

ANEXO IX

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

PROYECTO DE AUTOCONSUMO PARA MEJORA DEL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO EN EL RIEGO PARA LA SOCIEDAD AGRARIA SAT LOS GUIRAOS EN CUEVAS DE ALMANZORA (ALMERÍA).

PROMOTOR: SEIASA

**SITUACIÓN: BARRIADA DE LOS GUIRAOS DE
GUAZAMARA, CUEVAS DEL
ALMANZORA (ALMERÍA).**

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

ÍNDICE

PROYECTO DE AUTOCONSUMO PARA MEJORA DEL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO EN EL RIEGO PARA LA SOCIEDAD AGRARIA SAT LOS GUIRAOS EN CUEVAS DE ALMANZORA (ALMERÍA).

PROMOTOR: SEIASA

**SITUACIÓN: BARRIADA DE LOS GUIRAOS DE
GUAZAMARA, CUEVAS DEL
ALMANZORA (ALMERÍA).**

ANEXO IX - CÁLCULO DE ESTRUCTURAS.

1. ANTECEDENTES Y OBJETO.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

2.1. ÁMBITO Y PARÁMETROS DE UTILIZACIÓN.

2.2. COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA.

2.3. UNIONES.

2.4. CORREAS DE SUJECIÓN.

3. BASES DE CÁLCULO.

3.1. NORMATIVA UTILIZADA.

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

3.2.1. ACERO.

3.3. DURABILIDAD.

3.4. ACCIONES CONSIDERADAS.

4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.

5. ANEXO UNIONES.

6. CÁLCULO LONGITUD HINCA



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL
DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS

seiasa

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

MEMORIA

PROYECTO DE AUTOCONSUMO PARA MEJORA DEL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO EN EL RIEGO PARA LA SOCIEDAD AGRARIA SAT LOS GUIRAOS EN CUEVAS DE ALMANZORA (ALMERÍA).

PROMOTOR: SEIASA

**SITUACIÓN: BARRIADA DE LOS GUIRAOS DE
GUAZAMARA, CUEVAS DEL
ALMANZORA (ALMERÍA).**

1 ANTECEDENTES Y OBJETO

El presente proyecto surge como respuesta a vuestra solicitud de definir en calidad y cantidad los elementos necesarios para la instalación de un huerto solar (campo fotovoltaico) en los Guiraos.

De acuerdo a los datos de situación facilitados y teniendo en cuenta la potencia a suministrar por la instalación, surge la modelación que le presentamos, destinada a satisfacer los parámetros pretendidos.

El objeto de este documento es exponer las características geométricas y técnicas de los pórticos de estructura fija para el montaje de módulos solares, diseñados y suministrados por INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY, S.L., estableciendo además las bases del cálculo estructural que hace posible la validación de estos pórticos de estructura fija para su uso, en función de los criterios expuestos en el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico de Seguridad Estructural para Aceros (DB SE-A), normativa adaptada del Eurocódigo 3 para Proyecto de Estructuras de Acero, y Normas UNE y DIN.

INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY, S.L. empresa domiciliada en el Polígono Industrial “La Beniata”, C/ Fila Verds nº 25, de Alcoi (CP 03801), con CIF B-54.178.223, posee una larga tradición en el diseño, fabricación, tratamiento y montaje de piezas y estructuras metálicas en variados campos. Incorpora en su Departamento Técnico los medios y profesionales necesarios para la validación estructural de sus diseños, lo que permite adaptar éstos en función de las necesidades de cada cliente.

Los cálculos se justifican con los Softwares Cype3D de Cypecad y Plaxis 2D de Bentley.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

Se ha proyectado estructura de tipo biposte, debido a que se adapta perfectamente a la previsión del proyecto. Sus características son:

Características Técnicas de las estructuras biposte	
Fijación al terreno	HINCA
Tipo de estructura	Biposte
Tipo de módulo	Con marco
Orientación de módulos	Vertical
Angulo de inclinación	25º
Altura máxima	2,21 m
Desnivel admisible	10%
Distancia entre filas	Según estudio de sombras

- ESTABILIDAD. La estructura, su arriostramiento, y el cálculo estructural adaptado a las solicitaciones derivadas de las hipótesis de carga contempladas en la normativa vigente, permiten asegurar la estabilidad del conjunto.
- ECONOMÍA. Los materiales, tipos de perfil y tornillería necesarios en función del cálculo se escogen entre los existentes habitualmente en el mercado, en cuanto a calidades, sección y dimensiones, teniendo en cuenta además su facilidad de montaje. El diseño adapta además las dimensiones de las piezas estandarizadas a las medidas habituales de los módulos solares, optimizando el aprovechamiento del material.
- SENCILLEZ. El sistema modular permite reducir el número de piezas y, opcionalmente, preparar el ensamblaje de las piezas desde taller, organizando el embalaje en consecuencia para minimizar el volumen de transporte y facilitar que el acopio de piezas en obra se produzca junto a su punto de montaje, lo que facilita que la instalación pueda realizarse por personal ajeno a INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY, S.L.

Las piezas son manejables por uno o dos operarios y se evita además realizar en obra cortes, taladros o soldaduras, primando las uniones atornilladas, que permiten ciertas tolerancias de montaje y no precisan control del par de apriete, lo que evita emplear mano de obra especializada, elevando el rendimiento de los operarios al permitir una mayor rapidez de montaje.

- VERSATILIDAD. El sistema de anclaje y de uniones permite corregir defectos de nivel o de alineación en una amplia tolerancia, dando respuesta a las condiciones del entorno y a las modificaciones que se produzcan en obra. El sistema puede adaptarse a diferentes alturas de montaje respecto al plano de la cubierta, a la disposición horizontal o vertical de los módulos solares y a diferentes tipos de panel.
- DURABILIDAD. El empleo de materiales y perfiles normalizados, y de recubrimientos galvanizados en caliente de calidad garantizada, permite asegurar la durabilidad de las estructuras instaladas a la intemperie durante un largo plazo en condiciones de uso y exposición normales. El tratamiento del material puede reforzarse en caso de que se requiera extender la garantía a condiciones especiales o ambientes agresivos.

2.1. AMBITO Y PARAMETROS DE UTILIZACION.

Los Huertos Solares se forman por sucesión de pórticos metálicos triangulados conectados entre sí mediante correas, formando una estructura fija de “mesas” lineales de longitud variable. Los pórticos habituales se diseñan para el montaje de varios módulos de paneles en disposición vertical (2 alturas) con una inclinación de 25° grados sobre la horizontal.

Para optimizar el material y simplificar el montaje, evitando empalmes, se procura dimensionar las piezas de la estructura en longitudes cociente de 6m, dimensión máxima habitual de suministro de las barras. De ese modo, las correas entre pórticos alcanzan la medida máxima, ya que pueden ejecutarse en continuidad a lo largo de toda la mesa.

El sistema permite montar también alternativas para mayor número de módulos de paneles, ampliando así la anchura de captación solar, previo estudio por parte del Departamento Técnico de la necesidad de aumentar la sección de los perfiles en función del incremento de cargas que se produzca. Del mismo modo, a petición del cliente puede estudiarse la modificación de la inclinación de la mesa para adaptarse a las condiciones del entorno, teniendo en cuenta que una mayor pendiente proyectara mayor sombra sobre las mesas contiguas, lo que probablemente obligue a aumentar la separación entre ellas.

Para garantizar la estabilidad del conjunto, los pórticos se calculan para ser dispuestos con distancias entre los 2,45m de luz libre entre ellos, de modo que los empalmes entre correas se producen cada 6m en encuentros no conflictivos y siempre al tresbolillo entre una línea de correas y su paralela inmediata, para que los empalmes no coincidan en la misma sección transversal de la mesa. La disposición de los pórticos principales con esta separación moderada, optimiza además la longitud de las barras de arriostamiento dispuestas, en perpendicular a ellos, en el alzado posterior de la mesa.

La estructura debe garantizar su resistencia y estabilidad ante las solicitaciones permanentes que imponen su peso propio y el de los módulos que gravitan sobre ella, y las sobrecargas variables de viento (presión o succión) y de nieve afectadas por sus correspondientes coeficientes de seguridad.

2.2. COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA

La estructura se compone de tres elementos fundamentales: los pórticos triangulados, las correas de sujeción y los tornillos fundamento. Los dos primeros elementos son los que se describen detalladamente en esta memoria técnica, mientras que para los tornillos se propone una serie de directrices de diseño con la intención de asegurar su compatibilidad con la estructura metálica que se fijara sobre aquellas.

Los apoyos y las uniones entre las barras del pórtico se diseñan fijas empotradas, para evitar los desplazamientos y los giros, calculando la transmisión de momentos a la estructura. Las fijaciones entre los distintos elementos se realizan mediante tornillos, evitando las soldaduras rígidas. La descripción de componente que se realiza a continuación se ajusta a las dimensiones habituales de montaje de 2 módulos solares en vertical, e inclinación de 25° grados sobre la horizontal.

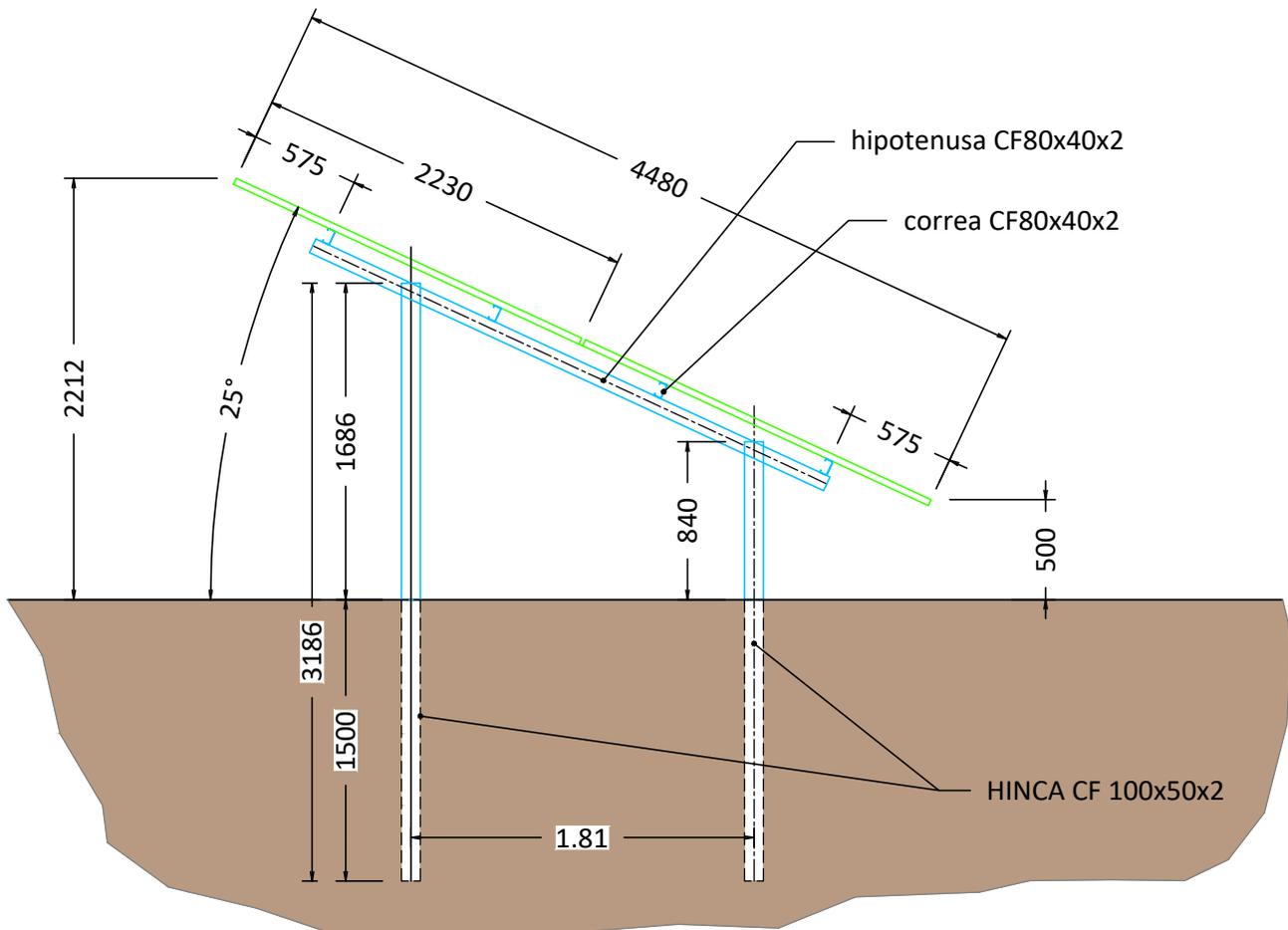
En general, para los pórticos triangulados se utilizan HINCAS CF 100x50x2, donde se fijará la hipotenusa o elemento del triángulo, donde apoyarán las correas, para la fijación de los paneles. Todas las uniones se realizan atornilladas.

En general, para las correas de unión se escogen perfiles guías de acero galvanizado, o de aluminio, dependiendo de las solicitudes que nos resultan del cálculo. y de sección abierta, con el fin de facilitar el montaje mediante fijación atornillada de barras entre sí o con otros componentes. Para los esfuerzos generados por cargas básicas, será adecuado un perfil CF 80x40x2 en calidad de acero S235 o S275.

2.3. UNIONES

Cada pórtico dispone de un total de cuatro uniones, de las cuales: dos anclajes son fijos al suelo (Hincas mediante perfiles CF) y dos uniones son semirrígidas (atornilladas).

Las uniones se diseñan y se fabrican en taller para facilitar el montaje de las barras en obra por simple cortadura, mediante atornillado directo de las piezas entre sí.



2.4. CORREAS DE SUJECCION

Las correas sobre las que se sujetan los módulos de paneles trasladan la carga de estos a la viga inclinada o hipotenusa de cada pórtico. A efectos de montaje es necesario disponer dos correas por cada panel, de modo que el número total de correas dependerá del número de módulos que se monten en altura. Estas correas funcionan además para dar rigidez y contribuyen también de manera efectiva a paliar la deformación lateral de los pórticos, de modo que cuantos más elementos se dispongan, el conjunto de la estructura se encontrara mejor arriostrada. En mesas de dos módulos verticales, se montan cuatro correas entre pórticos, y en mesas de tres alturas de módulos se montan seis correas. Como la separación entre pórticos es de 2.40 a 2.50 metros, según cada caso, si las correas se suministran en elementos de 6 metros de longitud, quedaran 50 o 60 cm por cada extremo para ejecutar el empalme con la siguiente correa mediante una pieza atornillada, pletina de 2 mm de espesor con cuatro colisos para realizar la unión atornillada entre correas.

3. BASES DE CÁLCULO.

3.1 – NORMATIVA UTILIZADA.

La verificación de la seguridad estructural entra en el ámbito de aplicación del Eurocódigo 3, que establece un grupo de normas para el diseño de edificaciones y obras de ingeniería civil desde el punto de vista estructural y geotécnico, y como marco para el desarrollo de especificaciones técnicas armonizadas en el ámbito de la Comunidad Europea. Se establece como documento de partida para el desarrollo de cada Documento Nacional de Aplicación, que en el caso de España corresponde con el Código Técnico de la Edificación (Documento Básico DB-SE-A), relativo a las piezas de acero dispuestas en condiciones adecuadas de utilización y durabilidad, lo que implica la exigencia de una rigurosa fabricación y de un cuidado montaje, conservación y mantenimiento.

Para el tratamiento de aspectos específicos o de detalle de la información contenidos en este documento se remite a las siguientes normas:

STANDARD CODES	STANDARD TITLES
EN 1990	Eurocode: Basis of structural design
EN 1991-1-4	Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-4: General actions- Wind actions
EN 1991-1-3	Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-3: Snow loads
EN 1991-1-6	Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-6: Actions during execution
EN 1993-1-3	Eurocode 3: Design of steel structures. General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting.
EN 1993-1-5	Eurocode 3: Design of steel structures. Plated structural elements
EN 1993-1-8	Eurocode 3: Design of steel structures. Design of joints
EN 1993-1-9	Eurocode 3: Design of steel structures. Fatigue.
EN 1993-1-10	Eurocode 3: Design of steel structures. Material toughness and through-thickness properties.
EN 1993-5	Eurocode 3: Design of steel structures. Piling
EN 1997-1	Eurocode 7: Geotechnical design. General rule
EN 1997-2	Eurocode 7: Geotechnical design. Ground investigation and testing
EN 1998-1	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. General rules, seismic actions and rules for buildings.
EN_1999-1-1	Eurocode 9: Design of aluminum structures - Part 1-1: General structural rules
EN ISO 14713-1	Zinc coatings - Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel

UI2703	structures - Part 1: General principles of design and corrosion resistance
UI2703	Standard for Mounting Systems. Mounting Devices, Clamping/Retention Devices, and Ground Lugs for Use with Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
UI3703	Standard for Solar Trackers
IEC 62727	Photovoltaic systems - Specification for solar trackers
IEC 62817	Photovoltaic systems - Design qualification of solar trackers

Los requisitos fundamentales que debe reunir una estructura vienen definidos en las bases de cálculo contenidas en el capítulo 2 del eurocódigo 3. Las verificaciones exigibles a los elementos estructurales de acero se refieren en general al estudio de su estabilidad y resistencia y al análisis de su aptitud para el servicio.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

3.2.1 Acero

Los perfiles utilizados son de tipo conformado en frío, de acero S275 según UNE EN 10025 (figura 3.1) con galvanizado por inmersión en zinc fundido según normas UNE EN 1179, UNE 37501 y UNE EN ISO 1461.

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico			Tensión de rotura	
	f_y (N/mm ²)			f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S460J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J

Los tornillos son de acero de calidad 8.8, de cabeza hexagonal (DIN 933) ó de cabeza hexagonal con rosca parcial (DIN 7380) con acabado de tipo Dracomet y posibilidad de ser dotados de protección inviolable.

Tabla 6
Cargas mínimas de rotura a tracción: Rosca métrica ISO de paso grueso

Rosca ^a (d)	Área de esfuerzo nominal ^b $A_{s,nom}$ mm ²	Clase de calidad									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Carga mínima de rotura a tracción ($A_{s,nom} \times R_{m,min}$), N											
M3	5,03	1 660	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3,5	6,78	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	8,78	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	14,2	4 690	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	20,1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	28,9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	36,6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M10	58	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M12	84,3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 ^c	75 900	87 700	103 000
M14	115	38 000	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 ^c	104 000	120 000	140 000

3.3 DURABILIDAD

Puesto que la estructura debe situarse al exterior, no es posible intervenir contra la exposición de la estructura, pero sí sobre el tipo de material. En este último aspecto, se establece que los métodos de recubrimiento, metalización, galvanización y pintura deben especificarse y ejecutarse de acuerdo con la normativa específica al respecto y las instrucciones del fabricante, pudiendo utilizarse la norma UNE-ENV 1090-1:1997.

La durabilidad del conjunto está garantizada a partir de la correspondiente a cada uno de sus componentes, relacionada directamente con la protección.

Las piezas empleadas en la estructura contarán con un galvanizado de zinc en caliente, tratamiento que garantiza una gran resistencia, un bajo nivel de corrosión y un bajo coste en relación con la vida útil que proporciona. El espesor mínimo admisible para el recubrimiento galvanizado queda establecido en la norma UNE-EN ISO 1461 en función del espesor de la pieza. Para secciones de acero comprendidas entre 1.5 y 3 mm de espesor, los valores admisibles son:

- Espesor local mínimo del recubrimiento: 45 micras
- Espesor medio mínimo del recubrimiento: 55 micras

Estos espesores de recubrimiento garantizan, para un tipo de atmósfera rural, una protección de 25 a 31 años antes de producirse una corrosión que afecte al 5% de la superficie. Esta protección garantizada se reduce en ambientes más agresivos, de acuerdo a los valores contenidos en el certificado de calidad expedido por la empresa suministradora habitual de INDUSTRIAS SEGUÍ ALCOY, S.L.

3.4 ACCIONES CONSIDERADAS.

Se han considerado las acciones permanentes y las acciones libres variables:

Dentro de las acciones permanentes se define el peso propio de las estructuras como la sumatoria de los pesos individuales de cada elemento que la conforma, y la carga muerta, que en este caso corresponde al peso de los módulos solares.

Como acciones libres variables se ha definido el viento y la nieve, teniendo en cuenta las condiciones de localización, entorno, topografía y forma de la estructura afectada por dichas acciones.

En el caso que nos ocupa, el valor de carga a considerar ha sido definido de la siguiente manera:

ACCIONES PERMANENTES

Carga muerta:

Dimensiones del módulo: 2015 x 996 x 40 mm.

Peso del módulo: 23 kg.

Carga muerta:

$$Q_m = P/m^2$$

$$Q_m = 23 \text{Kg} / (2,015 * 0.996) \text{m}^2 = 11,45 \text{Kg/m}^2$$

$$P = m * g$$

$$P \text{ correa} = Q_m * 1/2L * 9.8 \text{ N/kg}$$

Perfil correa $11,45 * 0.996 * 9.81 = 111,88 \text{ N/m}$

Se calcula la carga muerta que tiene que soportar cada elemento estructural a partir del módulo fotovoltaico elegido para la instalación.

El peso propio se encarga el programa de cálculo de introducirlo en cada caso.

ACCIONES LIBRES VARIABLES

Viento:

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre una estructura y las fuerzas resultantes dependen de la forma y dimensiones de la construcción, de las características y permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, la intensidad y el racheo del viento.

Se ha considerado la instalación en zona forestal, urbana o industrial, situada a unos 120 m de altitud sobre el nivel del mar, y para estructura cuya altura no supere los 12 m sobre la rasante media del terreno, que no se encuentren expuestas a velocidad de viento superior a los 93,6 Km/hora (26 m/s. Se considerara la hipótesis de presión para el cálculo de resistencia, y la de succión para la estimación de reacciones en apoyos.

CÁLCULOS DE VIENTOS HESAR LOS GUIRADOS (ALMERÍA)

DATOS A INTRODUCIR PARA EL CÁLCULO (casillas color amarillo)			
ubicación	LOS GUIRADOS (ALMERÍA)		
tipo de estructura	BIPOSTE		
colocación paneles	2 VERTICAL		
Dimensiones del panel (mm) (largo/ancho/alto)		1960	992 40
Peso del Panel (Kg)		25	
Peso Panel + estructura (Kg)		28	
Inclinación del Panel (grados decimales)		25	
Distancia altura panel (m)		2,2	

Superficie bruta de la placa (m²) 1,94432

Peso por m² de carga muerta de placa (Kg/m²) 14,40092166

Fuerza Carga Muerta por m² (N/m²) 141,1290323

Altura emplazamiento z(m) 1,7 (Altura media de la estructura)

ACCION DEL VIENTO PRESION ESTATICA (q_e)

La acción del viento o presión estática sobre una siuperficie, es una fuerza horizontal que se calcula mediante la fórmula

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

Calculemos los componentes de la fórmula

PRESION DINAMICA (qb)



Presión dinámica: $q_b = \frac{1}{2} * \delta * V_m^2$

En este apartado vamos a calcular la presión dinámica que va a ejercer el viento sobre nuestra estructura, a partir del coeficiente de rugosidad que presenta la ubicación de la instalación, y que tendremos que elegir de la siguiente tabla (el tipo) y la velocidad inicial del viento que vamos a considerar para nuestro cálculo teniendo en cuenta la orientación de valores que se indican en el mapa anterior (rellenando las casillas en amarillo)

Coeficiente de rugosidad		$Cr(z) = Kr * \ln(z/z_0)$			
Categoría del terreno		k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]	e
I	Mar abierto, lagos de al menos 5 km de <i>fetch</i> en la dirección del viento, terreno llano sin obstáculos	0,17	0,01	2	[0,13]
II	Granjas con setos, pequeñas estructuras agrarias ocasionales, casas o árboles	0,19	0,05	4	[0,26]
III	Áreas suburbanas o industriales, bosques permanentes	0,22	0,3	8	[0,37]
IV	Áreas urbanas con al menos el 15% de su superficie cubierta con edificios de altura media mayor de 15 m	0,24	1	16	[0,46]

$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$	para	$z_{min} \leq z \leq 200 \text{ m}$	Tipo 3	Kr	0,22
$c_r(z) = c_r(z_{min})$	para	$z \leq z_{min}$		Zo	0,3
				Zmin	8,00

$Cr(z) = Kr * \ln(z/z_0)$	0,722351156
---------------------------	-------------

Velocidad de viento (Km/h)	93,5
Velocidad del viento (m/s)	25,97222222
Vm (m/s)	18,76106475
Densidad del aire (δ)	1,25
qb Presion Dinamica : $q_b = \frac{1}{2} * \delta * V_m^2$	
qb Presion Dinamica (Pa) o N/m ²	219,9859691
" " " (KN/m ²)	0,219985969
" " " (Kg/m ²)	22,44754787

CALCULO DEL COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN Ce

El coeficiente de exposición puede obtenerse de dos maneras, a partir de la tabla siguiente que nos da valores según la altura de la zona expuesta de la estructura, y según el tipo de terreno en donde este ubicada

Tabla 3.3 Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

o bien mediante las fórmulas indicadas a continuación

Coeficiente de exposición : $C_e = F * (F + 7 * k)$

Grado de aspereza del entorno $F = k * \ln(\text{Max}(z, Z) / L)$

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tipo	3	k	0,19
		L (m)	0,05
		Z(m)	2,00

Altura emplazamiento z(m) 1,7

Grado de aspereza del entorno $F = k \cdot \ln(\text{Max}(z,Z)/L)$ 0,700887096

Coefficiente de exposición ($C_e = F \cdot (F + 7 \cdot k)$) 1,42342256

CALCULO DEL COEFICIENTE EÓLICO ÷ DE PRESION C_p

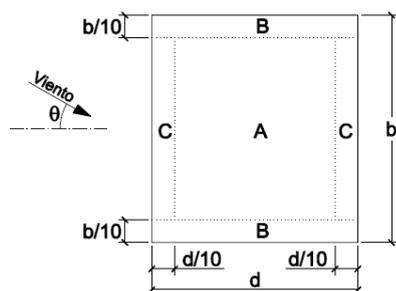
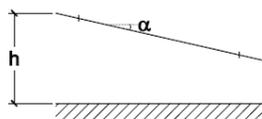
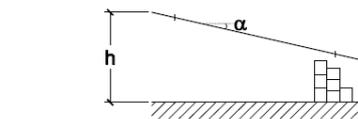
Es un coeficiente que depende de la forma y orientación de la estructura respecto al viento

Un valor positivo indica presión sobre nuestra superficie y un valor negativo indica succión

Se obtiene de la siguiente tabla según el ángulo de inclinación de nuestra estructura

Considerando la estructura de módulos fotovoltaicos como una marquesina.

Tabla D 8 Marquesinas a un agua



Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior $C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Angulo de inclinación

25

Dirección

Compresión

Succión

Zona A

Zona B

Zona C

Promedio

2,3

-3,2

1,648

-2,176

PANEL EN POSICION HORIZONTAL O VERTICAL

AREA A

AREA B

AREA C

Area Total

1,12777759

0,3524305

0,281944398

1,76215248

PRESION ESTATICA : $q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$

	q_e (N/m ²)	313,1329912	q_e (kg/m ²)	31,95234604
Viento SUR - Presion (N/m²)		516,0431695	En (KN/m ²)	0,51604317
Viento NORTE - Succion (N/m²)		-681,3773889	En (KN/m ²)	-0,68137739

NIEVE

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento y de los intercambios térmicos en los parámetros exteriores.

Como se observa en el mapa adjunto, dada la cota sobre nivel del mar (**m de altitud**) en la que ubica la instalación. Se determina que la carga de nieve.



Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

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

Al

Tabla 7.1
Coeficiente de forma para la carga de nieve
en cubiertas de una sola pendiente

Ángulo de inclinación de la cubierta	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
Coeficiente de forma μ_1	0,8	$0,8 (60 - \alpha) / 30$	0,0

Factor de forma (este caso 30º inclinación) 0,80 0,16

Sk (kN/m²) 0,9

qn Carga de nieve (kN/m²) **0,72**

qn Carga de nieve (N/m²) **720**

RESULTADOS

(N/m²) (KN/m²) (N/m) correa

Fuerza Carga Muerta por m ² (N/m ²)	141,1290323	0,14112903	0,14
qb Presión dinámica (N/m ²)	219,9859691	0,21998597	0,218226081 KN
Viento SUR - <u>Presión</u> (N/m ²)	516,0431695	0,51604317	0,511914824
Viento NORTE - <u>SUCCIÓN</u> (N/m ²)	-681,3773889	0,68137739	-0,67592637
qn Carga de nieve (N/m ²)	720	0,72	0,71424

Sismo:

Respecto de las **acciones sísmicas**, entendemos que podemos prescindir de ellas por las siguientes razones:

- a) La finalidad con la que se concibe el cálculo sismorresistente es la de proveer a los elementos que conforman la estructura de los mecanismos que le permitan disipar energía a través de importantes deformaciones plásticas necesarias para diferir el agotamiento de la capacidad resistente de las secciones posibilitando que las personas puedan evacuar sin recibir daños.

Un campo fotovoltaico no pone en riesgo la integridad de las personas.

- b) La acción sísmica es proporcional a la masa que puede ponerse en movimiento.

Las estructuras proyectadas tienen muy baja relación peso / unidad de superficie.

- c) La acción sísmica se desarrolla “a nivel del terreno” por lo que, a mayor altura del elemento en cuestión, mayor posibilidad de daños.

Estos elementos proyectados apenas se elevan del nivel del terreno.

4 CALCULOS ESTRUCTURALES

Con la definición del tipo de estructura y las acciones descritas más arriba, se procede al cálculo de la estructura, asistido por un software adecuado.

En los gráficos siguientes, se representan los estados de carga consideradas, donde:

PP: peso propio

CM: carga muerta

VS: viento sur

VN: viento norte

NV: nieve

Las hipótesis de cargas consideradas son:

$$H1=CM+1.35PP+0.5VS+0.7NV$$

$$H2=CM+1.35PP+VS+0.5NV$$

$$H3=CM+PP+1.25VN$$

Modelización de la estructura.

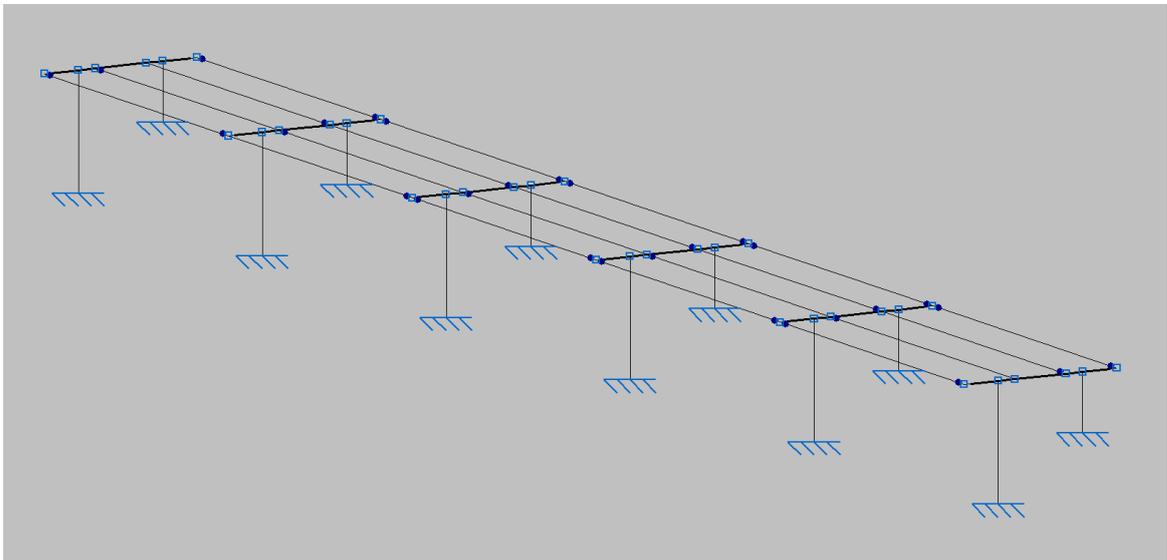


Figura 4.1 Modelo de cálculo según programa CYPE3D

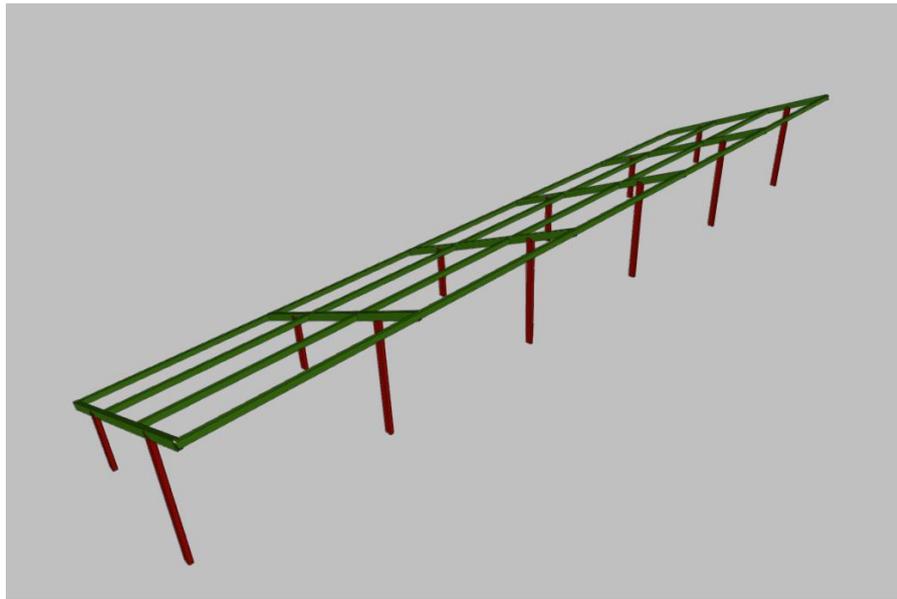
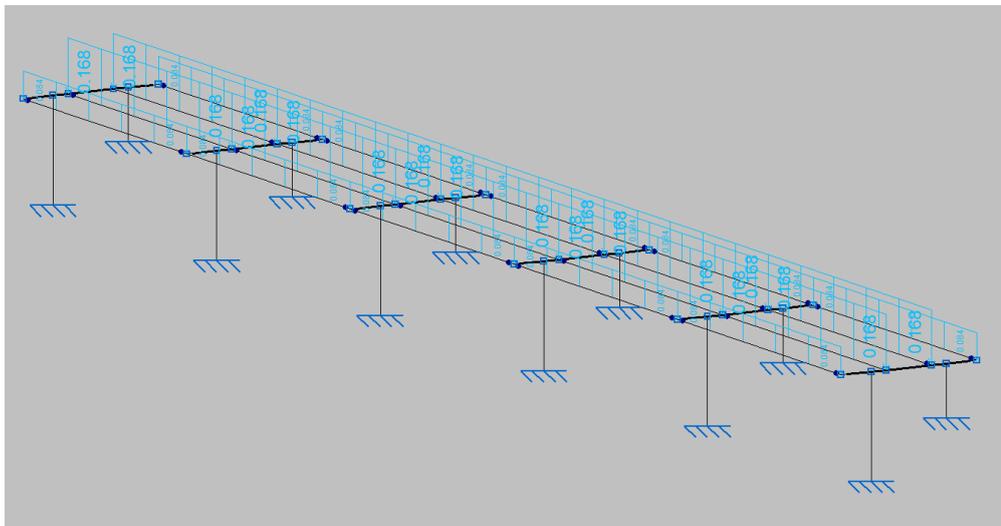


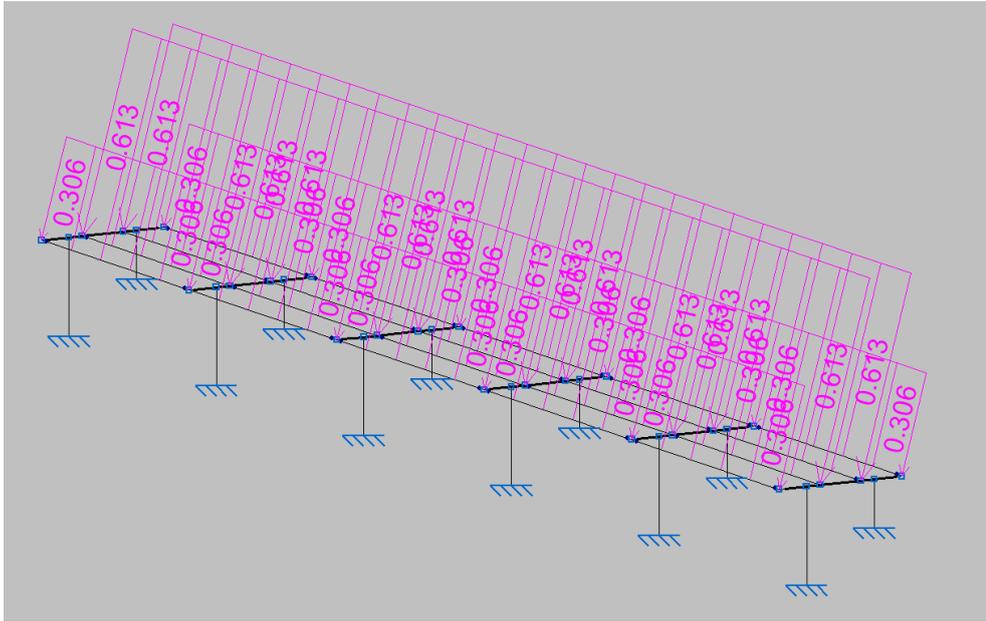
Figura 4.2 vista de materiales y perfiles utilizados

Representación de los estados de carga:

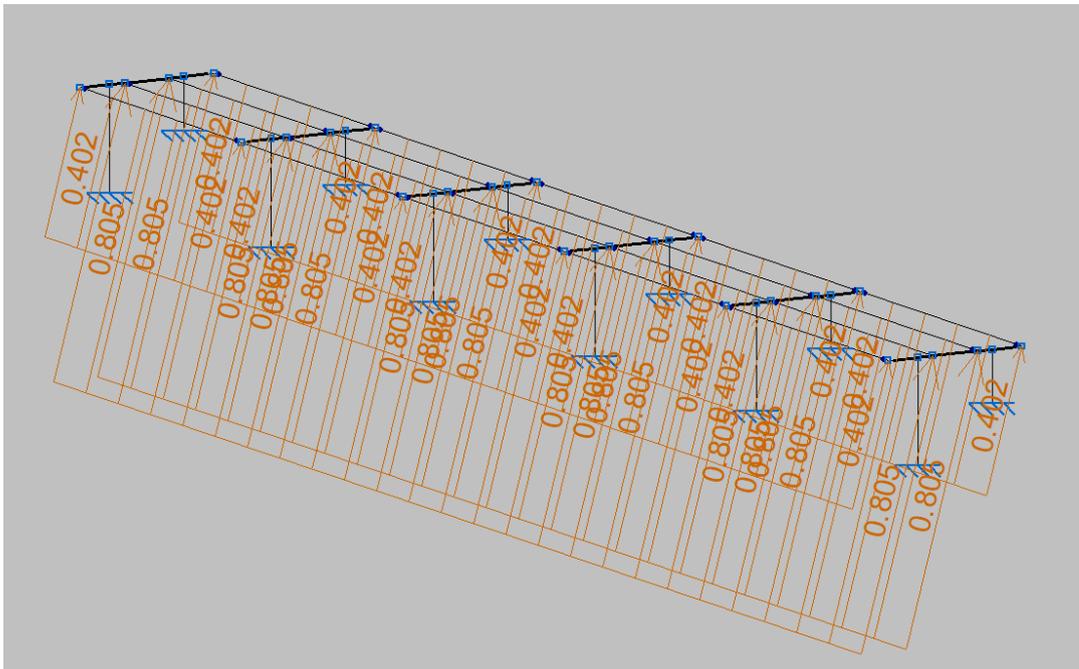
Carga muerta, CM:



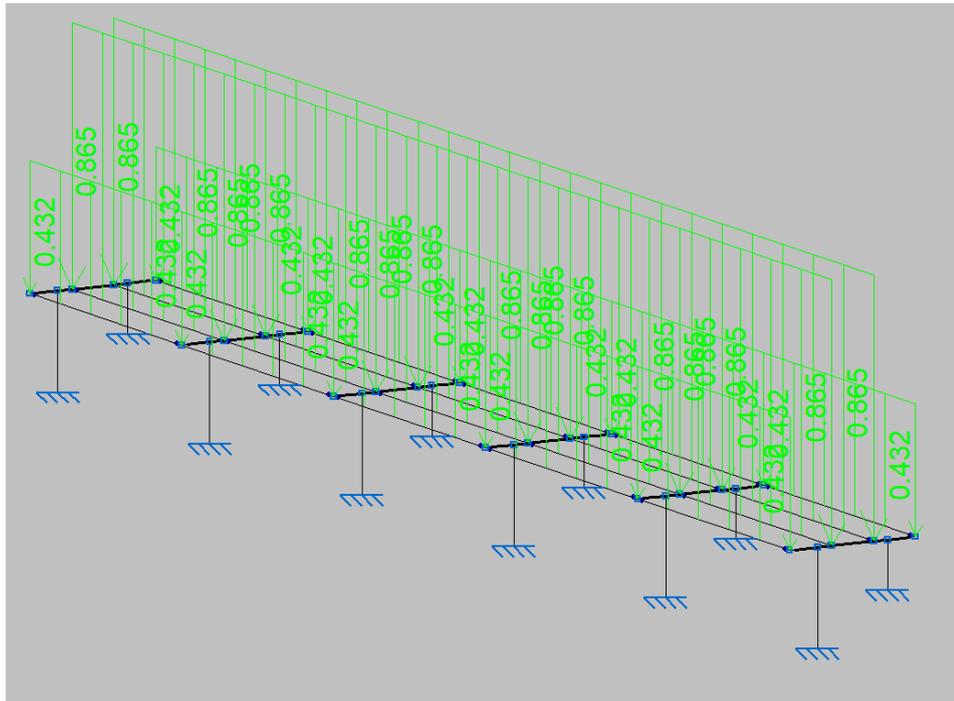
Carga de viento Sur VS :



Carga de viento norte), VN :



Carga de Nieve NV:



RESULTADOS CALCULOS ESTRUCTURA EN CYPE3D

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Acero conformado: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero conformado	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.1. Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

Panel Solar Panel Solar

Presión Presión

Succión Succión

N 1 N 1

■ E.L.U. de rotura. Acero conformado

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	Panel Solar	Presión	Succión	N 1
1	0.800	0.800			
2	1.350	0.800			
3	0.800	1.350			
4	1.350	1.350			
5	0.800	0.800	1.500		
6	1.350	0.800	1.500		
7	0.800	1.350	1.500		
8	1.350	1.350	1.500		
9	0.800	0.800		1.500	
10	1.350	0.800		1.500	
11	0.800	1.350		1.500	
12	1.350	1.350		1.500	
13	0.800	0.800			1.500
14	1.350	0.800			1.500
15	0.800	1.350			1.500
16	1.350	1.350			1.500
17	0.800	0.800	0.900		1.500
18	1.350	0.800	0.900		1.500
19	0.800	1.350	0.900		1.500
20	1.350	1.350	0.900		1.500
21	0.800	0.800		0.900	1.500

Comb.	PP	Panel Solar	Presión	Succión	N 1
22	1.350	0.800		0.900	1.500
23	0.800	1.350		0.900	1.500
24	1.350	1.350		0.900	1.500
25	0.800	0.800	1.500		0.750
26	1.350	0.800	1.500		0.750
27	0.800	1.350	1.500		0.750
28	1.350	1.350	1.500		0.750
29	0.800	0.800		1.500	0.750
30	1.350	0.800		1.500	0.750
31	0.800	1.350		1.500	0.750
32	1.350	1.350		1.500	0.750

■ Desplazamientos

Comb.	PP	Panel Solar	Presión	Succión	N 1
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		1.000	
4	1.000	1.000			1.000
5	1.000	1.000	1.000		1.000
6	1.000	1.000		1.000	1.000

2. ESTRUCTURA

2.1. Cargas

2.1.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: kN/m.

- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N4	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N43	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N37	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N2	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N6	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N10	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N44	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N38	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N8	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N12	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N16	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N45	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N45/N39	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N14	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N18	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N22	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N46	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N40	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N20	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N24	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N22	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N26	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N28	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N47	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N41	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N26	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N30	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N28	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N32	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N34	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N48	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N42	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N32	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N36	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N34	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N6/N12	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N12	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N12	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N6/N12	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N6/N12	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N18	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N18	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N18	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N12/N18	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N12/N18	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N24	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N24	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N24	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N18/N24	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N18/N24	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N24/N30	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N24/N30	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N36	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N36	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N36	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N30/N36	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N30/N36	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N37/N38	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N37/N38	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N39	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N39	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N39	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N38/N39	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N38/N39	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N40	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N40	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N40	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N39/N40	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N39/N40	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N41	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N41	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N41	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N40/N41	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N40/N41	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N42	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N41/N42	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N42	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N41/N42	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N41/N42	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N44	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N44	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N44	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N43/N44	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N43/N44	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N45	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N45	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N45	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N44/N45	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N44/N45	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N45/N46	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N45/N46	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N45/N46	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N45/N46	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N45/N46	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N47	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N47	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N47	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N46/N47	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N46/N47	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N48	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N48	Panel Solar	Uniforme	0.168	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N48	Presión	Uniforme	0.613	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N47/N48	Succión	Uniforme	0.805	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N47/N48	N 1	Uniforme	0.865	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N17	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N17	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N17	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N11/N17	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N11/N17	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N23	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N23	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N23	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N17/N23	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N17/N23	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N29	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N29	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N29	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N23/N29	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N23/N29	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N35	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N35	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N29/N35	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N29/N35	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N29/N35	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N11	Peso propio	Uniforme	0.027	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N11	Panel Solar	Uniforme	0.084	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N11	Presión	Uniforme	0.306	-	-	-	Globales	0.000	-0.423	-0.906
N5/N11	Succión	Uniforme	0.402	-	-	-	Globales	-0.000	0.423	0.906
N5/N11	N 1	Uniforme	0.432	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.2. Resultados

2.2.1. Nudos

2.2.1.1. Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

2.2.1.1.1. Envoltentes

Envoltente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Tipo	Combinación Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
			Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-0.348	-0.563	-0.063	-0.277	-0.305	-2.872
		Valor máximo de la envoltente	0.691	0.809	0.024	0.455	0.612	1.369
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-0.048	-0.541	-0.025	-0.956	-0.085	-1.824
		Valor máximo de la envoltente	0.033	0.795	0.004	0.501	0.066	3.745
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-2.763	-0.895	-0.885	-	-	-
		Valor máximo de la envoltente	1.343	0.668	-0.173	-	-	-
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-1.386	-1.186	-1.478	-	-	-
		Valor máximo de la envoltente	0.639	1.052	0.620	-	-	-
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-0.116	-1.136	-0.125	-0.559	-0.111	-3.484
		Valor máximo de la envoltente	0.194	1.644	0.050	0.910	0.168	1.663
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-0.120	-1.091	-0.049	-1.937	-0.209	-1.880
		Valor máximo de la envoltente	0.064	1.613	0.009	1.012	0.120	3.870
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-2.763	-1.786	-1.758	-	-	-
		Valor máximo de la envoltente	1.343	1.351	-0.348	-	-	-
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	-1.387	-2.369	-2.945	-	-	-
		Valor máximo de la envoltente	0.640	2.129	1.256	-	-	-
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envoltente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envoltente	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)
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.213	-1.105	-0.125	-0.547	-0.201	-2.992
		Valor máximo de la envolvente	0.406	1.577	0.050	0.906	0.355	1.436
N15	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
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.101	-1.061	-0.049	-1.863	-0.175	-1.867
		Valor máximo de la envolvente	0.056	1.548	0.009	0.977	0.105	3.842
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.762	-1.778	-1.769	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.342	1.321	-0.307	-	-	-
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.393	-2.353	-2.942	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.642	2.074	1.247	-	-	-
N19	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
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.213	-1.122	-0.125	-0.554	-0.201	-2.996
		Valor máximo de la envolvente	0.406	1.613	0.050	0.908	0.356	1.438
N21	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
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.098	-1.077	-0.049	-1.903	-0.171	-1.867
		Valor máximo de la envolvente	0.055	1.583	0.009	0.997	0.103	3.841
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.761	-1.783	-1.763	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.342	1.337	-0.330	-	-	-
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.397	-2.363	-2.944	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.644	2.104	1.252	-	-	-
N25	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
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.213	-1.120	-0.125	-0.553	-0.201	-2.996
		Valor máximo de la envolvente	0.405	1.609	0.050	0.908	0.355	1.438
N27	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
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.090	-1.075	-0.049	-1.899	-0.157	-1.859
		Valor máximo de la envolvente	0.050	1.579	0.009	0.994	0.094	3.829
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.759	-1.782	-1.764	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.341	1.335	-0.327	-	-	-
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.400	-2.360	-2.943	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.646	2.100	1.251	-	-	-
N31	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
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.236	-0.566	-0.063	-0.279	-0.222	-2.970
		Valor máximo de la envolvente	0.458	0.815	0.024	0.455	0.402	1.426
N33	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
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.065	-0.543	-0.025	-0.959	-0.118	-1.663
		Valor máximo de la envolvente	0.151	0.798	0.004	0.503	0.266	3.435
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.757	-0.895	-0.885	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.340	0.670	-0.175	-	-	-
N36	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.401	-1.187	-1.478	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.646	1.057	0.621	-	-	-
N37	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.750	-0.594	-0.201	-	-	-

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)
N38	Desplazamientos	Valor máximo de la envolvente	1.539	0.810	0.091	-	-	-
		Valor mínimo de la envolvente	-0.748	-1.196	-0.397	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.536	1.647	0.188	-	-	-
N39	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.749	-1.165	-0.397	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.538	1.579	0.187	-	-	-
N40	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.750	-1.182	-0.397	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.538	1.616	0.188	-	-	-
N41	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.749	-1.180	-0.397	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.537	1.612	0.188	-	-	-
N42	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.747	-0.597	-0.202	-0.570	-14.567	-5.007
		Valor máximo de la envolvente	1.534	0.815	0.091	0.350	5.633	7.531
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.610	-0.641	-0.301	-0.448	-5.655	-7.717
		Valor máximo de la envolvente	1.279	0.887	0.254	0.665	14.589	5.455
N44	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.612	-1.291	-0.597	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.284	1.800	0.516	-	-	-
N45	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.614	-1.257	-0.594	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.287	1.727	0.505	-	-	-
N46	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.615	-1.276	-0.596	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.289	1.767	0.511	-	-	-
N47	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.615	-1.273	-0.596	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.290	1.763	0.510	-	-	-
N48	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.616	-0.643	-0.301	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	1.291	0.890	0.254	-	-	-

2.2.1.2. Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.2.1.2.1. 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)
N1	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.021	-0.353	-2.418	-0.20	-0.04	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.013	0.186	4.774	0.33	0.02	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.015	-0.250	-1.320	-0.12	-0.02	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.008	0.108	3.541	0.22	0.01	0.00
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.006	-1.758	-0.975	-0.73	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.012	1.434	3.976	0.96	0.01	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.004	-1.091	-0.434	-0.45	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.009	0.924	2.759	0.60	0.01	0.00
N7	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.006	-0.717	-4.962	-0.40	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.003	0.377	9.359	0.66	0.01	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.004	-0.506	-2.764	-0.24	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.002	0.219	6.965	0.45	0.00	0.00
N9	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.016	-3.548	-2.018	-1.46	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.029	2.880	7.807	1.95	0.02	0.00

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	-0.009	-2.202	-0.944	-0.91	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.021	1.852	5.424	1.22	0.02	0.00
N13	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.012	-0.690	-4.947	-0.39	-0.02	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.006	0.362	9.358	0.64	0.01	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.009	-0.487	-2.754	-0.23	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.004	0.210	6.962	0.43	0.01	0.00
N15	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.013	-3.446	-2.090	-1.42	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.024	2.833	7.807	1.88	0.02	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.008	-2.136	-0.991	-0.89	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.018	1.834	5.437	1.17	0.01	0.00
N19	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.012	-0.705	-4.955	-0.39	-0.02	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.006	0.370	9.359	0.65	0.01	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.009	-0.497	-2.759	-0.24	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.004	0.215	6.963	0.44	0.01	0.00
N21	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.013	-3.502	-2.050	-1.45	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.024	2.860	7.806	1.91	0.02	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.008	-2.172	-0.965	-0.90	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.017	1.844	5.429	1.20	0.01	0.00
N25	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.012	-0.703	-4.954	-0.39	-0.02	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.006	0.369	9.359	0.65	0.01	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.009	-0.496	-2.759	-0.23	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.004	0.215	6.963	0.44	0.01	0.00
N27	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.011	-3.495	-2.055	-1.44	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.022	2.855	7.807	1.91	0.02	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.007	-2.168	-0.968	-0.90	-0.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.016	1.842	5.431	1.20	0.01	0.00
N31	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.014	-0.355	-2.420	-0.20	-0.02	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.007	0.187	4.776	0.33	0.01	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.010	-0.251	-1.321	-0.12	-0.02	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.004	0.109	3.543	0.22	0.01	0.00
N33	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.035	-1.763	-0.970	-0.73	-0.03	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.018	1.437	3.973	0.96	0.02	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.025	-1.094	-0.431	-0.45	-0.02	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.011	0.926	2.756	0.61	0.01	0.00

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

2.2.2. Barras

2.2.2.1. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)												Estado	
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _x M _y M _z	N _x M _y M _z	N _x M _y M _z V _y V _z		N _x M _y M _z V _y V _z
N1/N2	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.688 m η = 2.4	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 9.6	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 12.5	η = 0.1	η = 1.3	x: 0 m η = 12.3	x: 0 m η = 11.0	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 12.5
N3/N4	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.84 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.9	x: 0 m η = 28.5	x: 0 m η = 0.8	x: 0 m η = 29.3	η < 0.1	η = 6.6	x: 0 m η = 30.1	x: 0 m η = 29.5	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 30.1
N5/N4	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} ≤ 3.0$ Cumple	x: 0.804 m η = 0.4	N.P. ⁽²⁾	x: 0.804 m η = 32.2	x: 0.804 m η = 0.1	x: 0.804 m η = 32.4	η < 0.1	x: 0.804 m η = 5.1	x: 0.804 m η = 32.8	N.P. ⁽³⁾	x: 0.201 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 32.8
N4/N43	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.396 m η = 0.6	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 21.6	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 18.4	η < 0.1	x: 0 m η = 9.5	x: 0 m η = 14.8	x: 0 m η = 22.0	η < 0.1	x: 0 m η = 22.1	CUMPLE η = 22.1
N43/N37	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.204 m η = 0.8	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 11.5	x: 0 m η = 27.8	x: 0 m η = 37.9	η = 0.8	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 24.1	x: 0 m η = 37.1	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 37.9

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _v	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _{M_yM_z}	N _{M_yM_z}	N _{M_yM_zV_yV_z}	M _y N _{M_yM_zV_yV_z}	
N37/N2	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.402 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.9	x: 0.402 m η = 30.6	x: 0 m η = 6.4	x: 0.402 m η = 31.8	η = 0.3	x: 0.402 m η = 10.5	x: 0.402 m η = 32.4	x: 0.402 m η = 25.2	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 32.4
N2/N6	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 32.0	x: 0 m η = 3.8	x: 0 m η = 32.1	η = 0.2	x: 0 m η = 5.1	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 32.6	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 32.6
N7/N8	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.688 m η = 4.8	x: 0 m η = 9.2	x: 0 m η = 19.6	x: 0 m η = 0.8	x: 0 m η = 20.4	η < 0.1	η = 2.7	x: 0 m η = 22.6	x: 0 m η = 18.9	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 22.6
N11/N10	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.804 m η = 0.9	N.P. ⁽²⁾	x: 0.804 m η = 64.0	x: 0.804 m η = 1.8	x: 0.804 m η = 64.2	η = 0.1	x: 0.804 m η = 10.1	x: 0.804 m η = 65.1	N.P. ⁽³⁾	x: 0.201 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 65.1
N10/N44	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.396 m η = 1.3	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 42.8	x: 0.396 m η = 3.7	x: 0 m η = 42.9	η = 0.2	x: 0 m η = 18.8	x: 0 m η = 29.8	x: 0 m η = 43.5	η < 0.1	x: 0 m η = 42.7	CUMPLE η = 43.5
N44/N38	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.204 m η = 1.6	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 23.1	x: 1.204 m η = 25.3	x: 0 m η = 42.4	η = 0.1	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 29.1	x: 0 m η = 40.7	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 42.4
N38/N8	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.402 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.8	x: 0.402 m η = 60.7	x: 0.402 m η = 6.7	x: 0.402 m η = 62.8	η = 0.8	x: 0.402 m η = 20.9	x: 0.402 m η = 65.4	x: 0.402 m η = 52.4	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 65.4
N8/N12	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 63.5	x: 0.798 m η = 19.1	x: 0 m η = 63.7	η = 0.7	x: 0 m η = 10.1	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 64.6	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.6
N9/N10	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.84 m η = 2.0	x: 0 m η = 7.6	x: 0 m η = 57.8	x: 0 m η = 2.0	x: 0 m η = 59.7	η = 0.1	η = 13.3	x: 0 m η = 61.1	x: 0 m η = 59.9	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 61.1
N13/N14	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.688 m η = 4.8	x: 0 m η = 9.2	x: 0 m η = 18.8	x: 0 m η = 1.6	x: 0 m η = 20.4	η < 0.1	η = 2.6	x: 0 m η = 22.4	x: 0 m η = 18.8	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 22.4
N17/N16	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.804 m η = 0.9	N.P. ⁽²⁾	x: 0.804 m η = 64.0	x: 0.804 m η = 1.3	x: 0.804 m η = 64.2	η = 0.1	x: 0.804 m η = 10.1	x: 0.804 m η = 65.0	N.P. ⁽³⁾	x: 0.201 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 65.0
N16/N45	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.396 m η = 1.2	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 42.8	x: 0.396 m η = 2.9	x: 0 m η = 42.9	η = 0.2	x: 0 m η = 18.8	x: 0 m η = 30.0	x: 0 m η = 43.5	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 43.5
N45/N39	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.204 m η = 1.6	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 22.5	x: 0 m η = 23.2	x: 0 m η = 43.0	η = 0.1	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 29.5	x: 0 m η = 41.4	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 43.0
N39/N14	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.402 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.7	x: 0.402 m η = 60.7	x: 0 m η = 6.2	x: 0.402 m η = 61.6	η = 0.2	x: 0.402 m η = 20.9	x: 0.402 m η = 64.2	x: 0.402 m η = 49.8	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.2
N14/N18	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 63.5	x: 0 m η = 4.4	x: 0 m η = 63.7	η = 0.3	x: 0 m η = 10.1	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 64.6	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.6
N15/N16	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.84 m η = 2.1	x: 0 m η = 7.6	x: 0 m η = 55.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 57.3	η = 0.1	η = 13.0	x: 0 m η = 59.2	x: 0 m η = 57.6	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 59.2
N19/N20	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.688 m η = 4.8	x: 0 m η = 9.2	x: 0 m η = 19.2	x: 0 m η = 1.6	x: 0 m η = 20.8	η < 0.1	η = 2.6	x: 0 m η = 22.7	x: 0 m η = 19.0	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 22.7
N23/N22	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.804 m η = 0.9	N.P. ⁽²⁾	x: 0.804 m η = 64.0	x: 0.804 m η = 1.3	x: 0.804 m η = 64.2	η = 0.1	x: 0.804 m η = 10.1	x: 0.804 m η = 65.0	N.P. ⁽³⁾	x: 0.201 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 65.0
N22/N46	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.396 m η = 1.3	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 42.8	x: 0.396 m η = 2.9	x: 0 m η = 42.9	η = 0.2	x: 0 m η = 18.8	x: 0 m η = 29.8	x: 0 m η = 43.5	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 43.5
N46/N40	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.204 m η = 1.6	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 22.8	x: 0 m η = 23.2	x: 0 m η = 43.4	η = 0.1	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 29.6	x: 0 m η = 41.7	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 43.4
N40/N20	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.402 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.8	x: 0.402 m η = 60.7	x: 0 m η = 6.2	x: 0.402 m η = 61.8	η = 0.2	x: 0.402 m η = 20.9	x: 0.402 m η = 64.3	x: 0.402 m η = 50.2	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.3
N20/N24	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 63.5	x: 0 m η = 4.4	x: 0 m η = 63.7	η = 0.3	x: 0 m η = 10.1	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 64.6	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.6
N21/N22	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.84 m η = 2.1	x: 0 m η = 7.6	x: 0 m η = 56.8	x: 0 m η = 1.6	x: 0 m η = 58.5	η = 0.1	η = 13.2	x: 0 m η = 60.1	x: 0 m η = 58.8	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 60.1
N25/N26	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.688 m η = 4.8	x: 0 m η = 9.2	x: 0 m η = 19.2	x: 0 m η = 1.6	x: 0 m η = 20.8	η < 0.1	η = 2.6	x: 0 m η = 22.7	x: 0 m η = 19.0	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 22.7
N29/N28	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.804 m η = 0.9	N.P. ⁽²⁾	x: 0.804 m η = 64.0	x: 0.804 m η = 1.1	x: 0.804 m η = 64.1	η = 0.1	x: 0.804 m η = 10.1	x: 0.804 m η = 64.9	N.P. ⁽³⁾	x: 0.201 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.9
N28/N47	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.396 m η = 1.3	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 42.8	x: 0.396 m η = 2.5	x: 0 m η = 42.9	η = 0.2	x: 0 m η = 18.8	x: 0 m η = 29.7	x: 0 m η = 43.5	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 43.5
N47/N41	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.204 m η = 1.6	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 22.8	x: 0 m η = 22.9	x: 0 m η = 42.9	η = 0.1	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 29.3	x: 0 m η = 41.3	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 42.9
N41/N26	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.402 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.8	x: 0.402 m η = 60.7	x: 0 m η = 6.1	x: 0.402 m η = 61.7	η = 0.2	x: 0.402 m η = 20.9	x: 0.402 m η = 64.3	x: 0.402 m η = 50.1	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.3
N26/N30	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 0.9	x: 0 m η = 63.5	x: 0 m η = 4.3	x: 0 m η = 63.7	η = 0.3	x: 0 m η = 10.1	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 64.6	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 64.6
N27/N28	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.84 m η = 2.1	x: 0 m η = 7.6	x: 0 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 58.2	η = 0.1	η = 13.1	x: 0 m η = 59.8	x: 0 m η = 58.5	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 59.8
N31/N32	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.688 m η = 2.4	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η = 9.7	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 11.5	η < 0.1	η = 1.3	x: 0 m η = 11.8	x: 0 m η = 10.3	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 11.8
N35/N34	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	x: 0.804 m η = 0.4	N.P. ⁽²⁾	x: 0.804 m η = 32.2	x: 0.804 m η = 5.7	x: 0.804 m η = 32.5	η = 0.3	x: 0.804 m η = 5.1	x: 0.804 m η = 32.8	N.P. ⁽³⁾	x: 0.201 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 32.8
N34/N48	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.396 m η = 0.6	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 21.6	x: 0.396 m η = 9.7	x: 0 m η = 22.9	η = 0.5	x: 0 m η = 9.5	x: 0 m η = 16.6	x: 0 m η = 22.6	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 22.9
N48/N42	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 1.204 m η = 0.9	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 11.5	x: 1.204 m η = 25.4	x: 1.204 m η = 28.4	η = 0.6	x: 0 m η = 1.5	x: 1.204 m η = 14.2	x: 1.204 m η = 27.4	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 28.4
N42/N32	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.402 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.9	x: 0.402 m η = 30.6	x: 0 m η = 3.7	x: 0.402 m η = 31.4	η = 0.1	x: 0.402 m η = 10.5	x: 0.402 m η = 32.7	x: 0.402 m η = 25.5	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 32.7
N32/N36	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 32.0	x: 0 m η = 2.8	x: 0 m η = 32.2	η = 0.2	x: 0 m η = 5.1	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m η = 32.6	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 32.6
N33/N34	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.84 m η = 1.0	x: 0 m η = 3.9	x: 0 m η = 28.6	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 31.0	η = 0.1	η = 6.6	x: 0 m η = 30.5	x: 0 m η = 31.5	η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 31.5
N6/N12	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η < 0.1	η = 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 56.6	x: 1.25 m η = 46.1	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7
N12/N18	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η = 0.2	η = 0.3	x: 1.25 m η = 41.6	x: 0 m η = 27.5	x: 1.25 m η = 53.9	x: 0 m η = 2.1	x: 2.5 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 53.9	x: 1.458 m η = 36.8	x: 0 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 53.9
N18/N24	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η = 0.1	η = 0.2	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 56.6	x: 1.25 m η = 46.0	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
N24/N30	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 56.6	x: 1.25 m η = 46.1	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7
N30/N36	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 56.6	x: 1.25 m η = 46.2	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7
N11/N17	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 46.2	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7
N17/N23	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η = 0.1	η < 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 46.2	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7
N23/N29	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η = 0.1	η < 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 46.3	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7
N29/N35	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	x: 1.25 m η = 46.3	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7
N5/N11	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	N.P. ⁽⁴⁾	η < 0.1	x: 1.25 m η = 41.5	x: 1.25 m η = 28.1	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0 m η = 1.7	x: 0 m η = 6.6	N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.25 m η = 56.7	x: 0.208 m η < 0.1	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE η = 56.7

Notación:
b / t: Relación anchura / espesor
λ̄: Limitación de esbeltez
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión. Eje Y
M_z: Resistencia a flexión. Eje Z
M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial
V_y: Resistencia a corte Y
V_z: Resistencia a corte Z
N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión
N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión
NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión
NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽³⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

5 ANEXO UNIONES.

Se verificaron las uniones para resistir a Cortante, Aplastamiento y Tracción, según prevén los Eurocódigos.

Respecto del cortante, se verificó que:

$$F_{v.Sd} \leq F_{v.Rd} ,$$

siendo: $F_{v.Sd}$ los esfuerzos últimos solicitantes que producen un esfuerzo cortante en la unión, y:

$$F_{v.Rd} = \frac{0.6 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{Mb}}$$

Respecto del aplastamiento, se verificó que:

$$F_{b.Sd} \leq F_{b.Rd} ,$$

siendo: $F_{b.Sd}$ los esfuerzos últimos solicitantes que producen un aplastamiento de la unión, y:

$$F_{b.Rd} = \frac{1.5 \times f_u \times d \times t}{\gamma_{Mb}}$$

Esta última expresión prevé la utilización de un solo tornillo y penaliza este aspecto.

Respecto de la tracción, se verificó que:

$$F_{t.Sd} \leq F_{t.Rd} ,$$

siendo: $F_{t.Sd}$ los esfuerzos últimos solicitantes que producen un esfuerzo de tracción en la unión, y:

$$F_{t.Rd} = \frac{0.9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{Mb}}$$

6 COMPROBACIÓN LONGITUD HINCA

Cargas sobre los apoyos.

Para la obtención de las cargas a aplicar en los apoyos se ha atendido a lo dispuesto en el Eurocódigo EN 1990:2002, teniendo en cuenta los factores de seguridad y combinación de acciones.

Los perfiles a emplear para el hincado de la estructura serán de acero S350GD, de sección Cf 100X50X2.

Según se desprende del Estudio Geotécnico los perfiles sobre los que apoya la estructura estarán cimentados penetrando en la unidad geotécnica 1: Gravas, arenas y limos, de limos y unidad geotécnica 2 Caliche a partir de los 0.8m.

Para el cálculo de las resistencias por fuste, se tomará como referencia, tanto para arranque como para compresión en el terreno, los valores propuestos por Muzas, basados en la teoría de Terzagui.

Atendiendo al ensayo de penetración DPSH y los resultados de laboratorio, los valores característicos son los siguientes:

NG1

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	N.G. I – Nivel de Gravas, arenas y limos (Depósitos de piedemonte)
CLASIFICACIÓN ASTM	GC / GM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0) / A-1-a (0)
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	3.1 - 5.8
COMPACIDAD ¹	MEDIA
DENSIDAD APARENTE ¹ (gr/cm ³)	1,75-1,95
ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO ¹ (Φ)(°)	32 - 36
IÓN SULFATO (mg/kg suelo seco)	0 - 489,60
Agresividad del terreno	-
MÓDULO DE DEFORMACIÓN ¹ (MN/m ²)	40-100
COEFICIENTE DE BALASTO K ₃₀ (MN/ m ³)	90-200
PERMEABILIDAD ¹ (m/s)	10 ⁻² - 10 ⁻⁵

NG2

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	N.G. II – Nivel de Caliche
CLASIFICACIÓN ASTM	GC
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-1-b (0)
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.4
COMPACIDAD ¹	DENSA
DENSIDAD APARENTE ¹ (gr/cm ³)	1.95 - 2.05
ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO ¹ (Φ)(°)	38 - 40
IÓN SULFATO (mg/kg suelo seco)	NO CONTIENE
Agresividad del terreno	-
MÓDULO DE DEFORMACIÓN ¹ (MN/m ²)	100-500 (Suelos compactos-duros)
COEFICIENTE DE BALASTO K ₃₀ (MN/ m ³)	120-300 (Grava arenosa compacta)
PERMEABILIDAD ¹ (m/s)	10 ⁻² - 10 ⁻⁵

Las cargas a considerar en el modelo genérico son las siguientes, sacadas de la envolvente de esfuerzos resultantes en el cálculo del módulo Cype 3d son:

- Horizontal: 3,548 kN
- Axil de Compresión: 9,359 kN
- Axil de Tracción: 4,955 kN
- Momento: 1,95 kN/m²

Resultado del cálculo.

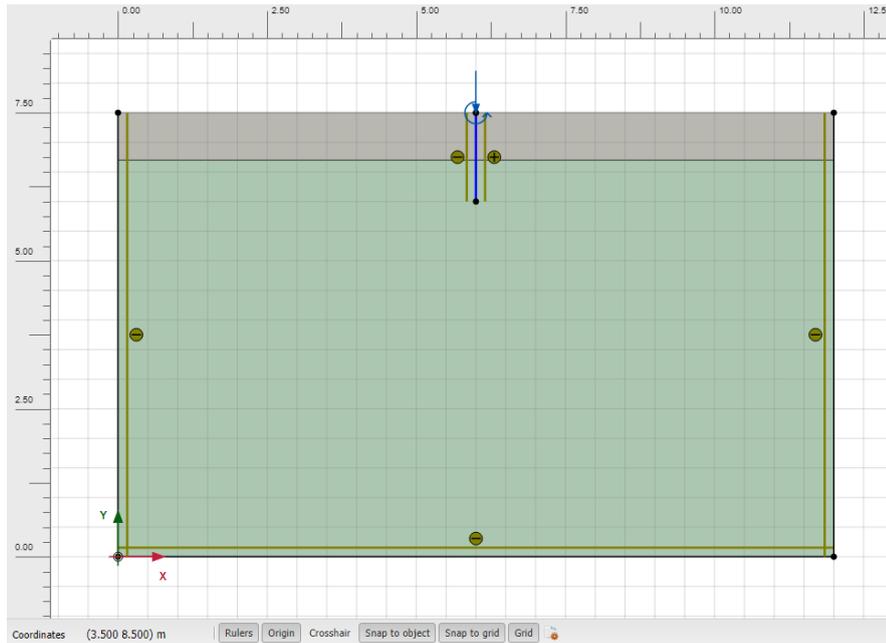
El modelo a estudiar ha considerado un empotramiento de la estructura de 2 metros con el perfil hincado CF 100x50x2.

Para la modelización del terreno se incorporan las siguientes unidades geotécnicas recogidas en el Anejo Geotécnico:

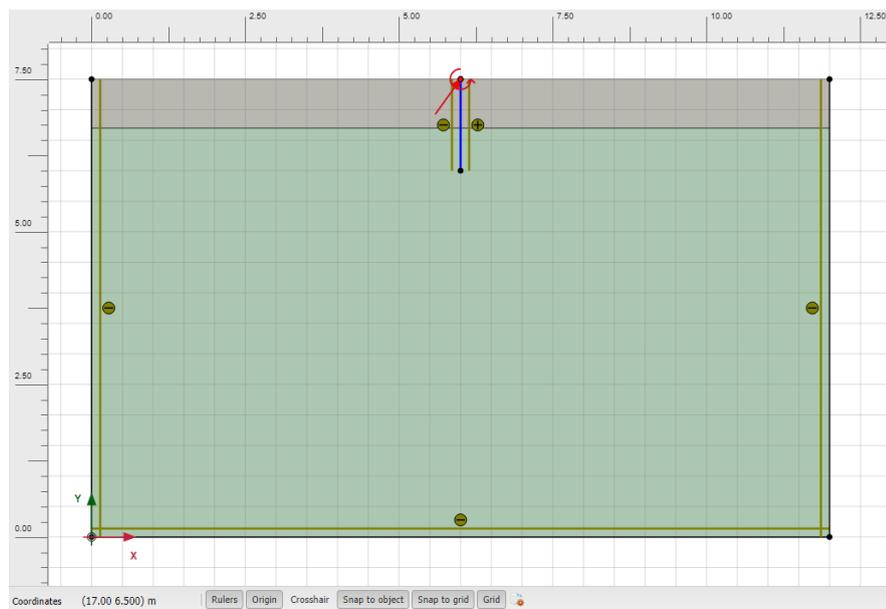
- Gravas arenas limos hasta los 0,8m.
- Caliche a partir de los 0,8m.

Se realizan dos estudios, uno de compresión y otro de tracción. Se combinan los esfuerzos buscando las hipótesis más desfavorables.

Los modelos de elementos finitos a estudiar se representan en las siguientes imágenes.



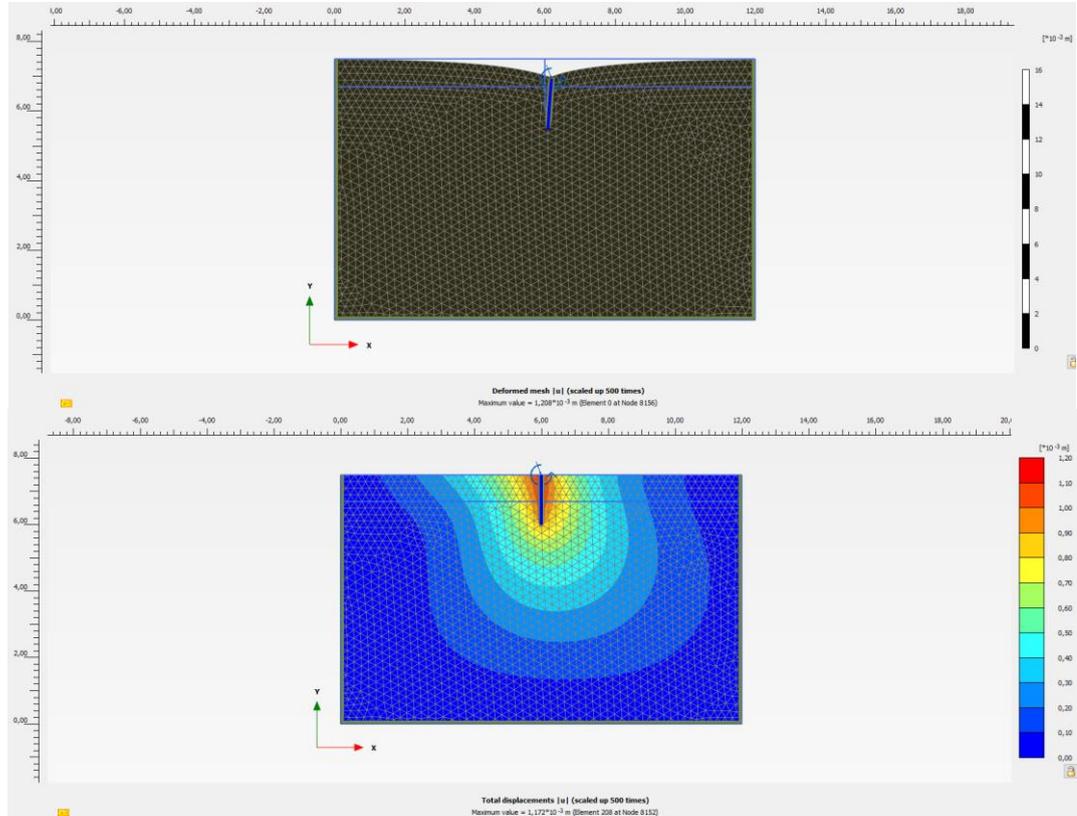
Opción 1. Hinca comprimida



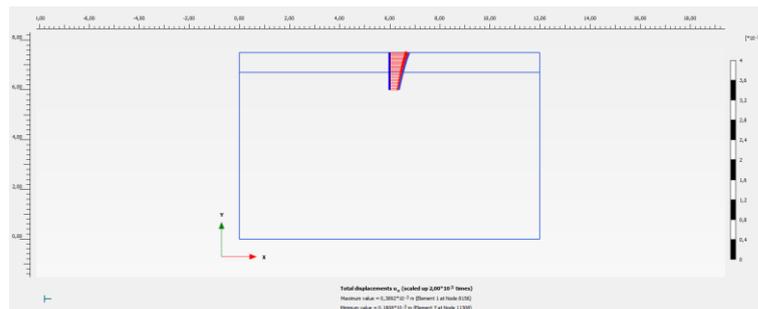
Opción 2. Hinca traccionada

Analizamos primero la opción 1, hincas comprimidas más momento flector.

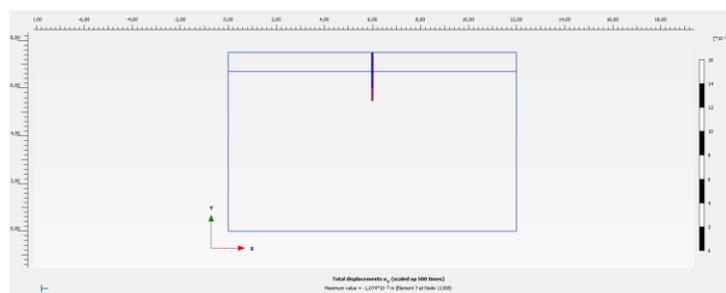
Los desplazamientos totales del terreno son:



Como se puede observar, los desplazamientos totales que se producen son milímetros (1,17mm)



Desplazamientos horizontales totales 0,39mm

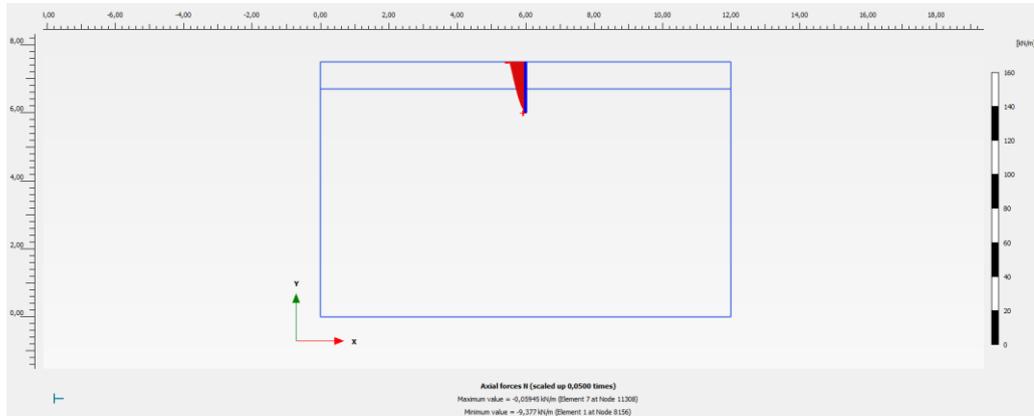


Desplazamientos verticales totales 1,144 mm

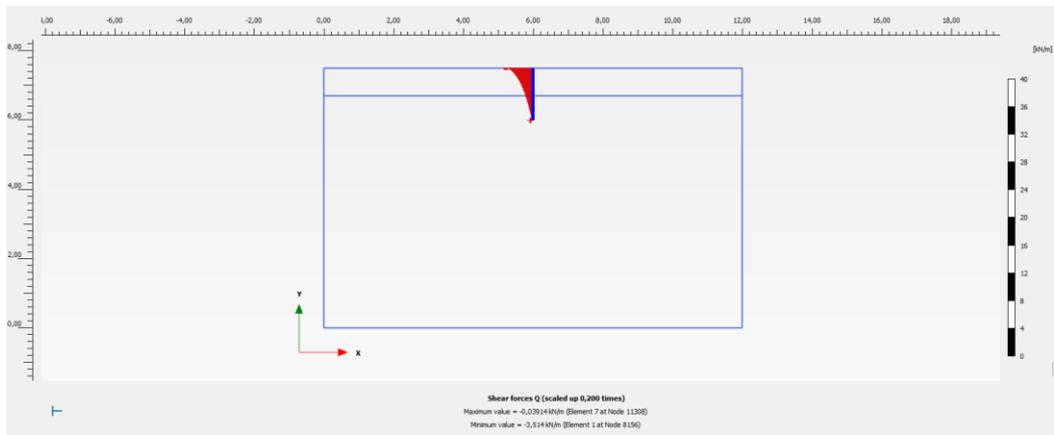
Listado de desplazamientos:

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10 ⁻⁶ m]	u_y [10 ⁻³ m]	u [10 ⁻³ m]
Plate_1_1 Element 1-2 (Plate) (C90x50x15x3)	8170	1	6,000	7,300	352,011	-1,129	1,182
	8171	2	6,000	7,250	343,507	-1,125	1,177
	8172	3	6,000	7,200	335,244	-1,122	1,171
	8173	4	6,000	7,150	327,202	-1,119	1,166
	8798	5	6,000	7,100	319,363	-1,115	1,160
Plate_1_1 Element 1-1 (Plate) (C90x50x15x3)	8156	1	6,000	7,500	389,163	-1,144	1,208
	8157	2	6,000	7,450	379,283	-1,140	1,201
	8158	3	6,000	7,400	369,851	-1,136	1,195
	8159	4	6,000	7,350	360,782	-1,132	1,189
	8170	5	6,000	7,300	352,011	-1,129	1,182
Plate_1_1 Element 1-3 (Plate) (C90x50x15x3)	8798	1	6,000	7,100	319,363	-1,115	1,160
	8799	2	6,000	7,050	311,711	-1,112	1,155
	8800	3	6,000	7,000	304,236	-1,109	1,150
	8801	4	6,000	6,950	296,926	-1,106	1,146
	9464	5	6,000	6,900	289,771	-1,104	1,141
Plate_1_1 Element 1-4 (Plate) (C90x50x15x3)	9464	1	6,000	6,900	289,771	-1,104	1,141
	9465	2	6,000	6,850	282,763	-1,101	1,137
	9466	3	6,000	6,800	275,894	-1,098	1,132
	9467	4	6,000	6,750	269,156	-1,096	1,128
	10030	5	6,000	6,700	262,544	-1,093	1,125
Plate_1_2 Element 2-5 (Plate) (C90x50x15x3)	10030	1	6,000	6,700	262,544	-1,093	1,125
	10031	2	6,000	6,642	254,981	-1,091	1,120
	10032	3	6,000	6,583	247,572	-1,088	1,116
	10033	4	6,000	6,525	240,309	-1,086	1,112
	10654	5	6,000	6,467	233,186	-1,084	1,109
Plate_1_2 Element 2-6 (Plate) (C90x50x15x3)	10654	1	6,000	6,467	233,186	-1,084	1,109
	10655	2	6,000	6,408	226,197	-1,082	1,105
	10656	3	6,000	6,350	219,336	-1,080	1,102
	10657	4	6,000	6,292	212,599	-1,078	1,099
	11304	5	6,000	6,233	205,984	-1,077	1,096
Plate_1_2 Element 2-7 (Plate) (C90x50x15x3)	11304	1	6,000	6,233	205,984	-1,077	1,096
	11305	2	6,000	6,175	199,489	-1,076	1,094
	11306	3	6,000	6,117	193,115	-1,075	1,092
	11307	4	6,000	6,058	186,878	-1,074	1,090
	11308	5	6,000	6,000	180,810	-1,074	1,089

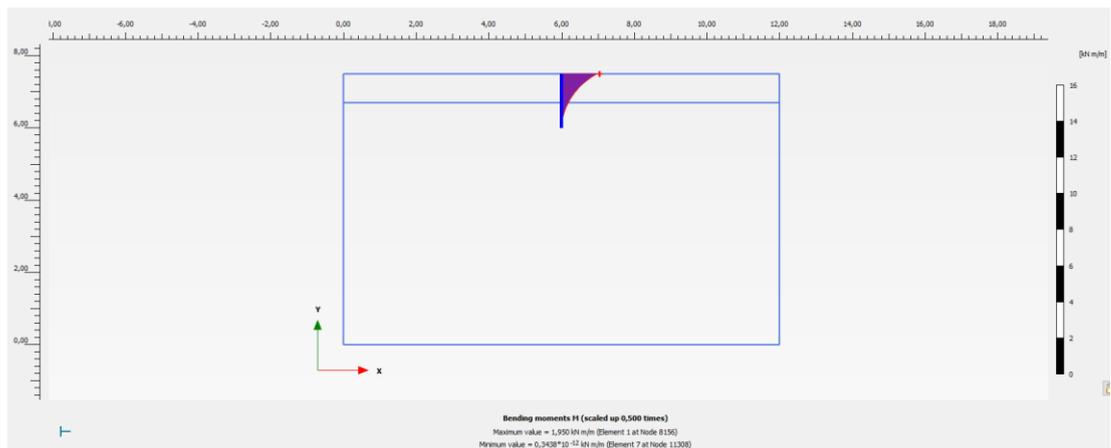
La envolvente de esfuerzos sobre la hinca:



Máximo esfuerzo axial 9,377 KN/m



Máximo esfuerzo cortante 3,514 KN/m

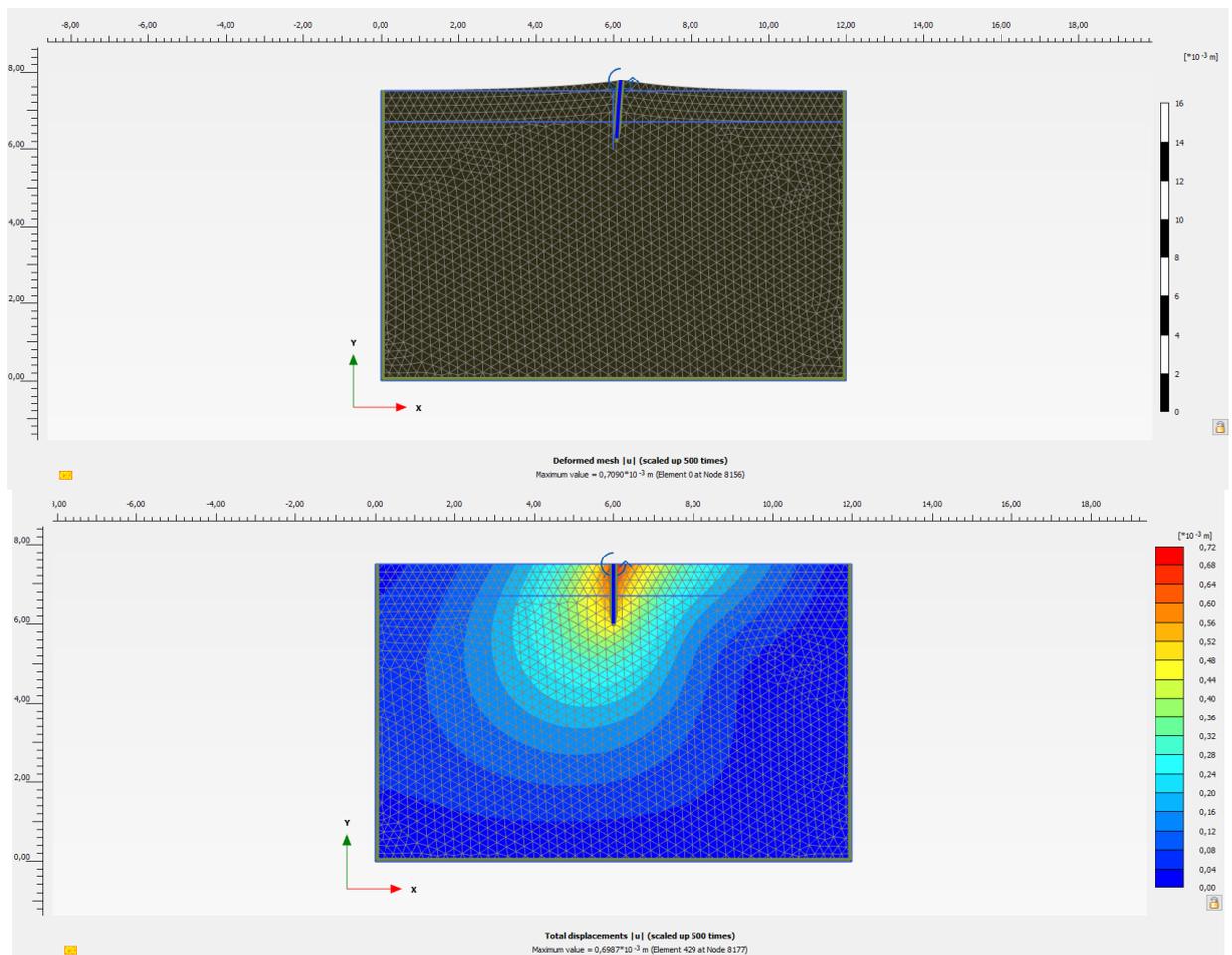


Máximo Momento flector 1,950 KNm/m

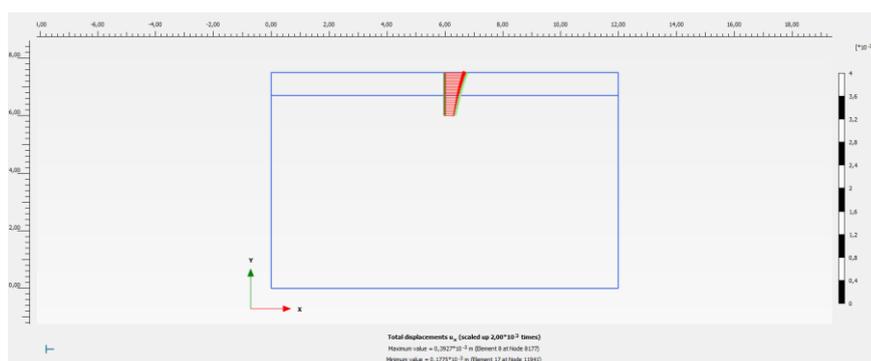
Se adjunta a continuación el listado de esfuerzos totales.

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [kN m/m]	M _{min} [10 ⁻⁹ kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
Plate_1_1	8170	1	6,000	7,300	-8,335	-8,335	0,000	-2,468	-2,468	0,000	1,365	-13,702	1,365
Element 1-2 (Plate) (C90x50x15x3)	8171	2	6,000	7,250	-8,102	-8,102	0,000	-2,294	-2,294	0,000	1,246	-19,913	1,246
	8172	3	6,000	7,200	-7,871	-7,871	0,000	-2,134	-2,134	0,000	1,136	-26,841	1,136
	8173	4	6,000	7,150	-7,643	-7,643	0,000	-1,987	-1,987	0,000	1,033	-34,347	1,033
	8798	5	6,000	7,100	-7,417	-7,417	0,000	-1,852	-1,852	0,000	0,937	-42,296	0,937
Plate_1_1	8156	1	6,000	7,500	-9,377	-9,377	0,000	-3,514	-3,514	0,000	1,950	0,000	1,950
Element 1-1 (Plate) (C90x50x15x3)	8157	2	6,000	7,450	-9,093	-9,093	0,000	-3,168	-3,168	0,000	1,783	-1,184	1,783
	8158	3	6,000	7,400	-8,827	-8,827	0,000	-2,889	-2,889	0,000	1,632	-4,095	1,632
	8159	4	6,000	7,350	-8,576	-8,576	0,000	-2,663	-2,663	0,000	1,494	-8,378	1,494
	8170	5	6,000	7,300	-8,337	-8,337	0,000	-2,474	-2,474	0,000	1,365	-13,702	1,365
Plate_1_1	8798	1	6,000	7,100	-7,416	-7,416	0,000	-1,851	-1,851	0,000	0,937	-42,296	0,937
Element 1-3 (Plate) (C90x50x15x3)	8799	2	6,000	7,050	-7,189	-7,189	0,000	-1,725	-1,725	0,000	0,847	-50,578	0,847
	8800	3	6,000	7,000	-6,960	-6,960	0,000	-1,607	-1,607	0,000	0,764	-59,086	0,764
	8801	4	6,000	6,950	-6,729	-6,729	0,000	-1,496	-1,496	0,000	0,686	-67,712	0,686
	9464	5	6,000	6,900	-6,497	-6,497	0,000	-1,392	-1,392	0,000	0,614	-76,348	0,614
Plate_1_1	9464	1	6,000	6,900	-6,496	-6,496	0,000	-1,392	-1,392	0,000	0,614	-76,348	0,614
Element 1-4 (Plate) (C90x50x15x3)	9465	2	6,000	6,850	-6,260	-6,260	0,000	-1,293	-1,293	0,000	0,547	-84,895	0,547
	9466	3	6,000	6,800	-6,019	-6,019	0,000	-1,199	-1,199	0,000	0,485	-93,257	0,485
	9467	4	6,000	6,750	-5,774	-5,774	0,000	-1,110	-1,110	0,000	0,427	-101,316	0,427
	10030	5	6,000	6,700	-5,523	-5,523	0,000	-1,026	-1,026	0,000	0,374	-108,952	0,374
Plate_1_2	10030	1	6,000	6,700	-5,522	-5,522	0,000	-1,026	-1,026	0,000	0,374	-108,952	0,374
Element 2-5 (Plate) (C90x50x15x3)	10031	2	6,000	6,642	-5,221	-5,221	0,000	-0,932	-0,932	0,000	0,317	-117,155	0,317
	10032	3	6,000	6,583	-4,908	-4,908	0,000	-0,843	-0,843	0,000	0,265	-124,477	0,265
	10033	4	6,000	6,525	-4,582	-4,582	0,000	-0,758	-0,758	0,000	0,218	-130,772	0,218
	10654	5	6,000	6,467	-4,242	-4,242	0,000	-0,678	-0,678	0,000	0,176	-135,880	0,176
Plate_1_2	10654	1	6,000	6,467	-4,239	-4,239	0,000	-0,678	-0,678	0,000	0,176	-135,880	0,176
Element 2-6 (Plate) (C90x50x15x3)	10655	2	6,000	6,408	-3,881	-3,881	0,000	-0,601	-0,601	0,000	0,139	-138,745	0,139
	10656	3	6,000	6,350	-3,496	-3,496	0,000	-0,526	-0,526	0,000	0,106	-138,465	0,106
	10657	4	6,000	6,292	-3,081	-3,081	0,000	-0,454	-0,454	0,000	0,078	-139,484	0,078
	11304	5	6,000	6,233	-2,636	-2,636	0,000	-0,383	-0,383	0,000	0,053	-147,843	0,053
Plate_1_2	11304	1	6,000	6,233	-2,618	-2,618	0,000	-0,381	-0,381	0,000	0,053	-147,843	0,053
Element 2-7 (Plate) (C90x50x15x3)	11305	2	6,000	6,175	-2,138	-2,138	0,000	-0,313	-0,313	0,000	0,033	-69,639	0,033
	11306	3	6,000	6,117	-1,562	-1,562	0,000	-0,238	-0,238	0,000	0,017	-67,899	0,017
	11307	4	6,000	6,058	-0,875	-0,875	0,000	-0,149	-0,149	0,000	0,006	-83,815	0,006
	11308	5	6,000	6,000	-0,059	-0,059	0,000	-0,039	-0,039	0,000	0,000	-0,001	0,000

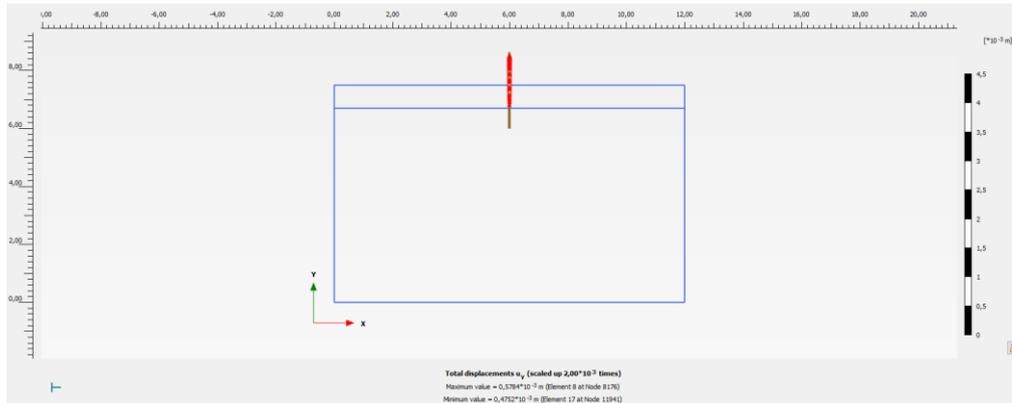
A continuación, los resultados de la opción 2, estructura en la hipótesis de envolventes traccionadas:
Los desplazamientos totales del terreno son:



Como se puede observar, los desplazamientos totales que se producen no alcanzan el milímetro (0,6987mm)



Desplazamientos horizontales totales 0,39mm



Desplazamientos verticales totales 0,578mm

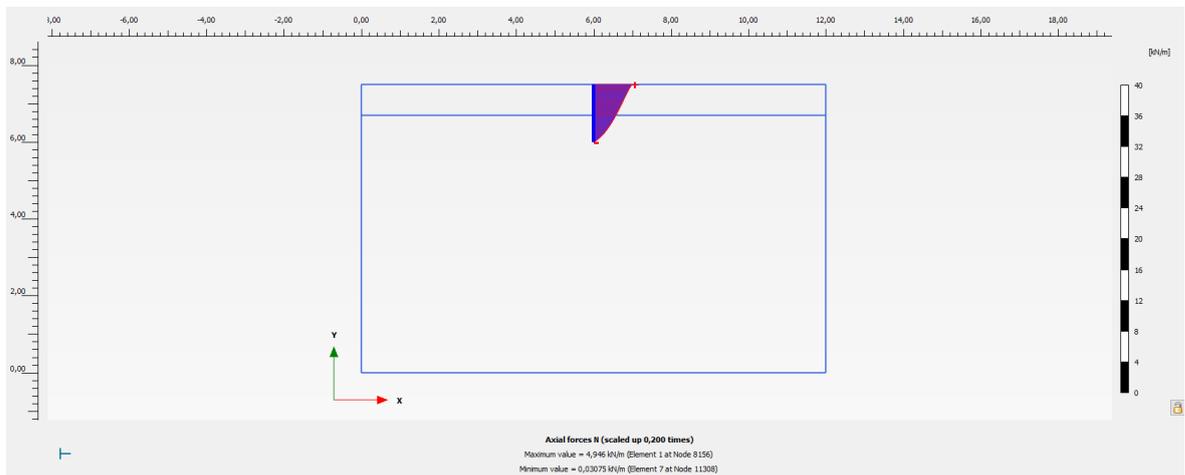
Listado de desplazamientos:

Structural element	Node	Wall node	Local number	X [m]	Y [m]	u _x [10 ⁻⁶ m]	u _y [10 ⁻⁶ m]	u [10 ⁻⁶ m]
PositiveInterface_1_1 Element 2-6 (Interface) (gravas arenas limos)	8808 *	8798	1	6,000	7,100	318,961	564,560	648,432
	8814 *	8799	2	6,000	7,050	311,271	562,519	642,898
	8813 *	8800	3	6,000	7,000	303,759	560,496	637,515
	8812 *	8801	4	6,000	6,950	296,429	558,490	632,282
	10050 *	9464	5	6,000	6,900	289,255	556,498	627,183
	8808	8798 *	1	6,000	7,100	319,363	577,678	660,079
	8814	8799 *	2	6,000	7,050	311,712	576,045	654,975
	8813	8800 *	3	6,000	7,000	304,236	574,464	650,053
	8812	8801 *	4	6,000	6,950	296,925	572,935	645,305
	10050	9464 *	5	6,000	6,900	289,770	571,457	640,726
PositiveInterface_1_1 Element 2-5 (Interface) (gravas arenas limos)	10050 *	9464	1	6,000	6,900	289,255	556,498	627,183
	10046 *	9465	2	6,000	6,850	282,235	554,516	622,209
	10045 *	9466	3	6,000	6,800	275,354	552,541	617,350
	10044 *	9467	4	6,000	6,750	268,612	550,559	612,591
	10060 *	10030	5	6,000	6,700	261,994	548,568	607,921
	10050	9464 *	1	6,000	6,900	289,770	571,457	640,726
	10046	9465 *	2	6,000	6,850	282,762	570,033	636,311
	10045	9466 *	3	6,000	6,800	275,892	568,662	632,055
	10044	9467 *	4	6,000	6,750	269,154	567,346	627,954
	10060	10030 *	5	6,000	6,700	262,542	566,086	624,005

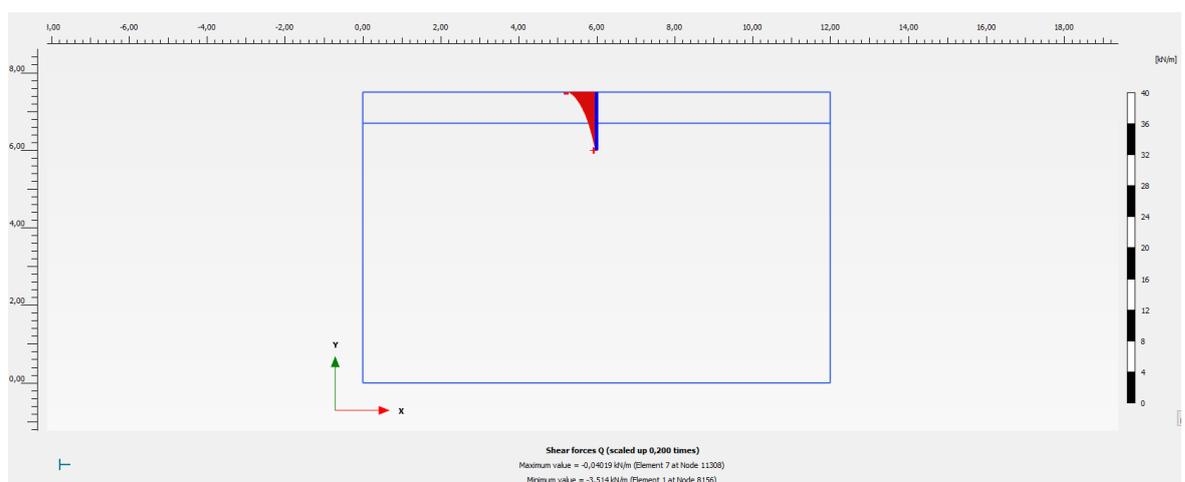
Structural element	Node	Wall node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10 ⁻⁶ m]	u_y [10 ⁻⁶ m]	u [10 ⁻⁶ m]
PositiveInterface_1_2 Element 5-19 (Interface) (gravas arenas limos)	10060 *	10030	1	6,000	6,700	261,994	548,568	607,921
	10066 *	10031	2	6,000	6,642	254,425	546,213	602,562
	10065 *	10032	3	6,000	6,583	247,014	543,813	597,285
	10064 *	10033	4	6,000	6,525	239,741	541,312	592,025
	10732 *	10654	5	6,000	6,467	232,611	538,692	586,769
	10060	10030 *	1	6,000	6,700	262,542	566,086	624,005
	10066	10031 *	2	6,000	6,642	254,978	564,689	619,586
	10065	10032 *	3	6,000	6,583	247,568	563,372	615,368
	10064	10033 *	4	6,000	6,525	240,305	562,138	611,347
	10732	10654 *	5	6,000	6,467	233,182	560,992	607,524
PositiveInterface_1_1 Element 2-7 (Interface) (gravas arenas limos)	8824 *	8170	1	6,000	7,300	351,994	572,803	672,312
	8804 *	8171	2	6,000	7,250	343,354	570,750	666,069
	8803 *	8172	3	6,000	7,200	334,967	568,687	660,006
	8802 *	8173	4	6,000	7,150	326,863	566,613	654,133
	8808 *	8798	5	6,000	7,100	318,961	564,560	648,432
	8824	8170 *	1	6,000	7,300	352,013	584,724	682,507
	8804	8171 *	2	6,000	7,250	343,509	582,885	676,575
	8803	8172 *	3	6,000	7,200	335,246	581,098	670,868
	8802	8173 *	4	6,000	7,150	327,203	579,362	665,374
	8808	8798 *	5	6,000	7,100	319,363	577,678	660,079
PositiveInterface_1_1 Element 2-8 (Interface) (gravas arenas limos)	8177 *	8156	1	6,000	7,500	392,686	577,965	698,746
	8176 *	8157	2	6,000	7,450	380,665	578,429	692,449
	8175 *	8158	3	6,000	7,400	370,225	576,827	685,417
	8174 *	8159	4	6,000	7,350	361,012	574,767	678,739
	8824 *	8170	5	6,000	7,300	351,994	572,803	672,312
	8177	8156 *	1	6,000	7,500	389,167	592,642	708,996
	8176	8157 *	2	6,000	7,450	379,286	590,573	701,879
	8175	8158 *	3	6,000	7,400	369,854	588,566	695,127
	8174	8159 *	4	6,000	7,350	360,785	586,618	688,684
	8824	8170 *	5	6,000	7,300	352,013	584,724	682,507
PositiveInterface_1_2 Element 5-18 (Interface) (gravas arenas limos)	10732 *	10654	1	6,000	6,467	232,611	538,692	586,769
	10735 *	10655	2	6,000	6,408	225,603	535,870	581,423
	10734 *	10656	3	6,000	6,350	218,730	532,803	575,953
	10733 *	10657	4	6,000	6,292	211,930	529,246	570,101
	11325 *	11304	5	6,000	6,233	205,279	525,017	563,722
	10732	10654 *	1	6,000	6,467	233,182	560,992	607,524
	10735	10655 *	2	6,000	6,408	226,192	559,937	603,898
	10734	10656 *	3	6,000	6,350	219,330	558,979	600,470
	10733	10657 *	4	6,000	6,292	212,593	558,126	597,244
	11325	11304 *	5	6,000	6,233	205,978	557,384	594,226

Structural element	Node	Wall node	Local number	X [m]	Y [m]	u_x [10 ⁻⁶ m]	u_y [10 ⁻⁶ m]	u [10 ⁻⁶ m]
PositiveInterface_1_2	11325 *	11304	1	6,000	6,233	205,279	525,017	563,722
Element 5-17 (Interface) (gravas arenas limos)	11328 *	11305	2	6,000	6,175	198,650	519,840	556,503
	11327 *	11306	3	6,000	6,117	192,151	513,557	548,328
	11326 *	11307	4	6,000	6,058	185,063	501,259	534,330
	11941 *	11308	5	6,000	6,000	177,517	475,152	507,229
	11325 *	11304 *	1	6,000	6,233	205,978	557,384	594,226
	11328 *	11305 *	2	6,000	6,175	199,482	556,767	591,424
	11327 *	11306 *	3	6,000	6,117	193,107	556,286	588,850
	11326 *	11307 *	4	6,000	6,058	186,870	555,968	586,533
	11941 *	11308 *	5	6,000	6,000	180,800	555,844	584,510

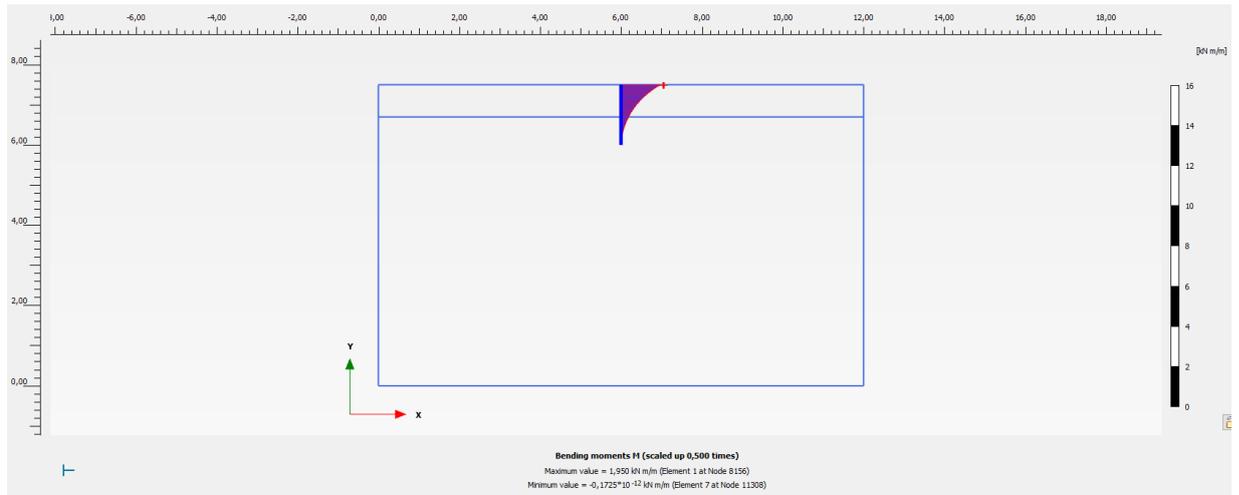
La envolvente de esfuerzos sobre la hinca:



Máximo esfuerzo axial 4,946 KN/m



Máximo esfuerzo cortante 3,514 KN/m



Máximo esfuerzo axial 1,950 KN/m

El listado de esfuerzos:

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN/m]	N _{min} [kN/m]	N _{max} [kN/m]	Q [kN/m]	Q _{min} [kN/m]	Q _{max} [kN/m]	M [kN m/m]	M _{min} [10 ⁻⁹ kN m/m]	M _{max} [kN m/m]
Plate_1_1	8170	1	6,000	7,300	4,392	-0,002	4,392	-2,468	-2,468	0,000	1,365	-13,702	1,365
Element 1-2 (Plate) (C90x50x15x3)	8171	2	6,000	7,250	4,268	-0,003	4,268	-2,294	-2,294	0,000	1,246	-19,913	1,246
	8172	3	6,000	7,200	4,146	-0,004	4,146	-2,134	-2,134	0,000	1,136	-26,841	1,136
	8173	4	6,000	7,150	4,024	-0,004	4,024	-1,987	-1,987	0,000	1,033	-34,347	1,033
	8798	5	6,000	7,100	3,904	-0,005	3,904	-1,852	-1,852	0,000	0,937	-42,296	0,937
Plate_1_1	8156	1	6,000	7,500	4,946	0,000	4,946	-3,514	-3,514	0,000	1,950	0,000	1,950
Element 1-1 (Plate) (C90x50x15x3)	8157	2	6,000	7,450	4,795	0,000	4,795	-3,168	-3,168	0,000	1,783	-1,184	1,783
	8158	3	6,000	7,400	4,654	-0,001	4,654	-2,889	-2,889	0,000	1,632	-4,095	1,632
	8159	4	6,000	7,350	4,520	-0,002	4,520	-2,663	-2,663	0,000	1,494	-6,378	1,494
	8170	5	6,000	7,300	4,393	-0,002	4,393	-2,474	-2,474	0,000	1,365	-13,702	1,365
Plate_1_1	8798	1	6,000	7,100	3,903	-0,005	3,903	-1,851	-1,851	0,000	0,937	-42,296	0,937
Element 1-3 (Plate) (C90x50x15x3)	8799	2	6,000	7,050	3,783	-0,006	3,783	-1,725	-1,725	0,000	0,847	-50,578	0,847
	8800	3	6,000	7,000	3,661	-0,006	3,661	-1,607	-1,607	0,000	0,764	-59,006	0,764
	8801	4	6,000	6,950	3,539	-0,007	3,539	-1,496	-1,496	0,000	0,687	-67,712	0,687
	9464	5	6,000	6,900	3,415	-0,007	3,415	-1,392	-1,392	0,000	0,614	-76,348	0,614
	Plate_1_1	9464	1	6,000	6,900	3,415	-0,007	3,415	-1,392	-1,392	0,000	0,614	-76,348
Element 1-4 (Plate) (C90x50x15x3)	9465	2	6,000	6,850	3,290	-0,008	3,290	-1,293	-1,293	0,000	0,547	-84,895	0,547
	9466	3	6,000	6,800	3,162	-0,008	3,162	-1,199	-1,199	0,000	0,485	-93,257	0,485
	9467	4	6,000	6,750	3,032	-0,009	3,032	-1,110	-1,110	0,000	0,427	-101,316	0,427
	10030	5	6,000	6,700	2,899	-0,009	2,899	-1,026	-1,026	0,000	0,374	-108,952	0,374
Plate_1_2	10030	1	6,000	6,700	2,899	-0,009	2,899	-1,026	-1,026	0,000	0,374	-108,952	0,374
Element 2-5 (Plate) (C90x50x15x3)	10031	2	6,000	6,642	2,740	-0,009	2,740	-0,932	-0,932	0,000	0,317	-117,155	0,317
	10032	3	6,000	6,583	2,574	-0,009	2,574	-0,843	-0,843	0,000	0,265	-124,477	0,265
	10033	4	6,000	6,525	2,402	-0,010	2,402	-0,758	-0,758	0,000	0,218	-130,772	0,218
	10654	5	6,000	6,467	2,223	-0,010	2,223	-0,678	-0,678	0,000	0,176	-135,880	0,176
	Plate_1_2	10654	1	6,000	6,467	2,221	-0,010	2,221	-0,678	-0,678	0,000	0,176	-135,880
Element 2-6 (Plate) (C90x50x15x3)	10655	2	6,000	6,408	2,032	-0,010	2,032	-0,601	-0,601	0,000	0,139	-138,745	0,139
	10656	3	6,000	6,350	1,830	-0,009	1,830	-0,526	-0,526	0,000	0,106	-138,465	0,106
	10657	4	6,000	6,292	1,612	-0,009	1,612	-0,454	-0,454	0,000	0,078	-139,484	0,078
	11304	5	6,000	6,233	1,378	-0,008	1,378	-0,383	-0,383	0,000	0,053	-147,843	0,053
	Plate_1_2	11304	1	6,000	6,233	1,369	-0,008	1,369	-0,381	-0,381	0,000	0,053	-147,843
Element 2-7 (Plate) (C90x50x15x3)	11305	2	6,000	6,175	1,117	-0,007	1,117	-0,313	-0,313	0,000	0,033	-69,639	0,033
	11306	3	6,000	6,117	0,815	-0,006	0,815	-0,238	-0,238	0,000	0,017	-67,899	0,017
	11307	4	6,000	6,058	0,456	-0,003	0,456	-0,149	-0,149	0,000	0,006	-83,815	0,006
	11308	5	6,000	6,000	0,031	0,000	0,031	-0,040	-0,040	0,000	0,000	0,000	0,000
	Plate_1_2	11308	5	6,000	6,000	0,031	0,000	0,031	-0,040	-0,040	0,000	0,000	0,000

- **Esfuerzos sobre la estructura.**

Para una profundidad de hincas de 1,50 metros, y de acuerdo con las cargas consideradas, la envolvente de esfuerzos sobre la estructura son los siguientes:

CARGA		ESFUERZO AXIL	ESFUERZO CORTANTE	MOMENTO FLECTOR
Compresión	Opción 1	9,377 KN	3,514 KN	1,950 mKN
Tracción	Opción 2	4,946 KN	3,514 KN	1,950 mKN

Los esfuerzos obtenidos son perfectamente asumibles para los perfiles a emplear para el hincado de la estructura que serán de acero S350GD y de sección CF 100x50x2.

- **Desplazamientos de la estructura.**

Para una profundidad de hincas de 1,50 metros, y de acuerdo con las cargas consideradas, los desplazamientos de la estructura son los siguientes:

CARGA		DESPLAZAMIENTO VERTICAL	DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL
Compresión	Opción 1	1,144 mm	0,389 mm
Tracción	Opción 2	0,593 mm	0,389 mm

CONCLUSIÓN

Con la comprobación del rango de esfuerzos estimado para su conjunto, puede asegurarse que la estructura diseñada reúne los requisitos geométricos y de resistencia necesarios para resistir los esfuerzos máximos generados por las cargas básicas definidas como “ámbito de utilización”, y para el tipo de trabajo contemplado en las hipótesis realizadas, y por lo tanto es ADMISIBLE para estas condiciones.

No obstante, los resultados de los cálculos deberán de ser comprobados en campo mediante la realización de los correspondientes ensayos de *Pull Out*.