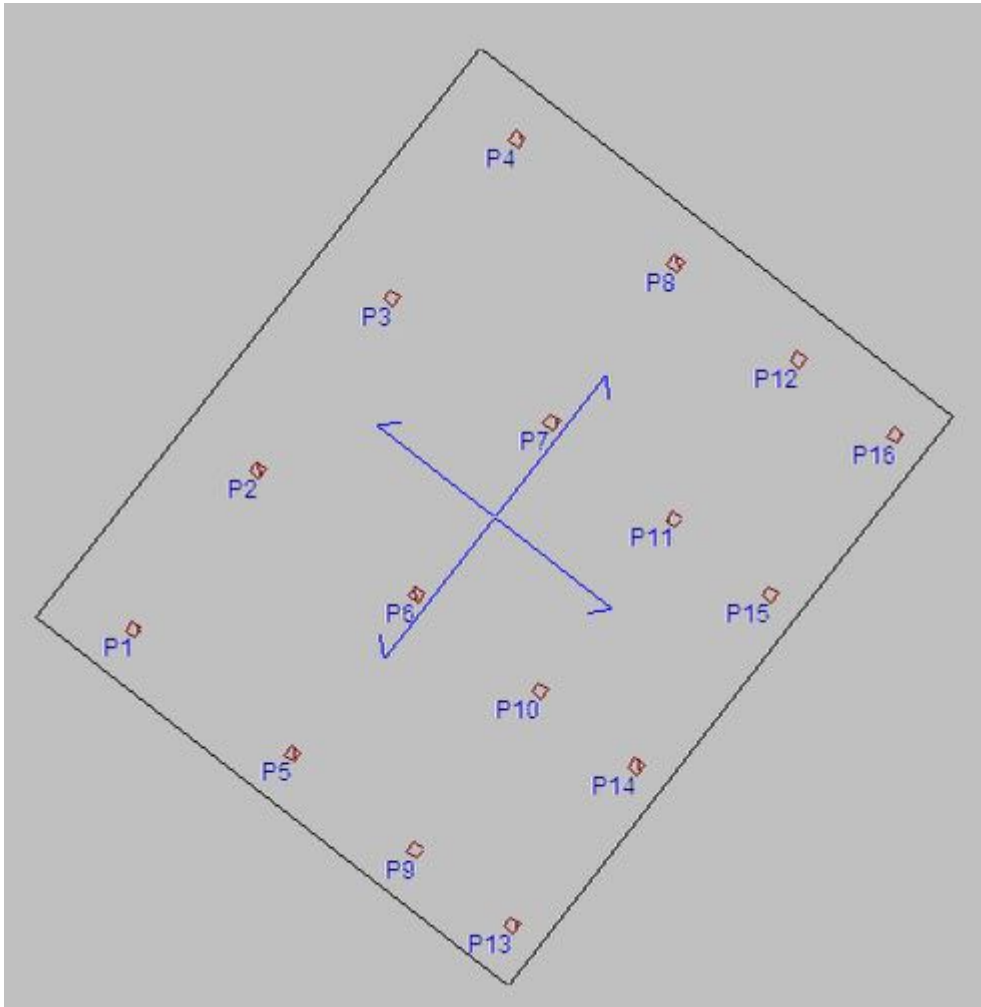


Figura 33.Planta estructura. Cype.

Leyenda de tablas:

- Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
- Arm.: Armadura mínima y máxima
- Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante
- N,M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales
- Sism.: Criterios de diseño por sismo
- Disp. S.: Criterios de diseño por sismo
- Cap.: Diseño por capacidad.

• **P1**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	33.7	27.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	33.7	G, S ⁽³⁾	Q S.	277.8	32.5	40.4	-27.1	-27.3	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	303.7	32.1	42.1	-27.7	-27.1	
		3.65 m	Cumple	Cumple	33.2	62.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	62.6	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	33.2	62.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	62.6	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	33.2	62.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	62.6	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.7	62.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	62.6	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	319.9	-80.3	-73.0	-27.7	-27.1	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	294.1	-80.7	-72.0	-27.1	-27.3	

• **P2**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	23.0	28.3	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	28.3	G, S ⁽³⁾	Q S.	446.4	-25.3	-29.0	22.9	20.1	Cumple
											G, Q, V, N ⁽⁴⁾	N,M	816.2	-8.4	-4.7	2.7	4.7	
		3.65 m	Cumple	Cumple	22.7	46.5	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	46.5	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	22.7	46.5	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	46.5	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	22.7	46.5	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	46.5	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.3	46.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	46.5	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.7	58.2	65.9	22.9	20.1	Cumple

• **P3**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	22.8	28.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	28.2	G, S ⁽³⁾	Q S.	446.1	-28.1	25.6	-20.3	22.4	Cumple
											G, Q, V, N ⁽⁴⁾	N,M	814.5	-6.1	4.5	-2.7	2.7	
		3.65 m	Cumple	Cumple	22.5	46.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	46.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	22.5	46.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	46.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	22.5	46.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	46.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.2	46.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	46.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	462.4	65.0	-58.4	-20.3	22.4	Cumple

• **P4**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	33.2	26.9	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	33.2	G, S ⁽³⁾	Q S.	267.0	34.3	-36.9	24.2	-28.7	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	293.0	34.0	-38.5	24.8	-28.5	
		3.65 m	Cumple	Cumple	32.7	61.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	61.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	32.7	61.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	61.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	32.7	61.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	61.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.6	61.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	61.2	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	309.3	-84.4	64.4	24.8	-28.5	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	283.3	-84.7	63.4	24.2	-28.7	

• **P5**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	31.3	26.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	31.3	G, S ⁽³⁾	Q S.	275.0	42.4	26.9	-15.7	-32.0	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	301.8	42.8	28.8	-16.4	-32.1	
		3.65 m	Cumple	Cumple	30.8	53.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.8	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	30.8	53.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.8	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	30.8	53.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.8	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.3	53.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	53.8	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	318.1	-90.4	-39.2	-16.4	-32.1	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	291.3	-90.4	-38.1	-15.7	-32.0	

• **P6**

Sección de hormigón																				
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos							Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	23.1	25.0	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	25.0	G, S ⁽³⁾	Q S.	329.1	40.0	2.4	-5.2	-27.2	Cumple		
											G, Q, V, N ⁽⁴⁾	N,M	613.7	22.1	-17.3	7.2	-8.5			
		3.65 m	Cumple	Cumple	22.8	38.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	38.8	G, S ⁽³⁾	Q S.	345.3	-72.8	-19.0	-5.2	-27.2	Cumple		
											G, Q, S ⁽⁵⁾	N,M S.	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3			
		0.6 m	Cumple	Cumple	22.8	38.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	38.8	G, S ⁽³⁾	Q S.	345.3	-72.8	-19.0	-5.2	-27.2	Cumple		
											G, Q, S ⁽⁵⁾	N,M S.	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3			
		Pie	Cumple	Cumple	22.8	38.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	38.8	G, S ⁽³⁾	Q S.	345.3	-72.8	-19.0	-5.2	-27.2	Cumple		
											G, Q, S ⁽⁵⁾	N,M S.	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3			
		0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.1	38.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	38.8	G, Q, S ⁽⁵⁾	Q S.,N,M S.	383.3	-58.0	45.4	17.3	-22.3	Cumple

• **P7**

Sección de homigón																				
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos							Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	23.3	25.1	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	25.1	G, S ⁽³⁾	Q S.	329.4	40.1	-2.7	5.3	-27.4	Cumple		
											G, Q, V, N ⁽⁴⁾	N,M	614.2	22.0	17.8	-7.9	-8.5			
		3.65 m	Cumple	Cumple	22.9	39.4	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	39.4	G, S ⁽³⁾	Q S.	345.7	-73.5	19.2	5.3	-27.4	Cumple		
											G, Q, S ⁽⁵⁾	N,M S.	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6			
		0.6 m	Cumple	Cumple	22.9	39.4	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	39.4	G, S ⁽³⁾	Q S.	345.7	-73.5	19.2	5.3	-27.4	Cumple		
											G, Q, S ⁽⁵⁾	N,M S.	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6			
		Pie	Cumple	Cumple	22.9	39.4	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	39.4	G, S ⁽³⁾	Q S.	345.7	-73.5	19.2	5.3	-27.4	Cumple		
											G, Q, S ⁽⁵⁾	N,M S.	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6			
		0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.1	39.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	39.4	G, Q, S ⁽⁵⁾	Q S.,N,M S.	383.7	-59.1	-45.8	-17.3	-22.6	Cumple

• **P8**

Sección de hormigón																				
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos							Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	31.0	26.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	31.0	G, S ⁽³⁾	Q S.	274.7	42.0	-27.1	15.7	-31.6	Cumple		
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	301.6	42.3	-28.9	16.4	-31.7			
		3.65 m	Cumple	Cumple	30.5	53.1	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.1	G, S ⁽³⁾	Q S.	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	Cumple		
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6			
		0.6 m	Cumple	Cumple	30.5	53.1	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.1	G, S ⁽³⁾	Q S.	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	Cumple		
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6			
		Pie	Cumple	Cumple	30.5	53.1	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.1	G, S ⁽³⁾	Q S.	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	Cumple		
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6			
		0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	5.2	53.1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	53.1	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	317.9	-89.1	39.0	16.4	-31.7	Cumple
													G, S ⁽³⁾	N,M S.	291.0	-89.1	38.0	15.7	-31.6	

• **P9**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos p _s imos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M _{xx} (kN·m)	M _{yy} (kN·m)	Q _x (kN)	Q _y (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	30.7	22.3	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	30.7	G, S ⁽³⁾	Q S.	205.1	40.3	16.5	-7.8	-31.6	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	225.4	40.3	18.1	-8.4	-31.6	
		3.65 m	Cumple	Cumple	30.2	50.1	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	50.1	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	30.2	50.1	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	50.1	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	30.2	50.1	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	50.1	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.8	50.1	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	50.1	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	241.7	-90.7	-16.8	-8.4	-31.6	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	221.4	-90.8	-15.8	-7.8	-31.6	

• **P10**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos p _s imos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M _{xx} (kN·m)	M _{yy} (kN·m)	Q _x (kN)	Q _y (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	24.0	19.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	24.0	G, S ⁽³⁾	Q S.	261.4	-30.7	-20.8	13.9	23.1	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	285.5	-31.2	-21.7	14.3	23.3	
		3.65 m	Cumple	Cumple	23.6	40.5	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	40.5	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	23.6	40.5	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	40.5	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	23.6	40.5	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	40.5	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.0	40.5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	40.5	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	301.8	65.5	37.6	14.3	23.3	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	277.7	65.0	37.0	13.9	23.1	

• **P11**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones									Esfuerzos pésimos						Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	24.1	19.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	24.1	G, S ⁽³⁾	Q S.	262.5	-30.6	21.2	-14.2	23.0	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	286.5	-31.0	22.0	-14.6	23.3	
		3.65 m	Cumple	Cumple	23.7	40.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	40.8	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	23.7	40.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	40.8	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	23.7	40.8	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	40.8	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.0	40.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	40.8	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	302.8	65.5	-38.4	-14.6	23.3	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	278.8	65.0	-37.8	-14.2	23.0	

• **P12**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones									Esfuerzos pésimos						Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	30.7	22.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	30.7	G, S ⁽³⁾	Q S.	205.9	40.5	-17.2	8.2	-31.6	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	226.2	40.5	-18.9	8.8	-31.6	
		3.65 m	Cumple	Cumple	30.2	50.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	50.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	30.2	50.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	50.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	30.2	50.2	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	50.2	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.8	50.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	50.2	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	242.5	-90.5	17.8	8.8	-31.6	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	222.2	-90.6	16.8	8.2	-31.6	

• **P13**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	31.5	20.3	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	31.5	G, S ⁽³⁾	Q S.	129.4	-35.6	13.7	-6.2	30.2	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	141.5	-35.4	15.1	-6.8	30.2	
		3.65 m	Cumple	Cumple	31.0	54.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	54.7	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	31.0	54.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	54.7	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	31.0	54.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	54.7	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.6	54.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	54.7	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	157.8	89.7	-13.0	-6.8	30.2	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	145.7	89.7	-12.1	-6.2	30.2	

• **P14**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	20.8	15.3	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	20.8	G, S ⁽³⁾	Q S.	248.3	30.2	-4.9	3.3	-22.9	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	269.8	30.5	-5.2	3.4	-22.9	
		3.65 m	Cumple	Cumple	20.5	32.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	32.6	G, S ⁽³⁾	Q S.	264.6	-64.7	8.7	3.3	-22.9	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	
		0.6 m	Cumple	Cumple	20.5	32.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	32.6	G, S ⁽³⁾	Q S.	264.6	-64.7	8.7	3.3	-22.9	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	
		Pie	Cumple	Cumple	20.5	32.6	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	32.6	G, S ⁽³⁾	Q S.	264.6	-64.7	8.7	3.3	-22.9	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.4	32.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	32.6	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	286.1	-64.7	8.9	3.4	-22.9	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	234.7	66.3	-6.7	-2.0	21.9	

• **P15**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos p _s imos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	20.9	15.3	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	20.9	G, S ⁽³⁾	Q S.	248.8	30.3	4.7	-3.2	-23.0	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	270.3	30.6	4.9	-3.3	-23.1	
		3.65 m	Cumple	Cumple	20.6	32.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	32.7	G, S ⁽³⁾	Q S.	265.1	-65.2	-8.5	-3.2	-23.0	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	
		0.6 m	Cumple	Cumple	20.6	32.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	32.7	G, S ⁽³⁾	Q S.	265.1	-65.2	-8.5	-3.2	-23.0	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	
		Pie	Cumple	Cumple	20.6	32.7	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	32.7	G, S ⁽³⁾	Q S.	265.1	-65.2	-8.5	-3.2	-23.0	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.4	32.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	32.7	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	286.6	-65.2	-8.7	-3.3	-23.1	Cumple
											G, S ⁽⁵⁾	N,M S.	235.2	66.9	5.8	1.7	22.1	

• **P16**

Sección de hormigón																		
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones								Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Sism.	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
2-Forjado (0 - 4.5 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	31.3	20.3	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	31.3	G, S ⁽³⁾	Q S.	127.8	-35.6	-13.7	6.0	29.9	Cumple
											G, Q, S ⁽⁴⁾	N,M S.	140.0	-35.4	-15.1	6.6	29.9	
		3.65 m	Cumple	Cumple	30.7	53.9	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.9	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	30.7	53.9	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.9	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	30.7	53.9	Cumple	N.P. ⁽²⁾	Cumple	53.9	G, S ⁽³⁾	Q S.,N,M S.	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	Cumple
0-Nivel Base Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.5	53.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	53.9	G, Q, S ⁽⁴⁾	Q S.	156.2	88.7	12.3	6.6	29.9	Cumple
											G, S ⁽³⁾	N,M S.	144.0	88.6	11.4	6.0	29.9	

11. LISTADOS COMPROBACIÓN A PUNZONAMIENTO.

En este apartado se realizara la comprobación a punzonamiento de la losa de cimentación y del forjado perteneciente a la cubierta siguiendo el Artículo 46 – Estado Límite de Agotamiento frente a Punzonamiento “ de la EHE-08 [6]

11.1. Cimentación.

- **P1**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.77 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.62 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.10 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.09 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P2**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.19 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.85 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.17 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.13 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P3**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.19 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.84 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.17 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.13 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P4**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.75 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.60 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.09 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.08 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P5**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.76 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.59 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.10 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.08 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P6**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.91 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.65 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.13 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.10 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P7**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.92 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.65 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.13 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.10 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P8**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.76 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.59 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.09 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.08 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P9**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.61 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.48 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.07 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.06 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P10**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.70 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.54 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.09 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.08 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P11**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.70 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.54 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.09 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.08 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P12**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.61 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.48 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.07 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.06 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P13**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 4712 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.69 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.57 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.04 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.05 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P14**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.63 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.49 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.07 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.06 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P15**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.64 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.48 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.07 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.06 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P16**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 7249 mm

Canto útil de la losa: 45 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.41 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.37 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.03 \text{ N/mm}^2 \leq 0.54 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.04 \text{ N/mm}^2 \leq 0.62 \text{ N/mm}^2$	Cumple

11.2. Forjado.

- **P1**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.09 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.76 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.31 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.22 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

• **P2**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.65 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$1.09 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.48 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.31 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

• **P3**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.65 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$1.09 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.48 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.31 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

• **P4**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.06 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.74 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.31 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.21 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P5**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.08 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.75 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.31 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.22 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P6**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 4299 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.61 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$1.02 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.60 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.38 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P7**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 4299 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.61 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$1.02 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.60 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.38 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P8**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.08 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.75 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.31 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.22 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P9**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.85 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.60 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.24 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.17 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P10**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 4299 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.23 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.79 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.46 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.29 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P11**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 4299 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.23 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.79 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.46 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.29 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P12**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.85 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.60 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.24 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.17 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P13**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.58 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.46 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.17 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.13 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P14**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.87 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.61 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.25 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.18 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P15**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.87 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.61 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.25 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.18 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

- **P16**

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 5554 mm

Canto útil de la losa: 31.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$0.58 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.46 \text{ N/mm}^2 \leq 5.77 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.17 \text{ N/mm}^2 \leq 0.60 \text{ N/mm}^2$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones sísmicas y accidentales)	$0.13 \text{ N/mm}^2 \leq 0.70 \text{ N/mm}^2$	Cumple

12. CONCLUSIONES.

En este último epígrafe se realizará una valoración concisa y personal de la utilización de la Metodología BIM colaborativa, tanto en el mundo laboral como del actual proyecto de innovación docente.

En primer lugar, la realización de un proyecto sirve como preparación para afrontar los posibles retos que nos espera en la vida laboral. Hay que destacar que el Proyecto de Innovación docente que engloba este Trabajo Fin de Grado es una preparación para introducirnos en la metodología BIM colaborativa, que será de obligatorio cumplimiento. Por lo que se deberían aplicar a todos los trabajos fin de grado que tengan como objetivo realizar un proyecto.

Por otro lado, estoy muy satisfecho por la gran coordinación realizada en la escuela para sacar adelante este proyecto de innovación docente. La intervención de tutores con coordinadores del proyecto ha sido de gran ayuda para ir avanzando en la línea correcta. También cabe destacar la colaboración entre el alumnado que ha intervenido en este proyecto, que ha sido determinante para resolver problemas de diseño.

Hay que poner como salvedad a lo dicho anteriormente que los programas que relacionan esta metodología aún no están bien desarrollados y surgen ciertos problemas a la hora de traspasar la información, quedando flecos considerables que ocasionan el doble de trabajo. Concretamente en la realización de este Trabajo Fin de Grado, al usar Revit para el diseño y Cype para la realización de los cálculos, la conexión entre estos no está del todo conseguida. Si se trabaja desde un modelo vinculado a un archivo base en Revit, las cotas de ese archivo no son vinculables a Cype. En un principio esto no genera mayor problema ya que esto no influye en los cálculos. Pero cuando se intenta devolver la información de Cype a Revit con el dimensionamiento completo de la estructura, este va con unas cotas diferentes al archivo de Revit y entra como un bloque sin poder modificarse. Esto crea un problema ya que se debe introducir a mano los cambios que Cype genera con sus cálculos.

La concepción de esta forma de trabajar en la vida real aún tiene que madurar. Muchos técnicos o constructores conocen esta metodología o tienen una idea equivocada de esta. Siendo esto un retraso y una pérdida de beneficios importantes en la realización de los proyectos. Y queda evidente que el uso de esta metodología al completo beneficia a toda la vida de una construcción.

Esto esta generado por la falta de especialización en los programas que integran la metodología ocasionando fallos en la información y la negación posterior de utilización de los mismos.

En segundo lugar, el desarrollo del proyecto desde el punto de vista técnico ha sido el adecuado, llegando a la solución más óptima. Esto quiere decir, que la viabilidad del proyecto completo es la adecuada Con esto quiero decir que la realidad de la construcción de lo diseñado anteriormente y por los demás integrantes se podría originar muy fácilmente.

Por último, describimos como ha sido realizado este Trabajo Fin de Grado basándonos en las especificaciones en el epígrafe 2.2.2. relacionado con el esquema de trabajo característico de la metodología BIM colaborativa:

PROYECTO BIM MODELO FEDERADO → LEVEL 2 → LOD-300 → 3D

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Gosalves López, “Bim En 8 Puntos Bim En 8 Puntos,” *esBIM*, 2016.
- [2] Miller&Co, “Protocolo BIM.”
- [3] B. I. Modeling, “Tema 2 : Metodología BIM Tema 2 : Metodología BIM 2 . Cambio de paradigma en el sector de la construcción,” pp. 2017–2018.
- [4] EUBIM TASKGROUP, “Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo,” *Unión Eur.*, p. 85, 2017.
- [5] “Profesor: Jesús Donaire Ávila (BIM Manager Proyecto Innovación Docente PID21_201718),” 2019.
- [6] CPH “Comisión Permanente del hormigón”., “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08),” *Boe Nº 203*, pp. 35176–35178, 2008.
- [7] Gobierno de España, “DB SE- AE Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación.,” *Boletín Of. del Estado*, pp. 1–42, 2009.
- [8] Ministerio de Fomento de España, “Código Técnico de Edificación (CTE). Documento Básico. Seguridad Estructural-Acero,” 2007.
- [9] cte db se C, “Cimentacions,” 2008.
- [10] “CTE DB SE-A Seguridad Estructural Acero,” 2007.
- [11] R. Mec and R. A. Medioambientales, “edificación la estructura de Tema 3 : Tipologías Estructurales,” pp. 2017–2018.
- [12] V. Del, P. Y. Número, D. Generales, and D. E. L. A. Estructura, “Listado de datos de la obra.” pp. 1–13.
- [13] “NCSE-02,” 1383.

13.1. Sitios Webs consultados.

- [14] <https://www.construmatica.com/index.php>
- [15] <http://www.cype.es/>
- [16] <http://www.andalucia.org/es/rutas/via-verde-de-las-minas-de-plomo/>
- [17] [http://forodeltransporteyelferrocarril.blogspot.com/2011/06/intermodales-y-no-intermodales.html`](http://forodeltransporteyelferrocarril.blogspot.com/2011/06/intermodales-y-no-intermodales.html)
- [18] <https://www.google.com/intl/es/earth/>

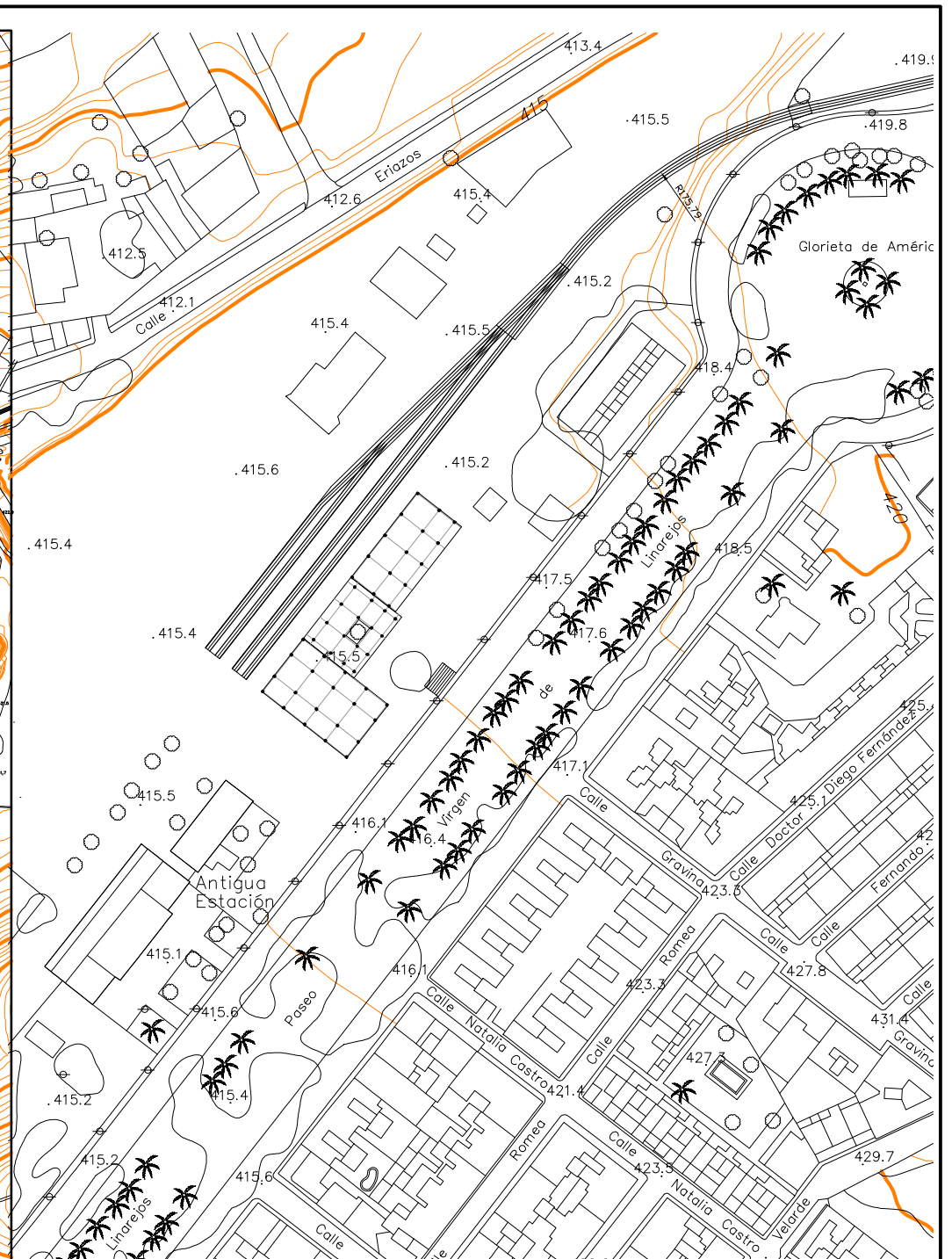
ANEXO PLANOS

INDICE DE PLANOS:

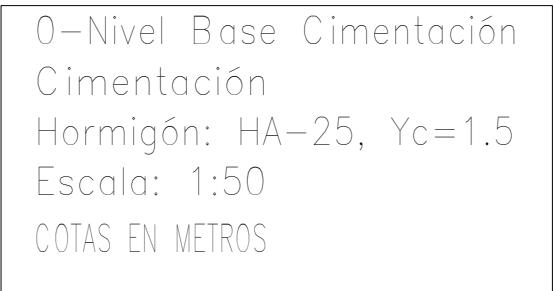
- **PLANO 1: Plano planta proyecto completo.**
- **PLANO 2: Losa de cimentación.**
- **PLANO 3: Forjado.**
 - **PLANO 3.1: Detalle de Forjado.**
- **PLANO 4: Armadura Transversal – Losa.**
- **PLANO 5: Armadura Longitudinal – Losa.**
- **PLANO 6: Armadura Longitudinal Inferior – Forjado.**
- **PLANO 7: Armadura Longitudinal Superior – Forjado.**
- **PLANO 8: Armadura Transversal Inferior – Forjado.**
- **PLANO 9: Armadura Transversal Superior – Forjado.**
- **PLANO 10: Despiece de Pilar.**
- **PLANO 11: Detalles de unión.**
- **PLANO 12: Vistas Estructura.**
- **PLANO 13: Edificio Completo.**



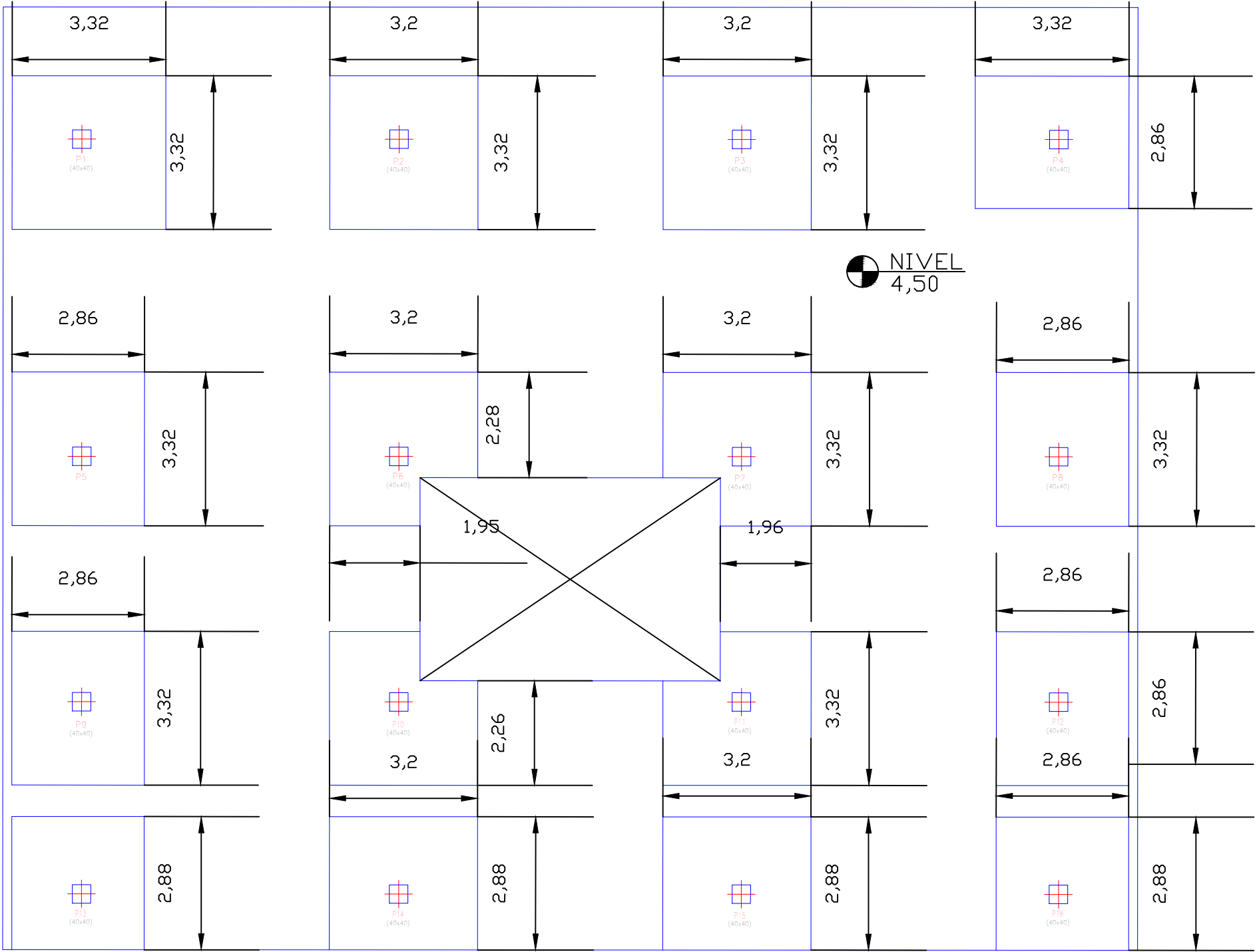
ESCALA 1:250



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Plano Planta Proyecto Completo			Nº PLANO 1
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



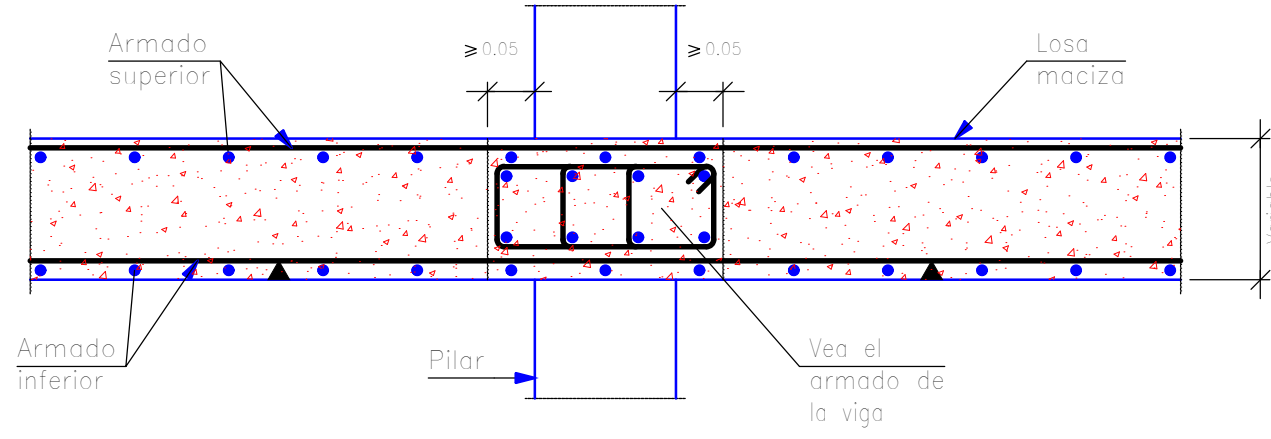
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	HALL PRINCIPAL. LOSA CIMENTACIÓN			Nº PLANO 2
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



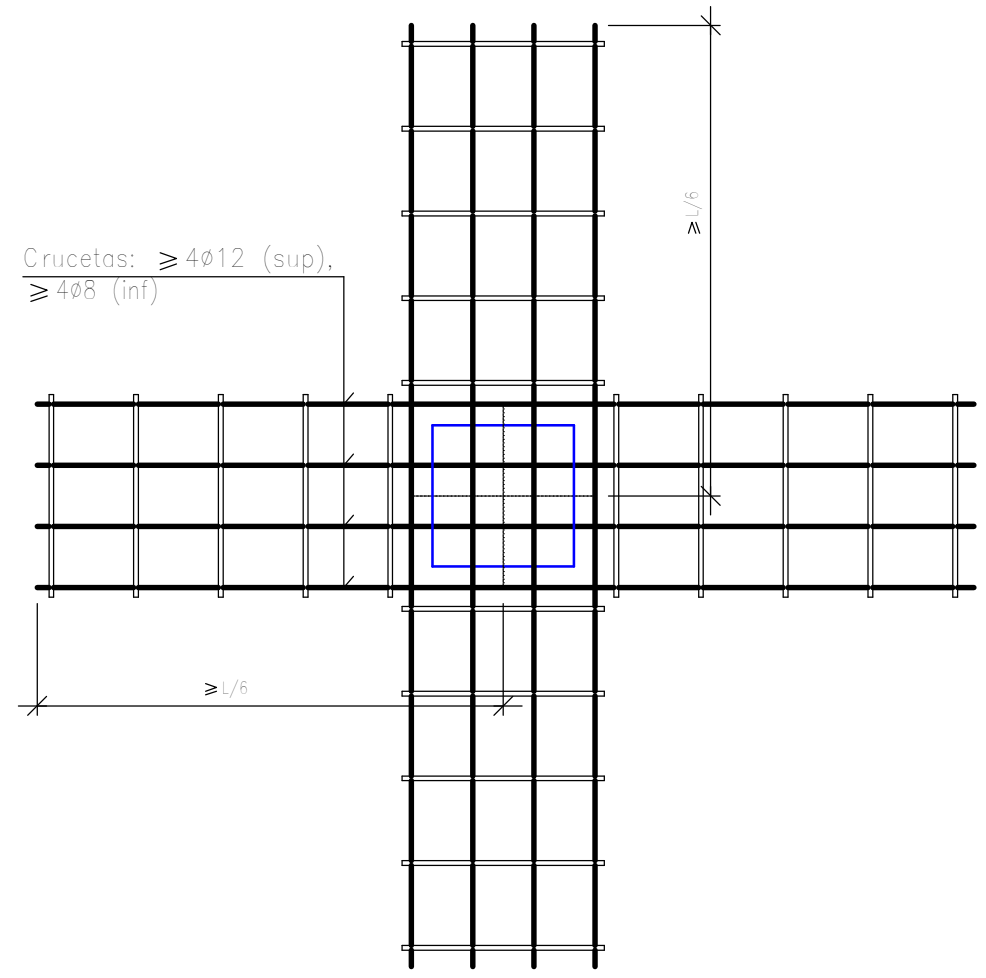
2-Forjado
Cimentación
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Escala: 1:50
Cotas en metros

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Hall Principal Forjado			Nº PLANO 3
1:50				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Armadura de montaje de ábaco central con pilar de hormigón.

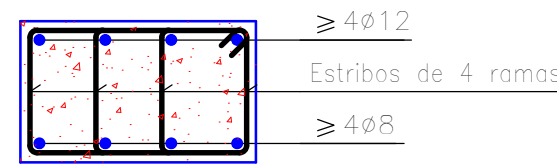


Alzado. Sección



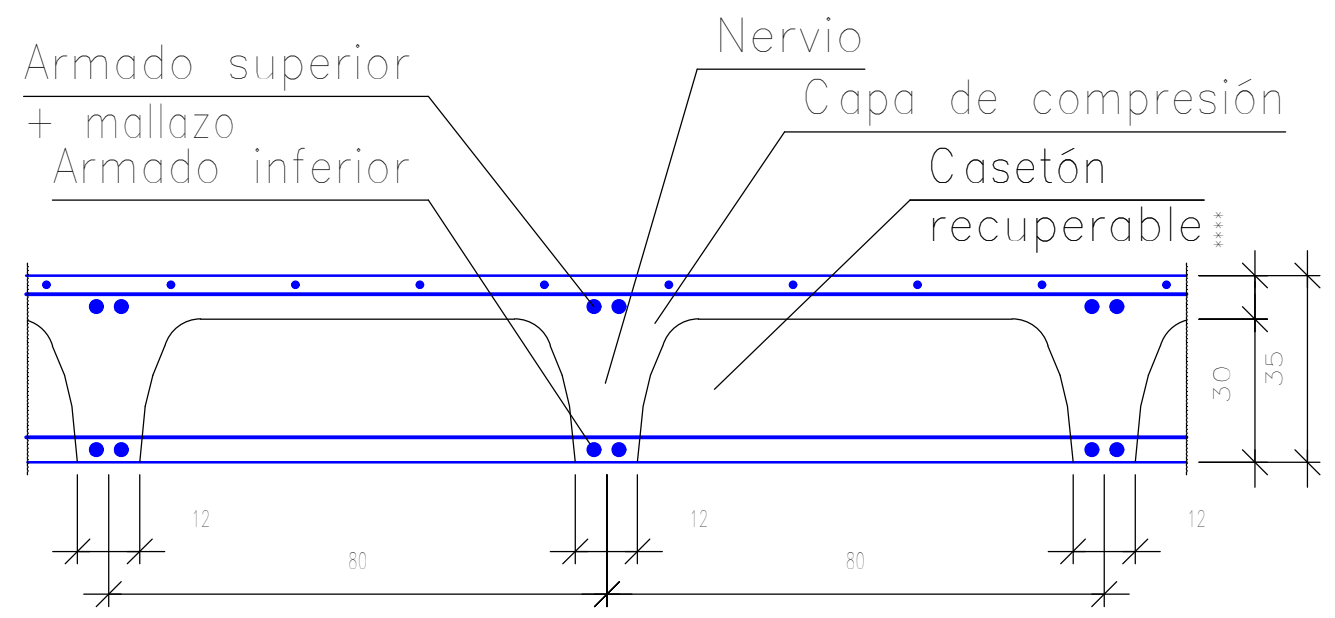
Planta

Cruceta



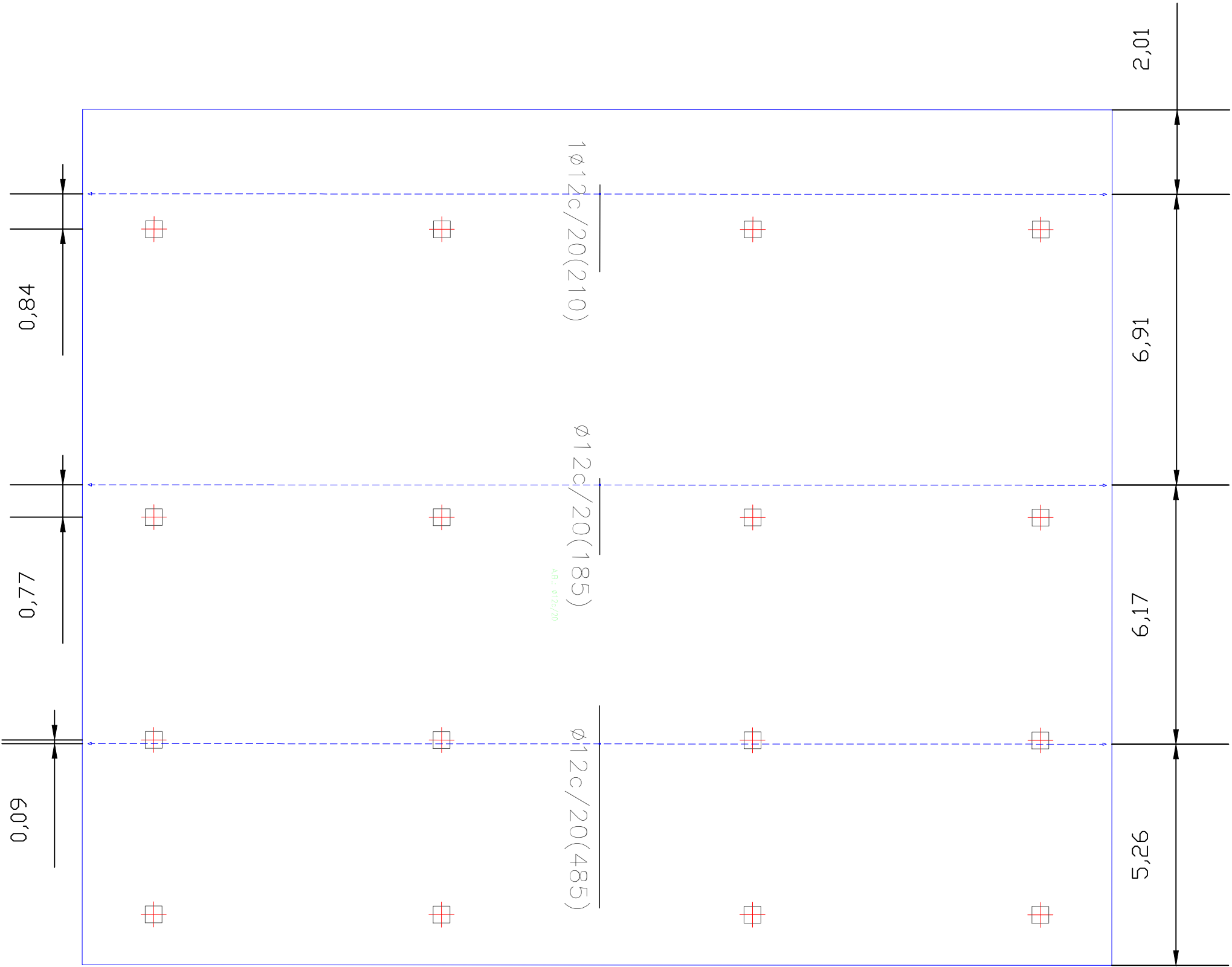
Nota:
L = longitud entre pilares adyacentes

DETALLE SECCIÓN FORJADO RETICULAR

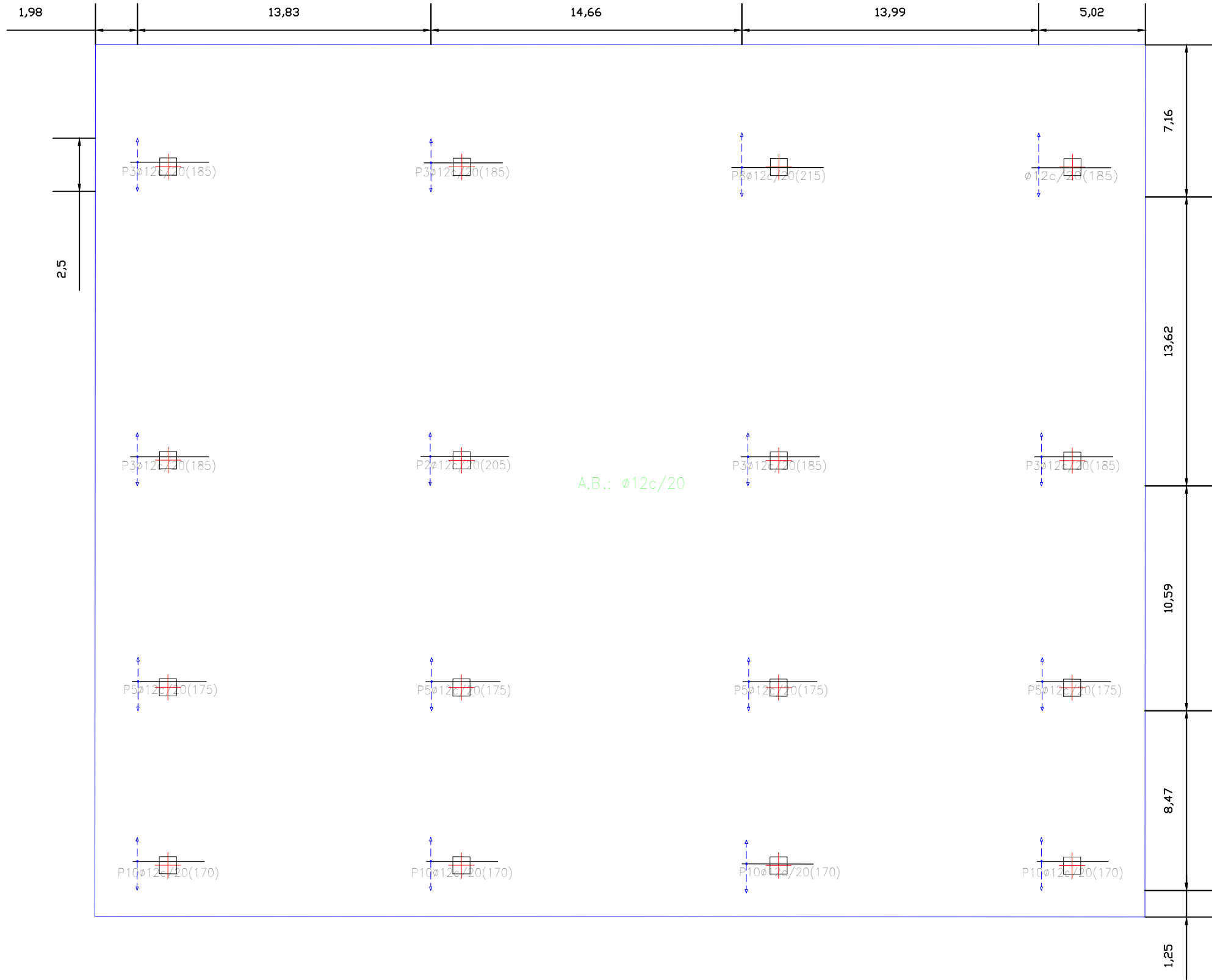


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Hall Principal Detalles de forjado y unión con pilar			Nº PLANO 3.1.
1:20				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

0-Nivel Base Cimentación
Armadura transversal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:50
Cotas en metros

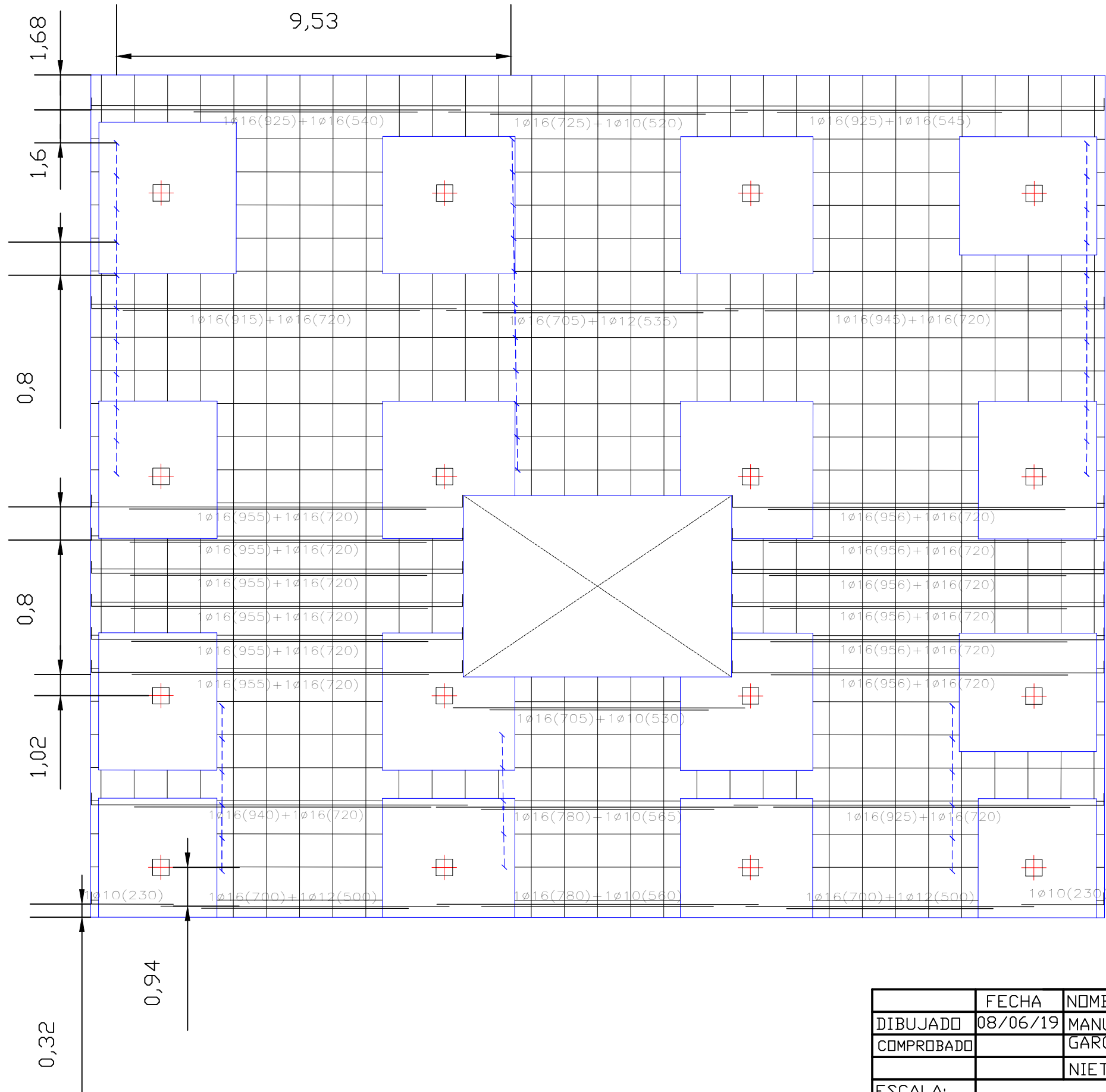


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Hall Principal Armadura Transversal Inferior- Losa			Nº PLANO 4
1:50				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



0-Nivel Base Cimentación
Armadura longitudinal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:50
Cotas en metros

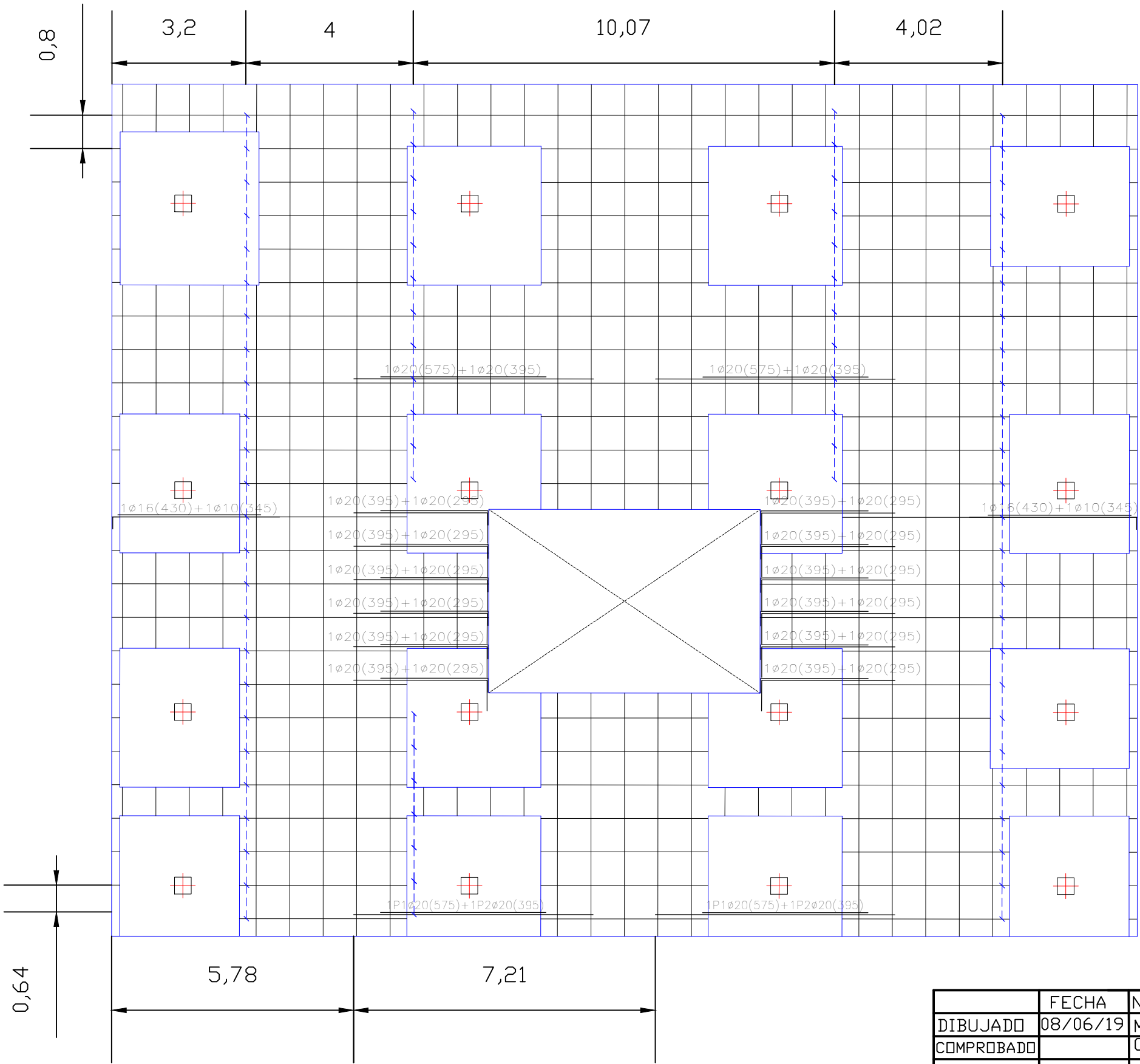
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL			
COMPROBADO		GARCÍA			
		NIETO			
ESCALA:	Hall Principal Armadura Longitudinal Inferior-Losa				Nº PLANO 5
1:50					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



2-Forjado
Armadura longitudinal inferior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15

Armadura base en ábacos (por cuadrícula)
Long. Inferior: 2Ø8
No detallada en plano ni incluida en la medición
Escala: 1:50
Cotas en metros

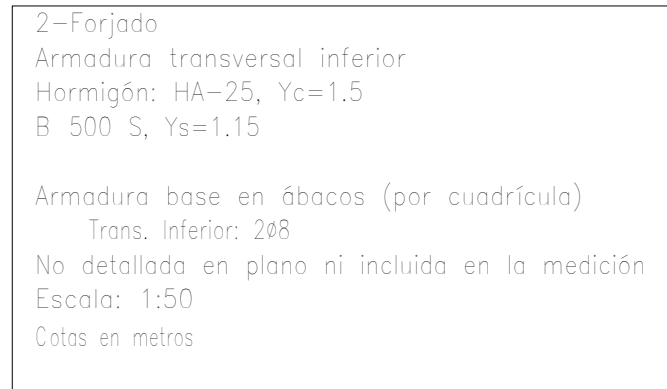
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL			
COMPROBADO		GARCÍA			
		NIETO			
ESCALA:					Nº PLANO
1:50	Hall Principal				6
	Armadura Longitudinal Inferior-Forjado				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



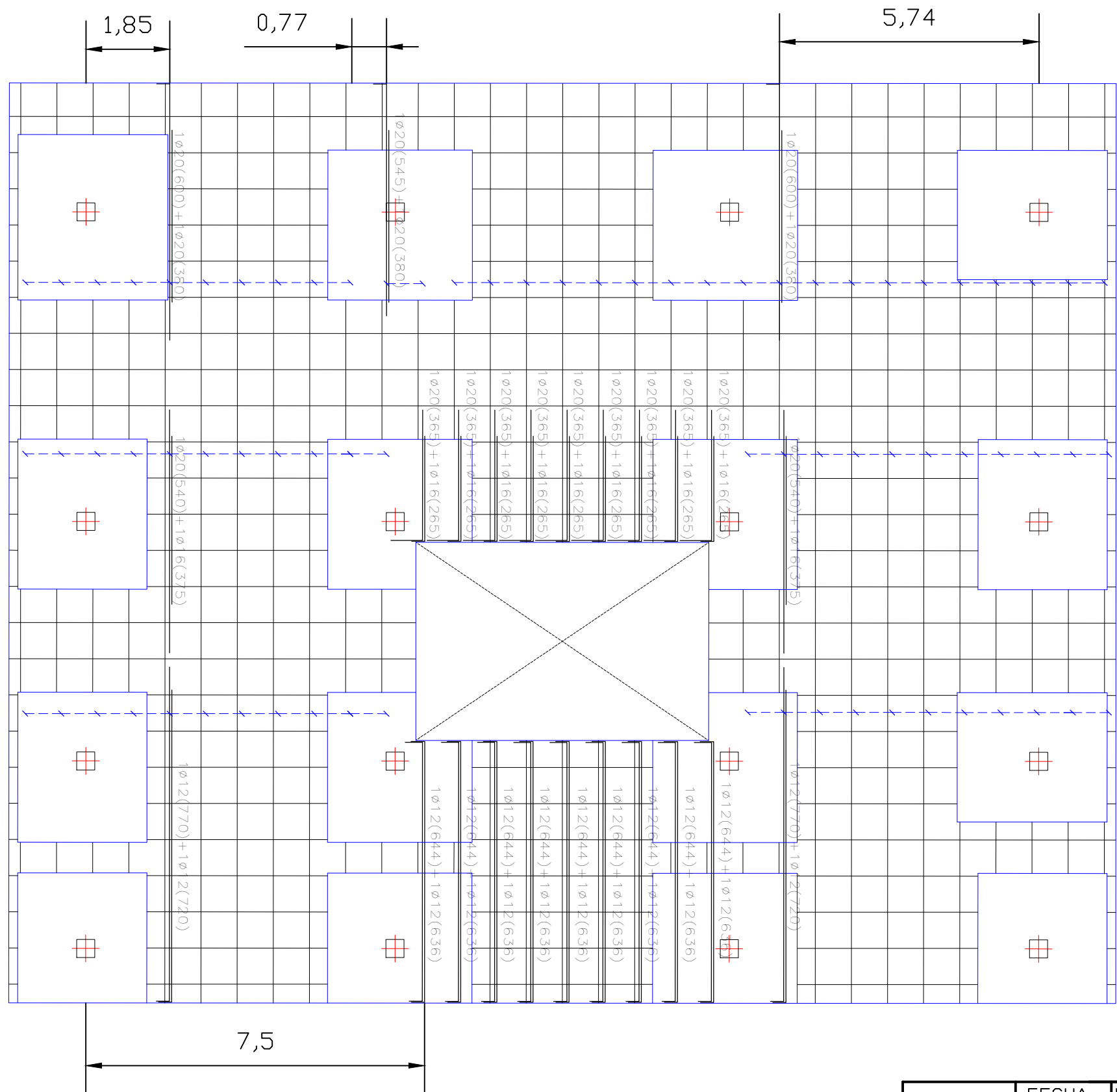
2-Forjado
Armadura longitudinal superior
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
B 500 S, Ys=1.15

Armadura base en ábacos (por cuadrícula)
Long. Superior: 2Ø10
No detallada en plano ni incluida en la medición
Escala: 1:50
Cotas en metros

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Hall Principal Armadura Longitudinal Superior-Forjado			Nº PLANO
1:50				7
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA: 1:50	Hall Principal Armadura Transversal Inferior-Forjado			Nº PLANO 8 SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:



2-Forjado
 Armadura transversal superior
 Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$
 B 500 S, $Y_s=1.15$

Armadura base en ábacos (por cuadrícula)
 Trans. Superior: 2ø10
 No detallada en plano ni incluida en la medición
 Escala: 1:50
 Cotas en metros

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA: 1:50	Hall Principal			Nº PLANO 9
	Armadura Transversal Superior-Forjado			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
P1=P2=P3=P4=P5=P6=P7=P8 P9=P10=P11=P12=P13=P14 P15=P16	1	ø16	8	446	460	3680	58.1
	2	ø6	40	34	141	5640	12.5
	3	ø16	8	160	190	1520	24.0
	4	ø6	3	31	128	384	0.9
Total+10%: (x16):							105.1 1681.6
ø6:							236.8
ø16:							1444.8
Total:							1681.6

P1=P2=P3=P4=P5=P6=P7
P8=P9=P10=P11=P12=P13
P14=P15=P16

Ø16

34

34

34

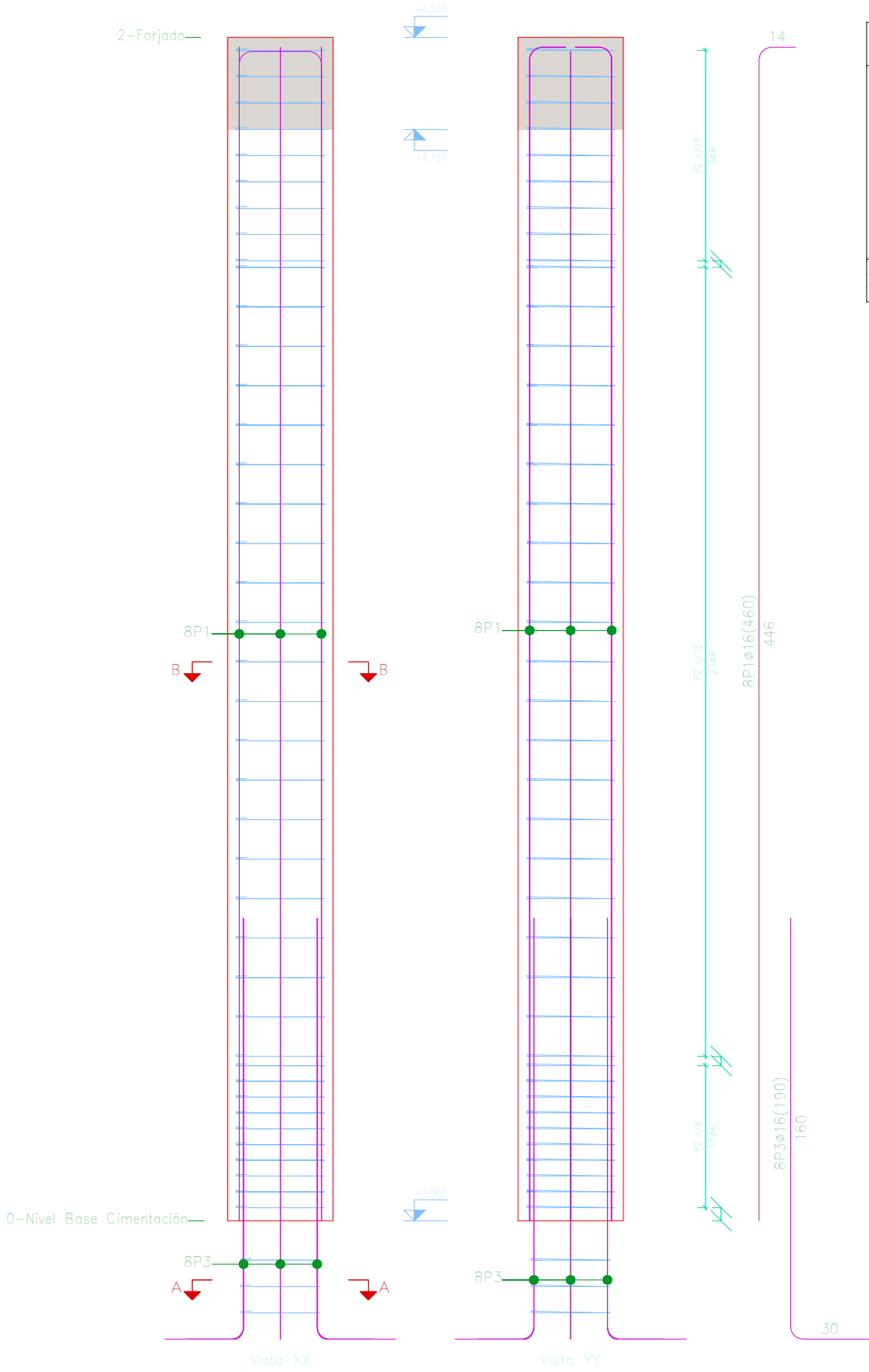
34

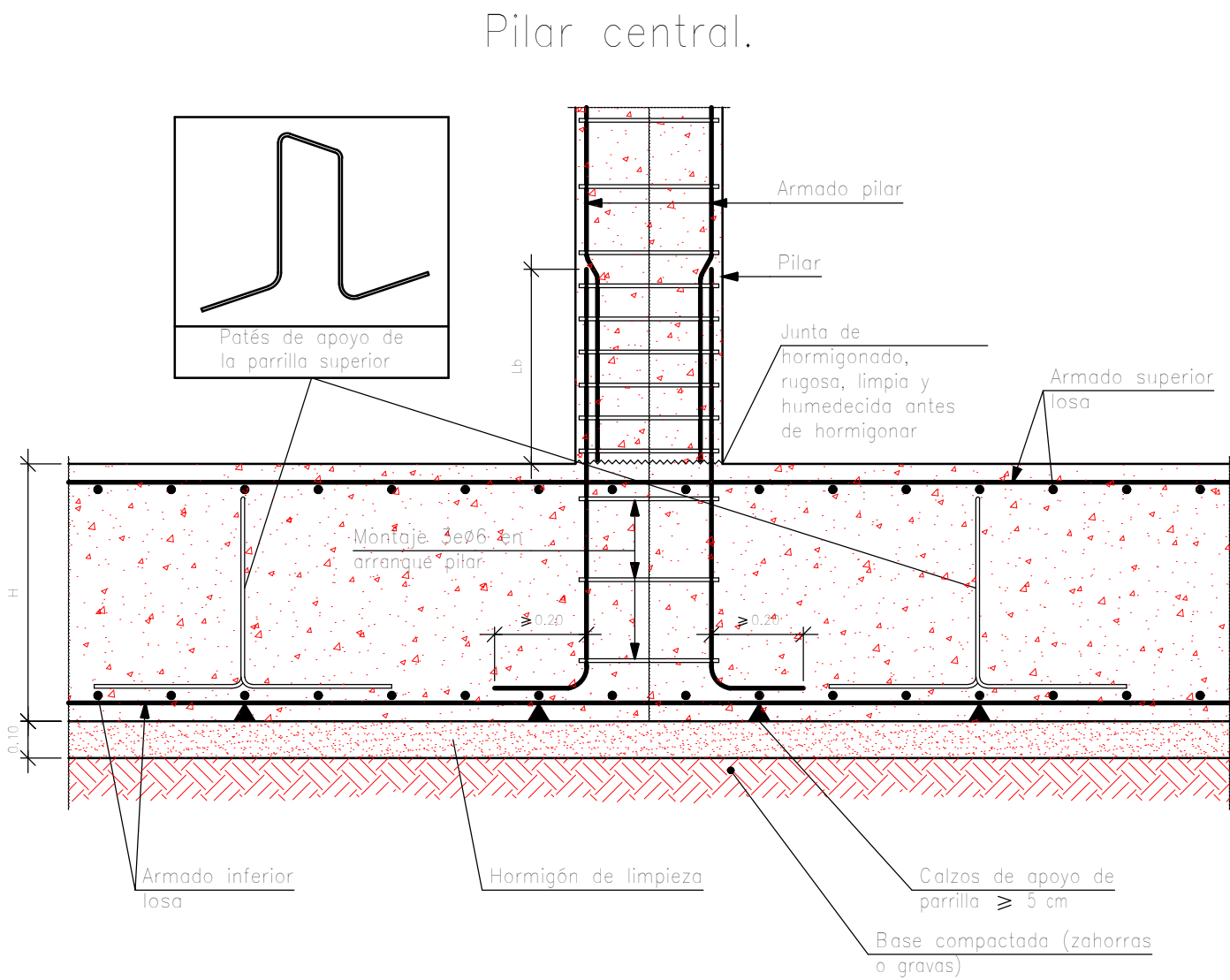
1ø6(142)

Arm. Long.: 8ø16 (455)		
Arranque: 8ø16 (190)		
Estribos: ø6		
Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
365 a 450	9	10
60 a 365	21	15
0 a 60	10	6
Arranque	3	-

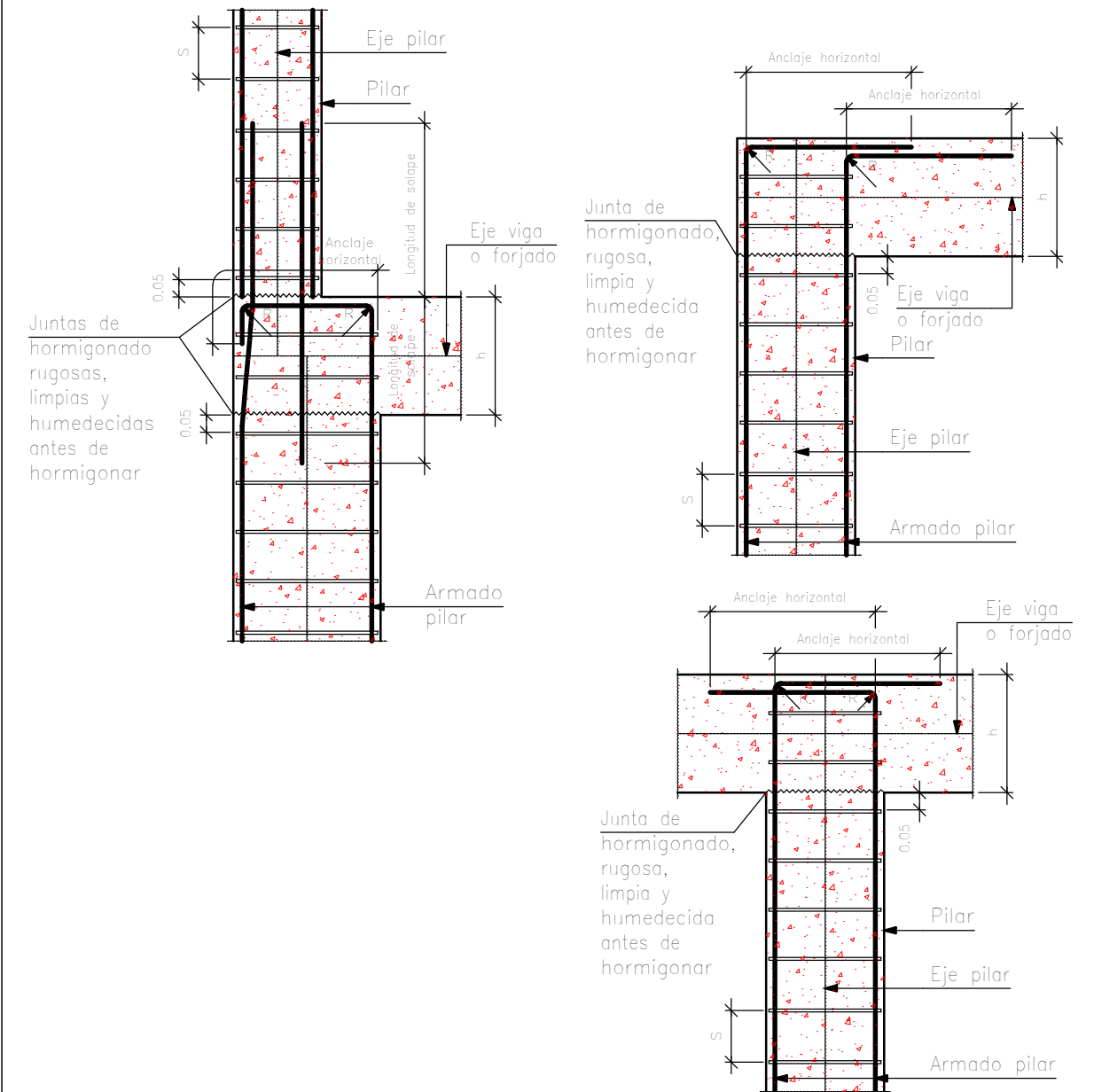
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Hall Principal Despiece de Pilares			Nº PLANO 10
1:20				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

Acero: B 500 S, Ys=1.15 (77.7 kg). Cuantía: 98.05 kg/m3	Planta: 2=Forjado
Hormigón: HA=25, Yc=1.5 (0.72 m3) Tamaño máximo del árido: 15 mm	Escala 1:20
Encofrado: 7.20 m2	Recubrimiento geométrico: 3 cm

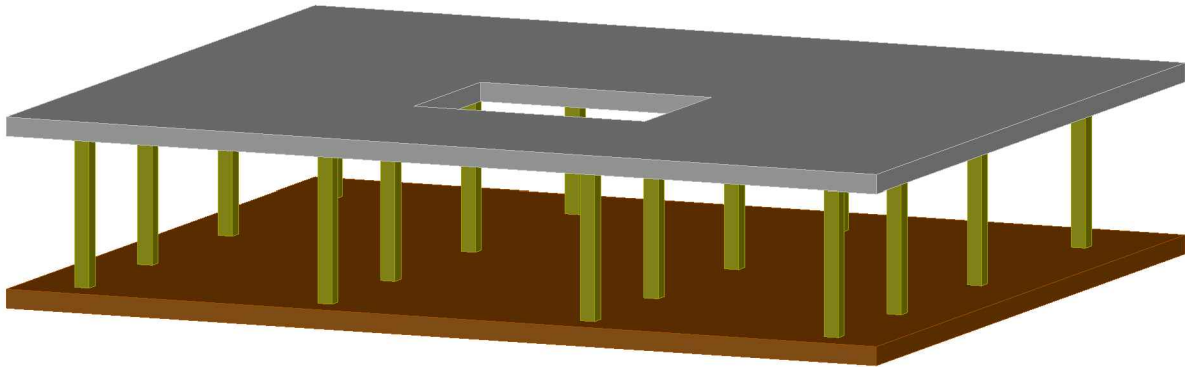




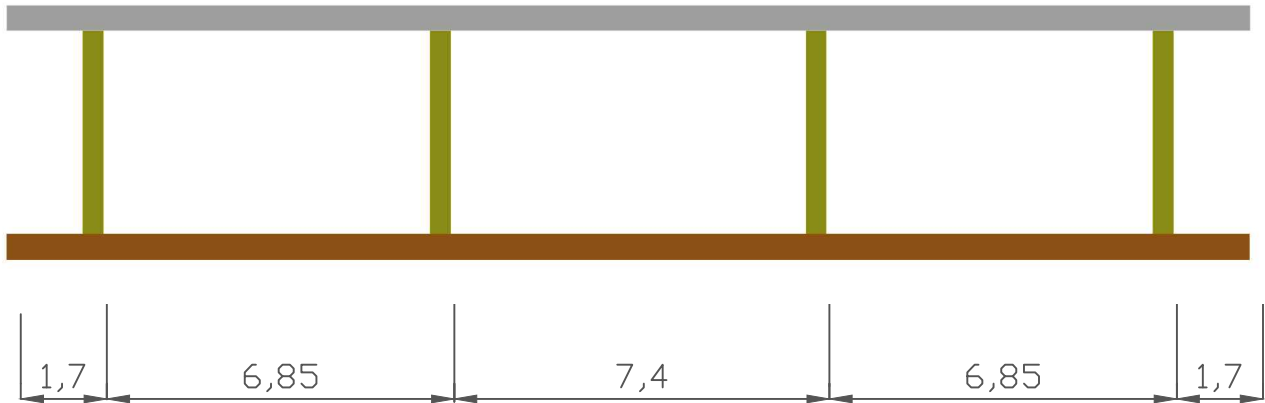
Esquema de armado de pilares en uniones con vigas y forjados



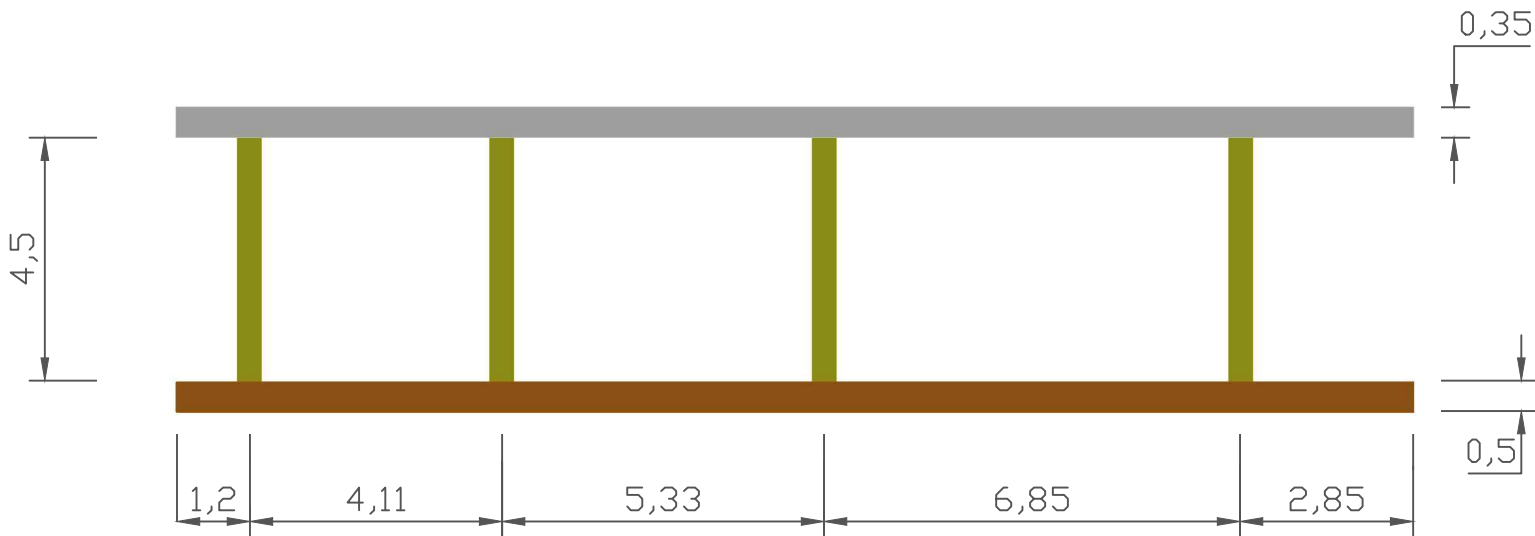
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL			
COMPROBADO		GARCÍA			
		NIETO			
ESCALA:	Hall Principal Detalles de armado: Losa-Pilar, Forjado-Pilar				Nº PLANO 11
1:20					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



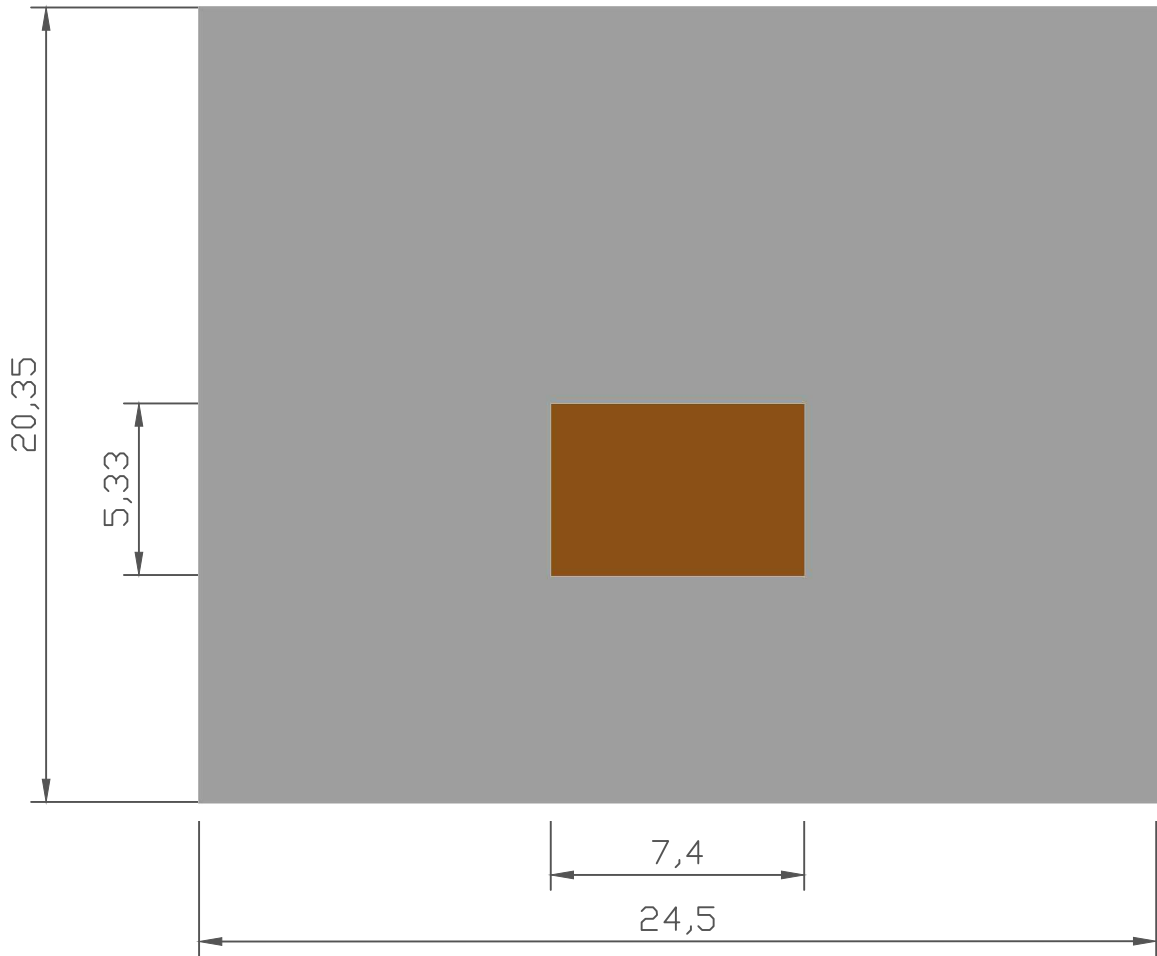
VISTA ALZADO



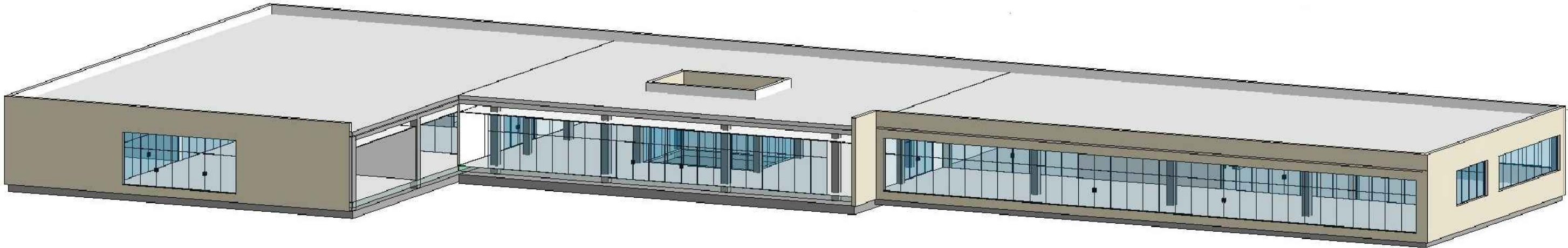
VISTA PERFIL DERECHO



VISTA PLANTA



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Estructura del Hall Principal 3D-Estructura y vistas			Nº PLANO 12
1:10				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	08/06/19	MANUEL		
COMPROBADO		GARCÍA		
		NIETO		
ESCALA:	Edificio completo.			Nº PLANO 13
1:100				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR: