



*Método de
Cálculo
Cype 2005*



1 CONSIDERACIONES GENERALES DEL CONJUNTO NAVE-PORCHE

En este anejo, se ha desarrollado los cálculos necesarios para el perfecto dimensionamiento de la nave que servirá de almacén a la distinta maquinaria y utensilios del invernadero.

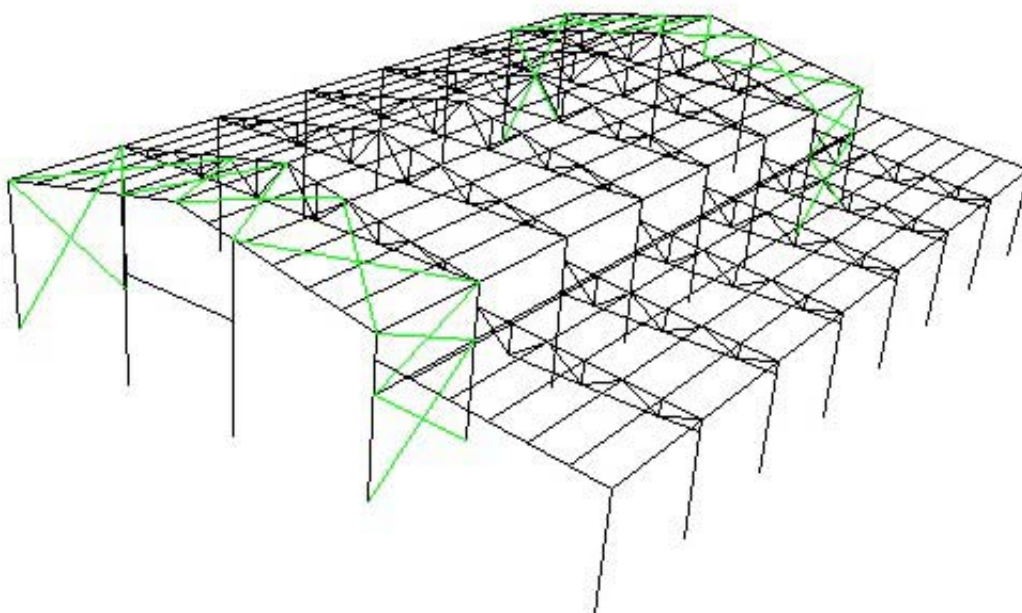


Figura 1. Esquema de la nave.

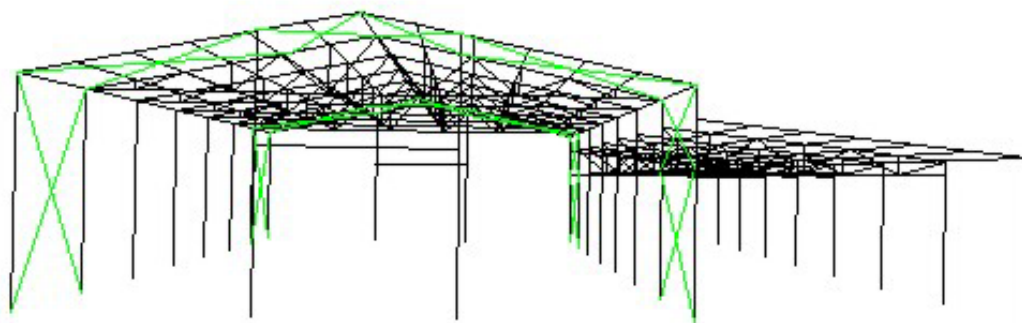


Figura 2. Vista esquemática frontal de la nave



1.1 DATOS GENERALES NECESARIOS PARA EL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DEL CONJUNTO NAVE-PORCHE.


| | | | | |
|--|---------------------------------|---|--|---|
| DATOS GENERALES | DATOS | SITUACIÓN PROVINCIA PARAJE POLIGONO PARCELAS SUPERFICIE (ha) | ALCÁZAR DE SAN JUAN CIUDAD REAL FORZOSA 37 44 Y 68 7,391 |  |
| | DATOS GEOMÉTRICOS | NAYE | LUZ DE LA NAVE (m) LONGITUD DE LA NAVE (m) SEPARACION ENTRE PORTICOS (m) PENDIENTE DE LA CUBIERTA % ALTURA DE PILARES LATERALES (m) ALTURA DE LA NAVE (m) | 20 42 6 25 7 9,5 |
| | | PORCHE | LUZ DEL PORCHE (m) LONGITUD DEL PORCHE (m) SEPARACIÓN ENTRE PÓRTICOS (m) PENDIENTE DE LA CUBIERTA % ALTURA DE PILARES LATERALES (m) ALTURA DEL PORCHE (m) | 10 42 6 10 5 6 |
| | MATERIAL DE CUBIERTA | NAYE | MATERIAL DE CUBIERTA CERRAMIENTO | DOBLE CHAPA GALVANIZADA CON AISLANTE INTERIOR PANELES DE HORMIGÓN |
| | | PORCHE | MATERIAL DE CUBIERTA CERRAMIENTO | CHAPA GALVANIZADA NO TIENE |
| | MATERIAL DE ESTRUCTURA | MATERIAL DE ESTRUCTURA TIPO TIPO PARA HORMIGÓN RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm ²) | ACERO A-42B B410S 410 | |
| | HORMIGÓN | HORMIGÓN DE LIMPIEZA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (N/mm ²) CONSISTENCIA TAMAÑO DEL ÁRIDO (mm) AMBIENTE | | HM/17,5/P/60/HA 17,5 PLÁSTICA 60 NORMAL |
| | | HORMIGÓN DE ZAPATA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (N/mm ²) CONSISTENCIA TAMAÑO DEL ÁRIDO (mm) AMBIENTE | | HA/25/P/40/HA 25 PLÁSTICA 40 NORMAL |
| | DATOS DE INTERÉS | • Terrona (N/mm ²) • Terrona (°) • Terrona (KN/M ³) • Hormigón (KN/M ³) | 0,25 30 18 25 | |
| | COEFICIENTES PARA COMBINACIONES | Coefficiente de minoración del hormigón Coefficiente de mayoración de carga Coefficiente de minoración del acero | γ _c γ _f γ _r | 1,5 1,6 1,15 |
| MATERIAL | ACERO | | | |
| TIPO | A-42B | | | |
| TENSIÓN ADMISIBLE (kg/cm ²) | 2600 | | | |
| TENSIÓN ADMISIBLE (kg/cm ²) MINORADA | 2260,869565 | | | |

Tabla 1. Datos generales para el cálculo de la nave.



1.2 ACOTADO.

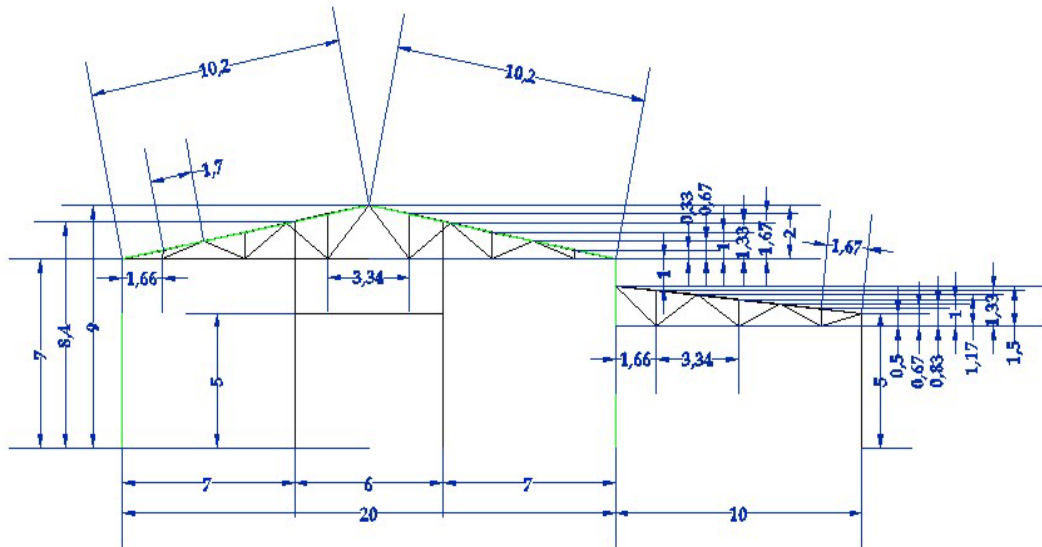


Figura 3. Pórtico central del conjunto nave-porche.

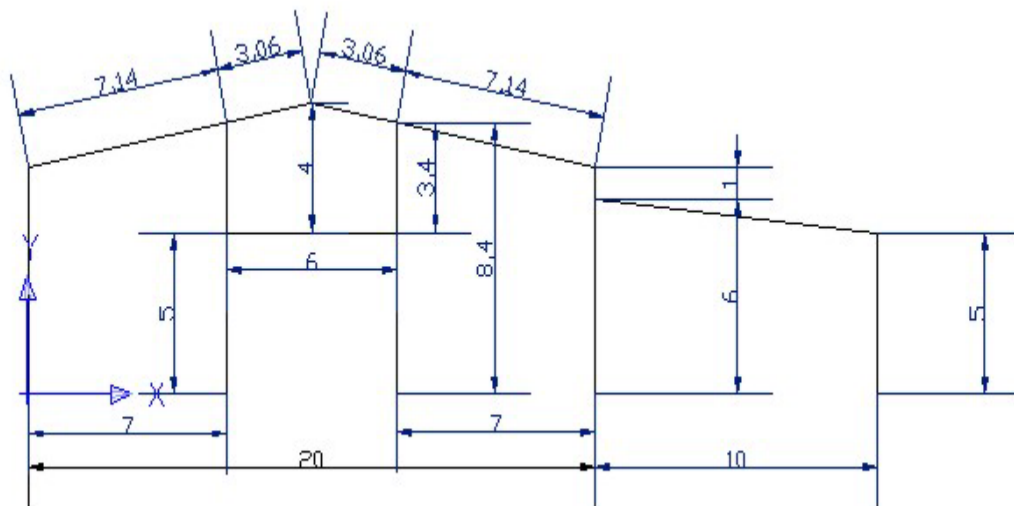


Figura 4. Hastial del conjunto nave-porche

1.3 ARRIOSTRAMIENTOS PREVISTOS PARA EL CONJUNTO NAVE-PORCHE.

Se dispondrá de arriostramientos tanto en sentido longitudinal de la nave como en sentido transversal, con la finalidad de hacer la estructura mucho más estable, más indesplazable y poder así reducir los perfiles, para aminorar los costes. Los arriostramientos son cruces de San Andrés de perfiles L, convenientemente dimensionados.



2. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA NAVE.

2.1. CARGA DE NIEVE (SEGÚN LA NORMATIVA NTE (ESPAÑA)).

| NIEVE | | | |
|----------|-------------------------------------|---------------------|--|
| NIEVE | SITUACION | ALCAZAR DE SAN JUAN | CARGAS DE NIEVE |
| | ALTITUD (m) | 600 | |
| | CARGA (kg/m ²) | 30 | CARGA SOBRE LA NAVE (kg/m ²) |
| | ANGULO HORIZONTAL FALDON DE LA NAVE | 14,036 | |
| | ANGULO HORIZONTAL FALDON DEL PORCHE | 5,711 | CARGA SOBRE EL PORCHE (kg/m ²) |
| | RADIANES | 0,244974414 | |
| RADIANES | 0,099675754 | | |

Tabla 2. Cargas de nieve sobre la estructura de la nave.

Nota

La carga de nieve es gravitatoria, cuyo valor depende de la pendiente de la cubierta sobre la cual se deposita y de la zona en la que nos encontremos. Ésta en *Metal 3D* se ha de introducir como puntual en los apoyos de las correas de la cubierta, tanto en las cerchas como en los dinteles de los hastiales.

Dicha carga se obtiene mediante el cálculo siguiente, que pasa la carga inicialmente superficial a una carga puntual .

$CARGA\ PUNTUAL = Carga\ en\ superficie\ de\ la\ cubierta\ (kg/m^2) \times Separación\ entre\ correas\ (m) \times (1.25 \times longitud\ de\ las\ correas\ (m)).$

Las correas son vigas continuas de dos vanos, esto estará justificado por soldaduras y uniones en obra.

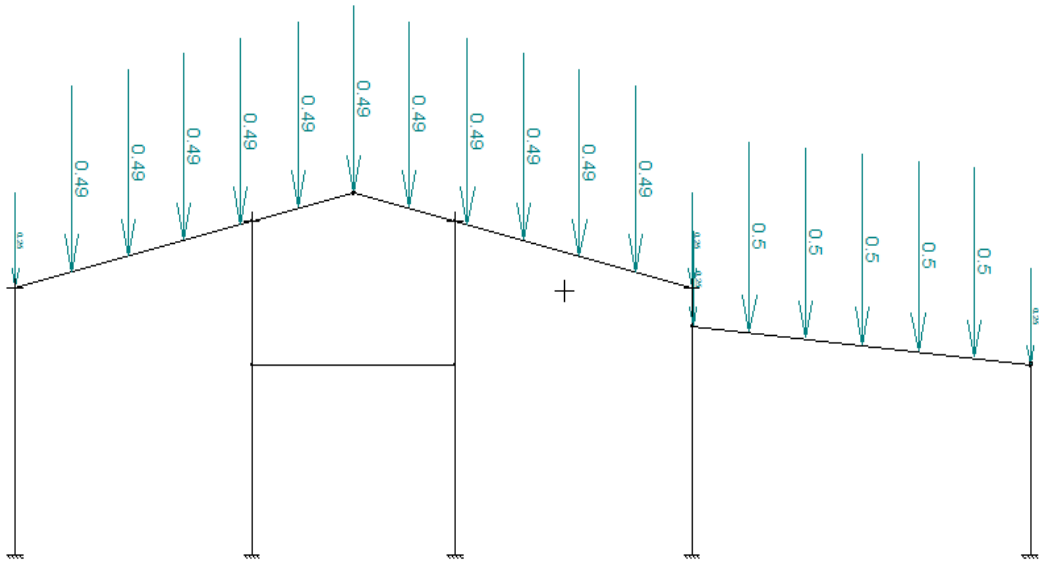


Figura 5. Carga de nieve en el hastial de la nave.

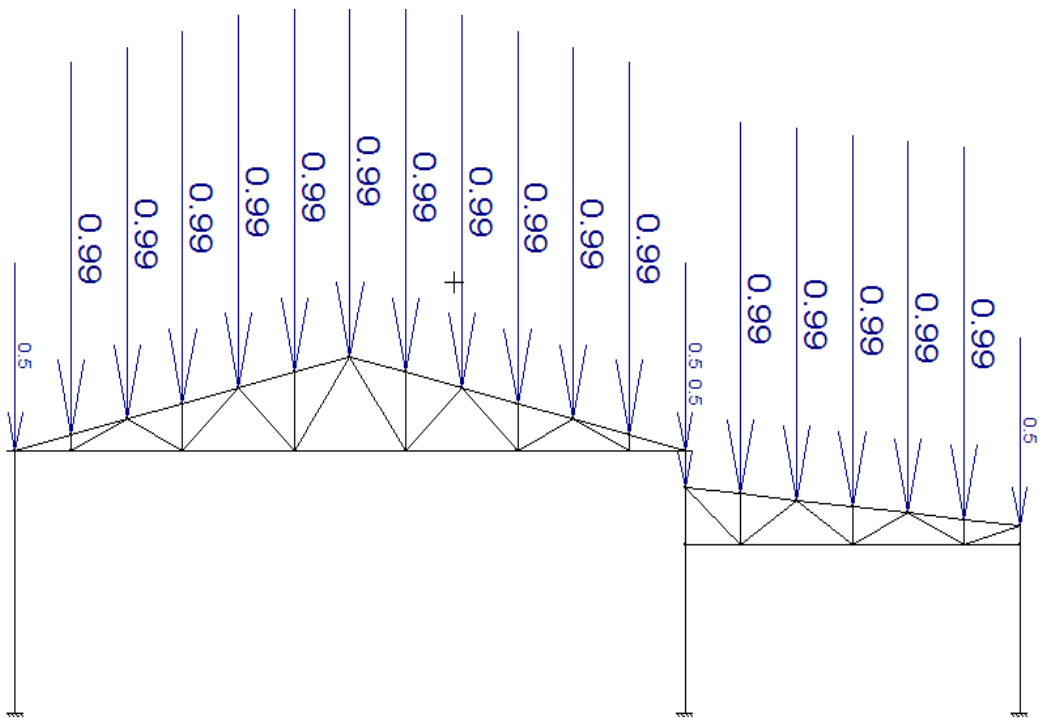


Figura 6. Carga de nieve en el pórtico intermedio de la nave.



2.2. CARGAS DE VIENTO SEGÚN LA NTE ESPAÑA.

2.2.1. CARGA DE VIENTO EN CUBIERTA EN EL COMPLEJO NAVE-PORCHE

HIPÓTESIS A

NAVE

| HIPOTESIS A | | Valor de m (kg/m ²) | | |
|--------------------------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| | | Altura menor | Altura total del pórtico | Altura mayor |
| Inclinación menor | 10 | 0 | 9,5 | 14 |
| Inclinación de cubierta | 14,03624347 | 5,247116508 | 5,776873463 | 6,457989549 |
| Inclinación mayor | 20 | 13 | 14,3125 | 16 |
| Valor de n (kg/m²) | | -13 | -14,3125 | -16 |

Tabla 3. Carga de viento en cubierta de la nave, hipótesis A

HIPÓTESIS B

NAVE

| HIPOTESIS B | | Valor de m (kg/m ²) | | |
|--------------------------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| | | Altura menor | Altura total del pórtico | Altura mayor |
| Inclinación menor | 10 | -38 | 9,5 | 14 |
| Inclinación de cubierta | 14,03624347 | -33,15650784 | -36,38766523 | -40,54201045 |
| Inclinación mayor | 20 | -26 | -28,1875 | -31 |
| Valor de n (kg/m²) | | -51 | -56,25 | -63 |

Tabla 4. Carga de viento en cubierta de la nave, hipótesis B



VALOR DE M1

PORCHE

| BARLOVENTO M1 | | Valor de m (kg/m2) | | |
|--------------------------------|-------------|--------------------|--------------------------|--------------|
| | | Altura menor | Altura total del pórtico | Altura mayor |
| | | 6 | 6 | 14 |
| Inclinación menor | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inclinación de cubierta | 5,710593137 | 29,124025 | 29,124025 | 35,97673677 |
| Inclinación mayor | 10 | 51 | 51 | 63 |
| SOTAVENTO M1 | | -29,124025 | | |

Tabla 5. Carga de viento en cubierta del porche, hipótesis A.

VALOR DE M2.

PORCHE

| BARLOVENTO M2 | | Valor de m (kg/m2) | | |
|--------------------------------|-------------|--------------------|--------------------------|--------------|
| | | Altura menor | Altura total del pórtico | Altura mayor |
| | | 6 | 6 | 14 |
| Inclinación menor | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inclinación de cubierta | 5,710593137 | 0 | 0 | 0 |
| Inclinación mayor | 10 | 0 | 0 | 0 |
| SOTAVENTO M1 | | 0 | | |

Tabla 6. Carga de viento en cubierta del porche, hipótesis B

2.2.2. CARGA DE VIENTO LATERAL EN EL COMPLEJO NAVE-PORCHE



NAVE

| | | Valor de la carga en (kg/m ²) | |
|---------------------------|----|---|-------|
| Altura menor (m) | 6 | 67 | + |
| Altura de pilares (m) | 7 | 69 | |
| Altura mayor (m) | 9 | 73 | |
| RESULTADOS | | | |
| Carga a barlovento (kg/m) | 46 | Carga a barlovento (tn/m) | 0,046 |
| Carga a sotavento (kg/m) | 23 | Carga a sotavento (tn/m) | 0,023 |

Tabla 7. Carga de viento lateral en la nave.

PORCHE

| | | Valor de la carga en (kg/m ²) | |
|---------------------------|-------------|---|-------------|
| Altura menor (m) | 3 | 53 | + |
| Altura de pilares (m) | 5 | 57,66666667 | |
| Altura mayor (m) | 6 | 60 | |
| RESULTADOS | | | |
| Carga a barlovento (kg/m) | 38,44444444 | Carga a barlovento (tn/m) | 0,038444444 |
| Carga a sotavento (kg/m) | 19,22222222 | Carga a sotavento (tn/m) | 0,019222222 |

Tabla 8. Carga de viento lateral en el porche.



Los datos obtenidos para las cargas de viento se adecúan a la normativa vigente, NTE (España). Esta normativa presenta dos hipótesis de viento por cada lateral del invernadero dependiendo del sentido y dirección del viento, las denominadas *hipótesis A y B*, separando en cada una de ellas el viento en cubierta situado a barlovento y a sotavento. Estas dos hipótesis de carga tendrán unos valores que dependerán de: la altura de cumbrera, la situación eólica y topográfica, el ángulo de inclinación de la cubierta y el porcentaje de huecos de la pared o elemento sobre la que actúan.

(Para la realización de cálculos). El programa *Metal 3D* contempla, únicamente cuatro hipótesis de viento (hipótesis A y B por la derecha y por la izquierda de la nave tanto en la cubierta como en la pared lateral). Pero además de estas hipótesis, se debe introducir las cargas de viento frontal en los hastiales, con lo que para poder generar esta nueva hipótesis de carga, se borran las hipótesis A y B en un sentido, y se agruparán las barras de tal manera que las que soporten la mayor carga sean las que queden como elemento dimensionado.

Según la normativa, en la estructura de la cubierta del porche aparece dependiendo del sentido del viento una carga sobre la cubierta del tipo trapecial, por lo que para simplificar cálculos se ha tomado como si fuera una carga uniformemente distribuida, cuyo valor es el mayor de todos los valores que toma la carga trapecial más desfavorable. Así el porche estará dimensionado para la situación más desfavorable, que es cuando el viento sopla a favor de la pendiente de cubierta, ya que la hipótesis de carga es de presión (en el caso de hipótesis de succión que superen en valor a todas las cargas de presión, la hipótesis más desfavorable sería la hipótesis de succión) por tanto estamos del lado de la seguridad.

El valor negativo de las cargas es debido a que estas son cargas de succión mientras que el valor positivo nos indica un valor de presión.

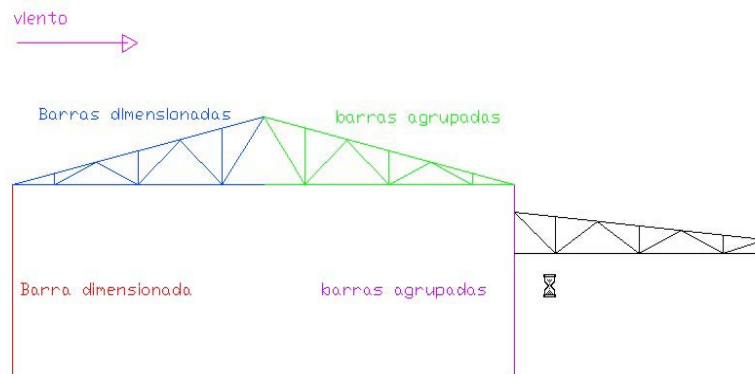


Figura 7. Agrupado transversal de barras.

Nota

El viento en cubierta es una carga superficial que se aplica perpendicularmente al plano de ésta, al igual que pasa con la carga de nieve, también está soportada por las correas que puntualmente transmitirán a cerchas en pórticos intermedios y a dinteles en pórticos hastiales esta carga.

A continuación y de una forma gráfica se va mostrar las hipótesis de viento introducidas en el programa, así como las cargas a aplicar, valor, sentido y dirección de estas.

HIPÓTESIS A IZQUIERDA

PÓRTICO HASTIAL

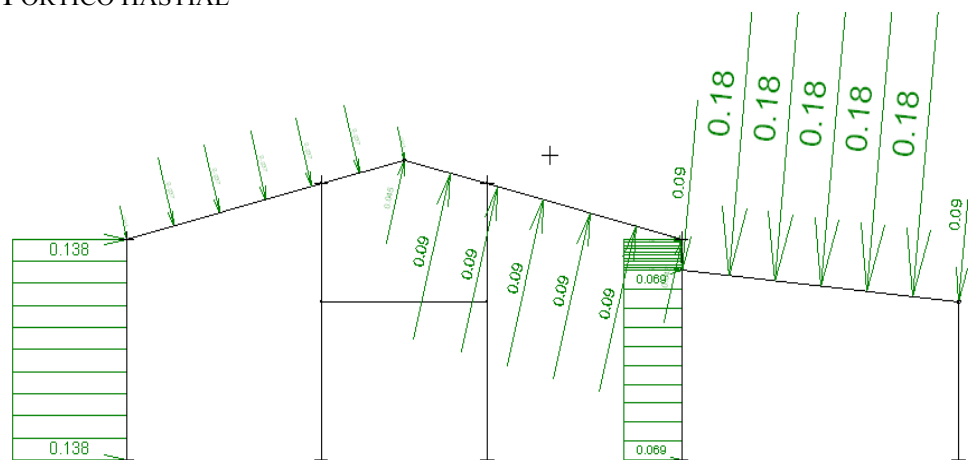


Figura 8. Carga de viento en cubierta y lateral en la nave-porche (hipótesis A, pórtico hastial)



VIENTO EN CUBIERTA HIPÓTESIS A

-NAVE

Valor de m 0,037 T

Valor de n -0.09 T

-PORCHE

Valor de M1 0.18 T

Valor de M2 0.00 T

VIENTO LATERAL

-NAVE

Viento lateral barlovento 0.138 T/m

Viento lateral Sotavento 0.069 T/m

-PORCHE

No se ha considerado la acción de viento lateral por la ausencia de cerramiento

INTERMEDIO.

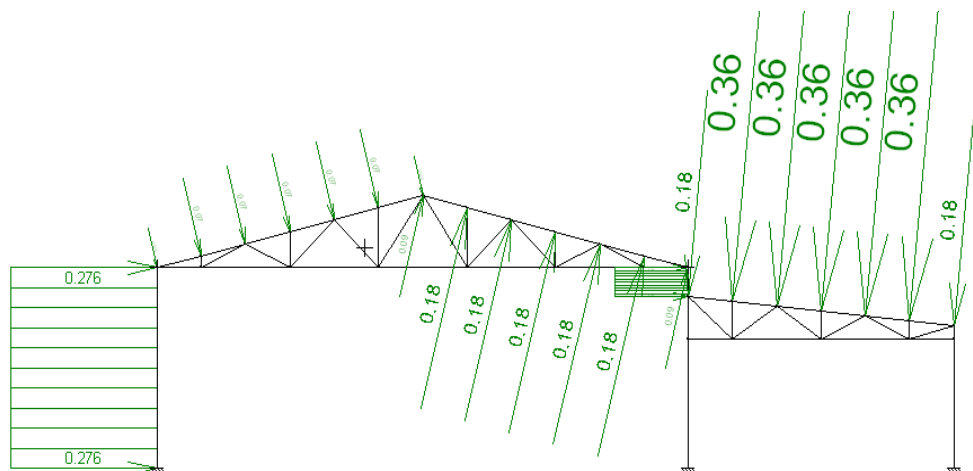


Figura 9. Carga de viento en cubierta y lateral en la nave-porche (hipótesis A pórtico central)



VIENTO EN CUBIERTA HIPÓTESIS A

-NAVE

Valor de m 0.07 T

Valor de n -0.18 T

-PORCHE

Valor de M1 0.36 T

Valor de M2 0.00 T

VIENTO LATERAL

-NAVE

Viento lateral barlovento 0.276 T/m

Viento lateral Sotavento 0.138 T/m

-PORCHE

No se ha considerado la acción de viento lateral por la ausencia de cerramiento.

HIPÓTESIS B IZQUIERDA

PÓRTICO HASTIAL

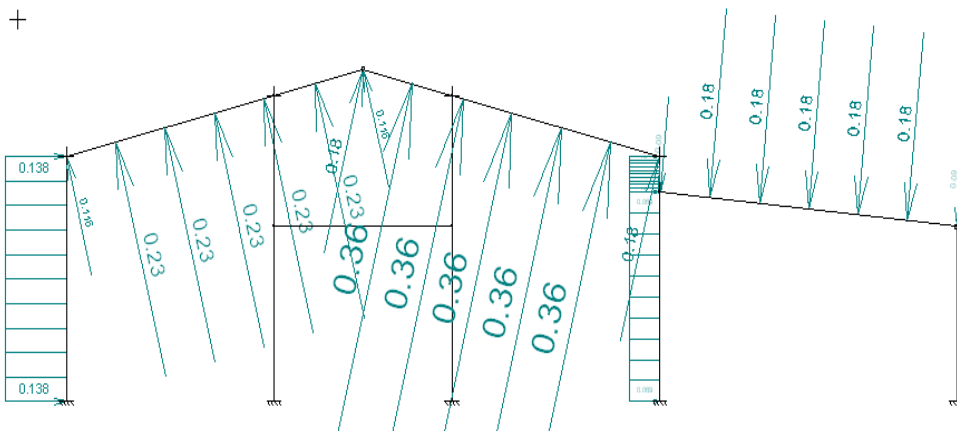


Figura 10. Carga de viento en cubierta y lateral en la nave-porche (hipótesis B pórtico Hastial)



VIENTO EN CUBIERTA HIPÓTESIS B

-NAVE

Valor de m -0.23 T

Valor de n -0.36 T

-PORCHE

Valor de M1 0.18 T

Valor de M2 0.00 T

VIENTO LATERAL

-NAVE

Viento lateral barlovento 0.138 T/m

Viento lateral Sotavento 0.069 T/m

-PORCHE

No se ha considerado la acción de viento lateral por la ausencia de cerramiento.

PÓRTICO INTERMEDIO.

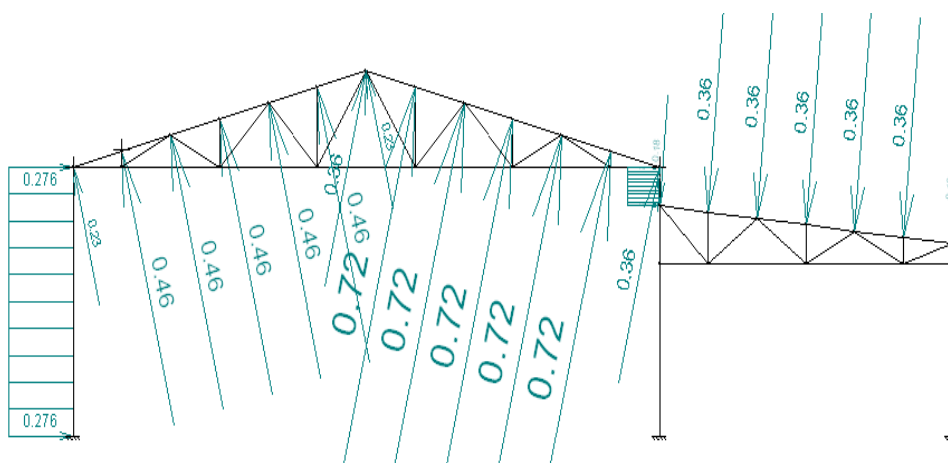


Figura 11. Carga de viento en cubierta y lateral en la nave-porche (hipótesis B pórtico central)



VIENTO EN CUBIERTA HIPÓTESIS B

-NAVE

Valor de m -0.46 T

Valor de n -0.72 T

-PORCHE

Valor de M1 0.36 T

Valor de M2 0.00 T

VIENTO LATERAL

-NAVE

Viento lateral barlovento 0.276 T/m

Viento lateral Sotavento 0.138 T/m

-PORCHE

No se ha considerado la acción de viento lateral por la ausencia de cerramiento

VIENTO EN LATERAL

Dependiendo del sentido del viento aparecerán cargas de barlovento y de sotavento en uno u otro lateral de la estructura, siendo las cargas de barlovento las dos terceras partes de la carga indicada por la normativa y las de sotavento una tercera parte. Esta carga será soportada por los pilares laterales y depende de: altura de la pared, zona eólica y situación topográfica de la zona donde se encuentra la estructura. (Cargas representadas en figuras 8, 9, 10 y 11).

CARGA LINEAL= Carga en superficie de la pared (kg/m^2) x separación entre pilares (m)

En el caso de los pilares de esquina la separación entre pilares será la mitad.



2.2.3. VIENTO FRONTAL (SEGÚN LA NTE ESPAÑA)

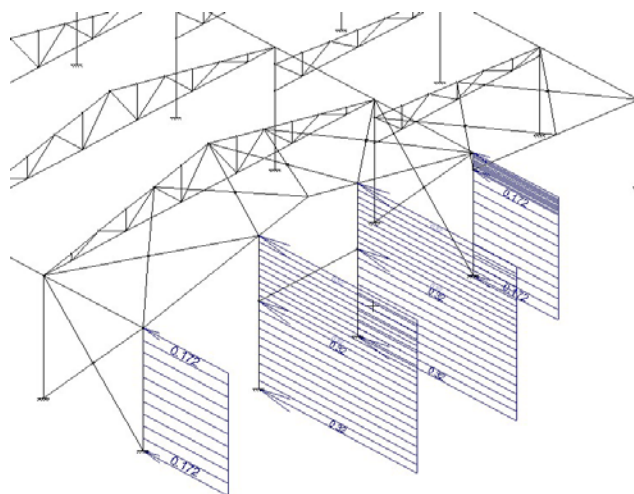


Figura 12. Representación del viento frontal.

El viento frontal es una carga inicialmente superficial que afecta a los hastiales de la estructura y cuyo valor depende de la altura de la pared sobre la cual actúa, además de la zona eólica y situación topográfica.

Dependiendo del sentido del viento aparecerán cargas de barlovento y de sotavento en uno u otro hastial, siendo las cargas de barlovento las dos terceras partes de la carga indicada por la normativa y las de sotavento la tercera parte de la carga indicada por normativa.

En *Metal 3D* introduciremos dos hipótesis de viento frontal dependiendo del sentido del viento. Así, se ahorrará el agrupamiento de barras en sentido longitudinal de la nave por omisión de hipótesis de viento, como ocurría con el viento lateral y en cubierta de la estructura.

Nota

Esta carga inicialmente superficial será soportada por los pilares del hastial de la estructura, por lo que la carga será transformada en lineal mediante el cálculo siguiente:



CARGA LINEAL = Carga en superficie de la pared (kg/m^2) x Separación entre pilares (m)

En el caso de los pilares de esquina la separación entre pilares será la mitad.

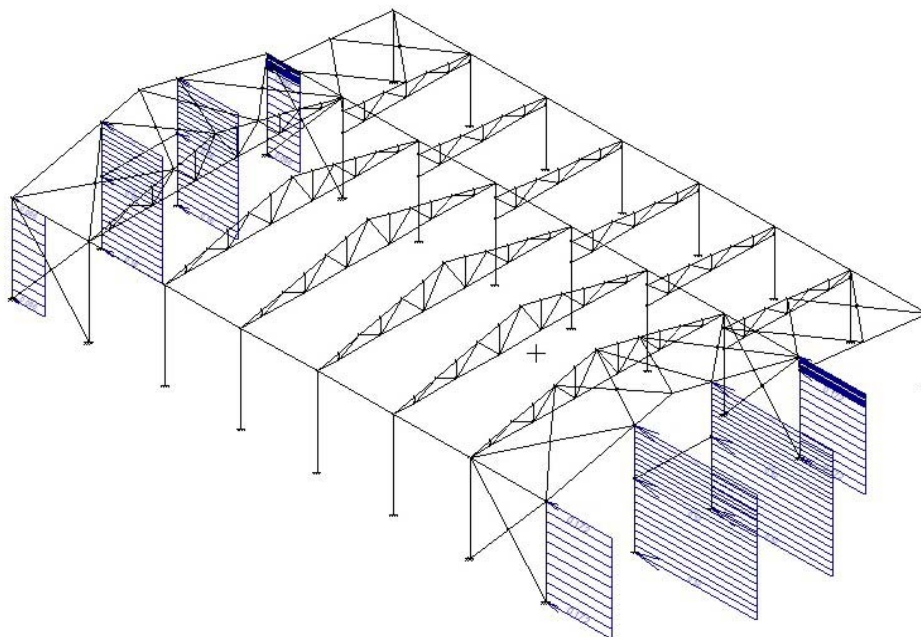


Figura 13. Representación del viento frontal.

En el porche no se aplica carga alguna, debido a que, al ser una estructura abierta ésta será mínima en los pilares ya que el área de actuación es solamente el canto del perfil metálico.

2.3. PESO PROPIO

El peso propio es una carga gravitatoria, que va a depender del perfil elegido para cada uno de los elementos de la estructura. Esta carga es lineal y está repartida a lo largo de cada uno de los perfiles de la estructura. En el caso de elementos en situación vertical como son los pilares, ésta es una carga triangular donde en la cabeza del pilar su valor es cero, alcanzando en la base el valor máximo, pero a efectos de cálculo se tomará como una carga puntual en la cabeza de los pilares.

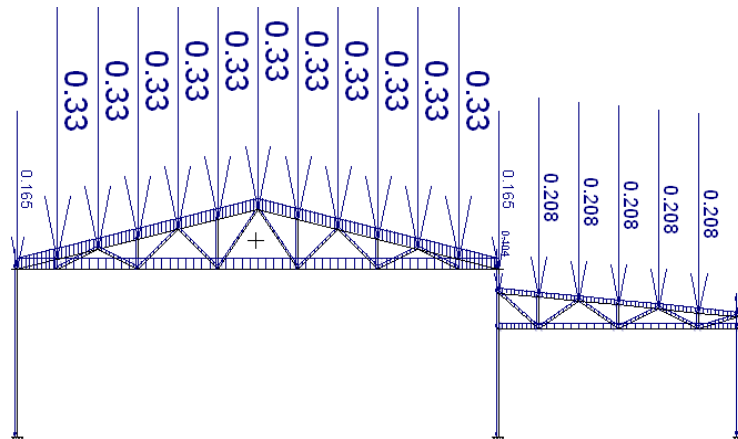


Figura 14. Peso propio en el pórtico intermedio de la nave-porche.

| | | SUPERFICIAL (kg/m ²) | LINEAL CORREA (kg/m) | PUNTUAL CERCHA (tn) |
|--|-----------------|----------------------------------|----------------------|---------------------|
| NAVE | Correa | Perfil | | |
| | IFE | 140 | 7,53 | 0,056475 |
| NAVE | Cubierta nave | 20 | 34,2 | 0,2565 |
| ACCESORIOS NAVE | | 2 | 3,42 | 0,02565 |
| SUMA NAVE | | | 45,15 | 0,338625 |
| CARGA LINEAL DINTEL DEL HASTIAL DE LA NAVE | | 79,21052632 | + | |
| | | SUPERFICIAL (kg/m ²) | LINEAL CORREA (kg/m) | PUNTUAL CERCHA (tn) |
| PORCHE | Correa | Perfil | | |
| | IFE | 140 | 7,71 | 0,057825 |
| PORCHE | Cubierta porche | 10 | 16,7 | 0,12525 |
| ACCESORIOS PORCHE | | 2 | 3,34 | 0,02505 |
| SUMA PORCHE | | | 27,75 | 0,208125 |
| CARGA LINEAL DINTEL DEL HASTIAL DEL PORCHE | | 49,8502994 | + | |

Tabla 9. Cargas de peso propio en la estructura de la nave-porche.

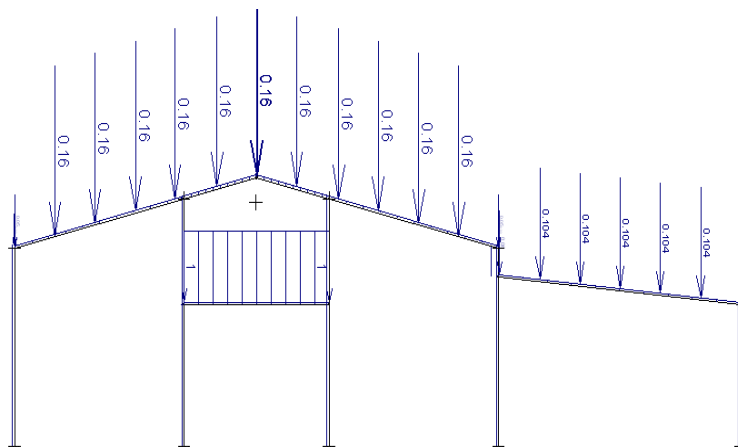


Figura 15. Peso propio en el hastial de la nave-porche.

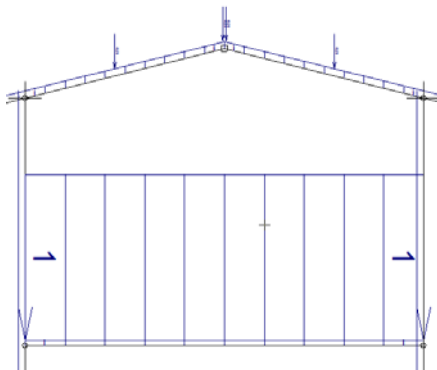


Figura 16. Carga en dintel

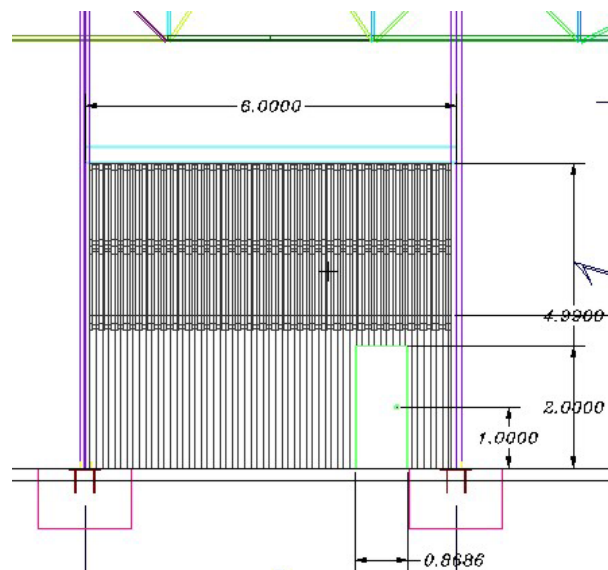


Figura 17. Portadas de entrada.

CARGA DEBIDA AL CONJUNTO PARED-PORTADAS

Dentro de las cargas de peso propio tendremos: la que soportará la viga que sostiene las portadas y la de la pared que queda por encima de ella. Esta carga es gravitatoria y lineal a lo largo de toda la longitud de la viga.

CARGA LINEAL= ((peso de las portadas (kg/m²) x superficie de las portadas (m²))/longitud de la viga de soporte (m)) + ((peso del muro de hormigón (kg/m²) x superficie que ocupa (m²)) / longitud de la viga soporte (m)).

CARGA DEBIDA A LAS CORREAS DE CUBIERTA (PREVIAMENTE DIMENSIONADAS)

El peso propio de las correas de cubierta, además de la propia cubierta y accesorios de montaje, estará soportado por las cerchas en los pórticos intermedios y por los dinteles en los pórticos hastiales. Éstas serán puntuales aplicadas en los apoyos de las correas y cuyo valor es el siguiente:

CARGA PUNTUAL = (Carga lineal debida al peso del perfil (kg/m) x 1.25 x longitud del vano de la correa (m)).



Se considera las correas como vigas continuas de dos vanos y con carga lineal uniformemente repartida.

CARGA DEBIDA A LAS VIGAS DE ATADO EN CABEZA DE PILARES

Las vigas de atado en la cabeza de los pilares de la nave en sentido longitudinal, serán soportadas por los pilares laterales y de esquina, por lo que cada uno de estos soportará una carga adicional de peso propio de valor:

CARGA PUNTUAL en cabeza de pilares = (Carga lineal debida al peso del perfil (kg/m) x longitud de la viga (m))/2.

Las vigas de atado son consideradas como vigas biapoyadas con carga uniformemente repartida.

Las correas laterales, al igual que pasa con las de atado en la cabeza de los pilares, serán soportadas por los pilares laterales y de esquina de la estructura, por lo que su peso se añade como carga puntual en el punto de inserción de estas en el pilar. El cálculo es igual al empleado para vigas de atado.

3.4. CARGAS DE SISMO (NTE (ESPAÑA))

Debido a que la nave no se encuentra en una zona sísmica, podemos omitir sin ningún problema en cuanto a la normativa las cargas de sismo.

3.5. SOBRECARGA DE USO.

No considero sobrecarga de uso debido a que la estructura ya esta suficientemente dimensionada.

Nota

La sobrecarga de uso en cubierta es una carga superficial gravitatoria y al igual que hacíamos con la de nieve, también está soportada por las correas que puntualmente transmitirán la carga a cerchas en pórticos intermedios y a dinteles en pórticos hastiales.



CARGA PUNTUAL = Carga en superficie de la cubierta (kg/m^2) x Separación entre correas (m) x (1.25 x longitud de las correas (m))
Suponemos que las correas son vigas continuas de dos vanos este dato estará justificado por soldaduras y uniones en obra.

3. DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DE CUBIERTA DEL COMPLEJO NAVE-PORCHE

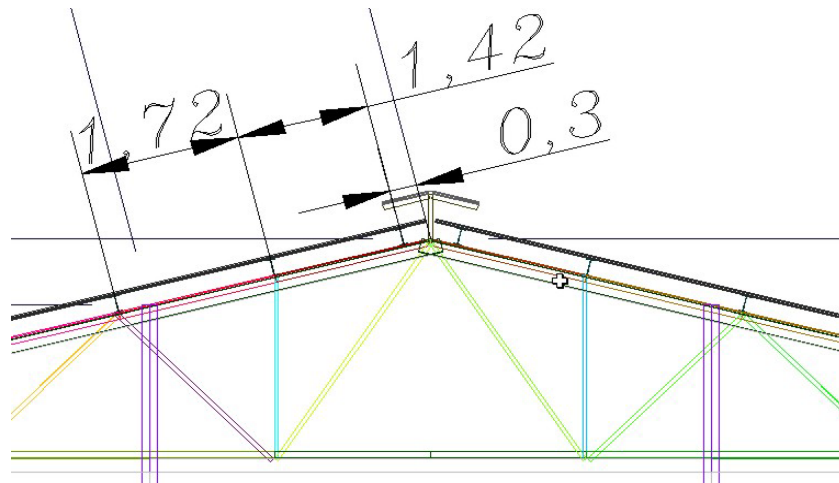


Figura 18. Correos de cubierta en la nave.

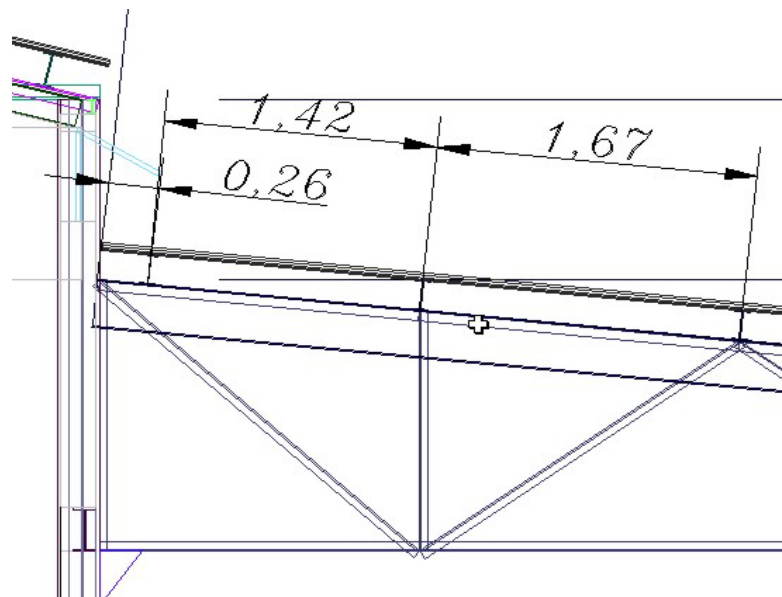


Figura 19. Correos de cubierta en el porche.



4. COLOCACIÓN DE LOS PERFILES

Antes de la realización de la nave se ha de tener un criterio para la colocación de los perfiles.

PILARES LATERALES

Se pondrán IPE, debido a que este tipo de perfil tiene un eje con mucha inercia que es el que utilizamos para ponerlo en el sentido transversal de la nave, ya que es en esta dirección en la que el pilar estará sometido a mayores solicitaciones, mientras que en el otro eje del pilar apenas aparecen aplicadas cargas y momentos, por lo que disponemos el eje de menor inercia en este sentido.

Aparecerá un ahorro considerable frente a un HEB ya que con éste desaprovechamos la inercia del eje orientado hacia el plano de menores solicitaciones.

Por otro lado para una mayor robustez y para un mejor montaje de placas de hormigón del cerramiento, se ha dispuesto pilares HEB como laterales, pese a lo anteriormente citado.

PILARES DE ESQUINA

Ya que estos tienen requerimientos de cargas y momentos en ambos sentidos pondremos pilares HEB que nos garantizarán gracias a su alta inercia en ambos ejes, resistencia en ambos sentidos.

CERCHAS

En las cerchas tanto del porche como de la nave, se utilizan perfiles 2L soldados con cordón discontinuo. Se utilizan estos perfiles por facilidad de montaje, por su precio competitivo y porque al trabajar todos los elementos de la cercha prácticamente a axil (bien a tracción o a compresión) son los perfiles indicados. Los perfiles se colocarán de tal manera que su montaje sea fácil (ver gráfico siguiente).

La unión se hará mediante una serie de chapas en las que cada uno de estos perfiles quedará soldado, de tal manera que la unión sea de la forma más sencilla posible.

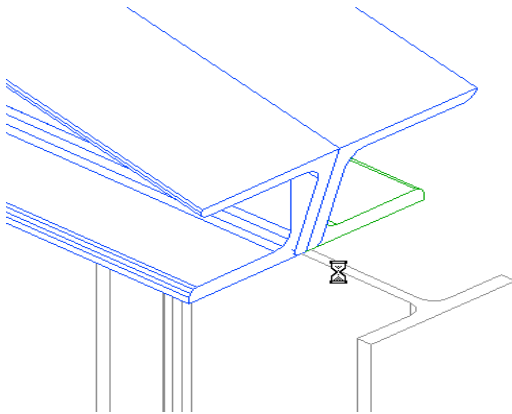


Figura 20. Apoyo de cerchas

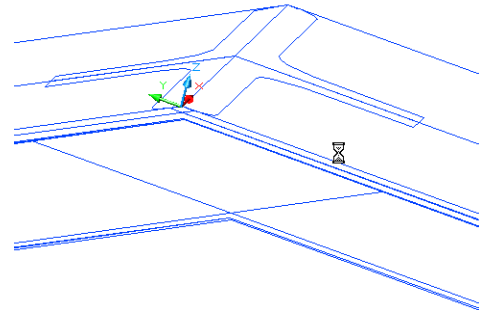


Figura 21. Unión en cumbrera

PILARES INTERIORES DEL HASTIAL

Se utilizan perfiles IPE girados de tal manera que su eje de mayor inercia se encuentre en sentido longitudinal de la nave, sabiendo que es en esta dirección y por cargas de viento frontal donde el perfil trabajará más.

DINTELES DEL HASTIAL

Se utilizan perfiles IPE, debido a que estos tienen requerimientos de cargas y momentos en el plano del pórtico hastial, por lo que es en este sentido donde se encontrará el eje de mayor inercia.

VIGAS DE ATADO DE CABEZA DE PILARES Y VIGA DE SOPORTE DE PORTADAS

Se utilizan perfiles IPE debido a que tienen solicitaciones únicamente en un plano que coincidirá con el eje de mayor inercia.

CORREAS

Se utilizan perfiles IPE porque estas tienen solicitaciones únicamente en el plano longitudinal de la correa, por lo que colocaríamos el eje de mayor inercia del perfil a favor de esas solicitaciones.

CRUCES DE SAN ANDRÉS



Se utilizarán perfiles L debido a que estas barras trabajan a axil y por lo tanto son los perfiles en L los ideales para este tipo de esfuerzos.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS NUDOS

PILARES

En la base de los pilares los nudos serán empotramientos perfectos.

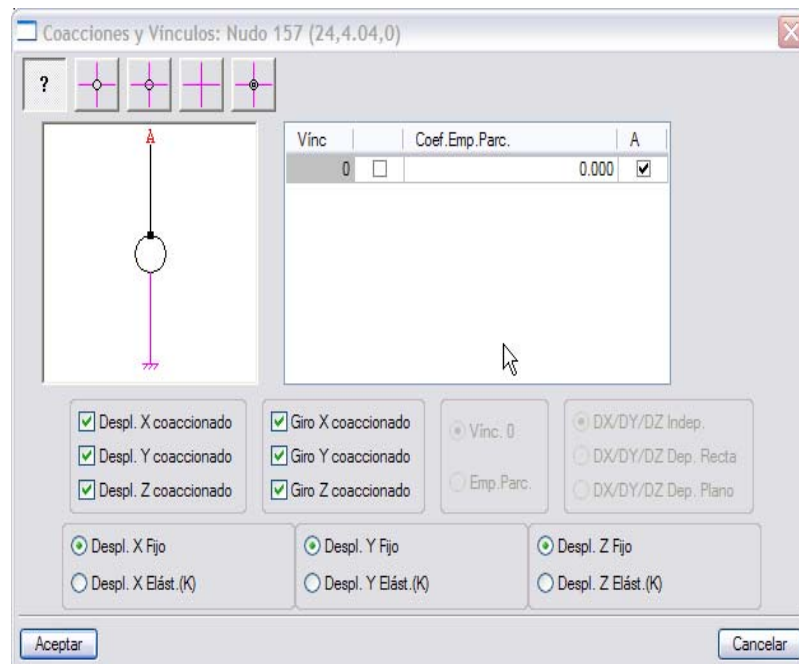


Figura 22. Nudos en la base de los pilares.

En aquellos pilares en cuya base esté soldada a una barra procedente de una cruz de San Andrés, se encontrará un nudo articulado con el pilar en la misma base. Por exigencias del programa para posteriormente poder definir y generar zapatas y placas de anclaje en pilares, las barras de arriostamientos no se articularán en la base de los pilares, sino en un punto generado de mayor cota. En la cabeza de los pilares las barras de arriostamiento, vigas de atado en la cabeza de los pilares y barras de cerchas se encontrarán articuladas con el pilar, únicamente encontraremos como barras empotradas, dinteles y pilares de esquina en hastiales. Los pilares internos del hastial se encuentran articulados en la cabeza de los pilares al dintel del hastial.

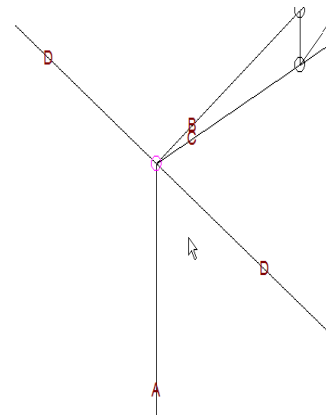
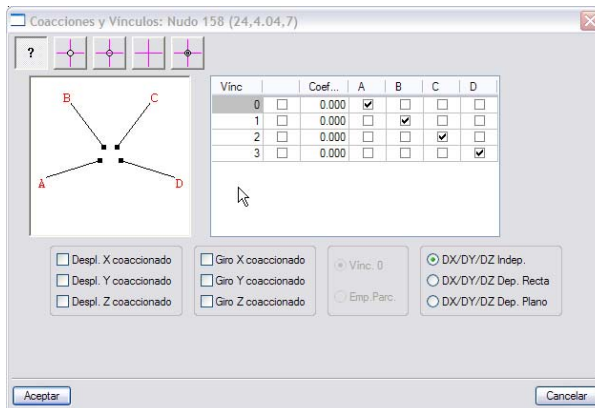


Figura 23. Nudo de cabeza de pilares laterales.

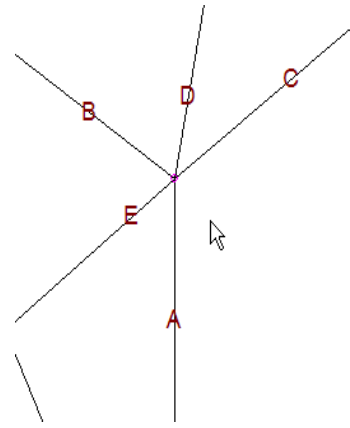
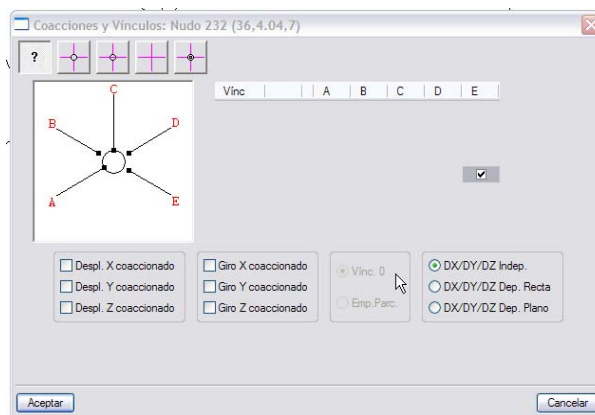


Figura 24. Nudo de cabeza de pilares de esquina.

CERCHAS

Los nudos de las cerchas estarán todos articulados, aunque en realidad se considerarán semiempotramientos lo que conlleva que transmiten una serie de momentos a tener en cuenta.

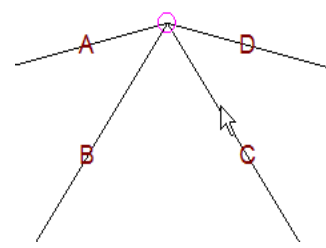
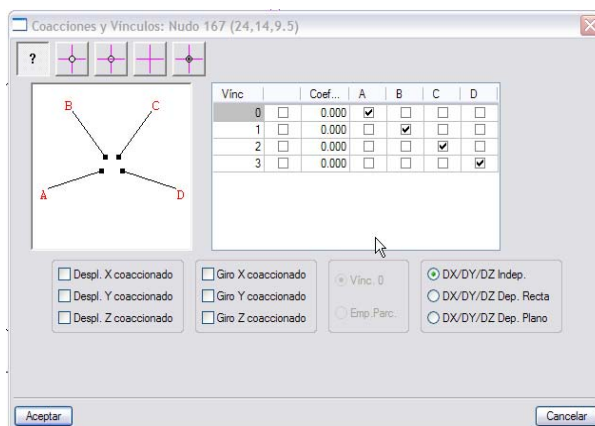


Figura 25. Nudo de unión de barras de la cercha.



- ✓ Como anteriormente se ha dicho, las distintas barras de atado se encuentran articuladas a los pilares en la cabeza.
- ✓ Las barras de arriostramiento se encontrarán articuladas en sus extremos a las barras sobre las que apoyan, bien sean dinteles o pilares.
- ✓ La jácena de soporte para las portadas también se encuentra articulada en sus extremos, así como la correa lateral en la pared medianera de nave y porche.
- ✓ El nudo de inserción del dintel del porche al pilar medianero del porche y de la nave, es una articulación, con lo que se evita la transmisión de momentos que subirían mucho los perfiles de la estructura y en consecuencia su precio. En el caso de un pórtico intermedio la cercha del porche tendrá articulado el par y el tirante al pilar de medianería.

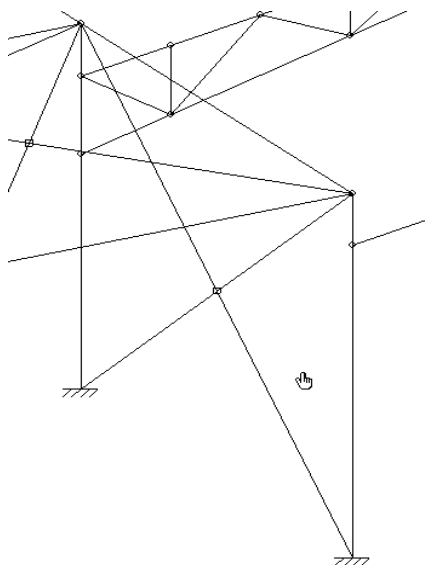


Figura 26. Nudo de inserción del dintel del porche al pilar de esquina de la nave.

6. AGRUPACION DE LOS PLANOS

Los planos quedarán agrupados por la facilidad para poder trabajar, sobre todo para la introducción de las cargas, la descripción de los nudos de la estructura y barras, y en el cálculo para poder dimensionar con mayor facilidad, debido a que planos agrupados tienen todas estas características iguales.

- ✓ Los pórticos intermedios de la estructura quedarán agrupados ya que sus cargas y estructura son iguales.



- ✓ Los pórticos hastiales al igual que los intermedios quedarán articulados ya que en ellos, las cargas se reducen a la mitad en relación a los intermedios.
- ✓ Las agrupaciones serán según plano YZ, plano del pórtico correspondiente.

7. AGRUPACIÓN DE BARRAS

El agrupamiento de barras se utiliza para facilitar la introducción de datos en barras, las barras agrupadas tendrán mismas características físicas, aunque pueden tener distinta flecha, distinto coeficiente de pandeo, distintas cargas etc...

PÓRTICO HASTIAL

Quedarán agrupadas:

Dinteles de la nave
Pilares de esquina de la nave
Pilares interiores del hastial

PÓRTICO INTERMEDIO

Quedarán agrupadas:

Pilares laterales de la nave
Pares de la cercha de la nave
Pares de la cercha del porche
Tirantes de la cercha de la nave
Tirantes de la cercha del porche
Diagonales de la cercha de la nave
Diagonales de la cercha del porche
Montantes de la cercha de la nave
Montantes de la cercha del porche

LATERALES DE LA ESTRUCTURA

Quedan agrupadas:

Vigas de atado en cabeza de pilares



Correas laterales

El agrupamiento de las barras de la estructura da mucha agilidad a la hora del dimensionamiento de la estructura.

8. PANDEO DE LA ESTRUCTURA

HASTIAL

XY

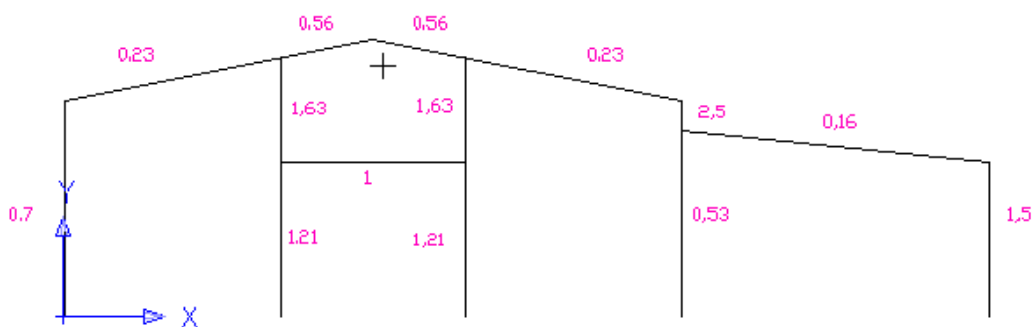


Figura 27. Coeficientes de pandeo en el hastial según el plano XY.

En los dinteles el coeficiente de pandeo en el plano XY es debido a las correas de cubierta ya que suponemos que éstas arriostran el dintel en el plano de la cubierta. La longitud de pandeo por tanto del dintel será la referente a una barra de correa en correa, cuyo coeficiente de pandeo es 1 por ser biarticulada. Esto ocurre tanto en el dintel de la nave como en el del porche.

Los pilares de esquina de la nave, se consideran en toda su longitud como empotrados en la base y articulados en cabeza, por lo que tendremos un coeficiente de pandeo de 0.7. Se toma el nudo de la cabeza del pilar como articulación, debido a que está apoyado con barras de arriostramiento.

El pilar de esquina del porche, al no tener arriostramientos en el plano xy se tomará como empotrado en la base y libre en la cabeza, con lo que el coeficiente de pandeo sería de 2, pero para ajustar más a la realidad y no ser tan estrictos se pondrá coeficiente 1.5 .



Los pilares interiores del hastial se consideran empotrados en la base y libres en la cabeza del pilar. Se puede rebajar este coeficiente teniendo en cuenta que en la cabeza de estos pilares irán articuladas cruces de San Andrés, que limitarán mucho el pandeo de la barra.

La barra de apoyo de las portadas tomará coeficiente 1, al considerarla barra biarticulada, aunque en realidad esta barra será libre-libre por no tener coacciones externas en sus nudos.

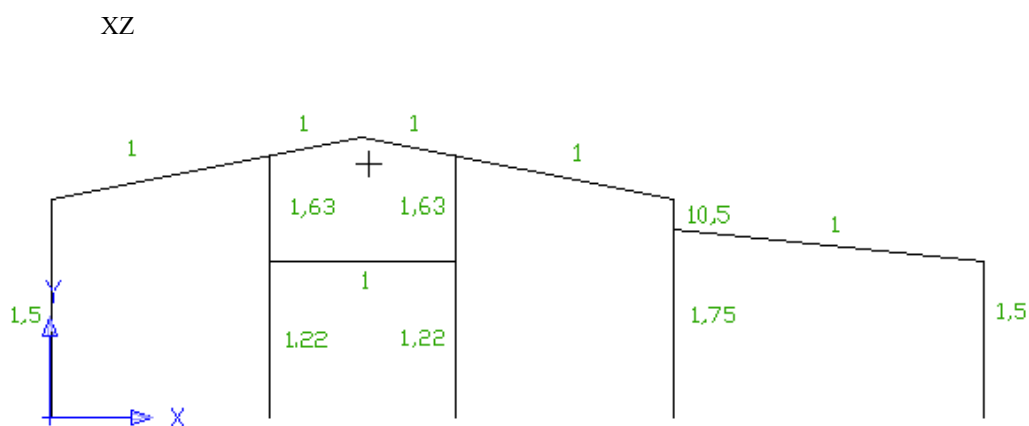


Figura 28. Coeficientes de pandeo en el hastial según el plano XZ.

El coeficiente de pandeo de los dinteles es **1**, debido a que estos en el plano del pórtico hastial se comportan como una barra articulada-articulada. (Gracias a las cruces de San Andrés y el cerramiento se justifica la coacción externa que proporciona la articulación a los nudos de los dinteles).

El coeficiente de pandeo de los pilares de esquina, tanto en la nave como en el porche es el de una barra empotrada-libre según el programa, es decir, 2 pero, contando con la disposición de cruces en cubierta que limitarán el movimiento del nudo superior, además de un muro que aunque no sea de obra arriestra igualmente, podemos bajar ese coeficiente a un valor seguro de **1.5**.



En los pilares interiores del hastial se considera que el coeficiente de pandeo es el referente a barras empotradas-articuladas, por lo que su valor es **1**.

La barra de apoyo de las portadas toma como coeficiente de pandeo el valor de **1** al considerarla como barra biarticulada, aunque en realidad esta barra será libre-libre por no tener coacciones externas en sus nudos.

INTERMEDIO
XY

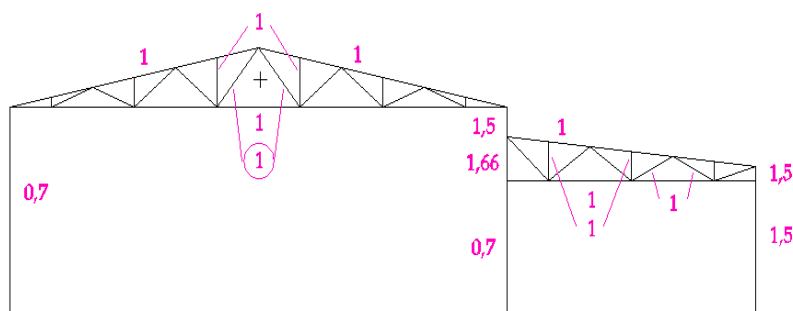


Figura 29. Coeficientes de pandeo del pórtico intermedio en el plano XY

En los pilares laterales de la estructura tanto en el porche como en la nave, el coeficiente de pandeo es el de una barra empotrada en la base y articulada en la cabeza debido a los arriostramientos unas veces por las cruces de San Andrés y otras por las vigas de atado en la cabeza de los pilares.

Debido a la normativa los montantes y diagonales de las cerchas tienen un coeficiente de pandeo de 1 en el plano perpendicular a la cercha, mientras que los pares y los tirantes en este plano pandearán como una barra biarticulada, los pares debido a las correas de cubierta y los tirantes debido a las características de los nudos que definen estas barras.

ZX

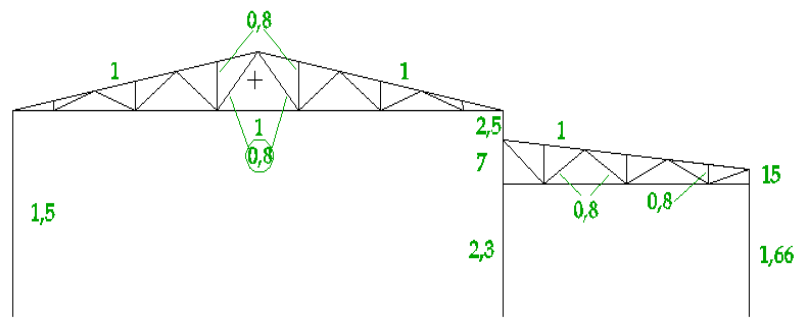


Figura 30. Coeficientes de pandeo del pórtico intermedio en el plano XY

El coeficiente de pandeo en pilares laterales es el de barras empotradas-libres, pero debido a la disposición de las cerchas podemos entender que ese nudo de cabeza, en el plano del pórtico tendrá limitación en su movimiento, esto hace que podamos bajar el coeficiente de pandeo de 2 a 1.5.

Los montantes y diagonales de las cerchas por normativa deben de tener coeficientes de 0.8 en el plano de la cercha. Los pares se comportarán como barras biarticuladas, siendo las coacciones externas que provocan esa articulación las uniones con diagonales y montantes. Los tirantes pandearán como si todos juntos formarían una barra biarticulada de pilar a pilar, por lo que su longitud de pandeo será la del fragmento de barra que ocupan (debido a problemas con sobredimensionamiento y considerando que estos tirantes trabajarán a tracción lo que provocará que no pandeen, podemos poner un coeficiente de pandeo de 1 en vez del que le correspondería, que sería de 6 en tirantes grandes y 12 en tirantes pequeños).

En las vigas de atado de la cabeza de los pilares el coeficiente de pandeo en los dos sentidos de 1, por ser barras biapoyadas en los pilares laterales y de esquina.

9. PANDEO LATERAL DE EL CONJUNTO NAVE PORCHE

El pandeo lateral surge en los perfiles metálicos laminados como consecuencia de la flexión. Cuando la barra flexiona normalmente, el ala superior queda comprimida, mientras que el ala inferior queda traccionada, por lo que el



ala comprimida crea un giro sobre el perfil que lo hace inestable y puede hacerlo volcar.

En *Metal 3D* introduciremos según sea el ala superior o el ala inferior, un coeficiente de momentos que nos indica la normativa (viene en función del tipo de barra y del diagrama de momentos al que se verá sometida dicha barra) además de la longitud de arriostramiento a la que quedará sometida dicha ala.

DINTELES DEL HASTIAL

El ala superior de estos esta arriostrada transversalmente por las correas de cubierta. El ala inferior únicamente esta arriostrada en los nudos inicial y final del dintel por los pilares, vigas de atado y cruces. Son barras biarticuladas.

PILARES DE ESQUINA E INTERIORES DEL HASTIAL

Tanto el ala inferior como el ala superior estarán arriostradas en los nudos inicial y final por cruces de San Andrés, vigas de atado y dinteles, en el caso de pilares de esquina y por dinteles y el propio suelo, en pilares interiores del hastial.

El pilar de esquina de la nave compartido con el porche, tiene el ala inferior arriostrada a 4,5 m del suelo por el dintel del porche. Todos estos pilares se consideran empotrados en la base y articulados en cabeza.

JÁCENA DE SOPORTE DE LAS PORTADAS

Es una barra arriostrada en sus extremos por los pilares interiores del hastial, incluso podemos decir que queda arriostrada el ala superior en toda su longitud por el bloque de hormigón del cerramiento. Es una barra biapoyada.

DIAGONALES MONTANTES TIRANTES Y PARES DE LAS CERCHAS.

Son barras de corta longitud y biarticuladas, todas con perfiles 2L, por lo que no comprobaremos pandeo lateral.

PILARES LATERALES DE NAVE Y DE PORCHE



Tanto el ala inferior como el ala superior estarán arriostradas en los nudos inicial y final del pilar por cruces y vigas de atado. El pilar compartido con el porche, tiene el ala inferior arriostrada a 4,5 m del suelo por los tirantes de la cercha del porche. Todos estos pilares se consideran empotrados en la base y articulados en cabeza.

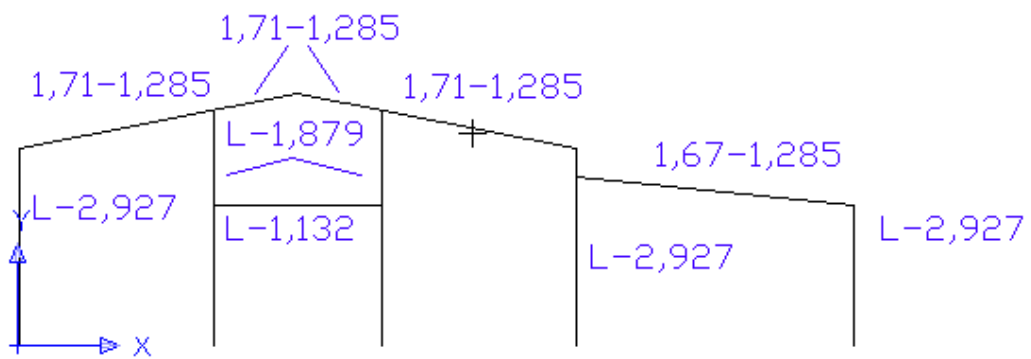


Figura 31. Pandeo del ala superior del hastial de la nave

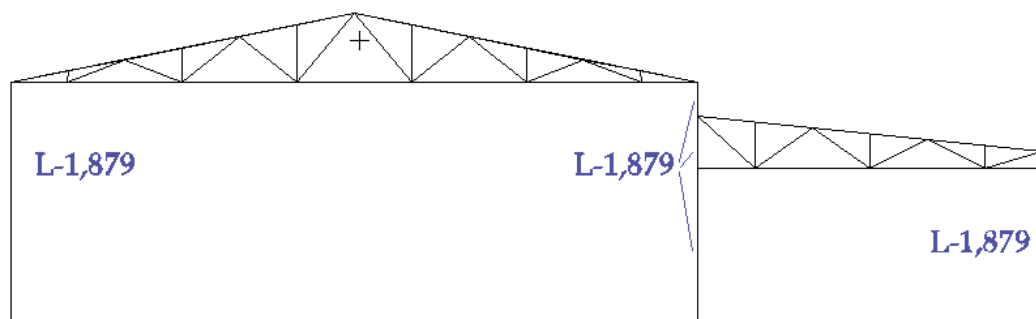


Figura 32. Pandeo del ala superior del intermedio de la nave

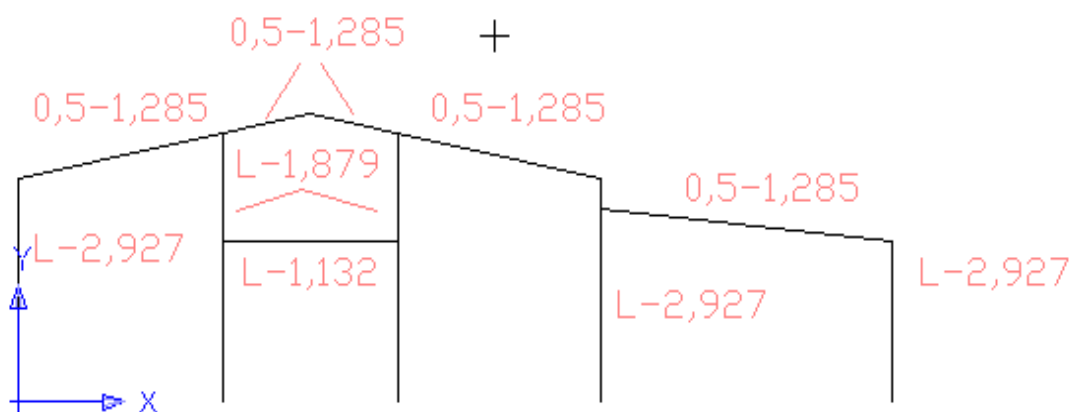


Figura 33. Pandeo del ala inferior del hastial de la nave

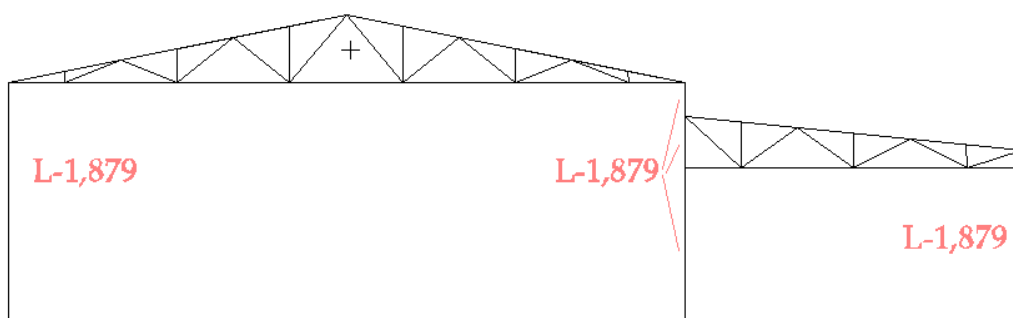


Figura 34. Pandeo del ala inferior del intermedio de la nave

10. ARRIOSTRAMIENTOS

El proceso de cálculo seguido es el siguiente:

Para los arriostramientos en el sentido longitudinal del conjunto nave-porche, se ha creado un archivo en el cual se han dispuesto únicamente los pórticos que se verán afectados directamente, es decir, el hastial y el pórtico que interiormente le sigue, se han colocado los arriostramientos o barras que trabajan a tracción, considerando únicamente cargas que actúan según el sentido longitudinal del conjunto nave-porche, esas barras definidas como perfiles L, tendrán un coeficiente de pandeo en ambos planos de 0, se han ligado los desplazamientos de los nudos que definen estos arriostramientos según la dirección de las correas de cubierta y se han eliminado todo tipo de cargas dejando únicamente aquellas que



intervengan en dirección longitudinal a la nave, es decir, el viento frontal. Con todo esto, se dimensionarán las barras que forman los arriostramientos que actúan en sentido longitudinal.

Para arriostramientos en el sentido transversal del conjunto nave-porche se ha creado otro archivo en el cual se han dispuesto únicamente los pórticos que entrarán que se verán afectados directamente, es decir, el hastial y el pórtico que interiormente le sigue, se han colocado los arriostramientos o barras que trabajan a tracción, considerando únicamente las cargas que actúan según el sentido transversal del conjunto nave-porche, esas barras definidas como perfiles L tendrán un coeficiente de pandeo en ambos planos de 0, y se han eliminado todo tipo de cargas dejando únicamente aquellas que intervengan en la dirección transversal a la nave, es decir, el viento lateral. Con todo esto se dimensionarán las barras que forman los arriostramientos que actúan en sentido transversal.

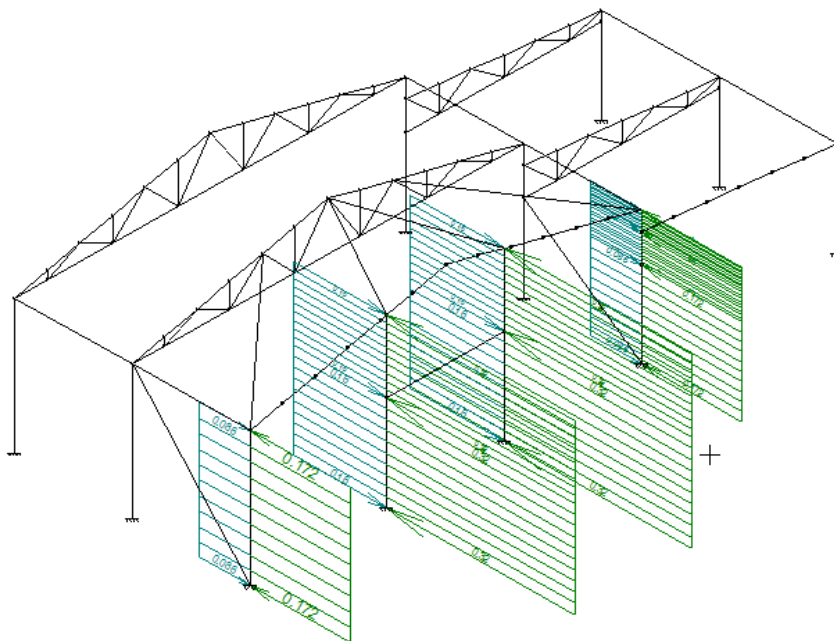


Figura 35. Cálculo de los arriostramientos en sentido longitudinal.

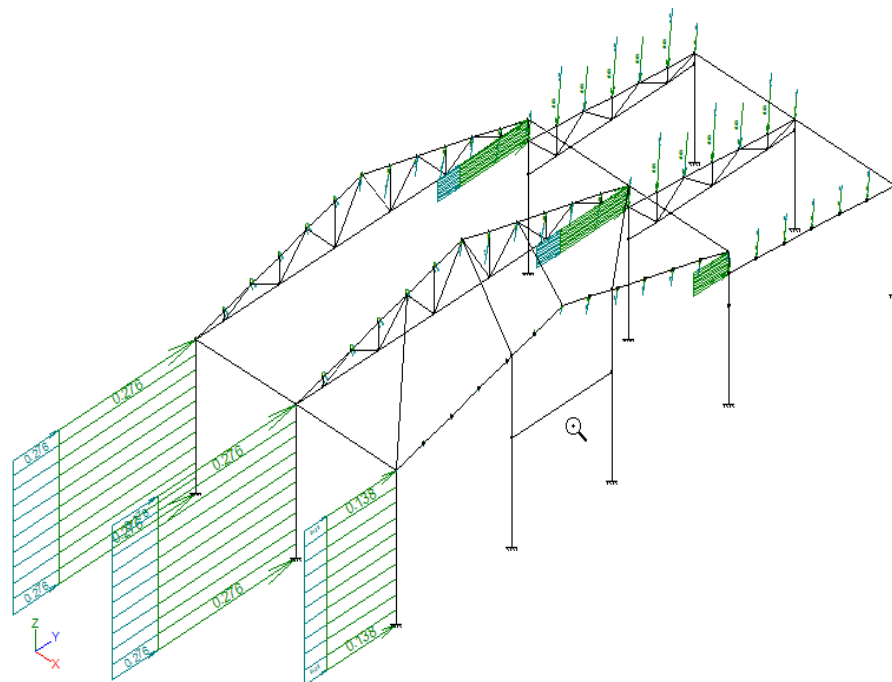


Figura 36. Cálculo de los arriostramientos en sentido transversal.

DIMENSIONAMIENTO

HASTIAL

| | |
|--------------------------------|---------|
| PILARES DE ESQUINA DE LA NAVE | HEB-160 |
| PILARES DE ESQUINA DEL PORCHE | HEB-160 |
| PILARES INTERIORES DEL HASTIAL | IPE-160 |
| DINTELES DE LA NAVE | IPE-120 |
| DINTELES DEL PORCHE | IPE-240 |
| VIGA DE SOPORTE DE PORTADAS | IPE-270 |

INTERMEDIO

| | |
|------------------------------------|----------|
| PARES DE LA CERCHA DE LA NAVE | 2L-80X10 |
| PARES DE LA CERCHA DEL PORCHE | 2L-60X6 |
| DIAGONALES DE LA CERCHA DE LA NAVE | 2L-45x5 |
| DIAGONALES DE LA CERCHA DEL PORCHE | 2L-40x6 |
| MONTANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE | 2L-40X4 |
| MONTANTES DE LA CERCHA DEL PORCHE | 2L-40X4 |
| TIRANTES DE LA CERCHA DE LA NAVE | 2L-80X10 |



TIRANTES DE LA CERCHA DEL PORCHE 2L-80x10

ARRIOSTRAMIENTOS

CRUCES DE SAN ANDRÉS EN CUBIERTA L-40X5

CRUCES DE SAN ANDRES EN LATERALES L-40X4

VIGAS DE ATADO HEB-120

CORREAS LATERALES HEB-120

CORREAS DE LA NAVE IPE-160

CORREAS DEL PORCHE IPE-160

11. CIMENTACIÓN

Para calcular la cimentación del conjunto Nave-Porche, se recurre al programa *Zapatas* que dimensiona todo tipo de zapatas aisladas, mientras que las placas de anclaje quedarán calculadas por el programa *Metal 3D*.

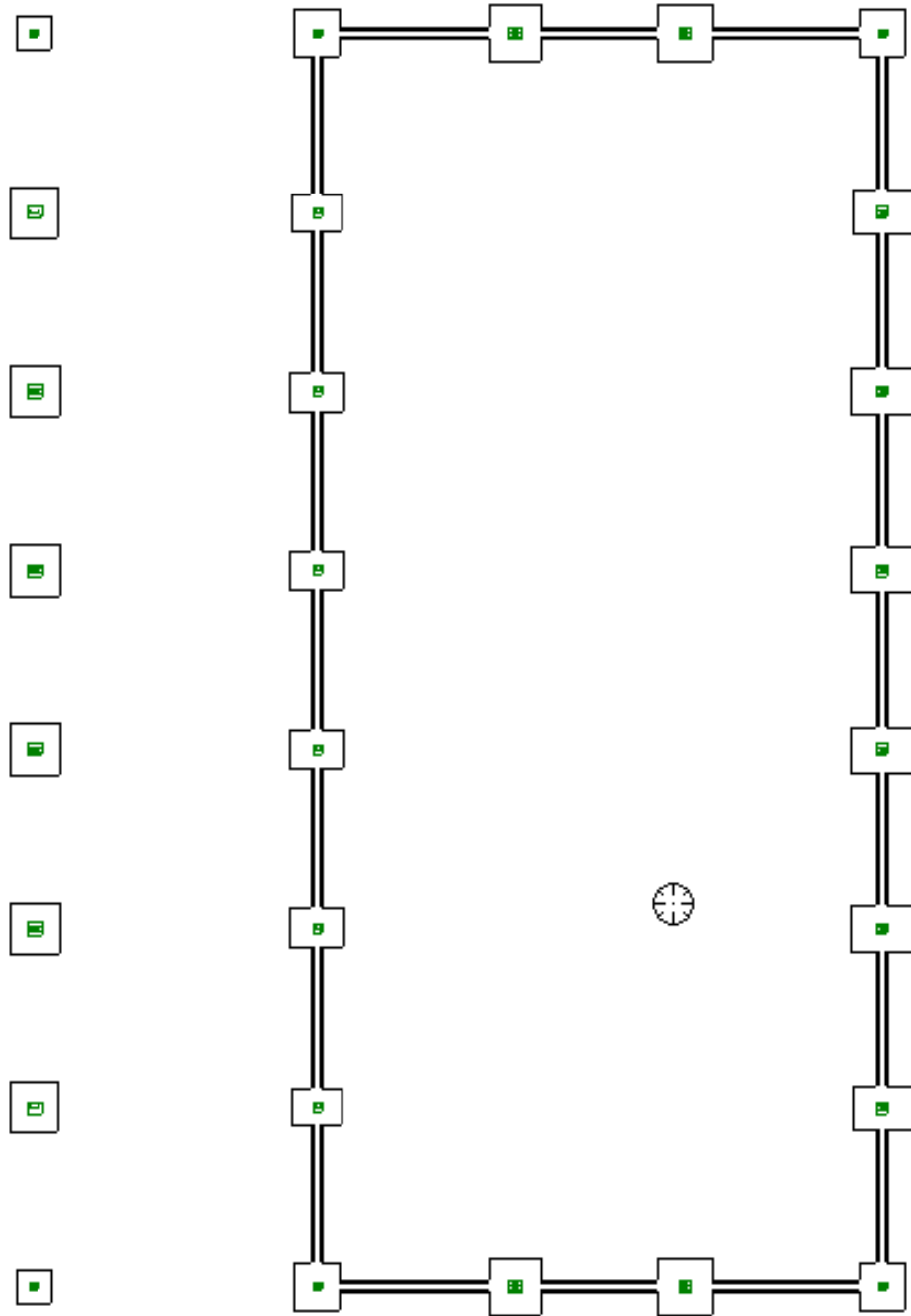


Figura 37. Detalle de la cimentación del conjunto nave-porche.

11.1 DATOS GENERALES

MATERIALES



| Acero | | |
|--|------------|---|
| Tipo de Acero | | |
| <input checked="" type="radio"/> B400S <input type="radio"/> B500S | | |
| Límite Elástico del Acero | $f_{yk} =$ | <input type="text" value="400"/> N/mm^2 |
| Cuantía Geométrica Mínima | | <input type="text" value="2"/> ‰ |

| Hormigón | | |
|------------------------------|--------------|--|
| Resistencia Característica | $f_{ck} =$ | <input type="text" value="25"/> N/mm^2 |
| Peso específico del hormigón | $\gamma_h =$ | <input type="text" value="25"/> kN/m^3 |

| Coefficientes | | |
|---|--------------|-----------------------------------|
| Coefficiente de minoración del acero | $\gamma_s =$ | <input type="text" value="1.15"/> |
| Coefficiente de minoración del hormigón | $\gamma_c =$ | <input type="text" value="1.5"/> |
| Coefficiente de mayoración de cargas | $\gamma_f =$ | <input type="text" value="1.6"/> |

Figura 38. Datos referentes a los materiales utilizados

TERRENO

| | | |
|---|--------------|---|
| <input type="checkbox"/> Zapata arriostrada | | |
| Tensión Admisible del Terreno | $\sigma_t =$ | <input type="text" value="0.2"/> N/mm^2 |
| Peso Específico del Terreno | $\gamma_t =$ | <input type="text" value="18"/> kN/m^3 |
| Tipo de Terreno | | |
| <input checked="" type="radio"/> Arenoso <input type="radio"/> Con Cohesión | | |

Figura 39. Datos referentes al terreno

| | | |
|----------------------|---------------|---|
| Angulo de Rozamiento | $\varphi_r =$ | <input type="text" value="30"/> °C |
| Valor de la Cohesión | $C =$ | <input type="text" value="0"/> N/mm^2 |

Figura 40. Datos referentes al terreno.



11.2. ZAPATAS

Las zapatas serán de hormigón armado, centradas y rectangulares en los pilares de esquina e interiores del hastial, así como en los laterales del porche debido a que estos están sometidos a cargas en todos los planos del espacio. En pilares laterales de la nave, debido a que estos sólo estarán sometidos a cargas en el plano transversal de la nave y de forma axial, se pondrá por ahorro de elementos metálicos de armado y hormigón, zapatas de hormigón armado rectangulares centradas.

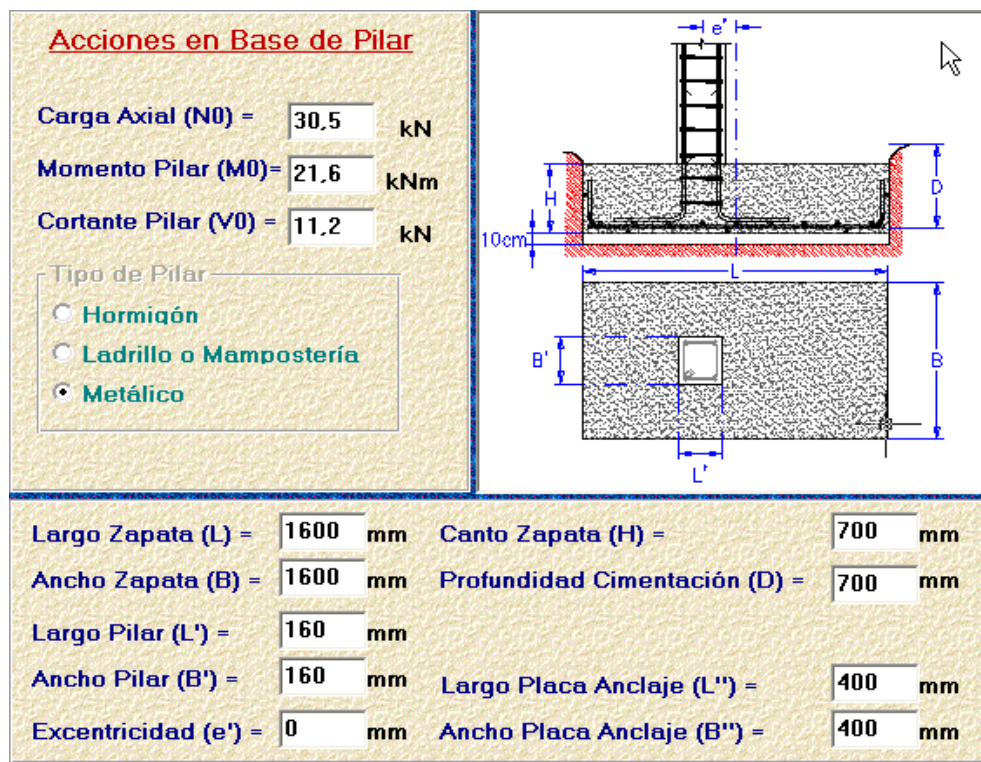


Figura 41. Dimensiones de la zapata 1 (Zapata lateral izquierda del hastial primero)



Resultados:

COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

| | |
|--|--|
| Coficiente de Seguridad al Vuelco = 2,05 | Tensión Máxima = 0,077 N/mm ² |
| Coficiente de Seguridad a Deslizamiento = 2,45 | Tensión Mínima = 0,002 N/mm ² |

CALCULO A FLEXION

| | |
|---|--|
| Capacidad Mecánica a flexión = 683 kN | Capacidad Mecánica real de la armadura = 699 kN |
| Armadura Longitudinal: 10 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 160 mm Terminación (vuelo mayor) = levantada 50 mm Terminación (vuelo menor) = levantada 50 mm | Armadura Transversal: 6 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 160 mm Terminación = levantada 50 mm |

COMPROBACIONES

| Esfuerzo Cortante | Fisuración | Punzonamiento |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Esfuerzo Cortante = 4,42 kN | Tensión de Servicio = 11,27 N/mm ² | Punzonamiento = 0,00 kN |
| Carga de Agotamiento = 706 kN | Tensión de Agotamiento = 200 N/mm ² | Tensión de Agotamiento = 0 kN |

Zapata Rígida.

Figura 42. Armadura de la zapata 1

Acciones en Base de Pilar

Carga Axial (N0) = 56,15 kN
Momento Pilar (M0) = 11,19 kNm
Cortante Pilar (V0) = 11,28 kN

Tipo de Pilar
 Hormiçón
 Ladrillo o Mampostería
 Metálico

| | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| Largo Zapata (L) = 1450 mm | Canto Zapata (H) = 600 mm |
| Ancho Zapata (B) = 1450 mm | Profundidad Cimentación (D) = 600 mm |
| Largo Pilar (L') = 160 mm | Largo Placa Anclaje (L'') = 350 mm |
| Ancho Pilar (B') = 160 mm | Ancho Placa Anclaje (B'') = 350 mm |
| Excentricidad (e') = 0 mm | |

Figura 43. Dimensiones de la zapata 2. (Zapata de pilar de esquina derecho del hastial primero)



Resultados:

COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

| | |
|--|--|
| Coefficiente de Seguridad al Vuelco = 3,54 | Tensión Máxima = 0,077 N/mm ² |
| Coefficiente de Seguridad a Deslizamiento = 2,83 | Tensión Mínima = 0,006 N/mm ² |

CALCULO A FLEXION

| | |
|--|--|
| Capacidad Mecánica a flexión = 522 kN | Capacidad Mecánica real de la armadura = 559 kN |
| Armadura Longitudinal: 8 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 185 mm Terminación (vuelo mayor) = con patilla normalizada Terminación (vuelo menor) = con patilla normalizada | Armadura Transversal: 6 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 185 mm Terminación = con patilla normalizada |

COMPROBACIONES

| Esfuerzo Cortante | Fisuración | Punzonamiento |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Esfuerzo Cortante = 6,89 kN | Tensión de Servicio = 10,78 N/mm ² | Punzonamiento = 0,00 kN |
| Carga de Agotamiento = 557 kN | Tensión de Agotamiento = 200 N/mm ² | Tensión de Agotamiento = 0 kN |

Zapata Rígida.

Figura 44. Armadura de la zapata 2.

Acciones en Base de Pilar

Carga Axial (N0) = 85,74 kN
 Momento Pilar (M0) = 45,82 kNm
 Cortante Pilar (V0) = 26,24 kN

Tipo de Pilar
 Hormiçón
 Ladrillo o Mampostería
 Metálico

Largo Zapata (L) = 1750 mm Canto Zapata (H) = 650 mm
 Ancho Zapata (B) = 1750 mm Profundidad Cimentación (D) = 650 mm
 Largo Pilar (L') = 160 mm
 Ancho Pilar (B') = 160 mm Largo Placa Anclaje (L'') = 450 mm
 Excentricidad (e') = 0 mm Ancho Placa Anclaje (B'') = 450 mm

Figura 45. Dimensiones de la Zapata 3. (Zapata de pilares interiores del hastial primero)



Resultados:

COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

| | |
|--|--|
| Coefficiente de Seguridad al Vuelco = 1,89 | Tensión Máxima = 0,126 N/mm ² |
| Coefficiente de Seguridad a Deslizamiento = 1,88 | Tensión Mínima = 0,001 N/mm ² |

CALCULO A FLEXION

| | |
|---|--|
| Capacidad Mecánica a flexión = 688 kN | Capacidad Mecánica real de la armadura = 699 kN |
| Armadura Longitudinal: 10 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 177 mm Terminación (vuelo mayor) = con anclaje recto Terminación (vuelo menor) = con anclaje recto | Armadura Transversal: 6 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 177 mm Terminación = con anclaje recto |

COMPROBACIONES

| Esfuerzo Cortante | Fisuración | Punzonamiento |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Esfuerzo Cortante = 18,61 kN | Tensión de Servicio = 11,37 N/mm ² | Punzonamiento = 0,00 kN |
| Carga de Agotamiento = 722 kN | Tensión de Agotamiento = 200 N/mm ² | Tensión de Agotamiento = 0 kN |

Zapata Rígida.

Figura 46. Armadura de la Zapata 3.

Acciones en Base de Pilar

Carga Axial (N0) = 47.33 kN
Momento Pilar (M0) = 22.86 kNm
Cortante Pilar (V0) = 15.33 kN

Tipo de Pilar
 Hormiçón
 Ladrillo o Mampostería
 Metálico

Largo Zapata (L) = 1400 mm Canto Zapata (H) = 600 mm
Ancho Zapata (B) = 1400 mm Profundidad Cimentación (D) = 600 mm
Largo Pilar (L') = 160 mm
Ancho Pilar (B') = 160 mm Largo Placa Anclaje (L'') = 400 mm
Excentricidad (e') = 0 mm Ancho Placa Anclaje (B'') = 400 mm

Figura 47. Dimensiones de la zapata 4. (Zapata de esquina del hastial primero del porche)



Resultados:

COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

Coficiente de Seguridad al Vuelco = 1,68 Tensión Máxima = 0,129 N/mm²
 Coficiente de Seguridad a Deslizamiento = 1,82 Tensión Mínima = 0,000 N/mm²

CALCULO A FLEXION

Capacidad Mecánica a flexión = 504 kN Capacidad Mecánica real de la armadura = 559 kN

| | |
|--|--|
| Armadura Longitudinal: 8 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 178 mm Terminación (vuelo mayor) = levantada 50 mm Terminación (vuelo menor) = levantada 50 mm | Armadura Transversal: 6 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 178 mm Terminación = levantada 50 mm |
|--|--|

COMPROBACIONES

| Esfuerzo Cortante | Fisuración | Punzonamiento |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Esfuerzo Cortante = 4,04 kN | Tensión de Servicio = 10,40 N/mm ² | Punzonamiento = 0,00 kN |
| Carga de Agotamiento = 538 kN | Tensión de Agotamiento = 200 N/mm ² | Tensión de Agotamiento = 0 kN |

Zapata Rígida.

Figura 48. Armadura de la zapata 4.

Acciones en Base de Pilar

Carga Axial (N0) = 127,4 kN
 Momento Pilar (M0) = 29,9 kNm
 Cortante Pilar (V0) = 18,7 kN

Tipo de Pilar

Hormiçón

Ladrillo o Mampostería

Metálico

| | | | |
|----------------------|---------|-------------------------------|--------|
| Largo Zapata (L) = | 2100 mm | Canto Zapata (H) = | 650 mm |
| Ancho Zapata (B) = | 2100 mm | Profundidad Cimentación (D) = | 650 mm |
| Largo Pilar (L') = | 160 mm | Largo Placa Anclaje (L'') = | 400 mm |
| Ancho Pilar (B') = | 160 mm | Ancho Placa Anclaje (B'') = | 400 mm |
| Excentricidad (e') = | 0 mm | | |

Figura 49. Dimensiones de la zapata 5. Zapata 5 (Zapata lateral izquierda del pórtico intermedio)



Resultados:

COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

| | |
|--|--|
| Coficiente de Seguridad al Vuelco = 4,97 | Tensión Máxima = 0,072 N/mm ² |
| Coficiente de Seguridad a Deslizamiento = 3,87 | Tensión Mínima = 0,018 N/mm ² |

CALCULO A FLEXION

| | |
|---|--|
| Capacidad Mecánica a flexión = 826 kN | Capacidad Mecánica real de la armadura = 839 kN |
| Armadura Longitudinal: 12 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 177 mm Terminación (vuelo mayor) = con anclaje recto Terminación (vuelo menor) = con anclaje recto | Armadura Transversal: 6 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 177 mm Terminación = con anclaje recto |

COMPROBACIONES

| Esfuerzo Cortante | Fisuración | Punzonamiento |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Esfuerzo Cortante = 37,55 kN | Tensión de Servicio = 11,37 N/mm ² | Punzonamiento = 0,00 kN |
| Carga de Agotamiento = 867 kN | Tensión de Agotamiento = 200 N/mm ² | Tensión de Agotamiento = 0 kN |

Zapata Rígida.

Figura 50. Armadura de la zapata 5.

Acciones en Base de Pilar

Carga Axial (N0) = 181,2 kN
 Momento Pilar (M0) = 4,73 kNm
 Cortante Pilar (V0) = 9,13 kN

Tipo de Pilar
 Hormiçón
 Ladrillo o Mampostería
 Metálico

| | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| Largo Zapata (L) = 1450 mm | Canto Zapata (H) = 500 mm |
| Ancho Zapata (B) = 1450 mm | Profundidad Cimentación (D) = 500 mm |
| Largo Pilar (L') = 160 mm | Largo Placa Anclaje (L'') = 350 mm |
| Ancho Pilar (B') = 160 mm | Ancho Placa Anclaje (B'') = 350 mm |
| Excentricidad (e') = 0 mm | |

Figura 51. Dimensiones de la Zapata 6. (Zapata del pilar lateral derecho del intermedio de la nave)



Resultados:

COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

| | |
|--|--|
| Coficiente de Seguridad al Vuelco = 16,18 | Tensión Máxima = 0,117 N/mm ² |
| Coficiente de Seguridad a Deslizamiento = 8,27 | Tensión Mínima = 0,080 N/mm ² |

CALCULO A FLEXION

| | |
|--|--|
| Capacidad Mecánica a flexión = 425 kN | Capacidad Mecánica real de la armadura = 490 kN |
| Armadura Longitudinal: 7 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 216 mm Terminación (vuelo mayor) = con anclaje recto Terminación (vuelo menor) = con anclaje recto | Armadura Transversal: 6 Ø 16 Separación entre ejes de redondos = 216 mm Terminación = con anclaje recto |

COMPROBACIONES

| Esfuerzo Cortante | Fisuración | Punzonamiento |
|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Esfuerzo Cortante = 41,38 kN | Tensión de Servicio = 10,03 N/mm ² | Punzonamiento = 0,00 kN |
| Carga de Agotamiento = 472 kN | Tensión de Agotamiento = 200 N/mm ² | Tensión de Agotamiento = 0 kN |

Zapata Rígida.

Figura 52. Armadura de la zapata 6.

Acciones en Base de Pilar

Carga Axial (N0) = 82,13 kN
 Momento Pilar (M0) = 34,57 kNm
 Cortante Pilar (V0) = 17,65 kN

Tipo de Pilar
 Hormiçón
 Ladrillo o Mampostería
 Metálico

| | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| Largo Zapata (L) = 1450 mm | Canto Zapata (H) = 600 mm |
| Ancho Zapata (B) = 1450 mm | Profundidad Cimentación (D) = 600 mm |
| Largo Pilar (L') = 330 mm | Largo Placa Anclaje (L'') = 5500 mm |
| Ancho Pilar (B') = 160 mm | Ancho Placa Anclaje (B'') = 3500 mm |
| Excentricidad (e') = 0 mm | |

Figura 53. Dimensiones de la Zapata 7 (Zapata del pilar lateral del porche en pórtico intermedio)

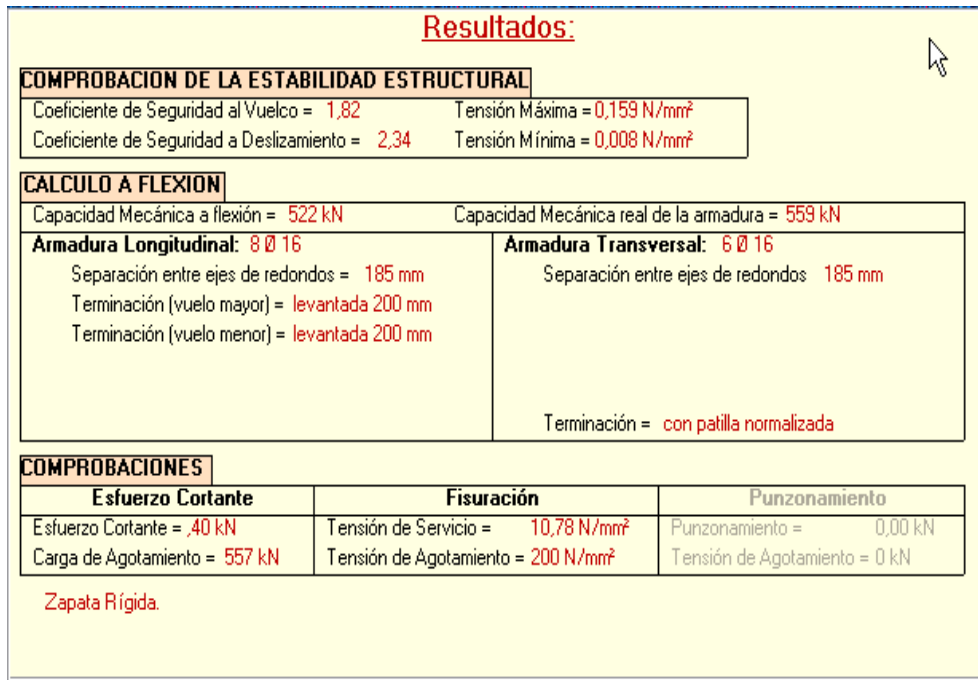


Figura 54. Armadura de la zapata 7.

11.1 PLACAS DE ANCLAJE

Se generarán con pernos de acero liso A-4D de diámetro 20 mm, con tuerca como unión con la placa de anclaje, terminación en patilla con gancho de 180° y separación del borde 50 mm. Estas placas para garantizar una soldabilidad con el pilar se ha limitado su espesor a 20 mm, con lo que en caso de que se necesiten con mayor espesor se dispondrán de cartelas de bisel de 45° y espesor no superior a 20 mm.

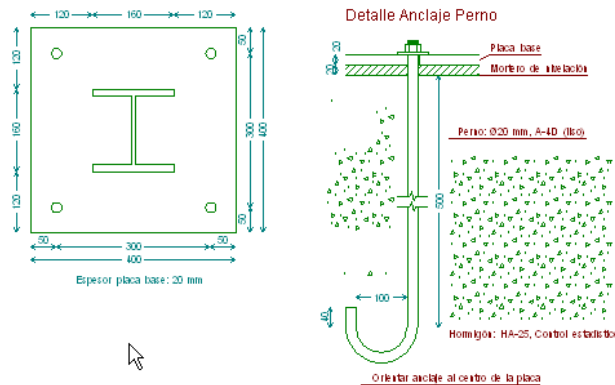
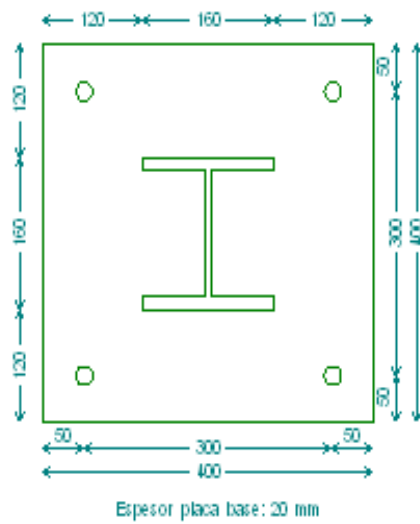


Figura 55. Placa de anclaje de zapata 1.



Detalle Anclaje Perno

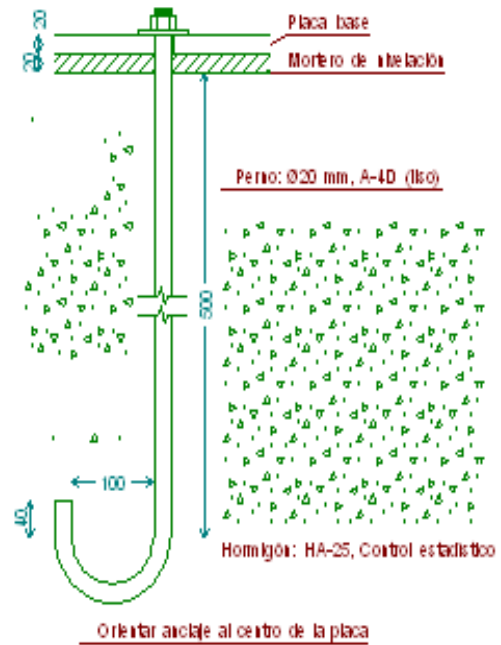
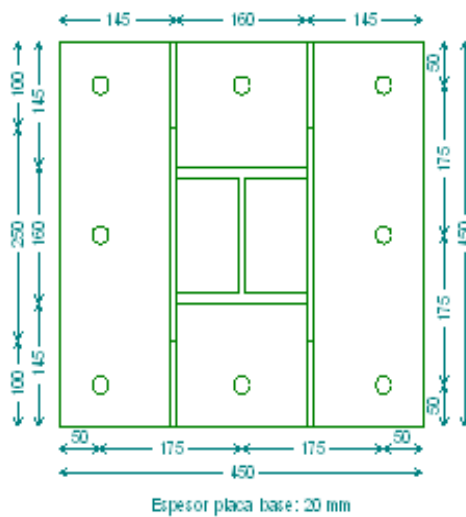


Figura 56. Placa de anclaje de zapata 2.



Detalle Anclaje Perno

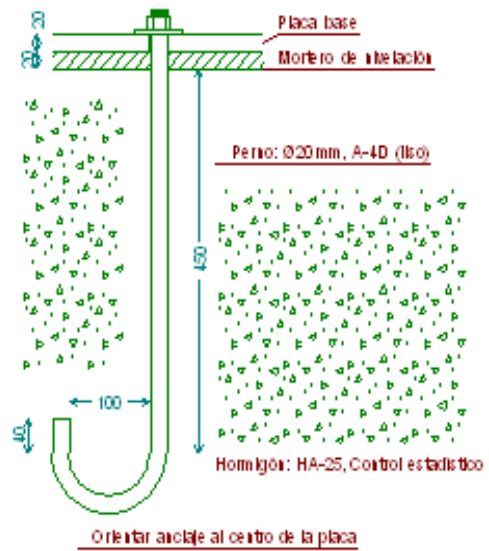


Figura 57. Placa de anclaje de zapata 3.

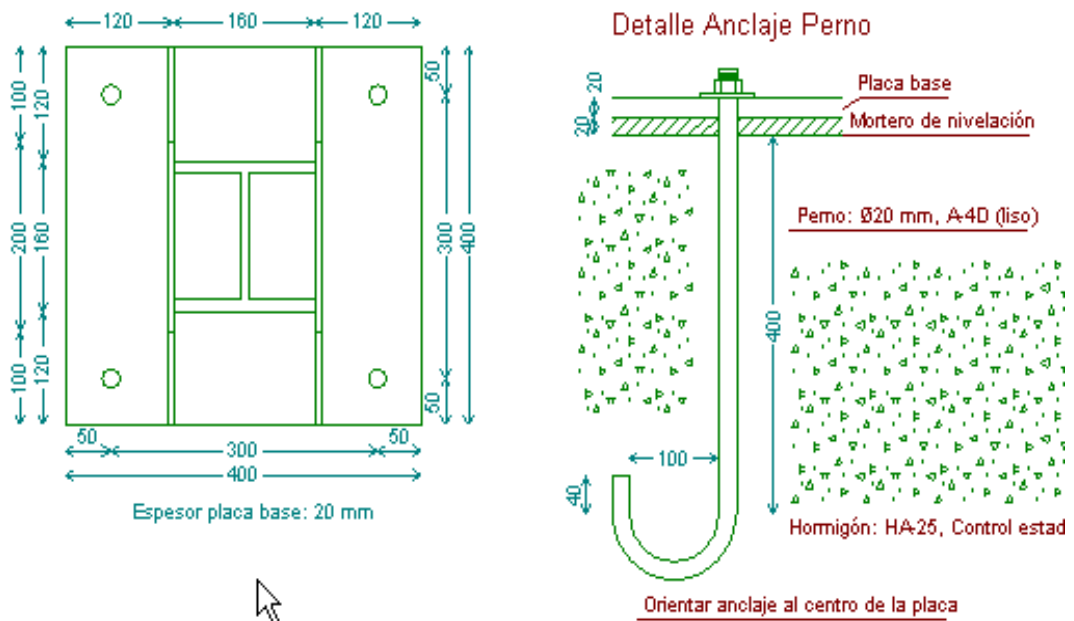


Figura 58. Placa de anclaje de zapata 4.

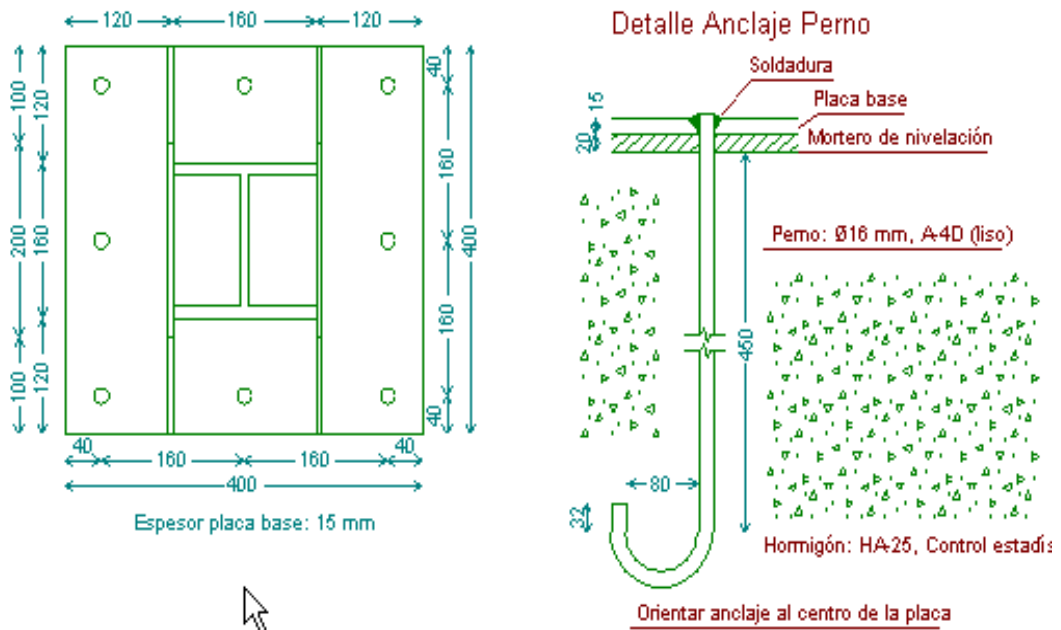


Figura 59. Placa de anclaje de zapata 5.

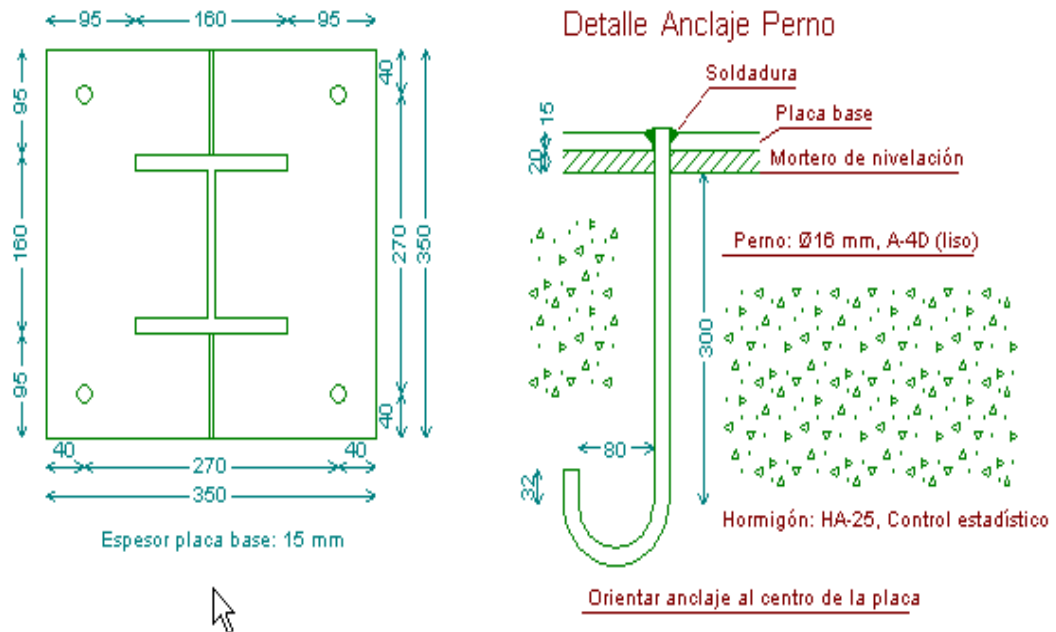


Figura 60. Placa de anclaje de zapata 6.

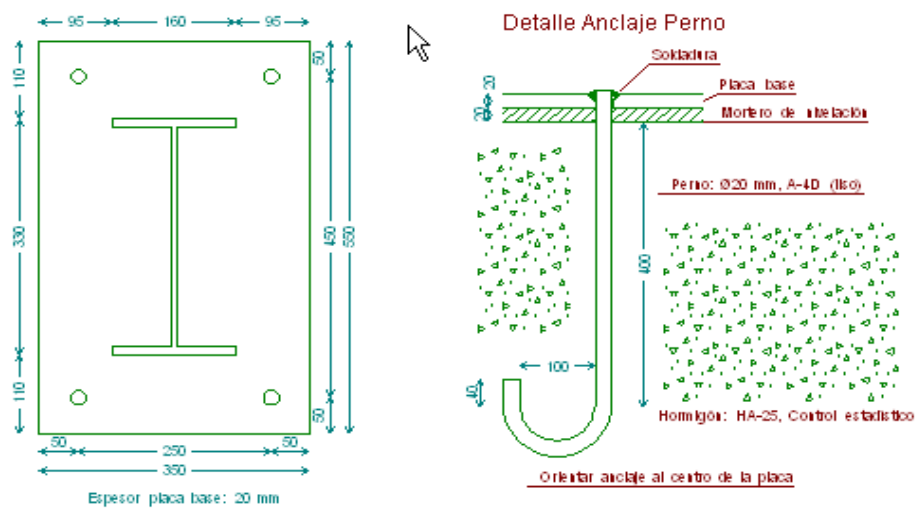


Figura 61. Placa de anclaje de zapata 7.