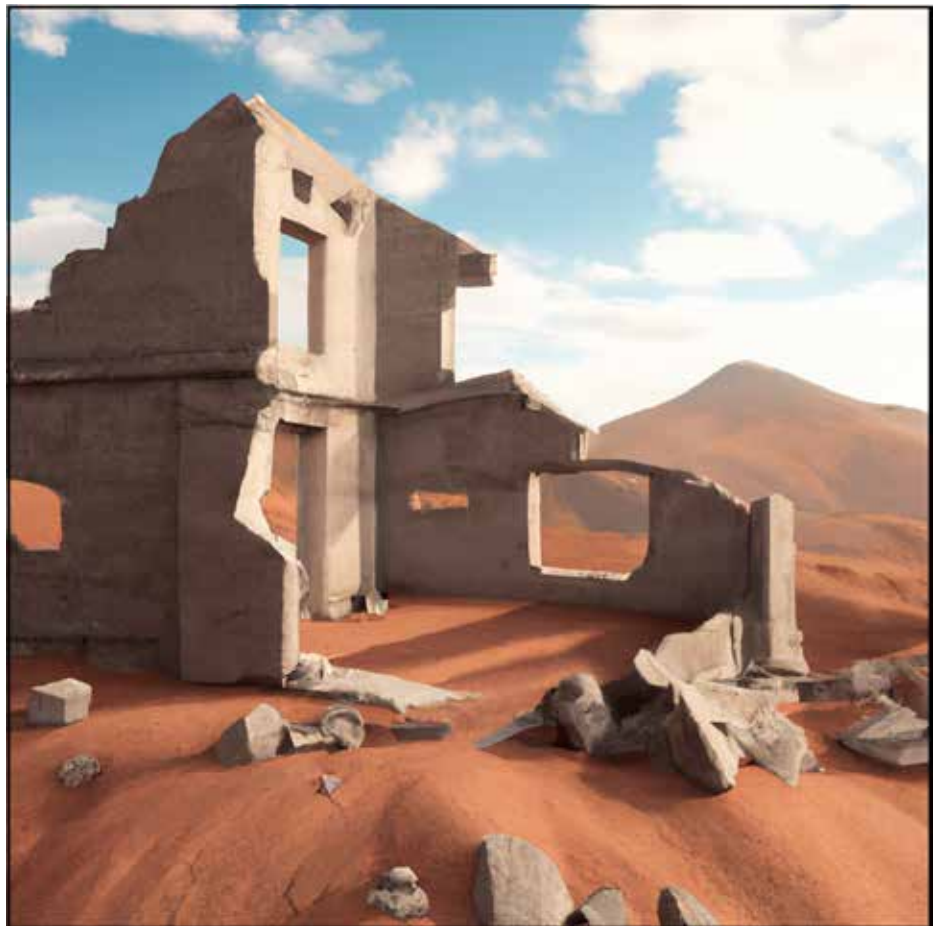


María Gil Boronat

**Análisis Estructural de Viviendas Tradicionales  
del sur de Marruecos**





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



TRABAJO FIN DE GRADO

**María Gil Boronat**

*Análisis Estructural de  
Viviendas Tradicionales del sur de Marruecos*

*«Los desastres naturales ya no sólo son naturales, sino que también son humanos.  
Los terremotos no matan gente. El colapso de los edificios sí»*  
- Shigeru Ban

*Agradecimientos:*

*A David Mencías, por su paciencia, implicación y dedicación. Gracias por ayudarme y guiarme en este proceso y sobre todo, gracias por dedicarte a la enseñanza.*

*A mi familia y mi pareja, por apoyarme y animarme a continuar. A mis amigos, por ser una constante estos años.*

*A todos ellos, gracias.*

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS TRADICIONALES  
DEL SUR DE MARRUECOS

*Estudiante*

María Gil Boronat

Expediente 181516

*Tutor*

David Mencias Carrizosa

Departamento de Estructuras y física de la edificación

*Aula TFG 2*

Emilia Román López, *coordinadora*

Gloria Gómez Muñoz, *adjunta*

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Universidad Politécnica de Madrid

# Índice

## RESUMEN

## INTRODUCCIÓN

Contextualización

Objetivos

Metodología

## 1. ESTADO DEL ARTE

1.1 Arquitectura Tradicional

1.2 Análisis Estructuras de Fábrica

1.3 Modelización Numérica de Sismos

## 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Contexto Histórico

2.2 Las tierras de Marruecos - Al Haouz

2.3 Arquitectura Vernácula

2.3.1 Escala Ciudad

2.3.2 Escala Arquitectura

2.3.3 Escala Residencial

2.4 Construcciones en tapial

2.4.1 Protección a Sismo

2.5 Acciones Sísmicas

2.5.1 Aceleración Sísmica

## 3. CASOS DE ANÁLISIS

3.1 Descripción de los Modelos

3.2 Plataforma para Modelización

3.3 Modelado

3.4 Análisis de los Resultados

## CONCLUSIONES

## FUENTES

Bibliografía y recursos digitales

Procedencia de las ilustraciones

## ANEXOS

Informe Tipología 1

Informe Tipología 2

Informe Tipología 3

Informe Tipología 4





# Resumen

Los terremotos son sucesos que se dan a lo largo y ancho de la Tierra, generando destrucción y ruinas a su paso. Hay territorios cuya arquitectura se adapta a los temblores para evitar el colapso de sus edificios, pero existen otras regiones donde las técnicas constructivas que usan les limitan la adaptabilidad, como sucede en Marruecos. La arquitectura vernácula de este país está construida en su mayoría con tierra como material principal.

Tras un análisis histórico de la arquitectura de Marruecos y una definición de su proceso constructivo, se obtienen unos parámetros que permiten la modelización de las tipologías residenciales más comunes en este país. Estas tipologías se diferencian entre sí por diversos factores que afectan a su comportamiento estructural, se concretan sus modelos geométricos, constructivos y estructurales.

Este trabajo busca la obtención de unos resultados a través de un análisis estructural donde se explique numéricamente el comportamiento de los edificios que se ubican al sur territorio marroquí. De esta manera se podrá comprender su funcionalidad cotidiana y su comportamiento ante sucesos externos como el sismo.

## PALABRAS CLAVE

Estructura · Tapial · Sismo · Marruecos · Modelado · Arquitectura Tradicional



# Introducción

«Las ruinas son el testimonio silencioso de la capacidad humana para construir, pero también la lección persistente de nuestra vulnerabilidad frente a las fuerzas que escapan a nuestro control. En cada escombros, yace la posibilidad de una arquitectura más fuerte y resiliente.» - Louis Kahn

## Contextualización

Tras el devastador terremoto del pasado 8 de septiembre de 2023 con epicentro en Ighil, en el Sur de Marruecos y las catastróficas consecuencias que generó, la necesidad de comprender la resistencia estructural de las viviendas tradicionales de la región aparece como un desafío imperativo. Conociendo la historia de la arquitectura vernácula y los efectos de estos sucesos sísmicos que se repiten en el tiempo en determinados territorios, este estudio se propone analizar la validez del método constructivo de las viviendas tradicionales del sur de Marruecos.

El interés nace del impulso de entender cómo estas construcciones, edificadas desde la tradición arquitectónica del sur de Marruecos, respondieron ante un terremoto de magnitud 6.8 en la escala Richter. La complejidad estructural y constructiva de las edificaciones ha ido evolucionando hacia configuraciones más consolidadas y estables. A pesar de ello la respuesta estructural de estas viviendas tradicionales dentro del contexto de análisis que se va a realizar son un desafío en la actualidad.

Por tanto, la motivación de investigación se origina en las construcciones que encontramos por la zona sur de Marruecos, buscando comprender su comportamiento estructural gracias a un estudio riguroso y un análisis estructural con un programa de cálculo especializado.

## Objetivos

Las viviendas tradicionales marroquíes se consideran construcciones frágiles, de fábrica, pero ¿cuál es su capacidad resistente real?

Con la intención de dar respuesta a este interrogante, se ha decidido empezar una investigación para entender el modelo constructivo y llevar a cabo un análisis estructural de las tipologías de vivienda presentes en la región del Alto Atlas.

En este contexto, el objetivo principal de este trabajo se materializa en la realización de un análisis detallado de un modelo estructural, empleando la modelización y análisis numérico a través del método de los elementos finitos. La intención inicial es comprender las causas subyacentes a la destrucción observada durante el mencionado evento sísmico y proporcionar una cuantificación numérica a dichos fenómenos.

Posteriormente, se podría tratar de alzar un propósito más amplio y significativo, particularmente desde una perspectiva personal. Este objetivo consistiría en contribuir al curso de Cooperación para el Desarrollo de Asentamientos Humanos Precarios en el Instituto de Cooperación Internacional y Desarrollo (Ichab), donde se pretende generar un Manual de Buenas Prácticas para la construcción en Marruecos. Dada la relación del tema en la edición actual del curso, junto con esta investigación se espera que los resultados de este estudio pudieran servir como ayuda para la elaboración de dicho manual, con el fin de ofrecer más datos a los estudiantes y personas involucradas en este curso.

## Metodología

La metodología de este trabajo sigue una estructura dividida en cuatro fases a desarrollar.

La primera fase abarca todo el proceso de **investigación bibliográfica y documental**, donde se recopila una amplia variedad de información de múltiples estudios, textos, vídeos y artículos vinculados con el tema, con el objetivo de fijar el marco teórico y el estado de la cuestión, así como información constructiva y estructural de los materiales de construcción de las viviendas.

La segunda fase se centra en la **Modelización estructural**. A partir de la información recogida en la fase anterior, se identifican unos parámetros de materialidad, forma y sistema constructivo que darán forma a cuatro modelos virtuales que se utilizarán de casos de estudio a analizar.

En la tercera fase tendrá lugar el **Análisis estructural** de las cuatro tipologías mediante el método de los elementos finitos con el software de cálculo RFEM.

Para finalizar, la cuarta fase será la **evaluación de resultados**, donde se sacarán las conclusiones de los análisis realizados.

# 1. Estado del Arte

## 1.1 Arquitectura Tradicional

La arquitectura tradicional que encontramos en el sur de Marruecos está realizada en su mayoría con tapial. Este tipo de construcción sigue una técnica tradicional, que ha estado presente durante siglos y sigue siendo empleada en múltiples áreas hoy en día, que incluso fue mencionada por el romano Plinio cuando habló sobre su dureza y estabilidad.<sup>1</sup>



Fig. 1.1 Construcción con Tapial. Relación de oficios en Cachemira 1850 (Mitchell 1988,113)

El tapial es conocido en Marruecos como “pisé” o “sabkha”, y utiliza tierra apisonada para generar muros.

Entender la construcción vernácula marroquí ha sido objeto de estudio por parte de arquitectos, historiadores, antropólogos y expertos en el tema a lo largo de los años. Estas investigaciones han tocado temas como el estilo arquitectónico, los materiales usados, las técnicas constructivas, el simbolismo o incluso la evolución histórica que aparece en las distintas regiones de un territorio.

«Marruecos es otro de los países con más historia arquitectónica utilizando la tierra como elemento de construcción, los Bereberes hacían uso de la tierra comprimida y el adobe. (...)»

La tierra ha sido un refugio para la humanidad desde los orígenes de la historia prácticamente. Ha estado, y es, un material al alcance de todo el mundo, que ha permitido no solo crear el propio refugio, sino cualquier tipo de edificación» (Domínguez Grullón 2023)<sup>2</sup>

Para comenzar esta investigación es fundamental ponerse en contexto y ser conocedor de la información recogida y escrita que ya existe sobre los temas que nos conciernen.

Este recorrido arranca con estudios sobre la arquitectura tradicional en Marruecos. Aquí es esencial mencionar la tesis, *Estrategias de Desarrollo Sostenible de la Arquitectura del Oasis de M'Hamid, desierto del Sahara*, ya que sirvió de punto de partida para empezar a entender la forma de construir y habitar que allí se da. (Ruíz Plaza 2015)<sup>3</sup>

1. Comentario sobre la antigüedad del tapial ARTIFEX. (2003). El Tapial.  
2. Domínguez Grullón, C. S. (2023). Construcción en tapial: hacia una arquitectura del pasado. (TFG, Universitat Politècnica de Catalunya).  
3. Ruíz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Tesis doctoral en Arquitectura).

Este trabajo expone distintos puntos de vista sobre la arquitectura del Valle del Drâa. Hay desde un acercamiento con un marco histórico-geográfico, hasta una aproximación a diversas escalas, de las cuales se ha dedicado especial interés a la escala arquitectónica.

En esta escala se definen las tipologías edificatorias, que posteriormente utilizaremos como casos de análisis en este trabajo, entre las que encontramos la casa patio. Esta vivienda es la tipología referente dentro de la arquitectura residencial en Marruecos.

Es importante diferenciar la arquitectura doméstica en función del contexto rural o urbano, pues como se expondrá más adelante, en el contexto urbano las viviendas se encuentran construidas en hilera y en el ámbito rural son edificaciones independientes.

Esta Tesis también abarca el tema constructivo de las diferentes tipologías edificatorias, entendiendo las distintas variantes constructivas en tierra que se utilizan:

- TAPIAL
- ADOBE
- REVOCO

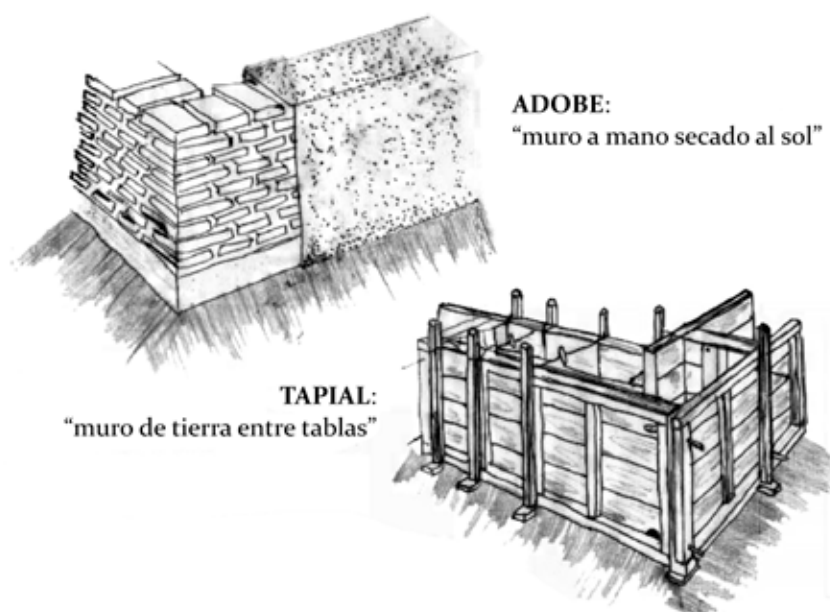


Fig. 1.2 Tipos de sistemas constructivos de tierra cruda (Lara, M Lenin, 2018)

En consonancia con esta investigación, cabe mencionar otros trabajos donde también se habla de la arquitectura construida con tierra, pero esta vez en el Alto Atlas, donde se situó el epicentro del terremoto, cordillera que se extiende de este a oeste a lo largo de Marruecos.

La tesis *Arquitectura de Tierra en el Alto Atlas. Del Oasis de Mdagra al Valle del Outat*, trata este tema partiendo de un ámbito territorial más alejado, viendo las influencias que ha tenido la región, acercándose poco a poco hasta la escala del material. (Gil Piqueras 2014)<sup>4</sup>

4. Gil Piqueras, M. T. (2014). *Arquitectura de tierra en el alto Atlas. Del oasis de Mdagra al valle del Outat* (Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València).

Gracias al recorrido que hace en su investigación, manifiesta el origen de las civilizaciones que nacieron en el Alto Atlas. Cómo surgen de la trashumancia y la sedentarización y evolucionan hasta tener asentamientos de carácter defensivo, pero todo edificado siempre con materiales de proximidad, manteniendo esa construcción tradicional hasta la actualidad.

Dentro de esta tradición hay que dar valor a la técnica empleada, la construcción en tapial, que ha sido meticulosamente estudiada en multitud de investigaciones y trabajos. Estos análisis no solo muestran las propiedades sostenibles y resistentes, sino también su papel integral en la preservación de la autenticidad arquitectónica.

Aquí aparece de nuevo el trabajo de Ángela Ruiz Plaza, pues en su tesis expone de forma detallada el proceso constructivo con tapial, pero de la misma forma y con un estilo más sencillo se expone en el trabajo *Construcción en tapial: hacia una arquitectura del pasado* los Santiago Domínguez<sup>2</sup> o *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal* de Josune Hernández<sup>5</sup>.

En ambas investigaciones se habla detalladamente de la historia de la técnica constructiva, así como de sus variaciones. Se detallan datos técnicos del tapial, ofreciendo una visión rigurosa de las especificaciones y características de los elementos que la componen.

Toda esta información se explicará de manera más concisa en el marco teórico y servirá para definir las características necesarias para la modelización de las viviendas que forman parte de los análisis objetivos de este trabajo.

## 1.2 Análisis Estructura de Fábrica

Una fábrica se entiende como una construcción que está formada por piedras, aunque también podría estar formada por ladrillos o incluso barro. A pesar de que existan muchas categorías dentro de las fábricas, se observa un patrón estructural común que obedece a las propiedades innatas del material. En este contexto se interpreta que un edificio de fábrica es una composición de piedras, colocadas de manera estable unas sobre otras. La compactación a causa de la gravedad de los múltiples componentes de estas construcciones garantiza la estabilidad global<sup>6</sup>.

Realizar el análisis estructural de un edificio permite entender tanto el comportamiento estructural del mismo, como establecer el nivel de seguridad que tiene. Por ello se han observado los distintos análisis estructurales categorizado por Huerta (Huerta 2007)<sup>7</sup>, que son métodos clásicos y avanzados. Estos métodos son reformulados por David Mencías de la siguiente manera «*métodos clásicos (previos al desarrollo de la ciencia de las estructuras), métodos científicos tradicionales, métodos tradicionales realizados*

5. Hernández Pocero, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal* (TFG, Universitat Politècnica de Catalunya).

6. Heyman, J. (1999). *El esqueleto de piedra: mecánica de la arquitectura de fábrica*. Reverte.

7. Huerta Fernández, S. (2004). *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica. Instituto Juan de Herrera.

*por medios informáticos y los métodos avanzados del cálculo computacional*» (Mencías 2017)<sup>8</sup>

- Métodos clásicos
  - o Reglas geométricas de proporcionalidad
  - o Analogía catenaria
  - o Estabilidad y equilibrio
- Métodos científicos
  - o Línea de empujes
  - o Análisis elástico lineal
  - o Análisis límite
  - o Fotoelasticidad
- Métodos avanzados
  - o Análisis de bloques rígidos
  - o Modelos simplificados
  - o **Análisis FEM (Finite Element Method)**
  - o **Análisis DEM (Discret Element Method)**

El método que se va a emplear en esta investigación para realizar el análisis estructural de los casos de estudio es el Método de los Elementos Finitos o FEM.

### ***Análisis mediante modelo de elementos finitos***

Este método se basa en la discretización de una estructura continua en elementos más pequeños para facilitar el análisis numérico.

El uso del análisis elástico lineal a través del método de elementos finitos en las estructuras de fábrica fue implementado en la década de 1970. No obstante, hubo un primer acercamiento anterior, en la década de los años 40. Aquí matemáticos como Richard Courant, J. H. Argyris y Ray W. Clough empezaron a investigar sobre métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales parciales. Estas exploraciones se focalizaron en la discretización de dominios complejos para simplificar el análisis matemático.

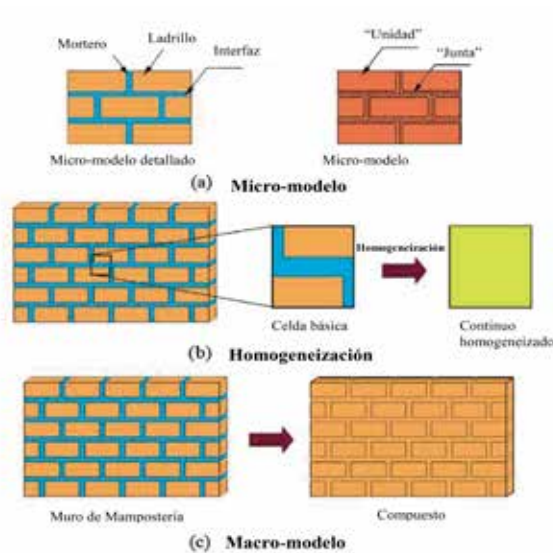
El análisis mediante modelo de elementos finitos es el más actual ya que para una aplicación efectiva del método son esenciales las herramientas informáticas. Esto se debe a la complejidad de los cálculos y el empleo de una cantidad significativa de datos, lo que hace prácticamente imposible el uso de este análisis de manera manual. Se trata de un método tremendamente eficaz para analizar estructuras complejas y conseguir resultados precisos. Además, para facilitar su aplicación se especificaron unas estrategias que se pueden clasificar de la siguiente manera (Mencías 2017):

Macromodelados  
Micromodelados  
Homogenización  
Modelos Discontinuos

8. Mencías Carrizosa, D. (2017). La geometría analítica como herramienta de análisis estructural de fábricas históricas (Tesis doctoral en Arquitectura)



Fig. 1.3 Estrategias de modelación para mampostería. (Quinteros, R. D., Bellomo, F. J., Nallim, L., & Oller, S. 2014)

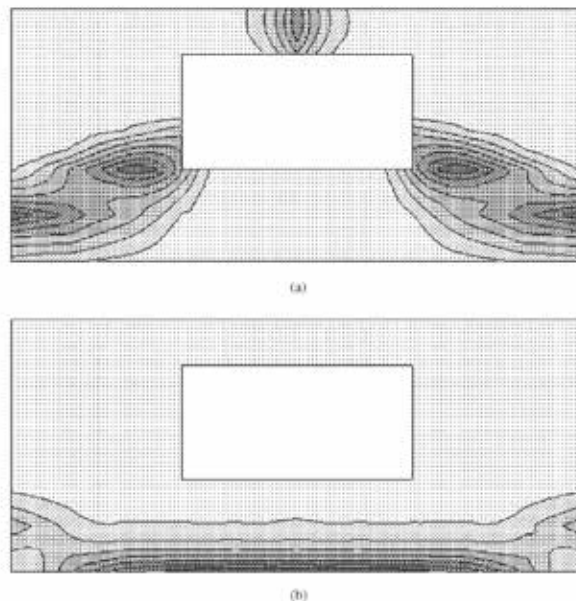


La primera y la segunda estrategia se aplicaron en 1991 mediante la representación numérica de mampostería (Rots 1991)<sup>9</sup>. Anteriormente, destacan los estudios de Page, donde utilizó este método para reproducir uniones discretas (Page 1978)<sup>10</sup>; y de Livesley, que prefirió usar el análisis límite. (Livesley 1978)<sup>11</sup>

El análisis límite es una técnica dentro del método de elementos finitos que sirve para ver la seguridad y capacidad de carga. Su finalidad es establecer la carga máxima que soporta una estructura antes de llegar al colapso.

Más tarde en 1996 Lourenço realizó una aproximación de un macromodelo para el análisis no lineal de cargas en el plano de muros fundamentado en la teoría plástica. Este enfoque permite el uso de discretizaciones aproximadas, imprescindible para estructuras de gran escala, ya que se representa la fábrica como un material único sin distinguir entre piezas, convirtiéndolo en un material homogéneo. (Mencías 2017)

Fig. 1.4 Resultado de análisis de un panel sujeto a una carga uniforme. (macromodelización): predicción de rotura del modelo en: a) parte inferior. b) cara superior del panel. Lourenço P.B., (2002) *Computations on historic masonry structures in Progress in Structural Engineering and Materials*.

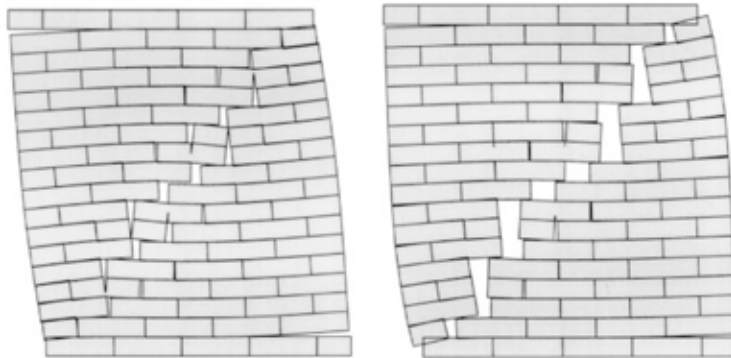


9. Rots, J. G. (1991). Numerical simulation of cracking in structural masonry. *Heron*, 36(2), 49-63.

10. Page, A. W. (1978). Finite element model for masonry. *Journal of the Structural Division*, 104(8), 1267-1285.

11. Livesley, R. K. (1978). Limit analysis of structures formed from rigid blocks. *International journal for numerical methods in engineering*, 12(12), 1853-1871.

Otra manera de aplicar el método de elementos finitos es a través del micromodelado, donde se modelan las juntas y las unidades de mortero por separado, lo que acota su uso a pequeños elementos, implica reproducir el comportamiento general de un material compuesto mediante una detallada discretización geométrica. Es decir, aquí se representan las piezas como elementos continuos, pero el comportamiento de las juntas de mortero y la interfase mortero-pieza se agrupan como componentes discontinuos o no lineales. (Lourenço 2008)<sup>12</sup>.



*Fig. 1.5 Resultado de análisis de un muro reforzado (micromodelización): deformaciones en la carga máxima y última. (Lourenço P.B., 2002) Computations on historic masonry structures in Progress in Structural Engineering and Materials*

Los modelos homogeneizados muestran eficazmente el comportamiento global de una estructura sin la exigencia de representar cada mínimo detalle. En otras palabras, tiene como meta sacar las propiedades efectivas a nivel macroscópico partiendo de la caracterización mecánica de los componentes que lo constituyen. Es una aproximación muy precisa, pero necesita un gran trabajo computacional.

### **Análisis mediante modelo de elementos discretos**

La modelización mediante elementos discretos conlleva la división de la estructura en distintas piezas para analizar su comportamiento de forma minuciosa, se modela la unión entre los elementos para poder recrear sus movimientos y comprender los mecanismos de colapso. Este análisis se ha utilizado para analizar estructuras de fábrica con cargas sísmicas, idealizando el material como discontinuo, permitiendo desplazamientos y rotaciones (Mencías 2017).

En este trabajo se empleará el método de elementos finitos para generar una modelización numérica donde aplicar acción sísmica.

## **1.3 Modelización Numérica de Sismos**

Un modelo numérico de una edificación es una representación computacional y matemática de la estructura de este edificio. Se crea con el objetivo de estudiar su comportamiento bajo diferentes situaciones, condiciones o cargas. Es una herramienta muy importante que se puede utilizar para ana-

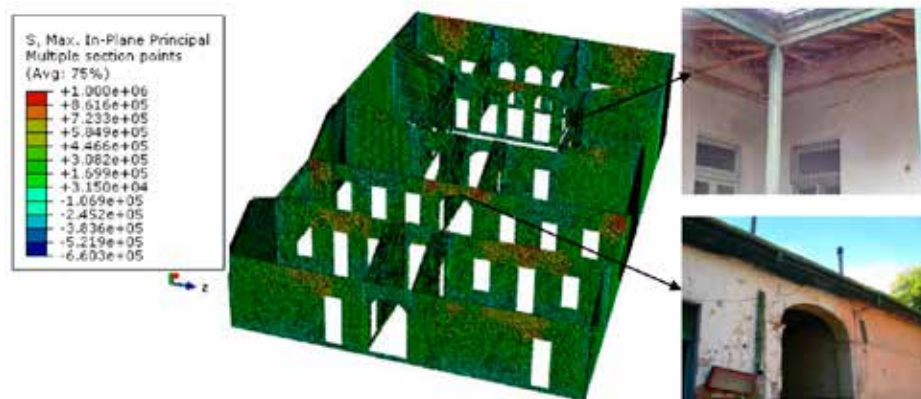
<sup>12</sup>. Lourenço, P. B. (2008). Structural masonry analysis: recent developments and prospects.

lizar el comportamiento sísmico de un edificio. Para realizar esta modelización se utiliza el método de los elementos finitos, donde se simula cómo se comporta una estructura compleja.

En una investigación publicada en la revista Alconpat, se habla de la importancia que tiene esta herramienta en la puesta en valor de estructuras de mampostería en zonas sísmicas. Utiliza la modelización numérica mediante el método de elementos finitos con modelos no lineales para estructuras patrimoniales de mampostería. Estas estructuras son de grandes espesores, al igual que las que se estudian en este trabajo. En la primera fase de la verificación estructural del edificio, se desarrolla un modelo de elementos finitos no lineal mediante el uso de componentes de tipo «shell». Este modelo incorpora modelos constitutivos que reproducen el comportamiento no lineal de la mampostería. El objetivo es evaluar la estructura frente a diversas acciones, teniendo en cuenta los daños preexistentes causados por los distintos descensos de apoyo que ha experimentado la estructura.<sup>13</sup>

Emplean componentes de placa y barra para representar la estructura, asumiendo que estos replicarán los aspectos estructurales de manera efectiva. Se restringen movimientos en los ejes de coordenadas y se aplican cargas, de peso propio y sísmicas.

Fig. 1.6 Correspondencia entre modelación de estado tensional y estado de daño del edificio. (González del Solar, G., Martín, P. E., Calderón, F. A., Maldonado, N. G., & Maldonado, I. A. 2014)<sup>13</sup>



En la figura 1.6. se muestra el modelo estructural general y el estado de tensiones de la mampostería. En ella se puede ver la concentración de tensiones que se asocia a los encuentros de muros y a los puntos de aplicación de cargas.

La modelización numérica se ha utilizado en numerosas situaciones para estudiar el comportamiento de distintas estructuras ante sismos y, más concretamente, se han analizado muchos casos con materiales de mampostería y fábrica debido a su vulnerable comportamiento estructural y a su uso extensamente empleado.

13. González del Solar, G., Martín, P. E., Calderón, F. A., Maldonado, N. G., & Maldonado, I. A. (2014). Importancia de la modelación numérica en la puesta en valor de estructuras patrimoniales de mampostería en zona sísmica. Revista ALCONPAT, 4(3), 211-227.

Para entender el comportamiento sísmico concreto de una estructura de mampostería hay que tener en cuenta la geometría, los materiales y las condiciones de carga. Además, para analizar la vulnerabilidad sísmica de estas construcciones históricas se deben tener en cuenta elementos relacionados con la resistencia del material o el comportamiento entre el suelo y la estructura (Ivorra, Spairani-Berrio, Torres y Bru 2019)<sup>14</sup>.

Estos tres apartados sirven de punto de partida para la recopilación de información necesaria en este trabajo.

14. Ivorra, S., Spairani-Berrio, Y., Torres, B., & Bru, D. (2019). Modelización del comportamiento sísmico de un acueducto de mampostería.

## 2. Marco Teórico

### *Introducción*

Para entender la importancia de este trabajo hay que saber de donde nace. El viernes 8 de septiembre de 2023, a las 23:11 hora local, se produce un sismo de magnitud 6.8 en la escala Richter. Esta ruptura nació en las montañas, en la cordillera del Alto Atlas con epicentro en Ighil.

«Ighil tiene una población de 5.700 habitantes en todos sus pueblos y se encuentra en la provincia de Al Haouz, la zona más afectada por el terremoto, con al menos 1.400 muertos.» (CNN, 11 de septiembre 2023)<sup>15</sup>

Fig. 2.1 Gráfico de muertes por provincia. (Lou Robinson, CNN, 11 de septiembre, 2023).



Este terremoto tuvo lugar a casi 80 kilómetros de distancia de Marrakech y 26 kilómetros de profundidad, pero su impacto se notó a lo largo y ancho de la ciudad.

El movimiento llegó a Casablanca y las vibraciones residuales alcanzaron Andalucía.

En los días siguientes, se produjeron replicas que pudieron alcanzar una magnitud de 4.6 en la zona cero.

Este terremoto ha sido el más potente que ha afectado al centro del país en más de cien años, causando una destrucción sin precedentes. Los daños más notables los encontramos en los pueblos rurales, los que se encuentran en la base de la cordillera del Alto Atlas, algunos de los cuales han sido completamente devastados. También encontramos grandes afecciones en los suburbios de Marrakech.

15. CNN Español (11 de septiembre, 2023). ¿Dónde fue el epicentro del devastador terremoto de Marruecos? Este es el mapa de las zonas afectadas



Una peculiaridad de este terremoto, que puede ayudar a explicar la destrucción que ha generado, es que se dio en una región con muy poca sismicidad prevista, es decir, que los grandes movimientos no son habituales, «este terremoto es mayor que cualquiera registrado en la región» (Hubbard 2023)<sup>16</sup>. Entonces, ni personas ni infraestructuras estaban preparadas para soportar el suceso.

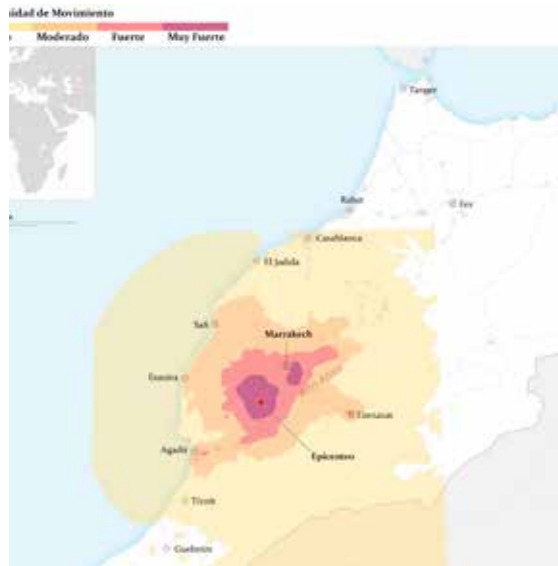


Fig. 2.2 Gráfico de intensidad de movimiento. (Henrik Pettersson, CNN).<sup>13</sup>

Pero la magnitud del terremoto no fue el único factor que ayudó a que se generase una catástrofe de las dimensiones que se vivieron.

Este temblor tuvo lugar entrada ya la noche, por lo que las personas que se vieron afectadas no tenían ninguna capacidad de reaccionar pues la gran mayoría estaban ya durmiendo. Además, las viviendas de estas regiones se consideran construcciones frágiles.

*«la mampostería no reforzada, como el ladrillo y el mortero, tiene fama de fallar durante los terremotos».* (Bohon 2023)<sup>17</sup>



Fig. 2.3 Rotura de un edificio por la esquina debido al terremoto en Marruecos el pasado día 8 de septiembre de 2023. (Fotografía de Abdelhak Balhak para Reuters)

16. Cita de Judith Hubbard, científica especializada en terremotos y geóloga estructural, para la publicación *¿Qué ha hecho que el terremoto de Marruecos sea tan devastador?* del National Geographic (12 de septiembre, 2023)

17. Cita de la Dra. Wendy Bohon, geóloga especializada en terremotos y comunicadora científica para la publicación *¿Qué ha hecho que el terremoto de Marruecos sea tan devastador?* del National Geographic (12 de septiembre, 2023)

Fig. 2.4 Placas tectónicas en Marruecos. Fuente: rfi. (12 de septiembre de 2023) Tres días después del terremoto en Marruecos, una carrera contrarreloj para encontrar supervivientes.



de fallas con distintos grados de actividad, multitud de ellas se encuentran atravesando la cordillera del Alto Atlas.

La existencia de sismos en esta región es totalmente ordinaria mas los temblores de grandes magnitudes son bastante inusuales, esto es porque a lo largo de los límites de placas la acumulación de tensiones se da de manera muy lenta.

Históricamente también hubo en Marruecos también grandes terremotos que merecen ser mencionados, estos son: el gran terremoto de Meknes en 1755 (magnitud desconocida), el de Agadir cuya magnitud fue 5.8 en 1960 y el de Alhucemas en 2004 que alcanzó 6.4 en la escala Richter.

## 2.1 Contexto Histórico

Marruecos se sitúan en el norte de África, y todo este territorio está asentado sobre la placa de Nubia o placa africana. Esta es una de las placas más grandes que hay y limita con la placa euroasiática por el norte, que se mueve de manera menos gradual que la primera. Además, el país se encuentra sobre una compleja red

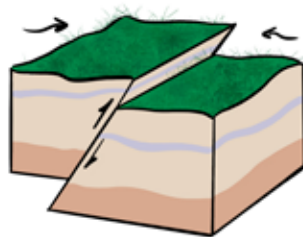
Fig. 2.5 Destrozos en la aldea de Tafagajt, en Marruecos, cerca del epicentro del devastador terremoto que azotó Marruecos el pasado día 8 de septiembre de 2023. (Fotografía de María Traspaderne para EFE)



Es cierto que un sismo puede darse en cualquier tipo de falla y que en la cordillera del Alto Atlas había mucha tensión acumulada pues tiene fallas con actividad cambiante, pero el emplazamiento de este terremoto en particular resulta singular. Esto se debe a que un movimiento con estas características se podría haber esperado en la zona norte del país, donde se han dado históricamente estos sucesos y se encuentra el límite entre placas, pero se produjo en el sur de la región, donde comúnmente hay menos actividad sísmica.<sup>16</sup>

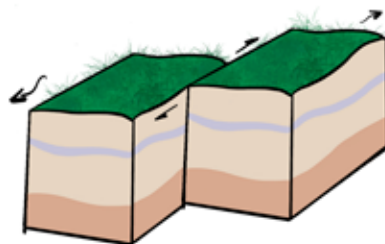
Se presume que la ruptura de la falla se dio como combinación desordenada de dos tipos de fallas:

- Falla de empuje inverso: En la que se produce un desplazamiento por inmersión, el bloque superior se desplaza hacia arriba y sobre el de abajo a lo largo de un plano de falla. Este tipo se dan en zonas de compresión, donde una placa se hunde bajo otra. Si el ángulo de inclinación no es muy pronunciado se puede considerar una falla de cabalgamiento.



*Fig. 2.6 Dibujo de falla de empuje inverso. Elaboración propia.*

- Falla de deslizamiento: los dos bloques se mueven respectivamente, como la de San Andrés.



*Fig. 2.7 Dibujo de falla de deslizamiento. Elaboración propia.*

Hablar de la magnitud de un terremoto proporciona información sobre la energía liberada, pero es importante señalar que la intensidad, que se refiere a los efectos observados en la superficie terrestre, también desempeña un papel crucial en comprender el impacto real y la destrucción que se genera como consecuencia.



Cuando juntas un peligro fuerte (un sismo) con grandes vulnerabilidades (casas no preparadas) ocurren grandes desastres que se traducen en ruinas. Aunque hubo construcciones que pudieron aguantar los temblores al estar hechos de hormigón y materiales contemporáneos, hay una cantidad desmedida de edificaciones que quedaron totalmente destruidas debido a sus inexistentes capacidades resistentes. Estas son las viviendas que están hechas de adobe, de tapial y en general los edificios de mampostería no reforzada.

Estos edificios siguen la arquitectura vernácula de Marruecos, uso de materiales de proximidad como son la tierra y la madera. Además, esta tipología constructiva era perfectamente eficaz en este territorio hasta el momento, debido a que tradicionalmente el sur de Marruecos ha sido una región de poca actividad sísmica como se ha explicado anteriormente. (George Andrews 2023)<sup>18</sup>

18. George Andrews, R. (12 septiembre, 2023). ¿Qué ha hecho que el terremoto de Marruecos sea tan devastador? National Geographic

## 2.2 Las Tierras de Marruecos – Al Hauj

Fig. 2.8 Mapa topográfico de Marruecos. (MorocoMap360°)



Marruecos es un país situado en el extremo noroeste de África, tiene una gran diversidad geográfica y paisajística que abarca 446.550 km<sup>2</sup>. Este territorio brinda una gran variedad de escenarios naturales, desde llanuras costeras hasta grandes cordilleras como el Atlas o el Rif.

El Atlas es un gran macizo montañoso que se extiende a lo largo del país, dividiéndolo en regiones distintas tanto climáticas como topográficas. En el norte está la costa, rebosante de fértiles planicies, regadas por los arroyos que nacen de las laderas de las montañas, donde la agricultura del país se lleva a cabo. Una vez cruzado el Atlas, encontramos inmensas superficies de tierra pedregosa y seca, conocida con el nombre árabe hamada (Gil Piqueras 2014). Tras estas llanuras se ubica el Sahara, vasta extensión desértica que ocupa el sur de Marruecos.

En este territorio se manifiestan distintos tipos de climas, como se observa en el mapa topográfico (Fig. 2.8). En las zonas más bajas de la costa hay un clima Mediterráneo, mientras que en las más elevadas el clima se vuelve templado y húmedo permitiendo el crecimiento de especies como el Cedro del Atlas (*Cedrus Atlantica*, Fig. 2.9) que se utiliza como elemento estructural en las tipologías a analizar.

Fig. 2.9 Cedro del Atlas. Modelo 3D. (Free 3D)



El Alto Atlas nació en la Era Terciaria y tiene una extensión de 2.400 kilómetros de longitud y acoge al pico más alto de Marruecos, el monte Toubkal que tiene 4.167 metros de altitud.

Esta cordillera no tiene grandes conexiones entre las regiones norte y sur. Las únicas posibilidades de salvar este macizo son a través de pasos naturales, collados, barrancos y vaguadas. Entre estos pasajes destacamos el de Tizi n'Tischa que se encuentra cerca de Marrakech y cruza el país de norte a sur (Gil Piqueras 2014).

Es importante acercarse más a la zona donde tuvo lugar el sismo del pasado 8 de septiembre, en la comuna de Ighil, perteneciente a la provincia marroquí de Al Haouz, parte de la región de Marrakech-Safi.

Ighil tiene unos 5.700 habitantes, distribuidos en 997 hogares, por lo que es una pequeña comuna dentro de su provincia, Al Haouz, que tiene 485.000 habitantes distribuidos en una superficie de 6.212 kilómetros cuadrados. Está formado por un municipio, Ait Ourir, y 38 comunas.



Fig. 2.10 Provincia de Al Haouz dentro de Marrakech-Safi. (Wikipedia)

Esta área tiene un clima mediterráneo semiárido con veranos cálidos e inviernos suaves. Además, por su cercanía a Marrakech y sus seductores paisajes, hacen que se haya convertido en un importante destino turístico.

Esta provincia evidencia una rica cultura marroquí, con influencias bereberes y árabes. La región tiene una íntegra identidad cultural que se ve reflejada en sus tradiciones locales, artesanía y música, así como en su arquitectura donde se manifiesta la rica herencia tradicional y geográfica de la zona.



Fig. 2.11 Panorámica de Al Haouz. (Wikipedia)

### 2.3 Arquitectura Vernácula

La arquitectura que encontramos en la zona sur de Marruecos, más específicamente en las montañas, sigue un estilo tradicional marroquí, con construcciones que tienen grandes paredes de tierra y techos planos. La arquitectura de la región emplea materiales locales como barro, piedra o madera, ya que son abundantes en el entorno natural que abraza el territorio, además de que existe una gran dificultad a la hora de trasladar otros materiales que fueran importados de otras áreas.

En las zonas más rurales, lo más frecuente es hallar también viviendas bereberes, que están diseñadas para integrarse con el paisaje montañoso, pues estas comunidades han habitado ciertas partes de estas regiones durante siglos.

Fig. 2.12 Al Haouz (Fotografía de Alaina Danae, 2022)



#### 2.3.1 Escala Ciudad

Las comunidades que hay en el sur de este país nacen por las rutas comerciales que iban de Marruecos a África occidental. Estas hicieron que los nómadas que las recorrían fueran creando asentamientos en distintos puntos del camino. Según ha ido evolucionando la sociedad, han ido desapareciendo este tipo de comercios por lo que las poblaciones se han ido asentando desde el siglo XV (Ruíz Plaza 2015).

La arquitectura de la región se compone básicamente, de construcciones de tierra como se ha especificado anteriormente. Como consecuencia de las constantes guerras entre pueblos, estos asentamientos tienden a estar fortificados, son «*fundamentalmente pueblos amurallados o fortalezas, que incluyen en su interior centenares de viviendas, además de la mezquita, las calles, y una plaza donde se reúnen para celebrar las fiestas*» explica Ángela Ruiz. A este conjunto de construcciones se les denomina Ksar o Tighremt.



Fig. 2.13 Planta y sección tipo Ksar en el sur de Marruecos. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

Ksar es el plural de Ksar, y se consideran que este término da nombre a las primeras tipologías urbanas. Se caracterizan por ser construcciones con algo de altura, grandes muros de tierra, cuyas plantas bajas no tienen huecos, pues la luz entra por patios centrales con aberturas superiores. Los ksur tienen una edificación compacta, donde las calles forman parte de la misma trama urbana, generando pasadizos o calles cubiertas entre las distintas viviendas (Ruíz Plaza 2015).

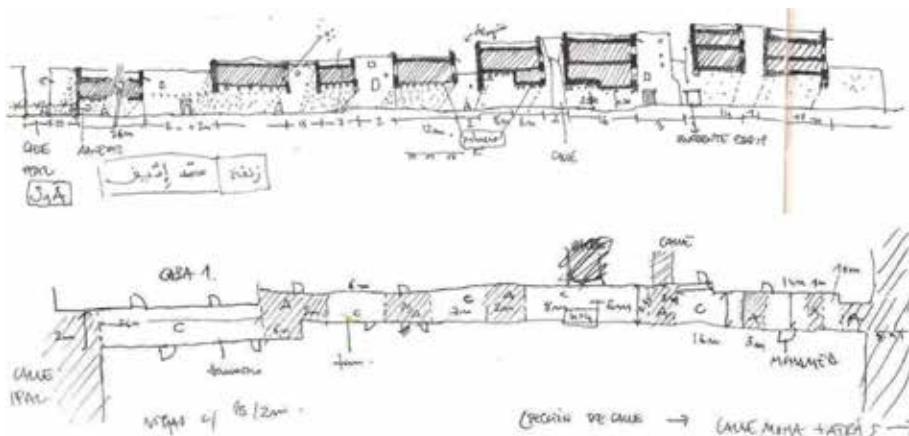


Fig. 2.14 Planta y sección de una calle secundaria. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

Estas ciudades tienen una estructura interna por niveles según la organización social, pero no jerárquicamente pues todas las construcciones se ejecutan de forma similar. Primero encontramos las construcciones residenciales, que se reproducen como elemento fundamental dentro del ksar. Las concentraciones de estas viviendas dan lugar a las calles que se mimetizan con el entramado urbano pasando a formar parte de las mismas edificaciones. Finalmente, la agrupación de estos elementos forma una comunidad (Gil Piqueras 2014).



### 2.3.2 Escala Arquitectura

Dentro de un ksar podemos encontrar distintas piezas urbanas que juntas componen una ciudad.

- Piezas Defensivas: Aquí encontramos las murallas en algunas ciudades, así como sus torres y la puerta de acceso.
- Piezas Residenciales: Son todo el conjunto de viviendas que da forma y vida a la trama urbana. En general tienen un esquema y funcionamiento bastante parecido entre ellas.
- Piezas Religiosas: Agrupa cualquier elemento que tiene un carácter religioso, como es su templo, la mezquita, o los cementerios.
- Piezas Comunitarias o Comerciales: Son los espacios que funcionan como elementos socializadores, para relacionarse entre las personas, como puede ser la plaza o el zoco.
- Piezas del Agua: Toda la infraestructura relacionada con el recorrido del agua.

Dentro de estas piezas urbanas la que más variaciones suele presentar es la vivienda, dependiendo de si se encuentra en medio rural o urbano. Exteriormente todas estas arquitecturas no tienen una clara referencia formal ya que están inscritas en el entramado urbano (Gil Piqueras 2014, Ruiz Plaza 2015).

Fig. 2.15 Ksar Ait Ben Haddou.  
(Christian Kratze, 2020)



### 2.3.3 Escala Residencial

Si hacemos un acercamiento más próximo entendemos los distintos elementos que forman parte de esta escala, y que pertenecen a las edificaciones residenciales.

La **puerta** funciona como un elemento socializador, ya que actúa como un componente de fuera y uno dentro creando unos espacios semipúblicos-privados donde la gente se reúne huyendo del sol. Los ciudadanos tienen una fuerte cultura de vivir en comunidad y hacer vida en el exterior, por eso estas puertas pueden ganar importancia dentro del ksar y convertirse en punto de encuentro, o si no, simplemente serían un umbral entre interior y exterior.



Fig. 2.16 Entrada, patio y galería superior en una vivienda tradicional. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

En estas arquitecturas, las **cubiertas** tienen una gran importancia, ya que actúan como nexo con el medio pues los núcleos urbanos están densificados. Estos techos acogen distintas misiones, como regular la luz que entra en las viviendas, la humedad o la ventilación.



Fig. 2.17 Imagen panorámica de las cubiertas del ksar de M'hamid. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

Los pasadizos en los que se convierten las **calles** permiten mover el aire y reconducirlo a los patios de las distintas edificaciones consiguiendo obtener un efecto Venturi.



Fig. 2.18 Calles interiores del ksar de M'hamid. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

La **vivienda** actúa como organismo independiente dentro del ksar, ligado con la unidad familiar.

La mayoría son de planta rectangular, con dos alturas. El acceso se encuentra en el lado corto, ya que el largo linda con otras viviendas, aprovechando los muros de carga de tapia.

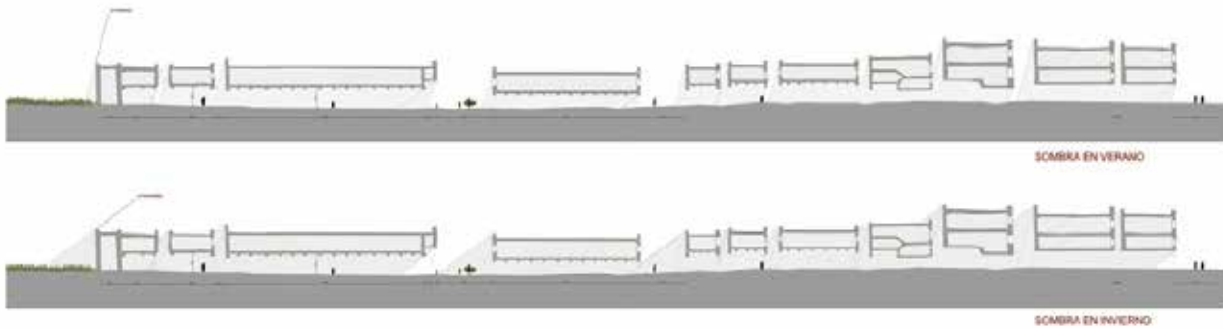


Fig. 2.19 Soleamiento de calle secundaria en condiciones de invierno y de verano. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

Es muy interesante entender el modo de ventilación de estas arquitecturas, pues para enfriar la vivienda, el aire fresco que viene de los espacios naturales entra por las pequeñas ventanas o por los grandes patios, y una vez que se ha refrescado el espacio, sale por los patios más estrechos. También sucede que el aire caliente que viene desde el sur, desde el desierto, va circulando por las sombrías calles del ksar, bajando así su temperatura, para posteriormente introducirse en las viviendas y salir por sus patios tras haber refrigerado las salas (Ruíz Plaza 2015).



Fig. 2.20 Secciones esquemáticas y diagrama de ventilación en calle estándar Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

Esta estrategia de ventilación y climatización funciona de esta manera tan eficiente por la diferencia de temperatura que hay entre las calles que se encuentran al sol y las que están en penumbra. Ya que esta diferencia hace que haya un movimiento del aire, generando unas corrientes que aumentan debido a la circulación que hay en los tiros de los patios. Estas corrientes se crean por la Ley de los Gases Ideales, donde el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura. Por lo que, si aumentamos la temperatura del aire, este se expandirá y se hará menos denso y subirá, ya que el aire tiende a moverse desde áreas de mayor presión a áreas de baja presión para intentar igualar la presión atmosférica.

Las edificaciones residenciales tienen una estructura económica, realizada con materiales básicos y de proximidad. Los forjados se realizan con troncos de madera de secciones resistentes y la decoración es mínima. En el interior el espacio se vuelve un reflejo de la trama urbana con plantas sencillas y ortogonales y con muy pocos huecos en las fachadas por el carácter introvertido de las casas (Ruiz Plaza 2015).

### Tipologías de Vivienda

Las viviendas que vamos a analizar tienen un formato donde se superponen las estancias para satisfacer unas necesidades determinadas. Es decir, que para mantener las condiciones de confort se va cambiando de una estancia a otra. Se migra dentro de la casa según la temporada, en invierno se busca estar más en la planta baja y en invierno en la alta para intentar aprovechar más la radiación solar (Ruiz Plaza 2015).

El cerramiento es sencillo, a nivel de calle solo encontramos el hueco de la puerta, y en las plantas superiores puede haber alguna apertura, pero siempre mínimas. La radiación solar y la ventilación entra por los patios interiores de las casas. Estos son de vital importancia para el funcionamiento de la vivienda, pudiendo estar cubiertos o abiertos.

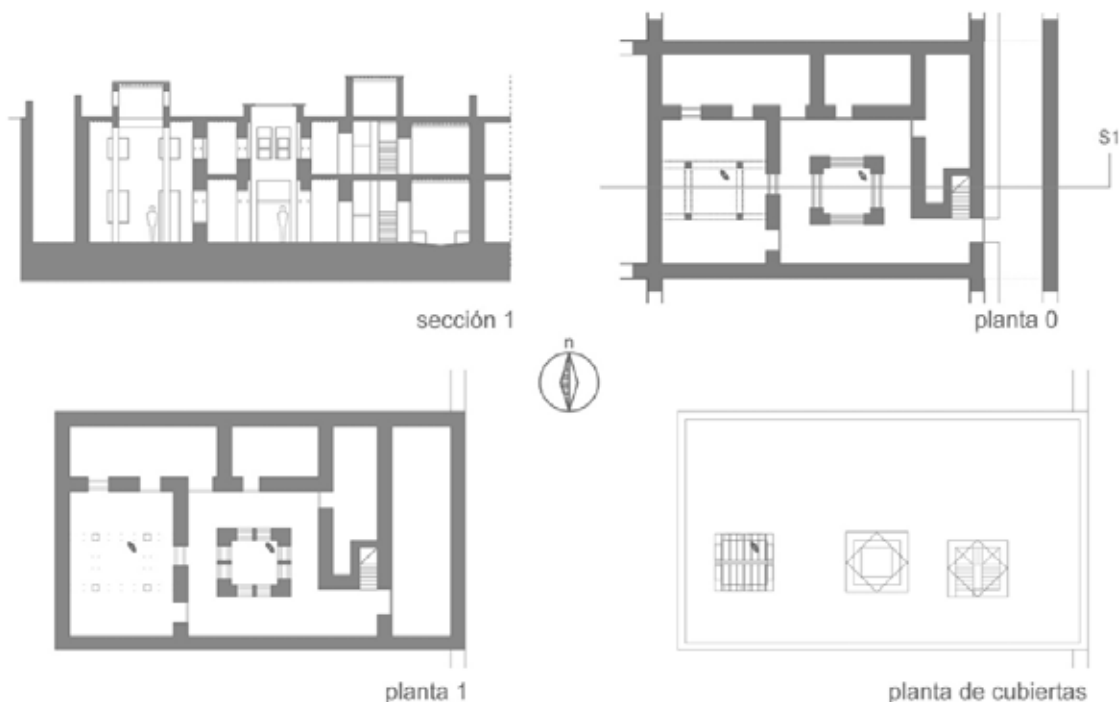


Fig. 2.21 Patio cubierto y patio abierto, las dos tipologías básicas de las viviendas del ksar. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

Se van a escoger para su posterior modelización cuatro tipologías de vivienda definidas por Ángela Ruiz en su tesis.

#### TIPOLOGÍA 1: PATIO CENTRAL ABIERTO

Fig. 2.22 Panos Tipología 1 de vivienda. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.





Es la tradicional casa con patio central que hace de galería en la planta superior. Tiene unos muros que pueden llegar al metro de espesor. El patio central está abierto y es de planta cuadrada. Esta tipología tiene un segundo patio que sí está cerrado, disponiendo de aberturas laterales. Además estas viviendas se encuentran en medio del entramado urbano apoyándose en construcciones adyacentes.

### **TIPOLOGÍA 2: PATIO CENTRAL CERRADO**

En este caso nos encontramos de la misma forma que en el anterior con un

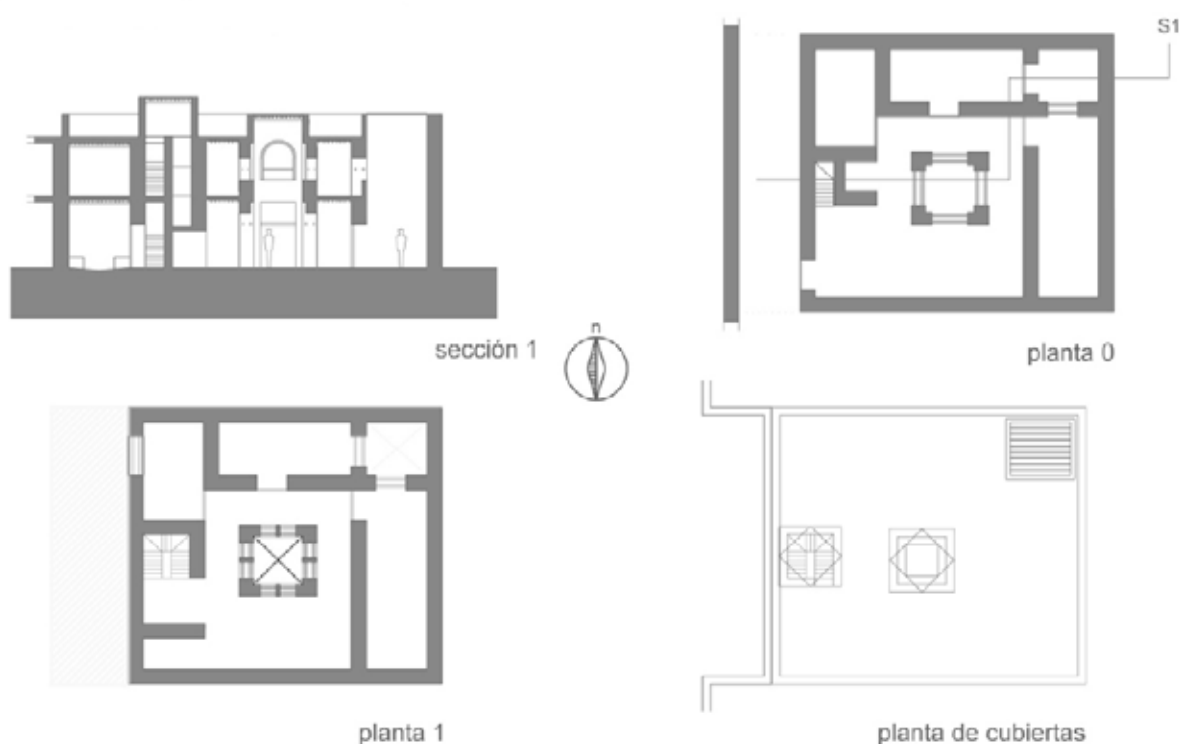
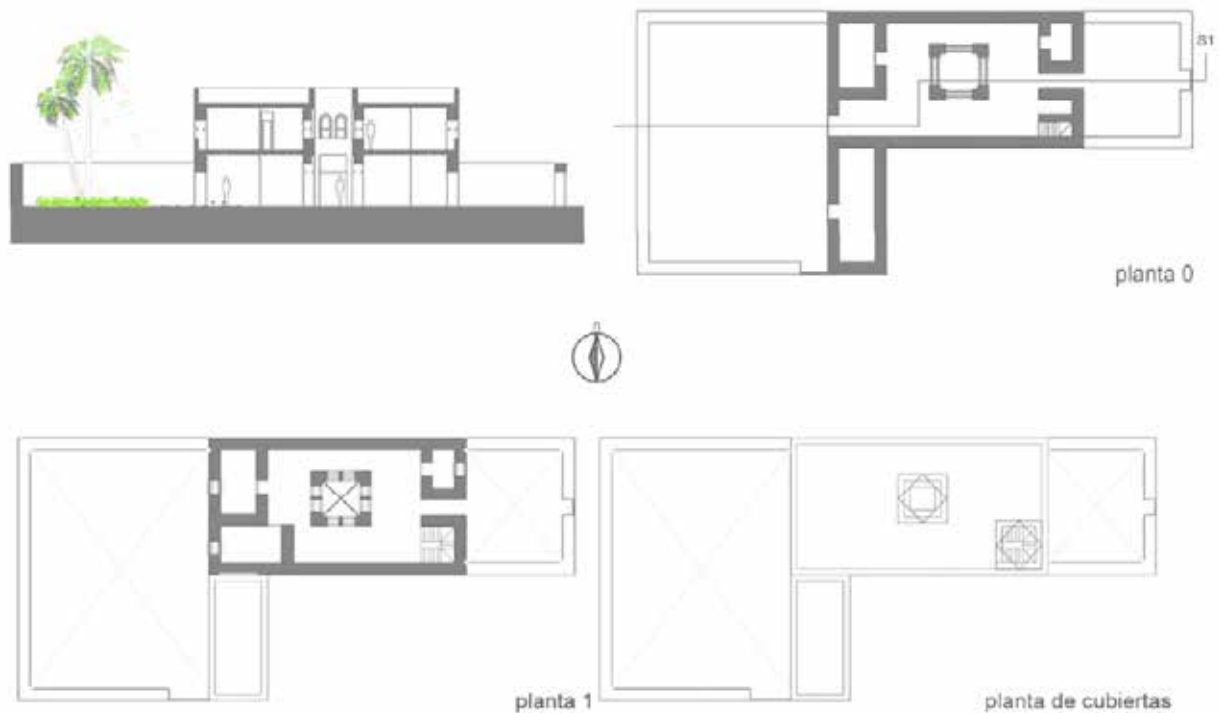


Fig. 2.23 Planos Tipología 2 de vivienda. Plaza, Á. R. (2015). *Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.*

patio central, pero en este caso estará cerrado por arriba y obtendrá la radiación solar a través de cuatro ventanas laterales que se encuentran en un torreón sobre el patio. En esta tipología existe también un segundo patio en una esquina de la casa, cuya cubierta se encuentra abierta, y para regular la temperatura se pueden cerrar las ventanas y puertas que dan a él. Al igual que la primera se encuentra embebido en la malla urbana.

**TIPOLOGÍA 3: EXENTA**



La construcción está exenta de la trama urbana por lo que no se apoya en los edificios contiguos. Además, dispone de dos patios externos hacia donde abren huecos que permiten una ventilación cruzada y también cuenta con un patio central abierto.

Fig. 2.24 Planos Tipología 3. Plaza Á. R. (2015) Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

**TIPOLOGÍA 4: ADOSADA**

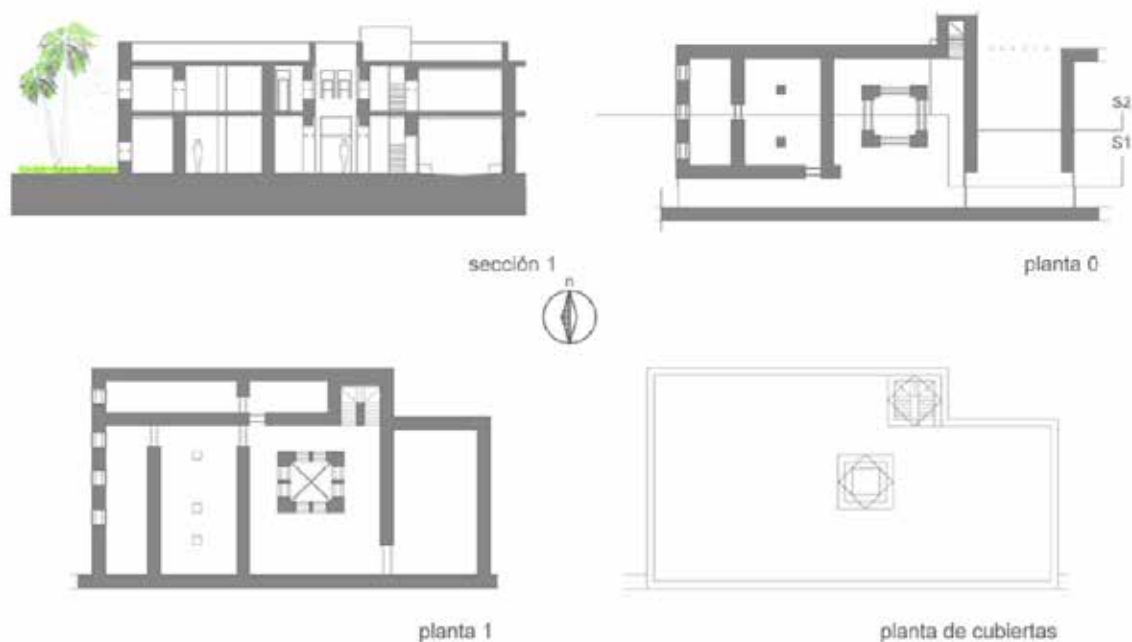


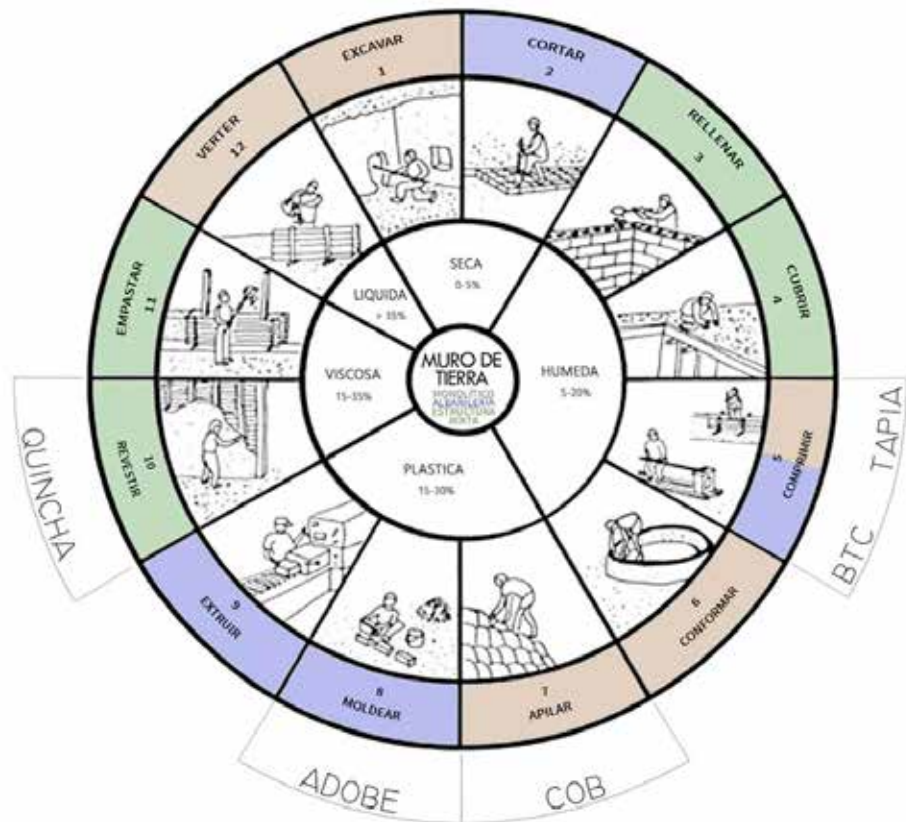
Fig. 2.25 Planos Tipología 4. Plaza, Á. R. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara.

Esta tipología es una hibridación entre las anteriores, aquí si podremos encontrar alguna ventana al exterior, pero no se da ventilación cruzada por la compartimentación de las áreas interiores. Continuamos teniendo un patio central abierto.

## 2.4 Construcciones en Tapial

En arquitectura existen 12 técnicas para emplear tierra como elemento constructivo (Fig. 2.26). En este caso se va a estudiar la tierra compactada, esta se apisona con la ayuda de un encofrado de madera llamado tapial, que además da nombre a la técnica.

Fig. 2.26 Técnicas de construcción con Tierra.  
Hernández Pocero, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal*



Esta técnica se basa en tres cosas:

- Tener un suelo húmedo
- Utilizar un encofrado rígido donde se coloca la tierra en capas
- Hacer una compactación de la tierra constante con una herramienta o de forma manual.

Esta técnica ha ido evolucionando con los años a base de prueba y error gracias a la experiencia de los maestros constructores. Es una forma de construcción sostenible ya que utiliza materiales naturales y de proximidad que se pueden encontrar fácilmente en el entorno.

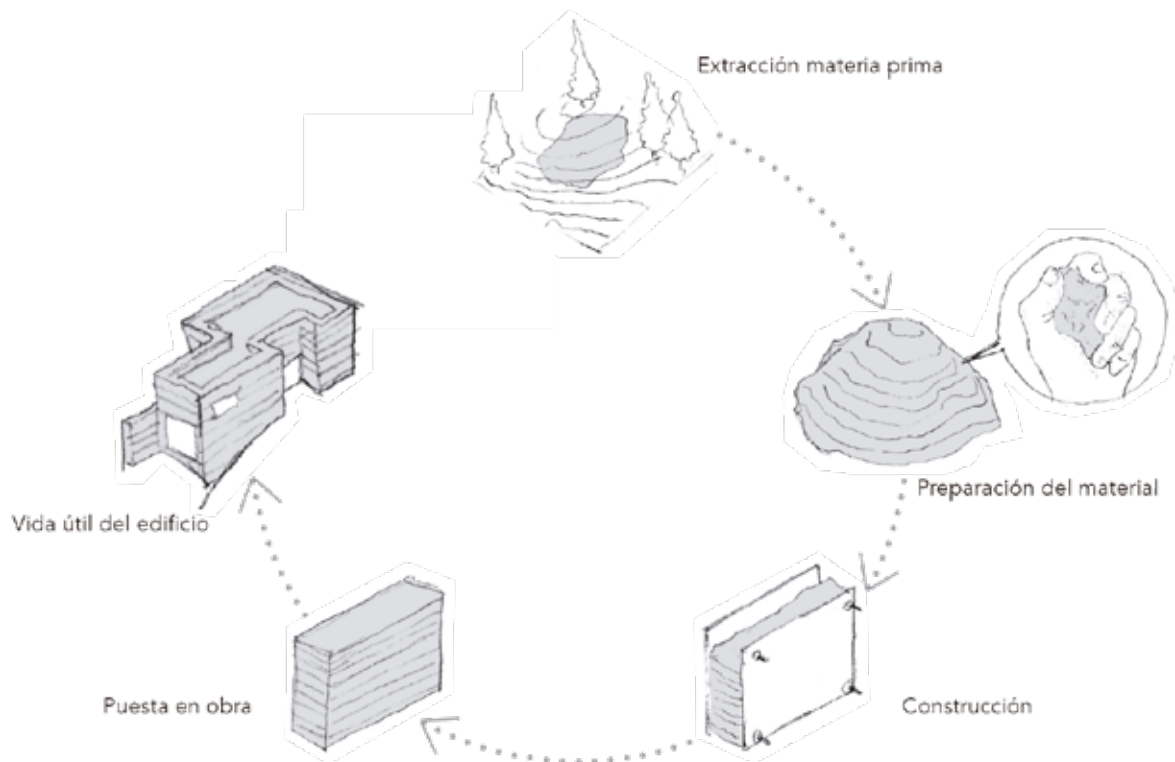


Fig. 2.27 Ciclo óptimo de construcción con tapial. Domínguez Grullón, C. S. (2023). *Construcción en tapial: hacia una arquitectura del pasado*.

Las tapias se pueden dividir en tres grandes grupos como expone Carlos Santiago Domínguez en su trabajo investigación:

- Tapia Monolítica: Se construye un muro homogéneo que puede ser de tierra natural o de argamasa.
- Tapia Reforzada: Se refuerza en sus caras con una costra de cal o con mampostería.
- Tapias Mixtas: Se incrustan elementos verticales de refuerzo como pueden ser pilares o machones, entre cuyos espacios se introduce la tierra.

En la actualidad ha habido una modernización del uso del tapial y se pueden encontrar tapias prefabricadas, con aislamiento entre capas, post-tensadas o incluso con dispersores sísmicos (Domínguez Grullón 2023).

El sistema constructivo que se emplea en las viviendas tradicionales del sur de Marruecos es una técnica antigua y tradicional que se basa el uso de tierra apisonada, es la construcción tapial monolítico. Además del muro de tierra se utilizan forjados de madera y caña.

Fig. 2.28 Proceso de construcción con tapial. Hernández Pocero, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal*



*Fig. 2.29 Construcción muros con tapial. Boussalh, M. (2005). Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco. Ministry of Culture.*

Los muros tienen grandes grosores, casi 1 metro, y se construyen con tapial revocándolos por el exterior con tierra. Sobre estos grandes muros de carga se coloca una viga anular periférica de 50 centímetros de diámetro, de madera maciza, para no imponer cargas puntuales directamente sobre los muros de tierra. Como el estudio se realiza en el Alto Atlas se utiliza la madera maciza de uso constructivo más común del área, que es el Cedro del Atlas.



Las vigas principales también tienen un diámetro de 50 centímetros de la misma madera maciza. A continuación, se colocan las viguetas, piezas de madera de menor sección. Estas piezas tienen aproximadamente 30 centímetros de diámetro y se suelen colocar cada 30 centímetros. Estos elementos estructurales se recogen de la naturaleza más próxima, por ello no siempre son regulares. Para corregir deformidades, se coloca una capa de tierra y piedras sobre las viguetas, para también asegurar su posición. Además, para fijar la separación entre ellas se colocan bloques de adobe o mortero que evitan su deslizamiento.



*Fig. 2.30 Colocación de vigas. Boussalh, M. (2005). Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco. Ministry of Culture.*

Después de este proceso se coloca una capa de varillas de madera sobre la estructura o se trenzan unos juncos que además se enrollan sobre las viguetas para ejercer de encofrado de la tierra que se va a colocar para hacer el forjado. Estas varillas se pueden colocar de forma yuxtapuesta para generar techos de cañizo sencillo o pueden seguir patrones geométricos complejos, como los techos Tataoui (Boussalh 2005)<sup>19</sup>.



Fig. 2.31 Colocación techo de cañizo. Boussalh, M. (2005). *Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco*. Ministry of Culture.

Para el posterior análisis que se va a realizar es fundamental entender el comportamiento estructural de las edificaciones residenciales marroquí. Este comportamiento viene dado por los materiales que lo componen el tapial y la madera.

#### 2.4.1 Protección a Sismo

La tierra no es un buen material para aguantar sismos debido a su comportamiento estructural, puede aguantar grandes compresiones, pero rompe con tracciones y, ante un temblor los muros se moverían generando tracciones que lo llevarían al colapso.

A pesar de esto, es un material que debido a las características positivas que lo rodean se puede encontrar en territorios con actividad sísmica como son Marruecos, Chile o Perú. Por ello, se han ido mejorando las técnicas constructivas en busca de una mayor estabilidad.

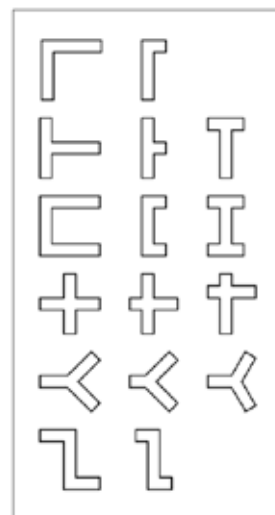


Fig. 2.32 Elementos de muro estabilizados por la forma. Domínguez Grullón, C. S. (2023). *Construcción en tapial: hacia una arquitectura del pasado*.

En este sentido, el diseño es un factor clave que puede ayudar a dar estabilidad, generando plantas compactas y utilizando elementos estabilizados por la forma (Fig. 2.32), evitando formas frágiles como la de U y L.

También se pueden agregar elementos externos estabilizadores como elementos de agarre entre hiladas, el uso de alambres, mallas o mallas elec-

19. Boussalh, M. (2005). *Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco*. Ministry of Culture.

trosoldadas que abracen el muro y le permitan mantener la integridad del conjunto. Otro método de refuerzo sería armando bloques prefabricados (Domínguez 2023).

En general hay métodos que permiten una mejora de la estructura ante una acción sísmica, pero para emplearse hay que tener un conocimiento previo y recursos para ello, los cuales no siempre están al alcance de las personas que edifican este tipo de construcciones.

### 2.5 Acción Sísmica

«Un mal terremoto destruye en un momento las más viejas asociaciones; el mundo, el verdadero símbolo de todo lo que es sólido, se movió debajo de nuestros pies como una corteza sobre un fluido; un segundo de tiempo creó en la mente un sentimiento de inseguridad, que horas de reflexión no producirían.» - Darwin<sup>18</sup>.

Cuando hay catástrofes naturales como los terremotos hay colapsos de edificios y se destruyen muchos elementos que forman parte de la civilización. Son elementos físicos pero que pueden dar forma al carácter de una comunidad. Lo mismo sucede cuando por estos motivos cae una arquitectura histórica o un hito cultural, que no solo destruyen la piedra y los ladrillos, sino importantes referencias heredadas.

Un terremoto, también denominado sismo, es un movimiento rápido y repentino del suelo, más concretamente de la corteza terrestre, que libera energía que se estaba acumulando y esta sale como una onda sísmica. Es un fenómeno transitorio (Prado 2022)<sup>19</sup>.

La acción sísmica se podría considerar una carga inversa que afecta al edificio partiendo del terreno, al contrario que cualquier carga externa que pudiera afectar a una construcción, donde las estructuras las trasladan al suelo.

El suelo está compuesto por las distintas capas que forman la Tierra. Se pueden dividir según su composición en: corteza, tanto oceánica como continental (a su conjunto se le llama corteza terrestre); manto, que es la mayor parte de la Tierra; y núcleo, que genera el campo magnético de la Tierra.

También se puede diferenciar las capas según sus propiedades físicas en litosfera, astenosfera, núcleo externo y núcleo interno.

Las acciones sísmicas se generan por el movimiento de las placas tectónicas, que son grandes masas de roca bajo la corteza terrestre que se mueven lentamente. Estas placas están formadas de litosfera y a su vez cubiertas por corteza oceánica o continental.

20. Charles Darwin. Reflexiones sobre su experiencia en el terremoto de Chile, 1835.

21. Prado Pérez, L. D. (2022). Análisis estructural de la cúpula de Santa Sofía.



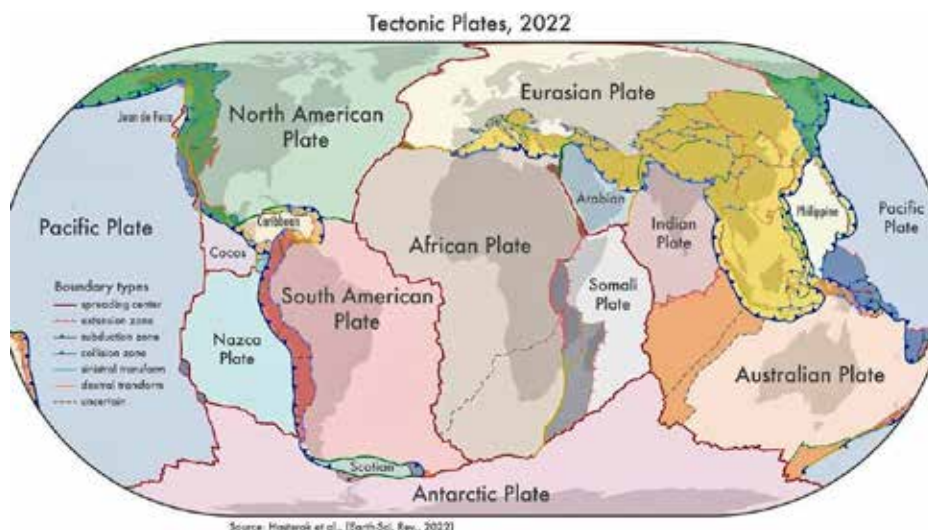


Fig. 2.33 El nuevo mapa de placas tectónicas. (Universidad de Adelaida, 2022).

La litosfera es la capa rígida y más externa de la Tierra, y esta formada por la corteza terrestre y una parte del manto. Está sólida capa forma las 14 placas tectónicas que, con sus desplazamientos, generan fenómenos geológicos como terremotos, y esos a su vez destrucción. Son fenómenos naturales que se dan de forma prácticamente aleatoria, por lo que son muy difíciles de predecir. Por ello es importante hacer construcciones que estén preparadas para soportarlos.

Para crear estructuras sismorresistentes primero nos interesa entender la oscilación del sismo, la onda que se produce cuando una falla rompe y lanza su energía a través del terreno. En esta onda tenemos formas que responden a movimientos en el volumen del cuerpo:

- Las ondas P, las primarias, las más rápidas, son las primeras en llegar. Son de compresión y extensión.
- Las ondas S, las secundarias, son de cizalla, es decir son movimientos laterales y llegan más tarde. Producen esfuerzos cortantes.

Las ondas que se mueven por la superficie del terreno son:

- Las ondas Love, son las últimas en verse en un sismógrafo y tienen un movimiento horizontal y trasversal.
- Las ondas Rayleigh, se mueven de forma elíptica, mucho más lenta que las de volumen del cuerpo o internas.

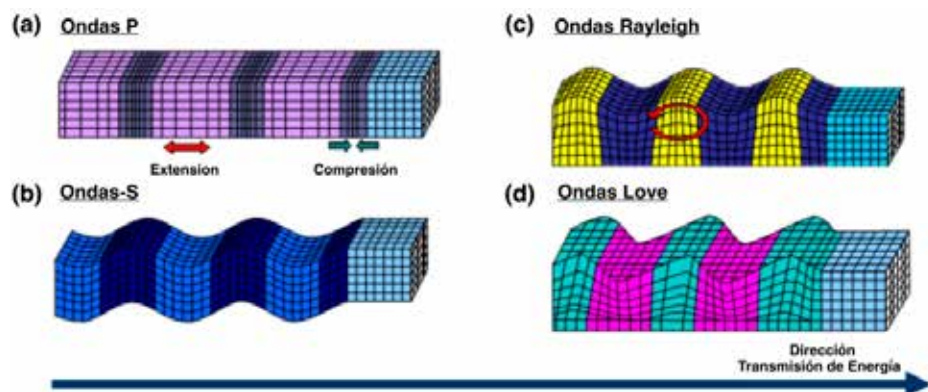


Fig. 2.34 Efectos mecánicos de las ondas sísmicas. Ondas de cuerpo (a) ondas P y (b) ondas S. Ondas superficiales: (c) ondas Rayleigh y (d) ondas Love. Sáez, M. (2016). Correlación cruzada de ruido sísmico para la obtención de perfiles profundos de velocidad de onda de corte en la cuenca de Santiago. Universidad de Chile, Santiago, Chile.



Nos interesa conocer la combinación de su movimiento en aceleraciones, velocidades y desplazamiento. Esto sería lo que se llama un registro sísmico tipo.

En los registros a mayor frecuencia, movimientos más rápidos, además, hay distintas intensidades, hay picos de aceleración, velocidad y desplazamiento. Las ondas sísmicas son relativamente aleatorias y vienen dadas por la ruptura de fallas, produciéndose de tres formas:

- Convergente “normal”: Las placas chocan, puede montarse una continental sobre una oceánica y producir sismos superficiales, o pueden colisionar dos continentales y producir un terremoto superficial de mucha magnitud.

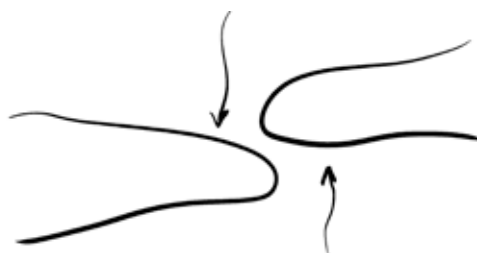
Fig. 2.35 Esquemas de la ruptura de fallas.  
Elaboración propia.



- Divergente “inversa”: Las placas se separan generando sismos superficiales.



- De Cizalla “transformante” Las placas se mueven lateralmente, como la de San Andrés o Anatolia.



«En tanto que una placa no rompe, se van acumulando deformaciones elásticas que cuando superan la resistencia del plano de roca provocan la ruptura, la disipación inmediata y la liberación de energía que es la que provoca los movimientos» – Jaime Cervera Bravo<sup>20</sup>.

### Magnitud e intensidad

Los terremotos pueden estar medidos en función de su Magnitud, que se entiende como la energía liberada, es la energía disipada en el sismo, se caracteriza por el tiempo que pasa entre las ondas primarias y las secundarias. Las escalas más utilizadas para medir la Magnitud son:

- Escala de Richter o de Magnitud Local (ML). Cuantifica la energía liberada y varía entre 2,0 y 8,9.
- Escala de Magnitud de Momento (MW): Cuantifica lo mismo que la escala Richter, pero se usa para terremotos de magnitud superior a 6,9.

Magnitud (M <sub>L</sub> > 6,9 M <sub>W</sub> = 2,0 a 6,9)	Descripción	Efectos de un sismo	Frecuencia de ocurrencia
< de 2.0	Micro	Los microsismos no son perceptibles.	Alrededor de 8000 por día.
2.0-2.9	Menor	Generalmente no son perceptibles.	Alrededor de 1000 por día.
3.0-3.9		Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños.	49 000 por año.
4.0-4.9	Ligero	Movimiento de objetos en las habitaciones que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable.	5200 por año.
5.0-5.9	Moderado	Puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves.	800 por año.
6.0-6.9	Fuente	Pueden llegar a destruir áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda.	120 por año.
7.0-7.9	Mayor	Puede causar serios daños en extensas zonas.	18 por año.
8.0-8.9	Épico o Catastrófico	Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros.	1-3 por año.
9.0-9.9		Devastadores en zonas de varios miles de kilómetros.	1-2 en 20 años.
10.0+	Legendario o apocalíptico	Nunca registrado. (Quizá pudo pasar en eventos apocalípticos como la caída del meteorito Chicxulub)	En la historia de la humanidad (y desde que se tienen registros históricos de los sismos) nunca ha sucedido un sismo de esta magnitud.

Fig. 2.36 Efectos típicos de los terremotos. (Wikipedia, 2011).

No obstante, para medir los efectos que generan los terremotos, es decir, cómo se percibe, se utiliza la escala de Intensidad:

- Escala Macrosísmica Europea (EMS98): Se basa en los efectos que tiene sobre estructuras, terreno y población, dentro del territorio europeo.
- Escala Mercalli (MM): Se basa en como se perciben los efectos que tiene sobre las infraestructuras. Tiene 12 grados de evaluación.

Escala Sísmica Modificada de Mercalli	
I. Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II. Muy Leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III. Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV. Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V. Poco Fuerte	Sentido por casi todos
VI. Fuerte	Sentido por todos
VII. Muy Fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII. Destructivo	Daños considerables en estructuras
IX. Muy Destructivo	Daños graves y pánico general.
X. Desastroso	Destrucción en edificios bien construidos
XI. Muy Desastroso	Casi nada queda en pie
XII. Catastrófico	Destrucción total

Fig. 2.37 Escala sísmica de Mercalli. Grados. (National Geographic, 2018).

### 2.5.1 Aceleración Sísmica

La aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) es una medición directa de la aceleración horizontal que sufre la superficie del terreno. La aceleración sísmica de cálculo se define como<sup>23</sup>:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

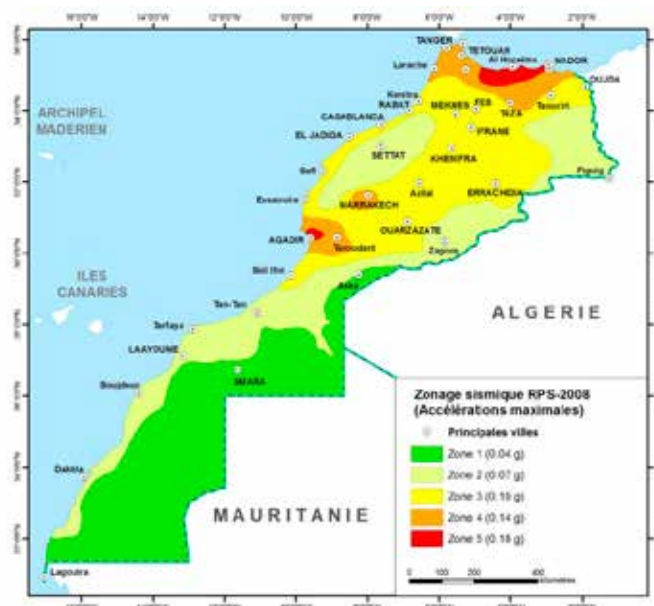
$a_b$ : aceleración sísmica básica.

$\rho$ : coeficiente adimensional de riesgo.

S: coeficiente de amplificación del terreno

La aceleración sísmica depende del territorio en el que sucede el sismo, existen mapas donde se representa la aceleración horizontal en función de g (aceleración de la gravedad). En este caso se utiliza la carta sísmica de Marruecos.

Fig. 2.38 Carta Sísmica Marruecos (medias24).



Según podemos apreciar en la carta sísmica de Marruecos la provincia de Al Haouz se encuentra en la zona 3 puesto que nunca se había considerado un territorio con un alto riesgo sísmico, factor que ha fomentado la devastación que generó el terremoto del pasado 8 de septiembre. Por ello en el momento de realizar los cálculos se va a utilizar la aceleración de la Zona 4 (0,14g).

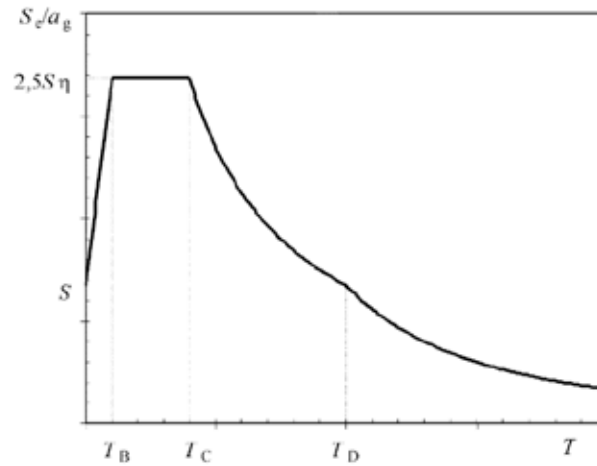
### Espectro de Respuesta

«Es un diagrama que describe la respuesta de un oscilador de masa o varios osciladores individuales de una masa frente a la excitación de vibración.» (Dlupal, 2022)<sup>24</sup>. Es decir, mide como reacciona una estructura cuando ha habido un temblor en el suelo debido a un terremoto.

23. Ministerio de Fomento. (2020). Anexo Nº 8. Efectos Sísmicos del Proyecto de Trazado: Emergencia Trabajos Previos para la Sustitución de Tirantes del Puente del Centenario.

24. Dlupal. (18 agosto, 2022). Espectro de respuesta

Fig. 2.39 Espectro de respuesta elástico. Prado Pérez, L. D. (2022). Análisis estructural de la cúpula de Santa Sofía.



Siendo:  
 T: periodo propio de cada edificio (seg)  
 $\alpha$  (S): factor de amplificación debida al espectro. El mayor valor que toma « $\alpha$ » es 2,5.

Una estructura muy firme va a mostrar un periodo corto de respuesta, ya que el movimiento del conjunto será similar a la vibración de la base. En contraste, los edificios más elásticos tendrán periodos largos, ya que las vibraciones que sufre la estructura serán más lentas que la del suelo, independizándose estructura de terreno (zona que se encuentra a la derecha de la gráfica). En cuanto a las estructuras intermedias, éstas pueden ampliar el movimiento y acabar entrando en resonancia, lo que haría que la construcción colapsara. Por ello la normativa limita el factor de amplificación a 2,5 veces la aceleración sísmica, es lo que se denomina zona de meseta del espectro y se encuentra a la izquierda del gráfico (Prado 2022).

Esta gráfica será fundamental para la interpretación de las respuestas que tienen ante sismo las tipologías de vivienda que se analizarán en el siguiente apartado.

## 3 Casos de Análisis

Para poder realizar análisis estructurales sobre edificaciones se crean modelos físicos o matemáticos, estos son representaciones simplificadas de la realidad. Se utilizan para analizar su comportamiento y evaluar su respuesta ante distintas situaciones. Gracias a los avances tecnológicos que ha habido en las últimas décadas se ha universalizado la creación de modelos virtuales utilizando herramientas digitales.

Es cierto que la creación de modelos a través de instrumentos computacionales es un método que reduce tiempos de cálculo y facilita la comprensión de resultados, no obstante, para ello es necesario determinar unos parámetros que reproduzcan el modelo real. Es decir, hay que introducir en el software que se emplee una serie de datos que sirvan de espejo a la realidad para que los resultados sean lo más fieles y válidos posibles.

En este caso se van a realizar cuatro modelos numéricos que corresponden con las cuatro tipologías de vivienda que define Ángela Ruiz y que hemos expuesto anteriormente, para después aplicar el Método de Elementos Finitos. Escogemos este método pues permite entender el comportamiento de la estructura ante sus frecuencias naturales, así como verificar los desplazamientos y estado tensiones

### *3.1 Descripción de los Modelos*

Tras haber realizado un extenso marco teórico donde se abarcan distintas variables que pueden afectar a la modelización de las tipologías, se han obtenido unos resultados que permitirán generar las representaciones de las viviendas de manera objetiva y certera.

La primera variable que se define es la forma de los modelos. Para ello, se han tenido que vectorizar y escalar las imágenes que ofrece la profesora Ruiz en su tesis. Esto se ha realizado con el software AutoCAD 2022, donde se han generado los planos de las viviendas, obteniendo unos parámetros vectorizadas y escalables.

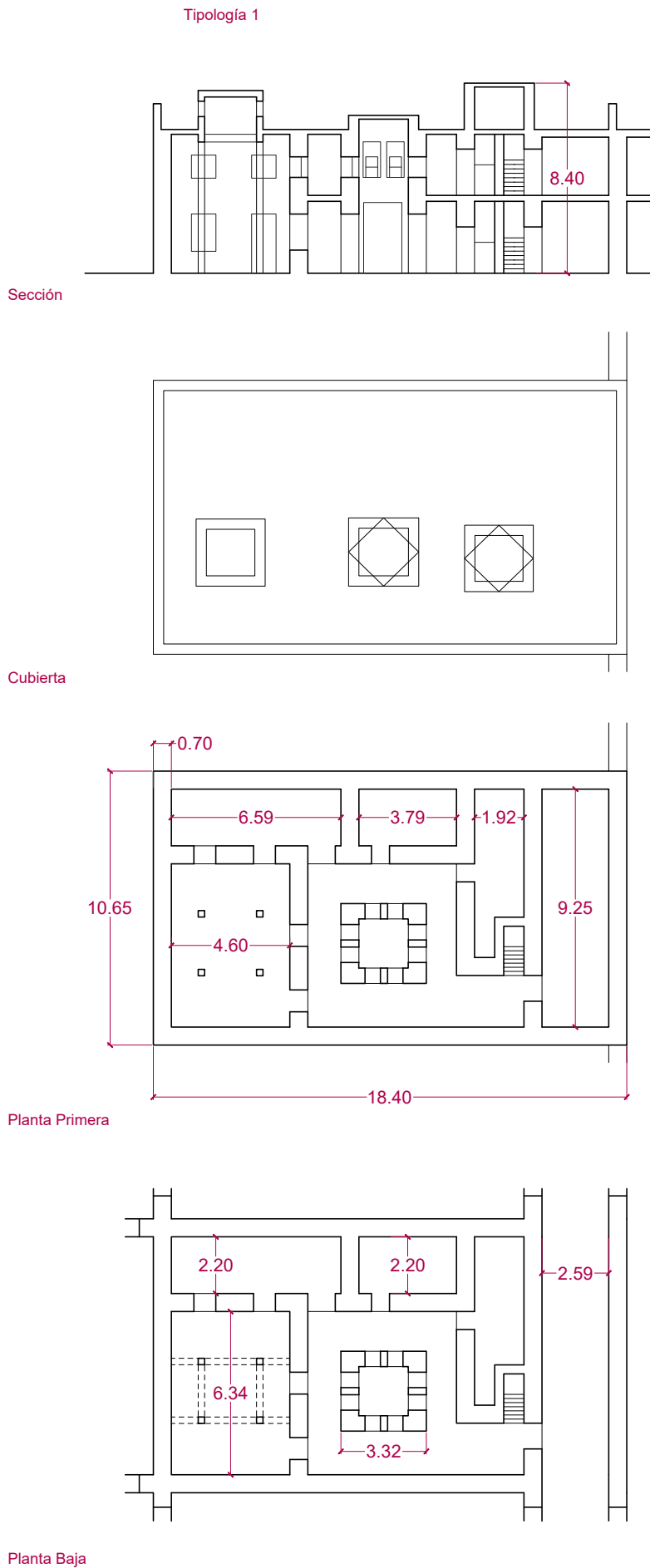


Fig. 3.1 Planos Tipología 1 de vivienda. Elaboración propia con AutoCAD

Fig. 3.2 Planos Tipología 2 de vivienda. Elaboración propia con AutoCAD

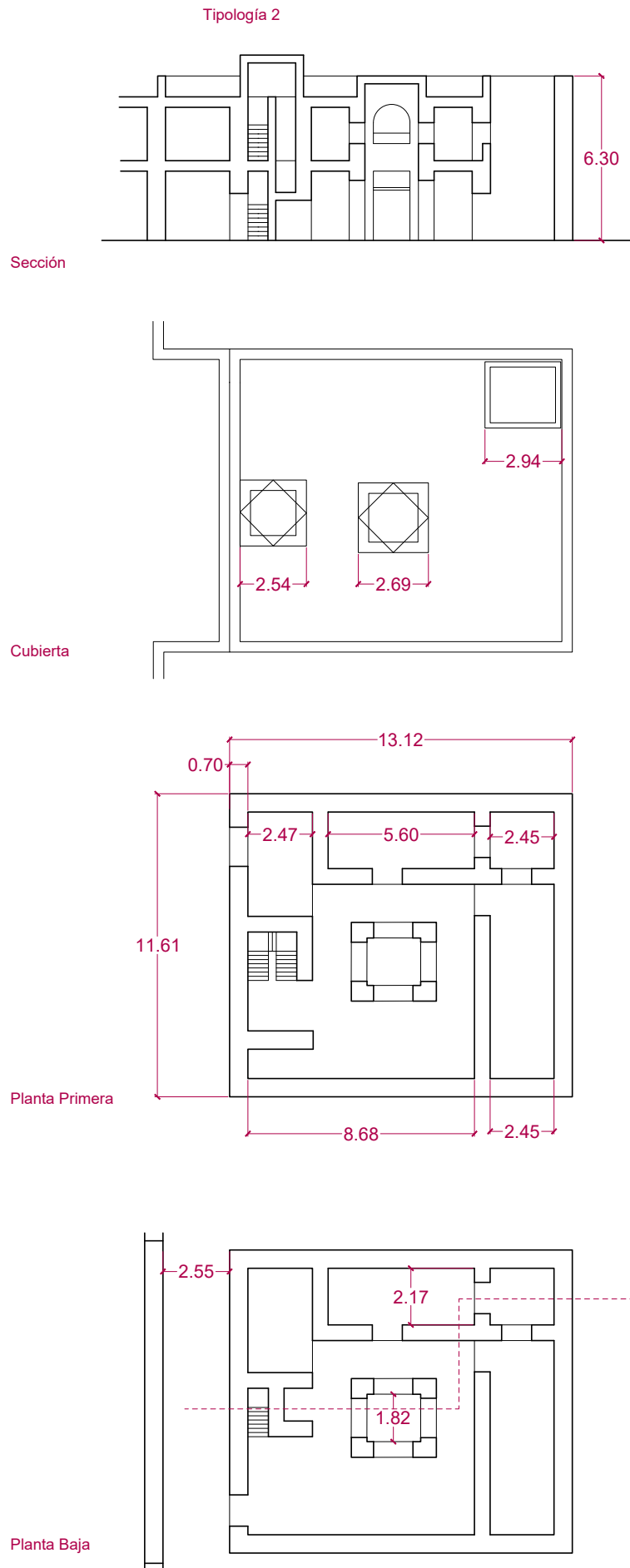


Fig. 3.3 Planos Tipología 3 de vivienda. Elaboración propia con AutoCAD

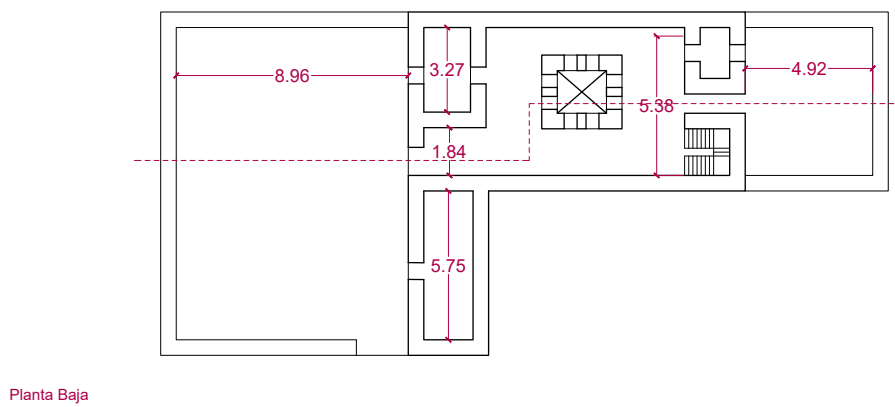
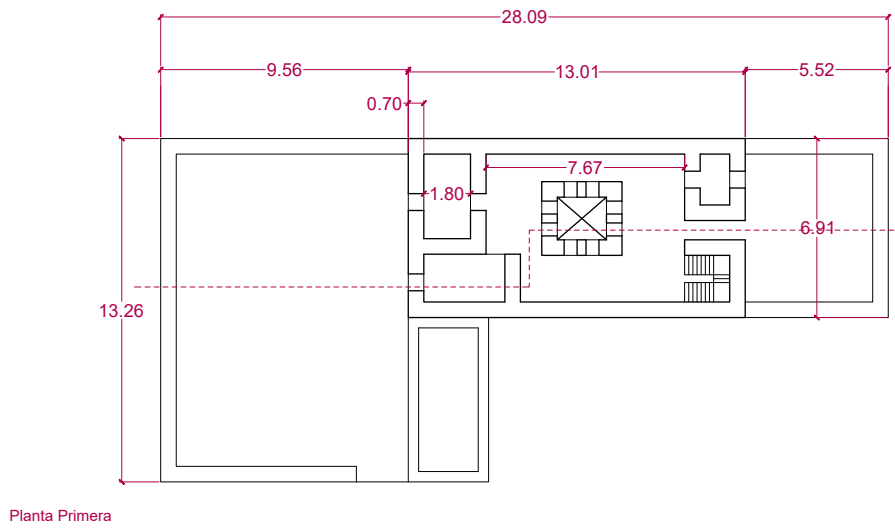
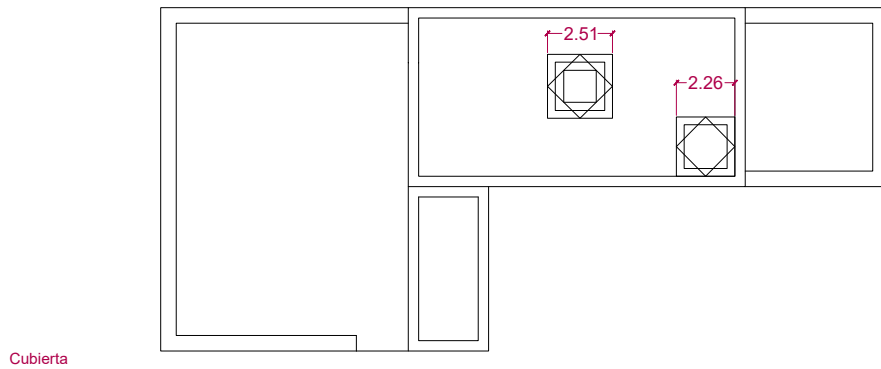
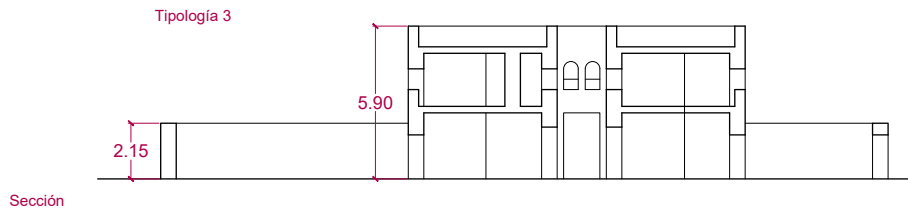
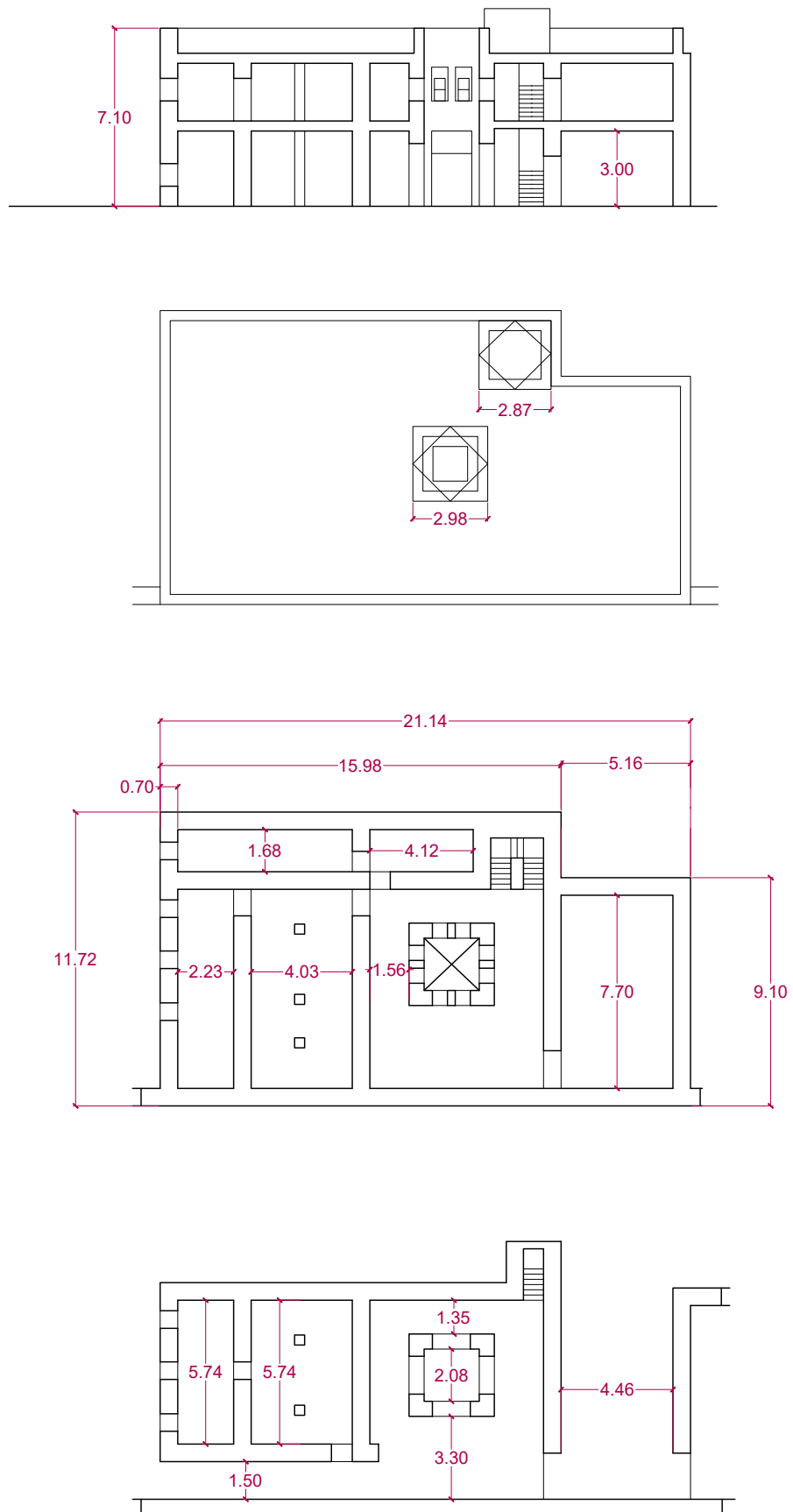




Fig. 3.4 Planos Tipología 4 de vivienda. Elaboración propia con AutoCAD

Tipología 4



La siguiente variable que se define es el material, pues va a definir el comportamiento mecánico de los prototipos. En este trabajo se simplificará el uso de materiales, se aplicará tapial para los muros tanto exteriores como interiores y madera maciza de Cedro del Atlas para las vigas y los dinteles.

Tapial	Cedro del Atlas
$\rho_\gamma$ =Densidad = 1800 kg/m <sup>3</sup>	$\rho_\gamma$ =Densidad = 600 kg/m <sup>3</sup>
$\gamma$ =Peso Específico = 18 kN/m <sup>3</sup>	$\gamma$ =Peso Específico = 6 kN/m <sup>3</sup>
$E_m$ =Módulo de Elasticidad = 1000 N/mm <sup>2</sup>	$E_m$ =Módulo de Elasticidad = 8500 N/mm <sup>2</sup>
$E_c$ =Módulo de Cortante = 384.6 N/mm <sup>2</sup>	$E_c$ =Módulo de Cortante = 425 N/mm <sup>2</sup>
$f_c$ =Resistencia a Compresión = 1 N/mm <sup>2</sup>	$f_c$ =Resistencia a Compresión = 50 N/mm <sup>2</sup>
$e$ =Espesor = 0.80 m	Secciones:
	-D <sub>1</sub> = Vigas = Ø50cm
	-D <sub>2</sub> = Vigas Secundarias = Ø30cm
	-L = Dinteles = 20 x 10 cm

A continuación, se seleccionan las acciones que van a afectar a los modelos virtuales, teniendo en cuenta que una vez introducidas en el programa de cálculo se generarán distintas combinaciones de cargas para obtener resultados legítimos:

CARGAS	
Peso Propio ( $q_p$ )	1 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de Uso ( $q_{uso}$ ) Viviendas y Zona residencial	2 kN/m <sup>2</sup>
Cargas Muertas ( $q_m$ ) Tabiques, solados y formaciones de pendiente	2 kN/m <sup>2</sup>
Espectro de Respuesta Aceleración sísmica	1.4 g

### 3.2 Plataformas para Modelización

Para realizar el análisis estructural de los distintos modelos será necesario el uso de programas de diseño y programas de cálculo:

- **AutoCAD 2022** (Autodesk, 2022): Es un programa de diseño asistido por ordenador (CAD), que se emplea para dibujar, diseñar y modelar en 2D y 3D de manera precisa. Esta herramienta permite automatizar tareas para mejorar la productividad del usuario además de poder crear, editar y anotar dibujos desde dispositivos web y móviles.<sup>25</sup>

25. Descripción del programa software. (Autodesk).

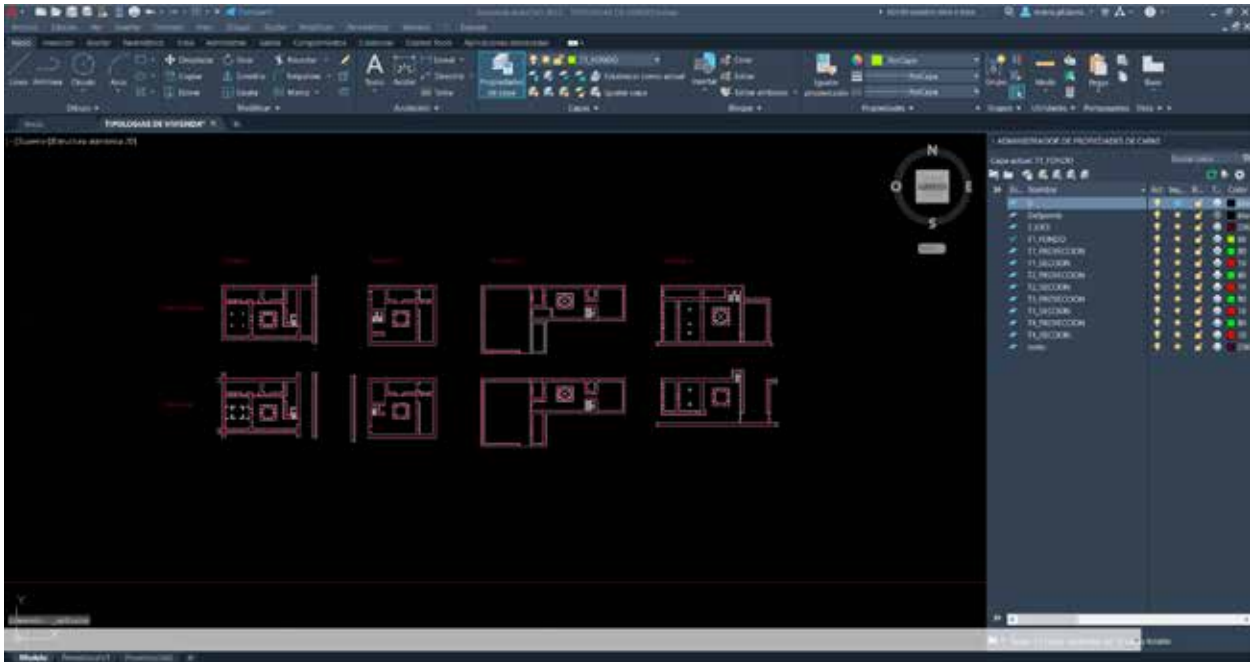


Fig. 3.5 Interfaz AutoCAD 2022. Elaboración propia

- Rhinoceros 7 (McNeel 2022): Es una herramienta software CAD 3D que sirve para el modelado de elementos mediante NURBS (non-uniform rational B-splines). Está diseñado para poder crear, editar o renderizar diferentes formas. Además, se pueden generar formas orgánicas y mallas y es muy utilizado en distintas ramas de ingeniería y arquitectura.<sup>26</sup>

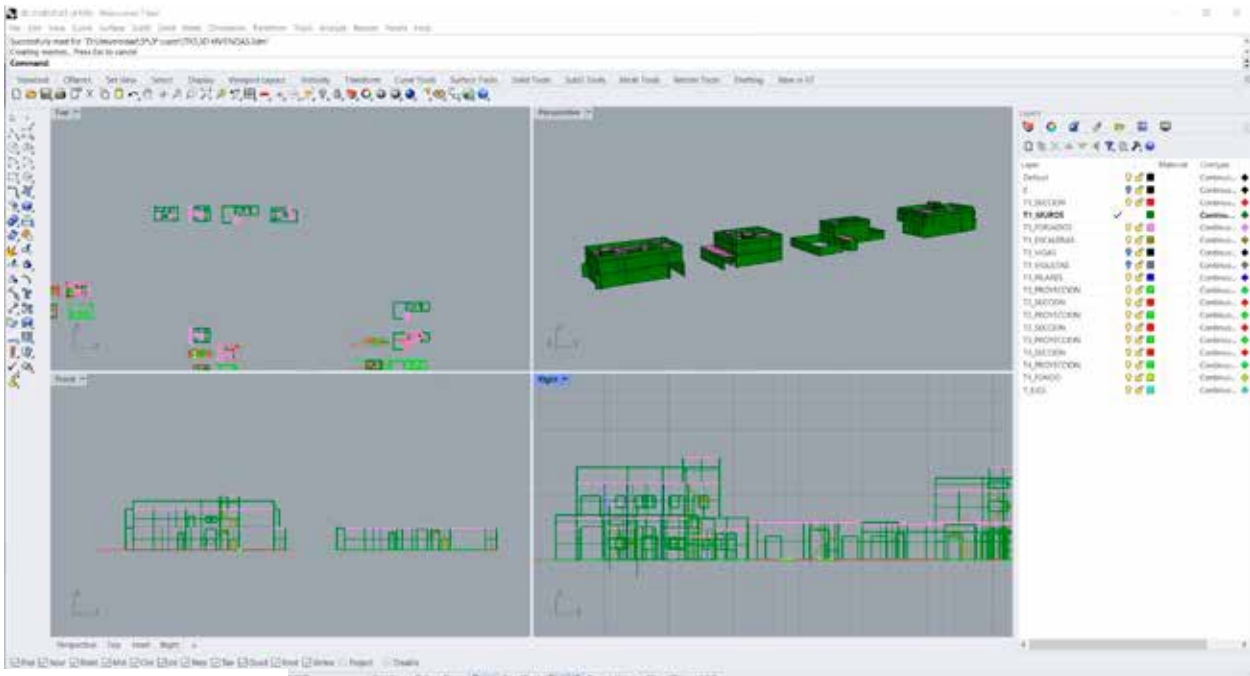


Fig. 3.6 Interfaz Rhinoceros7. Elaboración propia

<sup>26</sup>. Descripción del programa software. (GetApp).

- RFEM 6 (Dlubal, 2021): “Es un software de análisis por elementos finitos que permite modelar rápida y fácilmente, así como realizar el análisis estático y dinámico, y dimensionamiento de estructuras con elementos de barras, placas, muros, placas plegadas, cáscaras y sólidos.” Dlubal.<sup>27</sup>

27. Descripción del programa software en la web oficial. (Dlubal).

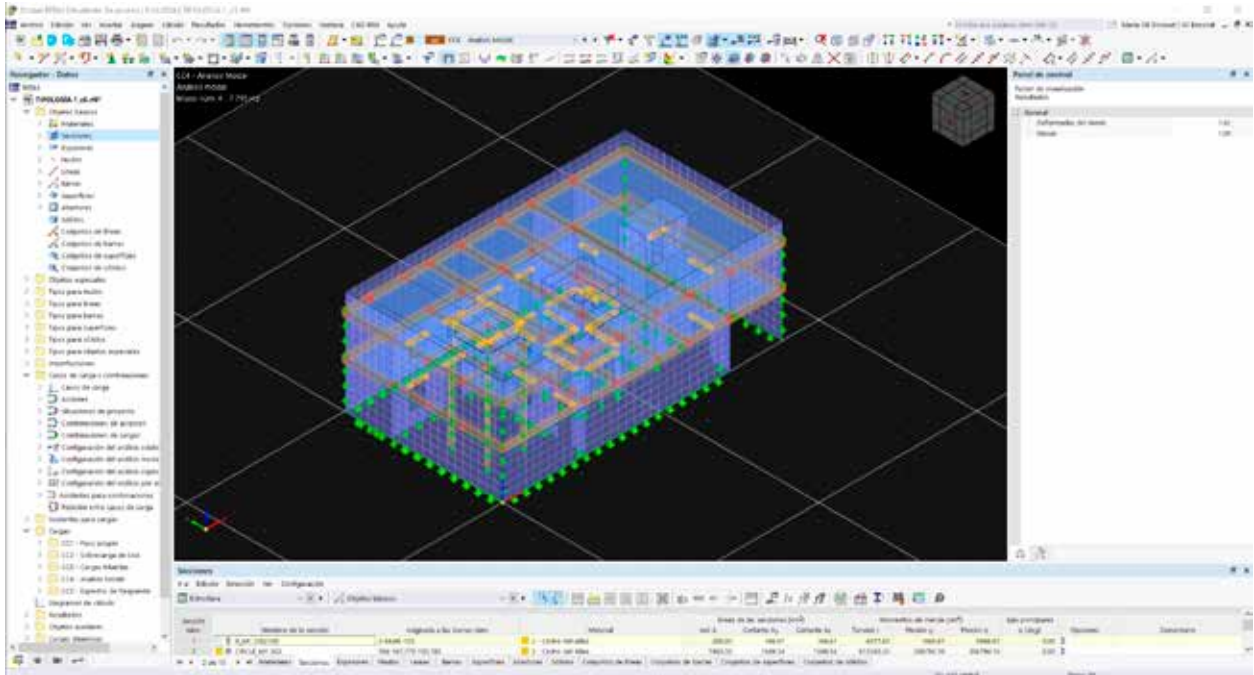


Fig. 3.7 Interfaz RFEM 6. Elaboración propia.

### 3.3 Modelado

El modelado de las 4 tipologías se ha realizado de manera simultánea. Se ha comenzado el proceso utilizando AutoCAD, aprovechando los planos que hemos realizado previamente.

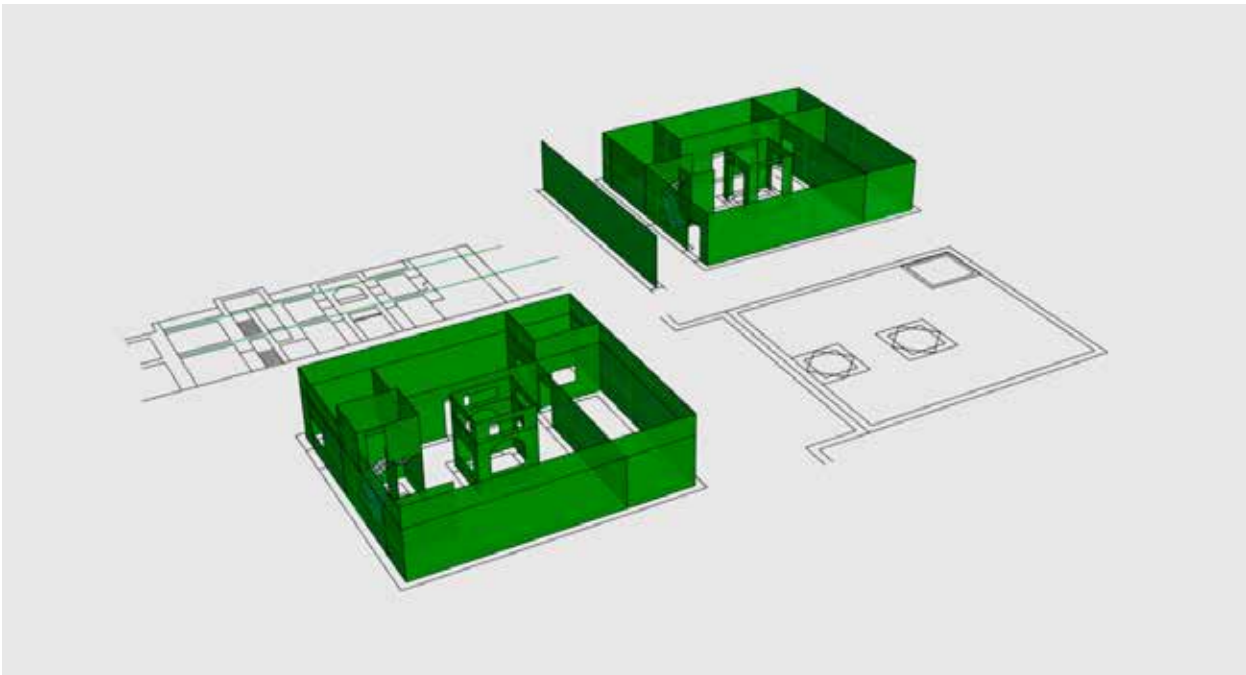
En este paso se debe tener en cuenta que el modelo tridimensional que introduciremos en RFEM no debe tener espesores, pues se aplican en el programa directamente. Por lo tanto, debemos sacar los ejes de los planos que hemos generado, para el posterior levantamiento en 3D.

Fig. 3.8 Tipologías de vivienda con los ejes centrales de los muros marcados en rosa. Elaboración propia.



Fig. 3.9 Levantamiento tridimensional de los muros de la Tipología 2.  
Elaboración propia.

El siguiente paso que se sigue es la exportación del .dwg al programa Rhinoceros7 donde haremos un levantamiento plano de los muros de todas las viviendas. Para marcar la altura de estos muros se mide sobre el plano la distancia a ejes de forjado.



Una vez tenemos los muros con sus respectivos huecos, incluimos los forjados, abriendo los espacios necesarios de patios y escaleras.

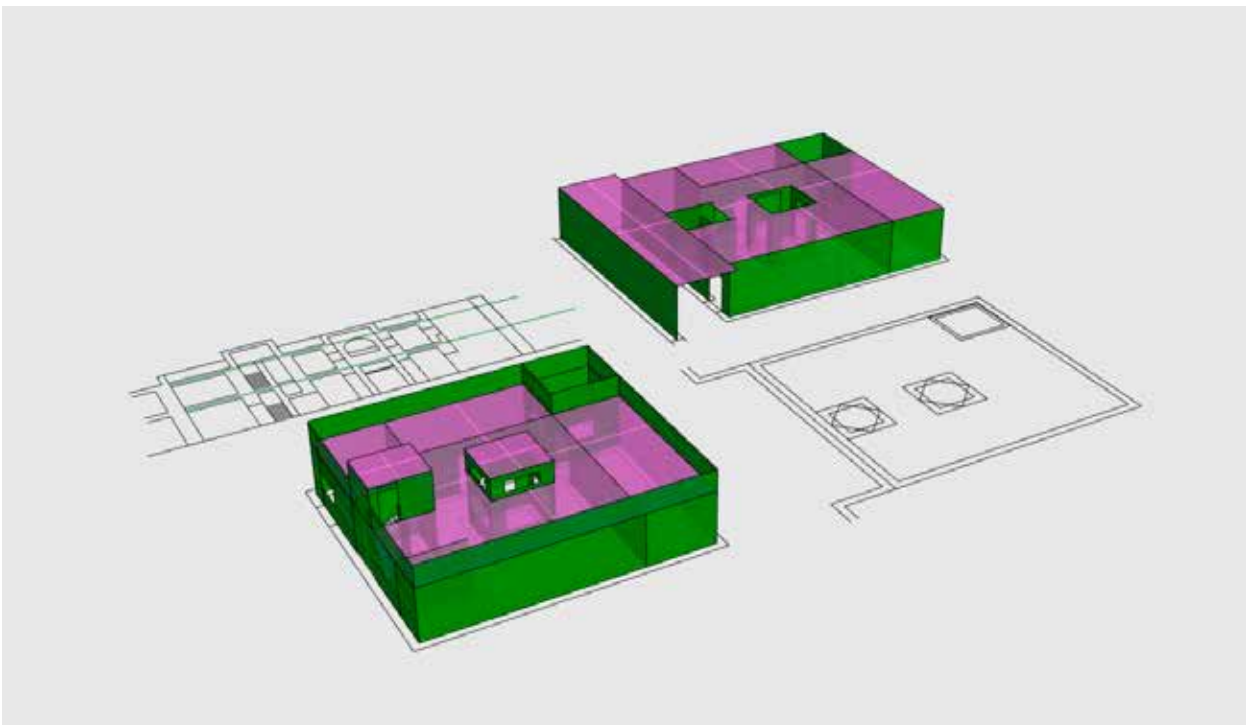


Fig. 3.10 Colocación de superficies de forjado de la Tipología 2.  
Elaboración propia.

Cuando hemos modelado ambas plantas se coloca la primera planta sobre la planta baja, obteniendo de esta manera el modelo completo de una tipología sin espesores.

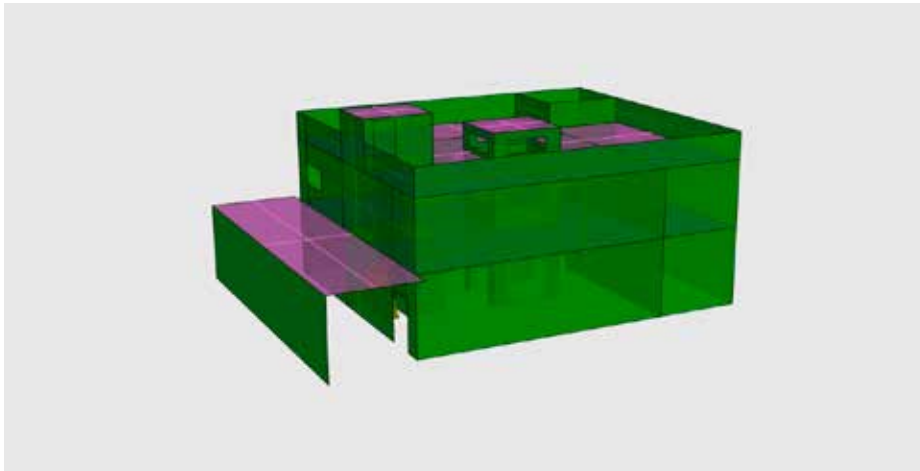


Fig. 3.11 Modelo geométrico de la Tipología 2. Elaboración propia.

De esta manera hemos terminado el segundo paso de la modelización, que es el de generar los modelos geométricos.

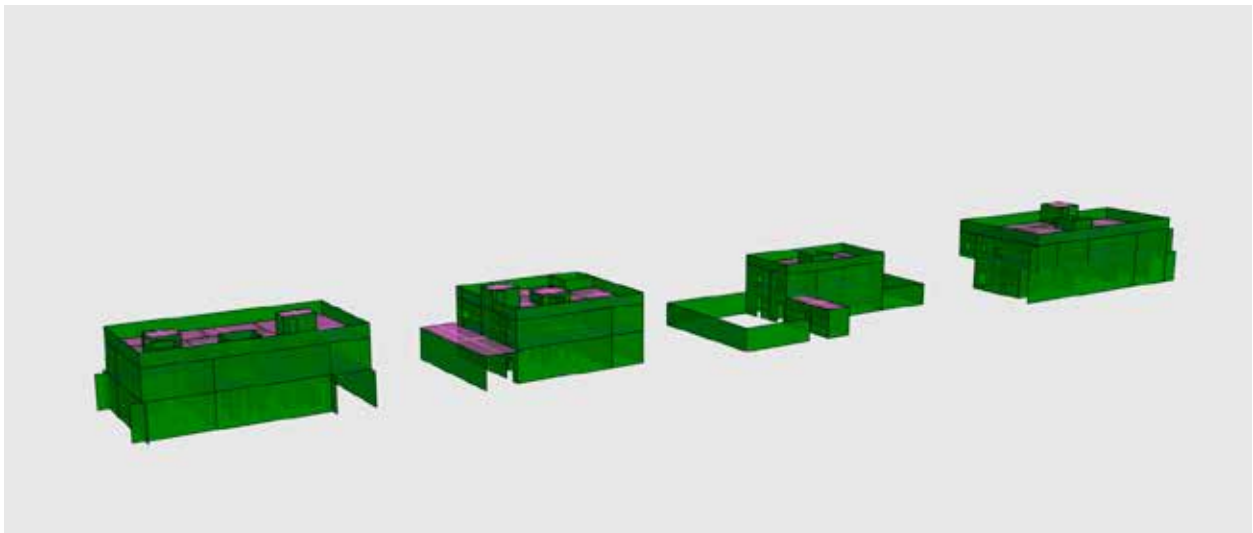


Fig. 3.12 Modelos geométricos de las 4 Tipologías. Elaboración propia.

El tercer paso que vamos a realizar es el de sacar los bodes de todas las superficies que forman nuestro modelo geométrico. Es decir, generamos la estructura alámbrica de los límites de las superficies para su posterior reconstrucción en RFEM.

Fig. 3.13 Comparación modelo geométrico sólido y alámbrico de la Tipología 3. Elaboración propia.

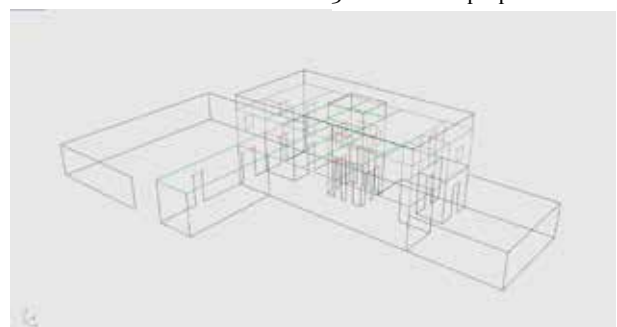
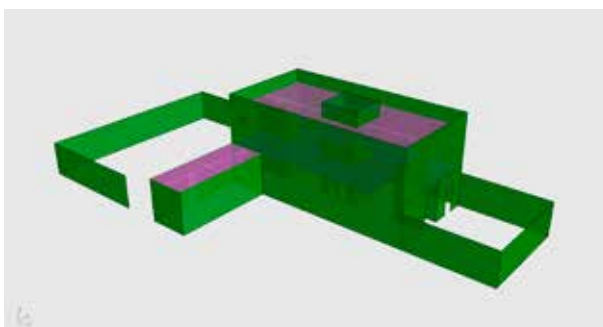




Fig. 3.14 Interfaz RFEM con el modelo alámbrico de la Tipología 3. Elaboración propia.

En esta estructura alámbrica es muy importante meter como polilíneas tanto vigas como dinteles para que cuando haya aberturas no se caiga el muro por encima. Una vez tenemos hecho el modelo lo exportamos en formato .dxf para introducirlo en RFEM. Cuando importamos el modelo al software de RFEM nos van a salir las polilíneas como líneas o barras y entre todos sus cruces, aparecerán unos nudos.

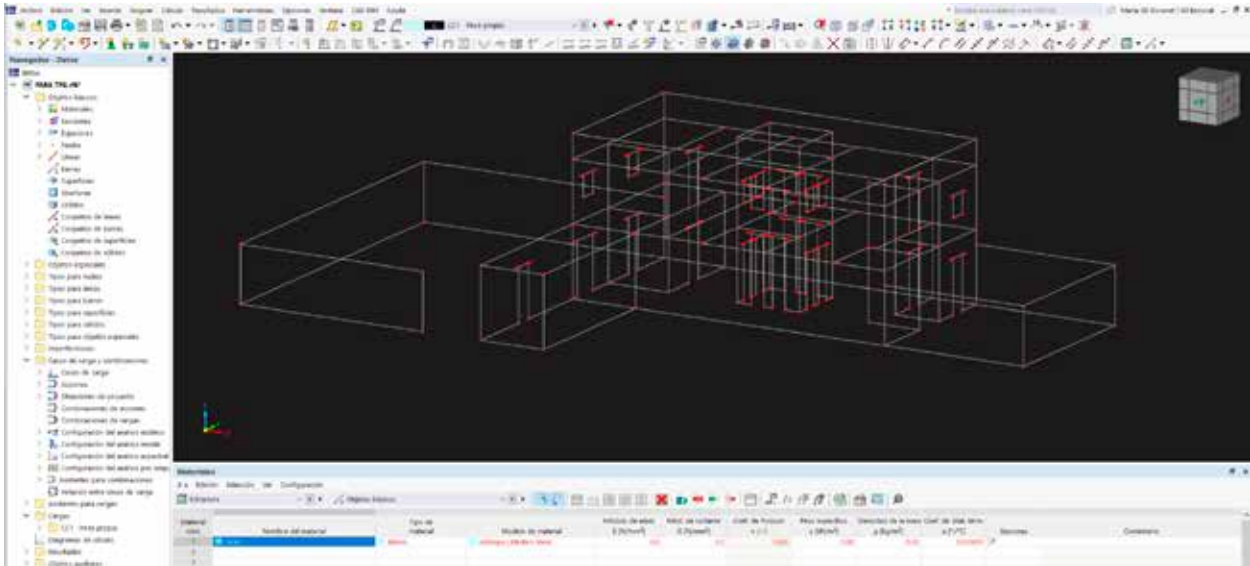
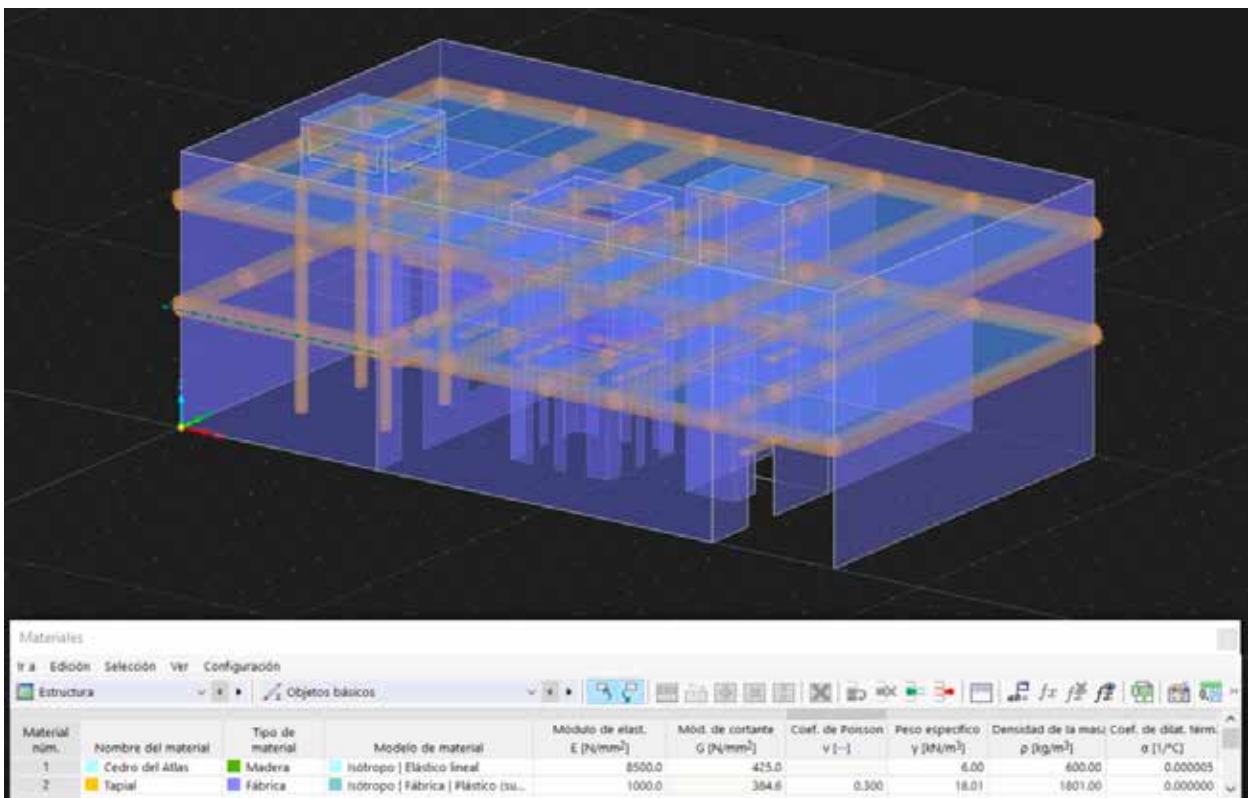


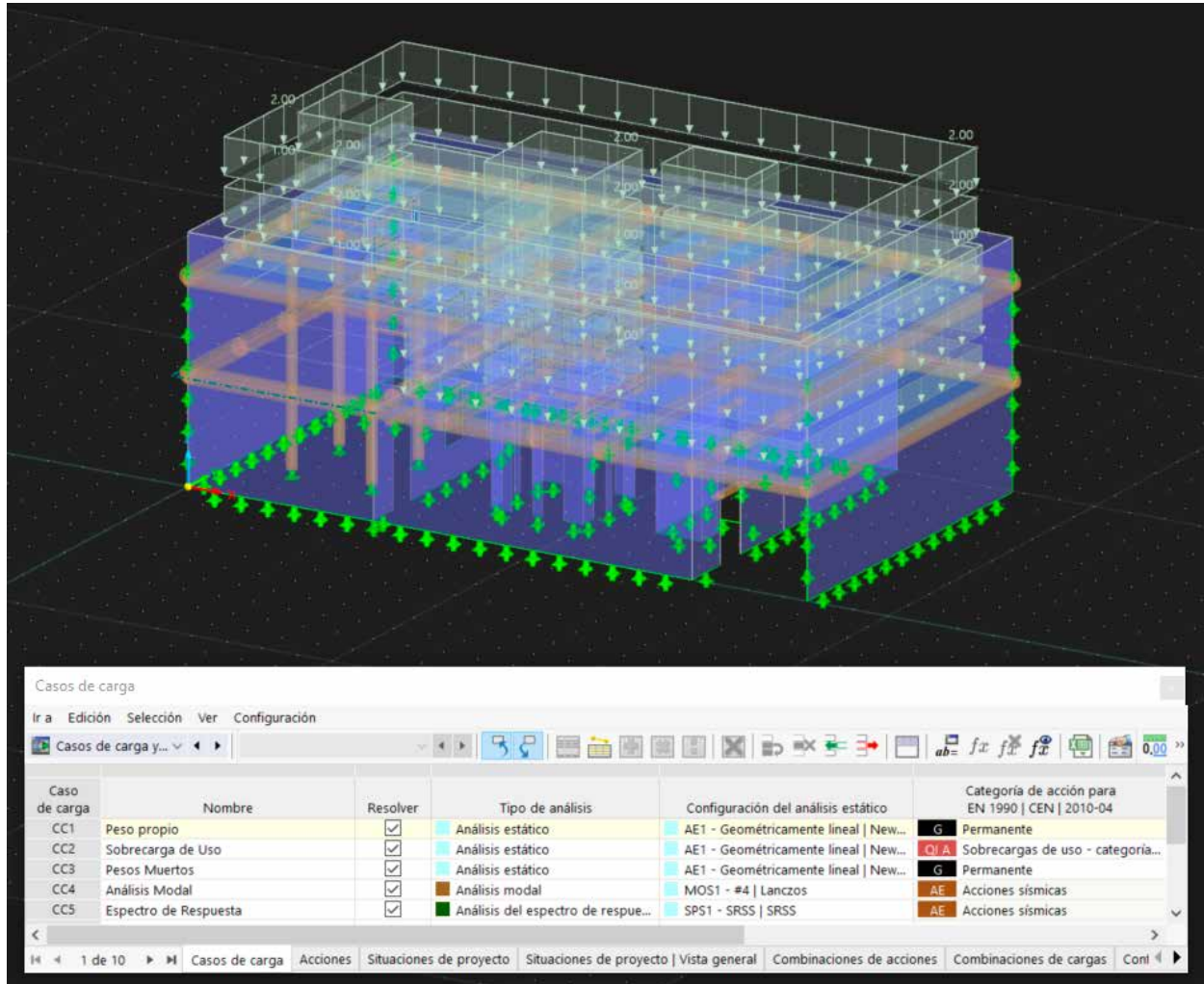
Fig. 3.15 Modelo en RFEM de la Tipología 1 con los materiales definidos. Elaboración propia.

A continuación, definimos los materiales y espesores o secciones que vamos a utilizar con los datos que se especifican en el apartado de 3.1 Descripción de los Modelos. Una vez se hace eso, se dibujan los muros y forjados con superficies generadas desde las líneas de contorno y también se generan las barras que actuarán como vigas y dinteles desde la estructura alámbrica que hemos importado.



Para terminar los modelos hay que situar las cargas en todos sus casos y los apoyos en la base. Para los apoyos hay que tener en cuenta que excepto la tipología 3, el resto de viviendas se encuentran apoyadas sobre las que lindan, para reflejar esta situación se colocarán apoyos verticales en las esquinas, ya que este suceso limita los movimientos verticales de las edificaciones.

Fig. 3.16 Modelo en RFEM de la Tipología 1 con los materiales, cargas y apoyos definidos. Elaboración propia.



### 3.4 Análisis de los Resultados

En este punto ya tenemos definidas las cuatro tipologías residenciales con las variables de forma, materiales y acciones, por lo que pasamos a realizar los cálculos estructurales. Para lo cual, se analizará cada categoría de vivienda por separado y se observarán desde distintas perspectivas.



En cada clase de construcción se distinguirá por nombre y geometría y se estudiarán sus resultados de:

- Deformaciones Globales  $|u|$  en Estado Límite de Servicio [mm]
- Tensiones Normales Horizontales  $\sigma_x$  en Estado Límite Último [ $\text{N/mm}^2$ ]
- Tensiones Normales Verticales  $\sigma_y$  en Estado Límite Último [ $\text{N/mm}^2$ ]
- Deformaciones Globales  $|u|$  en Análisis Modal en todas sus Frecuencias [mm]
- Tensiones Normales Horizontales  $\sigma_x$  en Espectro de Respuesta [ $\text{N/mm}^2$ ]
- Tensiones Normales Verticales  $\sigma_y$  en Espectro de Respuesta [ $\text{N/mm}^2$ ]
- Deformaciones Globales  $|u|$  en Espectro de Respuesta [mm]

Cuando hablamos de deformaciones globales, estamos examinando el valor absoluto  $|u|$  del desplazamiento total en milímetros. Es decir, la diferencia de posición que tiene un elemento antes y después de sufrir un esfuerzo.

Primero se calcula en Estado Límite de Servicio, que sería una simulación de las condiciones reales que sufre la estructura a lo largo de su vida útil sin llegar al colapso. En esta situación la gráfica marca un máximo de deformación de 5 mm al cual no llega ninguna tipología, las mayores deformaciones que se pueden observar rondan el milímetro de movimiento y en localizaciones puntuales y controladas. Estas deformaciones no se consideran graves ni peligrosas.

Tras esto se realiza el cálculo de las tensiones normales en vertical y horizontal, las cuales nos permitirán conocer que zonas de la estructura se encuentran traccionadas y cuales comprimidas. Las tensiones que salen positivas son las de tracción y son las que más nos interesa conocer pues el material que utilizamos no soporta tracciones grandes. Se puede afirmar que donde aparezcan tracciones mayores de  $0.1 \text{ N/mm}^2$  el material puede partir, ya que su resistencia como hemos expuesto con anterioridad es de  $1 \text{ N/mm}^2$  y al rebasar el 10% de esta la estructura puede romper. Este análisis se realiza en Estado Límite Último, que engloba las situaciones que producen que una estructura o parte de ella colapse.

Como se puede observar en las gráficas que tenemos a continuación, prácticamente la totalidad de las 4 tipologías se encuentran a compresión, es decir con tensiones negativas. Solo aparecen pequeñas tracciones en puntos conflictivos localizados y no generan ningún peligro para la estabilidad estructural del edificio.

Después de realizar estos análisis sobre el comportamiento habitual de las viviendas, tanto las que se encuentran adyacentes a otras, teniendo de esta manera apoyos verticales, como la que se apoya de manera parcial o la que está exenta de un entramado urbano, se pasa a introducir la acción de sismo.

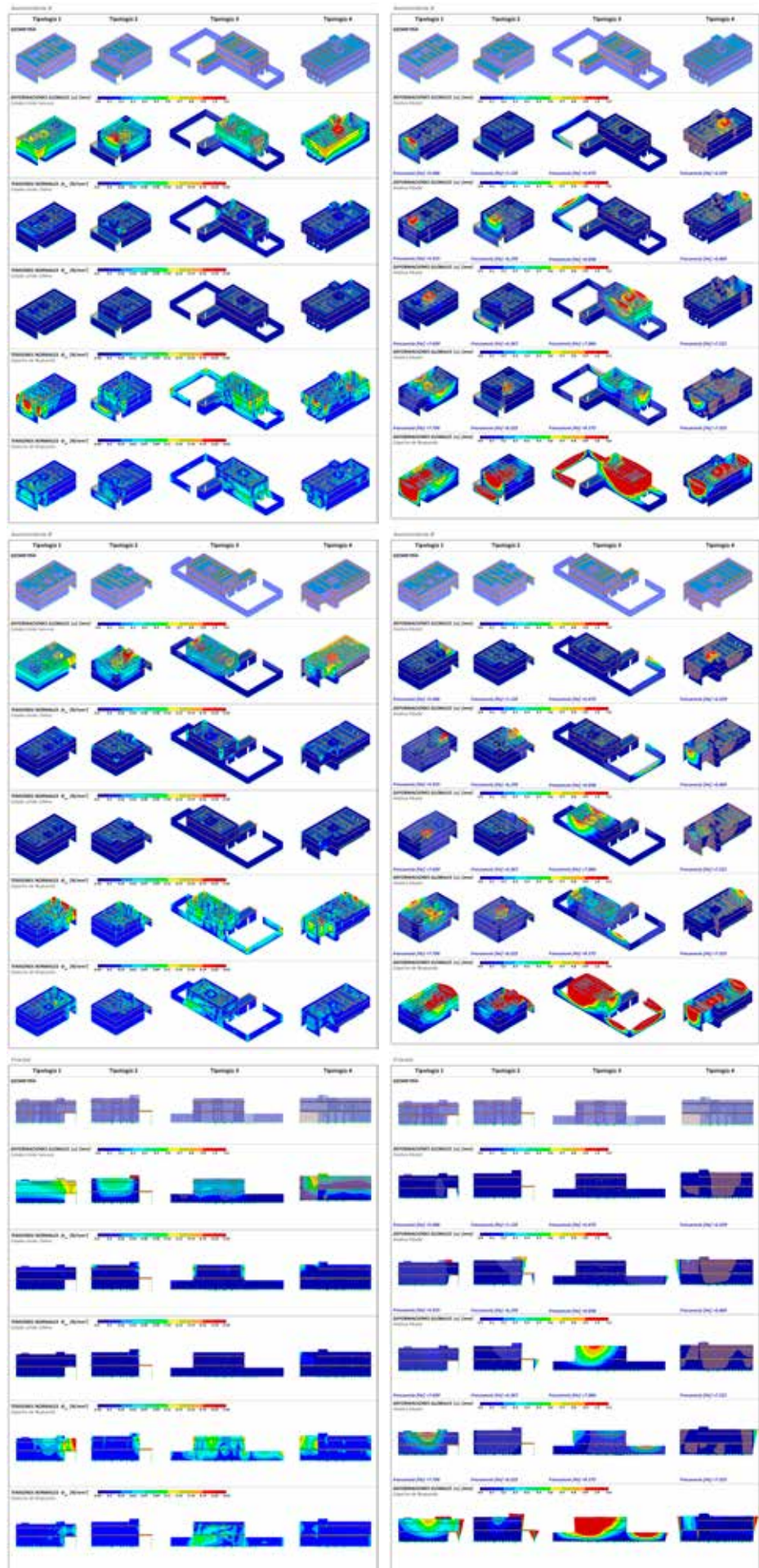
Para entender como afecta un terremoto a un edificio hacemos un análisis modal ya que su resultado establece las frecuencias naturales y los modos de vibrar de una estructura, por eso se pueden observar sus deformaciones en función de su frecuencia [Hz]. Seguidamente estudiamos su espectro de respuesta, que es la reacción de la estructura a estas vibraciones.

Comenzamos evaluando las tensiones normales del espectro de respuesta, donde ya aparecen tracciones horizontales importantes en las cuatro tipologías de vivienda, sobre todo en encuentros de paredes. En las tensiones normales verticales también podemos advertir tracciones en grandes superficies.

Para terminar con el análisis se muestran las deformaciones globales dentro del análisis modal, es decir, como se mueve el edificio según la frecuencia con la que vibra y las deformaciones globales en el espectro de respuesta, donde ya se observan unos grandes desplazamientos de los elementos del edificio en gran parte de sus superficies.

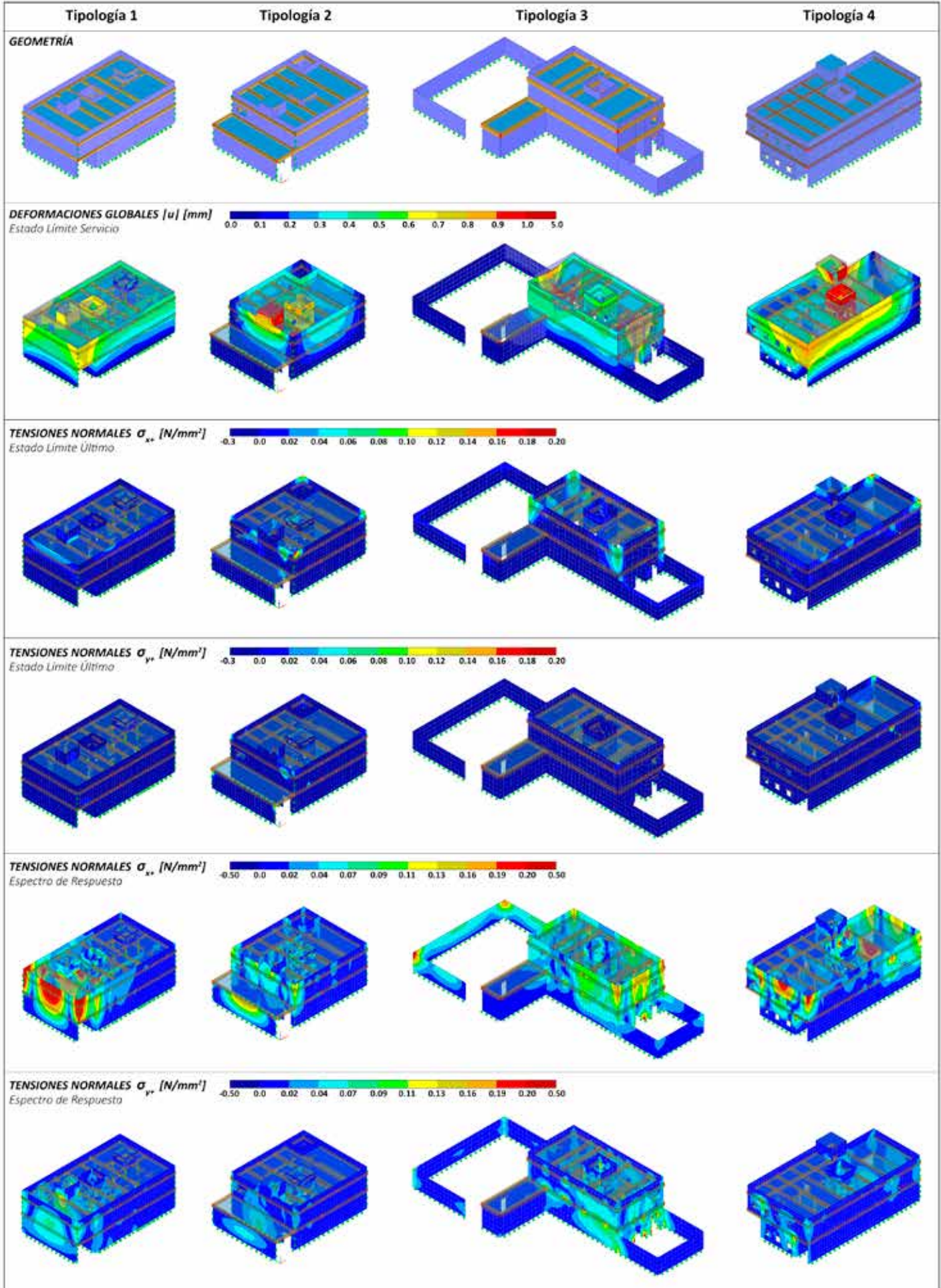
Las siguientes páginas están destinadas a servir como herramienta visual para la presentación de los resultados del análisis estructural realizado en las cuatro tipologías de vivienda. Estas representaciones gráficas exponen una visión integral y accesible de la respuesta estructural de las edificaciones a través de dos axonometrías opuestas y un alzado frontal.

## RESUMEN RESULTADOS



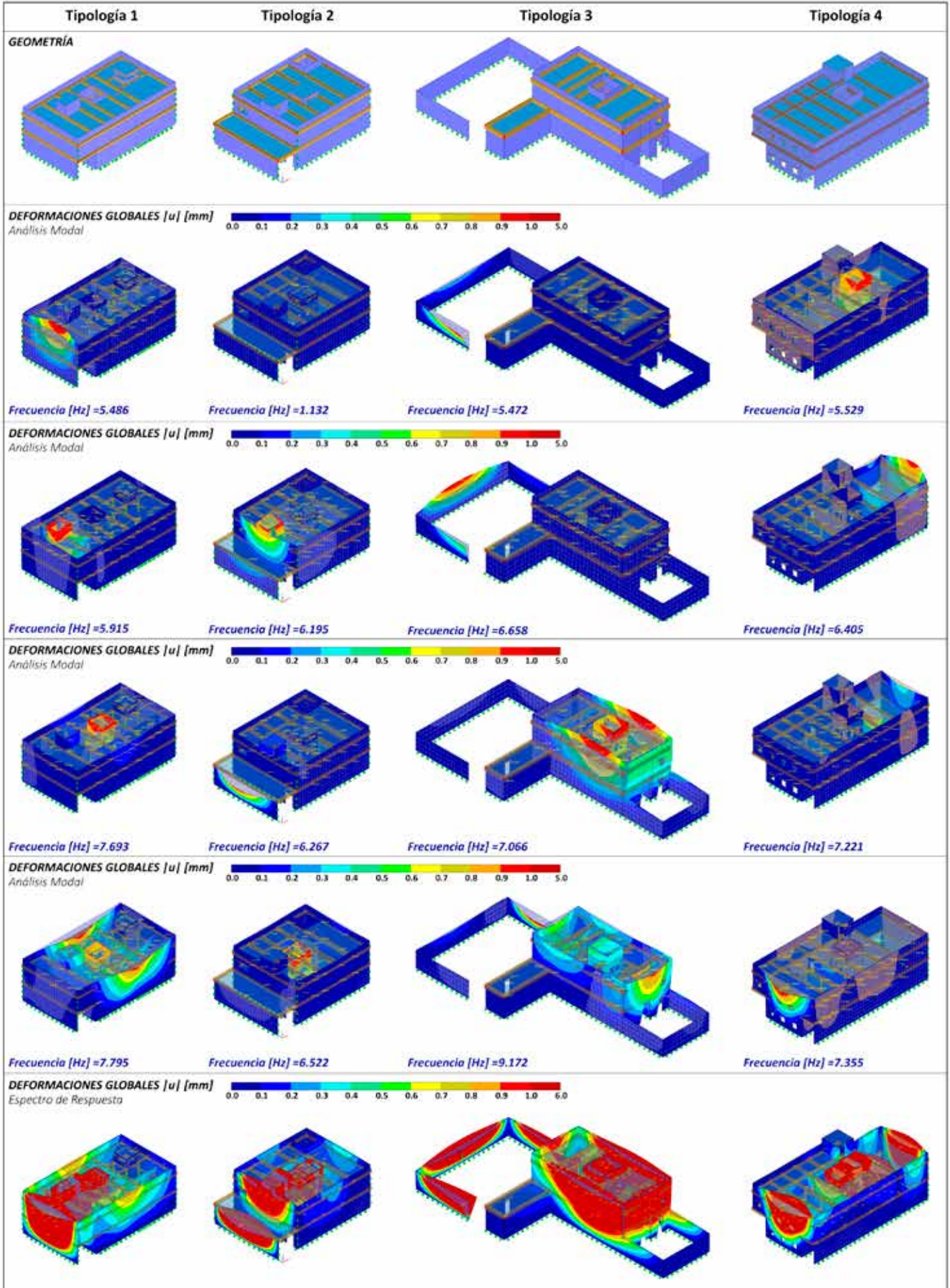


Axonometría A



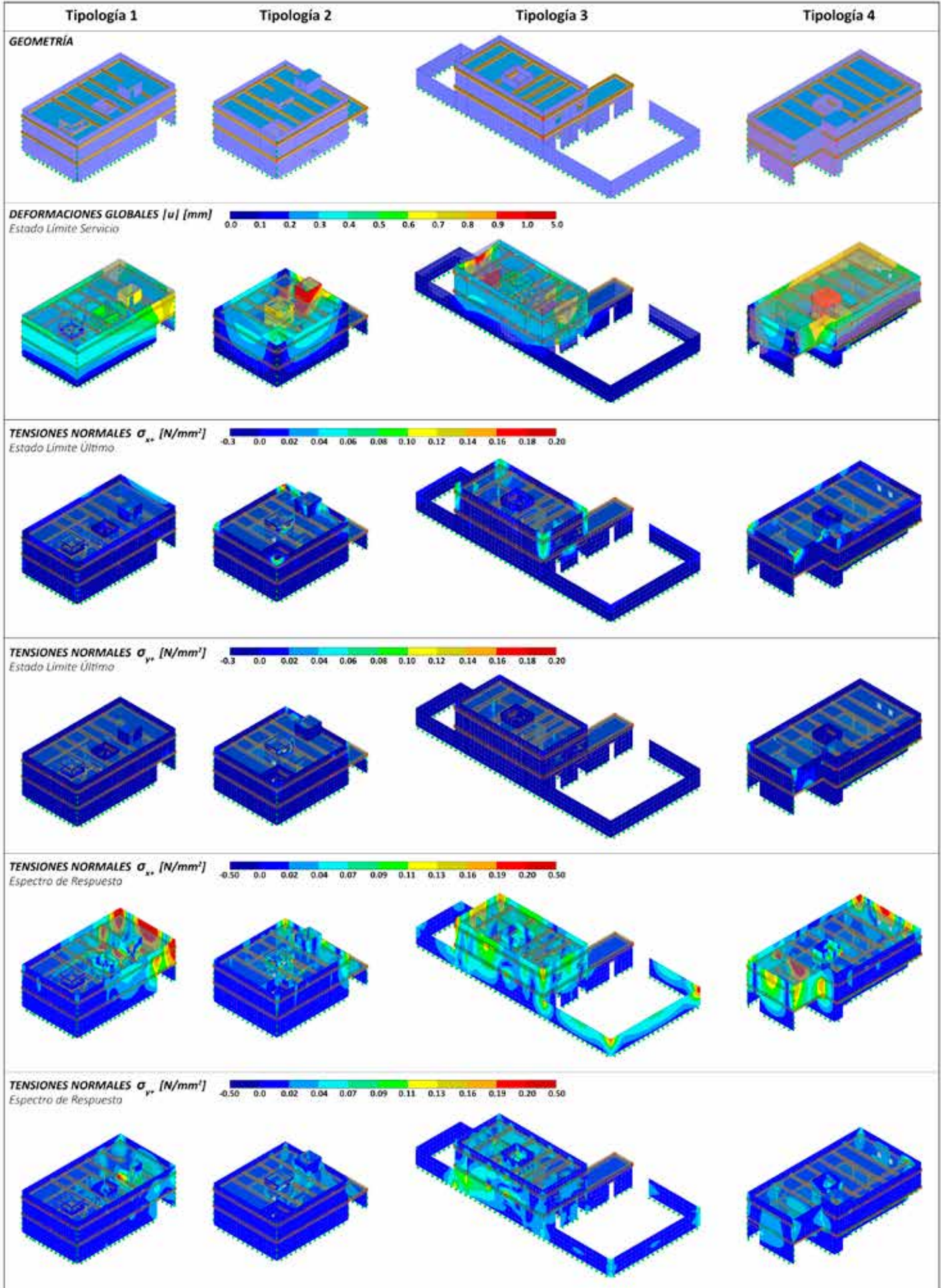


Axonometría A



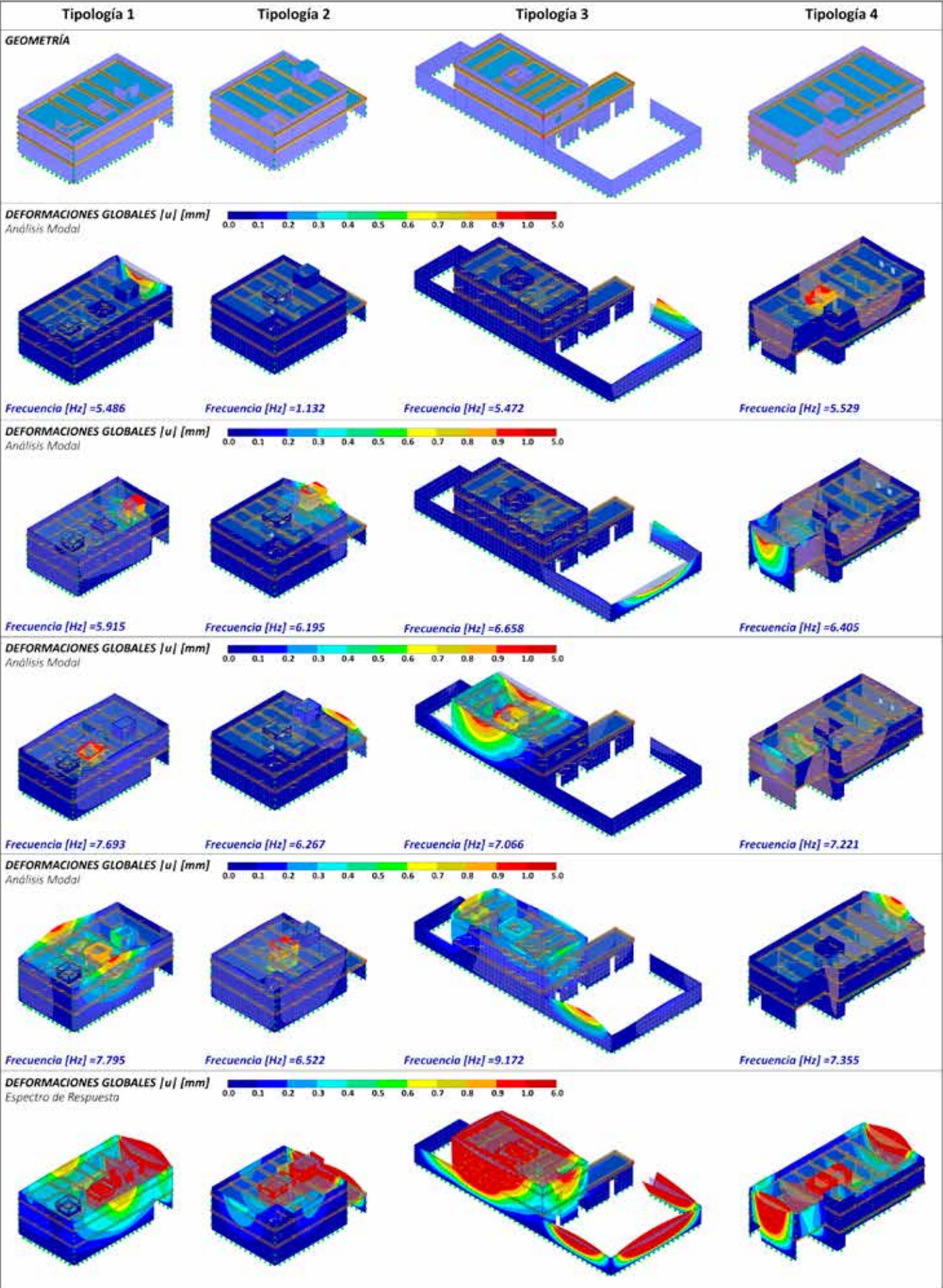


Axonometría B

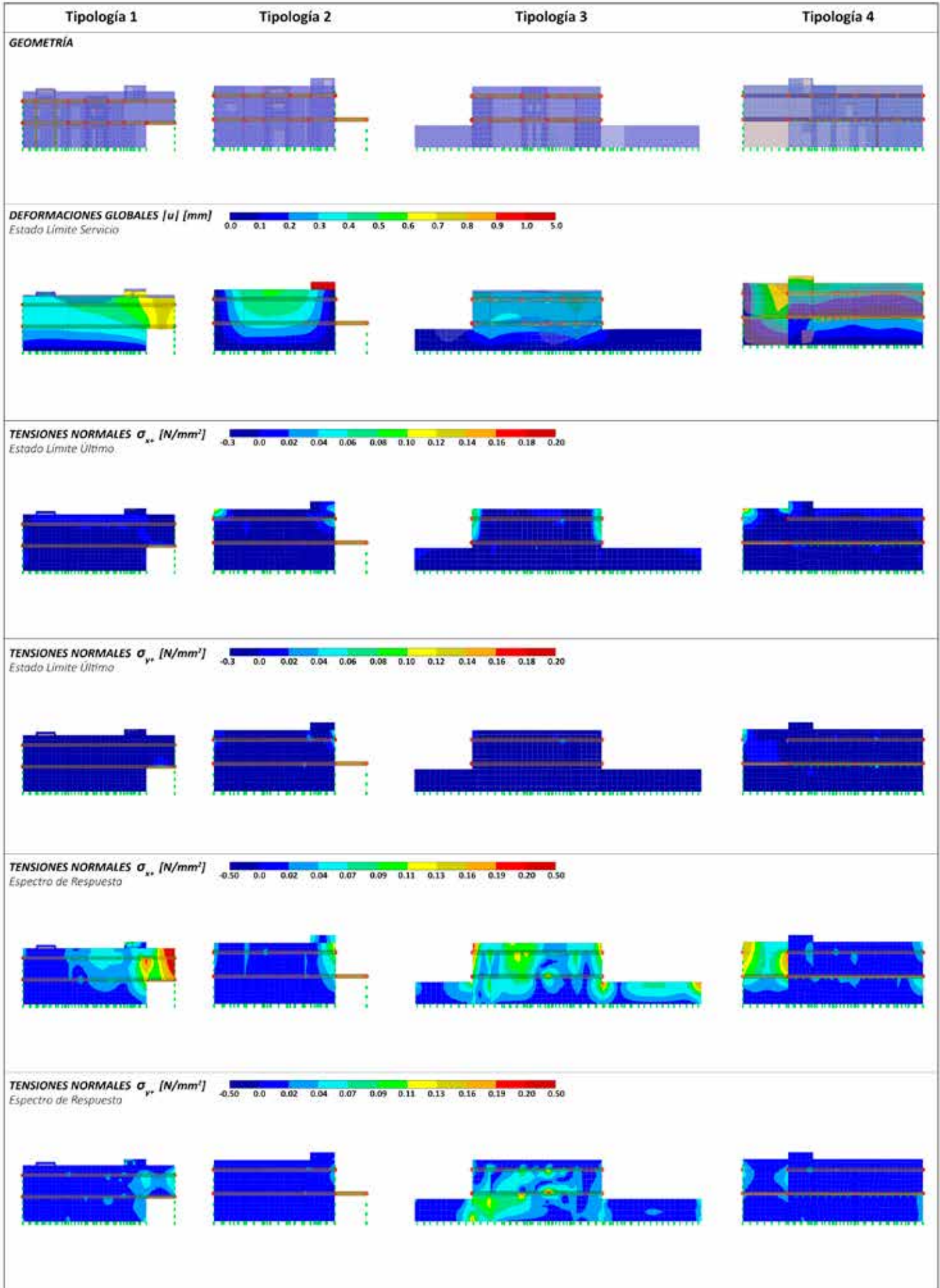




Axonometría B

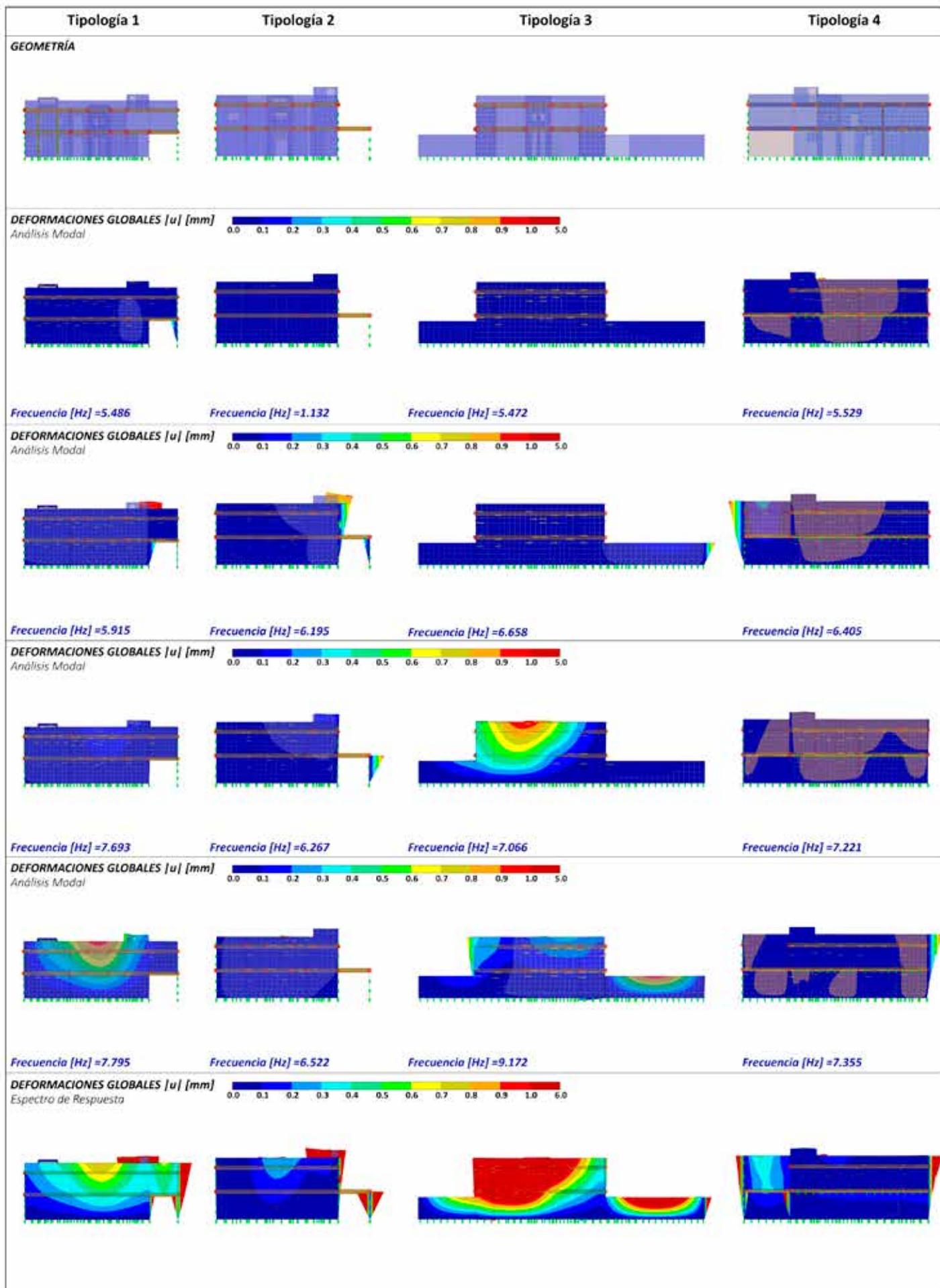


Frontal





Frontal





# Conclusiones

Tras el análisis del estado del arte se puede afirmar que existe una brecha entre la edificación de arquitectura tradicional en Marruecos en tapial y su entendimiento numérico estructural. Es por ello, que el objetivo principal era entender el comportamiento estructural de esta tipología arquitectónica y ver su respuesta ante acciones que suceden de manera habitual en su emplazamiento dándole unos valores numéricos.

## *Sobre la metodología*

Se ha logrado sintetizar la información de diversas fuentes para crear un documento que permita realizar un análisis exhaustivo y entender la forma de habitar de los habitantes del sur de Marruecos en el Alto Atlas.

En cuanto a la metodología de cálculo se ha constatado la eficacia de la aplicación del Método de Elementos Finitos a través del programa RFEM6 para calcular sismo. Esto se debe a la precisión y el rigor matemático que aporta el método, además de permitir tener en cuenta las propiedades específicas de los materiales escogidos y la forma de la estructura. Asimismo, los resultados gráficos que aporta el programa son fácilmente comprensivos y analizables.

## *Sobre los resultados*

Entendiendo los resultados que se obtienen de los análisis, podemos afirmar que esta tipología arquitectónica no está preparada para resistir el sismo de 1,4g. Este resultado era el esperable, pues partimos de una realidad donde estos edificios han acabado en ruinas casi en su totalidad, por lo que se buscaba confirmar la vulnerabilidad sísmica a partir de un valor numérico que lo corroborase.

Las cuatro tipologías están hechas de tapial y se encuentran en emplazamientos similares a nivel geográfico y climatológico, pero es cierto que hay un factor muy distintivo entre ellas, que es el estar apoyándose en construcciones adyacentes o estar exento. A pesar de este factor, todas las viviendas, como se observa en los resultados sin sismo funcionan de manera eficaz, trabajan a compresión sin grandes deformaciones. Por lo que se puede afirmar que si no hubiera habido un terremoto serían perfectamente fun-

cionales. Pero también es cierto que no puede extrañarnos ver esta tipología en el sur de Marruecos ya que históricamente no se consideraba una región de fuerte actividad sísmica.

La eficacia cambia drásticamente cuando aplicamos la acción sísmica del terremoto del 8 de septiembre de 2023, como podemos detectar en los resultados empiezan a aparecer tracciones. Estas tensiones son las que generan grietas en las construcciones y producen los daños, pudiendo llevar el edificio al colapso. Además, en este caso se debe especificar la ubicación dentro del entramado de la ciudad. La Tipología 3, que se encuentra totalmente exenta, con patios laterales, es el modelo que más sufre con sismo, teniendo tracciones por sus 4 lados y grandes deformaciones generalizadas. En cambio las dos primeras tipologías, a pesar de presentar también tracciones, los daños se demuestran menores pues tienen el movimiento más limitado por los edificios circundantes que actúan como estructuras de soporte, de este modo sufrirían menos patologías, roperían por encuentros entre muros y zonas más frágiles como rompe en la Fig. 2.3.

Pero definitivamente queda cumplido el objetivo, pues se ha obtenido un extenso análisis numérico que prueba las consecuencias de un terremoto de la magnitud del de Marruecos el pasado 8 de septiembre de 2023 [6.8] en unas viviendas realizadas con la misma técnica constructiva y los mismos materiales que los que encontramos en el Alto Atlas.

### *Futuras líneas de investigación*

Aunque se han obtenido unos resultados bastante detallados que permiten el análisis estructural de las construcciones de tapial con suficiente rigurosidad, los modelos estudiados estaban simplificados estructuralmente y la información encontrada sobre ellos era muy limitada lo que genera que los resultados no sean totalmente precisos.

Por ello, en un futuro se podrían abrir nuevas líneas de investigación sobre esta tipología arquitectónica, estableciendo unos parámetros más exactos que permitan una interpretación más correcta.

Por otro lado, la limitación de tiempo que se tiene para hacer esta investigación no ha permitido modelar una estructura más concreta donde se definan todos los elementos que tienen las construcciones en tapial. Por consiguiente, resultaría muy interesante y esclarecedor utilizar todos los elementos constructivos que intervienen en esta técnica tradicional para comprobar el verdadero comportamiento de estas edificaciones residenciales. Teniendo en cuenta esto último, basándose en unos resultados muy precisos, sería beneficioso establecer una técnica de refuerzo para viviendas de esta tipología que aun no hayan colapsado pero que pudieran llegar a ello si se diese un sismo en su emplazamiento.

---

Para concluir, sería atractivo realizar una comparación de los resultados que han dado los modelos virtuales con los resultados que podría dar un modelo real a escala mediante experimentación, y analizar ambos resultados respecto a la destrucción real que ha habido en las construcciones en Marruecos.



# Bibliografía

- ARTIFEX. (2003). *El Tapial*. <https://www.artifexbalear.org/tapial.htm>
- AUTODESK. *¿Qué es Autodesk AutoCAD?* <https://www.autodesk.es/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=ACDIST>
- BOUSSALH, M. (2005). *Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco*. Ministry of Culture.
- CHARLES DARWIN. (1835). *Reflexiones sobre su experiencia en el terremoto de Chile*.
- CNN ESPAÑOL (11 de septiembre, 2023). *¿Dónde fue el epicentro del devastador terremoto de Marruecos? Este es el mapa de las zonas afectadas*. <https://cnnespanol.cnn.com/2023/09/11/donde-epicentro-terremoto-marruecos-orix/>
- DLUBAL. (18 agosto, 2022). *Espectro de respuesta*. <https://www.dlubal.com/es/soluciones/servicios-en-linea/glosario/000073>
- *RFEM 6 | Software de análisis de estructuras por elementos finitos*. <https://www.dlubal.com/es/productos/rfem-software-del-mef/que-es-rfem#:~:text=El%20software%20RFEM%20de%20an%C3%A1lisis,placas%20plegadas%2C%20c%C3%A1scaras%20y%20s%C3%B3lidos>.
- DRA. WENDY BOHON, geóloga especializada en terremotos y comunicadora científica para la publicación *¿Qué ha hecho que el terremoto de Marruecos sea tan devastador?* del National Geographic (12 de septiembre, 2023)
- DOMÍNGUEZ GRULLÓN, C. S. (2023). *Construcción en tapial: hacia una arquitectura del pasado*. (TFG, Universitat Politècnica de Catalunya).
- GET APP. *Sobre Rhino 7*. <https://www.getapp.es/software/2047420/jewelry-modeling#:~:text=Sobre%20Rhino%207,herramientas%20de%20modelado%20en%203D>.
- GIL PIQUERAS, M. T. (2014). *Arquitectura de tierra en el alto Atlas. Del oasis de Mdagra al valle del Outat* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- GONZÁLEZ DEL SOLAR, G., MARTÍN, P. E., CALDERÓN, F. A., MALDONADO, N. G., & MALDONADO, I. A. (2014). *Importancia de la modelación numérica en la puesta en valor de estructuras patrimoniales de mampostería en zona sísmica*. Revista ALCONPAT, 4(3), 211-227.
- HERNÁNDEZ POCERO, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- HEYMAN, J. (1999). *El esqueleto de piedra: mecánica de la arquitectura de fábrica*. Reverte.
- HUERTA FERNÁNDEZ, S. (2004). *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Instituto Juan de Herrera.

- IVORRA, S., SPAIRANI-BERRIO, Y., TORRES, B., & BRU, D. (2019). *Modelización del comportamiento sísmico de un acueducto de mampostería*.
- JAIME CERVERA BRAVO. (4 de marzo, 2019). *Estructuras Sismorresistentes*. MOOC SISMO UPM. [https://www.youtube.com/watch?v=BjKEpjHEhOA&list=PL8bSwVy8\\_IcMLFGNOcFj3sGDH1M\\_sSpBj](https://www.youtube.com/watch?v=BjKEpjHEhOA&list=PL8bSwVy8_IcMLFGNOcFj3sGDH1M_sSpBj)
- JUDITH HUBBARD, científica especializada en terremotos y geóloga estructural, para la publicación ¿Qué ha hecho que el terremoto de Marruecos sea tan devastador? del National Geographic (12 de septiembre, 2023)
- LIVESLEY, R. K. (1978). *Limit analysis of structures formed from rigid blocks*. *International journal for numerical methods in engineering*, 12(12), 1853-1871.
- LOURENÇO, P. B. (2008). *Structural masonry analysis: recent developments and prospects*.
- MENCÍAS CARRIZOSA, D. (2017). *La geometría analítica como herramienta de análisis estructural de fábricas históricas* (Doctoral dissertation, Arquitectura).
- MINISTERIO DE FOMENTO. (2020). *Anexo N° 8. Efectos Sísmicos del Proyecto de Trazado: Emergencia Trabajos Previos para la Sustitución de Tirantes del Puente del Centenario*.
- ROTS, J. G. (1991). *Numerical simulation of cracking in structural masonry*. *Heron*, 36(2), 49-63.
- RUIZ PLAZA, Á. (2015). *Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara* (Tesis, Arquitectura).
- PAGE, A. W. (1978). *Finite element model for masonry*. *Journal of the Structural Division*, 104(8), 1267-1285.
- PRADO PÉREZ, L. D. (2022). *Análisis estructural de la cúpula de Santa Sofía*.



# Procedencia de las ilustraciones

Portada. Elaboració propia con el programa de IA Dall-e.

Fig. 1.1. Tomada de <https://stepienybarno.es/blog/2023/08/14/restauracion-de-estructuras-de-madera/>; consultado el 05.10.2023

Fig 1.2. Tomada de <https://www.redalyc.org/journal/6887/688772211004/> y después tratada con photoshop

Fig. 1.3. Tomada de Quinteros, R. D., Bellomo, F. J., Nallim, L., & Oller, S. (2014). Modelo para el análisis estructural del comportamiento de mampostería mediante técnicas de homogeneización. Página 3.

Fig. 1.4. Tomada de Lourenço P.B., (2002) Computations on historic masonry structures. Página 8.

Fig. 1.5. Tomada de Lourenço P.B., (2002) Computations on historic masonry structures. Página 9.

Fig. 1.6. Tomada de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352014000300211&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-68352014000300211&script=sci_arttext). Apartado 3.1; última consulta 05.01.2024

Fig. 2.1. Tomada de <https://cnnespanol.cnn.com/2023/09/11/donde-epicentro-terremoto-marruecos-orix/>; consultado 20.09.2023

Fig. 2.2. Tomada de <https://cnnespanol.cnn.com/2023/09/11/donde-epicentro-terremoto-marruecos-orix/>; consultado 20.09.2023

Fig. 2.3. Tomada de <https://as.com/actualidad/sociedad/terremoto-en-marruecos-en-directo-mas-de-600-muertos-y-300-heridos-ultima-hora-n/>; consultado 27.12.2023

Fig. 2.4. Tomada de <https://www.rfi.fr/es/africa/20230912-tres-d%C3%ADas-despu%C3%A9s-del-terremoto-en-marruecos-una-carrera-contrarreloj-para-encontrar-supervivientes>; consultado el 24.11.2023

Fig. 2.5. Tomada de <https://efeverde.com/fallecidos-terremoto-de-marruecos/>; consultada el 03.01.2024

Fig. 2.6. Elaboración propia.

Fig. 2.7. Elaboración propia.

Fig. 2.8. Tomada de <https://es.moroccomap360.com/mapa-de-la-geograf%C3%ADa-de-marruecos>; consultado el 27.12.2023

Fig. 2.9. Tomada de <https://es.moroccomap360.com/mapa-de-la-geograf%C3%ADa-de-marruecos>; consultado el 27.12.2023

Fig. 2.10. Tomada de [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Al\\_Hauz](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Al_Hauz); consultado el 27.12.2023

Fig. 2.11. Tomada de [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Al\\_Hauz](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Al_Hauz); consultado el 27.12.2023

Fig. 2.12. Tomada de <https://www.google.com/maps/place/Haouz,+Marruecos/@31.1260733,-7.9174476,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipPj9LYqdBUo84VNdLRwU64VOQ4Wnx-wSWgGfNwV!2e10!3e>

12!6shttps:%2F%2Flh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipPj9LYqdB  
Uo84VNdlRwU64VOQ4Wnx-wSWgGfNWV%3Dw2o3-h152-k-no!7i32oo!  
8i24oo!4m7!3m6!1soxdbo174efb5666c7:oxaod5f19a98o23o1!8m2!3d31.295-  
6729!4d-7.87216!1oe5!16s%2Fm%2Fo4ldgnw?hl=es&entry=tту; consultada  
el 28.12.2023

- Fig. 2.13. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 108.
- Fig. 2.14. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 241
- Fig. 2.15. Tomada de <https://www.sientemarruecos.viajes/blog/kasbah-de-ait-ben-haddou/>; consultado 28.12.2023
- Fig. 2.16. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 255
- Fig. 2.17. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 252
- Fig. 2.18. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 240
- Fig. 2.19. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 242
- Fig. 2.20. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 242
- Fig. 2.21. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 257
- Fig. 2.22. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 259
- Fig. 2.23. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 256 y 261
- Fig. 2.24. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 262
- Fig. 2.25. Tomada de Ruiz Plaza, Á. (2015). Estrategias de desarrollo sostenible de la arquitectura del oasis de M'hamid, desierto del Sahara (Doctoral dissertation, Arquitectura); página 264
- Fig. 2.26. Tomada de Hernández Pocero, J. (2016). Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal; página 14
- Fig. 2.27. Tomada de Domínguez Grullón, C. S. (2023). Construcción en tapial: hacia una arquitectura del pasado; página 19 y tratada con photoshop.
- Fig. 2.28. Tomada de Hernández Pocero, J. (2016). Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal; página 17

- Fig. 2.29. Tomada de Boussalh, M. (2005). Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco. Ministry of Culture; página 29
- Fig. 2.30. Tomada de Boussalh, M. (2005). Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco. Ministry of Culture; página 51
- Fig. 2.31. Tomada de Boussalh, M. (2005). Conservation manual for earth architecture heritage in the pre-Saharan valleys of Morocco. Ministry of Culture; página 52
- Fig. 2.32. Tomada de Domínguez Grullón, C. S. (2023). Construcción en tapial: hacia una arquitectura del pasado; página 25
- Fig. 2.33. Tomada de <https://www.epe.es/es/medio-ambiente/20221231/presentan-nuevo-mapa-placas-tectonicas-13816870>; consultado el 09.01.2024
- Fig. 2.34. Tomada de [https://www.researchgate.net/publication/301779521\\_Correlacion\\_cruzada\\_de\\_ruido\\_sismico\\_para\\_la\\_obtencion\\_de\\_perfiles\\_profundos\\_de\\_velocidad\\_de\\_onda\\_de\\_corte\\_en\\_la\\_cuenca\\_de\\_Santiago](https://www.researchgate.net/publication/301779521_Correlacion_cruzada_de_ruido_sismico_para_la_obtencion_de_perfiles_profundos_de_velocidad_de_onda_de_corte_en_la_cuenca_de_Santiago); consultado 16.12.2023
- Fig. 2.35. Elaboración propia.
- Fig. 2.36. Tomada de [https://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_sismol%C3%B3gica\\_de\\_Richter](https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Richter); consultado el 30.12.2023
- Fig. 2.37. Tomada de <https://sites.ipleiria.pt/seismicknowledge/tag/escala-de-mercalli/>; consultado el 30.12.2023
- Fig. 2.38. Tomada de <https://medias24.com/2023/09/18/la-carte-sismique-du-maroc-va-etre-actualisee-apres-le-seisme-dal-haouz/>; consultado el 15.11.2023
- Fig. 2.39. Tomada de Prado Pérez, L. D. (2022). Análisis estructural de la cúpula de Santa Sofía; página 80
- Fig. 3.1. Elaboración propia con AutoCAD2022
- Fig. 3.2. Elaboración propia con AutoCAD2022
- Fig. 3.3. Elaboración propia con AutoCAD2022
- Fig. 3.4. Elaboración propia con AutoCAD2022
- Fig. 3.5. Elaboración propia, captura pantalla interfaz AutoCAD2022
- Fig. 3.6. Elaboración propia, captura pantalla interfaz Rhinoceros7
- Fig. 3.7. Elaboración propia, captura pantalla interfaz RFEM6
- Fig. 3.8. Elaboración propia con AutoCAD2022
- Fig. 3.9. Elaboración propia, captura pantalla modelado con Rhinoceros7
- Fig. 3.10. Elaboración propia, captura pantalla modelado con Rhinoceros7
- Fig. 3.11. Elaboración propia, captura pantalla modelado con Rhinoceros7
- Fig. 3.12. Elaboración propia, captura pantalla modelado con Rhinoceros7
- Fig. 3.13. Elaboración propia, captura pantalla modelado con Rhinoceros7
- Fig. 3.14. Elaboración propia, captura pantalla modelado con RFEM6
- Fig. 3.15. Elaboración propia, captura pantalla modelado con RFEM6
- Fig. 3.16. Elaboración propia, captura pantalla modelado con RFEM6



## **Anexos**



## Capítulos

1	Objetos básicos	3
2	Tipos para nudos	13
3	Tipos para líneas	13
4	C. de carga y combinaciones	13
5	Cargas dinámicas	14
6	Resultados del análisis estático	15
7	Resultados del análisis modal	21
8	Resultados del análisis espectral	21

## PROYECTO

TIPOLOGÍA 1

## CREADO POR

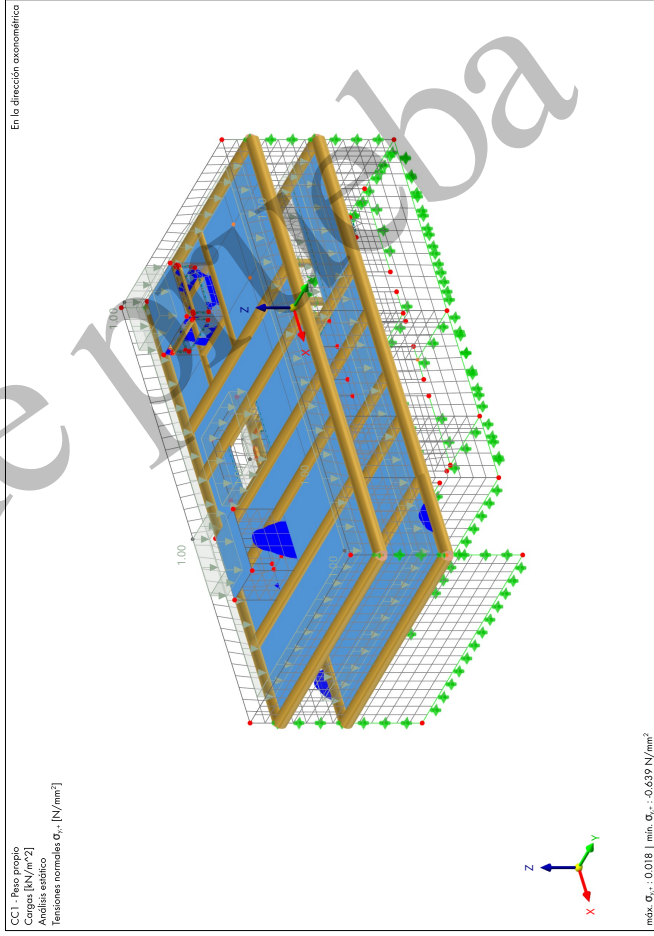
1	Objetos básicos	3
2	Tipos para nudos	13
3	Tipos para líneas	13
4	C. de carga y combinaciones	13
5	Cargas dinámicas	14
6	Resultados del análisis estático	15
7	Resultados del análisis modal	21
8	Resultados del análisis espectral	21

## CONTENIDO

A	Modelo	Posición	3	4.1	Casos de carga	13
B	Modelo	Datos básicos	3	4.1.1	Casos de carga - Espectro de respuesta	14
C	Configuración	de malla	3	4.1.2	Casos de carga - Selección de modos	14
				4.2	Combinaciones de cargas	14
1	Objetos básicos		3	5	Cargas dinámicas	14
1.1	Materiales		4	5.1	Espectros de respuesta	14
1.2	Secciones		4	5.1.1	Espectros de respuesta - Parámetros	14
1.3	Espesores		4	6	Resultados del análisis estático	15
1.4	Barras		4	6.1	Resumen	15
1.5	Superficies		12	7	Resultados del análisis modal	21
2	Tipos para nudos		13	7.1	Frecuencias naturales	21
2.1	Apoyos en nudos		13	7.2	Masas modales eficaces	21
3	Tipos para líneas		13	8	Resultados del análisis espectral	21
3.1	Apoyos en línea		13	8.1	Resumen	21
4	C. de carga y combinaciones		13			

## MODELO

CCI - Pílea aneja  
 Cargas [kN/m<sup>2</sup>]  
 Análisis estático  
 Tensiones normales  $\sigma_x$  - [N/mm<sup>2</sup>]



máx.  $\sigma_x$  : 0.018 | mín.  $\sigma_x$  : -0.639 N/mm<sup>2</sup>

## A MODELO, POSICIÓN

Posición	País : -
	Calle : -
	Código postal : -
	Ciudad : -
	Estado : -
	Latitud : deg
	Longitud : deg
	Altitud : m

## B MODELO, DATOS BÁSICOS

Datos principales	Nombre del modelo : TIPOLOGIA_1_5416
	Descripción del modelo : 3D

## Complementos

Análisis dinámico - Análisis modal  
 Análisis dinámico - Análisis del espectro de respuesta  
 Análisis dinámico - Análisis por empujes incrementales (pushover)  
 Cálculo de fábrica

## Normas

Asistente para clasificación de casos de carga y combinaciones : EN 1990  
 Asistente para cargas : CEN | 2010-04  
 Grupo de normas para el cálculo de fábrica : EN 1991  
 Grupo de normas para análisis dinámico : EN 1992  
 : DGNB | 2016-11  
 : NCSE 02  
 : NCSE 02 | 2009

Configuración y opciones : Aceleración gravitatoria / constante de conversión de masas : 10,00 m/s<sup>2</sup>  
 Ejes XYZ globales : Z ascendente  
 Ejes xyz locales : z descendente

## Tolerancias

Tolerancia para nudos : 0,0050 m  
 Tolerancia para líneas : 0,0050 m  
 Tolerancia para superficies/planos : 0,0050 m  
 Tolerancia para circunferencias : 0,0050 m

## C CONFIGURACIÓN DE MALLA

### General

Longitud prevista de elementos finitos : 0,500 m  
 Distancia máxima entre un nudo y una línea para integrarla dentro de la línea : 0,001 m  
 Número máximo de nudos de malla (en miles) : 500

### Barras


Número de divisiones para el diagrama de resultados : 10  
 Num. de divisiones para tipos especiales de barras (cable, apoyo elástico, variación de canto, no linealidad) : 10  
 Número de divisiones para la determinación de valores máx./mín. : 10  
 Activar divisiones de barra para barras rectas, que no estén integradas en superficies, con el grupo de categoría de material homogéneo (necesario para cálculo no lineal) : 10  
 Número mínimo de divisiones de barra : 10  
 Activar divisiones de barra para el análisis de grandes deformaciones o postcrítico : 10  
 Activar divisiones de barra para barras rectas : 10  
 Número mínimo de divisiones de barra : 8  
 Activar división para barras con nudos que están sobre ellas : 10

### Superficies

Razón máxima de diagonales rectangulares de EF : 1,600  
 Inclinación máxima fuera del plano de los elementos : 0,50  
 Forma de elementos finitos : Triángulos y cuadriláteros  
 Cuadrados iguales donde sea posible  
 Triángulos para membranas

## Objetos básicos

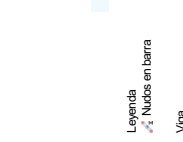
## 1.1

Leyenda  
 Material definido por el usuario

## 1.2

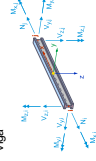


## 1.3



## 1.4

Leyenda  
 Nudos en barra  
 Viga



## MATERIALES

Material num.	Nombre del material	Tipo de material	Modelo de análisis	Opciones
1	Tápal	Fábrica	Isótropo (superficies)	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Ceño del Atlas	Madera	Isótropo   Elástico lineal	<input checked="" type="checkbox"/>

## SECCIONES

Sección num.	Material num.	Tipo de sección	Tipo de fabricación	$I_x$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$A_x$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_y$ [cm <sup>2</sup> ]	$L_x$ [cm]	$L_y$ [cm]	Dimensiones totales a [mm]	b [mm]	h [mm]
1	1	R_M1 200/100   2 - Ceño del Atlas	Paramétrica   Maciza 1	4577,60	200,00	1666,67	166,67	6666,67	200,0	100,0		
2	2	CIRCLE_M1 500   2 - Ceño del Atlas	Paramétrica   Maciza 1	613892,32	1963,50	306796,16	1649,34	306796,16	500,0	500,0		
3	2	CIRCLE_M1 300   2 - Ceño del Atlas	Paramétrica   Maciza 1	79521,56	706,86	39760,78	593,76	39760,78	300,0	300,0		

## ESPESORES

Espe. num.	Tipo	Asignada a superficie num.	Material	Simbolo	Valor	Unidad	Nudos	Dirección
1	Uniforme   d : 800,0 mm   1 - Tápal	1-4,6-27,31-33-38,41-42-47-51	1	d	800,0	mm		

## BARRAS

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro	Articul.	Excentricidad	Longitud	Posición
2	9	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,200	II X
3	397	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,180	II X
4	398	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,020	II X
5	399	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,830	II X
6	400	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,018	II X
7	58	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,200	II X
8	59	Viga Uniforme	Angulo	1	-	1,067	II X
9	60	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,200	II X
10	55	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,200	II X
11	56	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,700	II X
12	57	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,200	II X
13	67	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,200	II Y
14	68	Viga Uniforme	Angulo	1	-	1,000	II Y
15	69	Viga Uniforme	Angulo	1	-	0,200	II Y

Barra num.	Linea num.	Distribución de la sección del tipo de barra		Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
		Viga	Uniforme							
16	13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.175	II Y
17	15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.175	II Y
18	127	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.700	II Y
19	402	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.013	II Y
20	404	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.030	II Y
21	52	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
22	54	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
23	234	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II Y
24	238	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II Y
25	407	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.276	II Y
26	40	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
27	42	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
28	243	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II X
29	247	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II X
30	410	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.276	II X
31	37	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
32	39	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
33	261	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II X
34	265	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II X
35	413	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.276	II X
36	49	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
37	51	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
38	252	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II Y

Barra num.	Linea num.	Distribución de la sección del tipo de barra		Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
		Viga	Uniforme							
39	256	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.600	II Y
40	416	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.276	II Y
41	61	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
42	62	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.848	II X
43	63	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
44	73	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
45	74	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.850	II Y
46	75	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
47	64	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
48	65	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.850	II Y
49	66	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
50	81	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.876	II X
51	138	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.083	II X
52	437	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.083	II X
53	28	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
54	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
55	97	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.830	II Y
56	439	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.020	II Y
57	6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
58	440	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.180	II X
59	441	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.020	II X
60	442	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.830	II X
61	443	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.018	II X



Barra num.	Linea num.	Distribución de la sección de tipo de barra		Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
		Viga	Uniforme							
62	93	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.876	II X
63	139	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.089	II Y
64	445	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.089	II Y
66	89	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.876	II Y
67	140	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.089	II Y
68	448	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.089	II Y
69	22	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
70	24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
71	105	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.830	II X
72	451	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.018	II X
73	137	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	2.042	II X
74	25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
75	26	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.067	II X
76	27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
77	19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.168	II X
78	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.711	II X
79	21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.168	II X
80	32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.476	II X
81	31	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
82	33	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
83	12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.175	II Y
84	11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.743	II Y
85	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.175	II Y

Barra num.	Linea num.	Distribución de la sección de tipo de barra		Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
		Viga	Uniforme							
86	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.168	II X
87	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.168	II X
88	2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.711	II X
89	18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
90	17	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.000	II Y
91	16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
92	35	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.476	II X
93	34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
94	36	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II X
95	47	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.476	II Y
96	46	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
97	48	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
98	72	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
99	71	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.850	II Y
100	70	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
101	44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	1.476	II Y
102	43	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
103	45	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	1	--	--	0.200	II Y
104	294	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	2	--	--	3.294	II X
105	390	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	2	--	--	5.301	II X
106	392	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	2	--	--	1.985	II X
107	393	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	2	--	--	2.620	II X
108	394	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Angulo	0.00	2	--	--	1.871	II X

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
109	355	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.621	II X
110	350	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			9.946	II Y
111	290	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			3.294	II X
112	369	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.621	II X
113	371	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.871	II X
114	372	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.620	II X
115	373	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.985	II X
116	374	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			5.301	II X
117	348	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.903	II Y
118	384	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.300	II Y
119	385	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.268	II Y
120	386	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.475	II Y
121	337	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			5.301	II X
122	461	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.985	II X
123	462	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.620	II X
124	463	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.871	II X
125	464	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.621	II X
126	465	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			3.294	II X
127	335	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			9.946	II Y
128	342	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			3.294	II X
129	469	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.621	II X
130	470	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.871	II X
131	471	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.620	II X

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
132	472	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.985	II X
133	473	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.509	II X
134	474	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.276	II X
135	475	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.517	II X
136	340	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.903	II Y
137	466	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.300	II Y
138	467	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.268	II Y
139	468	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.475	II Y
140	76	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.353	II Y
141	502	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.741	II Y
142	504	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			1.000	II Y
143	505	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			0.350	II Y
144	507	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			5.502	II Y
145	321	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.903	II Y
146	508	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			0.350	II Y
147	509	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			0.700	II Y
148	510	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			5.993	II Y
149	199	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			9.946	II Y
150	362	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.903	II Y
151	511	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			7.043	II Y
152	313	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.506	II Y
153	356	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.903	II Y
154	512	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2			2.193	II Y

**BARRAS**

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. ij	Excentricidad ij	Longitud L (m)	Posición
155	514	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.344	II Y
156	315	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.506	II Y
157	326	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.903	II Y
158	515	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.193	II Y
159	517	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.344	II Y
160	189	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.943	II Y
161	482	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.650	II Y
162	483	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.662	II Y
163	484	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.268	II Y
164	485	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.300	II Y
165	522	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.903	II Y
166	163	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	7.043	II Y
167	523	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.903	II Y
173	144	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.903	II Y
174	306	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.506	II Y
175	527	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.193	II Y
176	529	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.344	II Y
177	297	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.506	II Y
178	364	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.903	II Y
179	530	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.193	II Y
180	532	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.344	II Y
182	538	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.008	II Y
183	574	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	5.440	II Z

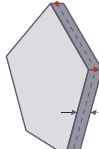
**BARRAS**

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. ij	Excentricidad ij	Longitud L (m)	Posición
184	577	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	5.440	II Z
185	575	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	5.440	II Z
186	576	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	5.440	II Z
187	148	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	2.276	II X
188	485	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	2.268	II Y
189	486	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	0.008	II Y
190	482	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	2.276	II X
191	489	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	2.268	II Y
192	578	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	0.008	II Y
193	579	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	1.517	II XY
194	580	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	1.517	II X
195	581	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	1.509	II X
196	582	Viga Uniforme	Angulo	0.00	3	-	-	1.509	II X

**SUPERFICIES**

Legenda

- Descartado para el cálculo
- Objetos integrados
- Realla para resultados
- Transmisión de cargas
- Plana



Superficie num.	Contorno Líneas	Rigidez Tipo	Geometría Tipo	Espesor	Material	Posición	Opciones
1	289,350,293,351	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
2	68,286,285,291,507,502,595,594,76	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
3	174,177	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
4	177,178,180,179	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
6	125,129,180,170,321,323	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
7	56,269,268,328,330,277,276,62,275	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
8	-273,59,272,270	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
9	74,282,281,333,159,482,485,331,28	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
9	241,248,319,316,317	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
10	290,293,320,315,319	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
11	289,287,318,314,320	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
12	232,240,317,313,316	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
13	324,323	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
14	324,323,374,370,292,375,376	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
15	362,363,382,368,384,348,370	Estándar	Plana	1	1	En YZ	
16	295,391,296,392,390,392,395	Estándar	Plana	1	1	En YZ	
17	348,384,386,418,424,339,420,425	Estándar	Plana	1	1	En YZ	
18	428,429,341,420,425,374,432,371,3	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
19	49	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
19	26,113,106,165,167,115,114	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
20	71,160,159,162,164,158,161	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
21	177,776,197,198,198,79,78	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
22	120,124,189,168,181	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
23	308,309,312,316	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
24	303,306,312,315	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
25	297,302,313,308	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
26	300,302,314,303	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
27	171,174	Estándar	Plana	1	1	II YZ	
31	446,146,157,150	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
33	304,305,311,306	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
34	298,303,311,306	Estándar	Plana	1	1	II XZ	
35	297,301,298,307	Estándar	Plana	1	1	II YZ	



ER num.	Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad	Referencia
	Dirección del espectro		Horizontal		
	Tipo de suelo de cimentación		I		
	Acción sísmica	a/g	0,040	--	
	Aceleración sísmica básica	a <sub>b</sub>	0,40	m/s <sup>2</sup>	
	Aceleración sísmica básica	a <sub>b</sub>	1,000	--	
	Coefficiente de riesgo admisionar	P	1,000	--	
	Coefficientes	Q	5,00	%	2,5
	Razón de amortiguamiento	μ	1,000	--	2,5
	Factor dependiente de la relación de amortiguamiento	ν	1,000	--	2,2
	Coefficiente de comportamiento de ductilidad	β	3,7,3,1	--	2,2
	Relación de respuestas	β	1,000	--	3,7,3,1
	Parámetros del tipo de suelo de cimentación	K	1,000	--	Tab. 2.1
	Factor de contribución	C	0,800	--	2,2
	Parámetro del suelo   Tipo de suelo de cimentación I	S	1,000	--	2,2
	Coefficiente de amplificación del suelo	a <sub>s</sub>	0,100	m/s <sup>2</sup>	2,3
	Aceleración sísmica de cálculo	T <sub>A</sub>	0,400	\$	2,3
	Periodo característico del espectro	T <sub>B</sub>	4,000	\$	2,3
	Periodo máximo del espectro	T <sub>max</sub>	4,000	\$	2,3
2	Según la norma - NCSE-02   2009				
	Tipo de espectro		Espectro de cálculo		
	Forma del espectro		Horizontal		
	Dirección del espectro		I		
	Tipo de suelo de cimentación		I		
	Acción sísmica	a/g	0,140	--	
	Aceleración sísmica básica	a <sub>b</sub>	1,40	m/s <sup>2</sup>	
	Aceleración sísmica básica	a <sub>b</sub>	1,000	--	
	Coefficiente de riesgo admisionar	P	1,000	--	
	Coefficientes	Q	5,00	%	2,5
	Razón de amortiguamiento	μ	1,000	--	2,5
	Factor dependiente de la relación de amortiguamiento	ν	1,000	--	2,2
	Coefficiente de comportamiento de ductilidad	β	3,7,3,1	--	2,2
	Relación de respuestas	β	1,000	--	3,7,3,1
	Parámetros del tipo de suelo de cimentación	K	1,000	--	Tab. 2.1
	Factor de contribución	C	1,000	--	2,2
	Parámetro del suelo   Tipo de suelo de cimentación I	S	0,827	--	2,2
	Coefficiente de amplificación del suelo	a <sub>s</sub>	1,16	m/s <sup>2</sup>	2,3
	Aceleración sísmica de cálculo	T <sub>A</sub>	0,100	\$	2,3
	Periodo característico del espectro	T <sub>B</sub>	0,400	\$	2,3
	Periodo máximo del espectro	T <sub>max</sub>	4,000	\$	2,3

## 6 Resultados del análisis estático

## RESUMEN

Descripción	Valor	Unidad	Notas
CC1 - Peso propio			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-9294,17	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-9294,17	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-37,69	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	223,07	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,1	mm	Nudo de EF num. 3236; (14.650, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,2	mm	Nudo de EF num. 3240; (13.350, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0,6	mm	Nudo de EF num. 3240; (16.692, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento vectorial	-0,9	mmad	Nudo de EF num. 285; (17.693, 0.000, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje X	-0,8	mrad	Nudo de EF num. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Nudo de EF num. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Máximo giro respecto al eje Z			
Estadística del cálculo			
Norma Inicial	3		
Numero de iteraciones	3,50e+12	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12346,20	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,00	--	
Determinante de la matriz de rigidez	7,00e+12	--	
Norma Inicial			

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal	Newton-Raphson		
Tipo de análisis	Geométricamente lineal		
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-264,15	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-264,15	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-108,62	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	467,80	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,0	mm	Nudo de EF num. 3234; (13.649, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,1	mm	Nudo de EF num. 3405; (17.693, 0.497, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0,1	mm	Barra num. 165, x 1.452 m
Máximo desplazamiento vectorial	0,0	mmad	Barra num. 165, x 1.452 m
Máximo giro respecto al eje X	0,0	mrad	Nudo de EF num. 284; (8.824, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,0	mrad	Barra num. 75, x 0.679 m
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	
Estadística del cálculo			
Norma Inicial	2		
Numero de iteraciones	3,50e+12	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625,10	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,00	--	
Determinante de la matriz de rigidez	7,00e+12	--	
Norma Inicial			
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal	Newton-Raphson		
Tipo de análisis	Geométricamente lineal		
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-622,45	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-622,45	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-75,28	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	447,76	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,0	mm	Nudo de EF num. 3235; (14.154, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,2	mm	Nudo de EF num. 159; (12.855, 2.703, 5.440 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0,2	mm	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,1	mmad	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Nudo de EF num. 277; (14.366, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Nudo de EF num. 294; (8.824, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,1	mrad	Nudo de EF num. 197; (15.088, 2.703, 5.440 m)
Estadística del cálculo			
Norma Inicial	2		
Numero de iteraciones	3,50e+12	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625,10	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,00	--	
Determinante de la matriz de rigidez	7,00e+12	--	
Norma Inicial			
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal	Newton-Raphson		
Tipo de análisis	Geométricamente lineal		
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-622,45	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-622,45	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-75,28	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	447,76	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,0	mm	Nudo de EF num. 3235; (14.154, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,2	mm	Nudo de EF num. 159; (12.855, 2.703, 5.440 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0,2	mm	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,1	mmad	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Nudo de EF num. 277; (14.366, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Nudo de EF num. 294; (8.824, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,1	mrad	Nudo de EF num. 197; (15.088, 2.703, 5.440 m)
Estadística del cálculo			
Norma Inicial	2		
Numero de iteraciones	3,50e+12	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625,10	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,00	--	
Determinante de la matriz de rigidez	7,00e+12	--	
Norma Inicial			
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal	Newton-Raphson		
Tipo de análisis	Geométricamente lineal		
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-622,45	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-622,45	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-75,28	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	447,76	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,0	mm	Nudo de EF num. 3235; (14.154, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,2	mm	Nudo de EF num. 159; (12.855, 2.703, 5.440 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0,2	mm	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,1	mmad	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Nudo de EF num. 277; (14.366, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Nudo de EF num. 294; (8.824, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,1	mrad	Nudo de EF num. 197; (15.088, 2.703, 5.440 m)
Estadística del cálculo			
Norma Inicial	2		
Numero de iteraciones	3,50e+12	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625,10	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,00	--	
Determinante de la matriz de rigidez	7,00e+12	--	
Norma Inicial			
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal	Newton-Raphson		
Tipo de análisis	Geométricamente lineal		
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-622,45	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-622,45	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-75,28	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	447,76	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,0	mm	Nudo de EF num. 3235; (14.154, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,2	mm	Nudo de EF num. 159; (12.855, 2.703, 5.440 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0,2	mm	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,1	mmad	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Nudo de EF num. 277; (14.366, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Nudo de EF num. 294; (8.824, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,1	mrad	Nudo de EF num. 197; (15.088, 2.703, 5.440 m)
Estadística del cálculo			
Norma Inicial	2		
Numero de iteraciones	3,50e+12	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625,10	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,00	--	
Determinante de la matriz de rigidez	7,00e+12	--	
Norma Inicial			
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal	Newton-Raphson		
Tipo de análisis	Geométricamente lineal		
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-622,45	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-622,45	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-75,28	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	447,76	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,0	mm	Nudo de EF num. 3235; (14.154, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,2	mm	Nudo de EF num. 159; (12.855, 2.703, 5.440 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0,2	mm	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,1	mmad	Barra num. 167, x 1.290 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Nudo de EF num. 277; (14.366, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Nudo de EF num. 294; (8.824, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,1	mrad	Nudo de EF num. 197; (15.088, 2.7

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>EFU</b> SP1 - EIU (STR)GEO - Permutante y transitoria - Es. 6.10			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)   CO1
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)   CO2
Máximo desplazamiento en dirección Z	-1.0 mm		Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)   CO1
Máximo desplazamiento vectorial	1.0 mm		Nudo de EF Núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)   CO2
Máximo giro respecto al eje X	-1.4 mrad		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)   CO1
Máximo giro respecto al eje Y	-1.1 mrad		Nudo de EF Núm. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)   CO1
Máximo giro respecto al eje Z	0.1 mrad		Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)   CO1
<b>SEL</b> SP2 - ELS - Característica			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)   CO3
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)   CO4
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7 mm		Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)   CO3
Máximo desplazamiento vectorial	0.7 mm		Nudo de EF Núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)   CO5
Máximo giro respecto al eje X	-1.0 mrad		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)   CO5
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8 mrad		Nudo de EF Núm. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)   CO5
Máximo giro respecto al eje Z	0.1 mrad		Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)   CO3
<b>SEL</b> SP3 - ELS - Frecuencia			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)   CO5
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)   CO6
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7 mm		Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)   CO5
Máximo desplazamiento vectorial	0.7 mm		Nudo de EF Núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)   CO6
Máximo giro respecto al eje X	-1.0 mrad		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)   CO6
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8 mrad		Nudo de EF Núm. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)   CO6
Máximo giro respecto al eje Z	0.1 mrad		Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)   CO7
<b>SEL</b> SP4 - ELS - Cuestipamiento			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)   CO7
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)   CO8
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7 mm		Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)   CO8
Máximo desplazamiento vectorial	0.7 mm		Nudo de EF Núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)   CO8
Máximo giro respecto al eje X	-1.0 mrad		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)   CO7
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8 mrad		Nudo de EF Núm. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)   CO7
Máximo giro respecto al eje Z	0.1 mrad		Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)   CO7
<b>ELU</b> CO1 - 1.35 * CO1 + 1.35 * CO3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos			
Suma de las cargas en X	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.03 kN		
Suma de las cargas en Y	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01 kN		
Suma de las cargas en Z	-13387.40 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-13387.40 kN		
Resultado de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-152.78 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Y	930.32 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.12 kNm		
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-1.0 mm		Nudo de EF Núm. 3714; (13.350, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	1.0 mm		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.4 mrad		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-1.1 mrad		Nudo de EF Núm. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1 mrad		Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12565.90	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Método iterativo	Segundo orden (P-A)		
Numero máximo de iteraciones	100		
Numero de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>ELU</b> CO2 - 1.35 * CO1 + 1.35 * CO3 + 1.50 * CO2			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos			
Suma de las cargas en X	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.01 kN		

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Suma de las cargas en X	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.03 kN		
Suma de las cargas en Y	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01 kN		
Suma de las cargas en Z	-13783.70 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-13783.70 kN		
Resultado de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-315.58 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Y	1608.55 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.12 kNm		
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-1.0 mm		Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	1.0 mm		Nudo de EF Núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.4 mrad		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-1.1 mrad		Nudo de EF Núm. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1 mrad		Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12565.80	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Método iterativo	Segundo orden (P-A)		
Numero máximo de iteraciones	100		
Numero de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>SEL</b> CO3 - CO1 + CO3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos			
Suma de las cargas en X	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.01 kN		
Suma de las cargas en Y	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01 kN		
Suma de las cargas en Z	-9916.62 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-9916.62 kN		
Resultado de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-113.12 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Y	671.69 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06 kNm		
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2 mm		Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7 mm		Nudo de EF Núm. 3714; (13.350, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	0.7 mm		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.0 mrad		Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8 mrad		Nudo de EF Núm. 289; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1 mrad		Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Método iterativo	Segundo orden (P-A)		
Numero máximo de iteraciones	100		
Numero de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>SEL</b> CO4 - CO1 + CO3 + CO2			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos			
Suma de las cargas en X	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.01 kN		

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-10.16030	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-10.16030	kN	Desviación: 0.00 %
Resultante de reacciones	-221.651	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.940, 5.041, 3.316 m)
Resultante de reacciones respecto a X	1136.51	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.07	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.07	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.0	mrad	Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8	mrad	Nudo de EF Núm. 269; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1	mrad	Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma Infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>ISO</b> C05 - CC1 + CC3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	0.01	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-9916.62	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-9916.62	kN	Desviación: 0.00 %
Resultante de reacciones	-113.12	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.940, 5.041, 3.316 m)
Resultante de reacciones respecto a X	671.69	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.06	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3714; (13.350, 4.444, 5.907 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.0	mrad	Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8	mrad	Nudo de EF Núm. 269; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1	mrad	Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma Infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>ISO</b> C05 - CC1 + CC3 + CC5			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	0.01	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-9916.62	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-9916.62	kN	Desviación: -100.00 %
Resultante de reacciones	-113.12	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.940, 5.041, 3.316 m)
Resultante de reacciones respecto a X	671.69	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.06	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3714; (13.350, 4.444, 5.907 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.0	mrad	Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8	mrad	Nudo de EF Núm. 269; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1	mrad	Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma Infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>ISO</b> C05 - CC1 + CC3 + CC5			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	0.01	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-9956.87	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-9956.87	kN	Desviación: -100.00 %

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Suma de las cargas en Z	-10.04870	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-10.04870	kN	Desviación: 0.00 %
Resultante de reacciones	-467.38	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.940, 5.041, 3.316 m)
Resultante de reacciones respecto a X	905.60	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.07	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.07	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.0	mrad	Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8	mrad	Nudo de EF Núm. 269; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1	mrad	Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma Infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>ISO</b> C07 - CC1 + CC3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	0.01	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-9916.62	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-9916.62	kN	Desviación: 0.00 %
Resultante de reacciones	-113.12	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.940, 5.041, 3.316 m)
Resultante de reacciones respecto a X	671.69	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.06	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06	kNm	
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.2	mm	Nudo de EF Núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	0.7	mm	Nudo de EF Núm. 3714; (13.350, 4.444, 5.907 m)
Máximo giro respecto al eje X	-1.0	mrad	Nudo de EF Núm. 277; (14.368, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-0.8	mrad	Nudo de EF Núm. 269; (3.543, 7.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.1	mrad	Nudo de EF Núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma Infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>ISO</b> C08 - CC1 + CC3 + 0.30 * CC2			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	0.01	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-0.01	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-9956.87	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-9956.87	kN	Desviación: 0.00 %



Descripción	Valor	Unidad	Notas
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-145.68	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.840, 5.041, 3.316 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	612.04	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.2	mm	Nudo de EF núm. 3236; (14.660, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.7	mm	Nudo de EF núm. 2943; (13.088, 3.473, 3.922 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.7	mm	Nudo de EF núm. 3709; (12.826, 4.444, 5.907 m)
Máximo desplazamiento vectorial	-1.0	mmad	Nudo de EF núm. 277; (14.396, 2.353, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje X	-0.8	mmad	Nudo de EF núm. 289; (3.543, 2.043, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0.1	mmad	Nudo de EF núm. 912; (12.651, 2.703, 2.425 m)
Máximo giro respecto al eje Z			
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	4		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3.50e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	12625.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	7.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-Δ)   Pícaro   100   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-Δ)		
Método iterativo	Pícaro		
Número máximo de iteraciones	100		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables de débiles a esfuerzos de tracción	<input checked="" type="checkbox"/>		
de barras			
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		

## 7 Resultados del análisis modal

## 7.1 FRECUENCIAS NATURALES

Modo núm.	Valor propio $\lambda$ [1/s <sup>2</sup> ]	Frecuencia angular $\omega$ [rad/s]	Frecuencia natural f [Hz]	Periodo natural T [s]
1	1188.005	34.467	5.488	0.182
2	1381.357	37.167	5.915	0.169
3	2336.646	48.339	7.693	0.130
4	2388.488	48.974	7.795	0.128

## 7.2 MASAS MODALES EFICACES

Modo núm.	Masa modal M [kg]	Masa modal eficaz trasl. [kg]	Masa modal eficaz rotac. [kgm <sup>2</sup> ]	Factor de masa modal eficaz trasl. [-]	Factor de masa modal eficaz rotac. [-]
1	16316.0	92166.6	15.5	0.000	0.000
2	34330.6	131653.0	7.2	0.001	0.000
3	36569.0	73886.2	1.0	0.027	0.002
4	87148.1	34407.7	0.3	0.442	0.000
$\Sigma$	174394.6	301155.0	15.6	0.469	0.003
$\Sigma_{\text{rel}}$	896295.0	896295.0	1470020.0	0.32145200040548800.00	0.036
%	33.53 %	46.39 %	1.34 %	0.58 %	0.013

## 8 Resultados del análisis espectral

## 8.1 RESUMEN

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	5.8	mm	Nudo de EF núm. 3423; (17.683, 4.973, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.8	mm	Nudo de EF núm. 1902; (8.594, 9.946, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.4	mm	Nudo de EF núm. 3121; (12.866, 2.703, 6.573 m)
Máximo desplazamiento vectorial	5.8	mm	Nudo de EF núm. 3423; (17.683, 4.973, 6.590 m)
Máximo giro respecto al eje X	0.4	mmad	Nudo de EF núm. 256; (7.286, 4.335, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	1.0	mmad	Nudo de EF núm. 1126; (17.683, 4.973, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	1.4	mmad	Nudo de EF núm. 3409; (17.683, 1.492, 6.590 m)
Deformaciones mínimas			
Máximo desplazamiento en dirección X	5.8	mm	Nudo de EF núm. 3423; (17.683, 4.973, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.6	mm	Nudo de EF núm. 3239; (16.176, 0.000, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.4	mm	Nudo de EF núm. 3121; (12.866, 2.703, 6.573 m)
Máximo desplazamiento vectorial	5.8	mm	Nudo de EF núm. 3423; (17.683, 4.973, 6.590 m)
Máximo giro respecto al eje X	0.4	mmad	Nudo de EF núm. 256; (7.286, 4.335, 0.000 m)

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Máximo giro respecto al eje Y	1.0	mmad	Nudo de EF núm. 1126; (17.683, 4.973, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	1.4	mmad	Nudo de EF núm. 3409; (17.683, 1.492, 6.590 m)
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0.4	mm	Nudo de EF núm. 3108; (9.906, 3.347, 6.070 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.7	mm	Nudo de EF núm. 1902; (8.594, 9.946, 6.590 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.1	mm	Nudo de EF núm. 2831; (7.286, 2.344, 4.428 m)
Máximo desplazamiento vectorial	0.7	mm	Nudo de EF núm. 1902; (8.594, 9.946, 6.590 m)
Máximo giro respecto al eje X	0.2	mmad	Nudo de EF núm. 1110; (9.906, 3.735, 0.929 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0.1	mmad	Nudo de EF núm. 249; (7.873, 2.344, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.2	mmad	Barra núm. 196; x 0.754 m





## Capítulos

1	Objetos básicos	3
2	Tipos para líneas	7
3	C. de carga y combinaciones	7
4	Cargas dinámicas	9
5	Resultados del análisis estático	9
6	Resultados del análisis modal	15
7	Resultados del análisis espectral	15

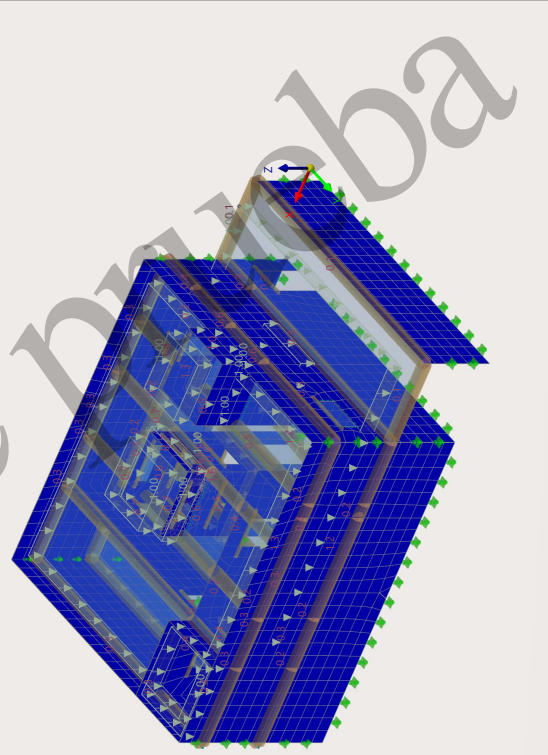
## CREADO POR

## PROYECTO

## TIPOLOGÍA 2

## MODELO

CCI - Piso Prens  
 Cargas [kN/m<sup>2</sup>]  
 Análisis estático  
 Desplazamientos [u] [mm]



En la dirección axonométrica

máx. |u| : 1963.6 | min. |u| : 0.0 mm

## CONTENIDO

A	Modelo	3	3.1.2	Casos de carga - Selección de modos	8
B	Modelo	3	3.2	Combinaciones de cargas	8
C	Configuración de malla	3			
1	Objetos básicos	3	4	Cargas dinámicas	9
1.1	Materiales	4	4.1	Espectros de respuesta	9
1.2	Secciones	4	4.1.1	Espectros de respuesta - Parámetros	9
1.3	Espesores	4			
1.4	Barnes	4	5	Resultados del análisis estático	9
1.5	Superficies	7	5.1	Resumen	9
2	Tipos para líneas	7	6	Resultados del análisis modal	15
2.1	Apoye en línea	7	6.1	Frecuencias naturales	15
		7	6.2	Modos modales eficaces	15
3	C. de carga y combinaciones	7	7	Resultados del análisis espectral	15
3.1	Casos de carga	8	7.1	Resumen	15
3.1.1	Casos de carga - Espectro de respuesta	8			

## A MODELO, POSICIÓN

Posición	País : -
	Código postal : -
	Ciudad : -
	Estado : -
	Longitud : deg
	Altitud : m

## B MODELO, DATOS BÁSICOS

Datos principales	Nombre del modelo : TIPOLOGIA_2_V2 (CALCULA)1f6
	Descripción del modelo : 3D

## Complementos

Análisis dinámico - Análisis modal  
 Análisis dinámico - Análisis del espectro de respuesta  
 Análisis dinámico - Análisis por empujes incrementales (pushover)  
 Cálculo de fábrica

## Normas

- Asistente para clasificación de casos de carga y combinaciones : EN 1990
- Asistente para cargas : CEN | 2010:04
- Grupo de normas para el cálculo de fábrica : EN 1991
- Grupo de normas para análisis dinámico : EN 1998
- : EN 1995
- : EN 1996
- : EN 1997
- : EN 1998
- : EN 1999
- : EN 2001
- : EN 2002
- : EN 2003
- : EN 2004
- : EN 2005
- : EN 2006
- : EN 2007
- : EN 2008
- : EN 2009
- : EN 2010
- : EN 2011
- : EN 2012
- : EN 2013
- : EN 2014
- : EN 2015
- : EN 2016
- : EN 2017
- : EN 2018
- : EN 2019
- : EN 2020
- : EN 2021
- : EN 2022
- : EN 2023
- : EN 2024
- : EN 2025
- : EN 2026
- : EN 2027
- : EN 2028
- : EN 2029
- : EN 2030
- : EN 2031
- : EN 2032
- : EN 2033
- : EN 2034
- : EN 2035
- : EN 2036
- : EN 2037
- : EN 2038
- : EN 2039
- : EN 2040
- : EN 2041
- : EN 2042
- : EN 2043
- : EN 2044
- : EN 2045
- : EN 2046
- : EN 2047
- : EN 2048
- : EN 2049
- : EN 2050
- : EN 2051
- : EN 2052
- : EN 2053
- : EN 2054
- : EN 2055
- : EN 2056
- : EN 2057
- : EN 2058
- : EN 2059
- : EN 2060
- : EN 2061
- : EN 2062
- : EN 2063
- : EN 2064
- : EN 2065
- : EN 2066
- : EN 2067
- : EN 2068
- : EN 2069
- : EN 2070
- : EN 2071
- : EN 2072
- : EN 2073
- : EN 2074
- : EN 2075
- : EN 2076
- : EN 2077
- : EN 2078
- : EN 2079
- : EN 2080
- : EN 2081
- : EN 2082
- : EN 2083
- : EN 2084
- : EN 2085
- : EN 2086
- : EN 2087
- : EN 2088
- : EN 2089
- : EN 2090
- : EN 2091
- : EN 2092
- : EN 2093
- : EN 2094
- : EN 2095
- : EN 2096
- : EN 2097
- : EN 2098
- : EN 2099
- : EN 2100
- : EN 2101
- : EN 2102
- : EN 2103
- : EN 2104
- : EN 2105
- : EN 2106
- : EN 2107
- : EN 2108
- : EN 2109
- : EN 2110
- : EN 2111
- : EN 2112
- : EN 2113
- : EN 2114
- : EN 2115
- : EN 2116
- : EN 2117
- : EN 2118
- : EN 2119
- : EN 2120
- : EN 2121
- : EN 2122
- : EN 2123
- : EN 2124
- : EN 2125
- : EN 2126
- : EN 2127
- : EN 2128
- : EN 2129
- : EN 2130
- : EN 2131
- : EN 2132
- : EN 2133
- : EN 2134
- : EN 2135
- : EN 2136
- : EN 2137
- : EN 2138
- : EN 2139
- : EN 2140
- : EN 2141
- : EN 2142
- : EN 2143
- : EN 2144
- : EN 2145
- : EN 2146
- : EN 2147
- : EN 2148
- : EN 2149
- : EN 2150
- : EN 2151
- : EN 2152
- : EN 2153
- : EN 2154
- : EN 2155
- : EN 2156
- : EN 2157
- : EN 2158
- : EN 2159
- : EN 2160
- : EN 2161
- : EN 2162
- : EN 2163
- : EN 2164
- : EN 2165
- : EN 2166
- : EN 2167
- : EN 2168
- : EN 2169
- : EN 2170
- : EN 2171
- : EN 2172
- : EN 2173
- : EN 2174
- : EN 2175
- : EN 2176
- : EN 2177
- : EN 2178
- : EN 2179
- : EN 2180
- : EN 2181
- : EN 2182
- : EN 2183
- : EN 2184
- : EN 2185
- : EN 2186
- : EN 2187
- : EN 2188
- : EN 2189
- : EN 2190
- : EN 2191
- : EN 2192
- : EN 2193
- : EN 2194
- : EN 2195
- : EN 2196
- : EN 2197
- : EN 2198
- : EN 2199
- : EN 2200
- : EN 2201
- : EN 2202
- : EN 2203
- : EN 2204
- : EN 2205
- : EN 2206
- : EN 2207
- : EN 2208
- : EN 2209
- : EN 2210
- : EN 2211
- : EN 2212
- : EN 2213
- : EN 2214
- : EN 2215
- : EN 2216
- : EN 2217
- : EN 2218
- : EN 2219
- : EN 2220
- : EN 2221
- : EN 2222
- : EN 2223
- : EN 2224
- : EN 2225
- : EN 2226
- : EN 2227
- : EN 2228
- : EN 2229
- : EN 2230
- : EN 2231
- : EN 2232
- : EN 2233
- : EN 2234
- : EN 2235
- : EN 2236
- : EN 2237
- : EN 2238
- : EN 2239
- : EN 2240
- : EN 2241
- : EN 2242
- : EN 2243
- : EN 2244
- : EN 2245
- : EN 2246
- : EN 2247
- : EN 2248
- : EN 2249
- : EN 2250
- : EN 2251
- : EN 2252
- : EN 2253
- : EN 2254
- : EN 2255
- : EN 2256
- : EN 2257
- : EN 2258
- : EN 2259
- : EN 2260
- : EN 2261
- : EN 2262
- : EN 2263
- : EN 2264
- : EN 2265
- : EN 2266
- : EN 2267
- : EN 2268
- : EN 2269
- : EN 2270
- : EN 2271
- : EN 2272
- : EN 2273
- : EN 2274
- : EN 2275
- : EN 2276
- : EN 2277
- : EN 2278
- : EN 2279
- : EN 2280
- : EN 2281
- : EN 2282
- : EN 2283
- : EN 2284
- : EN 2285
- : EN 2286
- : EN 2287
- : EN 2288
- : EN 2289
- : EN 2290
- : EN 2291
- : EN 2292
- : EN 2293
- : EN 2294
- : EN 2295
- : EN 2296
- : EN 2297
- : EN 2298
- : EN 2299
- : EN 2300
- : EN 2301
- : EN 2302
- : EN 2303
- : EN 2304
- : EN 2305
- : EN 2306
- : EN 2307
- : EN 2308
- : EN 2309
- : EN 2310
- : EN 2311
- : EN 2312
- : EN 2313
- : EN 2314
- : EN 2315
- : EN 2316
- : EN 2317
- : EN 2318
- : EN 2319
- : EN 2320
- : EN 2321
- : EN 2322
- : EN 2323
- : EN 2324
- : EN 2325
- : EN 2326
- : EN 2327
- : EN 2328
- : EN 2329
- : EN 2330
- : EN 2331
- : EN 2332
- : EN 2333
- : EN 2334
- : EN 2335
- : EN 2336
- : EN 2337
- : EN 2338
- : EN 2339
- : EN 2340
- : EN 2341
- : EN 2342
- : EN 2343
- : EN 2344
- : EN 2345
- : EN 2346
- : EN 2347
- : EN 2348
- : EN 2349
- : EN 2350
- : EN 2351
- : EN 2352
- : EN 2353
- : EN 2354
- : EN 2355
- : EN 2356
- : EN 2357
- : EN 2358
- : EN 2359
- : EN 2360
- : EN 2361
- : EN 2362
- : EN 2363
- : EN 2364
- : EN 2365
- : EN 2366
- : EN 2367
- : EN 2368
- : EN 2369
- : EN 2370
- : EN 2371
- : EN 2372
- : EN 2373
- : EN 2374
- : EN 2375
- : EN 2376
- : EN 2377
- : EN 2378
- : EN 2379
- : EN 2380
- : EN 2381
- : EN 2382
- : EN 2383
- : EN 2384
- : EN 2385
- : EN 2386
- : EN 2387
- : EN 2388
- : EN 2389
- : EN 2390
- : EN 2391
- : EN 2392
- : EN 2393
- : EN 2394
- : EN 2395
- : EN 2396
- : EN 2397
- : EN 2398
- : EN 2399
- : EN 2400

## Configuración y opciones

- Aceleración gravitatoria / constante de conversión de masas : 10,00 m/s<sup>2</sup>
- Ejes XYZ globales : Z ascendente
- Ejes xyz locales : z descendente

## Tolerancias

- Tolerancia para nudos : 0,0050 m
- Tolerancia para líneas : 0,0050 m
- Tolerancia para superficies/planos : 0,0050 m
- Tolerancia para circunferencias : 0,0050 m

## C CONFIGURACIÓN DE MALLA

### General

- Longitud prevista de elementos finitos : 0,500 m
- Distancia máxima entre un nudo y una línea para integrar dentro de la línea : 0,001 m
- Numero máximo de nudos de malla (en miles) : 500

### Barras

- Numero de divisiones para el diagrama de momentos : 10
- Num. de divisiones para tipos especiales de barras (cable, apoyo elástico, variación de canto, no linealidad) : 10
- Numero de divisiones para la determinación de valores máx. mín. : 10
- Activar divisiones de barra para barras rectas, que no estén integradas en superficies, con el grupo de categoría de material homogéneo (necesario para cálculo no lineal) : 10
- Numero mínimo de divisiones de barra : 10
- Activar divisiones de barra para el análisis de grandes deformaciones o postcrítico : 10
- Numero mínimo de divisiones de barra : 8
- Activar división para barras con nudos que están sobre ellas : 8

### Superficies

- Razón máxima de diagonales rectangulares de EF : 1,800
- Inclinación máxima fuera del plano de los elementos : 0,50
- Forma de elementos finitos : Triángulos y cuadriláteros
- Cuadrados iguales donde sea posible
- Triángulos para membranas

## Objetos básicos

## MATERIALES

Material num.	Nombre del material	Tipo de material	Modelo de análisis	Opciones
1	TIPAL	Fábrica	Isótopo   Fábrica   Plástico (superficies)	<input checked="" type="checkbox"/>
2	CEDRO DELATLAS	Madera	Isótopo   Elástico lineal	<input checked="" type="checkbox"/>

## SECCIONES

Sección num.	Material num.	Tipo de sección	Tipo de fabricación	$I_x$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$A_x$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_y$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_z$ [cm <sup>2</sup> ]	Dimensiones totales l [mm]	b [mm]	h [mm]
1	1	R_M1 200/100   2 - CEDRO DELATLAS	Paramétrica - Maciza 1	4577,60	200,00	1666,67	6666,67	166,67	166,67	200,0	200,0	100,0
2	2	CIRCLE_M1 500   2 - CEDRO DELATLAS	Paramétrica - Maciza 1	613892,32	1963,50	306796,16	306796,16	1649,34	1649,34	500,0	500,0	500,0

## ESPESESORES

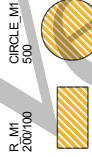
Espeas. num.	Tipo	Asignada a superficie num.	Material	Simbolo	Valor	Unidad	Nudos	Dirección
1	Uniforme   d : 800,0 mm   1 - TIPAL	1-8,10-17,19-29,33-44	1	d	800,0	mm		

## BARRAS

Borra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ [deg]	Sección I [kg]	Articul. I   J	Excentricidad I   J	Longitud L [m]	Posición I   Y
1	122	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II Y
2	138	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,640	II Y
3	140	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,640	II Y
4	133	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II X
5	141	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,640	II Y
6	117	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,167	II X
7	300	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,237	II XZ
8	18	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,497	II XZ
9	301	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,237	II XZ
10	123	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II Y
11	125	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II Y
12	128	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,640	II Y
13	129	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II X
14	137	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II Y
15	127	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,640	II Y
16	130	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II X
17	136	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II Y
18	135	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II X
19	126	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,972	II Y
20	314	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,239	II XZ

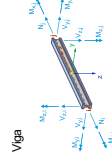
1.1 Leyenda  
 Material definido por el usuario

1.2



1.3

1.4



Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección de tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
21	308	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	1.497	XZ
22	313	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.236	XZ
23	124	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	1.972	Y
24	362	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.239	XZ
25	380	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	1.497	XZ
26	381	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.236	XZ
27	383	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.237	XZ
28	385	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	1.497	XZ
29	384	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.237	XZ
30	252	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.097	X
31	282	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.059	X
32	283	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.656	X
33	284	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.089	X
34	285	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.523	X
35	286	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.252	X
36	112	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	8.091	Y
37	281	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.819	Y
38	111	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.097	X
39	276	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.059	X
40	277	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	4.145	X
41	278	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.600	X
42	279	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.523	X
43	280	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.252	X
44	116	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	10.910	Y
45	251	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	9.086	Y
46	386	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.824	Y
47	387	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.813	XY
48	388	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.287	XY
49	389	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.827	XY
50	248	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	8.098	Y

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección de tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
51	350	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.812	Y
52	249	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	8.091	Y
53	381	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.819	Y
54	50	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.591	Y
55	54	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.300	Y
56	250	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.819	Y
57	292	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.200	Y
58	410	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	8.091	Y
59	332	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.819	Y
60	329	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	4.145	X
61	330	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.600	X
62	331	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.523	X
63	340	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.097	X
64	389	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.059	X
65	244	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	4.647	Y
66	326	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.156	Y
67	327	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.283	Y
68	328	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.824	Y
69	333	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.656	X
70	334	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.089	X
71	335	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.523	X
72	371	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.097	X
73	372	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.059	X
74	161	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.819	Y
75	290	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	8.091	Y
76	242	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	8.091	Y
77	392	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.819	Y
78	144	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.416	Y
79	344	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	0.007	Y
80	393	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.812	Y

BARRAS

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección de la barra	Articul.	Sección	β [deg]	Giro	Excentricidad	Longitud	Posición
81	394	Viga		2	0.00	Angulo		2.052	II Y
82	397	Viga		2	0.00	Angulo		3.616	II Y
83	181	Viga		2	0.00	Angulo		1.824	II Y
84	398	Viga		2	0.00	Angulo		9.086	II Y

SUPERFICIES

Superficie num.	Contorno	Rígidez	Geometría	Espesor	Materia	Posición	Opciones
	Líneas	Tipo	Tipo				
1	164,226,296,326,1225	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
2	115,45,233,986,26,1225	Estándar	Plana	1	1	II, Y	
3	113,114,116,115	Estándar	Plana	1	1	II, X	
4	214,217	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
5	209,222,224	Estándar	Plana	1	1	II, X	
6	102,105,205,227,245,208,2,10,211	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
7	82,360,203,246,201	Estándar	Plana	1	1	II, X	
8	87,89,204,202,203	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
9	72,76,204,247,199	Estándar	Plana	1	1	II, X	
10	288,269,219,271	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
11	263,266,108,275	Estándar	Plana	1	1	II, X	
12	82,360,203,246,201	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
13	87,89,204,202,203	Estándar	Plana	1	1	II, X	
14	72,76,204,247,199	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
15	77,81,199,201	Estándar	Plana	1	1	II, X	
16	265,263,379,231,230,223	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
17	112,287,228,229,231	Estándar	Plana	1	1	II, X	
18	116,280,276,11,281,112,252,286,2	Transmisión de cargas	Plana	1	1	II, Y	
19	84,326,326,198,386,251	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
20	174,177	Estándar	Plana	1	1	II, X	
21	170,236,190,237	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
22	187,189,209,189	Estándar	Plana	1	1	II, X	
23	55,59,245,192,184,188,188	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
24	161,290,185,50,292,54,250,190	Estándar	Plana	1	1	II, X	
25	287,179,296,180	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
26	173,142,145,151,182,246	Estándar	Plana	1	1	II, X	
27	150,149,184,202,182,151	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
28	149,184,247,183,143,147	Estándar	Plana	1	1	II, X	
29	200,173,142,146,143,183	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
30	244,326,326,335,333,238,110,332,1	Transmisión de cargas	Plana	1	1	II, Y	
31	93,329,331	Transmisión de cargas	Plana	1	1	II, X	
32	146,336,337,150,145	Transmisión de cargas	Plana	1	1	II, Y	
33	39,152,154,156	Transmisión de cargas	Plana	1	1	II, X	
34	39,38,165,169,163	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
35	164,152,98,167	Estándar	Plana	1	1	II, X	
36	374,1199,294,336,328,172	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
37	165,157,237,168	Estándar	Plana	1	1	II, X	
38	163,190,111,195,188,349	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
39	169,354,188,195,291,112,196,170	Estándar	Plana	1	1	II, X	
40	162,167,161,163	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
41	167,164,166	Estándar	Plana	1	1	II, X	
42	163,364,199,331,329,369	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
43	193,279,276,190,369,329,331	Estándar	Plana	1	1	II, X	
44	170,371,372,333,335,172,171	Estándar	Plana	1	1	II, Z	
45	198,285,283,279,198,371,372,333,3	Estándar	Plana	1	1	II, X	

Tipos para líneas

APOYOS EN LÍNEA

Apoyo num.	Líneas num.	Sistema de coordenadas	G. eje x β [deg]	Muelle traslacional [kN/mm]	Muelle rotacional [kNmm/rad]	Opciones
		X, Y, Z global		C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub> , C <sub>z</sub>	C <sub>α</sub> , C <sub>β</sub>	C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub> , C <sub>z</sub>
1	11,15,72,76,7	X, Y, Z global		C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub> , C <sub>z</sub>	C <sub>α</sub> , C <sub>β</sub>	C <sub>x</sub> , C <sub>y</sub> , C <sub>z</sub>
	7,81,62,86,87					
	91,92,96,97,1					
	01,105,113-11					
	5,159,168,170					
	.172,193,195					
	196,196,205,2					
	11,212,216,22					
	2,225,226,228					
	-431,233,236					

C. de carga y combinaciones

CASOS DE CARGA

CC num.	Config.	Valor	Unidad	Resolver
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES1: Peso propio</li> <li>ES2: Tipo de análisis</li> <li>ES3: Configuración del análisis estático</li> <li>ES4: Categoría de acción</li> <li>ES5: Factor en dirección X</li> <li>ES6: Peso propio - Factor en dirección Y</li> <li>ES7: Peso propio - Factor en dirección Z</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson</li> <li>ES1 Permanente</li> <li>0.00</li> <li>0.000</li> <li>-1.000</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES8: Subcarga de Uso</li> <li>ES9: Tipo de análisis</li> <li>ES10: Configuración del análisis estático</li> <li>ES11: Categoría de acción</li> <li>ES12: Coeficiente Phi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson</li> <li>ES8 Sobrecargas de uso - categoría A - zonas residenciales y domésticas</li> <li>Cubiertas</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES13: Cargas Muertas</li> <li>ES14: Tipo de análisis</li> <li>ES15: Configuración del análisis estático</li> <li>ES16: Categoría de acción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson</li> <li>ES13 Permanente</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES17: Analisis Modal</li> <li>ES18: Tipo de análisis</li> <li>ES19: Configuración del análisis modal</li> <li>ES20: Importar masas de</li> <li>ES21: Categoría de acción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis modal</li> <li>MS1 - 44   Lanczos</li> <li>ES18 CCI</li> <li>ES21 Acciones sísmicas</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES22: Espectro de Respuesta</li> <li>ES23: Tipo de análisis</li> <li>ES24: Configuración del análisis estático</li> <li>ES25: Importar analisis modal de</li> <li>ES26: Categoría de acción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis del espectro de respuesta</li> <li>SPS1 - SRSS   SRSS</li> <li>ES24 CCI</li> <li>ES26 Acciones sísmicas</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>

CASOS DE CARGA - ESPECTRO DE RESPUESTA

CC num.	Espectro de respuesta	X [-]	Y [-]	Z [-]	Ciclo	Comentario
	W	1.000	1.000	1.000	α [beta]	
5	ER1   ER1				0.0000	

CASOS DE CARGA - SELECCIÓN DE MODOS

CC num.	Para generar	Periodo [s]	Aceleración [m/s²]	S <sub>ax</sub>	S <sub>ay</sub>	S <sub>az</sub>	f <sub>max</sub>	f <sub>max</sub>	f <sub>max</sub>	M <sub>rel</sub> / Z [M -]
	num.						f <sub>max</sub>	f <sub>max</sub>	f <sub>max</sub>	
5	1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.894	1.31	1.31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.261
	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.161	2.89	2.89	0.081	0.001	0.001	0.001	0.008
	3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.160	2.89	2.89	0.089	0.000	0.000	0.000	0.001
	4	<input checked="" type="checkbox"/>	0.153	2.89	2.89	0.111	0.008	0.000	0.000	0.001

COMBINACIONES DE CARGAS

CO num.	Config.	Valor	Unidad	Resolver
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES10: 1.35 * CC1 + 1.35 * CC3</li> <li>ES11: Tipo de análisis</li> <li>ES12: Configuración del análisis estático</li> <li>ES13: Situación de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE2 - Segundo orden (P-Δ)   Picard   200   1</li> <li>ES10 SFI - ELU (STR/GEO) - Permanente y transitoria - Es. 6.10</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES14: 1.35 * CC1 + 1.35 * CC3 + 1.50 * CC2</li> <li>ES15: Tipo de análisis</li> <li>ES16: Configuración del análisis estático</li> <li>ES17: Situación de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE2 - Segundo orden (P-Δ)   Picard   200   1</li> <li>ES14 SFI - ELU (STR/GEO) - Permanente y transitoria - Es. 6.10</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES18: CC1 + CC3</li> <li>ES19: Tipo de análisis</li> <li>ES20: Configuración del análisis estático</li> <li>ES21: Situación de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE2 - Segundo orden (P-Δ)   Picard   200   1</li> <li>ES18 SFI - ELU (STR/GEO) - Característica</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES22: CC1 + CC3 + CC2</li> <li>ES23: Tipo de análisis</li> <li>ES24: Configuración del análisis estático</li> <li>ES25: Situación de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE2 - Segundo orden (P-Δ)   Picard   200   1</li> <li>ES22 SFI - ELU (STR/GEO) - Característica</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES26: CC1 + CC3</li> <li>ES27: Tipo de análisis</li> <li>ES28: Configuración del análisis estático</li> <li>ES29: Situación de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE2 - Segundo orden (P-Δ)   Picard   200   1</li> <li>ES26 SFI - SP3 - ELS - Frecuente</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES30: CC1 + CC3 + 0.50 * CC2</li> <li>ES31: Tipo de análisis</li> <li>ES32: Configuración del análisis estático</li> <li>ES33: Situación de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE2 - Segundo orden (P-Δ)   Picard   200   1</li> <li>ES30 SFI - SP3 - ELS - Frecuente</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES34: CC1 + CC3</li> <li>ES35: Tipo de análisis</li> <li>ES36: Configuración del análisis estático</li> <li>ES37: Situación de proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>AE2 - Segundo orden (P-Δ)   Picard   200   1</li> <li>ES34 SFI - SP4 - ELS - Quasi-permanente</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>ES38: CC1 + CC3 + 0.30 * CC2</li> <li>ES39: Tipo de análisis</li> <li>ES40: Configuración del análisis estático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis estático</li> <li>ES38 SFI - SP4 - ELS - Quasi-permanente</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>

CO num.	Config.	Valor	Unidad	Resolver
	Configuración del análisis estático	AE2 - Segundo orden (P-A)   Pícaro   200   1		
	Situación de proyecto	S101   S14 - ELS - Clasificación		

## 4 Cargas dinámicas

## 4.1 ESPECTROS DE RESPUESTA

ER num.	Definición Tipo	Comentario
1	Según la norma - NCSE-02   2009	

## 4.1.1 ESPECTROS DE RESPUESTA - PARÁMETROS

ER num.	Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad	Referencia
1	Según la norma - NCSE-02   2009				
	Tipo de espectro		Espectro de cálculo		
	Forma del espectro		Horizontal		
	Dirección del espectro		I		
	Tipo de suelo de cimentación				
	Acción sísmica				
	Aceleración sísmica básica	a <sub>g</sub>	0,140	m/s <sup>2</sup>	
	Aceleración sísmica básica	a <sub>s</sub>	1,40	m/s <sup>2</sup>	
	Coefficiente de riesgo adimensional	p	1,000	-	
	Coefficientes				
	Razón de amortiguamiento	Ω	5,00	%	2,5
	Factor de amplificación de la relación de amortiguamiento	v	1,000	-	2,2
	Relación de cumplimiento de ductilidad	μ	1,000	-	3,7,3,1
	Relación de respuestas	β	1,000	-	3,7,3,1
	Parámetros del tipo de suelo de cimentación				
	Factor de contribución	K	1,000	-	Tab. 2.1
	Parámetro del suelo   Tipo de suelo de cimentación I	C	1,000	-	2,2
	Coefficiente de amplificación del suelo	S	0,827	-	2,2
	Aceleración sísmica de cálculo	a <sub>c</sub>	1,16	m/s <sup>2</sup>	2,2
	Periodo característico del espectro	T <sub>a</sub>	0,100	s	2,3
	Periodo característico del espectro	T <sub>b</sub>	0,400	s	2,3
	Periodo máximo	T <sub>max</sub>	4,000	s	2,3

## 5 Resultados del análisis estático

## RESUMEN

Descripción	Valor	Unidad	Notas
<b>CC1</b> - Peso Propio			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-812,78	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-812,78	kN	
Resultado de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	132,16	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8,688, 6,438, 3,102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-177,29	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Desviación: 0,00 %			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-4,8	mm	Barra num. 28, x 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0,3	mm	Nudo de EF num. 182: (5,775; 4,850; 7,100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-193,6	mm	Barra num. 29, x 0,237 m
Máximo desplazamiento vectorial	193,6	mm	Barra num. 29, x 0,237 m
Máximo giro respecto al eje X	2,9	mrad	Barra num. 27, x 0,000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-113,16	mrad	Barra num. 29, x 0,119 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0,2	mrad	Nudo de EF num. 230: (3,292, 1,770, 6,300 m)
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	59		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4,00e+12	-	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	360,10	-	
Determinante de la matriz de rigidez	1,00	-	
Norma Infinito	8,00e+12	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson			
Método iterativo	Geométricamente lineal		
Numero máximo de iteraciones	200		

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Numero de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>CC2</b> - Sincarga de Liso			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-300,86	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-300,86	kN	
Desviación: 0,00 %			
Resultado de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	135,91	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8,688, 6,438, 3,102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-407,20	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,1	mm	Barra num. 47, x 6,678 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1,0	mm	Nudo de EF num. 150: (8,368, 8,634, 3,750 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	1,0	mm	Barra num. 51, x 2,812 m
Máximo desplazamiento vectorial	1,0	mm	Barra num. 51, x 2,812 m
Máximo giro respecto al eje X	-0,4	mrad	Barra num. 51, x 2,804 m
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Barra num. 47, x 6,613 m
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	Barra num. 48, x 0,915 m
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4,00e+12	-	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	844,70	-	
Determinante de la matriz de rigidez	1,00	-	
Norma Infinito	8,00e+12	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson			
Método iterativo	Geométricamente lineal		
Numero máximo de iteraciones	200		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>CC3</b> - Cargas Muertas			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las cargas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0,00	kN	
Suma de las cargas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0,00	kN	
Suma de las cargas en Z	-554,49	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-554,49	kN	
Desviación: 0,00 %			
Resultado de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	264,45	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8,688, 6,438, 3,102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-342,76	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Desviación: 0,00 %			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	0,1	mm	Nudo de EF num. 2274: (3,757, 4,850, 7,100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1,1	mm	Barra num. 80, x 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	1,1	mm	Barra num. 80, x 0,000 m
Máximo desplazamiento vectorial	1,1	mm	Barra num. 80, x 0,000 m
Máximo giro respecto al eje X	-0,4	mrad	Barra num. 80, x 0,000 m
Máximo giro respecto al eje Y	0,1	mrad	Nudo de EF num. 112: (6,916; 8,634; 0,000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	Barra num. 48, x 0,915 m
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4,00e+12	-	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	844,70	-	
Determinante de la matriz de rigidez	1,00	-	
Norma Infinito	8,00e+12	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson			
Método iterativo	Geométricamente lineal		
Numero máximo de iteraciones	200		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		

Descripción	Valor	Unidad	Notas
<b>EFU</b> SP1 - ELU (STRUCO) - Permanente y transitoria - E6. 6.10			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-10.2 mm	mm	Barra núm. 28, x 0.000 m   CO1
Máximo desplazamiento en dirección Y	-3852.9 mm	mm	Nudo de EF núm. 182: (5.775, 4.850, 7.100 m)   CO1
Máximo desplazamiento en dirección Z	3952.9 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m   CO2
Máximo desplazamiento vectorial	5617 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m   CO2
Máximo giro respecto al eje X	5.7 mrad	mrad	Barra núm. 27, x 0.000 m   CO6
Máximo giro respecto al eje Y	-2278.2 mrad	mrad	Barra núm. 29, x 0.142 m   CO2
Máximo giro respecto al eje Z	-0.4 mrad	mrad	Barra núm. 48, x 0.915 m   CO2
<b>SCH</b> SP2 - ELS - Característica			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1 mm	mm	Barra núm. 28, x 0.000 m   CO5
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4 mm	mm	Nudo de EF núm. 182: (5.775, 4.850, 7.100 m)   CO5
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2047.7 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m   CO6
Máximo desplazamiento vectorial	2047.7 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m   CO6
Máximo giro respecto al eje X	3.0 mrad	mrad	Barra núm. 27, x 0.000 m   CO6
Máximo giro respecto al eje Y	-1180.1 mrad	mrad	Barra núm. 29, x 0.142 m   CO6
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3 mrad	mrad	Barra núm. 48, x 1.143 m   CO6
<b>ESU</b> SP4 - ELS - Cuestionamiento			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1 mm	mm	Barra núm. 28, x 0.000 m   CO8
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4 mm	mm	Nudo de EF núm. 182: (5.775, 4.850, 7.100 m)   CO7
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2048.3 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m   CO8
Máximo desplazamiento vectorial	2048.3 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m   CO8
Máximo giro respecto al eje X	3.0 mrad	mrad	Barra núm. 27, x 0.000 m   CO8
Máximo giro respecto al eje Y	-1180.4 mrad	mrad	Barra núm. 29, x 0.142 m   CO8
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3 mrad	mrad	Nudo de EF núm. 2305: (3.252, 1.770, 6.300 m)   CO8
<b>EFU</b> CO1 - 1.35 * CO1 + 1.35 * CC3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en X	-0.07 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en Y	0.03 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-11700.80 kN	kN	
Suma de las fuerzas en Z	-11700.80 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	0.00 %	%	
Resultante de reacciones	535.54 kNm	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	-693.66 kNm	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.10 kNm	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-10.2 mm	mm	Barra núm. 28, x 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	3851.7 mm	mm	Nudo de EF núm. 182: (5.775, 4.850, 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	3951.7 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m
Máximo desplazamiento vectorial	5617 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m
Máximo giro respecto al eje X	5.7 mrad	mrad	Barra núm. 27, x 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-2277.5 mrad	mrad	Barra núm. 29, x 0.142 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3 mrad	mrad	Nudo de EF núm. 2305: (3.252, 1.770, 6.300 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	87	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	400.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   200   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	200		
Número máximo de esfuerzos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>EFU</b> CO2 - 1.35 * CO1 + 1.35 * CC3 + 1.50 * CC2			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en X	-0.07 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en Y	0.00 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-8968.14 kN	kN	
Suma de las fuerzas en Z	-8968.14 kN	kN	

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Suma de las cargas en Z	-12.152.10 kN	kN	Desviación: 0.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-12.152.10 kN	kN	
Resultante de reacciones	739.37 kNm	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	-1304.43 kNm	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.888, 6.438, 3.102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.10 kNm	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-10.2 mm	mm	Barra núm. 28, x 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.6 mm	mm	Nudo de EF núm. 182: (5.775, 4.850, 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-3952.9 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m
Máximo desplazamiento vectorial	3952.9 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m
Máximo giro respecto al eje X	5.7 mrad	mrad	Barra núm. 27, x 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-2278.2 mrad	mrad	Barra núm. 29, x 0.142 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0.4 mrad	mrad	Barra núm. 48, x 0.915 m
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	101	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	400.10	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   200   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	200		
Número máximo de esfuerzos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>SCH</b> CO3 - CO1 + CO3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en X	-0.04 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en Y	0.02 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-6667.27 kN	kN	
Suma de las cargas en Z	-6667.27 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	0.00 %	%	
Resultante de reacciones	396.67 kNm	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	-513.84 kNm	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.06 kNm	kNm	
Resultante de reacciones respecto a Z			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1 mm	mm	Barra núm. 28, x 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4 mm	mm	Nudo de EF núm. 182: (5.775, 4.850, 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2047.4 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m
Máximo desplazamiento vectorial	2047.4 mm	mm	Barra núm. 29, x 0.237 m
Máximo giro respecto al eje X	3.0 mrad	mrad	Barra núm. 27, x 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-1178.9 mrad	mrad	Barra núm. 29, x 0.142 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0.2 mrad	mrad	Nudo de EF núm. 2305: (3.252, 1.770, 6.300 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	62	--	
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	458.85	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   200   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	200		
Número máximo de esfuerzos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>SCH</b> CO4 - CO1 + CO3 + CO2			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en X	-0.04 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00 kN	kN	
Suma de las cargas en Y	0.02 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-8968.14 kN	kN	
Suma de las cargas en Z	-8968.14 kN	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	0.00 %	%	



Descripción	Valor	Unidad	Notas
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	532.56	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.686, 6.438, 3.102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-521.04	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.05	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1	mm	Barra núm. 28, x, 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4	mm	Nudo de EF núm. 182; (5.775, 4.850, 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2047.8	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo desplazamiento vectorial	2047.8	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo giro respecto al eje X	3.0	mrad	Barra núm. 27, x, 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-1180.1	mrad	Barra núm. 29, x, 0.059 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3	mrad	Barra núm. 48, x, 0.915 m
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	66		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	456.91	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   200   1			
Método iterativo	Segundo orden (P-A)		
Número máximo de iteraciones	200		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>IS51</b> C05 - CC1 + CC3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	-0.04	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en Z	0.02	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-8667.27	kN	Desviación: 0.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-8667.27	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	396.67	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.686, 6.438, 3.102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-513.85	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1	mm	Barra núm. 28, x, 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4	mm	Nudo de EF núm. 182; (5.775, 4.850, 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2047.4	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo desplazamiento vectorial	2047.4	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo giro respecto al eje X	3.0	mrad	Barra núm. 27, x, 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-1179.9	mrad	Barra núm. 28, x, 0.069 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0.2	mrad	Nudo de EF núm. 2305; (3.252, 1.770, 6.300 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	68		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	456.85	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   200   1			
Método iterativo	Segundo orden (P-A)		
Número máximo de iteraciones	200		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>IS51</b> C06 - CC1 + CC3 + 0.50 * CC2			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	-0.04	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00	kN	
Suma de las cargas en Y	0.02	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-8817.71	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-8817.71	kN	Desviación: 0.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-8817.71	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	464.61	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.686, 6.438, 3.102 m)

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Resultante de reacciones respecto a Y	-717.44	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.05	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1	mm	Barra núm. 28, x, 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4	mm	Nudo de EF núm. 182; (5.775, 4.850, 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2047.7	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo desplazamiento vectorial	2047.7	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo giro respecto al eje X	3.0	mrad	Barra núm. 27, x, 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-1180.1	mrad	Barra núm. 29, x, 0.142 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3	mrad	Barra núm. 48, x, 1.143 m
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	66		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	456.91	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   200   1			
Método iterativo	Segundo orden (P-A)		
Número máximo de iteraciones	200		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>IS51</b> C07 - CC1 + CC3			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	-0.04	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en Z	0.02	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-8667.27	kN	Desviación: 0.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-8667.27	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	396.67	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.686, 6.438, 3.102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-513.85	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1	mm	Barra núm. 28, x, 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4	mm	Nudo de EF núm. 182; (5.775, 4.850, 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2047.4	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo desplazamiento vectorial	2047.4	mm	Barra núm. 29, x, 0.237 m
Máximo giro respecto al eje X	3.0	mrad	Barra núm. 27, x, 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	-1179.9	mrad	Barra núm. 28, x, 0.069 m
Máximo giro respecto al eje Z	-0.2	mrad	Nudo de EF núm. 2305; (3.252, 1.770, 6.300 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	68		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	456.85	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   200   1			
Método iterativo	Segundo orden (P-A)		
Número máximo de iteraciones	200		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
■ <b>IS51</b> C08 - CC1 + CC3 + 0.30 * CC2			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	-0.04	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00	kN	
Suma de las cargas en Y	0.02	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	-8757.53	kN	Desviación: -100.00 %
Suma de las cargas en Z	-8757.53	kN	Desviación: 0.00 %
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-8757.53	kN	
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	437.43	kNm	En el centro de gravedad del modelo (8.686, 6.438, 3.102 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	-536.00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.06	kNm	En el centro de gravedad del modelo

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-5.1	mm	Barra núm. 28, x: 0.000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.4	mm	Nudo de EF núm. 02; (5.775; 4.650; 7.100 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-2048.3	mm	Barra núm. 26, x: 0.000 m
Máximo giro respecto al eje X	2048.3	mm	Barra núm. 29, x: 0.237 m
Máximo giro respecto al eje Y	3.0	mrad	Barra núm. 27, x: 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Z	-180.4	mrad	Barra núm. 29, x: 0.119 m
	-0.3	mrad	Nudo de EF núm. 23005; (3.252; 1.770; 6.300 m)
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	57		
Valor máximo de la matriz de rigidez en la diagonal	4.00e+12	--	
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	456.67	--	
Determinante de la matriz de rigidez	1.00	--	
Norma infinito	8.00e+12	--	
Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-Δ)   Pícaro   200   1			
Tipo de análisis	Segundo orden (P-Δ)		
Método iterativo	Pícaro		
Número máximo de iteraciones	200		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		

## 6 Resultados del análisis modal

Modo núm.	Valor propio A (1/seg <sup>2</sup> )	Frecuencia angular ω (rad/seg)	Frecuencia natural f (Hz)	Periodo natural T (s)
1	50.564	7.111	1.132	0.884
2	1514.949	38.922	6.165	0.161
3	1550.612	39.378	6.267	0.160
4	1679.392	40.960	6.522	0.153

Modo núm.	Masa modal [kg]	Masa modal eficaz trasl. [kg]	Masa modal eficaz rotac. [kgm <sup>2</sup> ]			Factor de masa modal eficaz trasl. [-]			Factor de masa modal eficaz rotac. [-]		
			m <sub>xx</sub>	m <sub>yy</sub>	m <sub>zz</sub>	f <sub>max</sub>	f <sub>med</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	f <sub>med</sub>	f <sub>min</sub>
Σ	71092.9	211915.0	811278.0	14295300.0	21063800.0	30959700.0	0.06 %	0.05 %	1.85 %	0.25 %	0.25 %
1	306218	65640.3	151	0.0	197	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8340.0	58101.6	41.5	417.0	206.45	28071.00	0.83 %	0.00	0.00	0.00	0.00
3	31624.2	90173.5	0.3	27.8	5445.62	4524.57	0.69 %	0.00	0.00	0.00	0.00
4	71092.9	211915.0	6208.6	0.2	6239.72	123863.00	0.81 %	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ	811278.0	211915.0	645.148	460.1	645.148	389419.00	0.26 %	0.008	0.001	0.000	0.018
%	26.12 %	0.77 %	0.06 %	0.05 %	1.85 %	0.25 %	0.05 %	0.001	0.000	0.000	0.003

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	4.8	mm	Barra núm. 44, x: 5.455 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.4	mm	Barra núm. 35, x: 2.033 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.6	mm	Nudo de EF núm. 183; (5.775; 7.006; 7.100 m)
Máximo giro respecto al eje X	4.8	mm	Barra núm. 44, x: 5.455 m
Máximo giro respecto al eje Y	0.5	mrad	Nudo de EF núm. 84; (7.864; 4.819; 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	1.7	mrad	Nudo de EF núm. 346; (0.000; 6.186; 0.000 m)
	1.1	mrad	Barra núm. 44, x: 9.919 m
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	4.8	mm	Barra núm. 44, x: 5.455 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.4	mm	Barra núm. 35, x: 2.033 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.6	mm	Nudo de EF núm. 183; (5.775; 7.006; 7.100 m)
Máximo giro respecto al eje X	0.5	mrad	Barra núm. 44, x: 5.455 m
Máximo giro respecto al eje Y	1.7	mrad	Nudo de EF núm. 84; (7.864; 4.819; 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	1.1	mrad	Nudo de EF núm. 346; (0.000; 6.186; 0.000 m)
	1.1	mrad	Barra núm. 44, x: 9.919 m

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Máximo desplazamiento en dirección X	0.8	mm	Nudo de EF núm. 174; (7.864; 4.359; 6.300 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	0.1	mm	Nudo de EF núm. 2630; (9.143; 11.653; 6.300 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.1	mm	Barra núm. 26, x: 0.000 m
Máximo giro respecto al eje X	0.1	mm	Barra núm. 26, x: 0.000 m
Máximo giro respecto al eje Y	0.1	mm	Nudo de EF núm. 84; (7.864; 4.819; 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0.2	mrad	Nudo de EF núm. 894; (9.921; 4.359; 1.064 m)
	0.2	mrad	Barra núm. 81, x: 1.026 m





**Capítulos**

1	Objetos básicos	3
2	Tipos para líneas	8
3	C. de carga y combinaciones	8
4	Cargas dinámicas	9
5	Lista de piezas	10
6	Resultados del análisis estático	10
7	Resultados del análisis modal	16
8	Resultados del análisis espectral	16

**PROYECTO**

TIPOLOGÍA 3

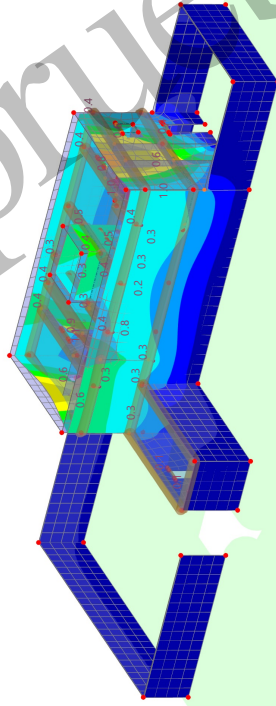
**CONTENIDO**

A	Modelo	Posición	3	3.2	Combinaciones de acciones	9
B	Modelo	Casos básicos	3	4	Cargas dinámicas	9
C	Configuración	de malla	3	4.1	Espectros de respuesta	9
1	Objetos	básicos	3	4.1.1	Espectros de respuesta - Parámetros	9
1.1	Materiales		4	5	Lista de piezas	10
1.2	Secciones		4	5.1	Lista de piezas. Todas por material	10
1.3	Espesores		4	6	Resultados del análisis estático	10
1.4	Barnes		4	6.1	Resumen	10
1.5	Superficies		7	7	Resultados del análisis modal	16
2	Tipos	para líneas	8	7.1	Frecuencias naturales	16
2.1	Apoyos	en línea	8	7.2	Masas modales eficaces	16
3	C. de carga	y combinaciones	8	8	Resultados del análisis espectral	16
3.1	Casos	de carga	8	8.1	Resumen	16
3.1.1	Casos	de carga - Espectro de respuesta	8			
3.1.2	Casos	de carga - Selección de modos	9			

**MODELO**

Modo de visualización  
CCI - Fijo propio  
Análisis estático  
Desplazamientos [u] [mm]

En la dirección axonométrica



## A MODELO, POSICIÓN

País	:	-
Código postal	:	
Ciudad	:	
Estado	:	
Latitud	:	deg
Longitud	:	deg
Altitud	:	m

## B MODELO, DATOS BÁSICOS

Nombre del modelo	:	TIPOLOGIA_3_Y1 (CALCULA)1f6
Descripción del modelo	:	
Tipo de modelo	:	3D

## Complementos

Análisis dinámico - Análisis modal  
 Análisis dinámico - Análisis del espectro de respuesta  
 Análisis dinámico - Análisis por empujes incrementales (pushover)  
 Cálculo de fábrica

Normas I	:	<ul style="list-style-type: none"> <li> EN 1990</li> <li> EN 1991</li> <li> EN 1992</li> <li> EN 1993</li> <li> EN 1994</li> <li> EN 1995</li> <li> EN 1996</li> <li> EN 1997</li> <li> EN 1998</li> <li> EN 1999</li> <li> EN 2000</li> <li> EN 2001</li> <li> EN 2002</li> <li> EN 2003</li> <li> EN 2004</li> <li> EN 2005</li> <li> EN 2006</li> <li> EN 2007</li> <li> EN 2008</li> <li> EN 2009</li> <li> EN 2010</li> <li> EN 2011</li> <li> EN 2012</li> <li> EN 2013</li> <li> EN 2014</li> <li> EN 2015</li> <li> EN 2016</li> <li> EN 2017</li> <li> EN 2018</li> <li> EN 2019</li> <li> EN 2020</li> </ul>
----------	---	--

Asistente para clasificación de casos de carga y combinaciones  
 Asistente para cargas  
 Grupo de normas para el cálculo de fábrica  
 Grupo de normas para análisis dinámico

Configuración y opciones : Aceleración gravitatoria / constante de conversión de masas : 10,00 m/s<sup>2</sup>  
 Ejes XYZ globales : Z ascendente  
 Ejes xyz locales : z descendente

Tolerancias : Tolerancia para nudos : 0,0050 m  
 Tolerancia para líneas : 0,0050 m  
 Tolerancia para superficies/planos : 0,0050 m  
 Tolerancia para circunferencias : 0,0050 m

CONFIGURACIÓN DE MALLA  
 General : Longitud prevista de elementos finitos : 0,500 m  
 Distancia máxima entre un nudo y una línea para integrar dentro de la línea : 0,001 m  
 Número máximo de nudos de malla (en miles) : 1000

Barras : Número de divisiones para el diagrama de resultados (cable, apoyo elástico, variación de canto, no linealidad) : 10  
 Num. de divisiones para tipos especiales de barras : 10  
 Número de divisiones para la determinación de valores máx./mín. : 10

Activar divisiones de barra para barras rectas, que no estén integradas en superficies, con el grupo de categoría de material homogéneo (necesario para cálculo no lineal) : 10  
 Número mínimo de divisiones de barra : 10  
 Activar divisiones de barra para el análisis de grandes deformaciones o postcrítico : 10  
 Activar divisiones de barra para barras rectas : 10  
 Número mínimo de divisiones de barra : 8  
 Activar división para barras con nudos que están sobre ellas : 8

Superficies : Razón máxima de diagonales rectangulares de EF : 1,800  
 Inclinación máxima fuera del plano de los elementos : 0,50  
 Forma de elementos finitos : Triángulos y cuadriláteros  
 Cuadrados fijos donde sea posible : Triángulos y cuadriláteros  
 Triángulos para membranas : Triángulos y cuadriláteros

Objetos básicos

## 1.1

Leyenda  
 Material definido por el usuario

## 1.2

R\_M1  
 200/100

## 1.3

CIRCLE\_M1  
 500

## 1.4

Viga

## MATERIALES

Material num.	Nombre del material	Tipo de material	Modelo de análisis	Opciones
1	Tápal	Fábrica	Isótopo   Fábrica   Plástico (superficies)	<input type="checkbox"/>
2	Ceño del Atlas	Madera	Isótopo   Elástico lineal	<input type="checkbox"/>

## SECCIONES

Sección num.	Material num.	Tipo de sección	Tipo de fabricación	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ]	I <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ]	Dimensiones totales l [mm]	h [mm]
1	1	R_M1 200/100   2 - Ceño del Atlas	Paramétrica - Maciza 1	4577,60	200,00	1666,67	166,67	200,0	100,0
2	2	CIRCLE_M1 500   2 - Ceño del Atlas	Paramétrica - Maciza 1	613892,32	1963,50	306796,16	1649,34	500,0	500,0

## ESPESORES

Espos. num.	Tipo	Asignada a superficie num.	Material	Símbolo	Valor	Unidad	Nudos	Dirección
1	Uniforme   d : 800,0 mm   1 - Tápal	1-10,12-15,17,28,30-32,35-38	1	d	800,0	mm		

## BARRAS

Borra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	β [deg]	Sección I [cm <sup>4</sup> ]	Articul. I   J	Excentricidad U [mm]	Longitud L [m]	Posición I   Y
1	146	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,650	I   Y
2	172	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,176	I   Y
3	367	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,176	I   Y
4	175	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,899	I   Y
5	119	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,650	I   Y
6	173	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,158	I   Y
7	369	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,158	I   Y
8	24	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,650	I   Y
9	174	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,125	I   Y
10	371	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,125	I   Y
11	124	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,650	I   Y
12	186	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,215	I   Y
13	373	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,215	I   Y
14	128	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,084	I   Y
15	163	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,236	I   Y
16	375	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,236	I   Y
17	132	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,650	I   Y
18	189	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,215	I   Y
19	377	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	0,215	I   Y
20	188	Viga Uniforme	Angulo	0,00	1	--	--	1,080	I   Y

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección de tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
21	114	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.650	II Y
22	184	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.215	II Y
23	379	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.215	II Y
24	187	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	1.080	II Y
25	65	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.650	II Y
26	185	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.215	II Y
27	381	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.215	II Y
28	87	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II Y
29	182	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
30	383	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
31	91	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II Y
32	183	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
33	385	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
34	180	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II Y
35	181	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II Y
36	100	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II X
37	166	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
38	387	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
39	96	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II X
40	187	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
41	389	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
42	335	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II X
43	164	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II X
44	109	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II Y
45	178	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
46	391	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
47	105	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II Y
48	179	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
49	393	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II Y
50	177	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II Y

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección de tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
51	176	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II Y
52	82	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II X
53	170	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
54	395	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
55	78	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.500	II X
56	171	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
57	397	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.138	II X
58	387	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II X
59	169	Viga Uniforme	Angulo	0.00	1	-	-	0.775	II X
60	254	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	12.657	II Y
61	19	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.347	II Y
62	287	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	9.910	II X
63	236	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.501	II X
64	415	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.752	II X
65	416	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.403	II X
66	414	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.498	II X
67	413	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.018	II X
68	1	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.741	II X
69	2	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.310	II Y
70	294	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.745	II Y
71	270	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.565	II Y
72	406	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.018	II X
73	405	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.498	II X
74	404	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.426	II X
75	11	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.729	II X
76	407	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.741	II X
77	411	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.018	II X
78	412	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.741	II X
79	3	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.729	II X
80	409	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.426	II X

**BARRAS**

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ [deg]	Sección I/M	Articul. I/J	Excentricidad I/J	Longitud L [m]	Posición I/X
81	410	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.498	X
82	4	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.310	Y
83	153	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.400	Y
84	155	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.400	Y
85	7	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.247	Y
86	5	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.247	Y
87	154	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.663	Y
88	162	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.663	Y
89	159	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.400	Y
90	15	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.247	Y
91	158	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.663	Y
92	160	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	1.663	Y
93	13	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.247	Y
94	161	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.400	Y
95	157	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.310	Y
96	150	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.310	Y
97	156	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.310	Y
98	149	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.310	Y
99	151	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	6.310	Y
100	162	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	3.900	Y
101	430	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.400	Y
102	18	Viga Uniforme	Angulo	0.00	2	-	-	2.501	X

**SUPERFICIES**

Superficie num.	Líneas num.	Contorno	Rigidez Tipo	Geometría Tipo	Espesor	Material	Posición	Opciones
21	206,203,223,270,294,229,207	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
22	144,146,248,270,276	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
23	171,243,270,276	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
24	217,262,270,276	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
25	265,213,267,268	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
26	248,212,211,213,246,247	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
27	200,209,207,229,304,309	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
28	219,221,222,220	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
30	12,408,228,203,204,209,230	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
31	63,67,310,218,225	Estándar	Estándar	Plana	1	1	YZ	
32	137,314,223,202,205,203,228,318,2	Estándar	Estándar	Plana	1	1	XZ	
33	55,321,320,277	Transmisión de cargas	Transmisión de cargas	Plana	1	1	XY	
34	271,402,270,407,404,11,408,12,309	Transmisión de cargas	Transmisión de cargas	Plana	1	1	XY	
35	2,412,409,3,4,416,413,1	Transmisión de cargas	Transmisión de cargas	Plana	1	1	XY	
36	431,432,238,241	Estándar	Estándar	Plana	1	1	XZ	
37	435,225,225,432	Estándar	Estándar	Plana	1	1	XZ	
38	61,911,4,192	Estándar	Estándar	Plana	1	1	XZ	
39	6,240,198,201	Estándar	Estándar	Plana	1	1	XZ	
39	17-19,256	Transmisión de cargas	Transmisión de cargas	Plana	1	1	XY	

**2 Tipos para líneas**

**APOYOS EN LÍNEA**

Apoyo num.	Líneas num.	Sistema de coordenadas	G. eje x $\beta$ [deg]	Muelle traslacional [kN/m]	Muelle rotacional [kNm/rad·m]
1	76,80,84,86,8	X1, Z global		C <sub>x</sub> C <sub>y</sub> C <sub>z</sub>	C <sub>rx</sub> C <sub>ry</sub> C <sub>rz</sub>
	8,89,93,94,96				
	103,107,111,1				
	22,128,134,13				
	4,138,141,146				
	265,266,269				
	277,278,320,3				
	21				

**3 C. de carga y combinaciones**

**CASOS DE CARGA**

CC num.	Config.	Valor	Unidad	Resolver
1	1.000 Peso propio Tipo de análisis: Geométricamente lineal   Newton-Raphson Categoría de acción: Permanente Peso propio - Factor en dirección X: 0.000 Peso propio - Factor en dirección Y: 0.000 Peso propio - Factor en dirección Z: -1.000			
2	1.000 Sobrecarga de Uso Tipo de análisis: Geométricamente lineal   Newton-Raphson Configuración del análisis estático: AE1 - Sobrecargas de uso - categoría A - zonas residenciales y domésticas Categoría de acción: Cubiertas			
3	1.000 Pesos Muertos Tipo de análisis: Geométricamente lineal   Newton-Raphson Configuración del análisis estático: AE1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson Categoría de acción: Permanente			
4	1.000 Analisis Modal Tipo de análisis: Modal Configuración del análisis modal: MCS1 - #4   Lanzas Importar masas de acción: CCI Categoría de acción: Acciones sísmicas			
5	1.000 Espectro de Respuesta Tipo de análisis: Espectro de Respuesta Configuración del análisis estático: SFS1 - SRSS   SRSS Importar análisis modal de acción: CCI Categoría de acción: Acciones sísmicas			

**CASOS DE CARGA - ESPECTRO DE RESPUESTA**

CC num.	Espectro de respuesta	X [-]	Y [-]	Z [-]	Factor de escala	Ciclo $\alpha$ [deg]	Comentario
5	ER1	ER1	Z	X [-]	1,000	Y [-]	0,000

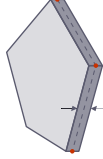
**SUPERFICIES**

Superficie num.	Contorno	Rigidez Tipo	Geometría Tipo	Espesor	Material	Posición	Opciones
1	138,281,269,262	Estándar	Plana	1	1	YZ	
2	139,280,268,261	Estándar	Plana	1	1	YZ	
3	140,255,266,260	Estándar	Plana	1	1	XZ	
4	135-137,141	Estándar	Plana	1	1	XZ	
5	135,142,274,275	Estándar	Plana	1	1	YZ	
6	143,274,272,279	Estándar	Plana	1	1	YZ	
7	12,408,257,134-122,263,17	Estándar	Plana	1	1	YZ	
8	18,263,265,264	Estándar	Plana	1	1	YZ	
9	19,264,266,268	Estándar	Plana	1	1	YZ	
10	9,304-309,237,235,288,273	Estándar	Plana	1	1	YZ	
12	112-116,238-240	Estándar	Plana	1	1	XZ	
13	14,231,105-94,233	Estándar	Plana	1	1	YZ	
14	13,231,85-93,232	Estándar	Plana	1	1	YZ	
15	13,192,201,196,195,193	Estándar	Plana	1	1	YZ	
17	103-111,233,19,1200,198,194,190,2	Estándar	Plana	1	1	YZ	
18	78,4,284,180,194,197,195,193,232	Estándar	Plana	1	1	XZ	
19	2,277,271,265	Estándar	Plana	1	1	YZ	
20	251,215,268,216,217,249,250	Estándar	Plana	1	1	YZ	

**SUPERFICIES**

- Observado para el cálculo
- Región de influencia
- Pólos para surfacidos
- Transmisión de cargas

Plana



## CASOS DE CARGA - SELECCIÓN DE MODOS

CC num.	Modo num.	Para generar	Periodo T [s]	Amplitud S <sub>av</sub>	Amplitud S <sub>av</sub>	Amplitud S <sub>av</sub>	Factor [-]	f <sub>max</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	f <sub>min</sub>	M <sub>Ed</sub> / Σ M [-]	f <sub>max</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	f <sub>min</sub>	
5	1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.183	2.89	2.89	2.89	0.004	0.016	0.000	0.288	0.463	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.150	2.89	2.89	2.89	0.030	0.005	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.142	2.89	2.89	2.89	0.000	0.452	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	<input checked="" type="checkbox"/>	0.109	2.89	2.89	2.89	0.235	0.009	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-

## COMBINACIONES DE ACCIONES

CA num.	Config.	Valor	Activa
1	<b>ELU1</b> 1.35 * A1 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>ELU1</b> SP1 - ELU (STRGEO) - Permanente y transitoria - Ec. 6.10 Situación de proyecto num. 1	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<b>ELU2</b> 1.35 * A1 + 1.50 * A2 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>ELU2</b> SP1 - ELU (STRGEO) - Permanente y transitoria - Ec. 6.10 Situación de proyecto num. 1	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<b>S1C1</b> A1 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>S1C1</b> SP2 - ELS - Característica Situación de proyecto num. 2	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<b>S1C1</b> A1 + A2 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>S1C1</b> SP2 - ELS - Característica Situación de proyecto num. 2	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<b>S1E1</b> A1 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>S1E1</b> SP3 - ELS - Frecuente Situación de proyecto num. 3	<input checked="" type="checkbox"/>
6	<b>S1E1</b> A1 + 0.50 * A2 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>S1E1</b> SP3 - ELS - Frecuente Situación de proyecto num. 3	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<b>S1C1</b> A1 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>S1C1</b> SP4 - ELS - Cuspidamente Situación de proyecto num. 4	<input checked="" type="checkbox"/>
8	<b>S1C1</b> A1 + 0.30 * A2 Situación de proyecto Combinaciones de carga generadas Generada mediante	<b>S1C1</b> SP4 - ELS - Cuspidamente Situación de proyecto num. 4	<input checked="" type="checkbox"/>

## Cargas dinámicas

## ESPECTROS DE RESPUESTA

ER num.	Definición Tipo	Comentario
1	Según la norma - NCSE-02   2009	

## ESPECTROS DE RESPUESTA - PARÁMETROS

ER num.	Parámetro	Simbolo	Valor	Unidad	Referencia
1	Según la norma - NCSE-02   2009				
	Tipo de espectro				
	Forma del espectro				
	Dirección del espectro				
	Tipo de suelo de cimentación				
	Acción sísmica				
	Aceleración sísmica básica	a/g	0.140	-	
	Aceleración sísmica básica	a <sub>g</sub>	1.40	m/s <sup>2</sup>	
	Coefficiente de riesgo adimensional	p	1.000	-	
	Coefficientes	Q	5.00	%	2.5
	Razón de amortiguamiento	v	1.000	-	2.5
	Factor dependiente de la relación de amortiguamiento	μ	3.73.1	-	3.73.1
	Coefficiente de comportamiento de ductilidad	β	1.000	-	
	Relación de respuestas	ρ	1.000	-	
	Período del tipo de suelo de cimentación	K	1.000	-	T <sub>Ed</sub> . 2.1
	Factor de respuesta	S	1.000	-	2.2
	Parámetro del suelo   Tipo de suelo de cimentación	S	0.827	-	2.2
	Coefficiente de amplificación del suelo	S	1.16	m/s <sup>2</sup>	2.2
	Aceleración sísmica de cálculo	T <sub>a</sub>	0.100	s	2.3
	Periodo característico del espectro	T <sub>a</sub>	0.100	s	2.3
	Periodo característico del espectro	T <sub>b</sub>	0.400	s	2.3

## ESPECTROS DE RESPUESTA - PARÁMETROS

ER num.	Parámetro	Simbolo	Valor	Unidad	Referencia
	Periodo máximo	T <sub>max</sub>	4.000	s	

## 5 Lista de piezas

## LISTA DE PIEZAS. TODAS POR MATERIAL

Material num.	Nombre del material	Tipo de objeto	Revest. total C <sub>1</sub> [m <sup>2</sup> ]	Volumen total V <sub>1</sub> [m <sup>3</sup> ]	Masa total M <sub>1</sub> [t]
1	Tegulaj	Superficies	1183.491	389.206	662.770
Total			1183.491	389.206	662.770
2	Ceño de Alías	Barra	274.300	30.560	18.336
Total			274.300	30.560	18.336
Σ Total			1457.792	399.766	681.106

## Listas de piezas

## 6 Resultados del análisis estático

## 6.1 RESUMEN

Descripción	Valor	Unidad	Notas
<b>CC1</b> - Peso propio			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00	kN	
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00	kN	
Suma de las cargas en Z	-6862.04	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-6862.04	kN	Desviación: 0.00 %
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-126.00	kNm	En el centro de gravedad del modelo (365.568, 62.375, 2.455 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	168.21	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0.00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-0.7	mm	Nudo de EF num. 1294: (373.143, 63.005, 5.900 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.2	mm	Nudo de EF num. 1793: (363.135, 64.470, 4.975 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	-0.9	mm	Nudo de EF num. 120: (363.135, 62.537, 0.000 m)
Máximo desplazamiento vectorial	1.1	mm	Barra num. 96, x: 3.986 m
Máximo giro respecto al eje X	0.8	mrad	Nudo de EF num. 135: (360.732, 61.476, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0.6	mrad	Nudo de EF num. 96: (367.765, 62.492, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3	mrad	Barra num. 8, x: 0.325 m
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	2.53e+11		
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3602770.00		
Determinante de la matriz de rigidez	1.00		
Norma infinito	5.10e+11		
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson			
Tipo de análisis	Geométricamente lineal		
Método iterativo	Newton-Raphson		
Número máximo de iteraciones	100		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
<b>CC2</b> - Sobrecarga de Uso			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00	kN	
Suma de las cargas en X	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	0.00	kN	
Suma de las cargas en Y	0.00	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00	kN	
Suma de las cargas en Z	-314.17	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-314.17	kN	Desviación: 0.00 %
Resultante de reacciones			
Resultante de reacciones respecto a X	-82.89	kNm	En el centro de gravedad del modelo (365.568, 62.375, 2.455 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	223.48	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0.00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-0.1	mm	Nudo de EF num. 1294: (373.143, 63.005, 5.900 m)
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.2	mm	Nudo de EF num. 1675: (364.461, 61.168, 2.675 m)
Máximo desplazamiento en dirección Z	0.2	mm	Barra num. 96, x: 3.986 m
Máximo desplazamiento vectorial	0.2	mm	Barra num. 96, x: 3.986 m
Máximo giro respecto al eje X	0.1	mrad	Barra num. 96, x: 3.986 m

## Análisis estático





Descripción	Valor	Unidad	Notas
Configuración del análisis estático num. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modo de ligadura	<input type="checkbox"/>		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Mindlin		
Técnica de flexión de placas	Mindlin		
<b>IS</b>   <b>CO3</b> - <b>CC1</b> + <b>CC3</b>			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN		
Suma de las cargas en X	0.04 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	-0.3 mm		
Suma de las cargas en Y	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00 kN		
Suma de las cargas en Z	-7.26622 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-7.26622 kN		
Desviación: -100.00 %			
Resultante de reacciones	-210.93 kNm		
Resultante de reacciones respecto a X	381.93 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.03 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.03 kNm		
En el centro de gravedad del modelo (365.568, 62.375, 2.455 m)			
En el centro de gravedad del modelo			
En el centro de gravedad del modelo			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-0.7 mm		
Nudo de EF num. 1294: (373.143, 63.005, 5.900 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1.0 mm		
Nudo de EF num. 1793: (363.135, 64.470, 4.975 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Z	1.2 mm		
Máximo desplazamiento vectorial	1.2 mm		
Barra num. 98, x: 3.155 m			
Máximo giro respecto al eje X	-0.8 mrad		
Nudo de EF num. 135: (360.732, 61.476, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Y	0.6 mrad		
Nudo de EF num. 98: (367.795, 62.492, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3 mrad		
Barra num. 8, x: 0.325 m			
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	2.53e+11		
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3622770.00		
Determinante de la matriz de rigidez	1.00		
Norma infinito	5.10e+11		
Configuración del análisis estático num. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modo de ligadura	<input type="checkbox"/>		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Mindlin		
Técnica de flexión de placas	Mindlin		
<b>IS</b>   <b>CO1</b> - <b>CC1</b> + <b>CC3</b> + <b>CC3</b>			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN		
Suma de las cargas en X	0.04 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	-0.3 mm		
Suma de las cargas en Y	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00 kN		
Suma de las cargas en Z	-7.59039 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-7.59039 kN		
Desviación: -100.00 %			
Resultante de reacciones	-293.76 kNm		
Resultante de reacciones respecto a X	615.63 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.02 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.02 kNm		
En el centro de gravedad del modelo (365.568, 62.375, 2.455 m)			
En el centro de gravedad del modelo			
En el centro de gravedad del modelo			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-0.8 mm		
Nudo de EF num. 1294: (373.143, 63.005, 5.900 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Y	-0.3 mm		
Nudo de EF num. 1793: (363.135, 64.470, 4.975 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Z	1.3 mm		
Máximo desplazamiento vectorial	1.3 mm		
Barra num. 98, x: 3.155 m			
Máximo giro respecto al eje X	-0.8 mrad		
Nudo de EF num. 135: (360.732, 61.476, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Y	0.7 mrad		
Nudo de EF num. 98: (367.795, 62.492, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3 mrad		
Barra num. 8, x: 0.325 m			
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	2.53e+11		
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3622770.00		
Determinante de la matriz de rigidez	1.00		
Norma infinito	5.10e+11		
Configuración del análisis estático num. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modo de ligadura	<input type="checkbox"/>		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Mindlin		
Técnica de flexión de placas	Mindlin		
<b>IS</b>   <b>CO6</b> - <b>CC1</b> + <b>CC3</b>			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN		
Suma de las cargas en X	0.04 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	-0.3 mm		
Suma de las cargas en Y	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00 kN		
Suma de las cargas en Z	-7.26622 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-7.26622 kN		
Desviación: -100.00 %			
Resultante de reacciones	-210.93 kNm		
Resultante de reacciones respecto a X	381.93 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.03 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.03 kNm		
En el centro de gravedad del modelo (365.568, 62.375, 2.455 m)			
En el centro de gravedad del modelo			
En el centro de gravedad del modelo			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-0.7 mm		
Nudo de EF num. 1294: (373.143, 63.005, 5.900 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1.0 mm		
Nudo de EF num. 1793: (363.135, 64.470, 4.975 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Z	1.2 mm		
Máximo desplazamiento vectorial	1.2 mm		
Barra num. 98, x: 3.155 m			
Máximo giro respecto al eje X	-0.8 mrad		
Nudo de EF num. 135: (360.732, 61.476, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Y	0.6 mrad		
Nudo de EF num. 98: (367.795, 62.492, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3 mrad		
Barra num. 8, x: 0.325 m			
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	2.53e+11		
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3622770.00		
Determinante de la matriz de rigidez	1.00		
Norma infinito	5.10e+11		
Configuración del análisis estático num. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		
Modo de ligadura	<input type="checkbox"/>		
Número de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Mindlin		
Técnica de flexión de placas	Mindlin		
<b>IS</b>   <b>CO6</b> - <b>CC1</b> + <b>CC3</b> + <b>CC3</b>			
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0.00 kN		
Suma de las cargas en X	0.04 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en X	-0.3 mm		
Suma de las cargas en Y	0.00 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.00 kN		
Suma de las cargas en Z	-7.42330 kN		
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-7.42330 kN		
Desviación: -100.00 %			
Resultante de reacciones	-252.33 kNm		
Resultante de reacciones respecto a X	503.60 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Y	-0.02 kNm		
Resultante de reacciones respecto a Z	-0.02 kNm		
En el centro de gravedad del modelo (365.568, 62.375, 2.455 m)			
En el centro de gravedad del modelo			
En el centro de gravedad del modelo			
Deformaciones máximas			
Máximo desplazamiento en dirección X	-0.8 mm		
Nudo de EF num. 1294: (373.143, 63.005, 5.900 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1.1 mm		
Nudo de EF num. 1793: (363.135, 64.470, 4.975 m)			
Máximo desplazamiento en dirección Z	1.2 mm		
Máximo desplazamiento vectorial	1.2 mm		
Barra num. 98, x: 3.155 m			
Máximo giro respecto al eje X	-0.8 mrad		
Nudo de EF num. 135: (360.732, 61.476, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Y	0.6 mrad		
Nudo de EF num. 98: (367.795, 62.492, 0.000 m)			
Máximo giro respecto al eje Z	-0.3 mrad		
Barra num. 8, x: 0.325 m			
Estadística del cálculo			
Número de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	2.53e+11		
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	3622770.00		
Determinante de la matriz de rigidez	1.00		
Norma infinito	5.10e+11		
Configuración del análisis estático num. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1	Segundo orden (P-A)		
Método iterativo	Picard		
Número máximo de iteraciones	100		







Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ [deg]	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L [m]	Posición
17	217	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	2.050	II Y
18	162	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II Y
19	161	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II Y
20	165	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	1.103	II X
21	219	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	2.050	II X
22	220	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	2.050	II X
23	166	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II X
24	167	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II X
25	221	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	1.176	II X
26	222	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	1.100	II Y
27	171	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	1.563	II Y
28	173	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	1.100	II Y
29	172	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	1.563	II Y
30	218	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	2.050	II Y
31	164	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II Y
32	163	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II Y
33	169	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II X
34	168	Viga Uniforme	Angulo	0.00	7	--	--	0.806	II X
35	268	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	8.423	II Y
36	209	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	8.423	II Y
37	265	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	5.159	II X
38	312	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.610	II X

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ [deg]	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L [m]	Posición
39	313	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.800	II X
40	314	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.212	II X
41	315	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.451	II X
42	316	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.280	II X
43	317	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.927	II X
44	381	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	5.159	II X
45	363	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.610	II X
46	384	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.800	II X
47	385	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.212	II X
48	386	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.451	II X
49	387	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.280	II X
51	212	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	8.816	II Y
52	303	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.200	II Y
53	355	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.200	II Y
54	357	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	6.223	II Y
55	363	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	0.213	II Y
56	367	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	2.380	II Y
57	200	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	7.622	II X
58	319	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	7.658	II X
59	251	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	0.325	II X
60	290	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	1.048	II X
61	291	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	0.814	II X
62	292	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8	--	--	0.350	II X

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
63	253	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.451	II X
64	294	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.280	II X
65	295	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.927	II X
66	329	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			0.193	II X
67	332	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			0.766	II X
68	407	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.607	II X
69	202	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			0.950	II Y
70	333	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			0.989	II Y
71	409	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.204	II Y
72	410	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			6.573	II Y
73	411	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			1.500	II Y
74	206	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			5.159	II X
75	412	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
76	413	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
77	414	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
78	415	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
80	416	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
81	417	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
82	419	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
83	420	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
85	421	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
86	422	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
87	388	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.927	II X

Barra num.	Línea num.	Distribución de la sección del tipo de barra	Giro Tipo	$\beta$ (deg)	Sección I(kg)	Articul. i/j	Excentricidad i/j	Longitud L (m)	Posición
88	424	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
89	425	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
90	426	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
91	427	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
92	428	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
93	429	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
94	430	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
95	431	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
96	432	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			8.816	II Y
97	433	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.200	II Y
100	436	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			1.110	II XY
101	437	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			0.193	II XY
102	438	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.607	II XY
103	439	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.212	II XY
104	440	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.451	II XY
105	441	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.280	II XY
106	442	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.927	II XY
107	199	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.927	II X
108	443	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.280	II X
109	444	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.451	II X
110	445	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.212	II X
111	446	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.800	II X
112	447	Viga Uniforme	Angulo	0.00	8			2.610	II X





4 Cargas dinámicas

4.1 ESPECTROS DE RESPUESTA

ER num.	Definición	Comentario
1	Según la norma - NCSE-02   2009	

4.1.1 ESPECTROS DE RESPUESTA - PARÁMETROS

ER num.	Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad	Referencia
1	Según la norma - NCSE-02   2009				
	Tipo de espectro		Espectro de cálculo		
	Forma del espectro		Horizontal		
	Dirección del espectro				
	Tipo de suelo de cimentación				
	Acción sísmica				
	Aceleración sísmica básica	a <sub>g</sub>	0,140	-	
	Factor de reducción	q	1,40	m/s <sup>2</sup>	
	Coefficiente de riesgo admisional	p	1,000	-	
	Coefficientes				
	Razón de amortiguamiento	D	5,00 %	2,5	
	Factor dependiente de la relación de amortiguamiento	V	1,000	-	2,5
	Coefficiente de comportamiento de ductilidad	μ	3,7,3,1	-	3,7,3,1
	Relación de respuestas	β	1,000	-	3,7,3,1
	Parámetros del tipo de suelo de cimentación				
	Factor de contribución	K	1,000	-	Tab. 2.1
	Parámetro del suelo   Tipo de cimentación	C	1,000	-	2,2
	Coefficiente de amplificación del suelo	S	0,827	-	2,2
	Aceleración sísmica de cálculo	a <sub>c</sub>	1,16	m/s <sup>2</sup>	2,2
	Periodo característico del espectro	T <sub>a</sub>	0,100	s	2,3
	Periodo característico del espectro	T <sub>b</sub>	0,400	s	2,3
	Periodo máximo	T <sub>max</sub>	4,000	s	2,3

5 Lista de piezas

5.1 LISTA DE PIEZAS. TODAS POR MATERIAL

Materia	Nombre del material	Revest. total	Volumen total	Mesa total
num.		C <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ]	V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	M <sub>i</sub> [t]
1	Tapial	165,1696	542,895	977,211
Total		165,1696	542,895	977,211
2	Ceño del Alías	466,452	55,639	33,365
Total		466,452	55,639	33,365
Σ Total		2,148,118	598,504	10,10,576

6 Resultados del análisis estático

6.1 RESUMEN

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Z	-10,93650	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-10,93650	kN	
Resultante de reacciones	1073,41	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	200,23	kNm	En el centro de gravedad del modelo (-10,857, 1,490, 3,706 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas	-0,4	mm	Nudo de EF Num. 2053: (-5,626, 4,462, 7,854 m)
Máximo desplazamiento en dirección X	-1,8	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-2,9	mm	Barra num. 113: x: 4,334 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	2,9	mm	Barra num. 113: x: 4,334 m
Máximo desplazamiento vectorial	1,0	mrad	Nudo de EF num. 66: (-10,563, 0,793, 0,000 m)
Máximo giro respecto al eje X	1,2	mrad	Nudo de EF num. 96: (-6,427, 0,020, 0,000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	-0,1	mrad	Nudo de EF num. 2865: (-3,138, 5,164, 7,355 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,38e+11	-	

6.1 RESUMEN

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	88897,50	-	
Norma infinito	1,00	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson	2,79e+11	-	
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Numero de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Z	-723,29	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-723,29	kN	Desviación: 0,00 %
Resultante de reacciones	1113,19	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	171,65	kNm	En el centro de gravedad del modelo (-10,857, 1,490, 3,706 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas	0,1	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección X	-1,0	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,4	mrad	Barra num. 113: x: 1,539 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Nudo de EF num. 2038: (-7,246, 4,462, 7,780 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,0	mrad	Nudo de EF num. 2038: (-7,246, 4,462, 7,780 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,38e+11	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson	88897,50	-	
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Z	-813,83	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-813,83	kN	Desviación: 0,00 %
Resultante de reacciones	693,88	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	50,47	kNm	En el centro de gravedad del modelo (-10,857, 1,490, 3,706 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas	0,1	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección X	-1,1	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,4	mrad	Barra num. 105: x: 1,429 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Barra num. 105: x: 1,429 m
Máximo giro respecto al eje Y	0,0	mrad	Nudo de EF num. 160: (-7,962, 4,462, 7,880 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,38e+11	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson	88897,50	-	
Teoría de flexión de placas	Mindlin		

6.1 RESUMEN

Descripción	Valor	Unidad	Notas
Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	88897,50	-	
Norma infinito	1,00	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson	2,79e+11	-	
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Numero de incrementos de carga	1		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Z	-723,29	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-723,29	kN	Desviación: 0,00 %
Resultante de reacciones	1113,19	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	171,65	kNm	En el centro de gravedad del modelo (-10,857, 1,490, 3,706 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas	0,1	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección X	-1,0	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,4	mrad	Barra num. 113: x: 1,539 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Nudo de EF num. 2038: (-7,246, 4,462, 7,780 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0,0	mrad	Nudo de EF num. 2038: (-7,246, 4,462, 7,780 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,38e+11	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson	88897,50	-	
Método iterativo	Newton-Raphson		
Numero máximo de iteraciones	100		
Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>		
Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>		
Método para el sistema de ecuaciones	Directo asimétrico		
Teoría de flexión de placas	Mindlin		
Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en X	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Y	0,00	kN	
Suma de las fuerzas en Z	-813,83	kN	
Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-813,83	kN	Desviación: 0,00 %
Resultante de reacciones	693,88	kNm	
Resultante de reacciones respecto a X	50,47	kNm	En el centro de gravedad del modelo (-10,857, 1,490, 3,706 m)
Resultante de reacciones respecto a Y	0,00	kNm	En el centro de gravedad del modelo
Resultante de reacciones respecto a Z	0,00	kNm	
Deformaciones máximas	0,1	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección X	-1,1	mm	Barra num. 6: x: 0,000 m
Máximo desplazamiento en dirección Y	-1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento en dirección Z	1,4	mm	Barra num. 113: x: 4,105 m
Máximo desplazamiento vectorial	-0,4	mrad	Barra num. 105: x: 1,429 m
Máximo giro respecto al eje X	0,1	mrad	Barra num. 105: x: 1,429 m
Máximo giro respecto al eje Y	0,0	mrad	Nudo de EF num. 160: (-7,962, 4,462, 7,880 m)
Máximo giro respecto al eje Z	0,0	mrad	
Estadística del cálculo			
Numero de iteraciones	2		
Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1,38e+11	-	
Configuración del análisis estático num. 1 - Geométricamente lineal   Newton-Raphson	88897,50	-	
Teoría de flexión de placas	Mindlin		

6.1	RESUMEN	Análisis estático	Valor	Unidad	Notas
	Tipo de análisis	Geométricamente lineal			
	Método iterativo	Néstor-Rapin	100		
	Número máximo de iteraciones	1			
	Número de incrementos de carga	1			
	Método para el sistema de ecuaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Solucionador directo asimétrico			
	Método para el sistema de ecuaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Solucionador directo asimétrico			
	Teoría de flexión de placas	Mindlin			
	SEMI SP1 - Combinación simplificada de masas - psi-EI				
	Deformaciones máximas				
	Máximo desplazamiento en dirección X	-0.5 mm			Nudo de EF Núm. 2063: (-5.626, 4.462, 7.854 m) [CO1]
	Máximo desplazamiento en dirección Y	-3.1 mm			Barra Núm. 6, x: 0.000 m [CO1]
	Máximo desplazamiento en dirección Z	-4.7 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO1]
	Máximo desplazamiento vectorial	4.7 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO1]
	Máximo giro respecto al eje X	-1.2 mrad			Barra Núm. 113, x: 1.539 m [OO1]
	Máximo giro respecto al eje Y	1.3 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m) [CO1]
	Máximo giro respecto al eje Z	-0.1 mrad			Nudo de EF Núm. 2985: (-51.159, 5.184, 7.585 m) [CO1]
	SEMI SP2 - ELS - Característica				
	Deformaciones máximas				
	Máximo desplazamiento en dirección X	-0.5 mm			Nudo de EF Núm. 2063: (-5.626, 4.462, 7.854 m) [CO2]
	Máximo desplazamiento en dirección Y	-3.8 mm			Barra Núm. 6, x: 0.000 m [CO2]
	Máximo desplazamiento en dirección Z	-5.8 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO3]
	Máximo desplazamiento vectorial	5.8 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO3]
	Máximo giro respecto al eje X	-1.5 mrad			Barra Núm. 113, x: 1.539 m [CO3]
	Máximo giro respecto al eje Y	1.3 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m) [CO2]
	Máximo giro respecto al eje Z	-0.1 mrad			Nudo de EF Núm. 2985: (-51.159, 5.184, 7.585 m) [CO3]
	SEMI SP3 - ELS - Frecuente				
	Deformaciones máximas				
	Máximo desplazamiento en dirección X	-0.5 mm			Nudo de EF Núm. 2063: (-5.626, 4.462, 7.854 m) [CO4]
	Máximo desplazamiento en dirección Y	-3.3 mm			Barra Núm. 6, x: 0.000 m [CO5]
	Máximo desplazamiento en dirección Z	-5.0 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO5]
	Máximo desplazamiento vectorial	5.0 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO5]
	Máximo giro respecto al eje X	-1.3 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m) [CO4]
	Máximo giro respecto al eje Y	1.3 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m) [CO4]
	Máximo giro respecto al eje Z	-0.1 mrad			Nudo de EF Núm. 2985: (-51.159, 5.184, 7.585 m) [CO5]
	SEMI SP4 - ELS - Cuasiestamiento				
	Deformaciones máximas				
	Máximo desplazamiento en dirección X	-0.5 mm			Nudo de EF Núm. 2063: (-5.626, 4.462, 7.854 m) [CO6]
	Máximo desplazamiento en dirección Y	-3.1 mm			Barra Núm. 6, x: 0.000 m [CO7]
	Máximo desplazamiento en dirección Z	-4.7 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO7]
	Máximo desplazamiento vectorial	4.7 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m [CO7]
	Máximo giro respecto al eje X	-1.2 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m) [CO6]
	Máximo giro respecto al eje Y	1.3 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m) [CO6]
	Máximo giro respecto al eje Z	-0.1 mrad			Nudo de EF Núm. 2985: (-51.159, 5.184, 7.585 m) [CO7]
	SEMI CO1 - C1 + C3 + 0.30 * CC2				
	Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos				
	Suma de las cargas en X	0.00 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las fuerzas en los apoyos en X	-0.01 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las cargas en Y	0.00 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.08 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las cargas en Z	-11827.30 kN			Desviación: 0.00 %
	Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-11850.30 kN			Desviación: 0.00 %
	Resultante de reacciones				
	Resultante de reacciones respecto a X	2.0184 kNm			En el centro de gravedad del modelo (-10.887, 1.480, 3.706 m)
	Resultante de reacciones respecto a Y	301.94 kNm			En el centro de gravedad del modelo
	Resultante de reacciones respecto a Z	0.07 kNm			En el centro de gravedad del modelo
	Deformaciones máximas				
	Máximo desplazamiento en dirección X	-0.5 mm			Nudo de EF Núm. 2063: (-5.626, 4.462, 7.854 m)
	Máximo desplazamiento en dirección Y	-3.1 mm			Barra Núm. 6, x: 0.000 m
	Máximo desplazamiento en dirección Z	-4.7 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m
	Máximo desplazamiento vectorial	4.7 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m
	Máximo giro respecto al eje X	-1.2 mrad			Barra Núm. 113, x: 1.539 m
	Máximo giro respecto al eje Y	1.3 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m)
	Máximo giro respecto al eje Z	-0.1 mrad			Nudo de EF Núm. 2985: (-51.159, 5.184, 7.585 m)
	Estadística del cálculo				
	Número de iteraciones	2			
	Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1.38e+11			
	Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	88887.50			
	Determinante de la matriz de rigidez	1.00			
	Norma Infinito	2.79e+11			
	Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1				
	Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)			
	Método iterativo	Picard			
	Número máximo de iteraciones	100			
	Número de incrementos de carga	1			
	Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>			
	Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Método para el sistema de ecuaciones	Mindlin			
	Teoría de flexión de placas				

6.1	RESUMEN	Análisis estático	Valor	Unidad	Notas
	Tipo de análisis	Geométricamente lineal			
	Método iterativo	Néstor-Rapin	100		
	Número máximo de iteraciones	1			
	Número de incrementos de carga	1			
	Método para el sistema de ecuaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Solucionador directo asimétrico			
	Método para el sistema de ecuaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Solucionador directo asimétrico			
	Teoría de flexión de placas	Mindlin			
	SEMI CO2 - C01 + C03				
	Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos				
	Suma de las cargas en X	0.00 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las fuerzas en los apoyos en X	-0.01 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las cargas en Y	0.00 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las fuerzas en los apoyos en Y	0.08 kN			Desviación: -100.00 %
	Suma de las cargas en Z	-11650.30 kN			Desviación: 0.00 %
	Suma de las fuerzas en los apoyos en Z	-11650.30 kN			Desviación: 0.00 %
	Resultante de reacciones				
	Resultante de reacciones respecto a X	1767.86 kNm			En el centro de gravedad del modelo (-10.887, 1.480, 3.706 m)
	Resultante de reacciones respecto a Y	250.46 kNm			En el centro de gravedad del modelo
	Resultante de reacciones respecto a Z	0.06 kNm			En el centro de gravedad del modelo
	Deformaciones máximas				
	Máximo desplazamiento en dirección X	-0.4 mm			Nudo de EF Núm. 2063: (-5.626, 4.462, 7.854 m)
	Máximo desplazamiento en dirección Y	-2.8 mm			Barra Núm. 6, x: 0.000 m
	Máximo desplazamiento en dirección Z	-4.3 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m
	Máximo desplazamiento vectorial	4.3 mm			Barra Núm. 113, x: 4.105 m
	Máximo giro respecto al eje X	1.1 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m)
	Máximo giro respecto al eje Y	1.3 mrad			Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m)
	Máximo giro respecto al eje Z	-0.1 mrad			Nudo de EF Núm. 2985: (-51.159, 5.184, 7.585 m)
	Estadística del cálculo				
	Número de iteraciones	2			
	Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	1.38e+11			
	Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal	88887.50			
	Determinante de la matriz de rigidez	1.00			
	Norma Infinito	2.79e+11			
	Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1				
	Tipo de análisis	Segundo orden (P-A)			
	Método iterativo	Picard			
	Número máximo de iteraciones	100			
	Número de incrementos de carga	1			
	Modificar carga por factor multiplicador	<input type="checkbox"/>			
	Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Solucionador directo asimétrico	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Método para el sistema de ecuaciones	Mindlin			
	Teoría de flexión de placas				

Descripción	Valor	Unidad	Notas
<p><b>IS501</b> CO4 - CC1 + CC3</p> <p>Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos</p> <p>Suma de las cargas en X</p> <p>Suma de las fuerzas en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en Z</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en X</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Z</p>	<p>0.00 kN</p> <p>-0.01 kN</p> <p>0.00 kN</p> <p>0.08 kN</p> <p>-11650.30 kN</p> <p>1767.86 kNm</p> <p>250.45 kNm</p> <p>0.06 kNm</p>	<p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: 0.00 %</p>	<p>En el centro de gravedad del modelo (-10.857, 1.490, 3.706 m)</p> <p>En el centro de gravedad del modelo</p>
<p>Resultante de reacciones</p> <p>Resultante de reacciones respecto a X</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Y</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Z</p>	<p>1767.86 kNm</p> <p>250.45 kNm</p> <p>0.06 kNm</p>		<p>En el centro de gravedad del modelo (-10.857, 1.490, 3.706 m)</p> <p>En el centro de gravedad del modelo</p>
<p>Deformaciones máximas</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección X</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Y</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Z</p> <p>Máximo desplazamiento vectorial</p> <p>Máximo giro respecto al eje X</p> <p>Máximo giro respecto al eje Y</p> <p>Máximo giro respecto al eje Z</p>	<p>-0.4 mm</p> <p>-2.8 mm</p> <p>4.3 mm</p> <p>1.1 mrad</p> <p>1.3 mrad</p> <p>-0.1 mrad</p>		<p>Nudo de EF Núm. 2053: (-5.626, 4.462, 7.854 m)</p> <p>Barra Núm. 6, x: 0.000 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 98: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 2985: (-5.159, 5.184, 7.595 m)</p>
<p>Estadística del cálculo</p> <p>Número de iteraciones</p> <p>Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Determinante de la matriz de rigidez</p> <p>Norma Infinito</p>	<p>2</p> <p>1.38e+11</p> <p>88887.50</p> <p>1.00</p> <p>2.79e+11</p>		
<p>Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1</p> <p>Tipo de análisis</p> <p>Método iterativo</p> <p>Segundo orden (P-A)</p> <p>Picard</p> <p>Número máximo de iteraciones</p> <p>Número de incrementos de carga</p> <p>Modificar carga por factor multiplicador</p> <p>Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras</p> <p>Solucionador directo asimétrico</p> <p>Método para el sistema de ecuaciones</p> <p>Teoría de flexión de placas</p>	<p>100</p> <p>1</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Directo asimétrico</p> <p>Mindlin</p>		
<p><b>IS501</b> CO5 - CC1 + CC3 + 0.50 * CC2</p> <p>Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos</p> <p>Suma de las cargas en X</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en X</p> <p>Suma de las cargas en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Z</p>	<p>0.00 kN</p> <p>-0.01 kN</p> <p>0.00 kN</p> <p>0.08 kN</p> <p>-12012.00 kN</p>	<p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: 0.00 %</p>	
<p>Resultante de reacciones</p> <p>Resultante de reacciones respecto a X</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Y</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Z</p>	<p>2294.51 kNm</p> <p>330.24 kNm</p> <p>0.07 kNm</p>		<p>En el centro de gravedad del modelo (-10.857, 1.490, 3.706 m)</p> <p>En el centro de gravedad del modelo</p>
<p>Deformaciones máximas</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección X</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Y</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Z</p> <p>Máximo desplazamiento vectorial</p> <p>Máximo giro respecto al eje X</p> <p>Máximo giro respecto al eje Y</p> <p>Máximo giro respecto al eje Z</p>	<p>-0.5 mm</p> <p>-3.3 mm</p> <p>-5.0 mm</p> <p>5.0 mm</p> <p>-1.3 mrad</p> <p>1.3 mrad</p> <p>-0.1 mrad</p>		<p>Nudo de EF Núm. 2053: (-5.626, 4.462, 7.854 m)</p> <p>Barra Núm. 6, x: 0.000 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 98: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 2985: (-5.159, 5.184, 7.595 m)</p>
<p>Estadística del cálculo</p> <p>Número de iteraciones</p> <p>Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Determinante de la matriz de rigidez</p> <p>Norma Infinito</p>	<p>2</p> <p>1.38e+11</p> <p>88887.50</p> <p>1.00</p> <p>2.79e+11</p>		
<p>Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1</p> <p>Tipo de análisis</p> <p>Método iterativo</p> <p>Segundo orden (P-A)</p> <p>Picard</p> <p>Número máximo de iteraciones</p> <p>Número de incrementos de carga</p> <p>Modificar carga por factor multiplicador</p> <p>Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras</p> <p>Solucionador directo asimétrico</p> <p>Método para el sistema de ecuaciones</p> <p>Teoría de flexión de placas</p>	<p>100</p> <p>1</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Directo asimétrico</p> <p>Mindlin</p>		

Descripción	Valor	Unidad	Notas
<p>Suma de las cargas en X</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en X</p> <p>Suma de las cargas en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Z</p>	<p>0.00 kN</p> <p>-0.01 kN</p> <p>0.00 kN</p> <p>0.08 kN</p> <p>-11650.30 kN</p> <p>-11650.30 kN</p>	<p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: 0.00 %</p>	<p>En el centro de gravedad del modelo (-10.857, 1.490, 3.706 m)</p> <p>En el centro de gravedad del modelo</p>
<p>Resultante de reacciones</p> <p>Resultante de reacciones respecto a X</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Y</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Z</p>	<p>1767.86 kNm</p> <p>250.45 kNm</p> <p>0.06 kNm</p>		<p>En el centro de gravedad del modelo (-10.857, 1.490, 3.706 m)</p> <p>En el centro de gravedad del modelo</p>
<p>Deformaciones máximas</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección X</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Y</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Z</p> <p>Máximo desplazamiento vectorial</p> <p>Máximo giro respecto al eje X</p> <p>Máximo giro respecto al eje Y</p> <p>Máximo giro respecto al eje Z</p>	<p>-0.4 mm</p> <p>-2.8 mm</p> <p>4.3 mm</p> <p>1.1 mrad</p> <p>1.3 mrad</p> <p>-0.1 mrad</p>		<p>Nudo de EF Núm. 2053: (-5.626, 4.462, 7.854 m)</p> <p>Barra Núm. 6, x: 0.000 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 98: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 2985: (-5.159, 5.184, 7.595 m)</p>
<p>Estadística del cálculo</p> <p>Número de iteraciones</p> <p>Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Determinante de la matriz de rigidez</p> <p>Norma Infinito</p>	<p>2</p> <p>1.38e+11</p> <p>88887.50</p> <p>1.00</p> <p>2.79e+11</p>		
<p>Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1</p> <p>Tipo de análisis</p> <p>Método iterativo</p> <p>Segundo orden (P-A)</p> <p>Picard</p> <p>Número máximo de iteraciones</p> <p>Número de incrementos de carga</p> <p>Modificar carga por factor multiplicador</p> <p>Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras</p> <p>Solucionador directo asimétrico</p> <p>Método para el sistema de ecuaciones</p> <p>Teoría de flexión de placas</p>	<p>100</p> <p>1</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Directo asimétrico</p> <p>Mindlin</p>		
<p><b>IS501</b> CO7 - CC1 + CC3 + 0.30 * CC2</p> <p>Suma de las cargas y fuerzas en los apoyos</p> <p>Suma de las cargas en X</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en X</p> <p>Suma de las cargas en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Y</p> <p>Suma de las fuerzas en los apoyos en Z</p>	<p>0.00 kN</p> <p>-0.01 kN</p> <p>0.00 kN</p> <p>0.08 kN</p> <p>-11867.30 kN</p> <p>-11867.30 kN</p>	<p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: -100.00 %</p> <p>Desviación: 0.00 %</p>	
<p>Resultante de reacciones</p> <p>Resultante de reacciones respecto a X</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Y</p> <p>Resultante de reacciones respecto a Z</p>	<p>2101.84 kNm</p> <p>301.94 kNm</p> <p>0.07 kNm</p>		<p>En el centro de gravedad del modelo (-10.857, 1.490, 3.706 m)</p> <p>En el centro de gravedad del modelo</p>
<p>Deformaciones máximas</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección X</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Y</p> <p>Máximo desplazamiento en dirección Z</p> <p>Máximo desplazamiento vectorial</p> <p>Máximo giro respecto al eje X</p> <p>Máximo giro respecto al eje Y</p> <p>Máximo giro respecto al eje Z</p>	<p>-0.5 mm</p> <p>-3.1 mm</p> <p>-4.7 mm</p> <p>4.7 mm</p> <p>-1.2 mrad</p> <p>1.3 mrad</p> <p>-0.1 mrad</p>		<p>Nudo de EF Núm. 2053: (-5.626, 4.462, 7.854 m)</p> <p>Barra Núm. 6, x: 0.000 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Barra Núm. 113, x: 4.105 m</p> <p>Nudo de EF Núm. 96: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 98: (-4.427, 0.207, 0.000 m)</p> <p>Nudo de EF Núm. 2985: (-5.159, 5.184, 7.595 m)</p>
<p>Estadística del cálculo</p> <p>Número de iteraciones</p> <p>Valor máximo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Valor mínimo del elemento de la matriz de rigidez en la diagonal</p> <p>Determinante de la matriz de rigidez</p> <p>Norma Infinito</p>	<p>2</p> <p>1.38e+11</p> <p>88887.50</p> <p>1.00</p> <p>2.79e+11</p>		
<p>Configuración del análisis estático núm. 2 - Segundo orden (P-A)   Picard   100   1</p> <p>Tipo de análisis</p> <p>Método iterativo</p> <p>Segundo orden (P-A)</p> <p>Picard</p> <p>Número máximo de iteraciones</p> <p>Número de incrementos de carga</p> <p>Modificar carga por factor multiplicador</p> <p>Considerar efectos favorables debidos a esfuerzos de tracción de barras</p> <p>Solucionador directo asimétrico</p> <p>Método para el sistema de ecuaciones</p> <p>Teoría de flexión de placas</p>	<p>100</p> <p>1</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Directo asimétrico</p> <p>Mindlin</p>		

## FRECUENCIAS NATURALES

## Análisis modal

Modo num.	Valor propio $\lambda$ [1/s <sup>2</sup> ]	Frecuencia angular $\omega$ [rad/s]	Frecuencia natural $f$ [Hz]	Periodo natural $T$ [s]
1	1206.865	34.740	5.529	0.181
2	1619.512	40.483	6.465	0.156
3	4828.991	69.749	11.159	0.089
4	2135.502	46.211	7.355	0.136

## MASAS MODALES EFICACES

## Análisis modal

Modo num.	Masa modal $M$ [kg]	Masa modal eficaz trasl. $m_{tx}$ [kg]	Masa modal eficaz rotac. $m_{ty}$ [kgm <sup>2</sup> ]	Factor de masa modal eficaz trasl. $\Gamma$	Factor de masa modal eficaz rotac. $\Gamma_r$
1	42705.3	114660.0	36.6	2.0	63.87
2	20289.8	19485.1	5.0	0.3	335.77
3	14701.3	98864.3	864.2	2.0	1938.44
4	12293.1	92310.2	333.8	64.9	1110.58
Z	86524.6	426260.0	1189.6	69.2	2448.06
$\Sigma$	105369.0	1083650.0	1727.00	100.00	1917426.00
%	30.13%	0.01%	0.11%	0.01%	0.95%

## 8 Resultados del análisis espectral

## RESUMEN

## Análisis espectral

8.1	Descripción	Valor	Unidad	Notas
<ul style="list-style-type: none"> <li>FAE CCS - Espectro de Respuesta   SRSS</li> </ul>	Deformaciones máximas			
	Máximo desplazamiento en dirección X	3.9	mm	Nudo de EF num. 144; (-7.769, 0.207, 7.100 m)
	Máximo desplazamiento en dirección Y	0.7	mm	Barra num. 100; x: 0.000 m
	Máximo desplazamiento en dirección Z	3.9	mm	Nudo de EF num. 144; (-7.769, 0.207, 7.100 m)
	Máximo giro respecto al eje X	0.8	mrad	Nudo de EF num. 98; (-7.769, 0.793, 0.000 m)
	Máximo giro respecto al eje Y	1.0	mrad	Nudo de EF num. 694; (-9.938, 0.207, 1.500 m)
Máximo giro respecto al eje Z	1.2	mrad	Nudo de EF num. 3047; (-5.159, -2.250, 5.333 m)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>FAE CCS - Espectro de Respuesta   X</li> </ul>	Deformaciones máximas			
	Máximo desplazamiento en dirección X	3.9	mm	Nudo de EF num. 144; (-7.769, 0.207, 7.100 m)
	Máximo desplazamiento en dirección Y	0.7	mm	Barra num. 100; x: 0.000 m
	Máximo desplazamiento en dirección Z	3.9	mm	Nudo de EF num. 144; (-7.769, 0.207, 7.100 m)
	Máximo desplazamiento vectorial	0.8	mrad	Nudo de EF num. 98; (-7.769, 0.793, 0.000 m)
	Máximo giro respecto al eje X	1.0	mrad	Nudo de EF num. 694; (-9.938, 0.207, 1.500 m)
Máximo giro respecto al eje Y	1.2	mrad	Nudo de EF num. 3047; (-5.159, -2.250, 5.333 m)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>FAE CCS - Espectro de Respuesta   Y</li> </ul>	Deformaciones máximas			
	Máximo desplazamiento en dirección X	0.3	mm	Nudo de EF num. 3016; (-5.159, 0.357, 5.900 m)
	Máximo desplazamiento en dirección Y	0.0	mm	Nudo de EF num. 2; (-8.812, 4.462, 5.900 m)
	Máximo desplazamiento en dirección Z	0.3	mm	Nudo de EF num. 2; (-8.812, 4.462, 5.900 m)
	Máximo desplazamiento vectorial	0.4	mrad	Nudo de EF num. 3016; (-5.159, 0.357, 5.900 m)
	Máximo giro respecto al eje X	0.1	mrad	Nudo de EF num. 98; (-7.769, 0.793, 0.000 m)
Máximo giro respecto al eje Y	0.1	mrad	Nudo de EF num. 279; (-5.159, 0.426, 0.000 m)	
Máximo giro respecto al eje Z	0.1	mrad	Nudo de EF num. 3047; (-5.159, -2.250, 5.333 m)	