industriales
etsii

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Marquesina orientable para abastecimiento de puntos de recarga eléctrica (Fotolinera)

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Adrián Rubio Martínez

Director: Antonio López Navarro

Codirector: Antonio Guillamón Insa

Cartagena, 11/2020

Universidad Politécnica de Cartagena

INDICE

LISTA DE ABREVIATURAS. 5

LISTA DE ECUACIONES.....6

INDICE DE FIGURAS 7

ÍNDICE DE TABLAS. 8

1. INTRODUCCIÓN. 9

2. OBJETIVOS.....10

2.1. General. 10

2.2. *Específicos*. 10

3. MARCO TEORICO. 11

3.1. Energías renovables. 11

3.1.1 *Energía eólica*. 12

3.1.2 *Energía hidráulica*. 12

3.1.3. *Energía solar*.....13

3.2. Instalciones fotovoltaicas. 14

3.2.1. *Radiación solar* 14

3.2.2 *Módulos* 15

3.2.2 *Regulador* 17

3.2.3 *Baterías*.....17

3.2.3 *Inversor*.....18

3.3. Movilidad verde. 19

3.4. Fotolinera.....20

3.4.1. *Tipos de conectores* 21

3.4.2. *Tipos de recarga*.....21

3.4.3. *Modos de recarga*.....22

3.5. Procediendo de recarga.....23
4. ANÁLISIS DE RADIACIÓN SOLAR.....23
5. REQUERIMIENTOS PARA INSTALACIÓN DE UNA FOTOLINERA. 25
6. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DEL CONSUMO ENERGÉTICO 26
6.1. Selección de módulos solares. 28
6.1.1. *Energía consumida (EC).* 28
6.1.2. *Selección de módulos solares*.....28
6.1.3. *Numero de módulos solares.*.....29
6.2. Potencia generada por los módulos solares. 30
6.3. Cálculo de baterías 31
6.4. Calculo de inversores. 33
6.5. Puesta a tierra.....34
6.5.1 *Cálculos de puesta a tierra.* 34
6.6. Cálculos de cableado. 35
6.6.1. *Tramo 1. Módulos-caja de protección*.....35
6.6.2. *Tramo 2: Caja de protección-Inversor/Cargador.*.....37
6.7. Calculo de protecciones.....38
6.8. Selección de coronas de orientación. 39
7. NUESTRO MODELO. 42
7.1. La estructura. 43
7.2. Movimiento de la estructura. 44
7.3. Partes de la estructura.....44
7.4. Tipos de barras.....46
7.5. La deformada. 48
7.6. Uniones.....48
8. VIABILIDAD ECONÓMICA. 48

8.1. Costes 48

8.2. Presupuesto 49

8.3. Coste de generación. 50

8.4. Conexión a red. 50

9. IMPACTO AMBIENTAL. 51

10. CONCLUSIÓN.....53

11. BIBLIOGRAFÍA. 54

LISTA DE ABREVIATURAS.

- EVA: Etil vinil acetato.
- Ve: Vehículo eléctrico.
- E: Consumo energético real.
- Et: Consumo energético teórico.
- R: Paramento de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.
- Ecu: Ecuación.

LISTA DE ECUACIONES.

Ecu 1: Consumo energético real.

Ecu 2: Rendimiento global instalación fotovoltaica.

Ecu 3: Energía consumida.

Ecu 4: Irradiación promedio diaria.

Ecu 5: Numero de paneles solares.

Ecu 6: Potencia generada por un módulo solar.

Ecu 7: Potencia generada total

Ecu 8: Capacidad nominal de las baterías.

Ecu 9: Número de baterías necesarias

Ecu 10: Número de Inversores necesarios.

Ecu 11: Cantidad mínima de paneles solares

Ecu 12: Cantidad máxima de paneles solares

Ecu 13: Rendimiento del inversor

Ecu 14: Resistencia de la instalación

Ecu 15: Resistencia del terreno

Ecu 16: Calibre del Fusible

Ecu 18: Fuerza Axial equivalente en la corona

Ecu 19: Momento equivalente en la corona

Ecu 20: Excentricidad de la corona.

Ecu 21: Precio de venta de energía.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Energías renovables.

Figura 2: Generación de energía eléctrica en España.

Figura 3: Aerogenerador.

Figura 4: Obtención de energía hidráulica.

Figura 5: Obtención de energía solar térmica.

Figura 6: Obtención de energía fotovoltaica.

Figura 7: Planos de radiación solar.

Figura 9: Captación de energía mediante módulos solares.

Figura 10: Conexión en paralelo.

Figura 11: Conexión en serie.

Figura 12: Componentes de módulos solar.

Figura 13: Conexión de inversor.

Figura 14: Evolución del automóvil.

Figura 15: Estructura Cype.

Figura 16: Radiación solar en la Región de Murcia.

Figura 17: Fuerzas en corona.

Figura 18: Factor de corrección radial.

Figura 19: Selección de corona.

Figura 20: Datos de la corona.

Figura 22: Posición de trabajo.

Figura23: Perfiles 1.

Figura 24: Perfiles 2.

Figura 25: Deformada.

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Tipos y características de baterías.

Tabla 2: Radiación solar media en Cartagena.

Tabla 3: Coeficientes de los parámetros de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

Tabla 4: Módulos solares.

Tabla 5. Batería Seria Smart.

Tabla 6: Caída de tensión tramo 1

Tabla 7: Caída tensión tramo 2.

Tabla 8: Resumen de perfiles.

Tabla 9: Tabla de componentes.

1. INTRODUCCIÓN.

El trabajo está enfocado a el diseño de una fotolinera para obtener la máxima eficiencia energética mediante captación solar.

La implantación de estos sistemas, puede ayudar a la reducción de contaminantes en las ciudades, reduciendo el consumo de energías no renovables para la carga de los coches eléctricos y fomentado el uso de estos, ya que facilitamos una recarga limpia y cómoda de estos vehículos.

Para la verdadera sostenibilidad de este sistema, hay que lograr un cambio de ámbito en el ser humano; como, por ejemplo, en vez de llenar el depósito de manera rápida con combustibles fósiles, habrá que ceder un poco de nuestro tiempo en recargarlo mediante energía limpia. Se puede observar que un vehículo eléctrico, recargado de forma sosteniblemente mediante una energía renovable, deja una huella de carbono muy inferior a uno recargado de manera convencional (Balance | Red Eléctrica de España, s. f.) .

Vamos a diseñar una estructura metálica, capaz de producir energía eléctrica mediante el uso de la radiación solar y trasformar dicha energía, para que nos permita hacer una recarga para vehículos eléctricos. Esta energía es obtenida por los 66 paneles solares que están en el punto álgido de la estructura, cuya energía es almacenada en las 35 baterías que se encuentran en la caseta circular que rodea el mástil. Esa energía almacenada se dirige a los 6 SolarEdge que son los encargados de regularla para hacerla óptima a la hora de recargar el vehículo.

Esta estructura nos va ofrecer un punto de sombra, donde aparcar nuestro vehículo a la vez que procedemos a la recarga de este. Podemos optar por dos tipos de recarga, uno de forma rápida que nos permite en tan solo 30 minutos, tener el vehículo eléctrico totalmente recargado y otra en la que lo recargaríamos, en torno a de 1-1:30 h, pero de forma más fiable y menos perjudicial.

2. OBJETIVOS.

2.1. General.

Modelación de una estructura en 3D, utilizada para la recarga de 6 vehículos eléctricos, mediante un sistema de placas solares que sigan el movimiento solar.

2.2. Específicos.

- Análisis de los métodos de captación y almacenamiento de energía solar.
- Estimar la demanda y calcular la generación solar de la fotolinera.
- Definir los requerimientos industriales para la instalación de una fotolinera en la Región de Murcia.
- Analizar el coste y el beneficio económico y ambiental de la instalación.

3. MARCO TEORICO.

3.1. Energías renovables.

El elevado consumo energético, junto con la creciente preocupación por parte de la población del impacto ambiental, causado por los combustibles fósiles; ha fomentado el desarrollo de fuentes alternativas para la obtención de energía. (Díaz A. & Díaz A., 2019).

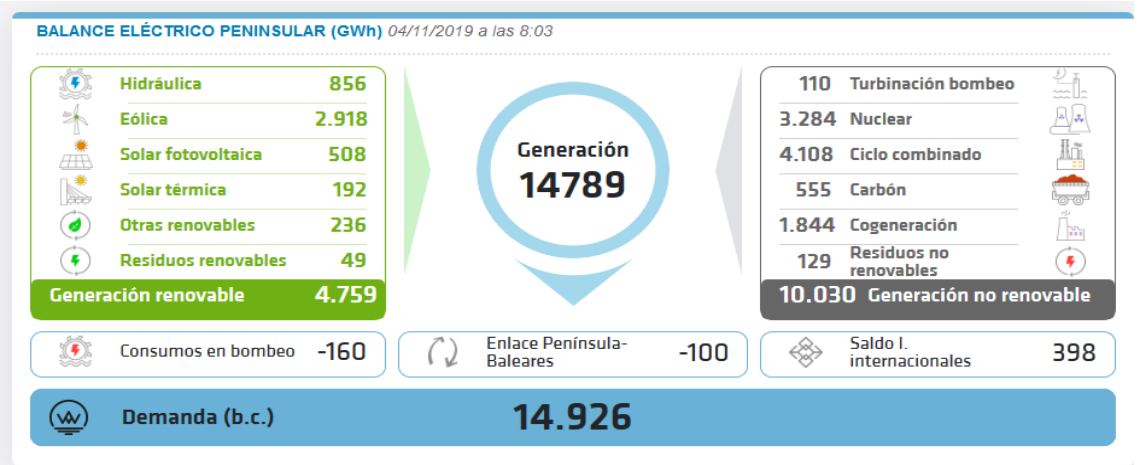
La energía renovable, es la que se obtiene de un recurso natural que, aprovechado de manera adecuada; puede ser inagotable con una obtención de energía limpia, casi sin contaminantes en comparación con las energías no renovables. (*Energías Renovables: Concepto, Importancia y Ventajas*, s. f.).

Figura 1: Energías renovables.

Fuente: (*Fuentes de Energía Renovables*, s. f.)

En la Figura 2 podemos observar que aproximadamente el 32% de la energía consumida en España es renovable y con unos residuos menores. La energía eólica, hidráulica y solar son las que más importancia tiene en nuestro país.

Figura 2: Generación de energía eléctrica en España.



Fuente: (*Balance | Red Eléctrica de España*, s. f.).

Este tipo de energías, tienen como inconveniente el desconocimiento sobre las formas de captación; ya que desde la revolución industrial nos hemos adaptado al uso de recursos fósiles, dejando de lado la investigación de otras fuentes más sostenibles («Energías renovables», 2019). También hay que mencionar, que esto ya no es un gran problema, debido al cambio de mentalidad que hemos dado hacia un planeta más sostenible y aumentando el uso y la investigación hacia estas energías.

3.1.1 Energía eólica.

La energía eólica, es la obtenida a través de la energía cinética del viento, transformándola en energía eléctrica moviendo las aspas del aerogenerador y estas a sus vez el conjunto del rotor alternador trasformado dicha energía (Espejo Marín, 2004).

Figura 3: Aerogeneradores.

Fuente: (*Energías Renovables: Concepto, Importancia y Ventajas*, s. f.)

3.1.2 Energía hidráulica.

Este tipo de energía, la estamos explotando desde hace varios siglos, aprovechando la fuerza de la corriente de agua que hace girar una noria, trasmitiendo el movimiento a la rueda que molía el grano. Ahora el funcionamiento es bastante parecido, moviendo el alternador que trasforma la energía cinética del agua, en eléctrica.(«ENERGÍA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE -ALLPE», s. f.).

Esta energía, también la podemos obtener mediante la construcción de una presa que nos almacena el agua a una cota superior y haciéndola llegar a una cota menor mediante unas turbinas que nos trasforma su energía potencial que tiene el agua, en la energía eléctrica que deseamos.

Figura 4: Obtención de energía hidráulica.

Fuente: («ENERGÍA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE - ALLPE», s. f.)

3.1.3. Energía solar.

Es la obtenida del sol, las dos formas más frecuentes de obtención son la solar térmica y la fotovoltaica.

La solar térmica, consiste en la concentración de los rayos solares en un punto; en concreto, derritiendo unas sales con un gran gradiente térmico, que posteriormente se usaran para producir vapor, moviendo una turbina para producir la energía eléctrica. Otra forma de aprovechamiento de esta energía, seria utilizando un circuito en cascada; para concentrar la energía calorífica, calentando el agua de uso doméstico. (*Energía solar térmica*, s. f.)

Figura 5: Obtención de energía solar térmica.

Fuente: (*Energía solar térmica*, s. f.)

La fotovoltaica, trasforma la radiación electromagnética que producen los rayos del sol, almacenado y trasformado dicha energía en los módulos solares. Esta energía la podemos usar a demanda o almacenarla en baterías. Además, posee la ventaja de que su obtención es rápida y limpia, pero el inconveniente, es su irregularidad a la hora de generar energía dependiendo de la meteorología y de la estación del año. (*Energía Solar: Concepto, Tipos, Usos, Ventajas y Desventajas*, s. f.).

Figura 6: Obtención de energía fotovoltaica.

Fuente: (*Energía Solar: Concepto, Tipos, Usos, Ventajas y Desventajas*, s. f.)

3.2. INSTALCIONES FOTOVOLTAICAS.

Las instalaciones fotovoltaicas están compuestas por paneles solares encargados de obtener energía, los reguladores de carga, para proteger las baterías obteniendo la máxima eficiencia de la red, las baterías para almacenar dicha energía y un inversor que regula la generación y cambia la energía de continua a alterna.

3.2.1. Radiación solar

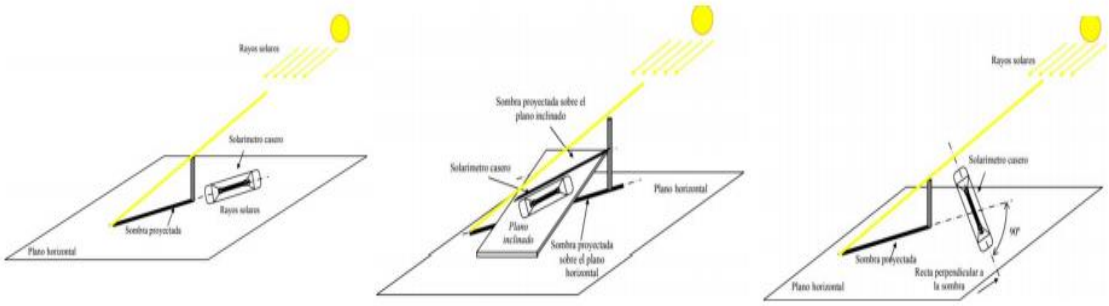
La radiación solar, se define como la trasferencia de energía, mediante ondas electromagnéticas emitidas por el sol. Este tipo de energía es emitido en forma de onda electromagnética con longitudes de onda que oscilan entre los 0.15µm a los 4µm.

La cantidad de energía que llega a la superficie terrestre es muy variable dependiendo de la estación del año, el clima y la posición de la tierra respecto el sol.

Esta cantidad de radiación electromagnética, puede ser estimada según el plano al que llegan los rayos solares a nuestra superficie.

- Radiación en plano horizontal: utilizada para determinar la insolación en el calentamiento de piscinas, plantas, etc.
- Radiación en plano inclinado: utilizada para el diseño de instalaciones fotovoltaicas.
- Radiación en plano perpendicular: utilizada sobre todo para parabólicas solares.

Figura 8: Planos de radiación solar.



Fuente: (Vásquez, 2017)

Fuente: (*Tipos de Instalaciones Fotovoltaicas – Axisima®, ingeniería y medio ambiente*, s. f.)

Para cuantificar la radiación solar se utilizan las magnitudes que corresponden a la energía de radiación y a la potencia que llega a la superficie, denominadas radiación e irradiación respectivamente.

- **Radiación:** parámetro que cuantifica la energía solar recibida en un periodo de tiempo. Se mide en julios por metro cuadrado.
- **Irradiación:** parámetro que indica la intensidad de la radiación solar. Se mide en vatios por metro cuadrado.
- La irradiación que genera el sol es aproximadamente 6.35*10^7 W/m² y solo una minúscula parte de esta es la que llega a la atmosfera terrestre, aproximadamente unos 1.367 W/ m².

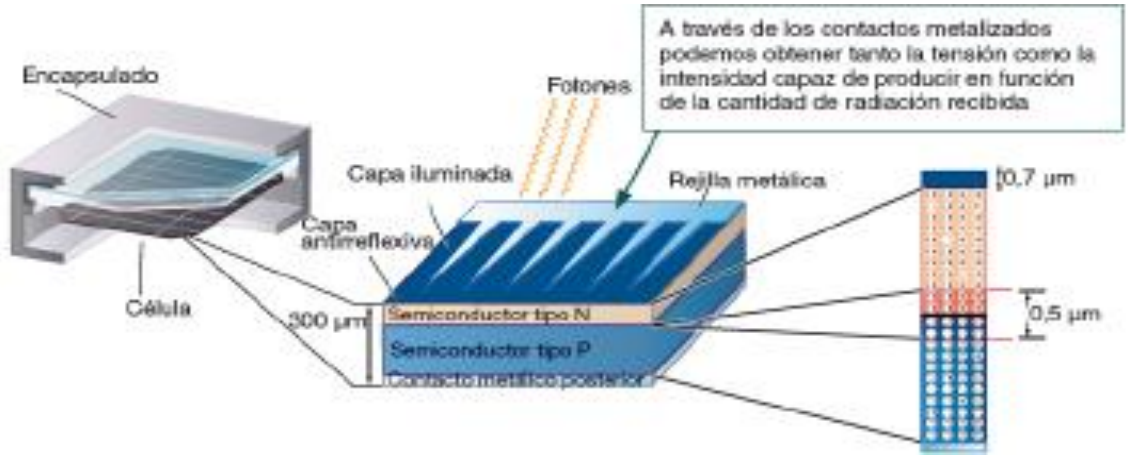
(Castejón Oliva & Santamaría Herranz, 2012).

3.2.2 Módulos

Es un conjunto de celdas fotovoltaicas que trasforman la radiación solar en energía eléctrica. Las celdas más comercializadas son las de Silicio, donde podemos encontrar mono-cristalinas o las poli-cristalino.

Su funcionamiento es la de un diodo. El rayo choca en la parte N, la cara oscura corresponde a la parte P metalizada, siendo el conjunto un semiconductor. La partícula solar rellenaría el hueco permitiendo el paso a la corriente eléctrica. (Eraso et al., 2019).

Figura 9: Captación energía mediante modulo solar.



Fuente: (ASSETS, 2017)

La célula fotovoltaica tiene un tamaño estándar 10*10 cm, con una potencia que varía entre 1-2W. Es por ello que, un módulo solar es un conjunto uniones eléctrica de 28-40 células que se pueden unir en serie y permite mantener la intensidad constante y sumar sus voltajes, o en paralelo que sería el caso inverso.

Figura 10: Conexión paralelo

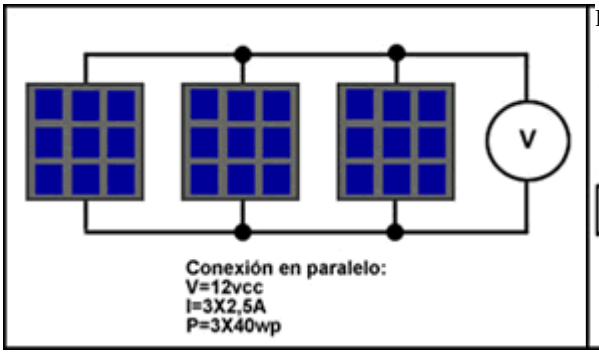
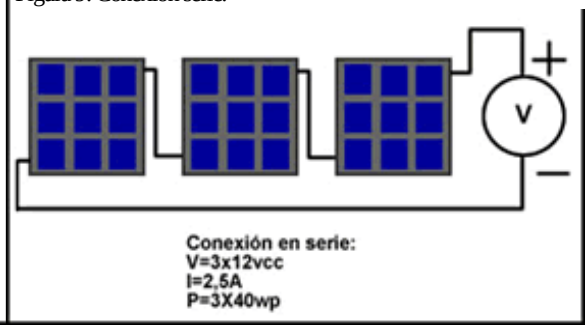


Figura 9: Conexión serie.



Fuente 10 y11:(«Conexión de placas fotovoltaicas. Conexión paralelo. Conexión serie.», s. f.)

Como se mencionó en apartados anteriores hay diferentes tipos de células de Silicio:

- Las de **monocristalino** con un rendimiento que oscila entre 15-18%, siendo las de mayor coste económico por su difícil construcción.
- Las **policristalino** entre 12-15%, con un rendimiento menor a las de monocristalino porque su estructura interna no se encuentra ordenada.
- Las **amorfo** son las más sencillas de construir y las de menor coste económico, pero con un rendimiento inferior al 10%.

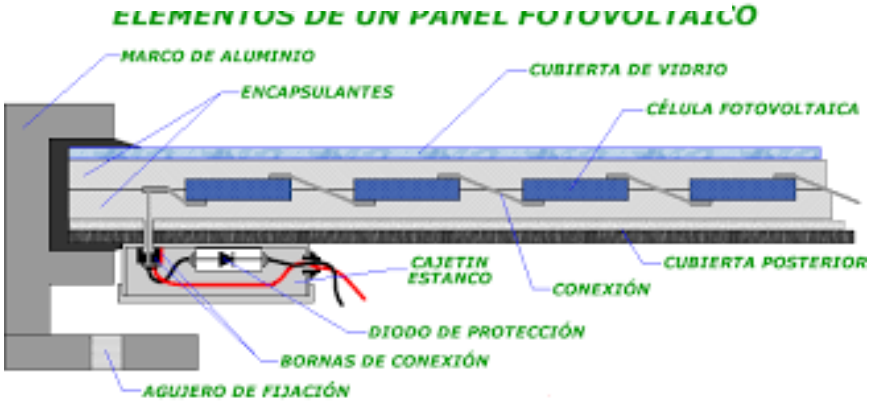
El Panel solar está compuesto por:

- **Cubierta exterior de vidrio** normalmente con alta resistencia y trasparencia para facilitar la trasmisión solar.
- **Encapsulante de silicona o EVA** (Etilen-vinil-acetato) con un índice de refracción similar al vidrio protector.

Figura 12: Componentes del módulo solar.

- **Protección posterior** que proporciona la rigidez necesaria, también hay módulos que tienen la capacidad de captación solar por esta zona **(bifacial)**, es decir, captan la energía refractada en el suelo y esta parte seria de vidrio como la cubierta.
- **Marco metálico de aluminio** que nos proporciona más rigidez y estanquidad del conjunto que, además, debe de tener elementos auxiliares para permitirnos las fijaciones a la estructura.
- **Cableado y bornes** de conexión protegidos en una caja estanca por las condiciones ambientales.
- **Diodo de protección** protegiendo de sobrecargas.

Fuente: (0_Presentación CURSOLAR, s. f.)



3.2.2 Regulador

Es el encargado de anexar la batería con el panel solar, además, ejerce una unión segura que protege la batería de una sobrecarga o una descarga en exceso, esto lo efectúa comparando constantemente el voltaje de la batería. También tiene un mecanismo de seguridad para que la batería no descargue sobre el panel solar, esto se efectúa con la acción simple de un diodo.

3.2.3 Baterías.

Es el encargado de acumular la energía sobrante en las horas de captación para que, en las horas de poca captación o nula, descargue dicha energía y podamos seguir disfrutando de una energía limpia.

Las características a tener en cuenta en las baterías principalmente son:

- **Capacidad**: la cantidad de electricidad que se puede obtener mediante la descarga de la batería estando en su estado de carga máximo.
- **Eficiencia de carga**: la relación entre la energía necesaria para cargar la batería y la que este devuelve al ser descargada.
- **Auto descarga**: el proceso de disipación de energía de las baterías cuando no se está usando.
- **Profundidad de la descarga**: el valor de la energía que se saca con cada descarga, es decir, la cantidad de dicha energía almacenada que podemos sacar de la batería en un uso, sin poner en riesgo la funcionalidad de este. Una profundidad del 100% supone una

descarga completa lo cual dañaría nuestro acumulador haciendo perder vida útil y gran parte de su capacidad.

- **Numero de ciclos**: el tiempo entre la carga y descarga del acumulador, su vida útil se mide en los números de ciclos de esta.

Hay diferentes tipos de baterías en la siguiente tabla cuyas características son:

Tabla 1: Tipos y características de baterías

Tipos de baterías	Tiempo de carga (horas)	Auto descarga mensual (%)	Nº de ciclos	Capacidad Por tamaño (wh/kg)	Precio
Plomo-ácido	8-16	<5	Medio	30-50	Bajo
Ni-Cd (níquel-cadmio)	1	20%	Elevado	50-80	Medio
Ni-Mh (níquel-metal hydride)	2-4	20%	Medio	60-120	Medio
Li-ion (ion de litio	2-4	6%	Medio-bajo	110-160	Alto

Fuente: (ASSETS, 2017)

La más usadas en el mundo de la energía solar son las plomo-acido por su precio, la profundidad de descarga media, la poca capacidad de auto descarga y la eficiencia de su potencia para este tipo de trabajo.

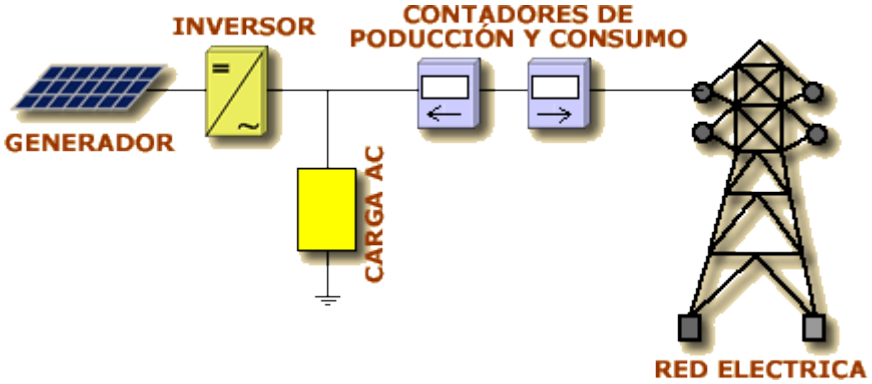
3.2.3 Inversor.

Dispositivo encargado de ajustar las características de la corriente a la demanda parcial o total. También encargado de trasformar de corriente continua a alterna si fuera necesario en caso de no contar con un sistema de acumulación o de vertido a la red. También es el encargado de ajustar la intensidad del panel solar para generar según demanda sin exceso, sacando la máxima eficiencia de este y en el caso de tener excesos se encargaría de disiparlos.

El inversor tiene que poseer una alta eficiencia, ya que un fallo en él podría sobrecargar los panales solares no ajustando bien la generación a la demanda, dando una potencia de salida excesiva, por eso deben de estar adecuadamente protegidos soportando un 200% de su potencia máxima.

El sistema de corriente continua no es necesario, pero si aconsejable para aumentar el rendimiento de la instalación solar, pero en sistemas de corriente alterna o con vertido a red si es necesario este tipo de sistemas.

Figura 13: Conexión de inversor



Fuente: (*0_Presentación CURSOLAR*, s. f.)

3.3. Movilidad verde.

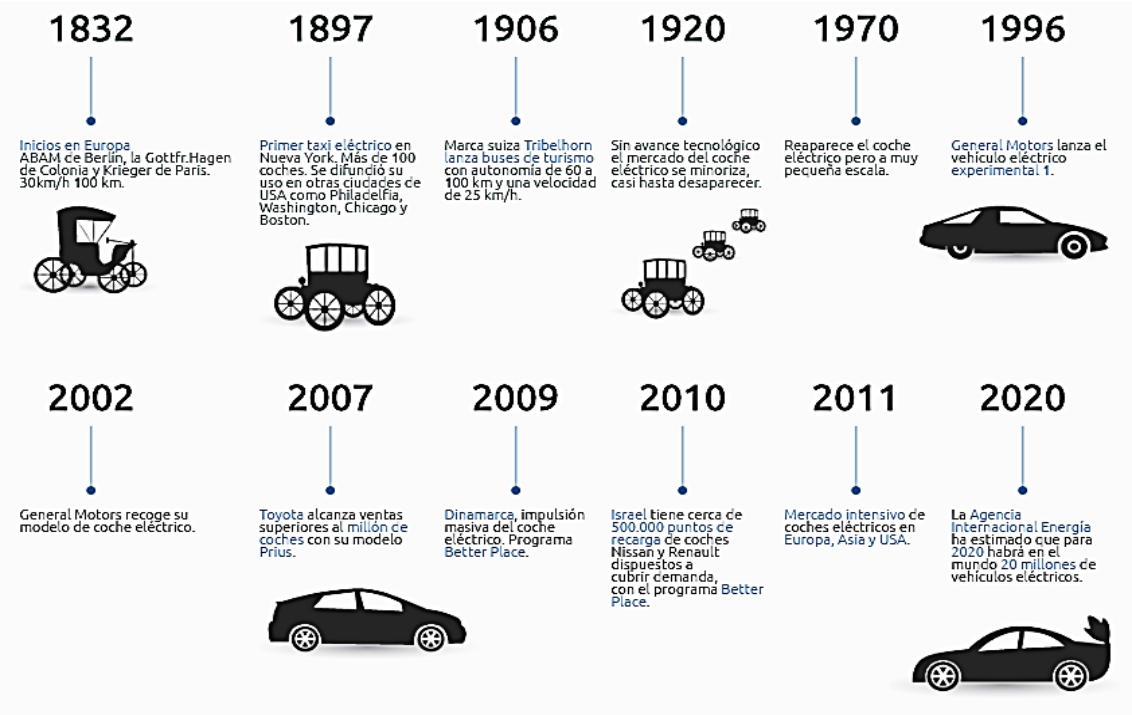
El ser humano está usando medios de trasporte desde la invención de la rueda y desde hace dos siglos empezó a usar las fuentes fósiles para el trasporte, con la consecuencia de aumentar las emisiones de CO2, que producen una subida de la temperatura de la tierra y aumentan el efecto invernadero.

Desde hace unas décadas, se puede observar un cambio climático severo y junto a él un pequeño cambio social respecto al uso de medios de trasportes más sostenibles.

Cuando hablamos de movilidad verde, nos referimos a usar medios de trasporte que contaminen lo menos posible, como el uso de bicicletas o vehículos eléctricos con cero emisiones.

Una solución es el cambio de coches tradicionales que pueden emitir diversas partículas contaminantes como el CO2, CO o el NOX, al uso de coches eléctricos alimentados por energías limpias. Este cambio se está produciendo poco a poco, ya que tiene incipientes de la durabilidad de las baterías, el tiempo, distancia y la duración de recarga de estos vehículos, pero este problema se está atenuando con el uso de fotolineras y la investigación en mejores baterías.

Figura 14: Evolución del automóvil.

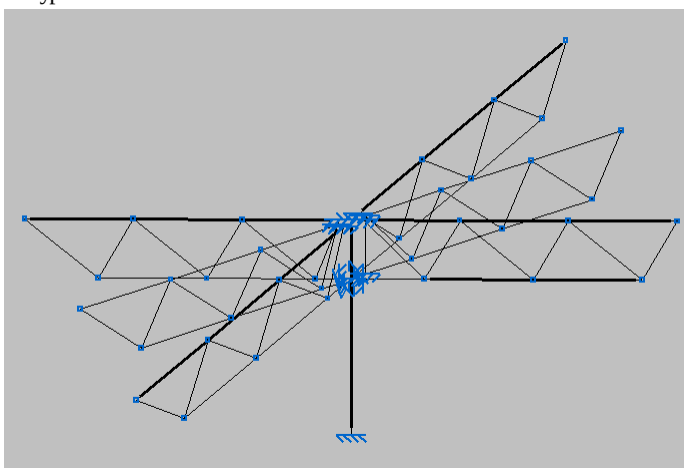


Fuente: (Cruz & Andrés, 2016)

3.4. Fotolinera.

La fotolinera es un dispositivo que, aprovechando la energía solar, nos permite la recarga del nuestro vehículo eléctrico. Este tipo de estructuras normalmente está compuesto por un conjunto de paneles solares, encargados de obtener la energía y transformarla, uno o varios puntos de carga adaptados según el tipo de vehículo y baterías encargadas de almacenar la energía sobrante, cuando la demanda es inferior a la producción. Todos estos dispositivos están integrados en una estructura metálica, que además se puede aprovechar para generar una zona de sombra donde aparcar el vehículo.(*Coche eléctrico - motor, inversor, convertidor*, s. f.).

Figura 15: estructura Cype



Fuente: Ilustración propia.

Dentro de la fotolinera podemos encontrar muchas diferencias según el tipo de recarga, es decir, si nos proporciona la energía en corriente alterna o en continua. Dentro de eso tipos podemos diferenciar según la velocidad de recarga, el tipo de conectores y el tipo de conexión.

3.4.1. Tipos de conectores

El tipo de conector o el enchufe no está estandarizado, es decir, dependiendo de la procedencia del vehículo eléctrico tiene un tipo de clavija o tamaño:

- **Schuko** es un conector domestico compatible con las corrientes europeas, compuesto por dos bornes y una toma tierra que soporta hasta 16 amperios y solo es válido para recarga lenta. Lo podemos encontrar en algunos electrodomésticos.
- **SAE J1772 o Yazak**i, sería el Tipo 1, el estándar de Norteamérica. Es específico para coches eléctricos. Posee un diámetro de 43 milímetros con cinco bornes, dos de corriente, una tierra y los otros 2 serían, uno de seguridad que no nos permite mover el vehículo si está conectado y el otro de control. Tenemos dos modelos uno para carga lenta hasta 16 amperios y otro de hasta 80 amperios carga rápida.
- **Mennekes**, tipo 2, conector alemán de clase industrial. No es específico para coches eléctricos. Sus características son un diámetro de 55 milímetros con 7 bornes, de los cuales, cuatro son para corriente (trifásico), uno de tierra y dos de comunicación. Hay dos modelos de carga una monofásico hasta 16 amperios (carga lenta) y un trifásico de hasta 63 amperios (carga rápida).
- **Conector único combinado** o CCSS, propuesto por norteamericanos y alemanes como solución estándar. Sus características serian 5 bornes para corriente, protección a tierra y comunicación a red. Permite la recarga lenta y rápida.
- **Scame**, tipo 3, conocido como EV Plug-in Alliance, propuesto por los franceses. Compuesto por cinco o siete bornes, según sea monofásico o trifásico respectivamente, hasta 32 amperios (carga semirápida).
- **CHAdeMO**, estándar en Japón. Sus características son diez bornes, toma tierra y conector a red. Admite hasta 200 amperios para carga Ultra rápida, pero está pensado específicamente para recarga rápida, es el de mayor diámetro tanto de cable como de conector.

3.4.2. Tipos de recarga.

Los tipos de recarga dependen de la duración de la recarga de las baterías del vehículo eléctrico. Se pueden clasificar cinco tipos de recarga diferentes, pero usualmente los resumiremos en dos tipos: semirápida y recarga rápida. (*Recarga_vehiculo_electrico.pdf*, s. f.)

- **Recarga súper-lenta**: cuando la corriente se limita a 10 A o menos, ya que no dispone de sistema de protección. El tiempo estimado de recarga completa oscila de diez a doce horas a una potencia de 22-24 kW/h.
- **Recarga lenta**: es la más habitual en uso doméstico, se realiza a 16 A demanda 3,6 kW. Recarga completa en seis a ocho horas.

- **Recarga semirápida**: se limita a 32 A demandado una potencia de 22 kW. La recarga completa dura una hora y media.
- **Recarga rápida**: cuenta con una demanda alta de 44-50 kW. La recarga de 22 a 24 kW/h de baterías suele durar media hora.
- **Recarga ultra rápida**: cuenta con una demanda muy alta capaz de llenar las baterías en cinco o diez minutos, no es recomendada ya que pone en riesgo la vida útil de la batería.

(*Tipos de conectores, tipos de recarga y modos de carga*, s. f.)

3.4.3. Modos de recarga.

Los modos de recarga de coches eléctricos es un tema en plena evolución, se han podido estandarizar cuatros modelos diferentes:

- **Modo 1**: Es aquel donde el punto de recarga no es específico para vehículos eléctricos, es decir, es un enchufe clásico de viviendas con una toma Schuko. Sistema más sencillo compuesto por un cable, con una clavija Schuko 230 V que se conecta a nuestro vehículo. No tiene toma de seguridad, solo es recomendable para motos o bicis eléctricas de poca potencia. Correspondería con el tipo de recarga súper-lenta. Por cada hora de recarga conseguimos 15 km de autonomía.

- **Modo 2**: Es el pensado para uso doméstico. Se utiliza corriente monofásica a 230 V a un máximo de 3,7 kW. Este tipo consiste en la instalación de una caja que contiene los sistemas de protección adecuados y un conector tipo Schuko. Corresponde a carga lenta y por cada hora de recarga nos proporciona 40 km de autonomía.

- **Modo 3**: Este sistema es utilizado en los puntos de recarga no domésticos. Necesita utilizar un dispositivo Wallbox (un punto exclusivo para vehículos eléctricos que contiene los sistemas de protección necesarios). Este elemento lo recoge la legislación española como uso obligatorio en los puntos de uso público en la ITC-BT 52. El sistema nos permite una recarga tanto monofásica como trifásica, consiguiendo una recarga completa en una o dos horas. Los componentes necesarios serian, un conector específico tipo 1 o tipo 2 según el vehículo. Corresponde a recarga semirápida.

- Corriente alterna: la potencia oscila entre 7,5- 22 kW, por cada hora de carga conseguimos 40-120 km.
- Corriente continua: potencia de 22 kW que nos da una autonomía de 120km por hora recargada.

-**Modo 4**: Este el sistema de recarga más rápido a partir de 50Kwh. Tenemos dos modalidades, la rápida y la ultra-rápida. No aconsejable para uso diario ya que pone en riesgo nuestra batería. Utiliza corriente continua.

- Rápida: por cada hora nos da una autonomía de 120 km.
- Ultra rápida: Por cada 20 min cargado nos proporciona una autonomía de 120km.

El modo más recomendable es el 3 para uso fuera de la vivienda y el modo 2 o para uso doméstico ya que el modo 1 es demasiado lento y no nos proporciona seguridad. El modo 4 es el

más rápido pero el más perjudica para nuestro vehículo. (*Modos de recarga. Modo 1 2 3 4 | EV coches y motos eléctricas*, s. f.)

3.5. Procediendo de recarga.

Los agentes implicados en la recarga del vehículo serían los siguientes:

- Entidad gestora: encargada de avalar el proceso e informar a los clientes.
- Zona de recarga: proporciona energía eléctrica al vehículo.
- Cliente final: el vehículo eléctrico seria el cliente final.

El procedimiento seria el siguiente:

1. El usuario verifica el estado de la fotolinera.
2. Elección del modo de recarga y enchufe.
3. La fotolinera comienza su funcionamiento.
4. Recarga deseada del vehículo.
5. Desconexión del punto de recarga y recogida de utensilios.

(Ozores & María, 2012)

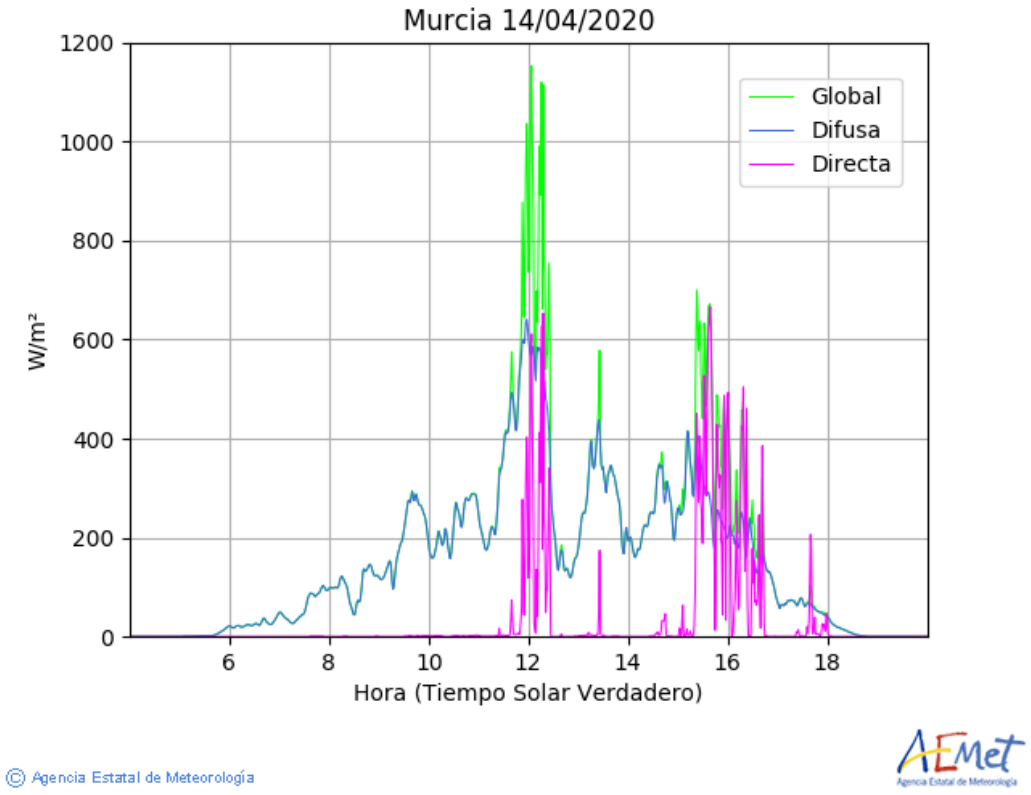
4. ANÁLISIS DE RADIACIÓN SOLAR.

Vamos a hacer un análisis de la radiación solar en la Región de Murcia para ver la viabilidad de la instalación en un punto concreto de esta, que será el Centro Comercial Espacio Mediterráneo.

La cantidad de radiación solar que llega a la superficie terrestre es muy variable y depende de los siguientes parámetros:

- **Radiación solar global**: es la suma de todas las radiaciones.
- **Radiación solar difusa**: es la que se disipa en todas las direcciones reflejada por las nubes o absorbida por ella, esta no produce sombra.
- **Velocidad y dirección del viento**: depende de la distribución de presiones.
- **Temperatura**: magnitud que expresa cuantitativamente la cantidad de calor.
- **Índice pluviométrico**: cantidad de agua que cae a una determinada región.
- **Gradiente térmico del suelo**.

Figura 16: Radiación solar en la Región de Murcia



Fuente:(Meteorología, s. f.)

Tabla 2: Radiación solar media en Cartagena.

MES	RADIACIÓN SOLAR MEDIA ($\frac{Wh}{m^2} * dia$)
ENERO	2261,45
FEBRERO	3198,8
MARZO	4476,44
ABRIL	5748,82
MAYO	6729,87
JUNIO	7076,12
JULIO	6639,59
AGOSTO	5714,6
SEPTIEMBRE	4472,1
OCTUBRE	3247,36
NOVIEMBRE	2358,34
DICIEMBRE	2057,23
MEDIA ANUAL	4505,57

Fuente: Elaboración propia.

5. REQUERIMIENTOS PARA INSTALACIÓN DE UNA FOTOLINERA.

Para poder hacer efectiva y legal la instalación de la fotolinera tiene que cumplir con la normativa y la legislación vigente en España. Las normativas que nos afectan principalmente son:

- Ley 54/1997.
- Ley 24/2013(Energía autoconsumida de origen renovable, cogeneración o residuos).
- Ley 15/2018 (Transición energética y la protección de los consumidores).
- Real decreto 244/2019 (Autoconsumo).
- Real decreto 1955/2000 (Regula las actividades de trasporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones eléctricas).
- Real decreto 614/2001 (Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores al riesgo eléctrico).
- Real decreto 842/2002 (Reglamento electrotécnico para baja tensión).
- Real decreto 436/2004 (Metodología para la sistematización y actuación del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial).
- Real decreto 1544/2011 (Instalaciones de producción).
- Real decreto 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión).
- NTE-IEP. Norma técnica para instalaciones eléctricas de puesta a tierra.
- Normas UNE.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Cartagena para ejecutar la obra.

- Guía técnica ITC-GUIA-052.
- Normas básicas de la edificación.

Fuente: (García et al., s. f.)

La normativa vigente que más nos afecta, es el Real decreto 244/2019 que regula las condiciones administrativas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Este Real decreto se divide en siete capítulos:

- Capítulo 1: Disposiciones generales.
- Capítulo 2: Clasificación y definiciones. Este capítulo define nuestras instalaciones como modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, lo cual nos permite conectarnos a la red y para descarga excedentes o conectarnos para recolectar energía en casa de necesidad.
- Capítulo 3: Régimen Jurídico de las modalidades de autoconsumo.
- Capítulo 4: Requisitos de medida y gestión de la energía.
- Capítulo 5: Gestión de la energía eléctrica producida y consumida: donde se recoge los mecanismos de la compensación y la facturación de la energía.
- Capítulo 6: Aplicación de peajes de acceso las redes de trasporte y distribución y cargos a las modalidades de autoconsumo.
- Capítulo 7: Registro, inspección y régimen sancionador.

Fuente: (*BOE.es - Documento BOE-A-2019-5089*, s. f.)

6. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DEL CONSUMO ENERGÉTICO.

Vamos a proceder a realizar la estimación de la demanda energética, basándonos en el trabajo "Análisis y diseño de una electrolinera para recarga de vehículos eléctricos livianos, haciendo uso de energía fotovoltaica", pero con otro modelo de vehículo. El vehículo eléctrico que vamos a escoger es el Renault ZOE R135.

La ecuación con la que vamos diseñar es la siguiente:

$$E = \frac{E_t}{R}$$

ECU 1

E_t= Consumo energético teórico.

R= Parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * (1 - K_a * \frac{N}{P_d})$$

ECU 2

Tabla 3: coeficientes del parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

Parámetro	Descripción	Valor
K_b	Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.	• 0,5 para sistemas que no demanden descargas intensas • 0,1 para sistemas que demanden descargas intensas
K_c	Coeficiente de pérdidas en el convertidor	• 0,05 inversores de onda sinodal pura inversores de onda sinodal • 0,4 inversores de onda cuadrada
K_v	Coeficiente de pérdidas de pérdidas varias	• 0,05 – 0,15
K_a	Coeficiente de pérdidas de autodescarga diario	• 0,002 baterías de autodescarga de Ni-Cd • 0,005 baterías estacionarias de Pb-acido • 0,012 baterías de alta autodescarga
N	Número de días de autonomía de la instalación	• 4-10
P_d	Profundidad de descarga diaria de la batería	• No exceder del 80% ya que un valor mayor nos acorta el número de ciclos gravemente

Fuente:(Tejada, s. f.)

Nuestra selección nos deja unos coeficientes:

- Kb: 0,1 sistemas que demanda descargas profundas.
- Kc: 0,05 inversor sinodal puro.
- Kv: 0,15.
- Ka: 0,002 Baterías de baja autodescarga de Ni-Cd.
- N: 4 días de autonomía.
- Pd: 0,7.

Lo que nos deja un rendimiento:

$$R = (1 - 0{,}1 - 0{,}05 - 0{,}15) * (1 - 0{,}002 * \frac{3}{0{,}7})$$

$$R = 0{,}692$$

Nuestro vehículo tiene una capacidad de batería de 41 kW/h, permitiéndonos una autonomía de 368km, con las siguientes opciones de recarga:

- Carga doméstica 2.3 kW: 25 horas.
- Carga a 3.7 kW: 15 horas.
- Carga a 7 kW: 7:25 horas.
- Carga a 11 kW: 2:40 horas.
- Carga a 50 kW (hasta 80%): 0:52 horas.

Fuente:(*Datos técnicos y medidas Nuevo ZOE - Renault*, s. f.)

Teniendo en cuenta las características del vehículo vamos a ver su consumo energético real:

$$E = \frac{41}{0{,}692}$$

$$E = 58{,}57\ KW/h$$

6.1. Selección de módulos solares.

Para hacer una selección apropiada de paneles solares, necesitamos saber la energía consumida y la radiación global de la zona donde vamos instalar el sistema; para ver el número de panales necesarios.

6.1.1. Energía consumida (E_C).

Para hallar este consumo de nuestro sistema, necesitamos saber el consumo real (EC 6) y el número de horas de funcionamiento de nuestra fotolinera; en este caso tomamos las 11 horas que permanece abierto el Centro comercial.

$$E_C = \frac{E * 1000}{h}$$

ECU 3

$$E_C = \frac{58{,}57 * 1000}{11}$$

$$E_C = 5324{,}54\ W$$

6.1.2. Selección de módulos solares.

Hay actualmente una gran variedad de módulos solares en el mercado. Vamos hacer una comparativa de seis de marcas diferentes: dos de ellas nacionales, dos europeas, una china y otra coreana.

Vamos a escoger modelos de 72 células partidas, de alta eficiencia, con una potencia lo más cercanos a 400W. Van a ser monocristalinos ya que son los que mejor funcionan en climas cálidos como el nuestro. (*Diferencias entre Monocristalino y Policristalino*, s. f.)

Tabla 3: Módulos solares.

Modelos	Potencia Máxima (W)	Tensión Máxima potencia (V)	Corriente Máxima Potencia (A)	Tensión Cortocircuito (V)	Corriente Cortocircuito (A)	Eficiencia (%)	Dimensiones (mm)	Precio (€)	Peso (Kg)
Atersaa-410MGS	410	42,30	9,69	50,40	10,60	20,38	2008*1002*40	225	22,50
Escelco MESC 375	375	39.60	9,47	48,70	9,85	19,33	1957*1001*30	185	22
SunPower SPRMAX3 400	400	65,80	6,08	75.60	6,58	22,60	1690*1046*30	310	19
JINKO JKM 400 72HV	400	41,7	9,60	49,80	10,36	19,80	2008*1002*40	200	22,0
SHARP NU-AH370	370	47,8	9,97	39,4	9,36	19,1	1956*992*35	231	22,50

Fuente: Elaboración propia

Vamos hacer una comparativa de los modelos de la tabla anterior atendiendo a los siguientes criterios:

- Potencia máxima.
- Tolerancia de tensión y corriente.
- Eficiencia.
- Relación peso/área.
- Precio.

Después de hacer la comparativa, seleccionamos el panel solar de Atersa A-410 MGS, ya que es el que más potencia nos generaría con una eficiencia más que razonable y un precio bastante competitivo. Cabe destacar que es un producto de fabricación nacional con buen servicio de asistencia técnica.

6.1.3. Numero de módulos solares.

Para obtener el número de paneles, debemos conocer la irradiación diaria promedio (HPS), tomando como referencia los datos de la radiación solar $media\ en\ Cartagena\ (tabla2)$

$$HPS = \frac{Radiacion\ solar\ global\ media(W)}{1000}$$

ECU 4

$$\beta = Radiacion\ solar\ global\ media(\frac{W}{m^2})$$

$$\beta = 187{,}73\frac{W}{m^2} * 86400\frac{s}{dia} * \frac{\frac{1KJ}{s}}{1000w}$$

$$\beta = 16219{,}87\frac{KJ}{m^2}$$

$$HPS = \frac{16219{,}87\frac{KJ}{m^2} * \frac{1000J}{1KJ} * \frac{1H}{3600s}}{10007\frac{W}{m^2}}$$

$$HPS = 4{,}51\ h$$

Conociendo la energía consumida por el vehículo (E_C), la potencia pico de cada panel solar (W_p) y la radicación solar promedio (HPS) podemos ver el número de paneles solares (NP) necesarios para recargar el vehículo.

$$NP = \frac{E_C}{0.9 * W_p * HPS}$$

ECU 5

$$NP = \frac{5322{,}54}{0.9 * 410 * 4{,}51}$$

$$NP = 3{,}20$$

Necesitaríamos 4 paneles solares por vehículos.

Nuestro diseño está preparado para albergar 66 paneles solares y 6 puntos de recarga.

6.2. Potencia generada por los módulos solares.

Para obtener la energía que generan los módulos solares, dependemos de los parámetros de los módulos seleccionados y la irradiación solar percibida según la posición de estos.

Para llevar a cabo estos cálculos, nos vamos a basar en el estudio “Proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica en el Aparcamiento de la Faculta de Física y Matemáticas de la Universidad de la Laguna para la Carga de Coches Eléctricos” (González Fuentes & Guillén Navarro, 2016), determinaremos la energía producida con la siguiente ecuación:

$$P_m = I_m * V_m * HSP * 0{,}9$$

ECU 6

Donde:

- P_m= Potencia generado por un módulo solar (Wh).
- I_m= Intensidad máxima del módulo solar (A).
- V_m= Voltaje máximo del módulo solar (V).
- HSP= Irradiación solar diaria promedio.
- Coeficiente de rendimiento de los módulos solares.

Como se ha seleccionado el módulo solar Atersa a-410 MGS vamos sacar los datos necesarios de su ficha técnica. (*MU-M6M-6x24-GS-(SS)-A.pdf*, s. f.)

$$P_m = 9{,}69 * 42{,}30 * 4{,}51 * 0{,}9$$

$$P_m = 1663{,}73 \frac{Wh}{dia}$$

Vamos a instalar 66 paneles para poder alimentar 6 vehículos simultáneamente y poder aprovechar al máximo las horas de sol para recargar nuestras baterías.

$$P_{mt} = P_m * nunero\ de\ modulos\ solares.$$

ECU 7

$$P_m = 1663{,}74 * 66$$

$$P_m = 109806.84 \frac{Wh}{dia}$$

Aproximadamente generamos unos 109 kW al día.

6.3. Cálculo de baterías

Para hacer el diseño de los acumuladores de energía, hay que tener en cuenta varios factores como son los días de autonomía que deseamos para la instalación, la energía generada y la consumida, es decir, los ciclos de carga y descarga de esta y la máxima profundidad de descarga. Para nuestro diseño, hemos decidido tomar 3 días de autonomía; por la alta concentración de radiación solar en la ubicación elegida.

Vamos a seleccionar una batería de tipo Hidro-Fosfato (LiFePO4) con una capacidad de 300AH de la serie SMART.

Tabla 5. Batería Seria Smart.

Modelo	Volt. Nominal (V)	Cap. Nominal (Ah)	Dimensiones (mm)	Precio (€)
Hierro fosfato Serie Smart	12,8	300	345*425*274	3378

Fuente:(*LiFePO4 batería 12,8V/300Ah - Smart*, s. f.)

Las razones de la elección de este tipo de batería, son el amplio rango de temperaturas de trabajo que nos aporta, el alto rendimiento cíclico, la eficiencia de 92%, la relación espacio/peso que nos permite ahorrar un 70% respecto a otras. El único inconveniente, es el elevado precio que tiene, pero que se amortiza por su mayor vida útil frente a las de plomo-acido.(*Datasheet-12,8-&-25,6-Volt-lithium-iron-phosphate-batteries-Smart-ES.pdf*, s. f.)

Vamos a calcular la capacidad nominal de la batería necesaria, utilizando la siguiente ecuación:

$$C_N = \frac{E_R * N}{P_D * V_B}$$

ECU 8

Donde:

- C_N= capacidad nominal de la batería (Ah).
- E_R= Energía real que consume la instalación.
- P_D= Profundidad de descarga de la batería.
- N= Numero de días de autonomía de la instalación.
- V_B= Voltaje de la batería seleccionada (V).

$$C_N = \frac{(5824{,}54 * 6) * 3}{0{,}8 * 12{,}8}$$

$$C_N = 10238{,}45\ Ah$$

Obtenido ese valor y sabiendo la capacidad nominal de la batería, vamos hacer una relación para obtener el número de baterías necesarias:

$$N_B = \frac{C_N}{C_{nB}}$$

ECU 9

Donde:

- N_B= número de baterías necesarias
- C_N= capacidad total necesaria (Ah)
- C_{nB}= capacidad nominal de la batería seccionada (Ah)

$$N_B = \frac{10238{,}45}{300}$$

$$N_B = 34{,}12$$

Necesitaríamos unas 35 baterías.

6.4. Calculo de inversores.

Se ha seleccionado el inversor cargador de la firma israelita SolarEdge, en concreto su modelo SE5000H, que en temas de eficiencia de recarga de vehículos, es lo más factible, tanto para la instalación, como para el usuario; ya que es posible que su domicilio tenga este tipo de dispositivos. Este dispositivo nos permite los tipos de recarga deseados.

Las características son:

- Potencia máxima de CC: 5700 W
- Rango de tensiones 184-580
- Tensión de entrada máxima: 480 V
- Tensión nominal: 380V
- Corriente máxima de entrada por string: 13,5 A
- Potencia de salida: 5000W
- Precio 1.534,04

(*Inversor de Carga Vehículos Electricos SolarEdge SE5000H Monofásico*, s. f.)

$$Nº\ de\ invesores = \frac{Potencia\ pico\ instalada}{Potencia\ del\ inversor}$$

ECU 10

$$Nº\ de\ invesores = \frac{66 * 0{,}410}{5{,}7} = 4.75$$

Con 5 inversores de esas características, tendríamos suficiente; pero como queremos poner 6 puestos de recarga de vehículos de manera independiente, vamos a poner 6 Inversores-cargadores de la manera más eficiente.

Vamos a ver el número mínimo y máximo de módulos que podemos conectar en serie al inversor.

$$Nº\ minimo\ de\ panles\ en\ serie = \frac{Tension\ minima\ de\ entrada\ al\ inversor}{Tension\ del\ cirucuito\ abierto\ del\ modulo}$$

ECU 11

$$Nº\ de\ invesores = \frac{184}{50{,}4} = 3{,}65$$

$$Nº\ minimo\ de\ panles\ en\ serie = \frac{Tension\ maxima\ de\ entrada\ al\ inversor}{Tension\ del\ cirucuito\ abierto\ del\ modulo}$$

ECU 12

$$Nº\ minimo\ de\ panles\ en\ serie = \frac{580}{50{,}4} = 11.52$$

Podemos instalar de 3 a 11 módulos solares por inversor, para tener una buena compensación. Vamos instalar 11 módulos por cada punto de recarga, lo que nos deja una potencia de 4.510 W por inversor

Rendimiento del inversor por potencia instalada

$$\% = \frac{Potencia\ suministrada\ al\ inversor * 100}{Potencia\ salidad\ maxima\ del\ inversor}$$

ECU 13

$$\% = \frac{4510}{5000} * 100 = 90{,}2\%$$

Estamos aprovechando la 90% los inversores instalados.

6.5. Puesta a tierra.

La puesta a tierra, es un elemento de seguridad básico e imprescindible, ya que protege tanto a la instalación, como a las personas de un posible riesgo eléctrico; por la aparición de altas tensiones al tocar por accidente la masa en tensión.

6.5.1 Cálculos de puesta a tierra.

Vamos a realizar el cálculo de puesta a tierra, basándonos en la ITB-BT-18 del reglamento electrotécnico para baja tensión. Todas las masas de instalación fotovoltaica, irán conectadas a una única masa independiente.

El valor de la resistencia de la tierra, no pueda dar lugar a tensiones de contacto superior a:

- 24 V En locales húmedos o emplazamientos del conductor.
- 50V en los demás cosos.

Vamos usar una protección diferencial de 300 mA y nuestro tipo de instalación está ubicado en una zona de humedad, por lo que usaremos los 24 V.

$$R = \frac{V}{I}$$

ECU 14

$$R = \frac{24}{0{,}3} = 80\Omega$$

Las características del suelo donde vamos a realizar la instalación, es suelo pedregoso desnudo cuya resistividad, según el REBT estaría comprendida entre 1500-3000 Ω*m, para nuestros cálculos, tomamos el valor medio 2250 Ω*m.

Para la puesta a tierra, vamos utilizar picas de dos metros de longitud, instaladas en paralélelo a una profundidad de 0,5 metros. El número de picas, dependerá de la resistencia del terreno para evitar superarla.

$$R = \frac{\rho}{L}$$

ECU 15

Donde:

- P= resistividad del terreno
- L= longitud de la pica

$$R = \frac{2250}{2} = 1125\Omega$$

Ponemos 10 picas, por lo que la resistencia se quedara 11,25 Ω lo que nos cumple los requisitos del reglamento.

(*ITC_BT_18.pdf*, s. f.)

Para hacer una puesta a tierra efectiva, tenemos que puntear nuestras coronas de orientación, para que no se nos desgasten los rodamientos por un pico de carga.

6.6. Cálculos de cableado.

Para el dimensionamiento de los conductores, usaremos el reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones complementarias.

Para las longitudes, usaremos los planos en AutoCAD, más un 10% de longitud por seguridad y evitar tener los cables tensos o falten metros.

Vamos a dividirlo en dos tramos: uno que une los módulos solares con la caja de protección de continua y el segundo que nos une la caja de protección con los inversores.

6.6.1. Tramo 1. Módulos-caja de protección.

Este tramo, es de corriente continua, vamos usar cable de cobre flexible de 0.6/1 Kv con aislamiento. Se utilizará el cable especial para instalaciones fotovoltaicas de EXZEHELLENT SOLAR ZZ-F (AS), con aislamiento de elastómero termoestable, libre de halógenos y cubierta del mismo material; con una tensión asignada de 1.8 kV corriente continua y un 41 kV de alterna.

Hemos diseñado para tener una caída tensión menor al 0.5%

Tabla 6: Caída de tensión tramo 1

Tensión (V)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm^2)	Int.max. Cable (A)	Long (m)	Long +10%	C.T (v)	E%
Inversor 1								
465.3	4510	12,12	6	72	17,15	19,25	1,62	0,35
Inversor 2								
465.3	4510	12,12	6	72	15,10	16,61	1,40	0,30
Inversor 3								
465.3	4510	12,12	6	72	13,05	14,36	1,21	0,26
Inversor 4								
465.3	4510	12,12	6	72	17,15	19,25	1,62	0,35
Inversor 5								
465.3	4510	12,12	6	72	15,1	16,61	1,40	0,30
Inversor 6								
465.3	4510	12,12	6	72	13,05	14,36	1,21	0,26

Fuente: Elaboración propia.

Para el correcto dimensionamiento, vamos usar el método de la caída de tensión y el de calentamiento.

- Cálculo por caída de tensión;

$$\Delta U = \frac{2 * I * L}{\gamma * S} * 100$$

ECU 16

Donde:

- ΔU= Caída de tensión (V)
- γ= resistividad del conductor (m/Ω*mm^2)
- I= Intensidad de línea (A)
- L= longitud del conductor (m)
- S= Sección del conductor (mm^2)

En este tramo, consta desde el punto de conexión de los módulos hasta el centro de la estructura. Estos cables irán por dentro de las correas hasta de la cercha central; de ahí bajarán por dentro de la estructura, hasta la parte inferior, en donde irán por el tejado de la caseta de las baterías, hasta el punto de conexión con la caja de protección.

La intensidad tiene que ser 125% superior a la intensidad máxima generada de acuerdo a la ITC-BT-40.

- Calculo por calentamiento.

Como todos los tubos, irán en el mismo conjunto hasta llegar a la caja de protección, usamos el factor de corrección según la ITB-BC de 5 cables en contacto.

$$I = \frac{12{,}12}{0.6} = 20{,}2A$$

Como la intensidad de nuestros cables es casi 3.5 veces superior a esta, no tendríamos problemas.

6.6.2. Tramo 2: Caja de protección-Inversor/Cargador.

Para este tramo, se ha seleccionado un cable de cobre flexible, con una tensión asignada de 0,6/1 kV y con aislamiento XLPE.

Estos cables irán por la parte superior de la caseta, recogidos en una bandeja de "rejiband" distribuidos por la pared, en donde conectarán con el inversor directamente.

Diseñamos para no tener una caída mayor al 0.5%.

Tabla 7: Caída tensión tramo 2.

Tensión (V)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Sección (mm^2)	Int.máx. Cable (A)	Long (m)	Long +10%	C.T (v)	E (%)
Inversor 1								
465.3	4510	12,12	6	72	5	5.5	0,46	0,10
Inversor 2								
465.3	4510	12,12	6	72	5	5.5	0,46	0,10
Inversor 3								
465.3	4510	12,12	6	72	5	5.5	0,46	0,10

Inversor 4								
465.3	4510	12,12	6	72	5	5.5	0,46	0,10
Inversor 5								
465.3	4510	12,12	6	72	5	5.5	0,46	0,10
Inversor 6								
465.3	4510	12,12	6	72	5	5.5	0,46	0,10

Fuente: Elaboración propia.

6.7. Calculo de protecciones.

Para este apartado, nos hemos basado en el trabajo "PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL APARCAMIENTO DE LA FACULTAD DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA PARA LA CARGA DE COCHES ELÉCTRICOS" de (González Fuentes & Guillén Navarro, 2016).

Para la correcta protección del equipo, vamos a equipar la instalación, con una caja de protección entre los módulos y los inversores; una caja por cada inversor.

El modelo escogido es ARFI de CAHORS, ya que es específico para instalaciones fotovoltaicas.

Como tenemos módulos conectados en paralelo, es necesario una protección contra corrientes inversas, por cada rama; por eso optamos por fusibles, en bases portafusiles seleccionables.

- Calibre de los fusibles:

$$I_F = (1{,}25 - 2) * I_{SC}$$

ECU 17

Donde:

- I_F= Intensidad del fusible.
- I_{SC}= Intensidad de cortocircuito del módulo.

$$I_F = 13{,}25 - 21{,}2\ A$$

Seleccionamos fusibles de cartucho de 16 A cilíndrico de 10'38 mm.

- Tensión asignada:

$$U_N \geq 1.2 * U_{Goc}$$

Donde:

- U_N= Tensión nominal del fusible.
- U_{Goc}= Tensión de circuito abierto del generador.

$$U_N \geq 558.36\ V$$

La tensión asignada al interruptor seria 600 V.

- Interruptor general del generador fotovoltaico, uno por cada caja con las siguientes características.
  - Intensidad nominal $I_N \geq\ I_{GSC};\ I_N \geq 50{,}40\ A$
  - Tensión nominal $U_N \geq\ U_{GSC};\ U_N \geq 558{,}36\ V$

Seleccionamos un interruptor con una tensión nominal de 600V y una tensión nominal de 55 A.

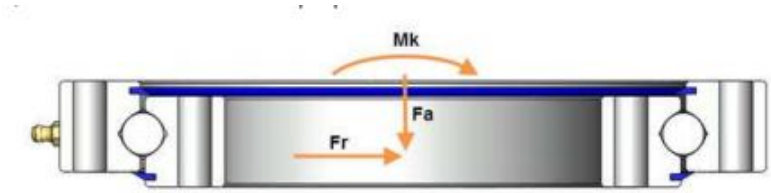
En conclusión, la caja de protección lleva fusibles de 16 A y 600 V y un interruptor de maniobra de 55 A y 600V. Aparte el inversor dispone de las siguientes protecciones: un punto de desconexión en lado de entrada, descargador de sobretensión y protección contra polarización inversa de corriente continua.

6.8. Selección de coronas de orientación.

Las coronas de orientación, nos van permitir el movimiento de nuestro tablero, vamos a tener dos, una en la parte de recta del mástil y la otra, en la parte inclinada; pero serán iguales y las dos se moverán a la misma velocidad de giro, pero en sentido apuesto.

Vamos usar el catálogo de "TGB Grup Techonologies" para seleccionar la corona más adecuada.

Figura 17: Fuerzas en corona



Fuente: TGB-Slewing-Rings-2017.pdf, s. f.)

Según nuestro calculo en Cype tenemos las siguientes cargas

Fr= 115 kN, Fa= 104 kN, Mk=17 kN*m.

$$Fa' = Fa * fA * fs * for$$

ECU 18

$$Mk' = Mk * fA * fs * for$$

ECU 19

Donde:

- Fr= fuerza radial.
- Fa= fuerza axial.
- MK= momento de vuelco.
- Fa'= fuerza axial corregida.
- Mk'= momento de vuelco corregido.
- fA= factor de utilización.
- fs= factor de seguridad.
- For= factor de corrección axial

Según el catalogo, vamos usar un factor de seguridad para antenas correspondiente a 1,5 en ambos casos.

Como estamos sujetos a carga radial, tenemos que hacer otro ajuste a nuestros valores. Calculando la relación de las fuerzas radiales y axiales, con la excentricidad de la carga, vamos obtener otro factor de corrección.

$$\frac{Fr}{Fa} = \frac{115}{104} = 1.05$$

$$e = \frac{2000 * Mk}{Fa * Dl}$$

Ecu 20

Donde

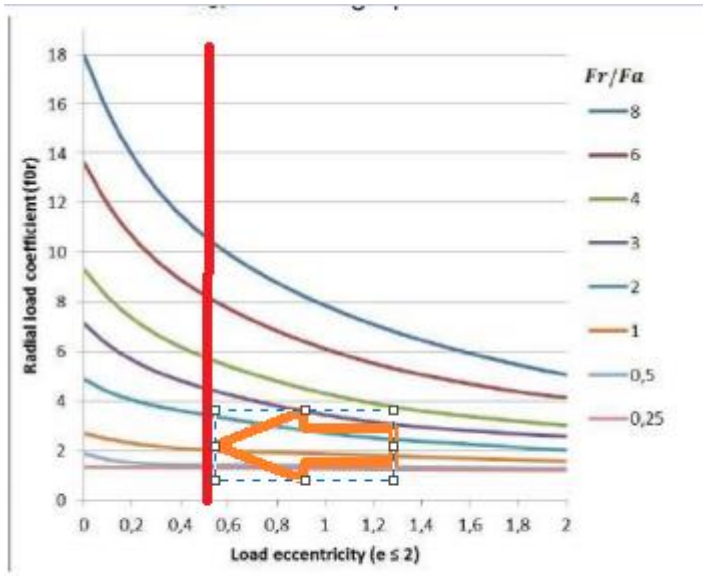
- e= excentricidad
- Dl= diámetro (mm)

$$e = \frac{2000 * 17}{104 * 600}$$

$$e = 0.54$$

Con estos valores nos vamos al gráfico:

Figura 18: Factor de corrección radial



Fuente:(TGB-Slewing-Rings-2017.pdf, s. f.)

Tenemos un factor entre las líneas de 2 y 1 lo que nos da un valor aproximado de 2.25.

$$Fa' = 104 * 1.5 * 1.5 * 2.25$$

$$Fa' = 526.5\ kN$$

$$Mk' = 17 * 1.5 * 1.5 * 2.25$$

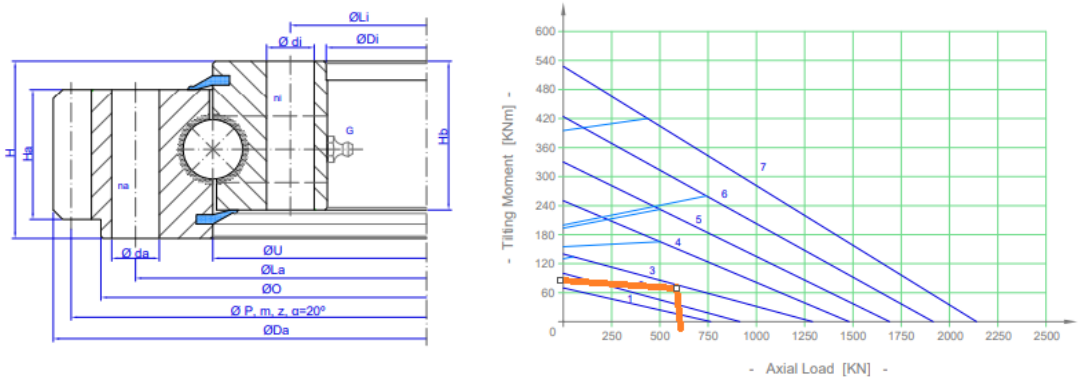
$$Mk' = 86\ kN * m$$

Con estos datos, más el diámetro que queremos; consultamos en el catálogo, y seleccionamos una serie y de ahí el más adecuado para nuestro modelo.

Seleccionamos el Modelos E.25.D, una corona de engranajes, siendo la que más se ajusta a nuestras necesidades, dentro de ese modelo seccionamos la **E.595.25.00.D.6.**

Las características de la corona de engranajes externos, un diámetro de 595 mm.

Figura 19: Selcion de corona.



Fuente: TGB-Slewing-Rings-2017.pdf, s. f.)
Figura 20: Datos de la corona

	Bearing Type	Dimensions							Fixing						Gear teeth			Tooth Force		Mass
		Da mm	O mm	U mm	Di mm	Ha mm	Hb mm	H mm	La mm	na nº	da mm	Li mm	ni nº	di mm	P mm	m	z nº	Fz nor KN	Fz max KN	Weight KG
1	E.535.25.00.D.1	535	495	401	306	55	63	75	466	18	20	336	18	20	520	8	65	34,2	47,9	65
2	E.589.25.15.D.1	589,5	565	475	384	40	63	75	540	36	16	410	36-1	16	580,5	4,5	129	14,9	21,4	60
3	E.595.25.00.D.6	595	565	477	382	50	55	65	540	18	17	410	18	17	585	5	117	19,5	27,3	58
4	E.864.25.00.D.5	864	835	771,5	680	57	65	82	800	24	M16	706	24	M16	852	6	142	26,9	37,7	85
5	E.972.25.00.D.3	972	942	854	766	58	60	70	912	36	M16	796	36	18	960	6	160	27,4	38,4	108
6	E.1080.25.00.D.5	1080	1042	987	895	62	64	82	1015	30	M16	922	30	M16	1064	8	133	40,4	56,5	120
7	E.1200.25.00.D1	1200	1163	1078	982	50	55	65	1135	30	18	1012	30	18	1184	8	148	31,5	44,1	140
	G, G1 = For the number and the position of the grease nipples, please ask for a detailed drawing of the bearing																	Ask for a detailed drawing of the bearing, values may differ.		

Fuente: TGB-Slewing-Rings-2017.pdf, s. f.)

7. NUESTRO MODELO.

Vamos a diseñar nuestro sistema, para que nos permita tener seis puntos de recarga; de los cuales vamos a utilizar varios tipos de recarga. **Semirápida,** que nos permite recarga la batería completa, en una hora y media, el de recarga **rápida,** que carga la batería en media hora aproximadamente. Hemos decido esto en base que la fotolinera ira destinada a los parkings de los centros comerciales y la media de estancia en un centro de comercial es de 84 minutos (Dream-Alcalá, 2017).

Vamos a ubicar nuestro modelo en el centro comercial de Cartagena, Espacio Mediterráneo, que su horario es de 9:00-22:00, los 365 días del año. (*Espacio Mediterraneo 365 días*, s. f.).

El sistema que vamos a proponer, es el **SolarEdge,** que actualmente es el más eficiente y seguro a la hora de recargar nuestro vehículo. Es un componente, que tiene un doble sistema de cargador e inversor, con un sistema solar boost que nos permite una recarga 2.5 veces más rápida que el estándar de modo 2.

Este sistema, nos permite recargar nuestro vehículo, tanto con la generación que tengamos de la red, como con lo almacenado en nuestras baterías. Si nuestra generación es menor a la demanda o si tenemos una generación mayor a la demanda, nos permite recargar las baterías a la vez que las del vehículo eléctrico y, en el caso que no tengamos demanda y las baterías estén al máximo de su capacidad; optamos por un vertido cero disipando dicha energía. Con esto

aumentamos la eficiencia de nuestra fotolinera a la vez que nos proporciona un ahorro en los costes de componentes.

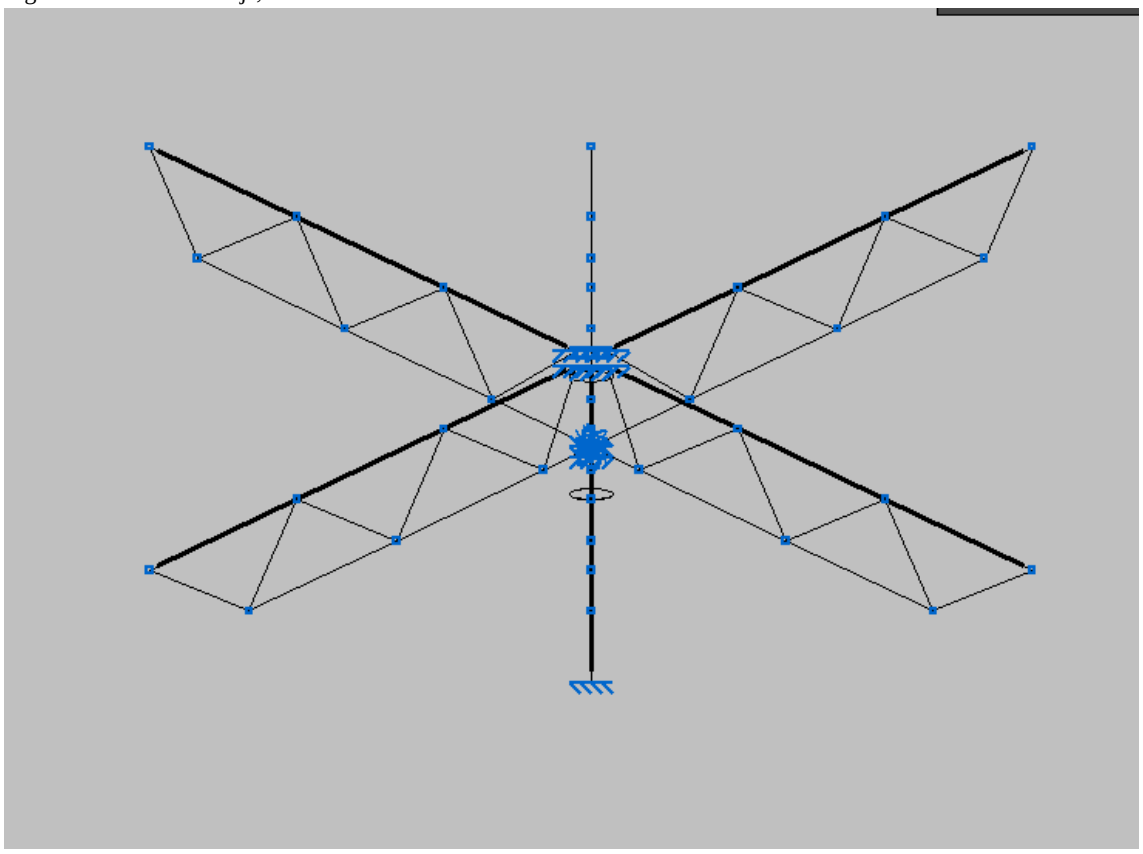
7.1. La estructura.

Disponemos de un tablero aproximadamente de 12x12 m, capaz de albergar 66 módulos solares y con disposición de 15 grados respecto a al plano horizontal. Para soportar el tablero disponemos de 12 correas, apoyadas en 6 cerchas en celosía, que son las encargadas de soportar y distribuir las fuerzas al mástil en "L"; que nos permite mediante, el uso de dos coronas de orientación, rotar para mantener siempre una disposición optima respecto el sol.

Para el diseño previo de la estructura, se ha usado el software de modelado en 3D "Tekla" y para el cálculo de la misma hemos usado "Cype".

La estructura dispondrá de una caseta circular, en forma de hexágono, que rodea al mástil; en donde se encuentran las baterías y las protecciones eléctricas. Los puntos de recarga están en posición radial, dejado el cargador a la izquierda.

Figura 17: Posición de trabajo,



Fuente: Cype.

En la caseta de las baterías, se dispone de los elementos de seguridad necesarios para el mantenimiento del equipo eléctrico, además de contar con una caja de protección individual para cada línea de recarga eléctrica, lo que nos permite seguir funcionado, en caso de que algún punto de recarga este averiado.

Las medidas de aparcamiento, estarán dispuestas en diagonal ya que son radiales. Las dimensiones son superiores a 5 m de longitud, 2,20 m de ancho y entre cada plaza hay una distancia de separación mínima de 1,50 m, además, los SolarEdge utilizados para la recarga se van a instalar de manera, que se queden a una altura de 1 m desde el suelo; permitiendo así, el uso a personas con movilidad reducida. Cumpliendo la guía técnica 52.

(*Plazas de aparcamiento reservadas para personas con movilidad reducida*, s. f.)

Las baterías, se disponen de manera radial, alrededor del poste y formando un ángulo de 60º entre las 6 columnas de 5 filas, separadas 0,8m. Las cajas de protección, se reparten de la misma forma en el interior de la caseta; para hacerlo de forma intuitiva. Las filas de las baterías están conectadas en paralelos entre sí, para evitar que una línea de baterías tenga un mayor desgaste que otra y todas las baterías trabajen por igual.

7.2. Movimiento de la estructura.

La estructura es capaz de hacer un movimiento rotacional para poder seguir el sol, gracias a las coronas de rotación.

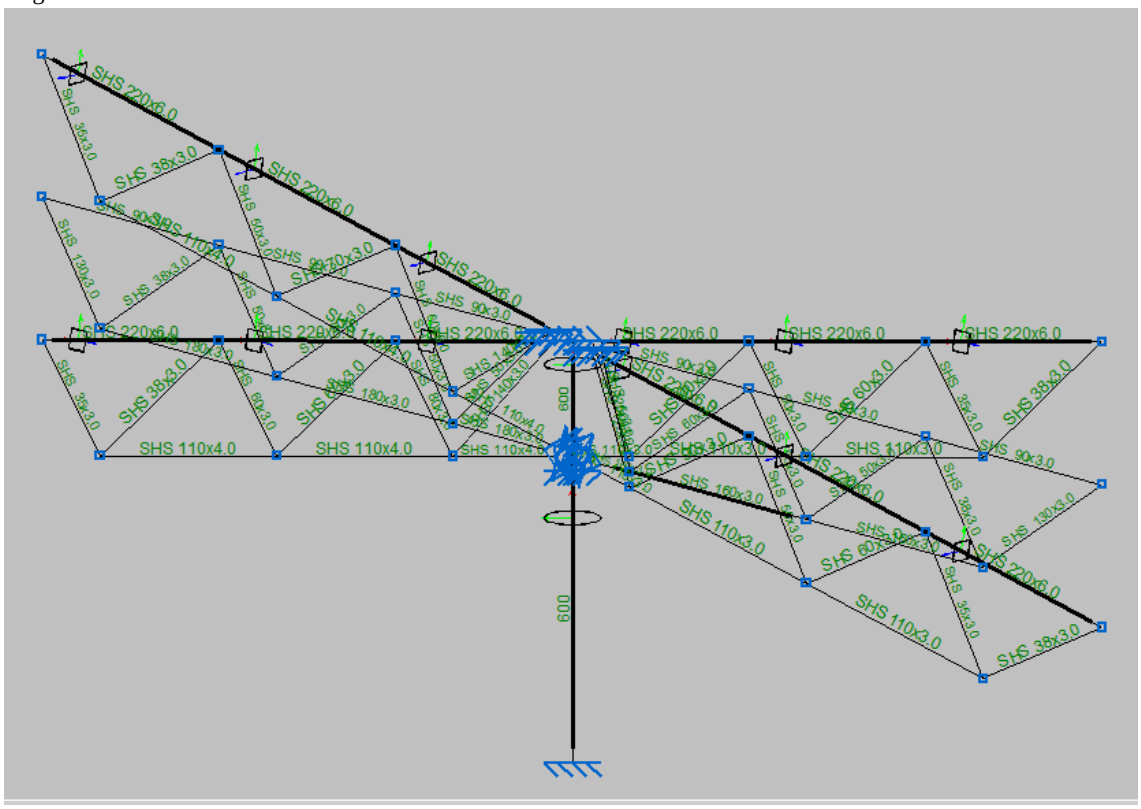
La velocidad de la reductora, si no se detiene; sería de 2/3 de pi rad, siendo capaz de hacer un ciclo completo en 3 minutos. Pero nosotros, las tenemos configuradas, para que en dos horas haga 3 movimiento de 10º, el movimiento se activa, solo cuando hay una diferencia de 5º la posición de la estructura con la posición real del acimut del sol.

No hay peligro de movimiento de retroceso, gracias al tornillo sin fin de la corona que actúa como un sistema de autoblocante.

7.3. Partes de la estructura.

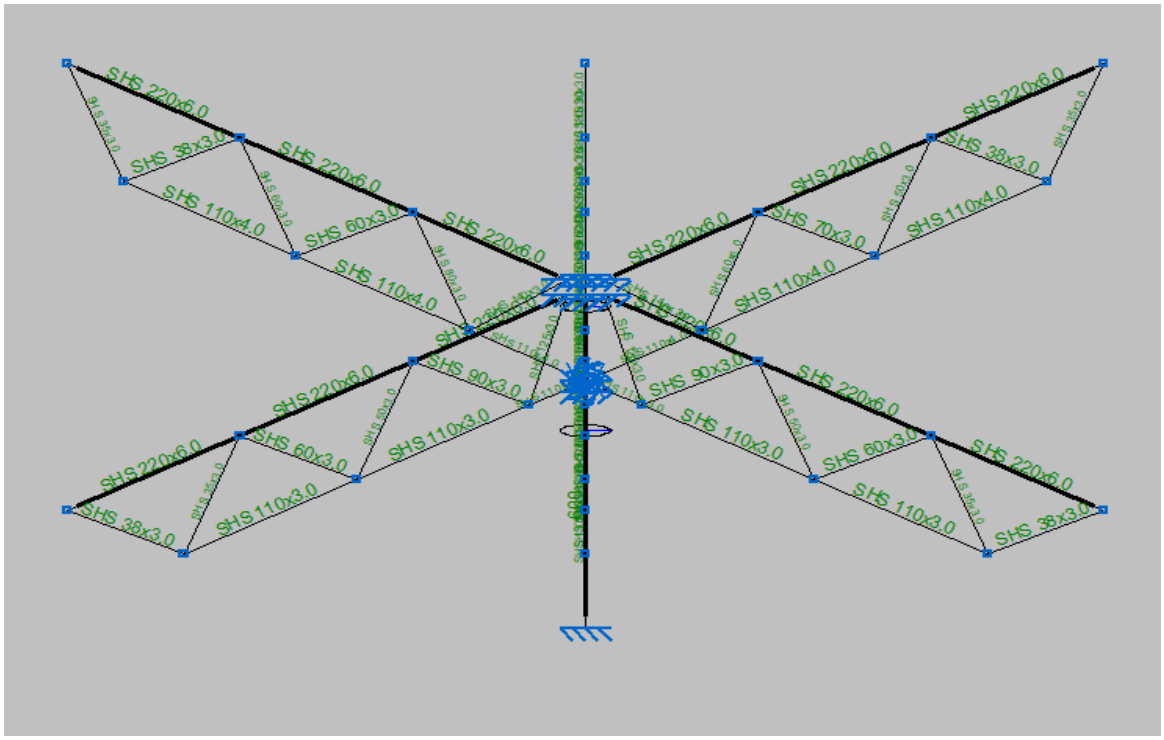
La estructura, está compuesta en su mayoría por perfiles cuadrados de acero para las cerchas, las correas son perfiles conformados en forma de C y el mástil es un tubo redondo.

Figura18: Perfiles 1



Fuente: Cype

Figura 19: Perfiles 2



Fuente: Cype

Las seis cerchas, que compone el tablero, son en celosía para el aprovechamiento máximo del perfil. Sobre las cerchas van colocadas las 12 correas, donde se colocan los módulos solares, en 6 filas de 11 columnas. El tablero se queda de forma más cuadrada, así el reparto de cargas es los más simétrico posible.

Las cerchas van unidas a un mástil en forma de "L", mediante un sistema de orejetas.

Las bridas de orientación, funcionan de manera simultánea; pero rotan en sentido opuesto, el movimiento se calcula, utilizando las fórmulas astronómicas, de las cuales, nos dará la posición del sol en cada momento. Gracias al giro que nos proporciona las coronas, nos permite tener siempre el tablero en la posición más orientada, respecto el sol, sin cambiar la proyección en planta del tablero.

Para el cálculo del mástil, no hemos tenido en cuenta la forma de "L", puesto que las cargas más desfavorables están en la base y no afecta al cálculo. Como no sabemos en qué posición van ser la más desfavorables respecto al viento, le hemos dado más longitud al entronque, tanto superior como inferior, para corregir posibles defectos.

7.4. Tipos de barras.

La estructura, esta formada en su totalidad por acero laminado S275, todas las barras que componen la estructura son de sección cuadrada, menos el mástil que es de sección circular y las correas que son tipo "C". En la siguiente tabla se realiza un resumen de todas las barras usadas con su longitud total.

Como podemos observar en la tabla tenemos diferentes tipos de barras esto se debe a la influencia del viento que no es la misma para toda la estructura, ya que la plataforma está inclinada y va rotando a lo largo del día. Hemos podido agrupar los cordones de las cerchas de dos en dos, pero las diagonales no por los esfuerzos variantes que se pueden generar en cada punto.

Las diagonales de mayor tamaño son las más cercanas al mástil puesto son las más solicitadas.

A posteriori se ha decido implantar dos barras, que van en vertical a cada lado, que nos unen las cerchas, los que nos permite tener menos vuelo en las correas. Pero se ha optado por calcular la estructura sin estas barras; para que sean solo de apoyo y pueda ser capaz de trabajar sin ellas, para darle más seguridad a nuestro modelo.

Tabla 10: resumen de barras.

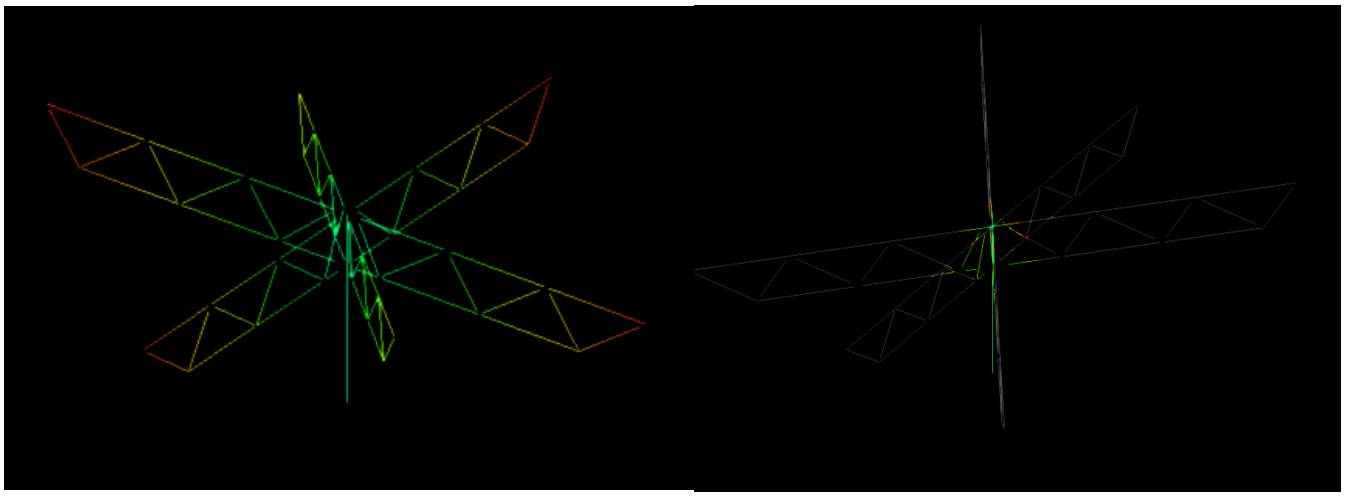
Perfil	Longitud total utilizada(m)
SHS 35x3.0	6.677
SHS 38x3.0	11.254
SHS 50x3.0	15.432
SHS 60x30	9.341
SHS 60x6.0	1.669
SHS 70x3.0	2.045
SHS 80x3.0	1.669
SHS 90x3.0	15.015
SHS 110x3.0	12.297
SHS 110x4.0	14.232
SHS 125X3.0	2.936
SHS 130x3.0	3.074
SHS 140x3.0	3.627
SHS 160x3.0	4.167
SHS 180x3.0	4.837
SHS 220X6.0	32.076

Fuente: elaboración propia

7.5. La deformada.

En la siguiente imagen, podemos ver la deformada máxima, en la que nos indica que las que los perfiles más solicitados, son los más próximos al mástil. Estos perfiles, a los que se le ha asignado un tamaño mayor; soportando una tensión de trabajo menor y en los extremos se ha ajustado más el perfil; pero siempre dentro de los límites aceptables.

Figura 20: Deformada y deformada máxima



Fuente: Cype

7.6. Uniones.

Tenemos 3 tipos de uniones de forma general en la estructura, uniones por soldadura con bribas y por placas de anclaje. Las soldaduras estas destinadas la unión de las diagonales con los cordones superiores e inferiores, las placas de anclaje a la unión y la unión de las cerchas con el tubo central.

8. VIABILIDAD ECONÓMICA.

8.1. Costes

Para describir correctamente la viabilidad de la implantación de este tipo de sistemas hace falta ver su análisis económico donde relacionaremos el precio de la energía eléctrica con los costes directos e indirectos de la obtención.

En la siguiente tabla detallamos los costes de nuestra instalación para poder abastecer a 6 vehículos eléctricos como mencionamos en capítulos anteriores.

El precio de la obra civil se ha basado en los costes de otras estructuras similares a estas.

Tabla 8: Tabla de componentes.

Componente	Marca	Precio unitario (€/U)	Unidades	Total (€)
Modulo solar	Atersa	66	225	14850
Inversor/Cargador	SolarEdge	6	1534,04	9.204,24
Baterías	SMART	35	3378	118230
Estructura	-	1	4.000	4000
Obra civil	-	1	4200	4200
Equipos de protección eléctrica	CAHORS	799	6	4794,00
Cableado	General cable	1,32	150	198
Contador bifásico bidireccional	CIRWATT	348,25	1	348,25
Puesta a tierra, Picas + abrazaderas	-	16,20	10	162,00

Fuente: elaboración propia.

Total de 155.986,5 €

8.2. Presupuesto

Vamos asignar un 20% del presupuesto total para materiales de reposición ya queremos asegurar nuestro modelo para una duración de 20 años.

Para obtener el propuesto final del proyecto tenemos que ver el presupuesto por ejecución por contracta y el I.V.A.

Tabla 9: Presupuesto.

Presupuesto de ejecución de material	155.986,5€
6 % Benéfico industrial	9.359,19€
16% gastos generales	24.957,84€
Presupuesto de ejecución por contrata	190.303,54€
21% IVA	39.963,75€
Total	**230.267,283€**

Fuente: elaboración propia.

8.3. Coste de generación.

Sabemos que el proyecto nos cuesta 230.267,283 €, pero para poder hacer una generación eficaz hay sumarle un 10% de mantenimiento y un 25% del beneficio industrial, que queremos obtenerle. Lo que nos deja un valor de **310.860,83 €.**

Sabiendo que nuestra generación es de $P_m = 109.806.84 \frac{Wh}{dia}$ y nuestra instalación es para 20 años produciendo esta cantidad de energía 5.851.606,49 KWh.

$$Precio\ \frac{kW}{h} = \frac{coste\ de\ la\ intalacion}{Energia\ producida}$$

$$Precio\ \frac{kW}{h} = \frac{310.860,83}{5.851.606,49}$$

$$Precio\ \frac{kW}{h} = 0,053\ €/kWh$$

Este es el precio mínimo al cual debemos vender nuestra energía para poder sacarle el benéfico esperado en 20 años.

8.4. Conexión a red.

Vamos tener un punto de conexión a red eléctrica para en caso de necesidad de más energía que la generada y la almacenada tener la capacidad suficiente para abastecer al cliente. Para esto se pedirá a la compañía la instalación de un contador bifásico y un punto de acceso.

Actualmente el precio de la luz varía según el consumo de energía en ese momento por eso vamos a configurar nuestro sistema para que solo capte energía de la red para recargar de baterías en las horas más favorables, la de menos coste económico.

Estimamos un uso de la plataforma de una media de 20 coches diarios durante los 20 años de funcionamiento, esto nos deja una energía consumida de 773800 kW, nuestro sistema consigue generar en eso 20 años unos 795700 kW por lo que la energía que resta son unos 21900 kW, dando lugar a 60 kW al año por lo que no nos interesa hacer un volcado a red para esta cantidad mínima de energía sobrante.

9. IMPACTO AMBIENTAL.

Las instalaciones de energía solar fotovoltaica, tienen un impacto ambiental casi nulo a la hora de generación de energía. El impacto que pueden producir es derivado de la fabricación de componentes, destacando las baterías.

- **Módulos solares**.

La fabricación de estos emite en grandes cantidades NF3 (Trifluoruro de Nitrógeno) lo que provoca un aumento mayor del efecto invernadero que el CO2 (Dióxido de Carbono). Esto es debido al uso de silicio en la fabricación.

Los problemas para la salud que se pueden producir a la hora de fabricar o deshacer los módulos solares, principalmente están derivados del Cd (Cadmio) y del As (Arsénico).

  - Cadmio: Dolor de estómago, daño el sistema nervioso y al ADN, y desordenes psicológicos.
  - Arsénico: Infertilidad, abortos, cáncer de piel, problemas de corazón y dalos cerebrales.

- **Baterías.**

Estos componentes tienen una gran cantidad de materiales altamente contaminantes, tales como son el Pb (Plomo), Sb (antimonio), H2SO4 (ácido sulfúrico), Hg (mercurio), Cd (cadmio) entre otros.

Los problemas para la salud que se pueden producir a la hora de fabricar o deshacer las baterías:

  - Quemaduras por el ácido sulfúrico.
  - Acumulación de sustancias cancerígenas por el mercurio.
  - Daños en sistema nervioso y reproductor por el plomo.

- **Regulador/Inversor.**

El principal contamínate de este elemento, es el Br (bromo), material usado para elaboración de los circuitos que componen el elemento, y las envolturas de plástico.

Los problemas para la salud que se pueden producir a la hora de fabricar o deshacernos del bromo son:

  - Problemas en el sistema nervioso.
  - Alteraciones en el ADN.
  - Problemas intestinales.

- **Cableado.**

Los principales componentes del cableado son los conductores Cu (Cobre), el Al (Aluminio) y los recubrimientos de estos. Ya que son para instalaciones solares nos garantizan una gran vida útil.

Los problemas para la salud que se pueden producir a la hora de fabricar o deshacernos de los cables son:

- Cobre: Fiebre del metal, Irritación cutánea, mareo, dolor de cabeza y vomito.
- Aluminio: Daño del sistema nervioso, demencia, apatía y temblores.

Para deshacernos de todos los componentes, tendemos que utilizar una planta de tratamiento especializada en el elementos eléctricos y electrónicos. En Murcia contamos con la planta situada en la Cañada Hermosa, que es una de las más equipadas en la Región para el tratamiento de este tipo de materiales. El uso de estas plantas de tratamiento, nos asegura un correcto desecho de los materiales inservibles; además de una gran disminución de los contaminantes producidos. Cumpliendo así con toda la normativa ambiental. (Works, s. f.)

10. CONCLUSIÓN

Para concluir, cabe destacar que nuestro modelos supone un avance en la tecnología de la recarga de los vehículos eléctricos, puesto que nos ofrece una carga eficiente y limpia; esto supone un gran ventaja, porque podemos hacer una distribución de este modelos a lo largo de España; lo cual nos ofrece aumentar la duración de los viajes de nuestro vehículo, a la vez que cuidamos el medioambiente, tanto en los gases que se ahorría, a la hora de producir la energía eléctrica para recargar dichos vehículo y la gases de combustión de un vehículo tradicional.

Nuestro modelo, tiene una ventaja económica a la hora de su montaje, frente a montar una gasolinera "LowCost"; nos resulta un 11% más barato. Este ahorro económico y ambiental, hace más atractiva, la oferta para implantar nuestro modelo sostenible, frente a una gasolinera tradicional.

La fotolinera cuenta con 6 puntos de recarga, capaces de recargar el vehículo de manera rápida o súper rápida; para ello cuanta cada punto recarga, con un SolarEdge al cual conectamos 11 módulos solares de Atersa, que después de hacer una comparativa, concluimos que, con este módulo, es el más adecuado en nuestro modelo. Se ha optado por la carga rápida y súper rápida por la ubicación seleccionada y el tiempo medio que suele pasar la gente en el centro comercial.

La inclinación del panel que alberga los módulos solares es de 15º ya que la relación de irradiación solar y los esfuerzos que nos genera el viento, es la más favorable; lo cual nos permitía reducir el peso de la estructura. Y esta orientación somos capaces de mantearla, gracias a las dos coronas de orientación que nos dan el movimiento del panel, sin perder la inclinación ni el punto más óptimo de irradiación solar.

Viendo la meteorología de España hemos optado por tener 3 días y esto nos lo permite las 35 baterías que tenemos instaladas.

Cabe destacar, que el modelo puede ser exportado para otros emplazamientos, con un número menor de puntos de recarga; solo disminuyendo el número de filas, de módulos solares y de baterías; obteniendo los mismos beneficios, para centros comerciales más pequeños o para integrarlo en ciudades.

Los beneficios de la utilización de las fotolineras, diríamos que, nos ofrece un sistema limpio y económico para poder recargar nuestro vehículo, además que a la hora de producir la energía necesaria, no produce contaminación acústica ni ambiental; disminuyendo el efecto invernadero frente a electricidad convencional. Los módulos, tienen un mantenimiento mínimo, es decir estamos ahorrando tanto económicamente, como ambientalmente, respecto al uso de combustibles fósiles en nuestros vehículos.

Esta tecnología, nos permite recargar nuestro vehículo, por un coste mínimo tanto económicamente como ambiental lo cual es un gran paso hacia un futuro sostenible.

11. BIBLIOGRAFÍA.

0_Presentación CURSOLAR. (s. f.). Recuperado 30 de noviembre de 2019, de http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/04_componen/01_generador/01_basico/4_gene_01.htm

Balance | Red Eléctrica de España. (s. f.). Recuperado 9 de noviembre de 2019, de https://www.ree.es/es/datos/balance

BOE.es—Documento BOE-A-2019-5089. (s. f.). Recuperado 1 de mayo de 2020, de https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-5089

Coche eléctrico—Motor, inversor, convertidor. (s. f.). Recuperado 8 de noviembre de 2019, de http://www.aficionadosalamecanica.com/coche-electrico_control.htm

Conexión de placas fotovoltaicas.Conexión paralelo.Conexión serie. (s. f.). Recuperado 30 de noviembre de 2019, de http://solete.nichese.com/conexion.html

Datasheet-12,8-&-25,6-Volt-lithium-iron-phosphate-batteries-Smart-ES.pdf. (s. f.). Recuperado 20 de abril de 2020, de https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-12,8-&-25,6-Volt-lithium-iron-phosphate-batteries-Smart-ES.pdf

Datos técnicos y medidas Nuevo ZOE - Renault. (s. f.). Recuperado 15 de abril de 2020, de https://www.renault.es/electricos/zoe/datos-tecnicos.html

Díaz A., N. L., & Díaz A., N. L. (2019). The Role of Renewable Energies in the Microgrids. *Ingeniería*, *24*(1), 4-5. https://doi.org/10.14483/23448393.14416

Diferencias entre Monocristalino y Policristalino. (s. f.). Recuperado 14 de febrero de 2020, de https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino

Dream-Alcalá. (2017, agosto 10). El gasto medio en la visita a un centro comercial es de 78 euros. *Dream Alcalá*. https://www.dream-alcala.com/gasto-medio-la-visita-centro-comercial-78-euros/

ENERGÍA HIDRÁULICA Y MEDIO AMBIENTE - ALLPE. (s. f.). *ALLPE - Empresa de Medio Ambiente - Acústica - Topografía - Ingeniería*. Recuperado 12 de noviembre de 2019, de http://www.allpe.com/documentos/energias-renovables-medio-ambiente/energia-hidraulica-y-medio-ambiente/

Energía Solar: Concepto, Tipos, Usos, Ventajas y Desventajas. (s. f.). Recuperado 17 de noviembre de 2019, de https://concepto.de/energia-solar/

Energía solar térmica. (s. f.). Recuperado 17 de noviembre de 2019, de https://solar-energia.net/energia-solar-termica

Energías Renovables: Concepto, Importancia y Ventajas. (s. f.). Recuperado 9 de noviembre de 2019, de https://concepto.de/energias-renovables/

Energías renovables: Qué son, tipos, ventajas y desventajas. (2019, junio 6). *Erenovable.com*. https://erenovable.com/energias-renovables/

Eraso, F. J., Erazo, O. F., & Escobar, E. (2019). Modelo para la estimación de potencia eléctrica en módulos fotovoltaicos de tecnología basada en silicio. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, *27*(2), 188-196. https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000200188

Espacio Mediterraneo 365 días. (s. f.). Recuperado 14 de febrero de 2020, de http://www.espaciomediterraneo.com/es/horarios/

Espejo Marín, C. (2004). La energía eólica en España. *Investigaciones Geográficas*, *35*, 45-65. https://doi.org/10.14198/INGEO2004.35.03

Fuentes de Energía Renovables. (s. f.). Fuentes de Energía Renovables. Recuperado 9 de noviembre de 2019, de https://www.fuentesdeenergiarenovables.com/

González Fuentes, A., & Guillén Navarro, A. (2016). *Diseño de instalación solar fotovoltaica en el aparcamiento de la Facultad de Física y Matemáticas de la Universidad de La Laguna para la carga de coches eléctricos*. https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/1931

Inversor de Carga Vehículos Electricos SolarEdge SE5000H Monofásico. (s. f.). Cambio Energético. Recuperado 1 de mayo de 2020, de https://www.cambioenergetico.com/inversores-de-red/3091-inversor-cargador-solaredge-se5000h.html

ITC_BT_18.pdf. (s. f.). Recuperado 1 de mayo de 2020, de http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/ITC_BT_18.pdf

LiFePO4 batería 12,8V/300Ah—Smart. (s. f.). Recuperado 20 de abril de 2020, de http://www.disvent.com/lifepo4-bateria-12-8v-300ah-smart

Meteorología, A. E. de. (s. f.). *El Tiempo. Radiación y ozono - Radiación: Murcia - Gráfica - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España*. Recuperado 15 de abril de 2020, de http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/radiacion/radiacion?l=murcia

Modos de recarga. Modo 1 2 3 4 | EV coches y motos eléctricas. (s. f.). Recuperado 14 de febrero de 2020, de https://www.lugenergy.com/modos-de-recarga-vehiculos-electricos/

MU-M6M-6x24-GS-(SS)-A.pdf. (s. f.). Recuperado 14 de febrero de 2020, de http://atersa.com/Common/pdf/atersa/manuales-usuario/modulos-fotovoltaicos/MU-M6M-6x24-GS-(SS)-A.pdf

Ozores, S., & María, J. (2012). *Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera*. https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/15860

Plazas de aparcamiento reservadas para personas con movilidad reducida. (s. f.). Recuperado 3 de septiembre de 2020, de https://www.tododisca.com/plazas-de-aparcamientos-reservadas-movilidad-

reducida/#:~:text=Las%20plazas%20dispuestas%20en%20l%C3%ADnea,m%C3%ADnima%20de%201%2C50%20m.

Recarga_vehiculo_electrico.pdf. (s. f.). Recuperado 14 de febrero de 2020, de http://www.faen.es/batterie/Recarga_vehiculo_electrico.pdf

Tejada, M. (s. f.). *INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA*. 106.

TGB-Slewing-Rings-2017.pdf. (s. f.). Recuperado 14 de septiembre de 2020, de https://www.tgb-group.com/wp-content/uploads/2017/04/TGB-Slewing-Rings-2017.pdf

Tipos de conectores, tipos de recarga y modos de carga. (s. f.). Recuperado 15 de diciembre de 2019, de https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/tipos-de-conectores-tipos-de-recarga-y-modos-de-carga

Works, E. (s. f.). *Inaugurada la nueva planta para tratamiento de RAEE y vehículos fuera de uso de Cañada Hermosa en Murcia—Actualidad RETEMA*. https://www.retema.es/. Recuperado 17 de mayo de 2020, de https://www.retema.es/noticia/inaugurada-la-nueva-planta-para-tratamiento-de-raee-y-vehculos-fuera-de-uso-de-caada-hermosa-en-murcia

Vásquez, S. G. (25 de Octubre de 2017). Estimación de la radiación solar.Obtenido de Estimación de la radiación solar: http://www.bvsde.ops-oms.org/te

Castejón Oliva, A., & Santamaría Herranz, G. (2012). Instalaciones solares fotovoltaicas. Editex, 1

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Anexo 1: Barras

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Adrián Rubio Martínez
Director: Antonio López Navarro
Codirector: Antonio Guillamón

ÍNDICE

1.- ESTRUCTURA 2
1.1.- Geometría 2
1.1.1.- Barras 2

Producido por una versión educativa de CYPE

1.- ESTRUCTURA

1.1.- Geometría

1.1.1.- Barras

1.1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	α_t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
a_t: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

Producido por una versión educativa de CYPE

1.1.1.2.- Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N5/N3	N5/N3	SHS 130x3.0 (SHS)	-	1.479	0.058	6.00	1.00	1.537	1.537
		N5/N7	N5/N7	SHS 38x3.0 (SHS)	0.103	1.376	0.058	1.00	1.00	1.537	1.537
		N8/N7	N8/N7	SHS 50x3.0 (SHS)	0.103	1.376	0.058	1.00	1.00	1.537	1.537
		N8/N9	N8/N9	SHS 50x3.0 (SHS)	0.103	1.376	0.058	1.00	1.00	1.537	1.537
		N11/N37	N11/N37	SHS 50x3.0 (SHS)	0.103	1.215	0.052	1.00	1.00	1.370	1.370
		N11/N12	N11/N12	SHS 50x3.0 (SHS)	0.116	1.363	0.058	1.00	1.00	1.537	1.537
		N13/N12	N13/N12	SHS 50x3.0 (SHS)	0.116	1.363	0.058	1.00	1.00	1.537	1.537
		N13/N14	N13/N14	SHS 50x3.0 (SHS)	0.116	1.363	0.058	1.00	1.00	1.537	1.537
		N6/N14	N6/N14	SHS 38x3.0 (SHS)	0.116	1.363	0.058	1.00	1.00	1.537	1.537
		N6/N4	N6/N4	SHS 130x3.0 (SHS)	-	1.479	0.058	6.00	1.00	1.537	1.537
		N17/N41	N17/N10	600 (tubo_centrral)	-	3.304	-	1.00	1.00	-	-
		N41/N10	N17/N10	600 (tubo_centrral)	-	1.246	-	1.00	1.00	-	-
		N1/N21	N1/N39	SHS 220x6.0 (SHS)	0.032	2.690	0.051	1.00	1.00	-	-
		N21/N19	N1/N39	SHS 220x6.0 (SHS)	0.051	2.646	0.076	1.00	1.00	-	-
		N19/N39	N1/N39	SHS 220x6.0 (SHS)	0.076	2.321	0.076	1.00	1.00	-	-
		N18/N19	N18/N19	SHS 90x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N20/N19	N20/N19	SHS 50x3.0 (SHS)	0.075	1.444	0.150	1.00	1.00	-	-
		N20/N21	N20/N21	SHS 60x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N22/N21	N22/N21	SHS 35x3.0 (SHS)	0.075	1.444	0.150	1.00	1.00	-	-
		N22/N1	N22/N1	SHS 38x3.0 (SHS)	-	1.861	0.184	1.00	1.00	-	-

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N22/N20	N22/N20	SHS 110x3.0 (SHS)	-	2.722	0.051	1.00	1.00	-	-
		N20/N18	N20/N18	SHS 110x3.0 (SHS)	0.035	2.662	0.076	1.00	1.00	-	-
		N15/N26	N15/N38	SHS 220x6.0 (SHS)	0.032	2.690	0.051	1.00	1.00	-	-
		N26/N24	N15/N38	SHS 220x6.0 (SHS)	0.051	2.646	0.076	1.00	1.00	-	-
		N24/N38	N15/N38	SHS 220x6.0 (SHS)	0.076	2.321	0.076	1.00	1.00	-	-
		N23/N38	N23/N38	SHS 125x3.0 (SHS)	0.067	1.281	0.134	1.00	1.00	-	-
		N23/N24	N23/N24	SHS 90x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N25/N24	N25/N24	SHS 50x3.0 (SHS)	0.075	1.444	0.150	1.00	1.00	-	-
		N25/N26	N25/N26	SHS 60x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N27/N26	N27/N26	SHS 35x3.0 (SHS)	0.075	1.444	0.150	1.00	1.00	-	-
		N27/N15	N27/N15	SHS 38x3.0 (SHS)	-	1.861	0.184	1.00	1.00	-	-
		N25/N23	N25/N23	SHS 110x3.0 (SHS)	0.035	2.662	0.076	1.00	1.00	-	-
		N27/N25	N27/N25	SHS 110x3.0 (SHS)	-	2.722	0.051	1.00	1.00	-	-
		N35/N29	N35/N2	SHS 220x6.0 (SHS)	0.104	2.314	0.055	1.00	1.00	-	-
		N29/N31	N35/N2	SHS 220x6.0 (SHS)	0.055	2.677	0.041	1.00	1.00	-	-
		N31/N2	N35/N2	SHS 220x6.0 (SHS)	0.041	2.732	-	1.00	1.00	-	-
		N28/N35	N28/N35	SHS 140x3.0 (SHS)	0.082	1.569	0.163	1.00	1.00	-	-
		N28/N29	N28/N29	SHS 80x3.0 (SHS)	0.075	1.444	0.150	1.00	1.00	-	-
		N30/N29	N30/N29	SHS 60x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N30/N31	N30/N31	SHS 60x3.0 (SHS)	0.075	1.444	0.150	1.00	1.00	-	-
		N32/N31	N32/N31	SHS 38x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N32/N2	N32/N2	SHS 35x3.0 (SHS)	-	1.519	0.150	1.00	1.00	-	-
		N28/N30	N28/N30	SHS 110x4.0 (SHS)	0.055	2.667	0.051	1.00	1.00	-	-
		N30/N32	N30/N32	SHS 110x4.0 (SHS)	0.041	2.700	0.032	1.00	1.00	-	-
		N36/N33	N36/N16	SHS 220x6.0 (SHS)	0.104	2.310	0.059	1.00	1.00	-	-
		N33/N34	N36/N16	SHS 220x6.0 (SHS)	0.059	2.679	0.035	1.00	1.00	-	-
		N34/N16	N36/N16	SHS 220x6.0 (SHS)	0.035	2.738	-	1.00	1.00	-	-
		N3/N7	N3/N7	SHS 90x3.0 (SHS)	0.084	1.837	-	0.55	1.00	1.050	1.921
		N7/N9	N7/N9	SHS 90x3.0 (SHS)	0.033	1.855	0.033	0.55	1.00	1.050	1.921
		N9/N40	N9/N40	SHS 90x3.0 (SHS)	0.039	1.553	0.029	0.55	1.00	1.050	1.621
		N37/N12	N37/N12	SHS 90x3.0 (SHS)	0.029	1.559	0.033	0.55	1.00	1.050	1.621
		N12/N14	N12/N14	SHS 90x3.0 (SHS)	0.033	1.855	0.033	0.55	1.00	1.050	1.921

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N14/N4	N14/N4	SHS 90x3.0 (SHS)	-	1.837	0.084	0.55	1.00	1.050	1.921
		N5/N8	N5/N8	SHS 160x3.0 (SHS)	-	1.888	0.033	6.00	1.00	1.921	1.921
		N11/N13	N11/N13	SHS 180x3.0 (SHS)	0.033	1.855	0.033	6.00	1.00	1.921	1.921
		N13/N6	N13/N6	SHS 180x3.0 (SHS)	0.033	1.888	-	6.00	1.00	1.921	1.921
		N18/N39	N18/N39	SHS 125x3.0 (SHS)	0.067	1.281	0.134	1.00	1.00	-	-
		N23/N42	N23/N42	SHS 110x3.0 (SHS)	0.076	0.527	-	1.00	1.00	-	-
		N43/N28	N43/N28	SHS 110x4.0 (SHS)	-	1.466	0.104	1.00	1.00	-	-
		N8/N51	N8/N46	SHS 160x3.0 (SHS)	0.033	1.849	0.039	1.00	1.00	-	-
		N51/N46	N8/N46	SHS 160x3.0 (SHS)	0.039	0.286	-	1.00	1.00	-	-
		N44/N11	N44/N11	SHS 180x3.0 (SHS)	-	0.967	0.029	1.00	1.00	-	-
		N18/N47	N18/N47	SHS 110x3.0 (SHS)	0.076	0.527	-	1.00	1.00	-	-
		N45/N48	N45/N48	SHS 110x4.0 (SHS)	-	1.466	0.104	1.00	1.00	-	-
		N48/N49	N48/N49	SHS 110x4.0 (SHS)	0.041	2.673	0.059	1.00	1.00	-	-
		N49/N50	N49/N50	SHS 110x4.0 (SHS)	0.035	2.706	0.032	1.00	1.00	-	-
		N16/N50	N16/N50	SHS 35x3.0 (SHS)	0.151	1.518	-	1.00	1.00	-	-
		N50/N34	N50/N34	SHS 38x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N34/N49	N34/N49	SHS 50x3.0 (SHS)	0.151	1.442	0.076	1.00	1.00	-	-
		N51/N9	N51/N9	SHS 60x3.0 (SHS)	0.103	1.376	0.058	1.00	1.00	-	-
		N51/N40	N51/N40	SHS 50x3.0 (SHS)	0.092	1.226	0.052	1.00	1.00	-	-
		N48/N33	N48/N33	SHS 60x6.0 (SHS)	0.076	1.442	0.151	1.00	1.00	-	-
		N49/N33	N49/N33	SHS 70x3.0 (SHS)	0.092	1.769	0.184	1.00	1.00	-	-
		N48/N36	N48/N36	SHS 140x3.0 (SHS)	0.082	1.568	0.163	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

1.1.1.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N5/N3 y N6/N4
2	N5/N7, N6/N14, N22/N1, N27/N15, N32/N31 y N50/N34
3	N8/N7, N8/N9, N11/N37, N11/N12, N13/N12, N13/N14, N20/N19, N25/N24, N34/N49 y N51/N40
4	N17/N10
5	N1/N39, N15/N38, N35/N2 y N36/N16
6	N18/N19, N23/N24, N3/N7, N7/N9, N9/N40, N37/N12, N12/N14 y N14/N4

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
7	N20/N21, N25/N26, N30/N29, N30/N31 y N51/N9
8	N22/N21, N27/N26, N32/N2 y N16/N50
9	N22/N20, N20/N18, N25/N23, N27/N25, N23/N42 y N18/N47
10	N23/N38 y N18/N39
11	N28/N35 y N48/N36
12	N28/N29
13	N28/N30, N30/N32, N43/N28, N45/N48, N48/N49 y N49/N50
14	N5/N8 y N8/N46
15	N11/N13, N13/N6 y N44/N11
16	N48/N33
17	N49/N33

Producido por una versión educativa de CYPE

Características mecánicas										
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	SHS 130x3.0, (SHS)	15.00	6.35	6.35	399.87	399.87	623.10
		2	SHS 38x3.0, (SHS)	3.96	1.75	1.75	7.78	7.78	13.30
		3	SHS 50x3.0, (SHS)	5.40	2.35	2.35	19.37	19.37	32.08
		4	600, (tubo_centrral)	148.79	133.91	133.91	65192.00	65192.00	130384.00
		5	SHS 220x6.0, (SHS)	50.41	21.40	21.40	3808.23	3808.23	5975.55
		6	SHS 90x3.0, (SHS)	10.20	4.35	4.35	127.05	127.05	201.36
		7	SHS 60x3.0, (SHS)	6.60	2.85	2.85	35.00	35.00	57.03
		8	SHS 35x3.0, (SHS)	3.60	1.60	1.60	5.89	5.89	10.17
		9	SHS 110x3.0, (SHS)	12.60	5.35	5.35	238.01	238.01	373.47
		10	SHS 125x3.0, (SHS)	14.40	6.10	6.10	354.11	354.11	552.64
		11	SHS 140x3.0, (SHS)	16.20	6.85	6.85	502.88	502.88	781.48
		12	SHS 80x3.0, (SHS)	9.00	3.85	3.85	87.64	87.64	139.87
		13	SHS 110x4.0, (SHS)	16.54	7.07	7.07	305.28	305.28	486.28
		14	SHS 160x3.0, (SHS)	18.60	7.85	7.85	759.06	759.06	1174.38
		15	SHS 180x3.0, (SHS)	21.00	8.85	8.85	1090.13	1090.13	1680.79
		16	SHS 60x6.0, (SHS)	12.01	5.40	5.40	55.28	55.28	97.78
		17	SHS 70x3.0, (SHS)	7.80	3.35	3.35	57.36	57.36	92.36

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

1.1.1.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N5/N3	SHS 130x3.0 (SHS)	1.537	0.002	18.10
		N5/N7	SHS 38x3.0 (SHS)	1.537	0.001	4.78
		N8/N7	SHS 50x3.0 (SHS)	1.537	0.001	6.52
		N8/N9	SHS 50x3.0 (SHS)	1.537	0.001	6.52
		N11/N37	SHS 50x3.0 (SHS)	1.370	0.001	5.81

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m^3)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N11/N12	SHS 50x3.0 (SHS)	1.537	0.001	6.52
		N13/N12	SHS 50x3.0 (SHS)	1.537	0.001	6.52
		N13/N14	SHS 50x3.0 (SHS)	1.537	0.001	6.52
		N6/N14	SHS 38x3.0 (SHS)	1.537	0.001	4.78
		N6/N4	SHS 130x3.0 (SHS)	1.537	0.002	18.10
		N17/N10	600 (tubo_centrral)	4.550	0.068	531.43
		N1/N39	SHS 220x6.0 (SHS)	8.019	0.040	317.33
		N18/N19	SHS 90x3.0 (SHS)	2.045	0.002	16.38
		N20/N19	SHS 50x3.0 (SHS)	1.669	0.001	7.08
		N20/N21	SHS 60x3.0 (SHS)	2.045	0.001	10.60
		N22/N21	SHS 35x3.0 (SHS)	1.669	0.001	4.72
		N22/N1	SHS 38x3.0 (SHS)	2.045	0.001	6.36
		N22/N20	SHS 110x3.0 (SHS)	2.773	0.003	27.43
		N20/N18	SHS 110x3.0 (SHS)	2.773	0.003	27.43
		N15/N38	SHS 220x6.0 (SHS)	8.019	0.040	317.33
		N23/N38	SHS 125x3.0 (SHS)	1.482	0.002	16.75
		N23/N24	SHS 90x3.0 (SHS)	2.045	0.002	16.38
		N25/N24	SHS 50x3.0 (SHS)	1.669	0.001	7.08
		N25/N26	SHS 60x3.0 (SHS)	2.045	0.001	10.60
		N27/N26	SHS 35x3.0 (SHS)	1.669	0.001	4.72
		N27/N15	SHS 38x3.0 (SHS)	2.045	0.001	6.36
		N25/N23	SHS 110x3.0 (SHS)	2.773	0.003	27.43
		N27/N25	SHS 110x3.0 (SHS)	2.773	0.003	27.43
		N35/N2	SHS 220x6.0 (SHS)	8.019	0.040	317.33
		N28/N35	SHS 140x3.0 (SHS)	1.814	0.003	23.07
		N28/N29	SHS 80x3.0 (SHS)	1.669	0.002	11.80
		N30/N29	SHS 60x3.0 (SHS)	2.045	0.001	10.60
		N30/N31	SHS 60x3.0 (SHS)	1.669	0.001	8.65
		N32/N31	SHS 38x3.0 (SHS)	2.045	0.001	6.36
		N32/N2	SHS 35x3.0 (SHS)	1.669	0.001	4.72
		N28/N30	SHS 110x4.0 (SHS)	2.773	0.005	36.00
		N30/N32	SHS 110x4.0 (SHS)	2.773	0.005	36.00
		N36/N16	SHS 220x6.0 (SHS)	8.019	0.040	317.33
		N3/N7	SHS 90x3.0 (SHS)	1.921	0.002	15.38
		N7/N9	SHS 90x3.0 (SHS)	1.921	0.002	15.38
		N9/N40	SHS 90x3.0 (SHS)	1.621	0.002	12.98
		N37/N12	SHS 90x3.0 (SHS)	1.621	0.002	12.98
		N12/N14	SHS 90x3.0 (SHS)	1.921	0.002	15.38
		N14/N4	SHS 90x3.0 (SHS)	1.921	0.002	15.38
		N5/N8	SHS 160x3.0 (SHS)	1.921	0.004	28.05
		N11/N13	SHS 180x3.0 (SHS)	1.921	0.004	31.67
		N13/N6	SHS 180x3.0 (SHS)	1.921	0.004	31.67
		N18/N39	SHS 125x3.0 (SHS)	1.482	0.002	16.75
		N23/N42	SHS 110x3.0 (SHS)	0.603	0.001	5.96
		N43/N28	SHS 110x4.0 (SHS)	1.570	0.003	20.39

Producido por una versión educativa de CYPE

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N8/N46	SHS 160x3.0 (SHS)	2.246	0.004	32.80
		N44/N11	SHS 180x3.0 (SHS)	0.996	0.002	16.41
		N18/N47	SHS 110x3.0 (SHS)	0.603	0.001	5.96
		N45/N48	SHS 110x4.0 (SHS)	1.570	0.003	20.38
		N48/N49	SHS 110x4.0 (SHS)	2.773	0.005	36.00
		N49/N50	SHS 110x4.0 (SHS)	2.773	0.005	36.00
		N16/N50	SHS 35x3.0 (SHS)	1.669	0.001	4.72
		N50/N34	SHS 38x3.0 (SHS)	2.045	0.001	6.36
		N34/N49	SHS 50x3.0 (SHS)	1.669	0.001	7.08
		N51/N9	SHS 60x3.0 (SHS)	1.537	0.001	7.97
		N51/N40	SHS 50x3.0 (SHS)	1.370	0.001	5.81
		N48/N33	SHS 60x6.0 (SHS)	1.669	0.002	15.74
		N49/N33	SHS 70x3.0 (SHS)	2.045	0.002	12.53
		N48/N36	SHS 140x3.0 (SHS)	1.813	0.003	23.07

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

1.1.1.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			SHS 130x3.0	3.074			0.005			36.20		
			SHS 38x3.0	11.254			0.004			35.01		
			SHS 50x3.0	15.432			0.008			65.45		
			SHS 220x6.0	32.076			0.162			1269.33		
			SHS 90x3.0	15.015			0.015			120.26		
			SHS 60x3.0	9.341			0.006			48.42		
			SHS 35x3.0	6.677			0.002			18.88		
			SHS 110x3.0	12.297			0.015			121.66		
			SHS 125x3.0	2.963			0.004			33.50		
			SHS 140x3.0	3.627			0.006			46.13		
			SHS 80x3.0	1.669			0.002			11.80		
			SHS 110x4.0	14.232			0.024			184.77		
			SHS 160x3.0	4.167			0.008			60.85		
			SHS 180x3.0	4.837			0.010			79.75		
			SHS 60x6.0	1.669			0.002			15.74		
			SHS 70x3.0	2.045			0.002			12.53		
		SHS			140.376			0.275			2160.28	
			600	4.550			0.068			531.43		
		tubo_centrral			4.550			0.068			531.43	
Acero laminado	S275					144.926			0.343			2691.70

1.1.1.6.- Medición de superficies

Producido por una versión educativa de CYPE

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
SHS	SHS 130x3.0	0.509	3.074	1.566
	SHS 38x3.0	0.141	11.254	1.592
	SHS 50x3.0	0.189	15.432	2.924
	SHS 220x6.0	0.859	32.076	27.551
	SHS 90x3.0	0.349	15.015	5.247
	SHS 60x3.0	0.229	9.341	2.143
	SHS 35x3.0	0.129	6.677	0.864
	SHS 110x3.0	0.429	12.297	5.281
	SHS 125x3.0	0.489	2.963	1.450
	SHS 140x3.0	0.549	3.627	1.993
	SHS 80x3.0	0.309	1.669	0.517
	SHS 110x4.0	0.426	14.232	6.062
	SHS 160x3.0	0.629	4.167	2.623
	SHS 180x3.0	0.709	4.837	3.432
	SHS 60x6.0	0.219	1.669	0.365
	SHS 70x3.0	0.269	2.045	0.551
tubo_centrral	600	1.885	4.550	8.577
			Total	72.737

Producido por una versión educativa de CYPE

industriales
etsii

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Anexo 2: Nudos

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Adrián Rubio Martínez
Director: Antonio López Navarro
Codirector: Antonio Guillamón

Universidad Politécnica de Cartagena

ÍNDICE

1.- ESTRUCTURA 2
1.1.- Resultados 2
1.1.1.- Nudos 2

Producido por una versión educativa de CYPE

1.- ESTRUCTURA

1.1.- Resultados

1.1.1.- Nudos

1.1.1.1.- Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.
Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

1.1.1.1.1.- Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Peso propio	0.206	0.191	-1.893	0.134	-0.144	0.000
	V H1	-42.959	48.661	-10.020	2.084	0.548	-10.583
	V H2	55.283	-62.626	12.919	-2.698	-0.716	13.696
	N(EI)	0.192	0.178	-1.774	0.123	-0.133	0.000
	N(R)	0.096	0.089	-0.887	0.061	-0.066	0.000
N2	Peso propio	-0.321	0.297	-2.006	-0.144	-0.155	0.000
	V H1	40.425	47.088	-10.388	-2.466	0.828	-10.088
	V H2	-52.050	-60.628	13.357	3.175	-1.076	13.065
	N(EI)	-0.288	0.266	-1.798	-0.124	-0.134	0.000
	N(R)	-0.144	0.133	-0.899	-0.062	-0.067	0.000
N3	Peso propio	0.000	0.126	-1.006	-0.006	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.870	-6.516	-0.420	0.000	0.000
	V H2	0.000	-1.292	9.764	0.759	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.166	-1.362	-0.039	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.083	-0.681	-0.020	0.000	0.000
N4	Peso propio	0.000	0.376	-0.935	0.014	0.000	0.000
	V H1	0.000	2.777	-6.579	0.306	0.000	0.000
	V H2	0.000	-4.165	9.830	-0.592	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.494	-1.223	0.064	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.247	-0.612	0.032	0.000	0.000
N5	Peso propio	0.000	0.276	-0.786	0.239	0.000	0.000
	V H1	0.000	1.830	-5.086	1.690	0.000	0.000
	V H2	0.000	-2.745	7.590	-2.592	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.374	-1.057	0.344	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.187	-0.528	0.172	0.000	0.000
N6	Peso propio	0.000	0.157	-0.834	-0.211	0.000	0.000
	V H1	0.000	1.110	-5.808	-1.677	0.000	0.000
	V H2	0.000	-1.644	8.659	2.567	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.205	-1.089	-0.298	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.102	-0.545	-0.149	0.000	0.000
N7	Peso propio	0.000	0.036	-0.649	0.281	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.265	-4.170	2.270	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.372	6.178	-3.736	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.043	-0.872	0.414	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	N(R)	0.000	0.022	-0.436	0.207	0.000	0.000
N8	Peso propio	0.000	0.157	-0.390	0.184	0.000	0.000
	V H1	0.000	1.025	-2.460	1.183	0.000	0.000
	V H2	0.000	-1.519	3.615	-1.769	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.209	-0.512	0.248	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.104	-0.256	0.124	0.000	0.000
N9	Peso propio	0.000	-0.027	-0.247	0.247	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.164	-1.534	1.580	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.257	2.239	-2.161	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	-0.040	-0.323	0.352	0.000	0.000
	N(R)	0.000	-0.020	-0.161	0.176	0.000	0.000
N10	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N11	Peso propio	0.000	-0.006	-0.097	-0.128	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.050	-0.589	-0.805	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.079	0.853	1.176	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	-0.009	-0.119	-0.159	0.000	0.000
	N(R)	0.000	-0.005	-0.060	-0.080	0.000	0.000
N12	Peso propio	0.000	0.144	-0.237	-0.285	0.000	0.000
	V H1	0.000	1.004	-1.519	-1.861	0.000	0.000
	V H2	0.000	-1.480	2.207	2.557	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.186	-0.302	-0.389	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.093	-0.151	-0.194	0.000	0.000
N13	Peso propio	0.000	0.059	-0.452	-0.206	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.389	-2.996	-1.439	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.559	4.406	2.143	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.074	-0.580	-0.268	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.037	-0.290	-0.134	0.000	0.000
N14	Peso propio	0.000	0.281	-0.605	-0.262	0.000	0.000
	V H1	0.000	2.040	-4.116	-2.275	0.000	0.000
	V H2	0.000	-3.038	6.079	3.745	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.369	-0.789	-0.376	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.185	-0.395	-0.188	0.000	0.000
N15	Peso propio	-0.206	0.191	-1.893	0.134	0.144	0.000
	V H1	42.959	48.661	-10.020	2.084	-0.548	10.583
	V H2	-55.283	-62.626	12.919	-2.698	0.716	-13.696
	N(EI)	-0.192	0.178	-1.774	0.123	0.133	0.000
	N(R)	-0.096	0.089	-0.887	0.061	0.066	0.000
N16	Peso propio	0.321	0.289	-1.978	-0.143	0.156	-0.001
	V H1	-40.516	47.146	-10.244	-2.472	-0.839	10.095
	V H2	52.166	-60.701	13.177	3.185	1.091	-13.074

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	N(EI)	0.288	0.259	-1.772	-0.124	0.134	-0.001
	N(R)	0.144	0.130	-0.886	-0.062	0.067	0.000
N17	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N18	Peso propio	0.050	0.046	-0.072	0.092	-0.100	0.000
	V H1	-1.019	1.630	-0.369	1.189	0.207	-3.213
	V H2	1.300	-2.074	0.462	-1.510	-0.273	4.093
	N(EI)	0.047	0.044	-0.067	0.081	-0.087	0.000
	N(R)	0.024	0.022	-0.033	0.040	-0.044	0.000
N19	Peso propio	0.017	0.015	-0.393	0.175	-0.189	0.000
	V H1	-6.791	7.531	-2.048	1.939	-0.051	-7.118
	V H2	8.658	-9.590	2.573	-2.465	0.045	9.095
	N(EI)	0.016	0.015	-0.375	0.166	-0.180	0.000
	N(R)	0.008	0.007	-0.188	0.083	-0.090	0.000
N20	Peso propio	0.222	0.206	-0.661	0.197	-0.213	0.000
	V H1	-11.620	14.928	-3.437	1.678	-0.372	-8.364
	V H2	14.862	-19.098	4.357	-2.164	0.466	10.731
	N(EI)	0.208	0.193	-0.620	0.171	-0.185	0.000
	N(R)	0.104	0.096	-0.310	0.085	-0.092	0.000
N21	Peso propio	0.109	0.101	-1.176	0.200	-0.216	0.000
	V H1	-23.436	26.515	-6.188	2.436	0.098	-10.148
	V H2	30.043	-33.978	7.894	-3.177	-0.099	13.094
	N(EI)	0.103	0.095	-1.108	0.185	-0.200	0.000
	N(R)	0.051	0.047	-0.554	0.092	-0.100	0.000
N22	Peso propio	0.346	0.320	-1.415	0.137	-0.148	0.000
	V H1	-28.380	34.379	-7.447	1.443	-0.704	-9.809
	V H2	36.404	-44.129	9.546	-1.873	0.920	12.632
	N(EI)	0.323	0.299	-1.326	0.178	-0.192	0.000
	N(R)	0.162	0.150	-0.663	0.089	-0.096	0.000
N23	Peso propio	-0.050	0.046	-0.072	0.092	0.100	0.000
	V H1	1.019	1.630	-0.369	1.189	-0.207	3.213
	V H2	-1.300	-2.074	0.462	-1.510	0.273	-4.093
	N(EI)	-0.047	0.044	-0.067	0.081	0.087	0.000
	N(R)	-0.024	0.022	-0.033	0.040	0.044	0.000
N24	Peso propio	-0.017	0.015	-0.393	0.175	0.189	0.000
	V H1	6.791	7.531	-2.048	1.939	0.051	7.118
	V H2	-8.658	-9.590	2.573	-2.465	-0.045	-9.095
	N(EI)	-0.016	0.015	-0.375	0.166	0.180	0.000
	N(R)	-0.008	0.007	-0.188	0.083	0.090	0.000
N25	Peso propio	-0.222	0.206	-0.661	0.197	0.213	0.000
	V H1	11.620	14.928	-3.437	1.678	0.372	8.364

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H2	-14.862	-19.098	4.357	-2.164	-0.466	-10.731
	N(EI)	-0.208	0.193	-0.620	0.171	0.185	0.000
	N(R)	-0.104	0.096	-0.310	0.085	0.092	0.000
N26	Peso propio	-0.109	0.101	-1.176	0.200	0.216	0.000
	V H1	23.436	26.515	-6.188	2.436	-0.098	10.148
	V H2	-30.043	-33.978	7.894	-3.177	0.099	-13.094
	N(EI)	-0.103	0.095	-1.108	0.185	0.200	0.000
	N(R)	-0.051	0.047	-0.554	0.092	0.100	0.000
N27	Peso propio	-0.346	0.320	-1.415	0.137	0.148	0.000
	V H1	28.380	34.379	-7.447	1.443	0.704	9.809
	V H2	-36.404	-44.129	9.546	-1.873	-0.920	-12.632
	N(EI)	-0.323	0.299	-1.326	0.178	0.192	0.000
	N(R)	-0.162	0.150	-0.663	0.089	0.096	0.000
N28	Peso propio	0.056	-0.052	-0.222	-0.126	-0.136	0.000
	V H1	2.386	2.003	-1.109	-0.796	-0.530	-3.358
	V H2	-3.040	-2.553	1.397	1.008	0.669	4.284
	N(EI)	0.051	-0.047	-0.200	-0.113	-0.122	0.000
	N(R)	0.025	-0.024	-0.100	-0.056	-0.061	0.000
N29	Peso propio	-0.090	0.083	-0.434	-0.197	-0.213	0.000
	V H1	5.907	7.335	-2.215	-2.106	-0.068	-6.729
	V H2	-7.531	-9.342	2.789	2.670	0.072	8.602
	N(EI)	-0.082	0.076	-0.398	-0.178	-0.193	0.000
	N(R)	-0.041	0.038	-0.199	-0.089	-0.096	0.000
N30	Peso propio	0.024	-0.023	-0.979	-0.208	-0.224	0.000
	V H1	14.383	15.301	-4.990	-3.069	0.785	-8.298
	V H2	-18.427	-19.586	6.345	3.930	-1.000	10.666
	N(EI)	0.021	-0.020	-0.880	-0.177	-0.191	0.000
	N(R)	0.011	-0.010	-0.440	-0.088	-0.096	0.000
N31	Peso propio	-0.215	0.199	-1.254	-0.207	-0.223	0.000
	V H1	21.687	25.708	-6.447	-2.737	0.353	-9.675
	V H2	-27.810	-32.956	8.214	3.550	-0.423	12.492
	N(EI)	-0.194	0.179	-1.131	-0.182	-0.197	0.000
	N(R)	-0.097	0.090	-0.566	-0.091	-0.099	0.000
N32	Peso propio	-0.069	0.064	-1.758	-0.128	-0.138	0.000
	V H1	31.456	34.738	-9.064	-3.546	1.279	-9.197
	V H2	-40.413	-44.610	11.626	4.580	-1.631	11.856
	N(EI)	-0.063	0.058	-1.575	-0.169	-0.183	0.000
	N(R)	-0.031	0.029	-0.787	-0.084	-0.091	0.000
N33	Peso propio	0.087	0.080	-0.413	-0.191	0.207	0.000
	V H1	-5.949	7.347	-2.098	-2.095	0.018	6.746
	V H2	7.584	-9.358	2.644	2.658	-0.009	-8.624
	N(EI)	0.079	0.073	-0.376	-0.173	0.187	0.000
	N(R)	0.040	0.036	-0.188	-0.086	0.094	0.000
N34	Peso propio	0.213	0.193	-1.225	-0.207	0.224	-0.001

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H1	-21.759	25.745	-6.299	-2.747	-0.352	9.684
	V H2	27.902	-33.003	8.030	3.563	0.422	-12.504
	N(EI)	0.192	0.174	-1.105	-0.183	0.198	-0.001
	N(R)	0.096	0.087	-0.553	-0.091	0.099	0.000
N35	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N36	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N37	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N38	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N39	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N40	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N41	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N42	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.095	0.103	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	1.203	-0.103	2.894
	V H2	0.000	0.000	0.000	-1.524	0.143	-3.685
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.091	0.099	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.046	0.049	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N43	Peso propio	0.000	0.000	0.000	-0.075	-0.081	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	-0.196	-0.477	-1.225
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.241	0.602	1.559
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.060	-0.065	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.030	-0.032	0.000
N44	Peso propio	0.000	0.000	0.000	-0.079	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	-0.456	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.655	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.095	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.047	0.000	0.000
N45	Peso propio	0.000	0.000	0.000	-0.075	0.083	0.002
	V H1	0.000	0.000	0.000	-0.148	0.535	1.251
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.181	-0.675	-1.593
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.060	0.067	0.002
	N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.030	0.033	0.001
N46	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.215	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	1.304	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	-1.886	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.268	0.000	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.134	0.000	0.000
N47	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.095	-0.103	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	1.203	0.103	-2.894
	V H2	0.000	0.000	0.000	-1.524	-0.143	3.685
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.091	-0.099	0.000
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.046	-0.049	0.000
N48	Peso propio	-0.058	-0.051	-0.224	-0.125	0.138	0.001
	V H1	-2.350	1.963	-1.116	-0.721	0.593	3.261
	V H2	2.996	-2.503	1.406	0.913	-0.748	-4.161
	N(EI)	-0.052	-0.046	-0.201	-0.111	0.123	0.001
	N(R)	-0.026	-0.023	-0.101	-0.056	0.061	0.000
N49	Peso propio	-0.031	-0.029	-0.933	-0.198	0.217	-0.001
	V H1	-14.237	15.073	-4.750	-3.029	-0.814	8.153
	V H2	18.238	-19.294	6.042	3.880	1.033	-10.481
	N(EI)	-0.027	-0.025	-0.837	-0.169	0.186	-0.001
	N(R)	-0.014	-0.013	-0.419	-0.085	0.093	0.000
N50	Peso propio	0.067	0.057	-1.730	-0.136	0.150	-0.001
	V H1	-31.235	34.455	-8.918	-3.685	-1.310	9.193
	V H2	40.128	-44.248	11.444	4.756	1.672	-11.851
	N(EI)	0.061	0.052	-1.549	-0.176	0.193	-0.001
	N(R)	0.031	0.026	-0.774	-0.088	0.097	0.000
N51	Peso propio	0.000	0.029	-0.065	0.206	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.181	-0.392	1.244	0.000	0.000
	V H2	0.000	-0.264	0.567	-1.805	0.000	0.000
	N(EI)	0.000	0.037	-0.081	0.256	0.000	0.000

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	N(R)	0.000	0.018	-0.040	0.128	0.000	0.000

1.1.1.1.2.- Combinaciones

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	PP	0.206	0.191	-1.893	0.134	-0.144	0.000
		PP+VH1	-42.753	48.852	-11.913	2.218	0.403	-10.583
		PP+VH2	55.489	-62.435	11.026	-2.565	-0.860	13.696
		PP+N(EI)	0.398	0.369	-3.667	0.256	-0.277	0.000
		PP+VH1+N(EI)	-42.561	49.030	-13.687	2.341	0.270	-10.583
		PP+VH2+N(EI)	55.682	-62.257	9.252	-2.442	-0.993	13.696
		PP+N(R)	0.302	0.280	-2.780	0.195	-0.211	0.000
		PP+VH1+N(R)	-42.657	48.941	-12.800	2.279	0.337	-10.583
		PP+VH2+N(R)	55.585	-62.346	10.139	-2.503	-0.926	13.696
N2	Desplazamientos	PP	-0.321	0.297	-2.006	-0.144	-0.155	0.000
		PP+VH1	40.104	47.385	-12.395	-2.609	0.673	-10.088
		PP+VH2	-52.371	-60.331	11.351	3.031	-1.231	13.065
		PP+N(EI)	-0.609	0.563	-3.804	-0.268	-0.290	0.000
		PP+VH1+N(EI)	39.816	47.651	-14.192	-2.734	0.538	-10.088
		PP+VH2+N(EI)	-52.659	-60.065	9.553	2.907	-1.366	13.065
		PP+N(R)	-0.465	0.430	-2.905	-0.206	-0.223	0.000
		PP+VH1+N(R)	39.960	47.518	-13.294	-2.672	0.605	-10.088
		PP+VH2+N(R)	-52.515	-60.198	10.452	2.969	-1.298	13.065
N3	Desplazamientos	PP	0.000	0.126	-1.006	-0.006	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.996	-7.522	-0.426	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-1.166	8.758	0.753	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.293	-2.367	-0.046	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	1.163	-8.884	-0.465	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-1.000	7.396	0.714	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.209	-1.687	-0.026	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	1.079	-8.203	-0.446	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-1.083	8.077	0.733	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	PP	0.000	0.376	-0.935	0.014	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	3.153	-7.514	0.319	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-3.789	8.895	-0.578	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.870	-2.158	0.078	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	3.647	-8.737	0.384	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-3.295	7.672	-0.514	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.623	-1.546	0.046	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	3.400	-8.125	0.352	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-3.542	8.284	-0.546	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	PP	0.000	0.276	-0.786	0.239	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+VH1	0.000	2.106	-5.871	1.929	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-2.468	6.804	-2.353	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.650	-1.842	0.583	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	2.480	-6.928	2.274	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-2.095	5.748	-2.009	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.463	-1.314	0.411	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	2.293	-6.400	2.101	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-2.282	6.276	-2.181	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	PP	0.000	0.157	-0.834	-0.211	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	1.266	-6.643	-1.888	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-1.487	7.825	2.356	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.361	-1.923	-0.509	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	1.471	-7.732	-2.186	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-1.282	6.736	2.058	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.259	-1.379	-0.360	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	1.369	-7.187	-2.037	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-1.385	7.280	2.207	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	PP	0.000	0.036	-0.649	0.281	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.301	-4.819	2.551	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-0.336	5.529	-3.455	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.079	-1.521	0.695	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.344	-5.691	2.965	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-0.292	4.657	-3.041	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.058	-1.085	0.488	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.323	-5.255	2.758	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-0.314	5.093	-3.248	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	PP	0.000	0.157	-0.390	0.184	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	1.181	-2.850	1.366	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-1.362	3.225	-1.585	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.365	-0.902	0.432	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	1.390	-3.362	1.614	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-1.153	2.713	-1.337	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.261	-0.646	0.308	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	1.286	-3.106	1.490	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-1.258	2.969	-1.461	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	PP	0.000	-0.027	-0.247	0.247	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	-0.191	-1.781	1.828	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.230	1.992	-1.914	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	-0.067	-0.570	0.599	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	-0.231	-2.104	2.180	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.190	1.670	-1.562	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	-0.047	-0.408	0.423	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	-0.211	-1.943	2.004	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.210	1.831	-1.738	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N10	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N11	Desplazamientos	PP	0.000	-0.006	-0.097	-0.128	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	-0.056	-0.685	-0.933	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.073	0.756	1.047	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	-0.015	-0.216	-0.287	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	-0.065	-0.804	-1.093	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.063	0.637	0.888	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	-0.011	-0.156	-0.208	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	-0.061	-0.745	-1.013	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.068	0.697	0.968	0.000	0.000
N12	Desplazamientos	PP	0.000	0.144	-0.237	-0.285	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	1.147	-1.756	-2.146	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-1.336	1.970	2.273	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.329	-0.539	-0.673	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	1.333	-2.058	-2.534	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-1.151	1.668	1.884	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.236	-0.388	-0.479	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	1.240	-1.907	-2.340	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-1.243	1.819	2.078	0.000	0.000
N13	Desplazamientos	PP	0.000	0.059	-0.452	-0.206	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.447	-3.448	-1.645	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-0.500	3.954	1.937	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.133	-1.033	-0.474	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.522	-4.028	-1.913	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-0.426	3.373	1.670	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.096	-0.742	-0.340	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.484	-3.738	-1.779	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-0.463	3.663	1.804	0.000	0.000
N14	Desplazamientos	PP	0.000	0.281	-0.605	-0.262	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	2.321	-4.722	-2.537	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-2.757	5.474	3.483	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.650	-1.394	-0.639	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	2.690	-5.511	-2.914	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-2.388	4.685	3.106	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.466	-1.000	-0.451	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	2.506	-5.116	-2.725	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+VH2+N(R)	0.000	-2.573	5.079	3.295	0.000	0.000
N15	Desplazamientos	PP	-0.206	0.191	-1.893	0.134	0.144	0.000
		PP+VH1	42.753	48.852	-11.913	2.218	-0.403	10.583
		PP+VH2	-55.489	-62.435	11.026	-2.565	0.860	-13.696
		PP+N(EI)	-0.398	0.369	-3.667	0.256	0.277	0.000
		PP+VH1+N(EI)	42.561	49.030	-13.687	2.341	-0.270	10.583
		PP+VH2+N(EI)	-55.682	-62.257	9.252	-2.442	0.993	-13.696
		PP+N(R)	-0.302	0.280	-2.780	0.195	0.211	0.000
		PP+VH1+N(R)	42.657	48.941	-12.800	2.279	-0.337	10.583
		PP+VH2+N(R)	-55.585	-62.346	10.139	-2.503	0.926	-13.696
N16	Desplazamientos	PP	0.321	0.289	-1.978	-0.143	0.156	-0.001
		PP+VH1	-40.196	47.435	-12.222	-2.616	-0.683	10.094
		PP+VH2	52.486	-60.412	11.199	3.042	1.246	-13.075
		PP+N(EI)	0.608	0.549	-3.751	-0.267	0.290	-0.002
		PP+VH1+N(EI)	-39.908	47.695	-13.994	-2.739	-0.549	10.093
		PP+VH2+N(EI)	52.774	-60.153	9.426	2.918	1.381	-13.075
		PP+N(R)	0.464	0.419	-2.865	-0.205	0.223	-0.001
		PP+VH1+N(R)	-40.052	47.565	-13.108	-2.677	-0.616	10.094
		PP+VH2+N(R)	52.630	-60.282	10.312	2.980	1.314	-13.075
N17	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N18	Desplazamientos	PP	0.050	0.046	-0.072	0.092	-0.100	0.000
		PP+VH1	-0.969	1.676	-0.441	1.281	0.107	-3.213
		PP+VH2	1.350	-2.027	0.390	-1.417	-0.373	4.093
		PP+N(EI)	0.097	0.090	-0.139	0.173	-0.187	0.000
		PP+VH1+N(EI)	-0.922	1.719	-0.508	1.362	0.020	-3.213
		PP+VH2+N(EI)	1.397	-1.984	0.323	-1.337	-0.460	4.093
		PP+N(R)	0.074	0.068	-0.105	0.133	-0.143	0.000
		PP+VH1+N(R)	-0.945	1.698	-0.474	1.321	0.064	-3.213
		PP+VH2+N(R)	1.373	-2.006	0.357	-1.377	-0.416	4.093
N19	Desplazamientos	PP	0.017	0.015	-0.393	0.175	-0.189	0.000
		PP+VH1	-6.775	7.546	-2.441	2.114	-0.241	-7.118
		PP+VH2	8.674	-9.574	2.180	-2.290	-0.145	9.095
		PP+N(EI)	0.033	0.030	-0.768	0.342	-0.369	0.000
		PP+VH1+N(EI)	-6.759	7.561	-2.816	2.281	-0.421	-7.118
		PP+VH2+N(EI)	8.690	-9.559	1.805	-2.124	-0.325	9.095
		PP+N(R)	0.025	0.023	-0.581	0.258	-0.279	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+VH1+N(R)	-6.767	7.553	-2.629	2.198	-0.331	-7.118
		PP+VH2+N(R)	8.682	-9.567	1.993	-2.207	-0.235	9.095
N20	Desplazamientos	PP	0.222	0.206	-0.661	0.197	-0.213	0.000
		PP+VH1	-11.398	15.134	-4.098	1.876	-0.586	-8.364
		PP+VH2	15.084	-18.893	3.697	-1.967	0.252	10.731
		PP+N(EI)	0.431	0.398	-1.281	0.368	-0.398	0.000
		PP+VH1+N(EI)	-11.189	15.327	-4.718	2.047	-0.770	-8.364
		PP+VH2+N(EI)	15.292	-18.700	3.076	-1.796	0.067	10.731
		PP+N(R)	0.327	0.302	-0.971	0.283	-0.306	0.000
		PP+VH1+N(R)	-11.294	15.230	-4.408	1.961	-0.678	-8.364
		PP+VH2+N(R)	15.188	-18.796	3.387	-1.881	0.160	10.731
N21	Desplazamientos	PP	0.109	0.101	-1.176	0.200	-0.216	0.000
		PP+VH1	-23.326	26.616	-7.364	2.636	-0.118	-10.148
		PP+VH2	30.152	-33.877	6.718	-2.977	-0.314	13.094
		PP+N(EI)	0.212	0.196	-2.284	0.384	-0.415	0.000
		PP+VH1+N(EI)	-23.224	26.711	-8.471	2.820	-0.317	-10.148
		PP+VH2+N(EI)	30.255	-33.782	5.611	-2.793	-0.514	13.094
		PP+N(R)	0.161	0.148	-1.730	0.292	-0.316	0.000
		PP+VH1+N(R)	-23.275	26.664	-7.917	2.728	-0.218	-10.148
		PP+VH2+N(R)	30.203	-33.830	6.164	-2.885	-0.414	13.094
N22	Desplazamientos	PP	0.346	0.320	-1.415	0.137	-0.148	0.000
		PP+VH1	-28.034	34.699	-8.861	1.579	-0.852	-9.809
		PP+VH2	36.751	-43.809	8.131	-1.737	0.772	12.632
		PP+N(EI)	0.669	0.619	-2.741	0.314	-0.340	0.000
		PP+VH1+N(EI)	-27.711	34.998	-10.188	1.757	-1.044	-9.809
		PP+VH2+N(EI)	37.074	-43.510	6.805	-1.559	0.580	12.632
		PP+N(R)	0.508	0.470	-2.078	0.226	-0.244	0.000
		PP+VH1+N(R)	-27.872	34.849	-9.524	1.668	-0.948	-9.809
		PP+VH2+N(R)	36.912	-43.660	7.468	-1.648	0.676	12.632
N23	Desplazamientos	PP	-0.050	0.046	-0.072	0.092	0.100	0.000
		PP+VH1	0.969	1.676	-0.441	1.281	-0.107	3.213
		PP+VH2	-1.350	-2.027	0.390	-1.417	0.373	-4.093
		PP+N(EI)	-0.097	0.090	-0.139	0.173	0.187	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.922	1.719	-0.508	1.362	-0.020	3.213
		PP+VH2+N(EI)	-1.397	-1.984	0.323	-1.337	0.460	-4.093
		PP+N(R)	-0.074	0.068	-0.105	0.133	0.143	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.945	1.698	-0.474	1.321	-0.064	3.213
		PP+VH2+N(R)	-1.373	-2.006	0.357	-1.377	0.416	-4.093
N24	Desplazamientos	PP	-0.017	0.015	-0.393	0.175	0.189	0.000
		PP+VH1	6.775	7.546	-2.441	2.114	0.241	7.118
		PP+VH2	-8.674	-9.574	2.180	-2.290	0.145	-9.095
		PP+N(EI)	-0.033	0.030	-0.768	0.342	0.369	0.000
		PP+VH1+N(EI)	6.759	7.561	-2.816	2.281	0.421	7.118
		PP+VH2+N(EI)	-8.690	-9.559	1.805	-2.124	0.325	-9.095

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+N(R)	-0.025	0.023	-0.581	0.258	0.279	0.000
		PP+VH1+N(R)	6.767	7.553	-2.629	2.198	0.331	7.118
		PP+VH2+N(R)	-8.682	-9.567	1.993	-2.207	0.235	-9.095
N25	Desplazamientos	PP	-0.222	0.206	-0.661	0.197	0.213	0.000
		PP+VH1	11.398	15.134	-4.098	1.876	0.586	8.364
		PP+VH2	-15.084	-18.893	3.697	-1.967	-0.252	-10.731
		PP+N(EI)	-0.431	0.398	-1.281	0.368	0.398	0.000
		PP+VH1+N(EI)	11.189	15.327	-4.718	2.047	0.770	8.364
		PP+VH2+N(EI)	-15.292	-18.700	3.076	-1.796	-0.067	-10.731
		PP+N(R)	-0.327	0.302	-0.971	0.283	0.306	0.000
		PP+VH1+N(R)	11.294	15.230	-4.408	1.961	0.678	8.364
		PP+VH2+N(R)	-15.188	-18.796	3.387	-1.881	-0.160	-10.731
N26	Desplazamientos	PP	-0.109	0.101	-1.176	0.200	0.216	0.000
		PP+VH1	23.326	26.616	-7.364	2.636	0.118	10.148
		PP+VH2	-30.152	-33.877	6.718	-2.977	0.314	-13.094
		PP+N(EI)	-0.212	0.196	-2.284	0.384	0.415	0.000
		PP+VH1+N(EI)	23.224	26.711	-8.471	2.820	0.317	10.148
		PP+VH2+N(EI)	-30.255	-33.782	5.611	-2.793	0.514	-13.094
		PP+N(R)	-0.161	0.148	-1.730	0.292	0.316	0.000
		PP+VH1+N(R)	23.275	26.664	-7.917	2.728	0.218	10.148
		PP+VH2+N(R)	-30.203	-33.830	6.164	-2.885	0.414	-13.094
N27	Desplazamientos	PP	-0.346	0.320	-1.415	0.137	0.148	0.000
		PP+VH1	28.034	34.699	-8.861	1.579	0.852	9.809
		PP+VH2	-36.751	-43.809	8.131	-1.737	-0.772	-12.632
		PP+N(EI)	-0.669	0.619	-2.741	0.314	0.340	0.000
		PP+VH1+N(EI)	27.711	34.998	-10.188	1.757	1.044	9.809
		PP+VH2+N(EI)	-37.074	-43.510	6.805	-1.559	-0.580	-12.632
		PP+N(R)	-0.508	0.470	-2.078	0.226	0.244	0.000
		PP+VH1+N(R)	27.872	34.849	-9.524	1.668	0.948	9.809
		PP+VH2+N(R)	-36.912	-43.660	7.468	-1.648	-0.676	-12.632
N28	Desplazamientos	PP	0.056	-0.052	-0.222	-0.126	-0.136	0.000
		PP+VH1	2.442	1.951	-1.330	-0.922	-0.666	-3.358
		PP+VH2	-2.984	-2.606	1.176	0.882	0.533	4.284
		PP+N(EI)	0.107	-0.099	-0.421	-0.239	-0.258	0.000
		PP+VH1+N(EI)	2.493	1.904	-1.530	-1.035	-0.789	-3.358
		PP+VH2+N(EI)	-2.933	-2.653	0.976	0.769	0.411	4.284
		PP+N(R)	0.082	-0.076	-0.321	-0.183	-0.197	0.000
		PP+VH1+N(R)	2.468	1.928	-1.430	-0.979	-0.728	-3.358
		PP+VH2+N(R)	-2.958	-2.629	1.076	0.825	0.472	4.284
N29	Desplazamientos	PP	-0.090	0.083	-0.434	-0.197	-0.213	0.000
		PP+VH1	5.818	7.418	-2.650	-2.302	-0.281	-6.729
		PP+VH2	-7.621	-9.259	2.355	2.474	-0.140	8.602
		PP+N(EI)	-0.172	0.159	-0.832	-0.375	-0.405	0.000
		PP+VH1+N(EI)	5.736	7.494	-3.047	-2.481	-0.474	-6.729

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+VH2+N(EI)	-7.703	-9.183	1.957	2.295	-0.333	8.602
		PP+N(R)	-0.131	0.121	-0.633	-0.286	-0.309	0.000
		PP+VH1+N(R)	5.777	7.456	-2.848	-2.391	-0.377	-6.729
		PP+VH2+N(R)	-7.662	-9.221	2.156	2.384	-0.237	8.602
N30	Desplazamientos	PP	0.024	-0.023	-0.979	-0.208	-0.224	0.000
		PP+VH1	14.408	15.278	-5.969	-3.276	0.561	-8.298
		PP+VH2	-18.403	-19.608	5.365	3.722	-1.224	10.666
		PP+N(EI)	0.046	-0.042	-1.859	-0.385	-0.416	0.000
		PP+VH1+N(EI)	14.429	15.259	-6.849	-3.453	0.369	-8.298
		PP+VH2+N(EI)	-18.381	-19.628	4.486	3.545	-1.416	10.666
		PP+N(R)	0.035	-0.032	-1.419	-0.296	-0.320	0.000
		PP+VH1+N(R)	14.418	15.269	-6.409	-3.365	0.465	-8.298
		PP+VH2+N(R)	-18.392	-19.618	4.926	3.634	-1.320	10.666
N31	Desplazamientos	PP	-0.215	0.199	-1.254	-0.207	-0.223	0.000
		PP+VH1	21.472	25.907	-7.701	-2.944	0.129	-9.675
		PP+VH2	-28.025	-32.758	6.960	3.344	-0.646	12.492
		PP+N(EI)	-0.409	0.378	-2.386	-0.389	-0.420	0.000
		PP+VH1+N(EI)	21.278	26.086	-8.832	-3.126	-0.068	-9.675
		PP+VH2+N(EI)	-28.219	-32.578	5.828	3.161	-0.843	12.492
		PP+N(R)	-0.312	0.288	-1.820	-0.298	-0.322	0.000
		PP+VH1+N(R)	21.375	25.996	-8.266	-3.035	0.031	-9.675
		PP+VH2+N(R)	-28.122	-32.668	6.394	3.253	-0.745	12.492
N32	Desplazamientos	PP	-0.069	0.064	-1.758	-0.128	-0.138	0.000
		PP+VH1	31.387	34.801	-10.822	-3.673	1.141	-9.197
		PP+VH2	-40.481	-44.546	9.868	4.453	-1.769	11.856
		PP+N(EI)	-0.132	0.122	-3.333	-0.297	-0.321	0.000
		PP+VH1+N(EI)	31.324	34.859	-12.397	-3.842	0.958	-9.197
		PP+VH2+N(EI)	-40.544	-44.488	8.293	4.284	-1.952	11.856
		PP+N(R)	-0.100	0.093	-2.545	-0.212	-0.229	0.000
		PP+VH1+N(R)	31.356	34.830	-11.609	-3.758	1.049	-9.197
		PP+VH2+N(R)	-40.513	-44.517	9.080	4.368	-1.860	11.856
N33	Desplazamientos	PP	0.087	0.080	-0.413	-0.191	0.207	0.000
		PP+VH1	-5.862	7.427	-2.511	-2.286	0.225	6.746
		PP+VH2	7.671	-9.278	2.231	2.468	0.198	-8.625
		PP+N(EI)	0.167	0.152	-0.789	-0.363	0.394	-0.001
		PP+VH1+N(EI)	-5.783	7.499	-2.887	-2.458	0.412	6.745
		PP+VH2+N(EI)	7.750	-9.206	1.855	2.295	0.385	-8.625
		PP+N(R)	0.127	0.116	-0.601	-0.277	0.300	-0.001
		PP+VH1+N(R)	-5.822	7.463	-2.699	-2.372	0.319	6.746
		PP+VH2+N(R)	7.711	-9.242	2.043	2.381	0.291	-8.625
N34	Desplazamientos	PP	0.213	0.193	-1.225	-0.207	0.224	-0.001
		PP+VH1	-21.547	25.937	-7.524	-2.954	-0.127	9.683
		PP+VH2	28.114	-32.810	6.805	3.356	0.647	-12.505
		PP+N(EI)	0.405	0.367	-2.330	-0.390	0.423	-0.002

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+VH1+N(EI)	-21.355	26.111	-8.629	-3.137	0.071	9.683
		PP+VH2+N(EI)	28.306	-32.636	5.699	3.174	0.845	-12.505
		PP+N(R)	0.309	0.280	-1.778	-0.298	0.324	-0.001
		PP+VH1+N(R)	-21.451	26.024	-8.077	-3.045	-0.028	9.683
		PP+VH2+N(R)	28.210	-32.723	6.252	3.265	0.746	-12.505
N35	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N36	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N37	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N38	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N39	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N40	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N41	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N42	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.095	0.103	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	1.298	0.000	2.894
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	-1.429	0.246	-3.685
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.187	0.202	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	1.390	0.099	2.894
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-1.338	0.345	-3.685
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.141	0.152	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	1.344	0.050	2.894
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	-1.383	0.296	-3.685
N43	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	-0.075	-0.081	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	-0.270	-0.558	-1.225
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.166	0.521	1.559
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.135	-0.146	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.330	-0.623	-1.225
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.107	0.456	1.559
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.105	-0.113	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.300	-0.590	-1.225
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.137	0.489	1.559
N44	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	-0.079	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	-0.535	0.000	0.000

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.576	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.173	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.629	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.481	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.126	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.582	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.529	0.000	0.000
N45	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	-0.075	0.083	0.002
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	-0.223	0.618	1.253
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	0.106	-0.591	-1.591
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.135	0.150	0.004
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-0.283	0.685	1.255
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.046	-0.524	-1.589
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.105	0.117	0.003
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	-0.253	0.651	1.254
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.076	-0.558	-1.590
N46	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.215	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	1.519	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	-1.671	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.483	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	1.787	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-1.403	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.349	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	1.653	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	-1.537	0.000	0.000
N47	Desplazamientos	PP	0.000	0.000	0.000	0.095	-0.103	0.000
		PP+VH1	0.000	0.000	0.000	1.298	0.000	-2.894
		PP+VH2	0.000	0.000	0.000	-1.429	-0.246	3.685
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.187	-0.202	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.000	1.390	-0.099	-2.894
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.000	-1.338	-0.345	3.685
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.000	0.141	-0.152	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.000	1.344	-0.050	-2.894
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.000	-1.383	-0.296	3.685
N48	Desplazamientos	PP	-0.058	-0.051	-0.224	-0.125	0.138	0.001
		PP+VH1	-2.408	1.912	-1.340	-0.846	0.731	3.262
		PP+VH2	2.938	-2.554	1.183	0.788	-0.611	-4.160
		PP+N(EI)	-0.110	-0.097	-0.425	-0.236	0.260	0.002
		PP+VH1+N(EI)	-2.461	1.866	-1.541	-0.957	0.853	3.263
		PP+VH2+N(EI)	2.886	-2.599	0.982	0.676	-0.488	-4.159
		PP+N(R)	-0.084	-0.074	-0.324	-0.180	0.199	0.001
		PP+VH1+N(R)	-2.434	1.889	-1.440	-0.902	0.792	3.263
		PP+VH2+N(R)	2.912	-2.576	1.082	0.732	-0.549	-4.160
N49	Desplazamientos	PP	-0.031	-0.029	-0.933	-0.198	0.217	-0.001

Producido por una versión educativa de CYPE

Desplazamientos de los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		PP+VH1	-14.268	15.044	-5.683	-3.226	-0.597	8.152
		PP+VH2	18.207	-19.323	5.109	3.682	1.250	-10.482
		PP+N(EI)	-0.059	-0.054	-1.770	-0.367	0.403	-0.002
		PP+VH1+N(EI)	-14.295	15.018	-6.520	-3.396	-0.411	8.152
		PP+VH2+N(EI)	18.180	-19.348	4.272	3.513	1.436	-10.482
		PP+N(R)	-0.045	-0.042	-1.352	-0.282	0.310	-0.001
		PP+VH1+N(R)	-14.282	15.031	-6.101	-3.311	-0.504	8.152
		PP+VH2+N(R)	18.194	-19.335	4.691	3.598	1.343	-10.482
N50	Desplazamientos	PP	0.067	0.057	-1.730	-0.136	0.150	-0.001
		PP+VH1	-31.168	34.512	-10.648	-3.821	-1.160	9.192
		PP+VH2	40.195	-44.191	9.714	4.620	1.822	-11.852
		PP+N(EI)	0.128	0.109	-3.278	-0.313	0.343	-0.002
		PP+VH1+N(EI)	-31.107	34.564	-12.196	-3.998	-0.967	9.191
		PP+VH2+N(EI)	40.256	-44.138	8.165	4.443	2.015	-11.853
		PP+N(R)	0.098	0.083	-2.504	-0.224	0.247	-0.001
		PP+VH1+N(R)	-31.138	34.538	-11.422	-3.909	-1.064	9.192
		PP+VH2+N(R)	40.226	-44.165	8.940	4.532	1.918	-11.853
N51	Desplazamientos	PP	0.000	0.029	-0.065	0.206	0.000	0.000
		PP+VH1	0.000	0.210	-0.457	1.450	0.000	0.000
		PP+VH2	0.000	-0.235	0.502	-1.599	0.000	0.000
		PP+N(EI)	0.000	0.066	-0.146	0.462	0.000	0.000
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.247	-0.538	1.706	0.000	0.000
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-0.199	0.421	-1.343	0.000	0.000
		PP+N(R)	0.000	0.047	-0.105	0.334	0.000	0.000
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.228	-0.498	1.578	0.000	0.000
		PP+VH2+N(R)	0.000	-0.217	0.461	-1.471	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

1.1.1.1.3.- Envolventes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-42.753	-62.435	-13.687	-2.565	-0.993	-10.583
		Valor máximo de la envolvente	55.682	49.030	11.026	2.341	0.403	13.696
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-52.659	-60.331	-14.192	-2.734	-1.366	-10.088
		Valor máximo de la envolvente	40.104	47.651	11.351	3.031	0.673	13.065
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.166	-8.884	-0.465	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.163	8.758	0.753	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.789	-8.737	-0.578	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.647	8.895	0.384	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.468	-6.928	-2.353	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.480	6.804	2.274	0.000	0.000
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.487	-7.732	-2.186	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.471	7.825	2.356	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.336	-5.691	-3.455	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.344	5.529	2.965	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.362	-3.362	-1.585	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.390	3.225	1.614	0.000	0.000
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.231	-2.104	-1.914	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.230	1.992	2.180	0.000	0.000
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.065	-0.804	-1.093	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.073	0.756	1.047	0.000	0.000
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.336	-2.058	-2.534	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.333	1.970	2.273	0.000	0.000
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.500	-4.028	-1.913	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.522	3.954	1.937	0.000	0.000
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.757	-5.511	-2.914	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.690	5.474	3.483	0.000	0.000
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-55.682	-62.435	-13.687	-2.565	-0.403	-13.696
		Valor máximo de la envolvente	42.753	49.030	11.026	2.341	0.993	10.583
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-40.196	-60.412	-13.994	-2.739	-0.683	-13.075
		Valor máximo de la envolvente	52.774	47.695	11.199	3.042	1.381	10.094
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.969	-2.027	-0.508	-1.417	-0.460	-3.213
		Valor máximo de la envolvente	1.397	1.719	0.390	1.362	0.107	4.093
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-6.775	-9.574	-2.816	-2.290	-0.421	-7.118
		Valor máximo de la envolvente	8.690	7.561	2.180	2.281	-0.145	9.095
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-11.398	-18.893	-4.718	-1.967	-0.770	-8.364
		Valor máximo de la envolvente	15.292	15.327	3.697	2.047	0.252	10.731
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-23.326	-33.877	-8.471	-2.977	-0.514	-10.148
		Valor máximo de la envolvente	30.255	26.711	6.718	2.820	-0.118	13.094
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-28.034	-43.809	-10.188	-1.737	-1.044	-9.809
		Valor máximo de la envolvente	37.074	34.998	8.131	1.757	0.772	12.632
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.397	-2.027	-0.508	-1.417	-0.107	-4.093
		Valor máximo de la envolvente	0.969	1.719	0.390	1.362	0.460	3.213
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-8.690	-9.574	-2.816	-2.290	0.145	-9.095
		Valor máximo de la envolvente	6.775	7.561	2.180	2.281	0.421	7.118
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-15.292	-18.893	-4.718	-1.967	-0.252	-10.731
		Valor máximo de la envolvente	11.398	15.327	3.697	2.047	0.770	8.364
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-30.255	-33.877	-8.471	-2.977	0.118	-13.094
		Valor máximo de la envolvente	23.326	26.711	6.718	2.820	0.514	10.148
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-37.074	-43.809	-10.188	-1.737	-0.772	-12.632
		Valor máximo de la envolvente	28.034	34.998	8.131	1.757	1.044	9.809
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.984	-2.653	-1.530	-1.035	-0.789	-3.358
		Valor máximo de la envolvente	2.493	1.951	1.176	0.882	0.533	4.284
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-7.703	-9.259	-3.047	-2.481	-0.474	-6.729
		Valor máximo de la envolvente	5.818	7.494	2.355	2.474	-0.140	8.602
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-18.403	-19.628	-6.849	-3.453	-1.416	-8.298
		Valor máximo de la envolvente	14.429	15.278	5.365	3.722	0.561	10.666
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-28.219	-32.758	-8.832	-3.126	-0.843	-9.675
		Valor máximo de la envolvente	21.472	26.086	6.960	3.344	0.129	12.492
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-40.544	-44.546	-12.397	-3.842	-1.952	-9.197
		Valor máximo de la envolvente	31.387	34.859	9.868	4.453	1.141	11.856
N33	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-5.862	-9.278	-2.887	-2.458	0.198	-8.625
		Valor máximo de la envolvente	7.750	7.499	2.231	2.468	0.412	6.746
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-21.547	-32.810	-8.629	-3.137	-0.127	-12.505
		Valor máximo de la envolvente	28.306	26.111	6.805	3.356	0.845	9.683
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N36	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N37	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N38	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N39	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N40	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N41	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N42	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.429	0.000	-3.685
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.390	0.345	2.894
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.330	-0.623	-1.225
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.166	0.521	1.559
N44	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.629	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.576	0.000	0.000
N45	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-0.283	-0.591	-1.591
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.106	0.685	1.255
N46	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.671	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.787	0.000	0.000
N47	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-1.429	-0.345	-2.894
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	1.390	0.000	3.685
N48	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.461	-2.599	-1.541	-0.957	-0.611	-4.160
		Valor máximo de la envolvente	2.938	1.912	1.183	0.788	0.853	3.263
N49	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-14.295	-19.348	-6.520	-3.396	-0.597	-10.482
		Valor máximo de la envolvente	18.207	15.044	5.109	3.682	1.436	8.152
N50	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-31.168	-44.191	-12.196	-3.998	-1.160	-11.853
		Valor máximo de la envolvente	40.256	34.564	9.714	4.620	2.015	9.192
N51	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.235	-0.538	-1.599	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.247	0.502	1.706	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

1.1.1.2.- Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).
Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

1.1.1.2.1.- Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N10	Peso propio	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
N17	Peso propio	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
N35	Peso propio	19.946	-18.450	5.038	1.99	2.15	0.00
	V H1	100.057	-108.040	23.333	14.38	7.60	36.94
	V H2	-126.984	136.695	-28.054	-17.98	-9.40	-46.81
	N(EI)	18.008	-16.657	4.914	1.94	2.09	0.00
	N(R)	9.004	-8.329	2.457	0.97	1.05	0.00
N36	Peso propio	-20.061	-18.559	5.048	1.90	-2.06	0.00
	V H1	-100.525	-108.392	23.211	13.94	-7.02	-36.94
	V H2	127.565	137.130	-27.902	-17.44	8.67	46.81
	N(EI)	-18.085	-16.732	4.892	1.84	-2.00	0.00
	N(R)	-9.043	-8.366	2.446	0.92	-1.00	0.00
N37	Peso propio	0.000	-14.099	1.818	0.14	0.00	0.00
	V H1	0.000	-99.467	6.247	0.83	0.00	0.00
	V H2	0.000	146.823	-7.839	-1.20	0.00	0.00
	N(EI)	0.000	-18.101	1.916	0.17	0.00	0.00
	N(R)	0.000	-9.051	0.958	0.08	0.00	0.00
N38	Peso propio	-19.398	17.944	14.843	-1.52	-1.65	0.00
	V H1	-103.615	80.527	75.382	-14.46	-3.16	-36.94
	V H2	131.521	-102.638	-94.131	18.09	3.74	46.81
	N(EI)	-18.332	16.957	14.197	-1.56	-1.69	0.00
	N(R)	-9.166	8.479	7.099	-0.78	-0.84	0.00
N39	Peso propio	19.398	17.944	14.843	-1.52	1.65	0.00
	V H1	103.615	80.527	75.382	-14.46	3.16	36.94
	V H2	-131.521	-102.638	-94.131	18.09	-3.74	-46.81
	N(EI)	18.332	16.957	14.197	-1.56	1.69	0.00
	N(R)	9.166	8.479	7.099	-0.78	0.84	0.00
N40	Peso propio	0.000	13.507	8.792	-0.12	0.00	0.00
	V H1	0.000	82.891	52.970	-0.66	0.00	0.00
	V H2	0.000	-123.083	-77.306	0.95	0.00	0.00
	N(EI)	0.000	18.124	11.219	-0.14	0.00	0.00
	N(R)	0.000	9.062	5.609	-0.07	0.00	0.00
N41	Peso propio	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
	N(R)	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
N42	Peso propio	19.398	-17.944	-4.978	0.00	0.00	0.00
	V H1	103.615	-94.250	-26.245	0.00	0.00	0.00
	V H2	-131.521	119.619	33.329	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	18.332	-16.957	-4.679	0.00	0.00	0.00
	N(R)	9.166	-8.479	-2.339	0.00	0.00	0.00
N43	Peso propio	-19.946	18.450	5.169	0.00	0.00	0.00
	V H1	-100.057	94.317	25.804	0.00	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
	V H2	126.984	-119.714	-32.749	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	-18.008	16.657	4.605	0.00	0.00	0.00
	N(R)	-9.004	8.329	2.302	0.00	0.00	0.00
N44	Peso propio	0.000	14.099	3.738	0.00	0.00	0.00
	V H1	0.000	91.112	23.669	0.00	0.00	0.00
	V H2	0.000	-134.855	-35.012	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	0.000	18.101	4.726	0.00	0.00	0.00
	N(R)	0.000	9.051	2.363	0.00	0.00	0.00
N45	Peso propio	20.061	18.559	5.201	0.00	0.00	0.00
	V H1	100.525	94.669	25.926	0.00	0.00	0.00
	V H2	-127.565	-120.149	-32.901	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	18.085	16.732	4.627	0.00	0.00	0.00
	N(R)	9.043	8.366	2.313	0.00	0.00	0.00
N46	Peso propio	0.000	-13.507	-3.407	0.00	0.00	0.00
	V H1	0.000	-91.246	-23.055	0.00	0.00	0.00
	V H2	0.000	135.050	34.457	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	0.000	-18.124	-4.577	0.00	0.00	0.00
	N(R)	0.000	-9.062	-2.288	0.00	0.00	0.00
N47	Peso propio	-19.398	-17.944	-4.978	0.00	0.00	0.00
	V H1	-103.615	-94.250	-26.245	0.00	0.00	0.00
	V H2	131.521	119.619	33.329	0.00	0.00	0.00
	N(EI)	-18.332	-16.957	-4.679	0.00	0.00	0.00
	N(R)	-9.166	-8.479	-2.339	0.00	0.00	0.00

1.1.1.2.2.- Combinaciones

Reacciones en los nudos, por combinación									
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales						
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N10	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
N17	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
N35	Hormigón en cimentaciones	PP	19.946	-18.450	5.038	1.99	2.15	0.00
		1.6·PP	31.913	-29.520	8.060	3.18	3.44	0.00
		PP+1.6·VH1	180.038	-191.315	42.371	24.99	14.32	59.10
		1.6·PP+1.6·VH1	192.005	-202.385	45.394	26.19	15.61	59.10
		PP+1.6·VH2	-183.229	200.262	-39.849	-26.78	-12.89	-74.90
		1.6·PP+1.6·VH2	-171.262	189.192	-36.826	-25.58	-11.60	-74.90
		PP+1.6·N(EI)	48.759	-45.102	12.900	5.09	5.50	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	60.726	-56.172	15.923	6.28	6.79	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	144.814	-148.821	35.300	18.89	12.80	35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	156.781	-159.891	38.323	20.08	14.09	35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-73.146	86.126	-14.032	-12.17	-3.52	-44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-61.179	75.056	-11.009	-10.98	-2.23	-44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	194.444	-204.641	46.302	26.54	15.99	59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	206.412	-215.710	49.325	27.74	17.28	59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-168.823	186.936	-35.918	-25.23	-11.21	-74.90

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-156.855	175.866	-32.895	-24.03	-9.92	-74.90
		PP+1.6·N(R)	34.352	-31.776	8.969	3.54	3.83	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	46.320	-42.846	11.992	4.73	5.12	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	130.407	-135.495	31.369	17.34	11.12	35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	142.375	-146.565	34.392	18.54	12.42	35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-87.553	99.451	-17.963	-13.72	-5.20	-44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-75.585	88.382	-14.940	-12.53	-3.91	-44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	187.241	-197.978	44.337	25.77	15.15	59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	199.208	-209.048	47.359	26.96	16.44	59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-176.026	193.599	-37.883	-26.00	-12.05	-74.90
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-164.058	182.529	-34.861	-24.81	-10.76	-74.90
	Tensiones sobre el terreno	PP	19.946	-18.450	5.038	1.99	2.15	0.00
		PP+VH1	120.003	-126.490	28.371	16.37	9.75	36.94
		PP+VH2	-107.039	118.245	-23.017	-15.99	-7.25	-46.81
		PP+N(EI)	37.954	-35.107	9.952	3.93	4.24	0.00
		PP+VH1+N(EI)	138.011	-143.148	33.285	18.30	11.85	36.94
		PP+VH2+N(EI)	-89.031	101.588	-18.102	-14.05	-5.15	-46.81
		PP+N(R)	28.950	-26.779	7.495	2.96	3.20	0.00
		PP+VH1+N(R)	129.007	-134.819	30.828	17.34	10.80	36.94
		PP+VH2+N(R)	-98.035	109.916	-20.559	-15.02	-6.20	-46.81
N36	Hormigón en cimentaciones	PP	-20.061	-18.559	5.048	1.90	-2.06	0.00
		1.6·PP	-32.097	-29.695	8.077	3.04	-3.29	0.00
		PP+1.6·VH1	-180.900	-191.986	42.186	24.20	-13.29	-59.10
		1.6·PP+1.6·VH1	-192.936	-203.122	45.215	25.34	-14.52	-59.10
		PP+1.6·VH2	184.044	200.848	-39.595	-26.00	11.82	74.90
		1.6·PP+1.6·VH2	172.008	189.712	-36.566	-24.86	10.59	74.90
		PP+1.6·N(EI)	-48.997	-45.330	12.875	4.85	-5.25	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	-61.033	-56.466	15.904	5.99	-6.49	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-145.500	-149.386	35.158	18.23	-11.99	-35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-157.537	-160.522	38.187	19.37	-13.23	-35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	73.466	86.314	-13.911	-11.89	3.07	44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	61.430	75.179	-10.882	-10.75	1.84	44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-195.368	-205.372	46.099	25.68	-14.89	-59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-207.404	-216.507	49.128	26.82	-16.12	-59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	169.576	187.463	-35.682	-24.53	10.22	74.90
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	157.540	176.327	-32.653	-23.39	8.99	74.90
		PP+1.6·N(R)	-34.529	-31.945	8.962	3.37	-3.66	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	-46.565	-43.080	11.991	4.51	-4.89	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-131.032	-136.001	31.244	16.76	-10.40	-35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-143.069	-147.136	34.273	17.90	-11.63	-35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	87.934	99.700	-17.824	-13.37	4.67	44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	75.898	88.564	-14.795	-12.23	3.44	44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-188.134	-198.679	44.143	24.94	-14.09	-59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-200.170	-209.815	47.171	26.08	-15.32	-59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	176.810	194.155	-37.638	-25.26	11.02	74.90
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	164.774	183.020	-34.609	-24.12	9.79	74.90
	Tensiones sobre el terreno	PP	-20.061	-18.559	5.048	1.90	-2.06	0.00
		PP+VH1	-120.585	-126.951	28.259	15.84	-9.08	-36.94
		PP+VH2	107.505	118.570	-22.854	-15.54	6.62	46.81
		PP+N(EI)	-38.146	-35.291	9.940	3.74	-4.06	0.00
		PP+VH1+N(EI)	-138.670	-143.683	33.151	17.68	-11.08	-36.94
		PP+VH2+N(EI)	89.420	101.839	-17.962	-13.69	4.62	46.81
		PP+N(R)	-29.103	-26.925	7.494	2.82	-3.06	0.00
		PP+VH1+N(R)	-129.628	-135.317	30.705	16.76	-10.08	-36.94
		PP+VH2+N(R)	98.462	110.204	-20.408	-14.62	5.62	46.81
N37	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	-14.099	1.818	0.14	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	-22.558	2.909	0.23	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	0.000	-173.246	11.813	1.47	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	0.000	-181.705	12.904	1.55	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	0.000	220.817	-10.724	-1.78	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	0.000	212.358	-9.633	-1.69	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	0.000	-43.061	4.883	0.41	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	0.000	-51.520	5.974	0.49	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	-138.549	10.880	1.20	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	-147.008	11.971	1.29	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	97.889	-2.642	-0.75	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	89.430	-1.552	-0.66	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	-187.727	13.345	1.60	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	-196.186	14.436	1.69	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	206.337	-9.192	-1.65	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	197.877	-8.101	-1.56	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	0.000	-28.580	3.351	0.28	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	0.000	-37.039	4.441	0.36	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	-124.068	9.347	1.07	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	-132.527	10.438	1.16	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	112.370	-4.175	-0.88	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	103.911	-3.084	-0.79	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	-180.486	12.579	1.54	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	-188.946	13.670	1.62	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	213.577	-9.958	-1.71	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	205.118	-8.867	-1.63	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	-14.099	1.818	0.14	0.00	0.00
		PP+VH1	0.000	-113.566	8.065	0.97	0.00	0.00
		PP+VH2	0.000	132.724	-6.021	-1.06	0.00	0.00
		PP+N(EI)	0.000	-32.200	3.734	0.31	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	0.000	-131.667	9.980	1.14	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	0.000	114.623	-4.105	-0.89	0.00	0.00
		PP+N(R)	0.000	-23.150	2.776	0.23	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	0.000	-122.616	9.023	1.05	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	0.000	123.673	-5.063	-0.98	0.00	0.00
N38	Hormigón en cimentaciones	PP	-19.398	17.944	14.843	-1.52	-1.65	0.00
		1.6·PP	-31.037	28.710	23.749	-2.44	-2.63	0.00
		PP+1.6·VH1	-185.182	146.787	135.454	-24.65	-6.71	-59.10
		1.6·PP+1.6·VH1	-196.821	157.553	144.360	-25.57	-7.70	-59.10
		PP+1.6·VH2	191.034	-146.277	-135.766	27.43	4.34	74.89
		1.6·PP+1.6·VH2	179.395	-135.511	-126.860	26.51	3.36	74.89
		PP+1.6·N(EI)	-48.730	45.075	37.559	-4.02	-4.35	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	-60.369	55.841	46.465	-4.94	-5.34	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-148.200	122.381	109.926	-17.90	-7.39	-35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-159.839	133.147	118.831	-18.82	-8.38	-35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	77.530	-53.458	-52.807	13.35	-0.76	44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	65.891	-42.692	-43.901	12.43	-1.74	44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-199.848	160.352	146.812	-25.90	-8.06	-59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-211.487	171.118	155.718	-26.82	-9.05	-59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	176.369	-132.712	-124.408	26.18	2.99	74.89
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	164.730	-121.946	-115.502	25.26	2.00	74.89
		PP+1.6·N(R)	-34.064	31.509	26.201	-2.77	-3.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	-45.703	42.275	35.107	-3.69	-3.99	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-133.534	108.815	98.568	-16.65	-6.04	-35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-145.173	119.581	107.474	-17.57	-7.02	-35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	92.196	-67.023	-64.165	14.60	0.60	44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	80.557	-56.257	-55.259	13.68	-0.39	44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-192.515	153.569	141.133	-25.28	-7.39	-59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-204.154	164.336	150.039	-26.19	-8.37	-59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	183.702	-139.495	-130.087	26.80	3.67	74.89
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	172.063	-128.729	-121.181	25.89	2.68	74.89
	Tensiones sobre el terreno	PP	-19.398	17.944	14.843	-1.52	-1.65	0.00
		PP+VH1	-123.013	98.470	90.225	-15.98	-4.81	-36.94
		PP+VH2	112.122	-84.695	-79.288	16.57	2.10	46.81
		PP+N(EI)	-37.730	34.901	29.041	-3.09	-3.34	0.00
		PP+VH1+N(EI)	-141.345	115.428	104.422	-17.54	-6.50	-36.94
		PP+VH2+N(EI)	93.790	-67.738	-65.090	15.01	0.41	46.81
		PP+N(R)	-28.564	26.422	21.942	-2.30	-2.49	0.00
		PP+VH1+N(R)	-132.179	106.949	97.324	-16.76	-5.66	-36.94
		PP+VH2+N(R)	102.956	-76.216	-72.189	15.79	1.25	46.81
N39	Hormigón en cimentaciones	PP	19.398	17.944	14.843	-1.52	1.65	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		1.6·PP	31.037	28.710	23.749	-2.44	2.63	0.00
		PP+1.6·VH1	185.182	146.787	135.454	-24.65	6.71	59.10
		1.6·PP+1.6·VH1	196.821	157.553	144.360	-25.57	7.70	59.10
		PP+1.6·VH2	-191.034	-146.277	-135.766	27.43	-4.34	-74.89
		1.6·PP+1.6·VH2	-179.395	-135.511	-126.860	26.51	-3.36	-74.89
		PP+1.6·N(EI)	48.730	45.075	37.559	-4.02	4.35	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	60.369	55.841	46.465	-4.94	5.34	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	148.200	122.381	109.926	-17.90	7.39	35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	159.839	133.147	118.831	-18.82	8.38	35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-77.530	-53.458	-52.807	13.35	0.76	-44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-65.891	-42.692	-43.901	12.43	1.74	-44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	199.848	160.352	146.812	-25.90	8.06	59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	211.487	171.118	155.718	-26.82	9.05	59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-176.369	-132.712	-124.408	26.18	-2.99	-74.89
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-164.730	-121.946	-115.502	25.26	-2.00	-74.89
		PP+1.6·N(R)	34.064	31.509	26.201	-2.77	3.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	45.703	42.275	35.107	-3.69	3.99	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	133.534	108.815	98.568	-16.65	6.04	35.46
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	145.173	119.581	107.474	-17.57	7.02	35.46
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-92.196	-67.023	-64.165	14.60	-0.60	-44.94
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-80.557	-56.257	-55.259	13.68	0.39	-44.94
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	192.515	153.569	141.133	-25.28	7.39	59.10
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	204.154	164.336	150.039	-26.19	8.37	59.10
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-183.702	-139.495	-130.087	26.80	-3.67	-74.89
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-172.063	-128.729	-121.181	25.89	-2.68	-74.89
	Tensiones sobre el terreno	PP	19.398	17.944	14.843	-1.52	1.65	0.00
		PP+VH1	123.013	98.470	90.225	-15.98	4.81	36.94
		PP+VH2	-112.122	-84.695	-79.288	16.57	-2.10	-46.81
		PP+N(EI)	37.730	34.901	29.041	-3.09	3.34	0.00
		PP+VH1+N(EI)	141.345	115.428	104.422	-17.54	6.50	36.94
		PP+VH2+N(EI)	-93.790	-67.738	-65.090	15.01	-0.41	-46.81
		PP+N(R)	28.564	26.422	21.942	-2.30	2.49	0.00
		PP+VH1+N(R)	132.179	106.949	97.324	-16.76	5.66	36.94
		PP+VH2+N(R)	-102.956	-76.216	-72.189	15.79	-1.25	-46.81
N40	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	13.507	8.792	-0.12	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	21.611	14.067	-0.19	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	0.000	146.133	93.544	-1.17	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	0.000	154.237	98.819	-1.24	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	0.000	-183.427	-114.898	1.41	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	0.000	-175.323	-109.623	1.34	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	0.000	42.505	26.741	-0.34	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	0.000	50.610	32.016	-0.41	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	122.081	77.593	-0.97	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	130.185	82.868	-1.04	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	-75.655	-47.472	0.58	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	-67.551	-42.197	0.51	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	160.632	102.519	-1.28	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	168.736	107.794	-1.35	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	-168.927	-105.923	1.30	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	-160.823	-100.648	1.23	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	0.000	28.006	17.767	-0.23	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	0.000	36.110	23.042	-0.30	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	107.582	68.618	-0.86	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	115.686	73.893	-0.93	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	-90.154	-56.447	0.69	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	-82.050	-51.172	0.62	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	153.383	98.032	-1.23	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	161.487	103.307	-1.30	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	-176.177	-110.411	1.35	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	-168.073	-105.136	1.28	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	13.507	8.792	-0.12	0.00	0.00
		PP+VH1	0.000	96.398	61.762	-0.78	0.00	0.00
		PP+VH2	0.000	-109.577	-68.514	0.84	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+N(EI)	0.000	31.631	20.010	-0.25	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	0.000	114.522	72.981	-0.91	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-91.452	-57.296	0.70	0.00	0.00
		PP+N(R)	0.000	22.569	14.401	-0.19	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	0.000	105.460	67.371	-0.84	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	0.000	-100.514	-62.905	0.77	0.00	0.00
N41	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
N42	Hormigón en cimentaciones	PP	19.398	-17.944	-4.978	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	31.037	-28.710	-7.965	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	185.182	-168.743	-46.971	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	196.821	-179.509	-49.958	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	-191.034	173.447	48.348	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	-179.395	162.681	45.361	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	48.730	-45.075	-12.464	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	60.369	-55.841	-15.451	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	148.200	-135.555	-37.660	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	159.839	-146.321	-40.647	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-77.530	69.759	19.531	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-65.891	58.993	16.544	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	199.848	-182.309	-50.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	211.487	-193.075	-53.701	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-176.369	159.881	44.605	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-164.730	149.115	41.618	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	34.064	-31.509	-8.721	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	45.703	-42.275	-11.708	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	133.534	-121.989	-33.917	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	145.173	-132.755	-36.904	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-92.196	83.325	23.274	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-80.557	72.559	20.287	0.00	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	192.515	-175.526	-48.843	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	204.154	-186.292	-51.830	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-183.702	166.664	46.476	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-172.063	155.898	43.489	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	19.398	-17.944	-4.978	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	123.013	-112.193	-31.224	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	-112.122	101.675	28.350	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	37.730	-34.901	-9.657	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	141.345	-129.150	-35.902	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	-93.790	84.718	23.672	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	28.564	-26.422	-7.318	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	132.179	-120.672	-33.563	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	-102.956	93.197	26.011	0.00	0.00	0.00
N43	Hormigón en cimentaciones	PP	-19.946	18.450	5.169	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	-31.913	29.520	8.271	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	-180.038	169.358	46.456	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	-192.005	180.428	49.557	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	183.229	-173.093	-47.229	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	171.262	-162.023	-44.127	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	-48.759	45.102	12.536	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	-60.726	56.172	15.638	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-144.814	135.646	37.308	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-156.781	146.716	40.410	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	73.146	-69.824	-18.902	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	61.179	-58.754	-15.801	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-194.444	182.684	50.139	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-206.412	193.754	53.241	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	168.823	-159.767	-43.545	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	156.855	-148.697	-40.444	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	-34.352	31.776	8.853	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	-46.320	42.846	11.954	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-130.407	122.321	33.625	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-142.375	133.390	36.726	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	87.553	-83.150	-22.586	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	75.585	-72.080	-19.484	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-187.241	176.021	48.298	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-199.208	187.091	51.399	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	176.026	-166.430	-45.387	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	164.058	-155.360	-42.285	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	-19.946	18.450	5.169	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	-120.003	112.767	30.973	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	107.039	-101.264	-27.580	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	-37.954	35.107	9.774	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	-138.011	129.425	35.578	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	89.031	-84.607	-22.975	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	-28.950	26.779	7.471	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	-129.007	121.096	33.276	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	98.035	-92.935	-25.277	0.00	0.00	0.00
N44	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	14.099	3.738	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	22.558	5.981	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	0.000	159.878	41.608	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	0.000	168.338	43.851	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	0.000	-201.670	-52.281	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	0.000	-193.210	-50.038	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	0.000	43.061	11.300	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	0.000	51.520	13.543	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	130.528	34.022	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	138.987	36.265	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	-86.401	-22.311	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	-77.941	-20.069	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	174.359	45.389	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	182.818	47.632	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	-187.189	-48.500	0.00	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	-178.729	-46.257	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	0.000	28.580	7.519	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	0.000	37.039	9.762	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	116.047	30.241	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	124.507	32.484	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	-100.881	-26.093	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	-92.422	-23.850	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	167.119	43.499	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	175.578	45.742	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	-194.429	-50.391	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	-185.970	-48.148	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	14.099	3.738	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	0.000	105.211	27.407	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	0.000	-120.756	-31.274	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	0.000	32.200	8.464	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	0.000	123.312	32.133	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	0.000	-102.655	-26.548	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	0.000	23.150	6.101	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	0.000	114.261	29.770	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	0.000	-111.706	-28.911	0.00	0.00	0.00
N45	Hormigón en cimentaciones	PP	20.061	18.559	5.201	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	32.097	29.695	8.321	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	180.900	170.029	46.683	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	192.936	181.165	49.804	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	-184.044	-173.678	-47.441	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	-172.008	-162.543	-44.320	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	48.997	45.330	12.604	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	61.033	56.466	15.724	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	145.500	136.212	37.493	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	157.537	147.348	40.614	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-73.466	-70.013	-18.981	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	-61.430	-58.877	-15.861	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	195.368	183.415	50.385	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	207.404	194.550	53.505	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-169.576	-160.293	-43.739	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	-157.540	-149.157	-40.619	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	34.529	31.945	8.902	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	46.565	43.080	12.023	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	131.032	122.827	33.792	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	143.069	133.962	36.912	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-87.934	-83.398	-22.683	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	-75.898	-72.262	-19.562	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	188.134	176.722	48.534	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	200.170	187.858	51.654	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-176.810	-166.986	-45.590	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	-164.774	-155.850	-42.469	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	20.061	18.559	5.201	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	120.585	113.228	31.127	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	-107.505	-101.589	-27.700	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	38.146	35.291	9.828	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	138.670	129.960	35.754	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	-89.420	-84.858	-23.073	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	29.103	26.925	7.514	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	129.628	121.594	33.441	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	-98.462	-93.223	-25.387	0.00	0.00	0.00
N46	Hormigón en cimentaciones	PP	0.000	-13.507	-3.407	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	0.000	-21.611	-5.451	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	0.000	-159.501	-40.295	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	0.000	-167.605	-42.339	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	0.000	202.574	51.724	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	0.000	194.470	49.680	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	0.000	-42.505	-10.729	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	0.000	-50.610	-12.774	0.00	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Reacciones en los nudos, por combinación								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	-130.102	-32.862	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	0.000	-138.206	-34.907	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	87.143	22.349	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	0.000	79.039	20.305	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	-174.000	-43.957	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	0.000	-182.104	-46.001	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	188.074	48.062	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	0.000	179.970	46.018	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	0.000	-28.006	-7.068	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	0.000	-36.110	-9.112	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	-115.602	-29.201	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	0.000	-123.706	-31.245	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	101.642	26.010	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	0.000	93.538	23.966	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	-166.750	-42.126	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	0.000	-174.854	-44.170	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	195.324	49.893	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	0.000	187.220	47.849	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	0.000	-13.507	-3.407	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	0.000	-104.753	-26.462	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	0.000	121.544	31.050	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	0.000	-31.631	-7.983	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	0.000	-122.877	-31.039	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	0.000	103.419	26.473	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	0.000	-22.569	-5.695	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	0.000	-113.815	-28.750	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	0.000	112.481	28.761	0.00	0.00	0.00
N47	Hormigón en cimentaciones	PP	-19.398	-17.944	-4.978	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP	-31.037	-28.710	-7.965	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1	-185.182	-168.743	-46.971	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1	-196.821	-179.509	-49.958	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2	191.034	173.447	48.348	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2	179.395	162.681	45.361	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(EI)	-48.730	-45.075	-12.464	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(EI)	-60.369	-55.841	-15.451	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-148.200	-135.555	-37.660	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(EI)	-159.839	-146.321	-40.647	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	77.530	69.759	19.531	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(EI)	65.891	58.993	16.544	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-199.848	-182.309	-50.714	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(EI)	-211.487	-193.075	-53.701	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	176.369	159.881	44.605	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(EI)	164.730	149.115	41.618	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·N(R)	-34.064	-31.509	-8.721	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·N(R)	-45.703	-42.275	-11.708	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-133.534	-121.989	-33.917	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH1+1.6·N(R)	-145.173	-132.755	-36.904	0.00	0.00	0.00
		PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	92.196	83.325	23.274	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+0.96·VH2+1.6·N(R)	80.557	72.559	20.287	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-192.515	-175.526	-48.843	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH1+0.8·N(R)	-204.154	-186.292	-51.830	0.00	0.00	0.00
		PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	183.702	166.664	46.476	0.00	0.00	0.00
		1.6·PP+1.6·VH2+0.8·N(R)	172.063	155.898	43.489	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	PP	-19.398	-17.944	-4.978	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1	-123.013	-112.193	-31.224	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2	112.122	101.675	28.350	0.00	0.00	0.00
		PP+N(EI)	-37.730	-34.901	-9.657	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(EI)	-141.345	-129.150	-35.902	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(EI)	93.790	84.718	23.672	0.00	0.00	0.00
		PP+N(R)	-28.564	-26.422	-7.318	0.00	0.00	0.00
		PP+VH1+N(R)	-132.179	-120.672	-33.563	0.00	0.00	0.00
		PP+VH2+N(R)	102.956	93.197	26.011	0.00	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

1.1.1.2.3.- Envolventes

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N10	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.142	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.714	0.00	0.00	0.00
N17	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	3.029	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	1.893	0.00	0.00	0.00
N35	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-183.229	-215.710	-39.849	-26.78	-12.89	-74.90
		Valor máximo de la envolvente	206.412	200.262	49.325	27.74	17.28	59.10
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-107.039	-143.148	-23.017	-15.99	-7.25	-46.81
		Valor máximo de la envolvente	138.011	118.245	33.285	18.30	11.85	36.94
N36	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-207.404	-216.507	-39.595	-26.00	-16.12	-59.10
		Valor máximo de la envolvente	184.044	200.848	49.128	26.82	11.82	74.90
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-138.670	-143.683	-22.854	-15.54	-11.08	-36.94
		Valor máximo de la envolvente	107.505	118.570	33.151	17.68	6.62	46.81
N37	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-196.186	-10.724	-1.78	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	220.817	14.436	1.69	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-131.667	-6.021	-1.06	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	132.724	9.980	1.14	0.00	0.00
N38	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-211.487	-146.277	-135.766	-26.82	-9.05	-59.10
		Valor máximo de la envolvente	191.034	171.118	155.718	27.43	4.34	74.89
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-141.345	-84.695	-79.288	-17.54	-6.50	-36.94
		Valor máximo de la envolvente	112.122	115.428	104.422	16.57	2.10	46.81
N39	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-191.034	-146.277	-135.766	-26.82	-4.34	-74.89
		Valor máximo de la envolvente	211.487	171.118	155.718	27.43	9.05	59.10
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-112.122	-84.695	-79.288	-17.54	-2.10	-46.81
		Valor máximo de la envolvente	141.345	115.428	104.422	16.57	6.50	36.94
N40	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-183.427	-114.898	-1.35	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	168.736	107.794	1.41	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-109.577	-68.514	-0.91	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	114.522	72.981	0.84	0.00	0.00
N41	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	4.171	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	2.607	0.00	0.00	0.00
N42	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-191.034	-193.075	-53.701	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	211.487	173.447	48.348	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-112.122	-129.150	-35.902	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	141.345	101.675	28.350	0.00	0.00	0.00
N43	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-206.412	-173.093	-47.229	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	183.229	193.754	53.241	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-138.011	-101.264	-27.580	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	107.039	129.425	35.578	0.00	0.00	0.00
N44	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-201.670	-52.281	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	182.818	47.632	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-120.756	-31.274	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	123.312	32.133	0.00	0.00	0.00
N45	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-184.044	-173.678	-47.441	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	207.404	194.550	53.505	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-107.505	-101.589	-27.700	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	138.670	129.960	35.754	0.00	0.00	0.00
N46	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-182.104	-46.001	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	202.574	51.724	0.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-122.877	-31.039	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	121.544	31.050	0.00	0.00	0.00
N47	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-211.487	-193.075	-53.701	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	191.034	173.447	48.348	0.00	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-141.345	-129.150	-35.902	0.00	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	112.122	101.675	28.350	0.00	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

Producido por una versión educativa de CYPE

industriales
etsii

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Anexo 3: Planos

TRABAJO FIN DE GRADO

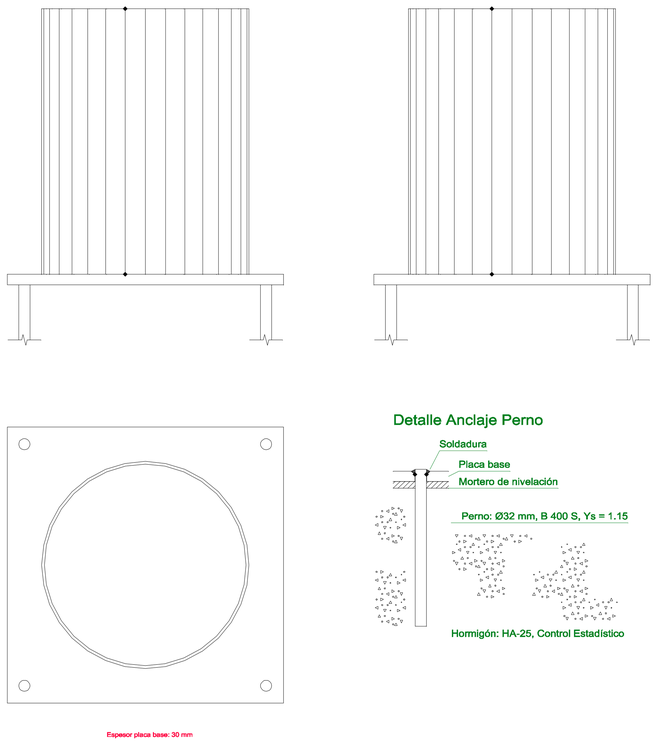
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

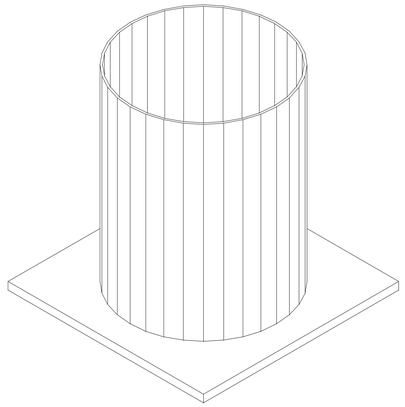
Autor: Adrián Rubio Martínez
Director: Antonio López Navarro
Codirector: Antonio Guillamón

Universidad Politécnica de Cartagena

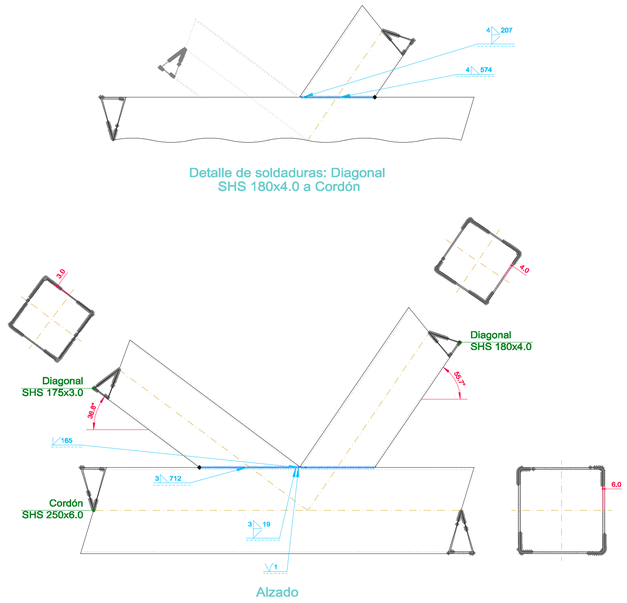
Producido por una versión educativa de CYPE

Tipo 1
Dimensiones Placa = 800x800x30 mm (S275)
Pernos = 4Ø32 mm, B 400 S, Ys = 1.15
Ref. pilares :
Escala 1 : 10



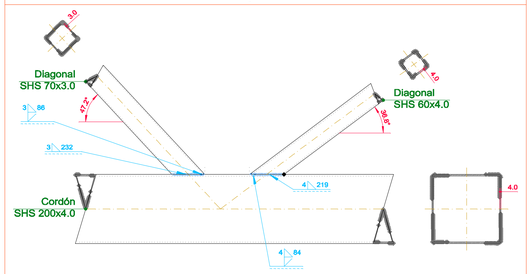


Tipo 5



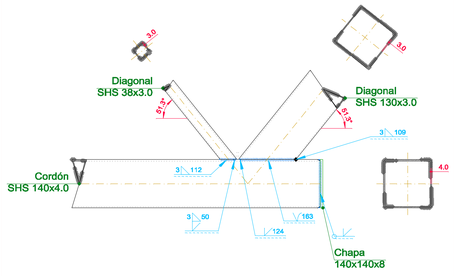
Escala 1:10

Tipo 24



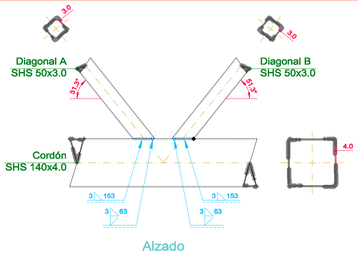
Escala 1:10

Tipo 2



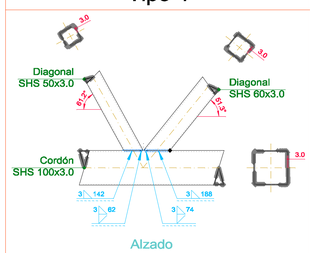
Escala 1:10

Tipo 3



Escala 1:10

Tipo 4



Escala 1:10

estrutura_final

Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

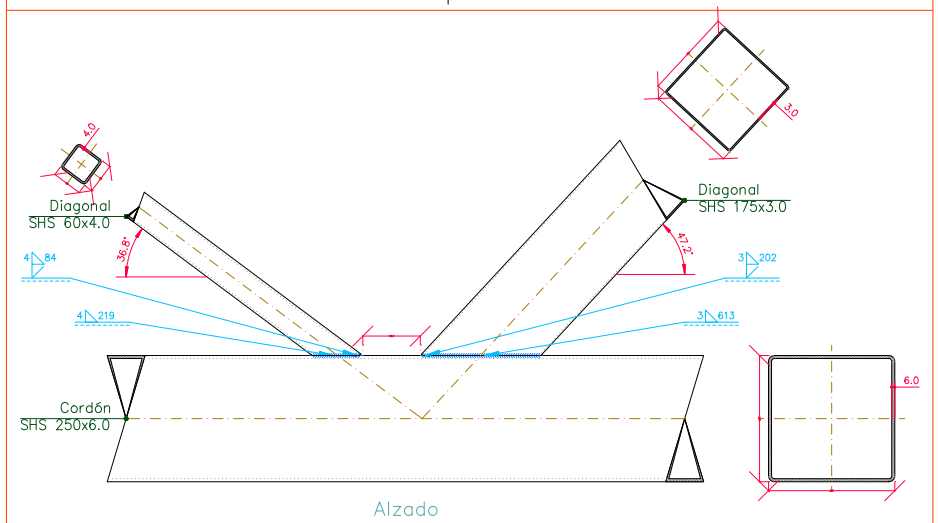
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

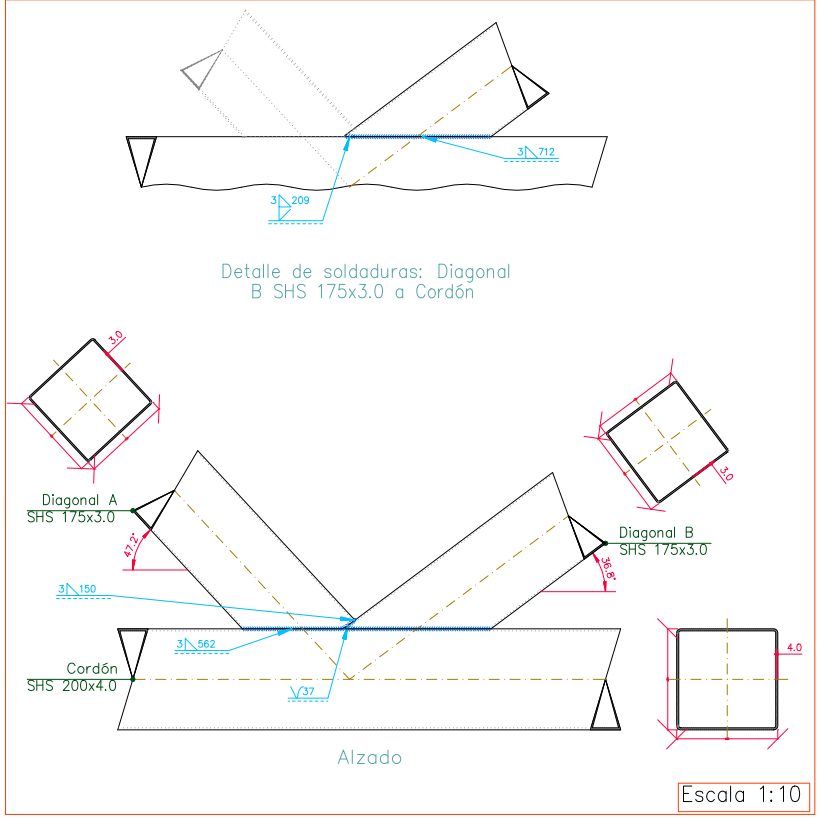
Tipo 6



Alzado

Escala 1:10

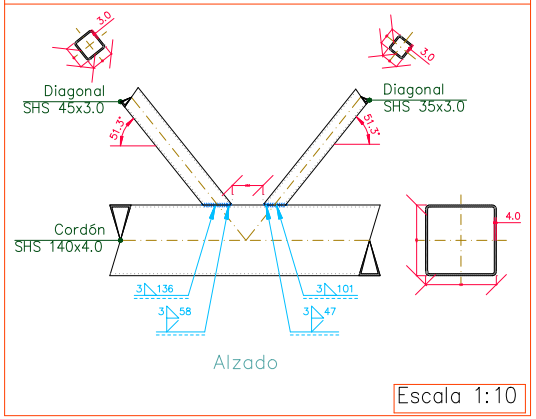
Tipo 23



Alzado

Escala 1:10

Tipo 22



Alzado

Escala 1:10

estrutura_final

Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

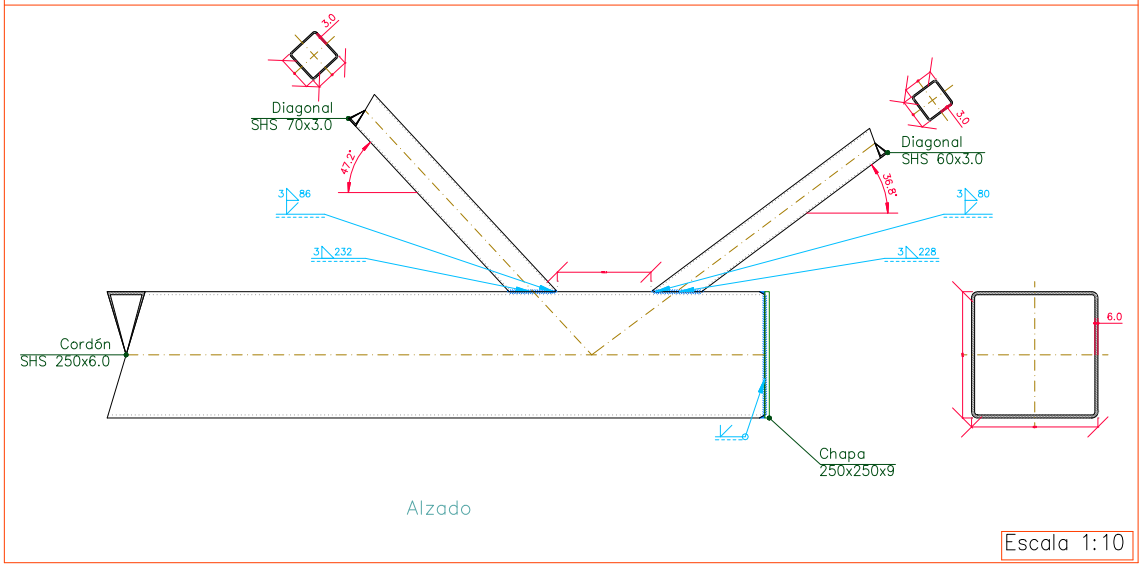
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

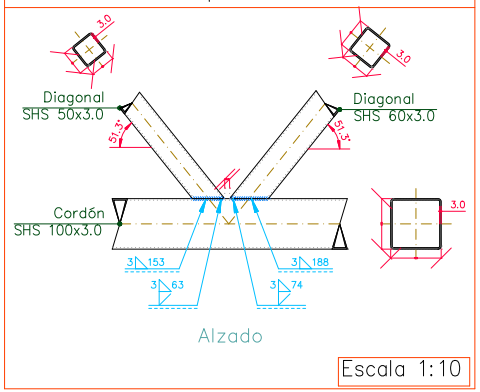
Producido por una versión educativa de CYPE

Tipo 7

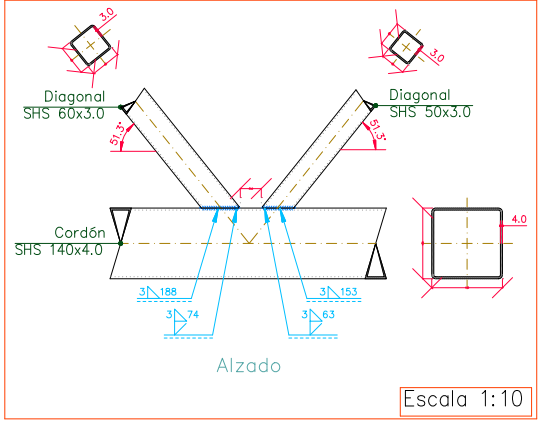


estrutura_final

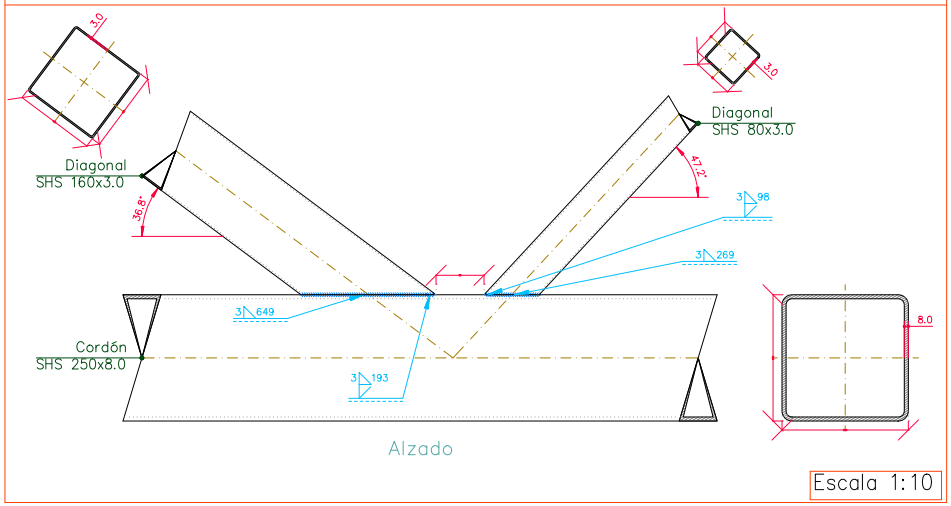
Tipo 20



Tipo 21



Tipo 9



Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

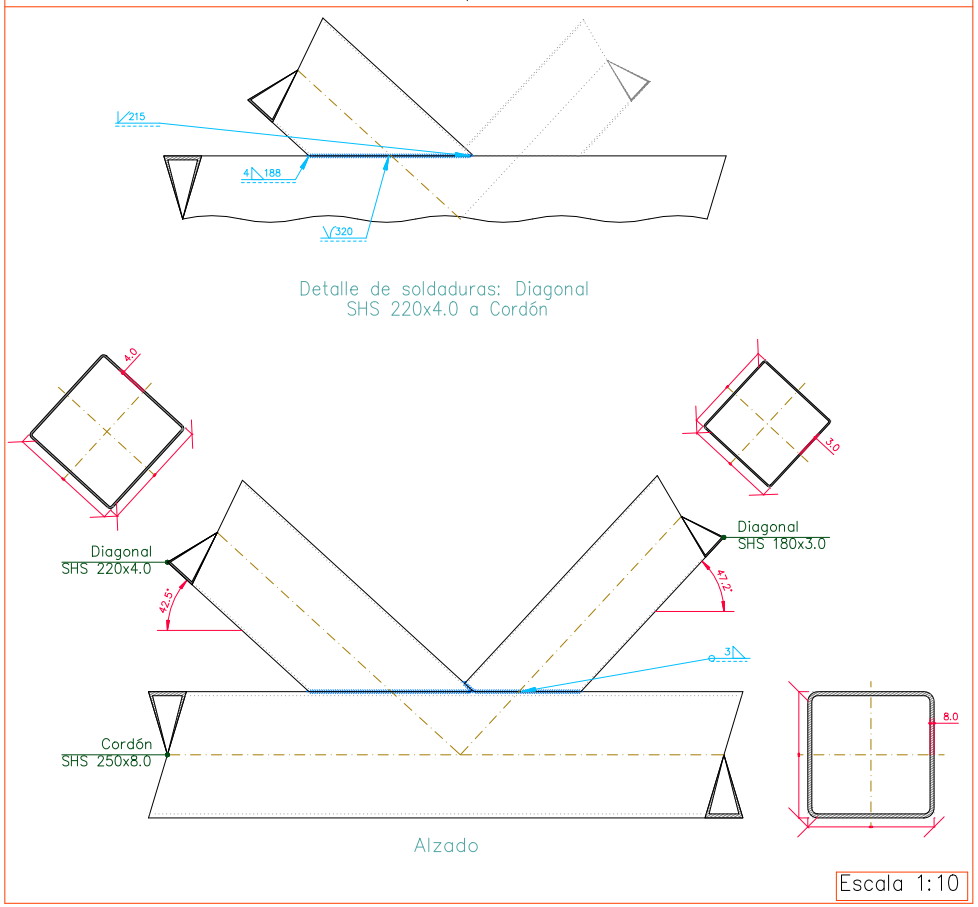
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

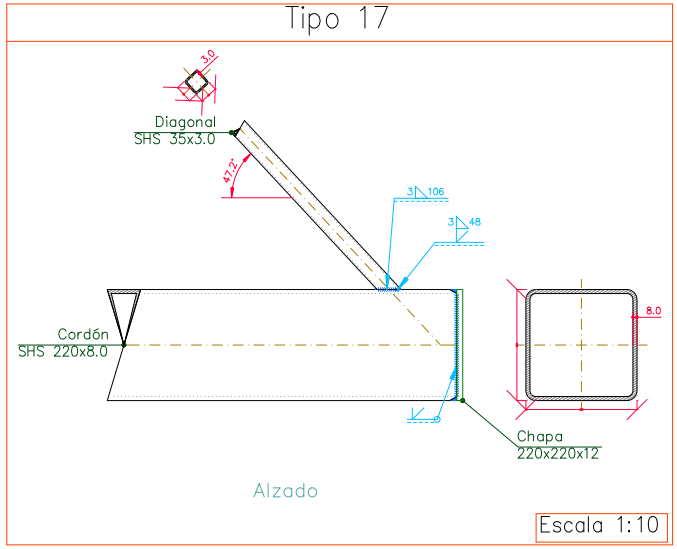
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Tipo 8



Tipo 17



Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

estrutura_final

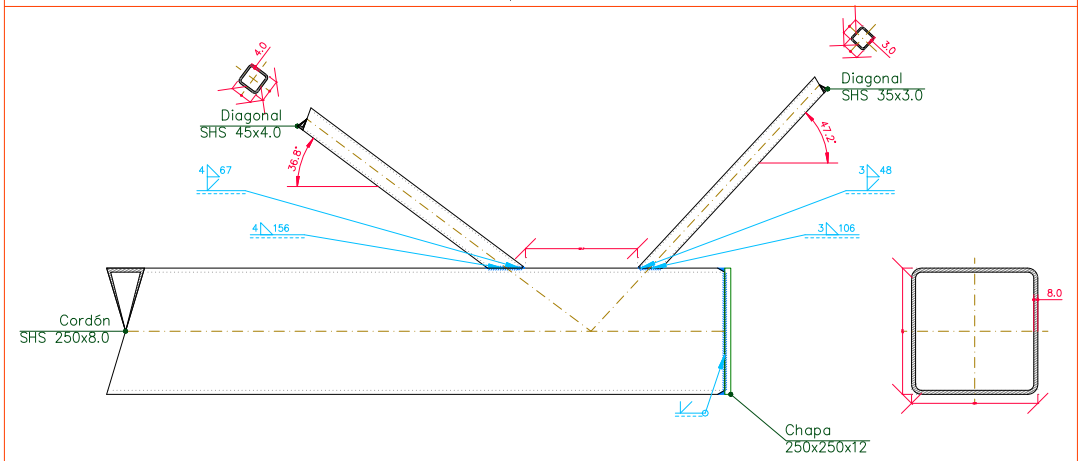
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

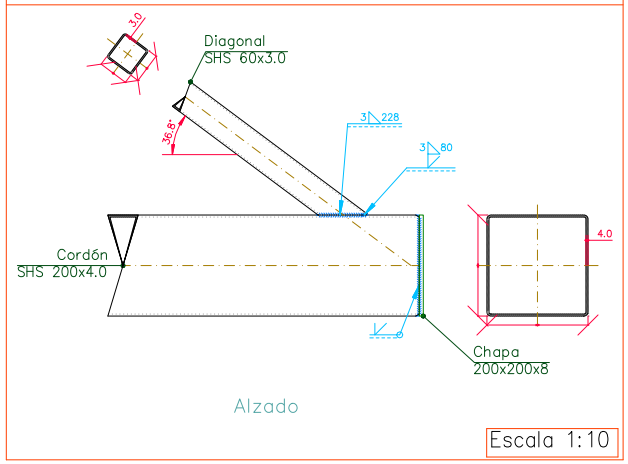
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

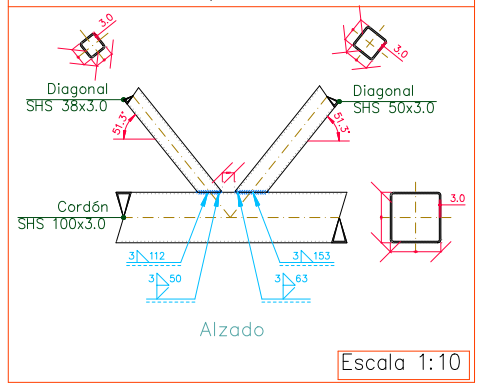
Tipo 10



Tipo 16

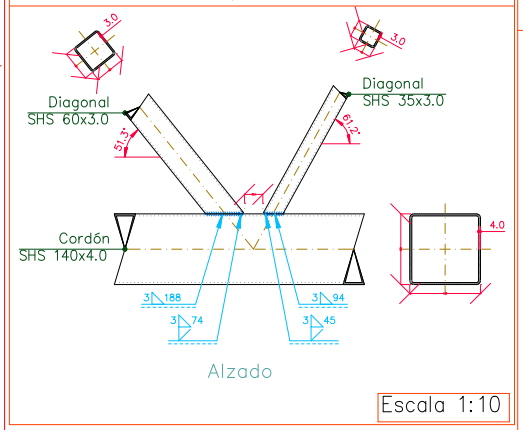


Tipo 19

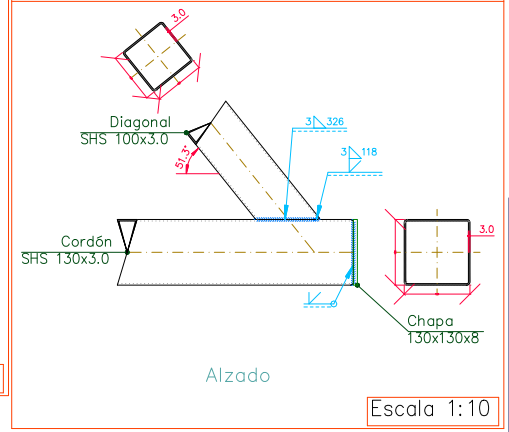


estrutura_final

Tipo 11



Tipo 18



Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

Producido por una versión educativa de CYPE

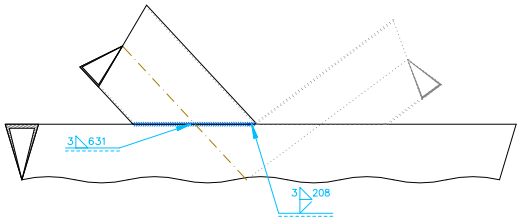
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

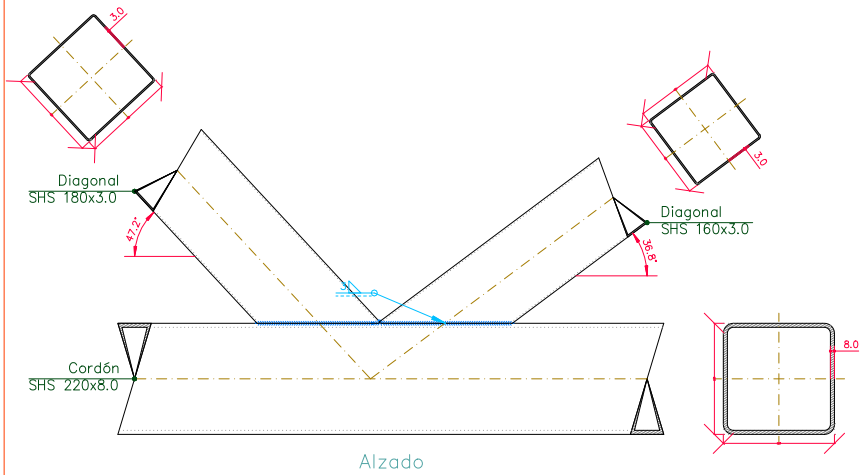
Producido por una versión educativa de CYPE

estrutura_final

Tipo 25



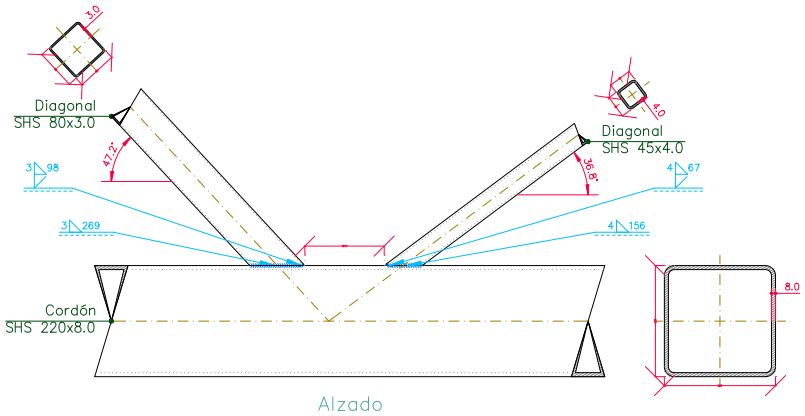
Detalle de soldaduras: Diagonal SHS 180x3.0 a Cordón



Alzado

Escala 1:10

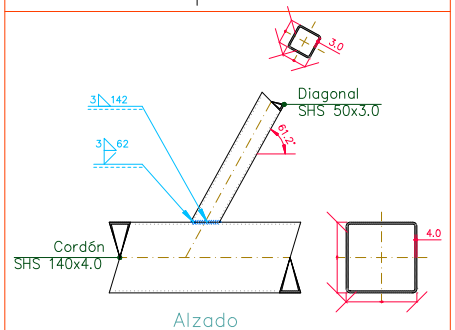
Tipo 26



Alzado

Escala 1:10

Tipo 27



Alzado

Escala 1:10

Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

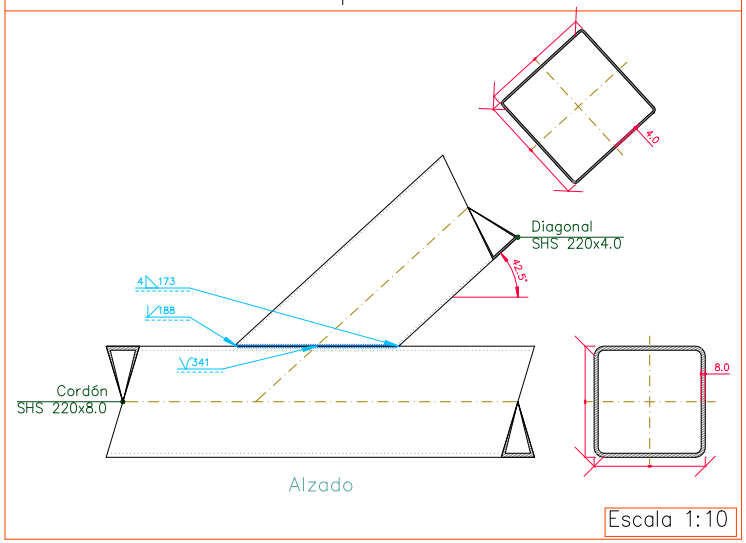
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

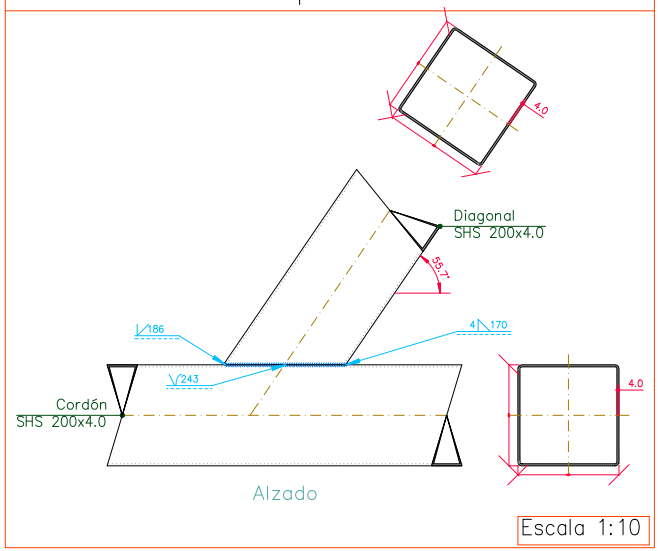
Producido por una versión educativa de CYPE

Tipo 28

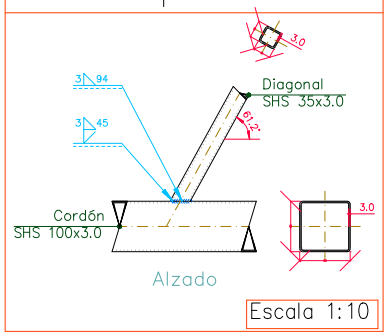


estrutura_final

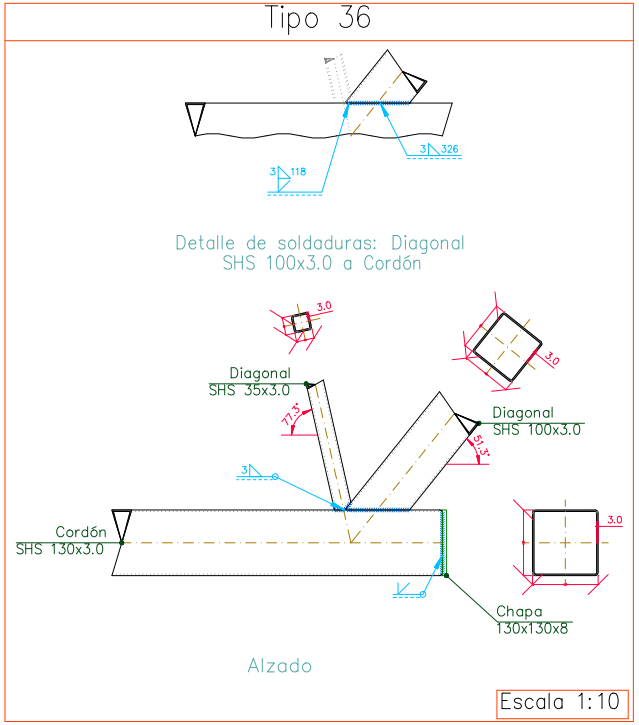
Tipo 29



Tipo 30



Tipo 36



Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

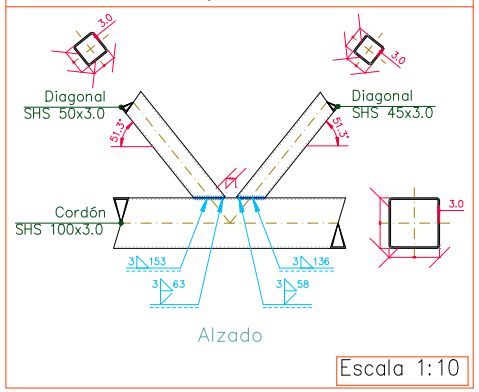
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

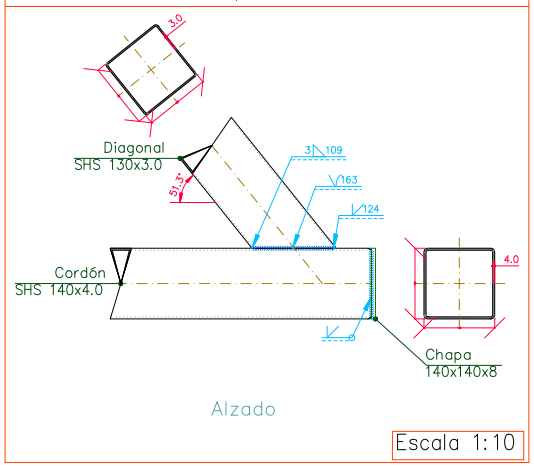
Producido por una versión educativa de CYPE

Tipo 37



estrutura_final

Tipo 38



UNIONES SOLDADAS ENTRE PERFILES TUBULARES

NORMA:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.9. Uniones de perfiles huecos en las vigas de celosía.

MATERIALES:

- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

1) Cada tubo se soldará en todo su perímetro de contacto con los otros tubos.

2) Se define como ángulo diedro el ángulo medido en el plano perpendicular a la línea de soldadura, formado por las tangentes a las superficies externas de los tubos que se sueldan entre sí.

3) Para ángulos diedros mayores que 100 grados se deberá realizar soldadura a tope, independientemente del espesor del tubo que se suelda.

4) Los tubos de espesor igual o superior a 8 mm se soldarán a tope, excepto en las zonas en las que el ángulo diedro es agudo y pueda realizarse correctamente la soldadura en ángulo.

5) Los tubos de espesor inferior a 8 mm se pueden soldar con cordones de soldadura en ángulo.

6) En soldaduras a tope, el ángulo del bisel mínimo es de 45 grados.

7) En los detalles se indican los distintos tipos de cordones necesarios en el perímetro de soldadura de los tubos.

COMPROBACIONES:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura en ángulo:

Se dimensionan con un valor de espesor de garganta tal que su resistencia sea igual a la menor de las piezas que une.

Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

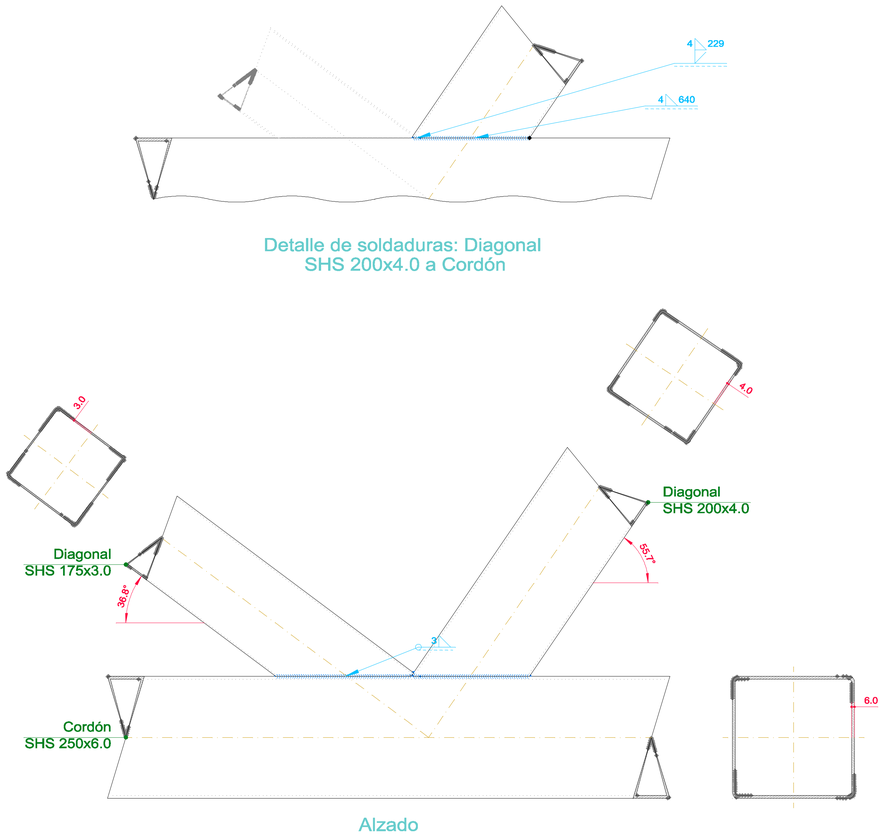
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

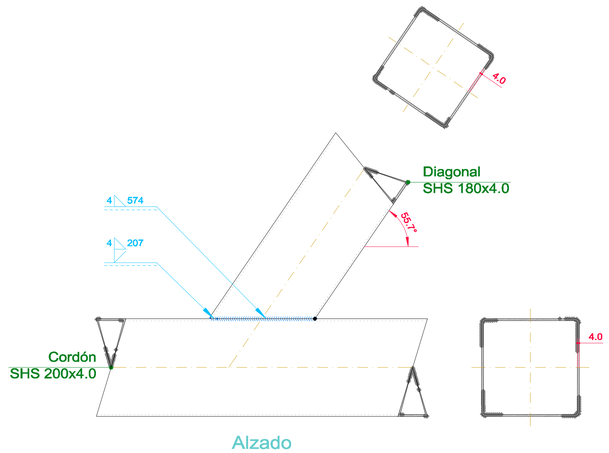
Producido por una versión educativa de CYPE

Tipo 46



Escala 1:10

Tipo 47



Escala 1:10

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

estrutura_final

Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

Producido por una versión educativa de CYPE

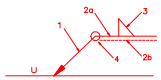
Producido por una versión educativa de CYPE

REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras.
8.6.2.a CTE DB SE-A

L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS



Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

estrutura_final

Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

Producido por una versión educativa de CYPE
Producido por una versión educativa de CYPE
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	14969
			4	3508
		A tope en bisel simple	3	1396
			4	3153
			6	1883
			8	1711
		Combinada a tope en bisel simple y en ángulo	3	3607
			4	1111

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	140x140x8	2.46
		2	200x200x8	5.02
		2	130x130x8	2.12
		2	250x250x9	8.83
		1	220x220x12	4.56
		1	250x250x12	5.89
			Total	28.89

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	800x800x30	150.72
			Total	150.72
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	ø 32 - L = 482	12.17
			Total	12.17

estrutura_final

Proyecto:
estrutura_final

Expediente:
TFG

Situación:

Propietario: Adrian Rubio

Plano:

Planta:

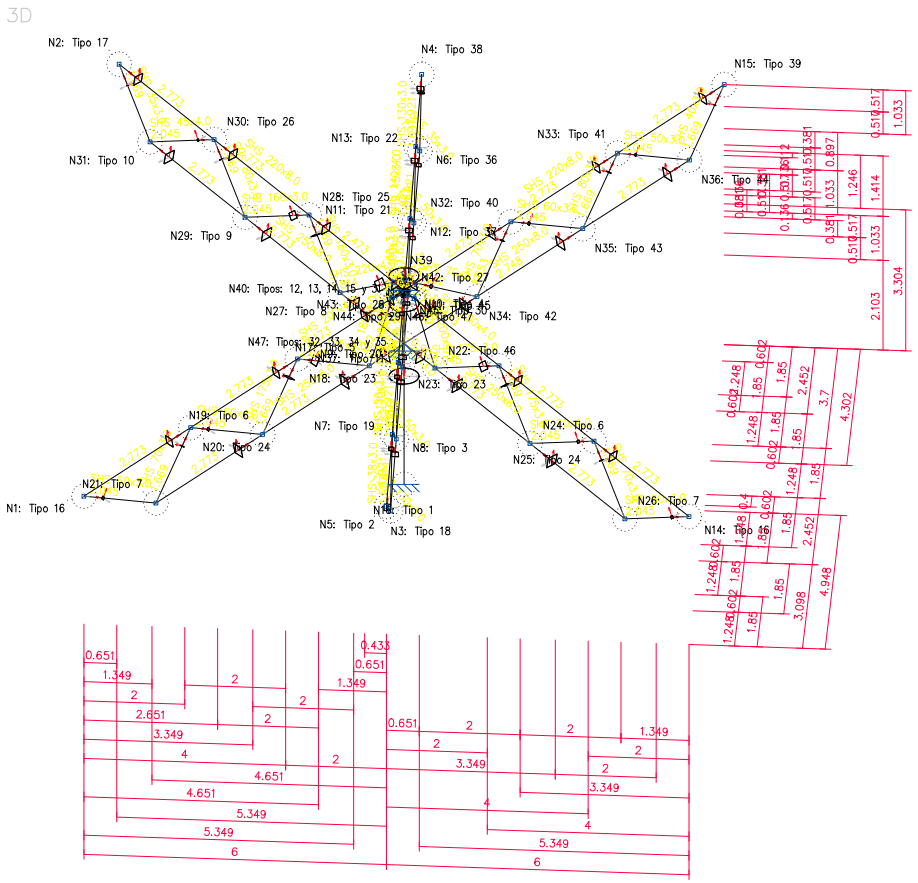
Arquitecto:
Adrian RUbio

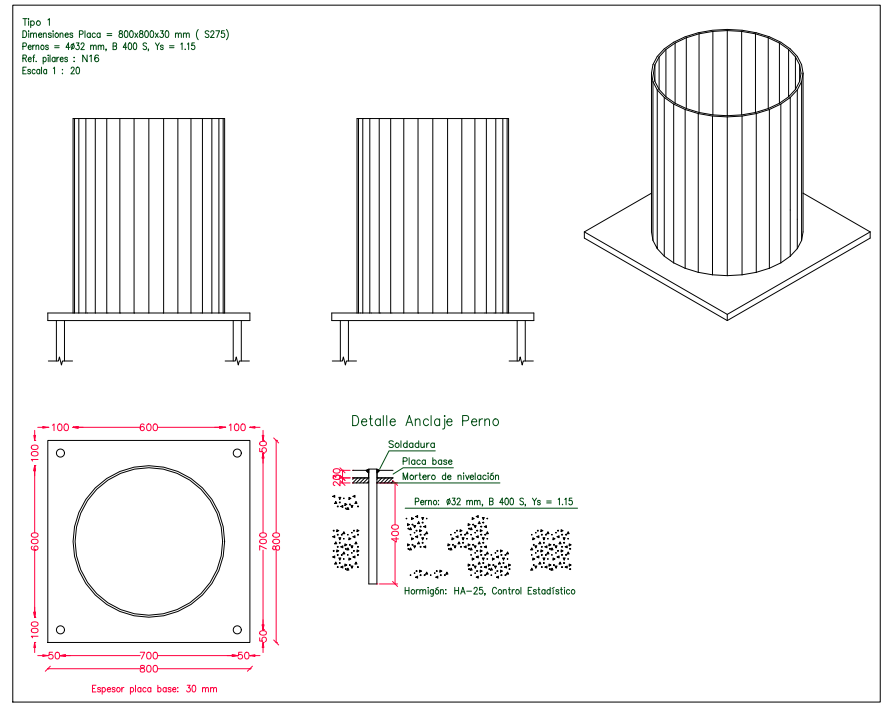
Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE

Producido por una versión educativa de CYPE





estrutura_final
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275
Escala: 1:100

Proyecto: estrutura_final	Expediente: TFG
Situación:	
Propietario: Adrian Rubio	
Plano:	Planta:
Arquitecto: Adrian RUbio	

Producido por una versión educativa de CYPE
Producido por una versión educativa de CYPE
Producido por una versión educativa de CYPE