



# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL

## ***PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL DESMONTABLE PARA LA CRÍA DE AVES.***

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido

Castellón, Enero de 2020



## ÍNDICE GENERAL

MEMORIA .....	11
ANEXO I: NORMATIVA URBANÍSTICA .....	43
ANEXO II: CÁLCULO ESTRUCTURAL .....	47
ANEXO III: PROYECTO DE ILUMINACIÓN .....	127
PLANOS .....	137
MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	139
PLIEGO DE CONDICIONES .....	157



## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Parcela en Fuenterrobles.....	15
Imagen 2: Localización de la parcela en Fuenterrobles.....	16
Imagen 3: Separación en parcelas de zona.....	17
Imagen 4: Parcela 73.....	17
Imagen 5: Cimentación de la nave.....	25
Imagen 6: Zapatas N1, N3, N61 y N63.....	26
Imagen 7: Zapatas N6, N8, N56 y N58.....	27
Imagen 8: Viga de atado.....	28
Imagen 9: Cuadro vigas de atado.....	28
Imagen 10: Estructura 3D.....	28
Imagen 11: Pórtico Interior no contiguo al de fachada.....	29
Imagen 12: Pórtico Interior contiguo al de fachada.....	29
Imagen 13: Pórtico de fachada.....	30
Imagen 14: Cruces de San Andrés.....	31
Imagen 15: Uniones de los redondos de las Cruces de San Andrés.....	32
Imagen 16: Disposición de las Vigas contraviento (VCV).....	33
Imagen 17: Unión cumbrera entre jácenas.....	34
Imagen 18: Sujeción del panel a las correas.....	36
Imagen 19: Detalle cerramiento de cubierta.....	37
Imagen 20: Detalle remate cumbrera.....	37
Imagen 21: Detalle canalón de aguas.....	37
Imagen 22: Puerta contrapesada.....	38
Imagen 23: Detalle ventana doble de perfil aluminio extruido.....	39
Imagen 24: Detalle Solera.....	40
Imagen 25: Presión dinámica del viento en España.....	54
Imagen 26: Comportamiento del viento frente a la nave industrial.....	55
Imagen 27: Acciones sobre la nave industrial debidas al viento.....	56
Imagen 28: Distribución coeficiente de contribución K en España.....	58
Imagen 29: Cálculo del coeficiente de distribución de pandeo.....	61
Imagen 30: Explicación de la articulación de los extremos de la jácena.....	62
Imagen 31: Detalle espesor de garganta.....	101
Imagen 32: Geometría unión tipo 1 (Cumbrera).....	104
Imagen 33: Geometría unión tipo 5 (redondo a pilar).....	105
Imagen 34: Geometría unión tipo 13.....	106
Imagen 35: Geometría unión tipo 18.....	108
Imagen 36: Geometría de la placa de anclaje tipo 4.....	112
Imagen 37: Geometría de la placa de anclaje tipo 7.....	115
Imagen 38: Geometría de la placa de anclaje tipo 10.....	119
Imagen 39: Geometría de la placa de anclaje tipo 11.....	122
Imagen 40: Diagrama de intensidad luminosa por ángulo de emisión de luz.....	132
Imagen 41: Gráfico nivel de iluminancia sobre la superficie de trabajo.....	133
Imagen 43: Diagrama luminoso 3D.....	134
Imagen 42: Gráfico nivel de iluminancia sobre el suelo.....	135



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información sobre la parcela.....	17
Tabla 2: CTE y sus partes.....	21
Tabla 3: Información zapatas.....	26
Tabla 4: Composición panel de fachada lateral.....	35
Tabla 5: Panel Sándwich de cubierta.....	36
Tabla 6: Resumen del Presupuesto.....	41
Tabla 7: Peso específico aparente de materiales de construcción.....	52
Tabla 8: Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura.....	53
Tabla 9: Determinación del Grado de Aspereza.....	55
Tabla 10: Betas de pandeo para los casos canónicos.....	60
Tabla 11: Tabla resumen de las betas de pandeo para cada elemento constructivo.....	64
Tabla 12: Límites de flecha para los elementos verticales y horizontales.....	64
Tabla 13: Tabla Material S275.....	65
Tabla 14: Detalles descripción Pórtico interior.....	65
Tabla 15: Características mecánicas de los perfiles empleados en el PI.....	65
Tabla 16: Medición de los elementos.....	66
Tabla 17: Cargas en las barras del PI.....	67
Tabla 18: Envoltentes de la barra N26/N27 (Pilares PI).....	67
Tabla 19: Envoltentes de la barra N27/N30 (Jácena PI).....	68
Tabla 20: Envoltentes de la barra N27/N32 (Viga perimetral PI).....	68
Tabla 21: Flechas de las envoltentes.....	69
Tabla 22: Resultados de las barras escogidas PI.....	69
Tabla 23: Tabla material S275.....	69
Tabla 24: Tabla descripción PICF (Pórtico Interior Contiguo a Fachada).....	70
Tabla 25: Características mecánicas de los perfiles escogidos para el PICF.....	70
Tabla 26: Tabla medición elementos PICF.....	70
Tabla 27: Envoltentes para la barra N56/N57 (Pilar).....	71
Tabla 28: Envoltentes para la barra N56/N68 (Jácena Izquierda).....	71
Tabla 29: Envoltentes para la barra N56/N57 (Jácena Derecha).....	72
Tabla 30: Envoltentes para la barra N61/N57 (Redondo Cruz de San Andrés).....	72
Tabla 31: Flechas de las envoltentes PICF.....	72
Tabla 32: Resumen comprobaciones de las barras.....	72
Tabla 33: Resumen comprobación Cruces de San Andrés.....	72
Tabla 34: Tabla material S275.....	73
Tabla 36: Elementos del PF.....	73
Tabla 37: Referencia piezas.....	73
Tabla 38: Características mecánicas de los perfiles PF.....	74
Tabla 39: Mediciones de los elementos constructivos de PF.....	74
Tabla 40: Envoltente en la barra N61/62 (Pilar Hastial).....	74
Tabla 41: Envoltente en la barra N62/N69 (Jácena Izquierda).....	75
Tabla 42: Envoltente en la barra N62/N69 (Jácena Derecha).....	75
Tabla 43: Envoltente en la barra N74/N65 (Pilar).....	75
Tabla 44: Máximas flechas en cada elemento PF.....	76
Tabla 45: Comprobaciones PF.....	76
Tabla 46: Descripción de las VCV.....	76
Tabla 47: Características mecánicas de los perfiles elegidos en VCV.....	77
Tabla 48: Tabla medición VCV.....	77
Tabla 49: Envoltentes para los montantes VCV.....	77
Tabla 50: Envoltentes diagonales VCV.....	78
Tabla 51: Flechas máximas en las VCV.....	78
Tabla 52: Comprobaciones montante VCV.....	78
Tabla 53: Comprobaciones diagonales VCV.....	78
Tabla 54: Comprobación resistencia correas cubierta (CC).....	79
Tabla 55: Perfil escogido para la CC.....	79
Tabla 56: Comprobaciones de la CC.....	80
Tabla 57: Comprobación resistencia correas laterales (CL).....	80
Tabla 58: Características del perfil escogido de la CL.....	81
Tabla 59: Comprobaciones de la CL.....	82
Tabla 60: Comprobación flecha de la CL.....	82
Tabla 61: Características zapatas de cimentación.....	83
Tabla 62: Características del armado de las zapatas de cimentación N1, N3, N61 y N63.....	83
Tabla 63: Características del armado de las zapatas de cimentación N6, N8, N56 y N58.....	83

Tabla 64: Características del armado de las zapatas de cimentación N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53. ....	84
Tabla 66: Características del armado de las zapatas de cimentación N16, N21 y N26. ....	84
Tabla 67: Características del armado de las zapatas de cimentación N74 y N75. ....	84
Tabla 68: Cantidad de hormigón y acero para hormigón B 500 S. ....	85
Tabla 69: Comprobaciones zapata de cimentación N1, N3, N61 y N63. ....	87
Tabla 70: Comprobaciones zapata de cimentación N6, N8, N56 y N58. ....	89
Tabla 71: Comprobaciones zapata de cimentación N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53. ....	91
Tabla 72: Comprobaciones zapata de cimentación N16, N21 y N26. ....	93
Tabla 73: Comprobaciones zapata de cimentación N74 y N75. ....	96
Tabla 74: Referencia vigas de atado. ....	96
Tabla 75: Medición de hormigón y de acero en las vigas de atado. ....	96
Tabla 76: Comprobaciones vigas de atado de la fachada. ....	97
Tabla 77: Comprobaciones vigas de atado laterales. ....	97
Tabla 78: Disposiciones constructivas para tornillos según 8.5.1 DB SE-A. ....	98
Tabla 79: Par torsor de apriete para cada tornillo. ....	100
Tabla 80: Designación de soldaduras. ....	102
Tabla 81: Descripción y representación de soldaduras. ....	103
Tabla 82: Elementos complementarios unión 1. ....	104
Tabla 83: Elementos de tornillería unión 1. ....	104
Tabla 84: Detalle de las soldaduras unión 1. ....	104
Tabla 85: Detalle soldaduras unión 5. ....	105
Tabla 86: Detalle chapa angular unión 5. ....	105
Tabla 87: Elementos de tornillería unión 5. ....	105
Tabla 88: Perfiles que se encuentran en la unión 13. ....	107
Tabla 89: Elementos complementarios unión 13. ....	107
Tabla 90: Detalle soldaduras unión 13. ....	108
Tabla 91: Perfiles que se encuentran en la unión 18. ....	109
Tabla 92: Elementos complementarios unión 18. ....	110
Tabla 93: Detalle soldaduras unión 18. ....	110
Tabla 94: Detalle soldaduras unión 18. ....	110
Tabla 95: Listado de la tornillería necesaria. ....	111
Tabla 96: Tipo de vinculación exterior de las placas. ....	111
Tabla 97: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 4. ....	112
Tabla 98: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 4. ....	113
Tabla 99: Listado de materiales placa 4. ....	113
Tabla 100: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 4. ....	113
Tabla 101: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 4. ....	113
Tabla 102: Comprobaciones de resistencia de la placa tipo 4. ....	114
Tabla 103: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 7. ....	115
Tabla 104: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 7. ....	116
Tabla 105: Listado de materiales placa 7. ....	116
Tabla 106: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 7. ....	116
Tabla 107: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 7. ....	116
Tabla 108: Comprobaciones de la placa tipo 7. ....	117
Tabla 109: Comprobaciones de resistencia de la placa tipo 7. ....	118
Tabla 110: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 10. ....	119
Tabla 111: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 10. ....	120
Tabla 112: Listado de materiales placa 10. ....	120
Tabla 113: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 10. ....	120
Tabla 114: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 10. ....	120
Tabla 115: Comprobaciones de la placa tipo 10. ....	122
Tabla 116: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 11. ....	123
Tabla 117: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 11. ....	123
Tabla 118: Listado de materiales placa 11. ....	123
Tabla 119: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 11. ....	123
Tabla 120: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 11. ....	124
Tabla 121: Comprobaciones de la placa tipo 11. ....	125
Tabla 122: Magnitudes de iluminación. ....	130
Tabla 123: Magnitudes de iluminación para la actividad de la nave. ....	131
Tabla 124: Iluminancia mantenida para la actividad de la nave. ....	131
Tabla 125: Tabla resumen magnitudes de iluminación para la actividad de la nave. ....	132
Tabla 126: Modelo de la lámpara y luminaria escogida. ....	132



Tabla 127: Cantidad de lámparas a colocar.....	133
Tabla 128: Medición de magnitudes según simulación mediante dialux sobre plano de trabajo.....	133
Tabla 129: Medición de magnitudes según simulación mediante dialux sobre suelo.....	135
Tabla 130: Medición de Acero S275 en la estructura.....	142
Tabla 131: Medición de Acero S275 en las placas de anclaje.....	143
Tabla 132: Medición de Acero S235 en las correas.....	143
Tabla 133: Medición de Acero para hormigón B 500 S en las placas de anclaje.....	144
Tabla 134: Medición de Acero para hormigón B 500 S en las zapatas de cimentación.....	144
Tabla 135: Medición de Acero para hormigón B 500 S en las vigas de atado.....	144
Tabla 136: Medición de hormigón HA-25 en las zapatas de cimentación.....	145
Tabla 137: Medición de hormigón HA-25 en las vigas de atado.....	145
Tabla 138: Medición de hormigón HL-150 en las zapatas de cimentación.....	146
Tabla 139: Medición de hormigón HL-150 en las vigas de atado.....	146
Tabla 140: Medición de la superficie lateral.....	147
Tabla 141: Medición de la superficie de la cubierta.....	147
Tabla 142: Medición del remate perimetral.....	147
Tabla 143: Tabla resumen mediciones.....	147
Tabla 144: Listado precios CAP01.....	148
Tabla 145: Listado precios CAP02.....	150
Tabla 146: Listado precios CAP03.....	150
Tabla 147: Listado precios CAP04.....	152
Tabla 148: Listado precios CAP05.....	153
Tabla 149: Listado precios CAP06.....	154
Tabla 150: Listado precios CAP07.....	155
Tabla 151: Presupuesto completo.....	156
Tabla 152: Presupuesto resumen.....	156





# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA  
INDUSTRIAL

## *MEMORIA*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido

Castellón, Enero de 2020



## ÍNDICE

1.	OBJETO DEL TRABAJO.	14
2.	INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.	14
2.1.	Antecedentes.	14
2.2.	Motivación.	15
2.3.	Justificación.	15
3.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.	16
4.	NORMATIVA.	18
4.1.	Normativa Técnica.	18
4.2.	Normativa Urbanística.	19
4.3.	Programas de Cálculo.	19
5.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.	20
6.	REQUISITOS DE DISEÑO.	21
6.1.	Requisitos Urbanísticos.	21
6.2.	Requisitos Constructivos.	22
7.	POSIBLES SOLUCIONES.	22
8.	DESCRIPCIÓN PREVIA DEL PROYECTO.	23
8.1.	Descripción General de la Nave.	23
8.2.	Usos Previstos de la Nave.	23
8.3.	Accesos	24
9.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	24
9.1.	Cimentación.	24
9.2.	Estructura Metálica.	28
9.2.1.	Pórtico Interior.	29
9.2.2.	Pórtico de Fachada.	30
9.2.2.1.	Arriostramientos.	31
9.2.3.	Viga Perimetral.	33
9.2.4.	Uniones.	33
9.3.	Materiales.	34
9.4.	Cerramientos.	35
9.4.1.	Cerramiento de Fachada.	35
9.4.2.	Cerramiento de Cubierta.	36
9.5.	Carpintería Metálica.	38
9.6.	Solera.	39
10.	RESUMEN PRESUPUESTO.	41
11.	BIBLIOGRAFÍA.	41

## 1. OBJETO DEL TRABAJO.

El presente documento corresponde al Trabajo Final de Máster (TFM) de Carlos Diego Salanova, de la Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales (ESTCE) de la Universitat Jaume I (UJI), matriculado del Máster Universitario de Ingeniería Industrial.

El objeto de este trabajo es el diseño y cálculo estructural de una nave industrial desmontable destinada al sector agropecuario, en concreto al criado de aves (pollos) para la alimentación, producción de carne de pollo. Se desea construir una nave industrial desmontable para suplir el incremento de la demanda: una alternativa más flexible, barata y rápida de construir que una nave industrial tradicional. Este edificio industrial tiene una superficie construida de 960 m<sup>2</sup> que se suman a los 2.424 m<sup>2</sup> ya utilizados, un incremento de la superficie de aproximadamente un 17%. Se encuentra en la localidad de Fuentesrobles, municipio de la Comunidad Valenciana, provincia de Valencia, en la comarca de Utiel.

## 2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.

### 2.1. Antecedentes.

La empresa GRANJAS LAFER S.L. -con domicilio social Calle Valencia, 17, Fuentesrobles, 46314, Valencia- tiene como actividad principal la explotación agrícola, ganadera, incluyendo la avicultura de puesta y todo tipo de explotaciones de ganado ovino, bobino, caprino, porcino y cunicultura. Las naves industriales existentes se fueron construyendo entre los años 2000 y 2004 y para el año 2006 ya estaban todas ellas finalizadas. En la siguiente imagen se muestran todas ellas.



Imagen 1: Parcela en Fuentes de Rubi del Segura.

A causa de que se espera un aumento de la producción de carne de pollo, la empresa decide construir una nave industrial desmontable de 960 m<sup>2</sup> para poder hacer frente a tales demandas del mercado. Por tanto, este edificio industrial se empleará para la cría de aves que posteriormente serán utilizadas para el consumo humano y animal.

## 2.2. Motivación.

La elección del Trabajo Final de Grado de la construcción de un edificio industrial, se debe al agrado del alumno sobre dicha materia, en la que tiene la posibilidad de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas cursadas durante su formación.

Se trata de consolidar los conocimientos adquiridos en la asignatura de Construcción y Arquitectura Industrial cursada en el Máster, a través de un proyecto técnico que cumpla los requisitos marcados por la norma UNE 157001:2014 que marca los criterios generales para la elaboración formal de documentos que constituyen un proyecto técnico.

## 2.3. Justificación.

La inestabilidad de los mercados, la repentina parálisis de la producción y perspectiva de crecimiento son, entre otras razones, las variables que más afectan al correcto funcionamiento de una fábrica. Cada vez más, las empresas ante sus

previsiones de expansión buscan soluciones mediante estructuras desmontables en las que en menor medida supongan una carga de cara al futuro.

A pesar de que corren mejores tiempos para la economía mundial que los de hace una década, el futuro sigue siendo muy incierto. En países del norte de Europa este tipo de estructuras están muy extendidas y auguran un buen futuro para la economía satisfaciendo las necesidades de los clientes. De hecho, tal es así, que en muchos casos empezando por solucionar un problema de espacio temporal, al final adoptan este tipo de construcciones para largo plazo por su rentabilidad, por la posibilidad de ampliación, por su bajo coste en mantenimiento y por la rapidez de su construcción.

Esta nave industrial se quiere construir para poder suplir la demanda cambiante de producción de ave para alimentación. Se prevé un incremento de la demanda y la solución optada por la empresa es ampliar la granja, para tener una mayor capacidad de producción.

### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

La parcela en la cual se va a construir la nave industrial desmontable se localiza en el municipio de Fuentesrobles, en un camino sin asfaltar al suroeste de la localidad, Polígono 12, Parcela 73, El Cubillo, Fuentesrobles. Dicho emplazamiento, se encuentra cercano al cementerio de la localidad.



Imagen 2: Localización de la parcela en Fuentesrobles.

Situado al Noroeste de la Comarca de Utiel-Requena, Fuentesrobles tiene una superficie de 49,20 km<sup>2</sup>. Se encuentra a 814 metros, sobre el nivel de mar, distancia a 100 km de



Valencia y a 267 km de Madrid y tiene una población de 729 habitantes. La construcción se va a efectuar en la Parcela 73 b de la zona de “El Cubillo”, una parcela clasificada como Rústica y uso principal el Agrario, con una superficie construida de unos 3.058 m<sup>2</sup>.

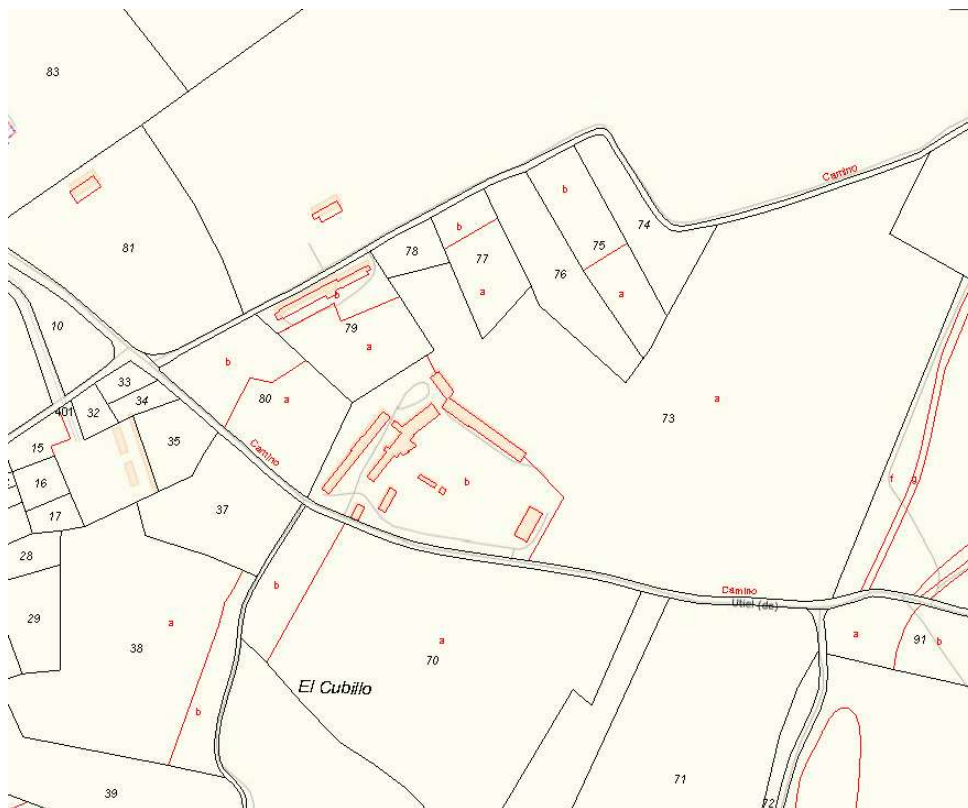


Imagen 3: Separación en parcelas de zona.

Subparcela	Referencia Catastral	Superficie (m <sup>2</sup> )	Clase	Uso
73 a	46131A012000730000YT	93.541	Rústico	Agrario
73 b		17.893		

Tabla 1: Información sobre la parcela.



Imagen 4: Parcela 73

La subparcela “a” se utiliza para la plantación de almendros secanos, mientras que la “b” para la producción de carne de pollo.

La Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana protege los entornos rurales precisamente controlando la edificabilidad. Por eso, como norma general, se prohíbe la construcción en esos terrenos. Sin embargo, permite que tanto las comunidades autónomas como los ayuntamientos establezcan sus propias excepciones. Normalmente se contemplan edificaciones en suelo rústico siempre que tengan fines agrícolas, ganaderos o turísticos, como campamentos, instalaciones deportivas o de ocio y alojamientos rurales.

En cuanto a los accesos al municipio, desde Valencia, se accede a esta población a través de la A-3, en su salida 261 para enlazar con la CV-469 y luego con la CV-475.

Situado al noroeste de la Plana de Utiel. La superficie del término es bastante llana, formando parte de la Meseta peninsular en su sector oriental. Por el sector este del término se alza la sierra de Bicuerca, con alturas superiores a los mil metros, destacando los vértices geodésicos del Cerro Pelado (986 m.), Atalaya del Sabiner (923 m.) y Bicuerca (1.116 m.). Por el sector meridional, el río Magro lo atraviesa en dirección oeste a este.

## 4. NORMATIVA.

La normativa considerada se trata de aquella que es vigente y actualizada en España, además se tendrá en cuenta la ordenanza municipal de Fuenterrobles, así como las leyes de la Comunitat Valenciana.

### 4.1. Normativa Técnica.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y posteriores modificaciones, que establece los requisitos básicos que deben tener los edificios y sus instalaciones. El CTE se encuentra dividido en dos partes diferenciadas, en la primera en la que se detallan todas las exigencias para construir un edificio y la segunda que se compone de todos los documentos básicos. En este TFG se han utilizado los siguientes documentos básicos:
  - Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en Edificación (DB SE- AE).
  - Documento Básico de Seguridad Estructural de Estructuras de Acero (DB SE-A).

- Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimentaciones (DB SE-C).
  - Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB SI).
  - Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad (DB SUA).
  - Documento Básico de Salubridad (DB HS).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la utilización de hormigón estructural (EHE-08).

## 4.2. Normativa Urbanística.

- Declaración de Interés Comunitario (DIC). Solicitud de uso y aprovechamiento en suelo no urbanizable de actividades industriales y productivas, terciarias o de servicios, o instalaciones para generación de energía renovables.
- Normas Subsidiarias vigentes de Fuenterrobles.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP) de la Comunidad Valenciana que regula las competencias atribuidas por el Estatuto de Autonomía y por la Constitución en el tema de urbanismo y ordenación del territorio.
- Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunidad Valenciana.
- Decreto 67/2006, de 19 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación y Gestión Territorial y Urbanística (ROGTU).

## 4.3. Programas de Cálculo.

El principal programa utilizado para el cálculo de la nave ha sido CYPE Ingenieros S.L., el cual es un programa versátil que permite calcular diferentes estructuras, desde naves hasta viviendas, además de la instalación eléctrica y térmica. Específicamente se han usado los módulos de generador de pórticos y el CYPE 3D para dimensionar la estructura y asegurar el cumplimiento de las condiciones de seguridad.

- Generador de pórticos:

En este módulo se ha elegido el tipo de pórtico (rígido, cerchas simples o múltiples), se han definido la geometría de la nave, el número de pórticos y las acciones sobre la nave, además de calcular las correas. Tras esto se ha exportado al módulo de CYPE 3D.

- Cype 3D:

En el módulo CYPE 3D se calcula la estructura metálica de la nave, los tipos de perfiles, el pandeo que sufrirán, su cumplimiento ante las condiciones de seguridad y el cálculo de las placas de anclaje.

- AutoCAD:

Para la realización de los planos de la nave se utiliza este programa de CAD para el diseño técnico.

- Arquímedes:

Se utiliza este software para valorar económicamente todos los apartados del proyecto, de tal forma que se pueda determinar la cantidad necesaria para poder construir el edificio industrial.

## 5. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

- **Jácena:** f Viga horizontal, grande que sirve de soporte de otros elementos estructurales (vigas secundarias o viguetas).
- **Pilar:** m Elemento estructural vertical y recto que soporta una carga y transmite los esfuerzos hacia elementos inferiores.
- **Viga:** f Elemento estructural que se coloca horizontalmente y sirve de soporte de cargas de otros elementos estructurales.
- **Arriostar:** vb Acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma. Estos elementos se llaman arriostres.
- **Placa de anclaje:** f Placa de acero colocada entre un soporte y el elemento constructivo que recibe el esfuerzo, para reducir las tensiones sobre este elemento y realizar un empotramiento efectivo mediante rigidizadores u otros elementos.
- **Fachada:** f Pared exterior del cerramiento, o cierre vertical que envuelve dando privacidad al interior y sirve de protección ante los fenómenos climáticos (lluvia, nieve, calor, frío, vientos) y otros agentes para los cuales se emplean diferentes aislaciones o soluciones constructivas.
- **Cubierta:** f Estructuras de cierre superior, que sirven como Cerramientos Exteriores, cuya función fundamental es ofrecer protección al edificio contra los agentes climáticos y otros factores, para resguardo, darle intimidad, aislación acústica y térmica, al igual que todos los otros cerramientos verticales.
- **Cerramiento:** m Envoltorio exterior del edificio, que cierra y termina el edificio por la parte superior, inferior y verticalmente.

- **Cartela:** f Pieza de chapa metálica o acero con forma triangular que soldada a una superficie o barra se utiliza para reforzar la unión de ésta con otras barras, formando un ángulo recto.
- **Zapata:** f Elemento de cimentación superficial cuya misión es transmitir las cargas del edificio al terreno. La base de apoyo sobre el terreno se dispone a una profundidad máxima de 3 metros.

<b>CTE</b>	Código técnico de la edificación.
<b>CTE-DB-SE</b>	Código técnico de la edificación documento básico de seguridad estructural.
<b>CTE-DB-SE-AE</b>	Código técnico de la edificación documento básico de seguridad estructural acciones en la edificación.
<b>CTE-DB-SE-A</b>	Código técnico de la edificación documento básico de seguridad estructural acero.
<b>CTE-DB-SE-C</b>	Código técnico de la edificación documento básico de seguridad estructural cimientos.

*Tabla 2: CTE y sus partes.*

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO.

### 6.1. Requisitos Urbanísticos.

La parcela en la cual se va a efectuar la construcción de la nave industrial es catalogada como Rústica de uso Agrario. Por tanto, La Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana protege los entornos rurales precisamente controlando la edificabilidad. Por eso, como norma general, se prohíbe la construcción en esos terrenos. Sin embargo, permite que tanto las comunidades autónomas como los ayuntamientos establezcan sus propias excepciones. En el caso de la Comunidad Valenciana, aprobó Ley 5/2014 de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana. Una reglamentación que contempla edificaciones en suelo rústico siempre que tengan fines agrícolas, ganaderos o turísticos, como campamentos, instalaciones deportivas o de ocio y alojamientos rurales.

La DIC (Declaración de Interés Comunitario), define las características y condiciones de acuerdo con las determinaciones materiales de ordenación previstas, que autorizaran a la empresa GRANJAS LAFER S.L., al uso de las instalaciones para la actividad primaria de cría de aves. Tal y como se ha mencionado anteriormente, la

propiedad de todos de los terrenos que componen la DIC es exclusiva de la Promotora GRANJAS LAFER S.L. y según dicha DIC, la superficie construida de la nave es 480 m<sup>2</sup>.

Además, la Declaración de Interés Comunitario determina que es necesario el vallado total de la parcela con una altura máxima de 2,2 m y con la posibilidad de que sea maciza hasta 1 m de altura. Por último, la DIC no establece ninguna norma referente al número de aparcamientos necesarios en la parcela, pero se han dispuesto una serie de aparcamientos para las necesidades de la empresa. Estos aparcamientos se han proyectado en la parte sur de la parcela, siendo sus dimensiones de 2,40 x 4,50 m.

## **6.2. Requisitos Constructivos.**

Requisito indispensable es una correcta iluminación de la nave industrial, para ello se dispone de ventanas en la fachada lateral cada dos pórticos, entre cada pórtico, para establecer unas condiciones de iluminación natural adecuadas.

Además, se instala un sistema de iluminación artificial, que permita poder operar correctamente en el interior de la nave cuando las condiciones ambientales no lo garanticen.

Por último, la cubierta se considera de la clase G1: Cubiertas solo accesibles para mantenimiento.

## **7. POSIBLES SOLUCIONES.**

Una vez decididas las condiciones iniciales que debía reunir el proyecto: necesidades en función de la aplicación industrial que se va a realizar y requisitos legales, se generaron una serie de soluciones estructurales que cumplieran estas condiciones.

La primera solución planteada fue no añadir elementos de arriostramiento. Aunque parece un poco descabellado, al utilizar una nave industrial desmontable, con reducidas dimensiones, podría ser que no se necesitara de tales elementos. Al final se decidió incorporarlos, aunque se conseguía evitar perfiles un poco más elevados en los pilares, por seguridad.

También se fue probando diferentes tipologías de pórticos de fachada, sin utilizar pilares hastiales, utilizando sólo uno central, varios pilares hastiales, con vigas entre ellos, etc. La solución adoptada es añadir un sólo pilar hastial central, ya que la luz de la nave es reducida (16 m) y no se necesitan pórticos de fachada muy complejos para obtener perfiles razonables.

La colocación de cartelas en los pórticos tampoco provocaba poder reducir los perfiles en los pilares ni en las jácenas, además al ser una nave industrial desmontable, que

implica que las uniones sean atornilladas, es más compleja la unión entre estos dos elementos. Por tanto, se decide no colocarlas.

## **8. DESCRIPCIÓN PREVIA DEL PROYECTO.**

### **8.1. Descripción General de la Nave.**

Consiste en la construcción de una nave industrial desmontable de una sola planta, que implica que la unión entre los elementos será principalmente atornillada. Esta nave está ubicada en la localidad de Fuentesrobles, en la comarca de Utiel. La estructura se realiza de acero principalmente, de tipo S275, aunque también se utiliza acero de tipo B500s para los redondos de las placas de anclaje. Las dimensiones de la nave son de 16 metros de ancho por 60 de largo, con una crujía de 3 metros (unos 21 pórticos). Respecto a las alturas de la Nave, se ha diseñado que los pilares aportan una altura mínima de 3,7 metros en los extremos de los pórticos, mientras que la cumbrera tiene una altura de 4 metros.

### **8.2. Usos Previstos de la Nave.**

La actividad principal a desarrollar en el interior de la Nave es la cría de aves, principalmente pollo para posterior consumo humano, alimentación. Esta cría de aves se llevará a cabo en dentro de la nave industrial.

El bienestar animal es la prioridad en el diseño de la granja, por tanto, se deben suministrar las condiciones necesarias de bienestar de los animales, el control de materiales usados en la construcción adecuados para cebadero, gestación. Para ello, se establecen sistemas de control ambiental: temperatura, humedad, gases, comederos, bebederos y otros elementos.

En el caso de querer realizar otras actividades en el interior de la nueva Nave Industrial, dichas actividades deben estar incluidas dentro de la DIC. Esta actividad quedará sujeta a las condiciones que quedan incluidas en su correspondiente Licencia Ambiental, según la Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana. Está clasificada según su Anexo II en el apartado 9. Industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas, apartado 9.5 Instalaciones para la cría intensiva de aves de corral o de cerdos que dispongan: a) entre 2.000 y hasta 40.000 plazas para aves de corral si se trata de gallinas ponedoras o del número equivalente para otras orientaciones productivas de aves. Por último, según esta misma Ley, la actividad principal de esta Nave necesita de Autorización Ambiental Integrada (AAI) y licencia ambiental.

### **8.3. Accesos**

El edificio industrial que se va a construir no será de pública concurrencia, por tanto, el acceso al público en el edificio estará prohibido. Por ello, no se requiere el uso del Código Técnico de Edificación (CTE), en concreto del Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB SUA).

Por otra parte, teniendo en cuenta las necesidades de la granja, se deben incorporar dos puertas de acceso de camiones para la parte delantera y otras dos puertas para la parte trasera de la nave. Las dimensiones de las puertas serán de 5 metros de anchura por 2,5 metros de altura. También se añadirán ventanas de 2 x 1,2 metros que se colocarán en cada dos pórticos de la nave industrial, para aprovechar la luz natural en el día.

## **9. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

### **9.1. Cimentación.**

El apartado de cimentación se ha llevado a cabo, teniendo en cuenta la legislación vigente en el Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimientos (DB SE-C) del Código Técnico de la Edificación (CTE) y del documento de “Instrucción del Hormigón Estructural” (EHE-08).

Los elementos de la cimentación se construirán de hormigón armado siendo el tipo de hormigón empleado HA-25/P/30/IIa y el acero empleado de tipo B 500 S ( $Y_s=1,15$ ). Se ha seleccionado ese tipo de hormigón teniendo en cuenta las recomendaciones que se realizan en la normativa y comprobando que cumple todos los estados límites necesarios.

Previo dimensionamiento de la estructura metálica de la nave industrial, que se verá en el capítulo posterior a este, se procede al dimensionamiento de la cimentación de la nave industrial. Esto incluye el dimensionamiento tanto de la zapata, donde están anclados los pilares de la nave industrial como las vigas de atado que reparten la carga que le transmiten pilares al terreno, de forma que no se superen las tensiones admisibles del mismo.



Este sería el esquema utilizado para la cimentación:

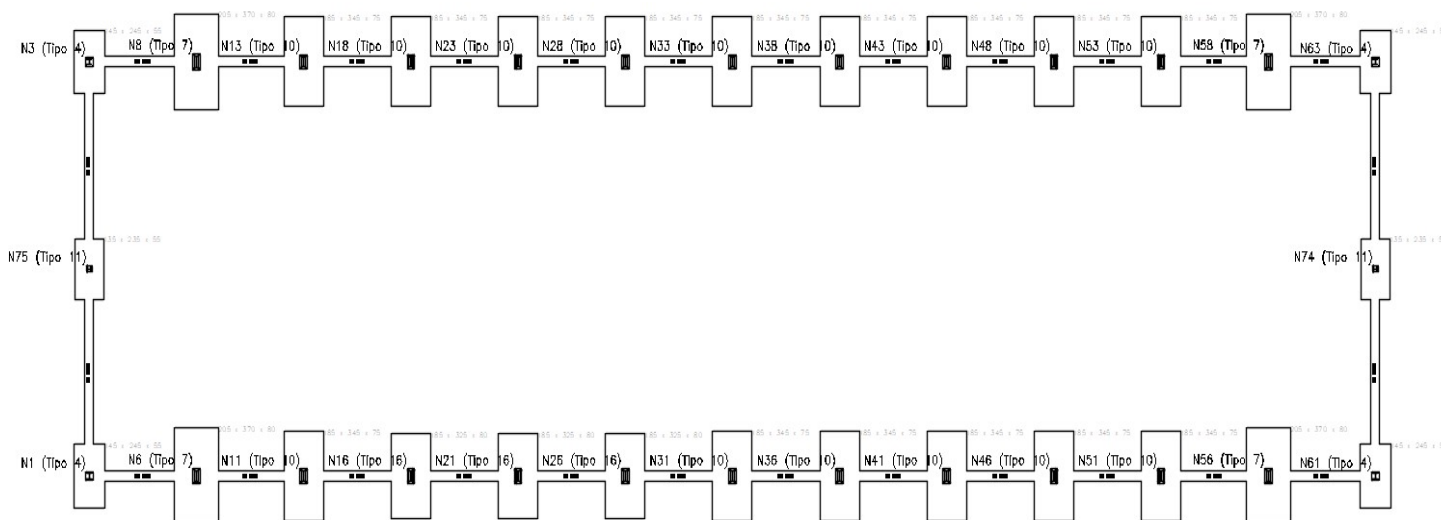


Imagen 5: Cimentación de la nave.

Se elige una tipología de zapatas rectangulares excéntrica, para que la zapata se ciña en la parcela correspondiente. Además, indicando en el crecimiento de la zapata sea preferiblemente a lo largo del eje Y, para intentar reducir el volumen del hormigón, de tal forma que la zapata trabaje de una manera más eficiente.

Estos serían los resultados para las dimensiones de las zapatas, así como los redondos utilizados en la armadura de esta:

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N61 y N63 (Pilares exteriores pórtico de fachada)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100.0 cm Ancho inicial Y: 100.0 cm Ancho final X: 100.0 cm Ancho final Y: 100.0 cm Ancho zapata X: 200.0 cm Ancho zapata Y: 200.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 7Ø12c/27 Sup Y: 7Ø12c/27 Inf X: 7Ø12c/27 Inf Y: 7Ø12c/27
N6, N8, N56 y N58 (Pilares interiores contiguos al de fachada)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 102.5 cm Ancho inicial Y: 185.0 cm Ancho final X: 102.5 cm Ancho final Y: 185.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 370.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 14Ø16c/27 Sup Y: 8Ø16c/27 Inf X: 14Ø16c/27 Inf Y: 8Ø16c/27

<p>N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53 (Pilares interiores)</p>	<p>Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 142.5 cm Ancho inicial Y: 142.5 cm Ancho final X: 142.5 cm Ancho final Y: 142.5 cm Ancho zapata X: 285.0 cm Ancho zapata Y: 285.0 cm Canto: 65.0 cm</p>	<p>Sup X: 15Ø12c/19 Sup Y: 15Ø12c/19 Inf X: 15Ø12c/19 Inf Y: 15Ø12c/19</p>
<p>N74 y N75 (Pilar hastial)</p>	<p>Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 102.5 cm Ancho inicial Y: 102.5 cm Ancho final X: 102.5 cm Ancho final Y: 102.5 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 50.0 cm</p>	<p>Sup X: 8Ø12c/25 Sup Y: 8Ø12c/25 Inf X: 8Ø12c/25 Inf Y: 8Ø12c/25</p>

Tabla 3: Información zapatas.

Esta sería la zapata de los pilares exteriores del pórtico de fachada:

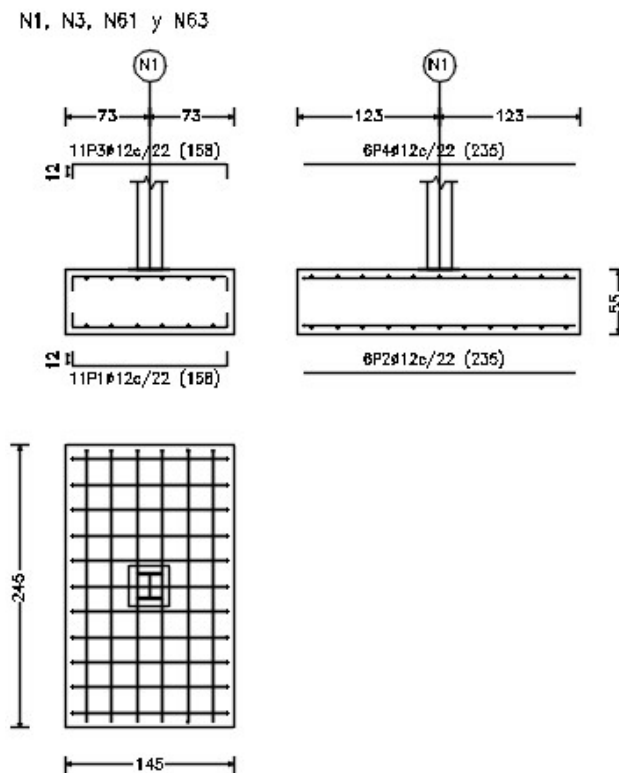


Imagen 6: Zapatas N1, N3, N61 y N63.

Para las zapatas de los pilares contiguos al pórtico de fachada esta sería su configuración:

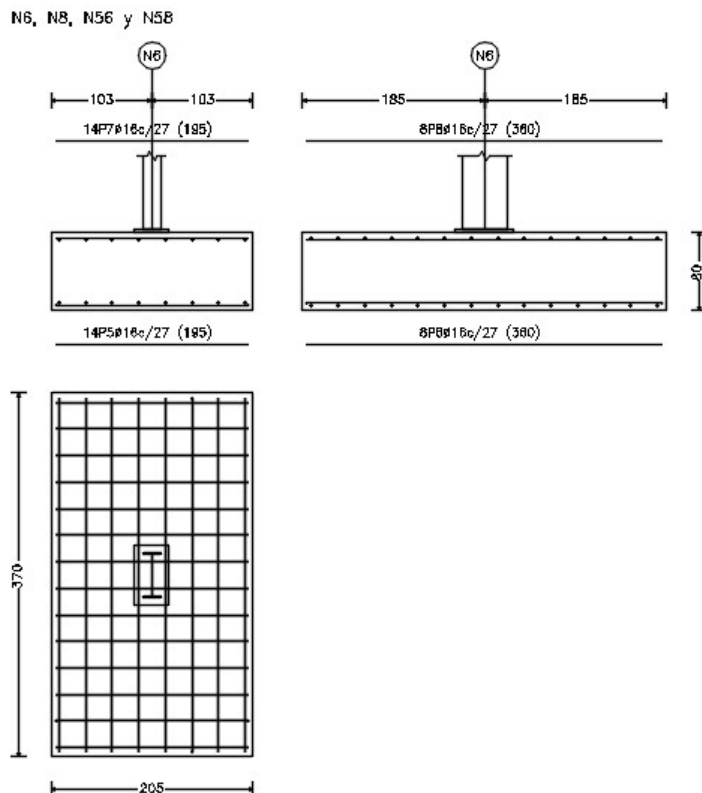


Imagen 7: Zapatas N6, N8, N56 y N58.

El esquema de las demás zapatas que quedan, junto con estas, se verán representados en la sección de los planos, por no dilatar demasiado este apartado.

La longitud de las vigas de atado viene determinada por la distancia entre los pilares, en todo caso la viga de atado más grande tiene 8 metros de longitud y la más pequeña 5.

La sección de la viga de atado se observa más abajo, además de su correspondiente armadura y los estribos utilizados para la misma:

C.1 [N75-N3], C.1 [N74-N63], C.1 [N75-N1] y C.1 [N74-N61]

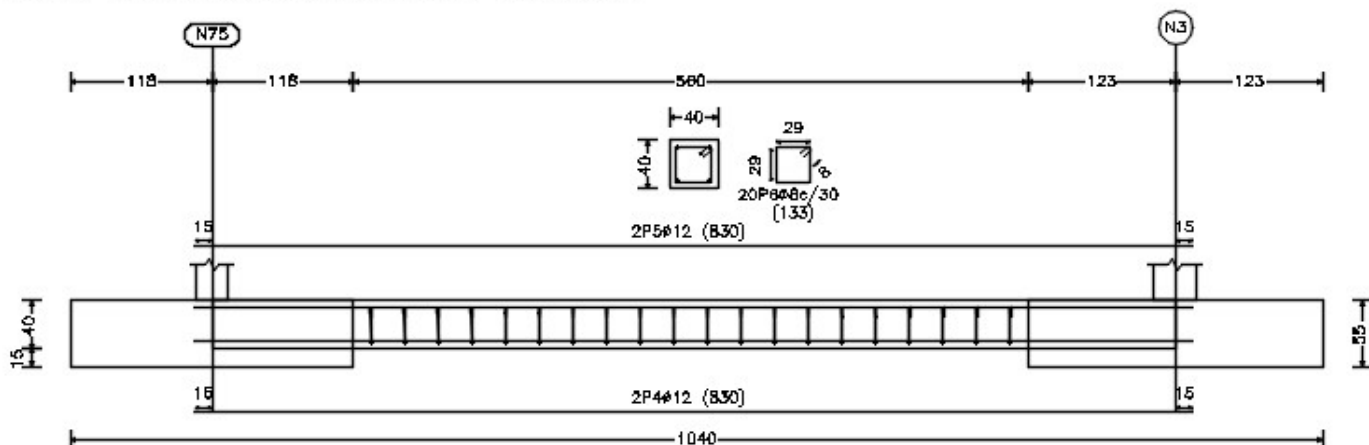


Imagen 8: Viga de atado.

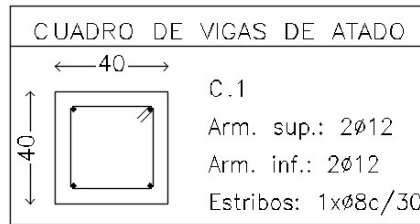


Imagen 9: Cuadro vigas de atado.

## 9.2. Estructura Metálica.

La tipología de nave industrial seleccionada es una nave a dos aguas. La longitud máxima de los pilares es de 4 metros, mientras que la mínima es de 3,7 metros. Además, la crujía de la nave, distancia entre pórticos es de 5 metros (13 pórticos), con una longitud total de nave de 60 metros.

Esta sería una vista 3D de toda la estructura metálica:

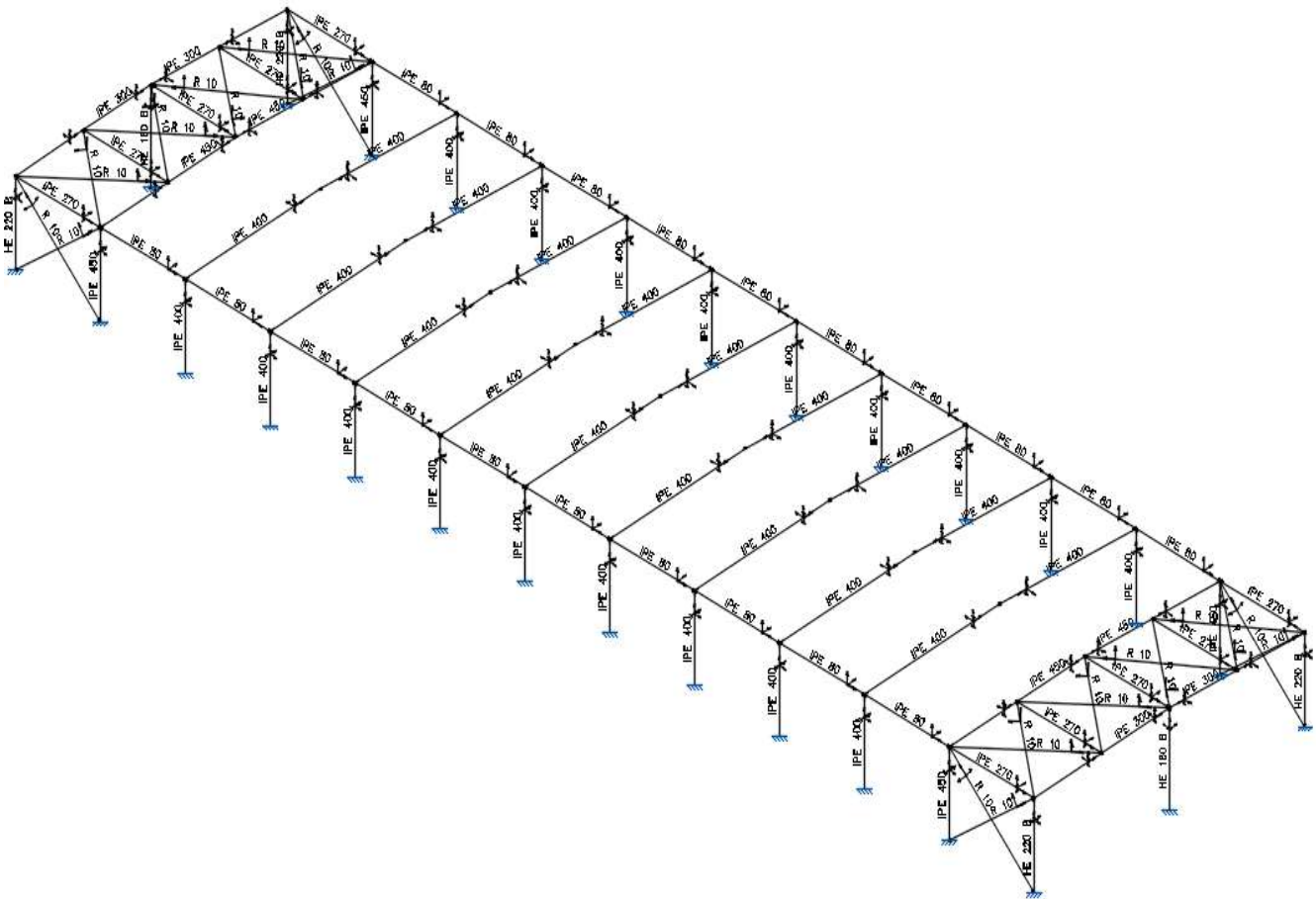


Imagen 10: Estructura 3D.

En las siguientes subsecciones se especifican más detalladamente todos los elementos estructurales que forman parte de la estructura metálica.

### 9.2.1. Pórtico Interior.

Como se puede observar en la estructura metálica completa, la imagen anterior, los pórticos interiores que son contiguos al pórtico de fachada (Pórticos 2 y 12) tienen un perfil mayor que los demás pórticos interiores. Eso es debido a que los pórticos contiguos a los de fachada reciben más carga debido a las VCV, por tanto, para reducir precio de la estructura y peso se decide utilizar perfiles distintos.

Este sería el pórtico interior que no es contiguo al de fachada:

Por otra parte, este sería el pórtico interior contiguo al de fachada:

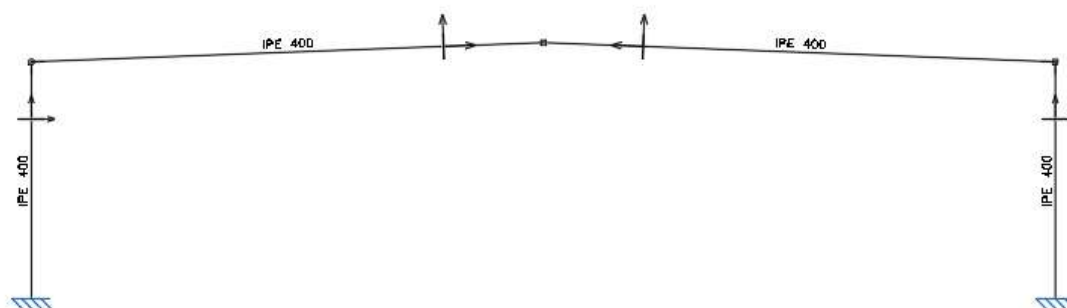


Imagen 11: Pórtico Interior no contiguo al de fachada.

Los nudos se consideran rígidos, siendo estos atornillados, ya que debe de ser una nave industrial desmontable.

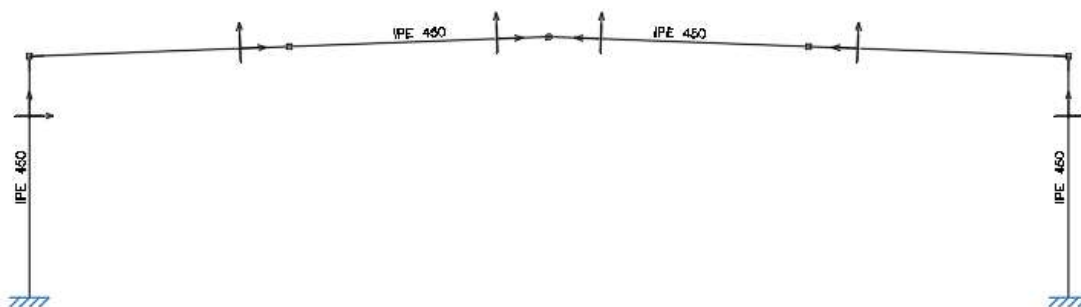


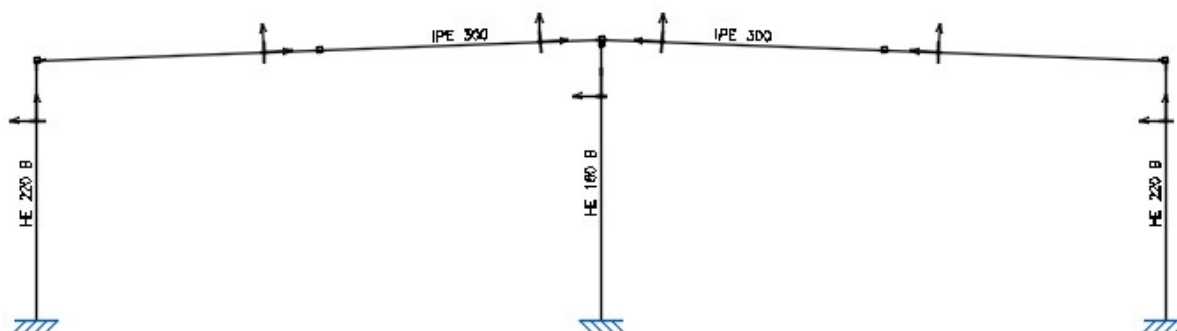
Imagen 12: Pórtico Interior contiguo al de fachada.

Respecto a los pilares del pórtico interior tienen diferentes longitudes debido a la pendiente de la jácena, de forma que, los pilares exteriores son de 3,7 metros, los siguientes son de 4 metros.

La configuración es la siguiente: IPE 400 para los pilares de pórtico interior no contiguo al de fachada, y las jácenas de IPE 400 también. Para perfiles de los pilares interiores contiguos son de IPE 450 y las jácenas de IPE 450 también. Todo esto se puede ver en las imágenes anteriores.

### 9.2.2. Pórtico de Fachada.

Para el pórtico de fachada se decide no arriostrar entre pilares hastiales, de hecho, sólo se coloca uno. Esto es debido a la poca altura que tiene la nave (4 metros)



y a la luz también reducida (16 metros), realmente las exigencias son pocas para la fachada. Por tanto, no se requiere de configuraciones más complicadas, ya se observa que esta tan simple ya se tienen perfiles bastante reducidos.

Imagen 13: Pórtico de fachada.

Los nudos se consideran rígidos, siendo estos atornillados, ya que debe de ser una nave industrial desmontable.

Respecto a los pilares del pórtico de fachada tienen diferentes longitudes debido a la pendiente de la jácena, de forma que, los pilares exteriores son de 3,7 metros, los siguientes son de 4 metros.

Los perfiles de los pilares exteriores son de HEB 140, el pilar hastial es un IPE 240 y las jácenas de IPE 300. Todo esto se puede ver en la imagen anterior.

### 9.2.2.1. Arriostramientos.

La estructura de una nave industrial estándar se diseña con varios arriostramientos, como son el arriostramiento de fachada, el arriostramiento lateral o cruz de San Andrés y el sistema contraviento de cubierta. Para este caso, como se tiene una luz y altura de pilar pequeña, se decide prescindir del arriostramiento de fachada.

Para el arriostramiento lateral o cruces de San Andrés, se decide utilizar un perfil redondo macizo R10. Se decide colocar entre los pórticos de fachada y el pórtico contiguo interior al de fachada, tal y como se puede comprobar en la imagen de la estructura 3D de la nave diseñada.

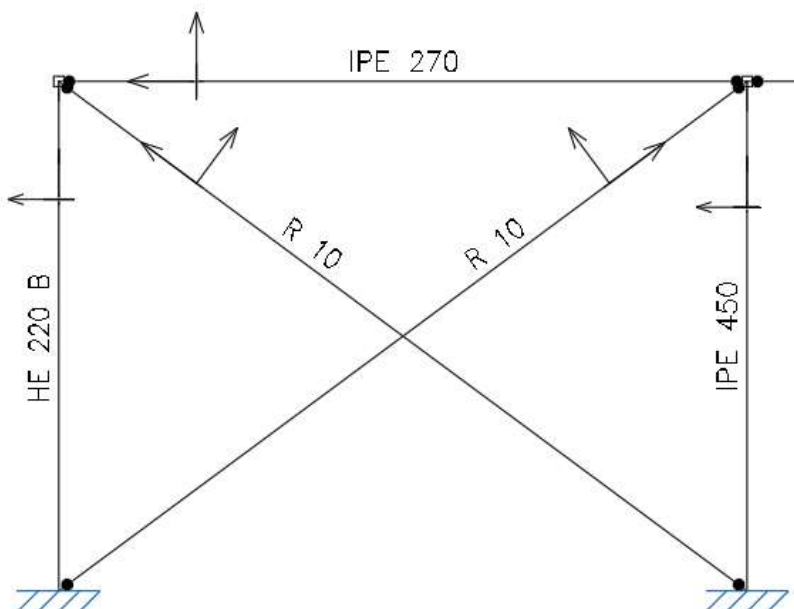


Imagen 14: Cruces de San Andrés.

Esta serían las uniones de los redondos a los pilares:

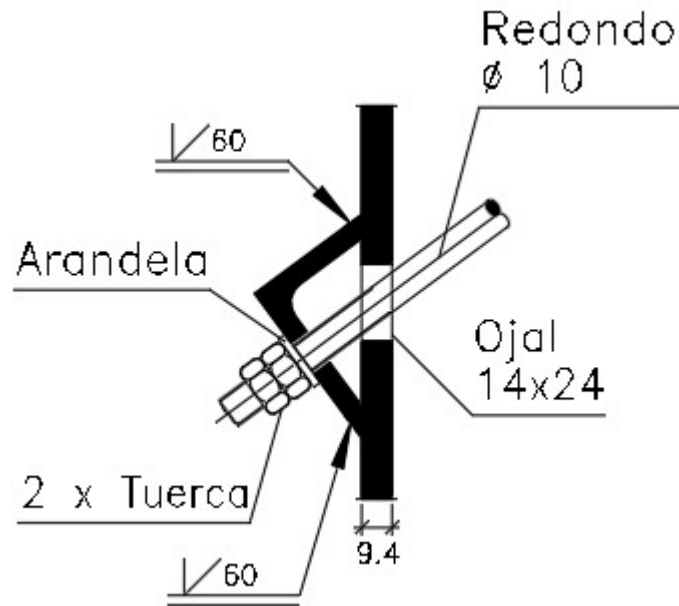


Imagen 15: Uniones de los redondos de las Cruces de San Andrés.

Por otra parte, las VCV tienen dos elementos estructurales diferenciados: Los tirantes y los montantes. Para la tipología de celosía utilizado (Pratt), los tirantes serán las diagonales, que trabajarán a tracción, mientras que los montantes trabajan a compresión. Eso es debido a que las barras diagonales tienen una longitud mayor, por tanto, interesa que no trabajen a compresión, así se evita que el fenómeno del pandeo en las barras más largas.



Los tirantes también serán de sección redonda maciza R10, mientras que los montantes son un perfil IPE 270.

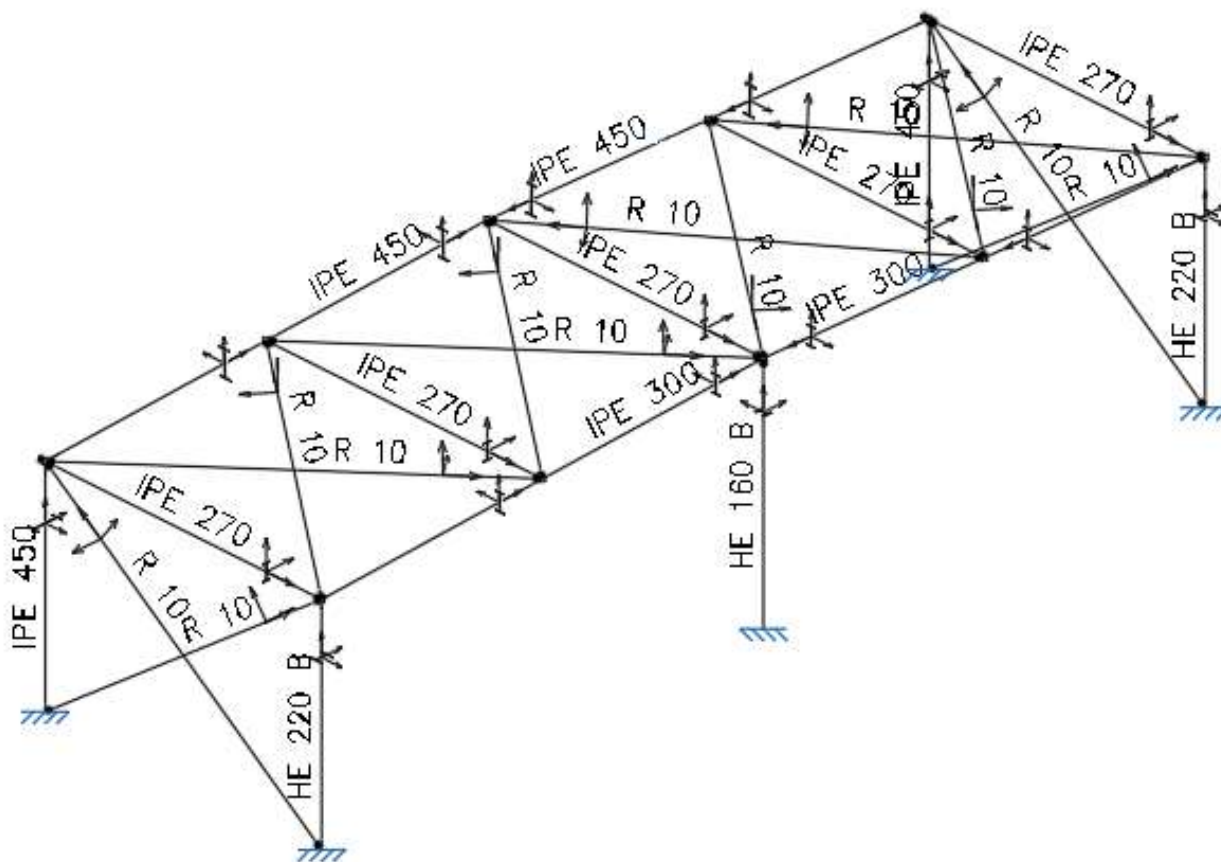


Imagen 16: Disposición de las Vigas contraviento (VCV).

### 9.2.3. Viga Perimetral.

Se proyecta la colocación de una viga perimetral de perfil IPE 80 que une los pórticos interiores. Su función es limitar al máximo el movimiento de las cabezas del pilar de estos además de transmitir la carga entre los pórticos. Normalmente, trabaja siempre a tracción.

### 9.2.4. Uniones.

Las uniones de la estructura metálica han sido diseñadas y dimensionadas mediante el programa de diseño de la nave y se muestran en el documento de los planos. Sin embargo, se muestran aquí un par de uniones entre los elementos estructurales de forma poco exhaustiva.

Esta sería, por ejemplo, la unión en la cumbrera, donde se encuentran las dos jácenas del pórtico interior:

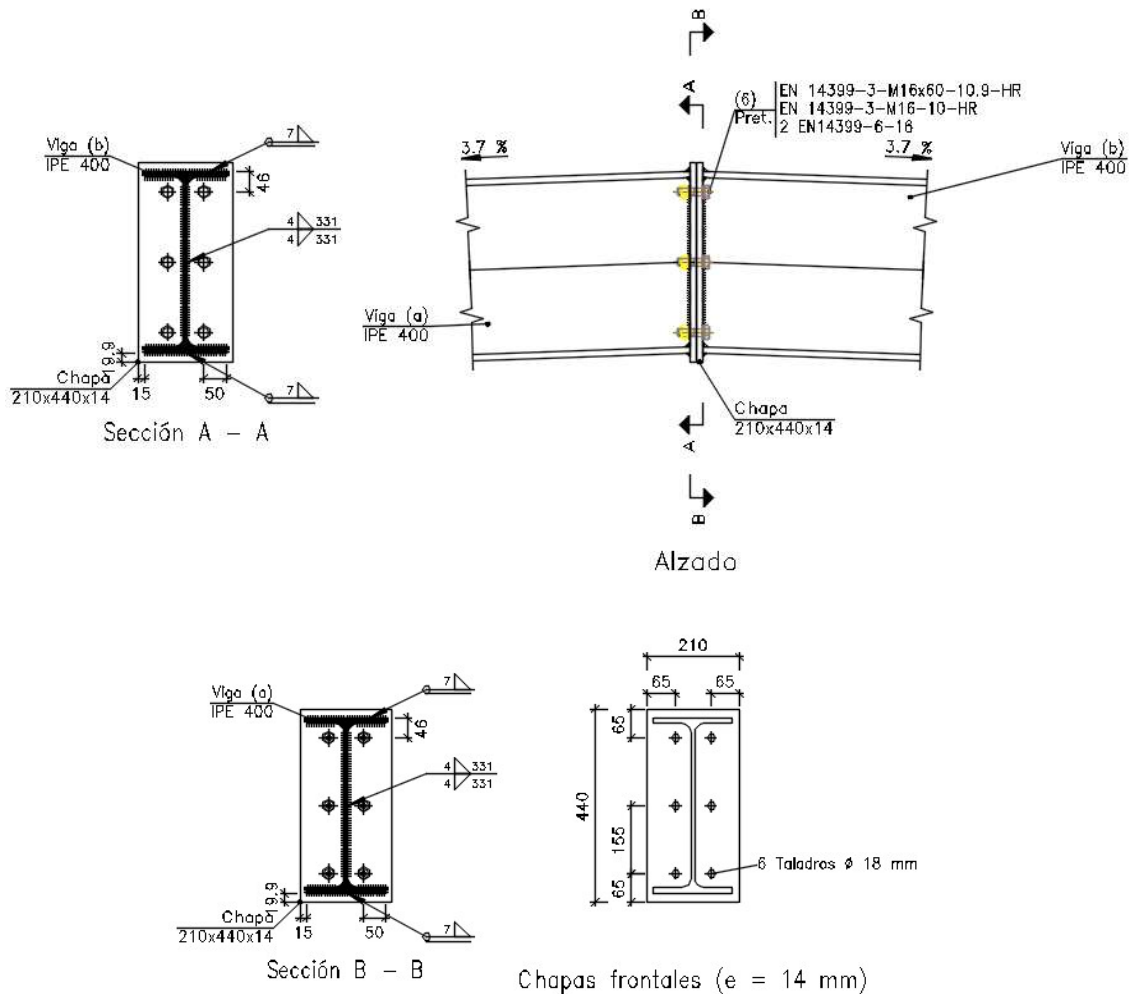


Imagen 17: Unión cumbrera entre jácenas.

Todas las uniones se verán representadas en el apartado de los planos, se verá el detalle de la unión y de elementos consta.

### 9.3. Materiales.

El principal material empleado en la estructura de la nave industrial ha sido el acero laminado S275 con límite elástico 275 N/mm<sup>2</sup> que se utiliza en los pilares, jácenas, arriostramientos, placas de anclaje, correas laterales y viga perimetral. Se utiliza principalmente para la estructura metálica y para las placas de anclaje.

El acero conformado S235, se emplea únicamente en las correas de la cubierta de perfil CF-225x2.5 que se emplean para fijar los paneles de sándwich y en las correas laterales, con un perfil más reducido de CF-140x2.5.

El acero corrugado empleado en el hormigón armado de las cimentaciones y la solera es de tipo B500S y se utiliza en las zapatas, vigas de atado y vigas centradoras.

Respecto a las cimentaciones, se utilizan dos tipos de hormigones, el primer tipo es el hormigón de limpieza de HL-150/B/30 y el segundo tipo es el hormigón armado de designado HA-25/P/30/IIa.

Respecto a los cerramientos, el de la fachada, es de panel de hormigón prefabricado, mientras que el cerramiento de cubierta es de panel de sándwich, que se alternan con lucernarios de policarbonato del mismo espesor.

## 9.4. Cerramientos.

A continuación, se procede a exponer el tipo de panel de cerramiento, tanto de fachada como de cubierta, que sea ligero y que además tenga un cierto aislamiento térmico y acústico.

### 9.4.1. Cerramiento de Fachada.

El cerramiento de fachada de la nave industrial desmontable será un panel ligero, para que tenga una fácil manipulación. Además, debe de aislar tanto térmicamente como acústicamente del exterior.

Se procede a colocar un panel de fachada perfilado con una cara interior de acero precalado galvanizado perforado a 0,5 mm de espesor, una cara intermedia del aislante térmico y acústico de 100 mm de Poliuretano (PUR) y Poli-isocianurato y una cara exterior de 0,7 mm de espesor de acero precalado galvanizado.

Cara	Espesor (mm)	Material
Interior	0,5	Acero precalado perforado
Intermedia	100	Poliuretano (PUR) y Poli-isocianurato
Exterior	0,7	Acero precalado galvanizado

*Tabla 4: Composición panel de fachada lateral.*

Por los laterales de la nave, el panel tendrá las dimensiones de altura-anchura de 3,7 y 1 metro. Por otra parte, en el frontal y la parte trasera de la nave, la anchura seguirá siendo de 1 metro. La altura del panel irá variando, tomando forma de un trapecio rectangular.

Por otra parte, una serie de paneles vendrán recortados, donde estarán tanto las ventanas como las puertas que se necesitan incorporar.

Se coloca una lámina de poliéster en su cara interior 5 mm. Su uso está recomendado en zonas de fuerte corrosión y de ambientes agresivos. Su recubrimiento interior está elaborado a partir de resinas poliéster con refuerzo de fibra de vidrio.

Así irían fijados los cerramientos junto con las correas laterales:



Imagen 18: Sujeción del panel a las correas.

Nótese que la correa de la imagen no corresponde con la utilizada, aunque se sujeta el panel de la misma manera.

### 9.4.2. Cerramiento de Cubierta.

El cerramiento de la cubierta se diseña como un cerramiento de cubierta ligera, en la que la conservación no se considera concomitante con el resto de las acciones variables.

Se selecciona un panel sándwich para cubiertas inclinadas desarrollado para instalaciones agropecuarias, en el que se coloca una lámina de poliéster en su cara interior.

Cara	Espesor (mm)	Material
Interior	0,5	Acero precalado perforado
Intermedia	50	Poliuretano (PUR) y Poli-isocianurato
Exterior	0,7	Acero precalado galvanizado

Tabla 5: Panel Sándwich de cubierta.

Esta sería una imagen del panel sándwich a instalar en la cubierta:

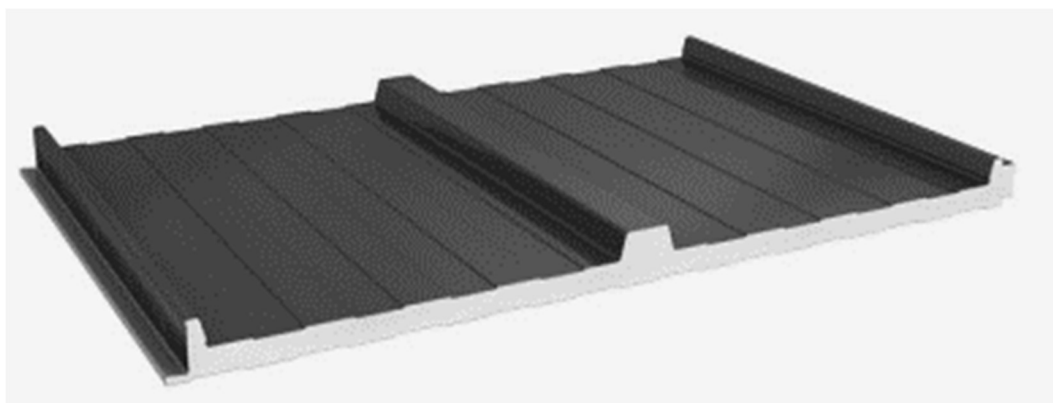


Imagen 19: Detalle cerramiento de cubierta

En la cumbre, zona más alta de la cubierta donde se encuentran dos paneles, se coloca el siguiente elemento para fijar ambos paneles y evitar filtración de agua:



Imagen 20: Detalle remate cumbre.

Aunque parezca que tenga color distinto, la fabricante adjunta de forma distinta la imagen de cada parte de la cubierta. Por tanto, a la hora de montarlo tendrá el mismo color.

Por otra parte, se coloca en la parte perimetral de la cubierta un canalón de cubierta, para que las aguas de la cubierta no se liberen sobre el cerramiento de fachada, evitando problemas de corrosión y de filtración:



Imagen 21: Detalle canalón de aguas.

## 9.5. Carpintería Metálica.

El acceso a la nave industrial se da por una doble puerta contrapesada en la que también hay una puerta individual. De tal manera que se pueda cargar y descargar a las aves y que los operarios puedan entrar y salir por varias puertas. Hay dos puertas tanto en la parte delantera como en la trasera.



Imagen 22: Puerta contrapesada.

Se requieren pues cuatro puertas de 3 x 5 metros de tipo contrapesada motorizadas, por las que deberán instalarse un motor por puerta, incluidos por el fabricante. Estas puertas pensadas para entrar con un camión cuentan además con una puerta individual de 2,02 x 1,25 metros para el operario.

Se construyen con paneles de 40 mm de chapa de acero galvanizado por ambas caras con un relleno de poliuretano que actúa de aislante. El color elegido es el mismo que el del panel de cerramiento de fachada, es acero galvanizado se prevé la instalación de motores en cada una de las puertas, así como mirillas para poder visualizar el exterior.

Además, también se instalan ventanas de 1,2 x 2 metros de doble cristal, para asegurar el buen aislamiento térmico del conjunto. En total serán diez, cinco por cada lado.



Imagen 23: Detalle ventana doble de perfil aluminio extruido.

## 9.6. Solera.

Primero se deben establecer los usos sobre la solera que se va a colocar en la nave industrial. En principio no van a ir circulando vehículos en su interior, ni equipos de mantenimiento ni camiones. Por tanto, las cargas sobre la solera van a ser reducidas.

Según la NTE revestimiento de suelos, soleras, se establece que la solera a colocar en el edificio industrial es de tipo ligera RSS-4 Solera Ligera, pensada para garajes para turismos, talleres de mecánica ligera y zonas con tránsito de personas. Tiene una sobrecarga estática máxima prevista de 1 t/m<sup>2</sup>, más que suficiente para soportar las cargas previstas por la actividad a desarrollar en su interior.

La configuración de la solera será de losa de hormigón, lámina aislante, subbase granular y explanada; de capa superior a capa inferior.

- La losa de hormigón de resistencia (EFH-7) tendrá una resistencia característica mínima de 125 kg/cm<sup>3</sup> (HA-25/B/20/IIa) formando una capa de 10 cm de espesor, extendido sobre la lámina aislante. La superficie se terminará mediante reglado. El curado se realizará mediante riego que no produzca deslavado del mismo.
- Entre la losa de hormigón y la subbase se coloca una lámina aislante de polietileno, de tal forma que se pueda aislar el terreno de cualquier vertido que se pueda realizar en la nave, filtrándose hasta la subbase explanada.
- La subbase granular será de calidad EFH-2: arena de río, con tamaño máximo de grano de 0,5 cm formando una capa de 10 cm de espesor, extendida sobre

el terreno limpio y compactado a mano (explanada). Se terminará enrasando una vez compactada.

- La explanada se corresponde a un tipo de suelo intermedio de arcilla seca, con unos valores de coeficiente de balasto entre 5-13 kp/cm<sup>3</sup>, valores normales de este coeficiente. Se compacta la explanada manualmente para la posterior colocación de los demás elementos de la solera.

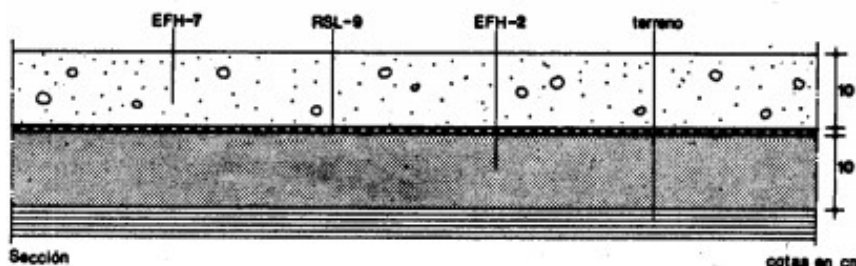


Imagen 24: Detalle Solera.

Se colocan dos tipos de juntas en la solera:

- Junta de Aislamiento: se coloca en el perímetro interior de la nave, entre la solera y los elementos constructivos y estructurales del edificio, normalmente el cerramiento de fachada y los pilares de la estructura. Será de poliestireno expandido de 15 cm.
- Juntas de Contracción: se colocan juntas tipo I (sin pasador): Apto para pavimentos poco expuestos y sometidos a cargas de pequeña intensidad y con una pequeña separación entre juntas. La transmisión de esfuerzos se produce por rozamiento y encaje de áridos entre las caras de la fisura inducida por la junta. Se realizarán mediante serrado de 4 mm de profundidad (OC10/2002), después se sellará con una banda de neopreno preformada. Según la norma UNI 1146, la separación máxima (a partir del espesor de losa de hormigón  $e_{LH}$ ) de juntas será de:

$$S = 18 \cdot e_{LH} + 100 = 280 \text{ cm}$$

Esto quiere decir que, una vez colocada la losa de hormigón, entre las 6 y 24 horas de colocar la losa, se deben hacer mediante sierra unos cuadrados de 4 mm de profundidad de 280 cm de lado.



## 10. RESUMEN PRESUPUESTO.

Resumen	Materiales	%	Maquinaria	%	Mano de obra	%	Otros	%	Importe
Total capítulo CAP01			3.719,00	1,8	1.656,20	0,8	163,70	0,1	5.538,90
Total capítulo CAP02	27.018,95	13,1	570,74	0,3	3.414,17	1,6	965,74	0,5	31.969,60
Total capítulo CAP03	17.093,76	8,3	748,80	0,4	4.633,92	2,2	659,04	0,3	23.135,52
Total capítulo CAP04	61.189,03	29,6			14.727,81	7,1	2.382,75	1,2	78.299,59
Total capítulo CAP05	41.773,25	20,2			7.536,15	3,6	1.476,94	0,7	50.786,34
Total capítulo CAP06	1.223,57	0,6			57,89		12.856,80	6,2	14.138,26
Total capítulo CAP07	374,37	0,2			1.201,32	0,6	1.491,80	0,7	3.067,49
<b>Total obra</b>	<b>148.672,93</b>	<b>71,8</b>	<b>5.038,54</b>	<b>2,4</b>	<b>33.227,46</b>	<b>16,1</b>	<b>19.996,77</b>	<b>9,7</b>	<b>206.935,70</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>									<b>206.935,70</b>
13.00 % Gastos Generales									26.901,65
6.00 % Beneficio Industrial									12.416,15
SUMA									39.317,80
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>									<b>246.253,50</b>
21.00 % IVA									51.713,24
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>									<b>297.966,74</b>

Tabla 6: Resumen del Presupuesto.

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y CUATRO CENTIMOS.

Fuenterrobles 5 enero 2020

## 11. BIBLIOGRAFÍA.

- Manual de CYPE 3D por Antonio Manuel Reyes Rodríguez: Cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D. Edición ANAYA 2008.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). Texto modificado por RD 1247/2008, de 18 de julio.
- Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI). RD 2267/2004, de 3 de diciembre.
- Apuntes de la asignatura SJA009 – Construcción y Arquitectura Industrial, de Máster en Ingeniería Industrial de la Universitat Jaume I.





# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA  
INDUSTRIAL

## *ANEXO I: NORMATIVA URBANÍSTICA*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido

Castellón, Enero de 2020



El presente anexo trata sobre la normativa urbanística utilizada para desarrollar este proyecto. Se debe presentar la DIC al estar construyendo una instalación industrial en suelo no urbanizable. Esta DIC establece las características, requisitos y exigencias constructivas y urbanísticas que debe tener el edificio industrial, siempre y cuando no incumplan la normativa urbanística de Fuentesrobles. A continuación, se expone la normativa urbanística usada en la realización del trabajo:

- Declaración de Interés Comunitario según la DIC-Valencia 2014/0377.
- Plan General de Fuentesrobles.
- Normas Subsidiarias vigentes de Fuentesrobles.
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje (LOTUP) de la Comunidad Valenciana que regula las competencias atribuidas por el Estatuto de Autonomía y por la Constitución en tema de urbanismo y ordenación del territorio.
- Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana.

Por tanto, siguiendo las indicaciones de la Declaración de Interés Comunitario (DIC) se establece que la actividad para la que se destina la nueva nave es para la cría de aves (pollos) para después proveer al sector alimentario LOTUP (Artículo 197/a) y cualquier otro uso para el que se quiera destinar tendrá que estar incluido en la DIC.

Por otro lado, según LOTUP (Artículo 197/a) el área construida no deberá ser mayor al 50% de la parcela, la nave cumple esta característica. Respecto a separación mínima con vías de acceso y retranqueos, el edificio industrial cumple todas las distancias mínimas, es decir, los retranqueos mínimos de 3 metros que se obligan en la normativa son cumplidos sobradamente, siendo la distancia mínima a límite de parcela de 15 metros.

Respecto a los aparcamientos, en la DIC no se establece ningún requisito, por tanto, no será necesario realizar aparcamientos. Pese a esto, en toda la parcela restante sin edificar se realizará un pavimentado y existe espacio suficiente para poder diseñar unos aparcamientos en el caso de ser necesarios.

La altura máxima de la instalación industrial se establece en 15 metros en cornisa según la Declaración de Interés Comunitario, en el proyecto se ha establecido una altura máxima de 4 metros desde la rasante.





UNIVERSITAT  
JAUME•I

# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA  
INDUSTRIAL

## *ANEXO II: CÁLCULO ESTRUCTURAL*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido





## ÍNDICE

1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.	51
2.	ACCIONES EN EDIFICACIÓN (DB SE-AE).	52
2.1.	Acciones Permanentes (G).	52
2.1.1.	Peso Propio.	52
2.1.2.	Pretensado.	53
2.1.3.	Acciones del Terreno.	53
2.2.	Acciones Variables (Q).	53
2.2.1.	Sobrecarga de Uso.	53
2.2.2.	Viento.	54
2.2.3.	Nieve.	56
2.2.4.	Acciones Térmicas.	57
2.3.	Acciones Accidentales.	57
2.3.1.	Sismo.	57
2.3.2.	Incendio.	58
2.3.3.	Impacto.	58
2.3.4.	Otras acciones accidentales.	59
3.	BASES DE CÁLCULO	59
3.1.	Consideraciones en los Nudos	59
3.2.	Consideraciones en Pandeo	59
3.2.1.	Pilares	60
3.2.2.	Jácenas	62
3.2.3.	Arriostramientos	62
3.2.4.	Montantes VCV	63
3.2.5.	Vigas Perimetrales	63
3.2.6.	Pilar Hastial	64
3.3.	Límites de Flecha	64
4.	ESTRUCTURA METÁLICA.	65
4.1.	Pórtico interior.	65
4.1.1.	Descripción.	65
4.1.2.	Cargas.	66
4.1.3.	Resultados.	69
4.2.	Pórtico Interior Contiguo a Fachada.	69
4.2.1.	Descripción.	69
4.2.2.	Cargas.	71
4.2.3.	Resultados.	72
4.3.	Pórtico de Fachada.	73
4.3.1.	Descripción.	73

4.3.2.	Cargas.	74
4.3.3.	Resultados.	76
4.4.	Vigas Contraviento.	76
4.4.1.	Descripción.	76
4.4.2.	Cargas.	77
4.4.3.	Resultados.	78
4.5.	Correas.	79
4.5.1.	Correas de cubierta.	79
4.5.2.	Correas laterales.	80
5.	CIMENTACIÓN.	82
5.1.	Zapatas Aisladas.	82
5.2.	Viga de Atado y Centradoras.	96
6.	UNIONES.	98
6.1.	Entre Barras	98
6.1.1.	Disposiciones Constructivas.	98
6.1.2.	Geometría Uniones.	103
6.1.2.1.	Tipo 1.	103
6.1.2.2.	Tipo 5.	104
6.1.2.3.	Tipo 13.	106
6.1.2.4.	Tipo 18.	108
6.2.	Placas de Anclaje.	111
6.2.1.	Comprobaciones.	111
6.2.2.	Placa de Anclaje Tipo 4.	112
6.2.3.	Placa de Anclaje Tipo 7.	115
6.2.4.	Placa de Anclaje Tipo 10.	119
6.2.5.	Placa de Anclaje Tipo 11.	122

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA.

El edificio industrial diseñado en el TFM es una nave simple a dos aguas, con una estructura que consta de trece pórticos. Sus dimensiones son sesenta metros de fachada por dieciséis metros de anchura.

Cada pórtico tiene una luz de dieciséis metros. La altura de pilar es de 3,7 metros mientras que la altura de cumbrera es de cuatro metros. La estructura se divide en dos pórticos de fachada y once pórticos interiores.

Los pilares exteriores de los pórticos de fachada son de perfil HEB 220, mientras que los pilares hastiales son de perfil HEB 160. Las jácenas del pórtico de fachada son un perfil IPE 300.

Por otra parte, se distinguen los pórticos interiores y los pórticos interiores contiguos a los de la fachada. Para los pilares y jácenas de los pórticos interiores se selecciona un IPE 400, mientras que para los pilares y jácenas de los pórticos interiores contiguos a la fachada un IPE 450.

Se diseña un sistema contraviento de cubierta construido entre el pórtico de fachada y el pórtico contiguo, formado por montantes de perfil IPE 270 y diagonales redondas de un perfil R10. Por otro lado, se diseña el arriostramiento de fachada lateral o Cruz de San Andrés de perfil redondo R10. Las vigas perimetrales tienen un perfil IPE 80.

Por último, se ha diseñado que tanto la cubierta como la fachada disponen de cerramientos, por tanto, toda la estructura dispone de correas de cubierta y correas laterales. Las correas de cubierta son de perfil CF-225x2.5 que se emplean para fijar los paneles de sándwich. En las correas laterales, con un perfil más reducido se utiliza un CF-140x2.5.

## 2. ACCIONES EN EDIFICACIÓN (DB SE-AE).

Los valores adoptados corresponden a las magnitudes de las acciones que se aplican sobre los edificios según lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en Edificación (DB SE-AE) del Código Técnico de Edificación (CTE).

### 2.1. Acciones Permanentes (G).

Las acciones permanentes (G) son las que actúan en todo instante sobre el edificio industrial de forma estable y fija. Se dividen en peso propio de la nave industrial: estructura y elementos como la cubierta, correas, ... El posible pretensado de los elementos, que producen una tensión (de compresión) constante y fija sobre el elemento. Y para finalizar las acciones del terreno, que pueden añadir una carga también constante a los elementos estructurales de la nave.

#### 2.1.1. Peso Propio.

Para determinar el peso propio de cada material, se utiliza la Tabla 1.C del DB SE-AE (Anexo C) del Código Técnico de la Edificación:

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m <sup>3</sup>	Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m <sup>3</sup>
<b>Materiales de albañilería</b>		<b>Madera</b>	
Arenisca	21,0 a 27,0	Aserrada, tipos C14 a C40	3,5 a 5,0
Basalto	27,0 a 31,0	Laminada encolada	3,7 a 4,4
Calizas compactas, mármoles	28,0	Tablero contrachapado	5,0
Diorita, gneis	30,0	Tablero cartón gris	8,0
Granito	27,0 a 30,0	Aglomerado con cemento	12,0
Sienita, diorita, pórfido	28,0	Tablero de fibras	8,0 a 10,0
Terracota compacta	21,0 a 27,0	Tablero ligero	4,0
<b>Fábricas</b>		<b>Metales</b>	
Bloque hueco de cemento	13,0 a 16,0	Acero	77,0 a 78,5
Bloque hueco de yeso	10,0	Aluminio	27,0
Ladrillo cerámico macizo	18,0	Bronce	83,0 a 85,0
Ladrillo cerámico perforado	15,0	Cobre	87,0 a 89,0
Ladrillo cerámico hueco	12,0	Estaño	74,0
Ladrillo silicocalcáreo	20,0	Hierro colado	71,0 a 72,5
<b>Mamostería con mortero</b>		Hierro forjado	76,0
de arenisca	24,0	Latón	83,0 a 85,0
de basalto	27,0	Plomo	112,0 a 114,0
de caliza compacta	26,0	Zinc	71,0 a 72,0
de granito	26,0	<b>Plásticos y orgánicos</b>	
<b>Sillería</b>		Caucho en plancha	17,0
de arenisca	26,0	Lámina acrílica	12,0
de arenisca o caliza porosas	24,0	Linóleo en plancha	12,0
de basalto	30,0	Mástico en plancha	21,0
de caliza compacta o mármol	28,0	Poliestireno expandido	0,3
de granito	28,0	<b>Otros</b>	
<b>Hormigones y morteros</b>		Adobe	16,0
Hormigón ligero	9,0 a 20,0	Asfalto	24,0
Hormigón normal <sup>(1)</sup>	24,0	Baldosa cerámica	18,0
Hormigón pesado	> 28,0	Baldosa de gres	19,0
Mortero de cemento	19,0 a 23,0	Papel	11,0
Mortero de yeso	12,0 a 28,0	Pizarra	29,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0	Vidrio	25,0
Mortero de cal	12,0 a 18,0		

<sup>(1)</sup> En hormigón armado con armados usuales o fresco aumenta 1 kN/m<sup>3</sup>

Tabla 7: Peso específico aparente de materiales de construcción.

- Para el acero se toma 78,5 kN/m<sup>3</sup>.

- Para el hormigón armado 25 kN/m<sup>3</sup>.

Utilizando la Tablas C.2, junto con las del Anexo C del DB SE-AE y/o la tabla característica del perfil proporcionada por el fabricante se determina el peso de cada elemento:

Tabla C.2 Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura

Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>	Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>
Aislante (lana de vidrio o roca) por cada 10 mm de espesor	0,02	Tablero de madera, 25 mm espesor	0,15
Chapas grecadas, canto 80 mm, Acero 0,8 mm espesor	0,12	Tablero de rasilla, una hoja una hoja sin revestir	0,40
Aluminio, 0 8 mm espesor	0,04	una hoja más tendido de yeso	0,50
Plomo, 1,5 mm espesor	0,18	Tejas planas (sin enlistonado) ligeras (24 kg/pieza)	0,30
Zinc, 1,2 mm espesor	0,10	corrientes (3,0 kg/pieza)	0,40
Cartón embreado, por capa	0,05	pesadas (3,6 kg/pieza)	0,50
Enlistonado	0,05	Tejas curvas (sin enlistonado) ligeras (1,6 kg/pieza)	0,40
Hoja de plástico armada, 1,2 mm	0,02	corrientes (2,0 kg/pieza)	0,50
Pizarra, sin enlistonado solape simple	0,20	pesadas (2,4 kg/pieza)	0,60
solape doble	0,30	Vidriera (incluida la carpintería) vidrio normal, 5 mm espesor	0,25
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18	vidrio armado, 6 mm espesor	0,35

Tabla 8: Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura.

- Correas cubierta perfil CF-225x2.5: 7,38 kg/ml o 72,40 N/ml.
- Correas Laterales perfil CF-140x2.5: 5,26 kg/ml o 51,60 N/ml.
- Panel tipo sándwich cubierta: 11,05 kg/m<sup>2</sup> o 104,48 N/m<sup>2</sup>.
- Panel cerramiento lateral: 12,61 kg/m<sup>2</sup> o 123,66 N/m<sup>2</sup>.

### 2.1.2. Pretensado.

Para el caso de este proyecto no hay elementos pretensados en la estructura portante del edificio industrial.

### 2.1.3. Acciones del Terreno.

Para el caso de este proyecto no hay acciones del terreno que afecten a la estructura portante del edificio industrial.

## 2.2. Acciones Variables (Q).

Las acciones variables (Q) son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura. Dentro de este grupo se incluyen sobrecargas de uso, acciones climáticas, acciones debidas al proceso constructivo, etc.

### 2.2.1. Sobrecarga de Uso.

Para el caso de la sobrecarga de uso, se toma la hipótesis de que cuando se haga mantenimiento de la cubierta, que la sobrecarga de uso no sea concomitante con el resto de las acciones variables (que son climatológicas).

Sobrecarga de uso con la carga uniformemente distribuida (Tabla 3.1 de apartado 3.1.1 del DB SE-AE).

Categoría de uso G: Cubiertas accesibles únicamente para conservación.

Subcategoría de uso G1: Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) es de 0,4 kN/m<sup>2</sup>

Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m<sup>2</sup> (en nuestro caso es de 0,104 kN/m<sup>2</sup>). Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de las acciones variables, como ya se ha comentado previamente.

## 2.2.2. Viento.

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

$q_b$ : la presión dinámica del viento. Se toma como Zona A con un valor de  $q_b = 0,42$  kN/m<sup>2</sup> mediante el Anejo D de DB SE-AE (velocidad del viento a 26 m/s), en función del emplazamiento geográfico de la obra, según la figura siguiente:



Imagen 25: Presión dinámica del viento en España.

$c_e$ : el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Para el caso se considera un grado de aspereza III, terreno rural sin obstáculos.

Entorno (grado de aspereza)		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	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
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

Tabla 9: Determinación del Grado de Aspereza.

$C_p$ : el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión y uno positivo, presión.

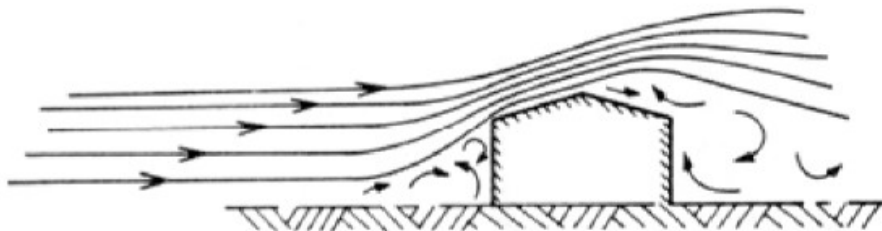


Imagen 26: Comportamiento del viento frente a la nave industrial.

Se tomarán varias hipótesis de carga en el que será la hipótesis más desfavorable la que marque el perfil de la estructura portante de nuestro edificio industrial.

Esta sería una representación visual de las fuerzas derivadas a la acción del viento sobre la nave industrial:

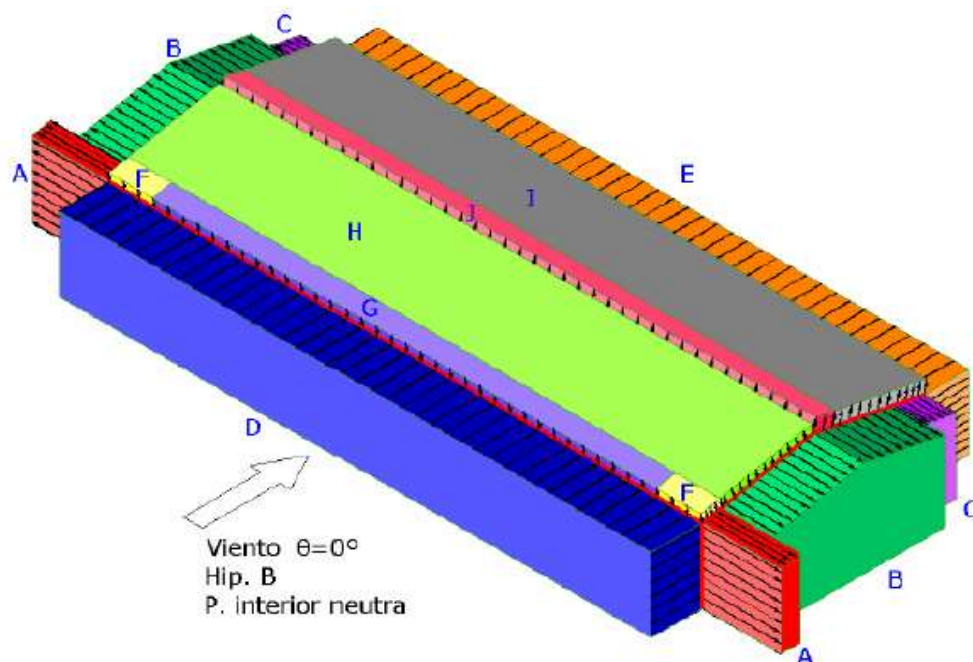


Imagen 27: Acciones sobre la nave industrial debidas al viento.

### 2.2.3. 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 paramentos exteriores.

En cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1.000 m, es suficiente considerar una carga de nieve de 1,0 kN/m<sup>2</sup>. En otros casos o en estructuras ligeras, sensibles a carga vertical, los valores pueden obtenerse como se indica a continuación. Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal,  $q_n$ , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Siendo  $\mu$  el coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB SE-AE, donde el viento puede acompañar o seguir a las nevadas, lo que origina un depósito irregular de la nieve sobre las cubiertas. Por ello, el espesor de la capa de nieve puede ser diferente en cada faldón.

$S_k$  es el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2 del DB SE-AE también. Tiene que ver con la posibilidad de que nieve en la localidad donde se encuentra emplazada la nave. Fuentesrobles se encuentra a una altitud de 879 msnm (metros sobre el nivel del mar).



El mismo programa se encarga de evaluar las hipótesis de carga para dimensionar cada elemento de la estructura en la hipótesis de mayor carga.

## **2.2.4. Acciones Térmicas.**

En este caso no es necesario tener en cuenta las acciones térmicas ya que según el apartado 3.4 del DB SE-AE en la obra no existen elementos continuos de más de 40 metros de longitud y, por tanto, no es necesario calcular su valor.

## **2.3. Acciones Accidentales.**

Las acciones accidentales (A) son aquellas acciones cuya probabilidad de que ocurran es muy pequeña casi nula, pero cuando suceden, tienen consecuencias desastrosas para la seguridad de la nave y de las personas que pueden estar en su interior. Por tanto, es importante que la estructura de la nave pueda soportar en caso de que alguno de estos accidentes suceda.

### **2.3.1. Sismo.**

Las acciones sísmicas vienen reguladas por el NCSE-02 según el CTE DB SE-AE, que es la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación.

Según el apartado 1.2.2 del NCSE-02, se clasifica la nave de importancia normal, ya que su destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas humanas.

Según el siguiente apartado de la misma normativa, 1.2.3, se establecen los casos en los que se debe aplicar la norma NCSE-02, el punto rojo representa el municipio de Fuentes de Juarbe:



Imagen 28: Distribución coeficiente de contribución K en España.

Según el artículo 1.2.3, al Fuentes de Rubielos tener una aceleración sísmica ( $a_b$ ) de 0,04g y el establecimiento tener una clasificación de importancia media no hace falta aplicar la norma NCSE-02.

### 2.3.2. Incendio.

No procede.

### 2.3.3. Impacto.

La acción de impacto de vehículos desde el exterior no viene contemplada en la ordenanza municipal de Fuentes de Rubielos. El impacto desde el interior debe considerarse en aquellas zonas cuyo uso suponga la circulación de vehículos, en este caso no van a haber vehículos circulando por el interior, por tanto, no se tiene en cuenta el impacto accidental de vehículos en el dimensionamiento de la nave industrial.

### **2.3.4. Otras acciones accidentales.**

En los edificios con usos tales como fábricas químicas, laboratorios o almacenes de materiales explosivos, se hará constar en el proyecto las acciones accidentales específicas consideradas, con indicación de su valor característico y su modelo. No es el caso de la actividad diseñada de la nave, por tanto, no se valora ninguna acción accidental, no procede.

## **3. BASES DE CÁLCULO**

En este apartado se describe las restricciones efectuadas para el cálculo de la estructura de la nave en el programa descrito anteriormente. Para ello se pasan a describir las consideraciones que se han tomado oportunas para la realización de los cálculos estructurales mediante el CYPE 3D.

### **3.1. Consideraciones en los Nudos**

Para cada nudo se asignará el tipo de vinculación, exterior e interior, que poseen los nudos de la estructura.

La vinculación exterior puede restringirse hasta seis grados de libertad, tres desplazamientos en cada eje y tres giros (empotramiento). La vinculación exterior, en nuestro caso, son los apoyos de la estructura en el terreno.

En los nudos de la base de todos los pilares, la vinculación exterior será un empotramiento, por lo que se restringirán todos sus grados de libertad.

La vinculación interior por su parte puede considerarse unión rígida entre las barras; y articulada, permitiendo el giro relativo de éstas en alguno de sus ejes o en todos.

Se darán dos uniones fijas: entre pilar exterior y jácena (de cualquier pórtico) y entre jácena y jácena en la cumbrera.

Todas las demás uniones entre elementos son uniones articuladas, o por lo menos así se van a considerar en los cálculos.

### **3.2. Consideraciones en Pandeo**

La inestabilidad elástica causada por el pandeo también provoca una limitación en cuanto a inercia/longitud de perfil, que hay que tener en cuenta a la hora de calcular la estructura ya que limita severamente la resistencia a compresión de las vigas y pilares de la estructura.

Se expondrán los casos para los elementos que conforman el pórtico interior y pórtico de fachada para delimitar los coeficientes de pandeo que se deben utilizar para el cálculo, donde habrá casos que serán canónicos, empotramiento-articulación, barra biarticulada o casos que se deberán calcular las betas de pandeo porque no encaje dentro de un caso canónico.

Se muestran los coeficientes de pandeo seleccionados para cada elemento estructural: pilares, jácenas, tirantes, montantes y la viga perimetral. La variación de estos coeficientes de pandeo es en función del plano, ya que el coeficiente de pandeo depende de las restricciones de los apoyos en los elementos de estudio en cada eje.

### 3.2.1. Pilares

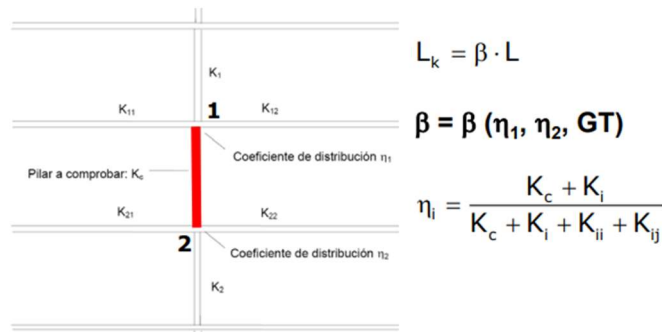
Para el plano perpendicular al pórtico, en los pilares del pórtico interior se toma el coeficiente de pandeo igual a la 0,7 ( $\beta = 0,7$ ) debido a que responde al caso canónico de una barra empotrada-articulada.

Caso Canónico	Beta de Pandeo ( $\beta$ )
Biarticulada	1
Biempotrada	0,5
Empotrada-Articulada	0,7
Empotrada Libre	2

*Tabla 10: Betas de pandeo para los casos canónicos.*

Para el caso del plano paralelo al pórtico no se tiene un caso canónico, ya que un extremo estaría empotrado en el suelo mientras que el otro es una unión rígida, por tanto, no corresponde al caso empotrado-articulado.

Se debe calcular mediante coeficientes de distribución  $\eta_i$ , que varían en función de la rigidez de las barras que lo envuelven. Se comprueba el caso de pandeo traslacional (GT=1).



- $K_c$  coeficiente de rigidez  $EI/L$  del tramo de pilar analizado;
- $K_i$  coeficiente de rigidez  $EI/L$  del siguiente tramo de pilar en el nudo  $i$ , nulo caso de no existir;
- $K_{ij}$  coeficiente de rigidez eficaz de la viga en el nudo  $i$ , y posición (lado)  $j$ .  $K_{ij} = \psi \cdot EI_{ij} / L_{ij}$
- $\psi$  Coeficiente que tiene en cuenta el modo de pandeo.

Imagen 29: Cálculo del coeficiente de distribución de pandeo.

Para el primer cálculo, que no se conoce a priori los perfiles a utilizar, se puede hacer una aproximación de  $\eta_i$ , que sería la rigidez en el extremo unido a la jácena, cómo:

$$\eta_1 = \frac{L}{L + 0.5 \cdot h}$$

Siendo  $L$ : la luz del pórtico, y  $h$ : la altura de los pilares. Se calcula  $\beta$  cómo:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,6 \cdot \eta_1 \eta_2}} \geq 1$$

Siendo  $\eta_2 = 0$ , al estar empotrado. Para el pórtico interior sale una  $\beta = 1,45$ ; que se introducirá en el programa para calcular la estructura. Más tarde, una vez se hayan dimensionado los perfiles se calculará la nueva beta de pandeo.

Omitiendo la parte de cálculo, que se verá más adelante, se dimensionan los pilares y jácenas de los pórticos interiores con un perfil IPE 400 y las vigas perimetrales IPE 80. Ahora sí se puede recalcular la beta de pandeo mediante los coeficientes de rigidez de cada una de las barras que lo envuelven. Sale una  $\beta = 1,43$  en los pilares del pórtico interior; por tanto, no se va mucho la aproximación y cumple.

Se dimensionan los pilares y jácenas de los pórticos de fachada con un perfil HEB 220 y IPE 300 respectivamente, mientras que el montante es de IPE 270. Se realiza el mismo procedimiento que antes. Sale una  $\beta = 1,24$  en los pilares exteriores de fachada.

La esbeltez reducida máxima para elementos principales a compresión como los pilares es de  $\lambda_{lim} \leq 2$ . (CTE-DB-SE-A, tabla 6.3)

### 3.2.2. Jácenas

El caso de las jácenas es más sencillo que el de los pilares ya que el pandeo en ambos ejes corresponde a un caso canónico de pandeo y el otro viene impedido.

Para el plano paralelo al pórtico se tienen coeficientes de pandeo de la unidad, como si fuese un caso canónico articulado-articulado. Eso es debido a que la longitud de la luz del pórtico es tan elevada que provoca la deformación de este, por tanto, se puede tratar como si fuese un caso canónico de barra articulada-articulada.



Imagen 30: Explicación de la articulación de los extremos de la jácena.

Por otra parte, el pandeo en el plano perpendicular al pórtico está impedido por las correas de la cubierta, que se encargan de repartir la carga entre los pórticos, por tanto, el coeficiente de pandeo es de 0. No se puede producir pandeo en el plano perpendicular al pórtico.

La esbeltez reducida máxima para elementos principales que pueden estar sometidos a compresión como las jácenas es de  $\lambda_{lim} \leq 2$ . (CTE-DB-SE-A, tabla 6.3)

### 3.2.3. Arriostramientos

Los arriostramientos trabajan como tirantes, es decir, sólo a tracción, debido a su pequeña esbeltez. Por tanto, el coeficiente de pandeo es cero. Esto también es aplicable para las diagonales de las vigas contraviento.

La esbeltez reducida máxima para elementos principales a tracción como las diagonales de las VCV es de  $\lambda_{lim} \leq 3$ , mientras que para elementos secundarios como las cruces de San Andrés es de  $\lambda_{lim} \leq 4$ . (CTE DB-SE-A, 6.3.1)

Se hace por estética, ya que algunos elementos pueden llegar a doblarse por la acción de la gravedad.

### 3.2.4. Montantes VCV

Para los montantes de las VCV, se tiene un caso canónico de barra articulada en sus extremos, además en sus dos ejes. Por tanto, su coeficiente de pandeo será de la unidad para ambos planos.

La esbeltez reducida máxima para elementos a compresión como los montantes es de  $\lambda_{lim} \leq 2$ . (CTE-DB-SE-A, tabla 6.3)

### 3.2.5. Vigas Perimetrales

Para las vigas perimetrales se toman betas de pandeo iguales a la unidad, eso es debido a que, en caso de viento lateral, estas vigas no soportan la carga. Realmente lo hacen los pilares de los pórticos, ya que la carga se reparte entre los pilares. Por tanto, la viga perimetral trabajará a tracción, de ahí que su beta de pandeo sea igual a cero para los dos planos del pórtico, como los arriostramientos.

La esbeltez reducida máxima para elementos principales a tracción como las diagonales de las VCV es de  $\lambda_{lim} \leq 3$ . (CTE DB-SE-A, 6.3.1)

### 3.2.6. Pilar Hastial

Para el pilar hastial, son casos canónicos en ambos ejes. Para el plano del pórtico se tiene un caso empotrado-articulado, por tanto, una  $\beta = 0,7$ . Para el plano perpendicular al pórtico se tiene un caso empotrado-libre  $\beta = 2$ .

La esbeltez reducida máxima para elementos principales que pueden estar sometidos a compresión como las jácenas es de  $\lambda_{lim} \leq 2$ . (CTE-DB-SE-A, tabla 6.3)

A modo de resumen se facilita una tabla con los coeficientes de pandeo anteriormente descritos.

Elemento	Plano del Pórtico	Perpendicular al Pórtico
Pilar	$\beta = 1,43$ (PI) y $1,24$ (PF)	$\beta = 0,7$
Jácena	$\beta = 1$	$\beta = 0$
Arriostramientos	$\beta = 0$	$\beta = 0$
Montantes VCV	$\beta = 1$	$\beta = 1$
Viga Perimetral	$\beta = 0$	$\beta = 0$
Pilar Hastial	$\beta = 0,7$	$\beta = 2$

Tabla 11: Tabla resumen de las betas de pandeo para cada elemento constructivo

\* (PI) Pórtico Interior, (PF) Pórtico de Fachada.

### 3.3. Límites de Flecha

El CTE en su apartado DB-SE, dentro de estados límites de servicio, limita el desplazamiento de las barras pertenecientes a la estructura. Se admite la integridad de los elementos constructivos de la estructura si la flecha relativa es menor que L/300 en elementos trabajando a flexión y para el desplome horizontal si es menor que L/250.

Elementos	Límite de flecha
Verticales (Pilares)	L/250
Horizontales (Jácenas)	L/300

Tabla 12: Límites de flecha para los elementos verticales y horizontales.



## 4. ESTRUCTURA METÁLICA.

Se realiza el cálculo estructural del sistema metálico portante de la nave industrial, para ello se utiliza el software CYPE3D, ya mencionado con anterioridad.

### 4.1. Pórtico interior.

#### 4.1.1. Descripción.

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
<p>Notación:  <i>E</i>: Módulo de elasticidad  <i><math>\nu</math></i>: Módulo de Poisson  <i>G</i>: Módulo de cortadura  <i><math>f_y</math></i>: Límite elástico  <i><math>\alpha_t</math></i>: Coeficiente de dilatación  <i><math>\gamma</math></i>: Peso específico</p>							

Tabla 13: Tabla Material S275.

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeforma ble origen	Deformable	Indeforma ble extremo				
Acero laminado	S275	N26/N27	N26/N27	IPE 400 (IPE)	-	3.507	0.193	0.70	1.45	3.700	1.200
		N27/N30	N27/N30	IPE 400 (IPE)	0.201	7.805	-	0.00	1.00	1.200	4.200
		N27/N32	N27/N32	IPE 80 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
<p>Notación:  <i>Ni</i>: Nudo inicial  <i>Nf</i>: Nudo final  <i><math>\beta_{xy}</math></i>: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  <i><math>\beta_{xz}</math></i>: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  <i>Lb<sup>Sup.</sup></i>: Separación entre arriostramientos del ala superior  <i>Lb<sup>Inf.</sup></i>: Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>											

Tabla 14: Detalles descripción Pórtico interior.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10
		2	IPE 80, (IPE)	7.64	3.59	2.38	80.10	8.49	0.70
<p>Notación:  <i>Ref.</i>: Referencia  <i>A</i>: Área de la sección transversal  <i>A<sub>vy</sub></i>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  <i>A<sub>vz</sub></i>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  <i>I<sub>yy</sub></i>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  <i>I<sub>zz</sub></i>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  <i>I<sub>t</sub></i>: Inercia a torsión</p> <p>Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

Tabla 15: Características mecánicas de los perfiles empleados en el PI.

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N26/N27	IPE 400 (IPE)	3.700	0.031	245.43
		N27/N30	IPE 400 (IPE)	8.006	0.068	531.03
		N27/N32	IPE 80 (IPE)	5.000	0.004	29.99
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final						

Tabla 16: Medición de los elementos.

## 4.1.2. Cargas.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N26/N27	Peso propio	Uniforme	0.651	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	Peso propio	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	V(0°) H1	Uniforme	2.663	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(0°) H1	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(0°) H2	Uniforme	2.663	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(0°) H2	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(90°) H1	Uniforme	1.902	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(90°) H1	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(90°) H2	Uniforme	1.902	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(90°) H2	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(180°) H1	Uniforme	1.141	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(180°) H1	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(180°) H2	Uniforme	1.141	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(180°) H2	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(270°) H1	Uniforme	1.902	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(270°) H1	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N26/N27	V(270°) H2	Uniforme	1.902	-	-	-	Globales	0.000	-1.000	0.000
N26/N27	V(270°) H2	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	1.000	-0.000
N27/N30	Peso propio	Uniforme	0.651	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	Peso propio	Uniforme	1.086	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	Q	Uniforme	2.000	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	V H2	Faja	4.945	-	0.000	0.801	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V H2	Faja	1.521	-	7.205	8.006	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V H2	Faja	2.282	-	0.801	7.205	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V H3	Faja	4.945	-	0.000	0.801	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V H3	Faja	1.521	-	7.205	8.006	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V H3	Faja	2.282	-	0.801	7.205	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V H5	Faja	6.847	-	0.000	0.801	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V H5	Faja	5.705	-	7.205	8.006	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V H5	Faja	4.945	-	0.801	7.205	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V H6	Faja	6.847	-	0.000	0.801	Globales	0.000	-0.037	0.999

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N27/N30	V H6	Faja	5.705	-	7.205	8.006	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V H6	Faja	4.945	-	0.801	7.205	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(0°) H1	Faja	4.564	-	0.000	0.801	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(0°) H1	Faja	2.663	-	0.801	4.003	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(0°) H1	Faja	0.761	-	4.003	8.006	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V(0°) H1	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(0°) H2	Faja	4.564	-	0.000	0.801	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(0°) H2	Faja	2.663	-	0.801	4.003	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(0°) H2	Faja	0.761	-	4.003	8.006	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(0°) H2	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.761	-	-	-	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V(90°) H1	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V(90°) H2	Uniforme	0.761	-	-	-	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(90°) H2	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V(180°) H1	Uniforme	0.761	-	-	-	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V(180°) H1	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(180°) H2	Uniforme	0.761	-	-	-	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(180°) H2	Uniforme	0.115	-	-	-	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.761	-	-	-	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V(270°) H1	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	V(270°) H2	Uniforme	0.761	-	-	-	Globales	0.000	-0.037	0.999
N27/N30	V(270°) H2	Uniforme	0.884	-	-	-	Globales	-0.000	0.037	-0.999
N27/N30	N(EI)	Uniforme	3.647	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	N(R) 1	Uniforme	1.824	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N30	N(R) 2	Uniforme	3.647	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N32	Peso propio	Uniforme	0.059	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Tabla 17: Cargas en las barras del PI.

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.438 m	0.877 m	1.315 m	1.754 m	2.192 m	2.630 m	3.069 m	3.507 m	
N26/N27	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-88.817	-87.863	-86.909	-85.955	-85.001	-84.047	-83.093	-82.139	-81.185	
		N <sub>máx</sub>	46.406	46.972	47.537	48.102	48.668	49.233	49.798	50.364	50.929	
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.329	-0.329	-0.329	-0.329	-0.329	-0.329	-0.329	-0.329	-0.329	-0.329
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.371	0.371	0.371	0.371	0.371	0.371	0.371	0.371	0.371	0.371
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-75.156	-75.156	-75.156	-75.156	-75.156	-75.156	-75.156	-75.156	-75.156	-75.156
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	47.789	47.789	47.789	47.789	47.789	47.789	47.789	47.789	47.789	47.789
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-92.80	-59.85	-29.61	-17.47	-24.77	-45.72	-66.67	-87.62	-108.57	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	59.03	38.08	21.98	17.59	39.06	71.94	104.88	137.83	170.78	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-1.22	-1.07	-0.93	-0.78	-0.64	-0.50	-0.35	-0.21	-0.06	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	1.37	1.21	1.05	0.89	0.72	0.56	0.40	0.23	0.07	

Tabla 18: Envoltentes de la barra N26/N27 (Pilares PI).

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.201 m	1.372 m	2.152 m	3.323 m	4.103 m	5.274 m	6.054 m	7.225 m	8.006 m	
N27/N30	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N <sub>máx</sub>	78.056	77.713	77.484	77.142	76.913	76.570	76.342	75.999	75.770	
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	75.030	62.045	54.347	42.800	35.101	23.554	16.169	12.358	16.417	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	47.801	39.031	34.326	27.268	22.562	15.504	10.799	12.901	16.393	
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	169.95	-90.13	-44.71	-26.28	-34.38	-48.74	-59.01	-67.52	-68.23	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	108.01	57.67	29.04	27.00	47.54	76.89	92.27	104.07	104.65	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 19: Envolventes de la barra N27/N30 (Jácena PI).

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m	
N27/N32	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-4.420	-4.420	-4.420	-4.420	-4.420	-4.420	-4.420	-4.420	-4.420	-4.420
		N <sub>máx</sub>	8.144	8.144	8.144	8.144	8.144	8.144	8.144	8.144	8.144	8.144
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.199	-0.149	-0.099	-0.050	0.000	0.029	0.059	0.088	0.118	
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.118	-0.088	-0.059	-0.029	0.000	0.050	0.099	0.149	0.199	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.06	0.11	0.14	0.15	0.14	0.11	0.06	0.00	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.11	0.19	0.23	0.25	0.23	0.19	0.11	0.00	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 20: Envolventes de la barra N27/N32 (Viga perimetral PI).

### 4.1.3. Resultados.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N26/N27	1.534	0.27	2.411	1.48	1.534	0.52	2.411	1.99
	1.534	L/(>1000)	2.411	L/(>1000)	1.534	L/(>1000)	2.411	L/(>1000)
N27/N30	3.512	0.00	5.073	6.49	3.512	0.00	5.073	8.93
	3.512	L/(>1000)	5.073	L/(>1000)	3.512	L/(>1000)	5.073	L/(>1000)
N27/N32	2.500	0.00	2.500	2.86	2.500	0.00	0.000	0.00
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Tabla 21: Flechas de las envolventes.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{wv}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N26/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 3.506 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 3.507 m $\eta = 72.8$	x: 0 m $\eta = 2.3$	$\eta = 11.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.507 m $\eta = 77.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.4$
N27/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 8.006 m $\eta = 2.3$	x: 0.201 m $\eta = 5.0$	x: 0.201 m $\eta = 79.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.201 m $\eta = 11.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.201 m $\eta = 60.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 79.4$
N27/N32	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta = 4.1$	$\eta = 2.2$	x: 2.5 m $\eta = 4.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.5 m $\eta = 8.2$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.2$

Notación:  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_{wv}$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_y V_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_y M_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_y M_z V_y V_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_y V_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  
<sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
<sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Tabla 22: Resultados de las barras escogidas PI.

## 4.2. Pórtico Interior Contiguo a Fachada.

### 4.2.1. Descripción.

Materiales utilizados							
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:  
E: Módulo de elasticidad  
 $\nu$ : Módulo de Poisson  
G: Módulo de cortadura  
 $f_y$ : Límite elástico  
 $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación  
 $\gamma$ : Peso específico

Tabla 23: Tabla material S275.

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N56/N57	N56/N57	IPE 450 (IPE)	-	3.483	0.217	0.70	1.45	3.700	1.200
		N57/N68	N57/N60	IPE 450 (IPE)	0.226	3.777	-	0.00	1.00	1.200	4.200
		N68/N60	N57/N60	IPE 450 (IPE)	-	4.003	-	0.00	1.00	1.200	4.200
		N61/N57	N61/N57	R 10 (R)	-	6.220	-	0.00	0.00	-	-

**Notación:**  
*Ni:* Nudo inicial  
*Nf:* Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>Sup.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>Inf.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala inferior

Tabla 24: Tabla descripción PICF (Pórtico Interior Contiguo a Fachada).

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90
		2	R 10, (R)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10

**Notación:**  
*Ref.:* Referencia  
*A:* Área de la sección transversal  
*A<sub>vy</sub>:* Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
*A<sub>vz</sub>:* Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
*I<sub>yy</sub>:* Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
*I<sub>zz</sub>:* Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
*I<sub>t</sub>:* Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tabla 25: Características mecánicas de los perfiles escogidos para el PICF.

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N56/N57	IPE 450 (IPE)	3.700	0.037	286.96
		N57/N60	IPE 450 (IPE)	8.006	0.079	620.90
		N61/N57	R 10 (R)	6.220	0.000	3.83

**Notación:**  
*Ni:* Nudo inicial  
*Nf:* Nudo final

Tabla 26: Tabla medición elementos PICF.

## 4.2.2. Cargas.

Envolventes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	0.435 m	0.871 m	1.306 m	1.742 m	2.177 m	2.612 m	3.048 m	3.483 m		
N56/N57	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N <sub>máx</sub>	118.940	117.928	116.915	115.903	114.891	113.879	112.867	111.854	110.842		
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	63.214	63.814	64.414	65.014	65.614	66.213	66.813	67.413	68.013		
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614		
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.342	0.342	0.342	0.342	0.342	0.342	0.342	0.342	0.342		
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	102.947	102.947	102.947	102.947	102.947	102.947	102.947	102.947	102.947		
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	64.961	64.961	64.961	64.961	64.961	64.961	64.961	64.961	64.961		
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-124.38	-79.56	-45.06	-26.10	-34.90	-62.95	-91.23	-119.52	-147.80		
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	78.46	50.18	32.69	27.51	55.56	99.72	144.54	189.36	234.18		
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-2.27	-2.00	-1.73	-1.47	-1.20	-0.93	-0.67	-0.40	-0.13		
M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	1.25	1.10	0.96	0.81	0.66	0.51	0.36	0.21	0.07				

Tabla 27: Envolventes para la barra N56/N57 (Pilar).

Envolventes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.226 m	0.646 m	1.065 m	1.695 m	2.114 m	2.534 m	3.164 m	3.583 m	4.003 m		
N57/N68	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N <sub>máx</sub>	107.079	106.997	106.915	106.792	106.709	106.627	106.504	106.422	106.339		
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	67.520	67.544	67.567	67.602	67.625	67.648	67.683	67.706	67.729		
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056	-0.056		
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037		
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-	-95.635	-89.854	-81.480	-75.897	-70.314	-61.940	-56.357	-50.775		
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	101.755	60.532	56.757	51.308	47.675	44.042	38.593	34.960	31.328		
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02		
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-233.16	-191.74	-152.84	-98.92	-65.90	-46.98	-34.80	-40.08	-46.80		
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	147.06	120.82	96.23	62.22	41.45	34.40	34.09	50.64	66.50		
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.01	-0.02	-0.04	-0.06	-0.08	-0.09	-0.12	-0.13	-0.15		
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.01	0.04	0.06	0.10	0.12	0.14	0.18	0.20	0.23		

Tabla 28: Envolventes para la barra N56/N68 (Jácena Izquierda).

Envolventes de los esfuerzos en barras													
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.000 m	0.600 m	1.001 m	1.601 m	2.001 m	2.602 m	3.002 m	3.603 m	4.003 m		
N68/N60	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N <sub>máx</sub>	106.492	106.374	106.296	106.178	106.100	105.982	105.904	105.786	105.708		
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	67.833	67.866	67.888	67.921	67.943	67.977	67.999	68.032	68.054		
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068	-0.068		
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151	0.151		
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-49.583	-41.595	-36.270	-28.282	-22.962	-20.563	-19.019	-19.182	-21.924		
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	32.034	26.836	23.371	18.174	14.708	15.197	16.097	18.624	20.393		
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02		
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-46.80	-54.18	-60.87	-73.34	-79.92	-87.19	-90.31	-92.35	-91.91		
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	66.50	84.42	96.66	116.04	126.30	137.68	142.61	146.03	145.71		
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.15	-0.11	-0.09	-0.10	-0.16	-0.25	-0.31	-0.40	-0.46		
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.23	0.15	0.10	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.23		

Tabla 29: Envoltentes para la barra N56/N57 (Jácena Derecha).

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.778 m	1.555 m	2.333 m	3.110 m	3.888 m	4.665 m	5.443 m	6.220 m	
N61/N57	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	6.294	6.294	6.294	6.294	6.294	6.294	6.294	6.294	6.294	6.294
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 30: Envoltentes para la barra N61/N57 (Redondo Cruz de San Andrés).

### 4.2.3. Resultados.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		Estado
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N56/N57	1.524	0.35	2.395	1.37	1.524	0.55	2.395	1.87	CUMPLE $\eta = 80.2$
	1.524	L/(>1000)	2.395	L/(>1000)	1.524	L/(>1000)	2.395	L/(>1000)	
N57/N60	3.147	0.16	4.978	6.21	3.357	0.25	4.778	8.71	CUMPLE $\eta = 81.7$
	3.147	L/(>1000)	5.178	L/(>1000)	6.379	L/(>1000)	4.978	L/(>1000)	
N61/N57	5.054	0.00	4.665	0.00	3.888	0.00	4.665	0.00	CUMPLE $\eta = 37.5$
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

Tabla 31: Flechas de las envoltentes PICF.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{sw}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N56/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,máx}$ Cumple	x: 3.482 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 6.3$	x: 3.483 m $\eta = 75.0$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 13.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.483 m $\eta = 80.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 13.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 80.2$
N57/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,máx}$ Cumple	x: 4.003 m $\eta = 2.6$	x: 0.226 m $\eta = 6.0$	x: 0.226 m $\eta = 81.7$	x: 4.003 m $\eta = 0.3$	$\eta = 13.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.226 m $\eta = 61.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.226 m $\eta = 13.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.7$
N68/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,máx}$ Cumple	x: 4.003 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 3.803 m $\eta = 33.9$	x: 4.003 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.803 m $\eta = 37.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 37.5$

Tabla 32: Resumen comprobaciones de las barras.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N61/N57	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 30.6$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	CUMPLE $\eta = 30.6$

Tabla 33: Resumen comprobación Cruces de San Andrés.



## 4.3. Pórtico de Fachada.

### 4.3.1. Descripción.

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i><math>\nu</math></i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i><math>f_y</math></i> : Límite elástico <i><math>\alpha_t</math></i> : Coeficiente de dilatación <i><math>\gamma</math></i> : Peso específico							

Tabla 34: Tabla material S275.

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N61/N62	N61/N62	HE 220 B (HEB)	-	3.554	0.146	0.70	1.24	3.700	1.200
		N62/N69	N62/N65	IPE 300 (IPE)	0.111	3.892	-	0.00	1.00	1.200	4.200
		N69/N65	N62/N65	IPE 300 (IPE)	-	3.922	0.081	0.00	1.00	1.200	4.200
		N74/N65	N74/N65	HE 160 B (HEB)	-	4.000	-	0.70	1.23	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final <i><math>\beta_{xy}</math></i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i><math>\beta_{xz}</math></i> : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb<sub>Sup.</sub></i> : Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb<sub>Inf.</sub></i> : Separación entre arriostramientos del ala inferior											

Tabla 36: Elementos del PF.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N61/N62
2	N62/N65
3	N74/N65

Tabla 37: Referencia piezas.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	76.57
		2	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	20.10
		3	HE 160 B, (HEB)	54.30	31.20	9.65	2492.00	889.20	31.24

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
<p><i>Notación:</i>            Ref.: Referencia            A: Área de la sección transversal            Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'            Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'            Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'            Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'            It: Inercia a torsión            Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.</p>									

Tabla 38: Características mecánicas de los perfiles PF.

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N61/N62	HE 220 B (HEB)	3.700	0.034	264.31
		N62/N65	IPE 300 (IPE)	8.006	0.043	338.10
		N74/N65	HE 160 B (HEB)	4.000	0.022	170.50
<p><i>Notación:</i>            Ni: Nudo inicial            Nf: Nudo final</p>						

Tabla 39: Mediciones de los elementos constructivos de PF.

## 4.3.2. Cargas.

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.444 m	0.889 m	1.333 m	1.777 m	2.221 m	2.666 m	3.110 m	3.554 m
N61/N62	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-47.253	-45.622	-43.991	-42.360	-40.729	-39.098	-37.467	-35.836	-34.205
		N <sub>máx</sub>	11.485	12.452	13.418	14.385	15.351	16.318	17.284	18.251	19.217
		Vy <sub>mín</sub>	-20.717	-16.935	-13.154	-9.373	-5.592	-1.810	-2.225	-5.595	-8.966
		Vy <sub>máx</sub>	18.022	14.651	11.281	7.910	4.540	1.169	1.990	5.771	9.552
		Vz <sub>mín</sub>	-11.896	-11.896	-11.896	-11.896	-11.896	-11.896	-11.896	-11.896	-11.896
		Vz <sub>máx</sub>	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054	7.054
		Mt <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My <sub>mín</sub>	-15.09	-12.32	-9.56	-9.51	-10.70	-12.41	-14.19	-15.96	-17.74
		My <sub>máx</sub>	10.05	9.29	8.99	9.65	13.64	17.64	21.63	25.63	29.62
		Mz <sub>mín</sub>	-18.41	-10.04	-3.36	-2.61	-5.36	-6.62	-6.38	-4.65	-1.42
		Mz <sub>máx</sub>	14.72	7.46	1.70	1.68	4.99	6.63	6.59	4.87	1.47

Tabla 40: Envoltente en la barra N61/62 (Pilar Hastial).

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.111 m	0.500 m	1.084 m	1.473 m	2.057 m	2.641 m	3.030 m	3.614 m	4.003 m
N62/N69	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-12.998	-12.959	-12.899	-12.859	-12.800	-12.740	-12.701	-12.641	-12.602
		N <sub>máx</sub>	7.653	7.665	7.682	7.694	7.711	7.729	7.741	7.758	7.770
		Vy <sub>mín</sub>	-0.334	-0.241	-0.102	-0.017	-0.063	-0.203	-0.296	-0.435	-0.528
		Vy <sub>máx</sub>	0.417	0.324	0.184	0.091	0.114	0.216	0.283	0.384	0.451
		Vz <sub>mín</sub>	-30.944	-27.888	-23.305	-20.249	-15.666	-11.083	-8.027	-3.444	-2.350
		Vz <sub>máx</sub>	19.533	17.624	14.760	12.851	9.987	7.123	5.214	2.578	2.518
		Mt <sub>mín</sub>	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.111 m	0.500 m	1.084 m	1.473 m	2.057 m	2.641 m	3.030 m	3.614 m	4.003 m
		M <sub>t</sub> máx	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M <sub>y</sub> mín	-27.45	-16.64	-3.07	-5.93	-12.60	-17.60	-20.00	-22.20	-22.75
		M <sub>y</sub> máx	16.12	9.74	1.74	7.42	17.90	25.71	29.43	32.77	33.52
		M <sub>z</sub> mín	-0.04	-0.18	-0.33	-0.39	-0.40	-0.33	-0.24	-0.18	-0.34
		M <sub>z</sub> máx	0.04	0.15	0.25	0.27	0.24	0.15	0.06	0.02	0.21

Tabla 41: Envoltente en la barra N62/N69 (Jácena Izquierda).

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.490 m	0.980 m	1.471 m	1.961 m	2.451 m	2.941 m	3.432 m	3.922 m	
N69/N65	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-12.392	-12.343	-12.294	-12.244	-12.195	-12.146	-12.097	-12.047	-11.998	
		N <sub>máx</sub>	7.541	7.555	7.569	7.584	7.598	7.612	7.626	7.641	7.655	
		V <sub>y</sub> mín	-0.347	-0.315	-0.283	-0.252	-0.220	-0.190	-0.190	-0.214	-0.253	
		V <sub>y</sub> máx	0.138	0.099	0.060	0.021	-0.019	-0.058	-0.058	-0.045	-0.014	
		V <sub>z</sub> mín	-1.612	-3.542	-5.959	-8.375	-10.791	-13.207	-15.623	-18.040	-20.456	
		V <sub>z</sub> máx	3.679	6.983	10.812	14.642	18.472	22.302	26.132	29.962	33.792	
		M <sub>t</sub> mín	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		M <sub>t</sub> máx	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		M <sub>y</sub> mín	-22.75	-22.72	-21.50	-19.55	-16.79	-16.59	-21.03	-32.16	-47.79	
		M <sub>y</sub> máx	33.52	32.19	28.98	23.89	16.92	14.17	13.30	18.95	28.38	
		M <sub>z</sub> mín	-0.34	-0.18	-0.05	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	
		M <sub>z</sub> máx	0.21	0.15	0.13	0.15	0.23	0.32	0.42	0.51	0.60	

Tabla 42: Envoltente en la barra N62/N69 (Jácena Derecha).

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.500 m	1.000 m	1.500 m	2.000 m	2.500 m	3.000 m	3.500 m	4.000 m
N74/N65	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-71.387	-71.104	-70.822	-70.540	-70.257	-69.975	-69.693	-69.411	-69.128
		N <sub>máx</sub>	39.051	39.218	39.385	39.552	39.720	39.887	40.054	40.221	40.389
		V <sub>y</sub> mín	-0.317	-0.317	-0.317	-0.317	-0.317	-0.317	-0.317	-0.317	-0.317
		V <sub>y</sub> máx	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317	0.317
		V <sub>z</sub> mín	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322
		V <sub>z</sub> máx	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966
		M <sub>t</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> mín	-1.29	-1.13	-0.97	-0.81	-0.64	-0.48	-0.32	-0.16	0.00
		M <sub>y</sub> máx	3.86	3.38	2.90	2.41	1.93	1.45	0.97	0.48	0.00
		M <sub>z</sub> mín	-1.27	-1.11	-0.95	-0.79	-0.63	-0.48	-0.32	-0.16	0.00
		M <sub>z</sub> máx	1.27	1.11	0.95	0.79	0.63	0.48	0.32	0.16	0.00

Tabla 43: Envoltente en la barra N74/N65 (Pilar)

### 4.3.3. Resultados.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N61/N62	2.221	0.67	2.221	1.11	2.221	1.26	1.999	1.72
	2.221	L/(>1000)	2.221	L/(>1000)	2.221	L/(>1000)	1.999	L/(>1000)
N62/N65	1.946	0.37	3.892	8.81	1.946	0.59	3.892	13.45
	1.946	L/(>1000)	3.892	L/887.0	1.946	L/(>1000)	3.892	L/893.0
N74/N65	1.750	0.51	1.750	0.60	1.750	1.02	1.750	0.74
	1.750	L/(>1000)	1.750	L/(>1000)	1.750	L/(>1000)	1.750	L/(>1000)

Tabla 44: Máximas flechas en cada elemento PF.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_zM_yV_z$	$M_t$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	
N61/N62	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.553 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 3.554 m $\eta = 15.3$	x: 0 m $\eta = 17.8$	$\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 21.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 1.9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 21.3$
N62/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.003 m $\eta = 0.6$	x: 0.111 m $\eta = 1.4$	x: 0.111 m $\eta = 27.4$	x: 1.862 m $\eta = 1.2$	x: 0.111 m $\eta = 8.0$	x: 4.003 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.003 m $\eta = 22.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 0.111 m $\eta = 8.0$	x: 4.003 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.4$
N69/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.921 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 3.922 m $\eta = 47.6$	x: 3.922 m $\eta = 1.8$	x: 3.922 m $\eta = 8.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.922 m $\eta = 34.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 3.922 m $\eta = 8.7$	x: 0 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.6$
N74/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 7.6$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.9$

Notación:  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_Y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_zM_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_yV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_zV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Tabla 45: Comprobaciones PF.

## 4.4. Vigas Contraviento.

### 4.4.1. Descripción.

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	$L_{bSup.}$	$L_{bInf.}$
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N57/N62	N57/N62	IPE 270 (IPE)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N57/N69	N57/N69	R 10 (R)	6.405	0.00	0.00	-	-

Notación:  
Ni: Nudo inicial  
Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 $L_{bSup.}$ : Separación entre arriostramientos del ala superior  
 $L_{bInf.}$ : Separación entre arriostramientos del ala inferior

Tabla 46: Descripción de las VCV.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		2	R 10, (R)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10

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

Tabla 47: Características mecánicas de los perfiles elegidos en VCV.

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N57/N62	IPE 270 (IPE)	5.000	0.023	180.16
		N57/N69	R 10 (R)	6.405	0.001	3.95

*Notación:*  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final

Tabla 48: Tabla medición VCV.

## 4.4.2. Cargas.

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.625 m	1.250 m	1.875 m	2.500 m	3.125 m	3.750 m	4.375 m	5.000 m
N57/N6 2	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N <sub>máx</sub>	11.703	11.703	11.703	11.703	11.703	11.703	11.703	11.703	11.703
		Vy <sub>mín</sub>	8.232	8.232	8.232	8.232	8.232	8.232	8.232	8.232	8.232
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	-1.193	-0.895	-0.596	-0.298	0.000	0.177	0.353	0.530	0.707
		Mt <sub>mín</sub>	-0.707	-0.530	-0.353	-0.177	0.000	0.298	0.596	0.895	1.193
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.39	0.66	0.83	0.88	0.83	0.66	0.39	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.65	1.12	1.40	1.49	1.40	1.12	0.65	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 49: Envoltentes para los montantes VCV.

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.801 m	1.601 m	2.402 m	3.202 m	4.003 m	4.804 m	5.604 m	6.405 m
N57/N6 9	Acero laminado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.801 m	1.601 m	2.402 m	3.202 m	4.003 m	4.804 m	5.604 m	6.405 m
		V <sub>y</sub> mín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> mín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		M <sub>t</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 50: Envoltentes diagonales VCV.

### 4.4.3. Resultados.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N57/N6 2	2.813	0.00	2.500	0.25	2.813	0.00	4.688	0.00
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N57/N6 9	5.604	0.00	6.005	0.00	5.604	0.00	2.402	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Tabla 51: Flechas máximas en las VCV.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N57/N 62	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$\eta = 4.3$	x: 2.5 m $\eta = 1.2$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m $\eta = 5.0$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.0$

Tabla 52: Comprobaciones montante VCV.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N57/N 69	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.8$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.8$

Tabla 53: Comprobaciones diagonales VCV.

## 4.5. Correas.

### 4.5.1. Correas de cubierta.

Comprobación de resistencia:

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 71.08 %

Tabla 54: Comprobación resistencia correas cubierta (CC).

Perfil: CF-225x2.5 Material: S235									
	Nudos			Características mecánicas					
	Inicial	Final	L (m)	Área (m <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (m <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (m <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (m <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (m)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	0.600, 3.722	60.000, 3.722	5.000	10.46	806.27	90.72	0.22	16.21	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
$\beta$	0.00		1.00	0.00		0.00			
L <sub>k</sub>	0.000		5.000	0.000		0.000			
C <sub>1</sub>	-			1.000					
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico									

Tabla 55: Perfil escogido para la CC.

**Relación anchura / espesor** (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250 \quad h / t : \underline{86.0} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90 \quad b / t : \underline{28.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30 \quad c / t : \underline{8.0} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6 \quad c / b : \underline{0.286}$$

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 93.95 %

Donde:

<b>h</b> : Altura del alma.	<b>h</b>	:	<u>215.00</u>	mm
<b>b</b> : Ancho de las alas.	<b>b</b>	:	<u>70.00</u>	mm
<b>c</b> : Altura de los rigidizadores.	<b>c</b>	:	<u>20.00</u>	mm
<b>t</b> : Espesor.	<b>t</b>	:	<u>2.50</u>	mm

**Resistencia a flexión. Eje Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{\mathbf{0.711}} \quad \checkmark$$

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{\mathbf{0.150}} \quad \checkmark$$

Tabla 56: Comprobaciones de la CC.

## 4.5.2. Correas laterales.

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 46.74 %

Tabla 57: Comprobación resistencia correas laterales (CL)



Perfil: CF-140x2.5 Material: S235									
Z	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	0.000, 60.000, 0.600	0.000, 55.000, 0.600	5.000	66.59	191.80	22.81	0.14	-9.02	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
	β	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000				
	C <sub>1</sub>	-			1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico									

Tabla 58: Características del perfil escogido de la CL.

**Relación anchura / espesor** (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250 \qquad h / t : \underline{52.0} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90 \qquad b / t : \underline{16.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30 \qquad c / t : \underline{6.0} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6 \qquad c / b : \underline{0.375}$$

Donde:

$$h: \text{Altura del alma.} \qquad h : \underline{130.00} \text{ m}$$

$$b: \text{Ancho de las alas.} \qquad b : \underline{40.00} \text{ m}$$

$$c: \text{Altura de los rigidizadores.} \qquad c : \underline{15.00} \text{ m}$$

$$t: \text{Espesor.} \qquad t : \underline{2.50} \text{ m}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

**Resistencia a flexión. Eje Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.467 ✓

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.052 ✓

Tabla 59: Comprobaciones de la CL.

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 74.13 %

Tabla 60: Comprobación flecha de la CL.

## 5. CIMENTACIÓN.

### 5.1. Zapatas Aisladas.

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N61 y N63	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 122.5 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 122.5 cm Ancho zapata X: 145.0 cm Ancho zapata Y: 245.0 cm Canto: 55.0 cm	Sup X: 11Ø12c/22 Sup Y: 6Ø12c/22 Inf X: 11Ø12c/22 Inf Y: 6Ø12c/22
N6, N8, N56 y N58	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 102.5 cm Ancho inicial Y: 185.0 cm Ancho final X: 102.5 cm Ancho final Y: 185.0 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 370.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 14Ø16c/27 Sup Y: 8Ø16c/27 Inf X: 14Ø16c/27 Inf Y: 8Ø16c/27
N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 92.5 cm Ancho inicial Y: 172.5 cm Ancho final X: 92.5 cm Ancho final Y: 172.5 cm Ancho zapata X: 185.0 cm Ancho zapata Y: 345.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 12Ø16c/29 Sup Y: 6Ø16c/29 Inf X: 12Ø16c/29 Inf Y: 6Ø16c/29

Referencias	Geometría	Armado
N16, N21 y N26	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 92.5 cm Ancho inicial Y: 162.5 cm Ancho final X: 92.5 cm Ancho final Y: 162.5 cm Ancho zapata X: 185.0 cm Ancho zapata Y: 325.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 12Ø16c/27 Sup Y: 7Ø16c/27 Inf X: 12Ø16c/27 Inf Y: 7Ø16c/27
N74 y N75	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 67.5 cm Ancho inicial Y: 117.5 cm Ancho final X: 67.5 cm Ancho final Y: 117.5 cm Ancho zapata X: 135.0 cm Ancho zapata Y: 235.0 cm Canto: 55.0 cm	Sup X: 11Ø12c/22 Sup Y: 6Ø12c/22 Inf X: 11Ø12c/22 Inf Y: 6Ø12c/22

Tabla 61: Características zapatas de cimentación.

Referencias: N1, N3, N61 y N63		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x1.58	17.38
	Peso (kg)	11x1.40	15.43
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.35	14.10
	Peso (kg)	6x2.09	12.52
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x1.58	17.38
	Peso (kg)	11x1.40	15.43
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.35	14.10
	Peso (kg)	6x2.09	12.52
Totales	Longitud (m)	62.96	
	Peso (kg)	55.90	55.90
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	69.26	
	Peso (kg)	61.49	61.49

Tabla 62: Características del armado de las zapatas de cimentación N1, N3, N61 y N63.

Referencias: N6, N8, N56 y N58		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	14x1.95	27.30
	Peso (kg)	14x3.08	43.09
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x3.60	28.80
	Peso (kg)	8x5.68	45.46
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	14x1.95	27.30
	Peso (kg)	14x3.08	43.09
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x3.60	28.80
	Peso (kg)	8x5.68	45.46
Totales	Longitud (m)	112.20	
	Peso (kg)	177.10	177.10
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	123.42	
	Peso (kg)	194.81	194.81

Tabla 63: Características del armado de las zapatas de cimentación N6, N8, N56 y N58.

Referencias: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.05	24.60
	Peso (kg)	12x3.24	38.83
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x3.35	20.10
	Peso (kg)	6x5.29	31.72
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x2.05	24.60
	Peso (kg)	12x3.24	38.83
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x3.35	20.10
	Peso (kg)	6x5.29	31.72
Totales	Longitud (m)	89.40	
	Peso (kg)	141.10	141.10
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	98.34	
	Peso (kg)	155.21	155.21

Tabla 64: Características del armado de las zapatas de cimentación N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53.

Referencias: N16, N21 y N26		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.05	24.60
	Peso (kg)	12x3.24	38.83
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x3.15	22.05
	Peso (kg)	7x4.97	34.80
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x2.11	25.32
	Peso (kg)	12x3.33	39.96
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x3.15	22.05
	Peso (kg)	7x4.97	34.80
Totales	Longitud (m)	94.02	
	Peso (kg)	148.39	148.39
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	103.42	
	Peso (kg)	163.23	163.23

Tabla 66: Características del armado de las zapatas de cimentación N16, N21 y N26.

Referencias: N74 y N75		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x1.48	16.28
	Peso (kg)	11x1.31	14.45
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.25	13.50
	Peso (kg)	6x2.00	11.99
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x1.48	16.28
	Peso (kg)	11x1.31	14.45
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.25	13.50
	Peso (kg)	6x2.00	11.99
Totales	Longitud (m)	59.56	
	Peso (kg)	52.88	52.88
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	65.52	
	Peso (kg)	58.17	58.17

Tabla 67: Características del armado de las zapatas de cimentación N74 y N75.

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1, N3, N61 y N63	4x61.49		245.96	4x1.95	4x0.36
Referencias: N6, N8, N56 y N58		4x194.81	779.24	4x6.07	4x0.76
Referencias: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53		15x155.21	2328.15	15x4.79	15x0.64
Referencias: N16, N21 y N26		3x163.23	489.69	3x4.81	3x0.60
Referencias: N74 y N75	2x58.17		116.34	2x1.74	2x0.32
Totales	362.30	3597.08	3959.38	121.81	16.47

Tabla 68: Cantidad de hormigón y acero para hormigón B 500 S.

Referencia: N1, N3, N61 y N63		
Dimensiones: 145 x 245 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0247212 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0553284 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 6.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 299.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 21.87 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 21.07 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 44.15 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 22.07 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 87.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1:	Mínimo: 30 cm Calculado: 48 cm	Cumple

Referencia: N1, N3, N61 y N63		
Dimensiones: 145 x 245 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 58 cm	Cumple

Referencia: N1, N3, N61 y N63		
Dimensiones: 145 x 245 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 58 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 69: Comprobaciones zapata de cimentación N1, N3, N61 y N63.

Referencia: N6, N8, N56 y N58		
Dimensiones: 205 x 370 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0390438 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0537588 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0780876 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4384.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 16.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 25.26 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 133.40 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 10.01 kN	Cumple

Referencia: N6, N8, N56 y N58		
Dimensiones: 205 x 370 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 95.06 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 107.6 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N6:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple



Referencia: N6, N8, N56 y N58		
Dimensiones: 205 x 370 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 89 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 89 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 70: Comprobaciones zapata de cimentación N6, N8, N56 y N58.

Referencia: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53.		
Dimensiones: 185 x 345 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0365913 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0593505 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0731826 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 5940.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.75 kN·m	Cumple

<p>Referencia: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53.</p> <p>Dimensiones: 185 x 345 x 75</p> <p>Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29</p>		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 97.08 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.79 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 74.16 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 92.1 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N11:	Mínimo: 54 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple

Referencia: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53.		
Dimensiones: 185 x 345 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 83 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 83 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 83 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
<b>Se cumplen todas las comprobaciones</b>		

*Tabla 71: Comprobaciones zapata de cimentación N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53.*

Referencia: N16, N21 y N26.		
Dimensiones: 185 x 325 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0411039 MPa	Cumple

Referencia: N16, N21 y N26.		
Dimensiones: 185 x 325 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0663156 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0823059 MPa	Cumple
<b>Vuelco de la zapata:</b>		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 6301.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 16.3 %	Cumple
<b>Flexión en la zapata:</b>		
- En dirección X:	Momento: 16.63 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 94.67 kN·m	Cumple
<b>Cortante en la zapata:</b>		
- En dirección X:	Cortante: 3.14 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 69.55 kN	Cumple
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 85.2 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
<b>Canto mínimo:</b>		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b>		
- N16:	Mínimo: 70 cm Calculado: 72 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b>		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
<b>Cuantía mínima necesaria por flexión:</b>		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b>		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple

<p>Referencia: N16, N21 y N26.          Dimensiones: 185 x 325 x 80          Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27</p>		
Comprobación	Valores	Estado
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 69 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 72: Comprobaciones zapata de cimentación N16, N21 y N26.

Referencia: N74 y N75.		
Dimensiones: 135 x 235 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0339426 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0263889 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0365913 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 64.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 2341.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 10.31 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 19.10 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.49 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 19.42 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 183.9 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N74:	Mínimo: 30 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple

<p>Referencia: N74 y N75. Dimensiones: 135 x 235 x 55 Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22</p>		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 15 cm</p> <p>Calculado: 57 cm</p> <p>Mínimo: 15 cm</p> <p>Calculado: 57 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 19 cm</p> <p>Mínimo: 15 cm</p> <p>Calculado: 57 cm</p> <p>Mínimo: 15 cm</p> <p>Calculado: 57 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p>	<p>Mínimo: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N74 y N75.		
Dimensiones: 135 x 235 x 55		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 73: Comprobaciones zapata de cimentación N74 y N75.

## 5.2. Viga de Atado y Centradoras.

Referencias	Geometría	Armado
C.1 [N63-N58], C.1 [N6-N1], C.1 [N58-N53], C.1 [N56-N51], C.1 [N8-N3], C.1 [N51-N46], C.1 [N48-N43], C.1 [N46-N41], C.1 [N11-N6], C.1 [N41-N36], C.1 [N38-N33], C.1 [N36-N31], C.1 [N33-N28], C.1 [N13-N8], C.1 [N28-N23], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N18-N13], C.1 [N16-N11], C.1 [N43-N38], C.1 [N61-N56], C.1 [N53-N48] y C.1 [N31-N26]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C.1 [N75-N3], C.1 [N74-N63], C.1 [N75-N1] y C.1 [N74-N61]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Tabla 74: Referencia vigas de atado.

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N63-N58], C.1 [N6-N1], C.1 [N58-N53], C.1 [N56-N51], C.1 [N8-N3], C.1 [N51-N46], C.1 [N48-N43], C.1 [N46-N41], C.1 [N11-N6], C.1 [N41-N36], C.1 [N38-N33], C.1 [N36-N31], C.1 [N33-N28], C.1 [N13-N8], C.1 [N28-N23], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N18-N13], C.1 [N16-N11], C.1 [N43-N38], C.1 [N61-N56], C.1 [N53-N48] y C.1 [N31-N26]	24x6.93	24x20.70	663.12	24x0.52	24x0.13
Referencias: C.1 [N75-N3], C.1 [N74-N63], C.1 [N75-N1] y C.1 [N74-N61]	4x11.55	4x32.43	175.92	4x0.90	4x0.22
Totales	212.52	626.52	839.04	16.06	4.02

Tabla 75: Medición de hormigón y de acero en las vigas de atado.



Referencia: C.1 [N63-N58] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

*Tabla 76: Comprobaciones vigas de atado de la fachada.*

Referencia: C.1 [N6-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

*Tabla 77: Comprobaciones vigas de atado laterales.*

Se comprueba para todos los nudos la viga de sección 40 x 40 cm y cumple.

## 6. UNIONES.

### 6.1. Entre Barras

#### 6.1.1. Disposiciones Constructivas.

Especificaciones para uniones atornilladas Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.
- Clase de acero de los tornillos pretensados empleados: 10.9 (4.3.1 CTE DB SE-A).

Disposiciones constructivas:

- 1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 <sup>(1)</sup>	e2 <sup>(2)</sup>	p1 <sup>(1)</sup>	p2 <sup>(2)</sup>	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas <sup>(3)</sup>	40 mm + 4t 150 mm 12t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm

**Notas:**

<sup>(1)</sup> Paralela a la dirección de la fuerza

<sup>(2)</sup> Perpendicular a la dirección de la fuerza

<sup>(3)</sup> Se considera el menor de los valores

do: Diámetro del agujero.

t: Menor espesor de las piezas que se unen.

En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

Tabla 78: Disposiciones constructivas para tornillos según 8.5.1 DB SE-A.

- 2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.

- 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
- 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.
- 5) En cada tornillo, se colocará una arandela con chaflán (EN 14399-6) en el lado de la cabeza, de tal manera que el chaflán de la arandela se sitúa hacia la cabeza. Para el lado de la tuerca, se permite usar una arandela plana (EN 14399-5) o una arandela con chaflán (EN 14399-6), con el chaflán de la arandela situado hacia la tuerca.
- 6) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.
- 7) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.
- 8) Condiciones para el apriete de los tornillos pretensados:
- Los tornillos de un grupo, antes de iniciar el pretensado, deben estar apretados como si fueran tornillos sin pretensar.
  - Con la finalidad de garantizar la capacidad frente al deslizamiento de las superficies a unir, las piezas a unir serán tratadas de la siguiente manera: Superficies limpiadas a cepillo metálico o con llama, con eliminación de partes oxidadas (Clase C según UNE-ENV 1090-1:1997).
  - Con objeto de alcanzar un pretensado uniforme, el apriete se realizará progresivamente, desde los tornillos centrales de un grupo hasta los bordes, para posteriormente realizar ciclos adicionales de apriete. Pueden utilizarse lubricantes entre las tuercas y tornillos o entre las arandelas y el componente que gira, siempre que no se alcance la superficie de contacto, esté contemplado como posibilidad por el procedimiento y lo admita el pliego de condiciones.

- Si un conjunto tornillo, tuerca y arandelas se ha apretado hasta el pretensado mínimo y luego aflojado, debe ser retirado y descartar su utilización, salvo que lo admita el pliego de condiciones.

- El apriete se realizará siguiendo uno de los procedimientos que se indican a continuación, el cual debe estar calibrado mediante ensayos:

a) Método de control del par torsor:

Se utiliza una llave dinamométrica para alcanzar el par de apriete necesario para producir la fuerza de pretensado en el tornillo utilizada en el dimensionamiento de las uniones. En la siguiente tabla se indican valores orientativos de los pares torsores correspondientes a cada diámetro de tornillo:

Acero clase 10.9	
Diámetro del tornillo	Par torsor de apriete (N·m)
M16	320
M12	130
M20	620

Tabla 79: Par torsor de apriete para cada tornillo.

b) Método del giro de la tuerca:

Se realiza una marca permanente en la posición de "apretado a tope " y luego se da el giro de la tuerca necesario para alcanzar el pretensado mínimo en el tornillo, determinado por los correspondientes ensayos de procedimiento.

c) Método del indicador directo de tensión:

Este método se aplica a dispositivos tales como las arandelas indicadoras de tensión, que denotan cuándo se ha alcanzado el pretensado mínimo, mediante el control de la tensión en el tornillo.

No es aplicable a la medición directa de tornillos pretensados mediante el uso de instrumentos hidráulicos.

Después de que el apriete alcance la condición uniforme de "apretado a tope", todos los tornillos se apretarán hasta obtener, al menos, el pretensado mínimo especificado según se determine en los ensayos de procedimiento o de calibración.

Las separaciones medidas en las arandelas indicadoras de tensión pueden promediarse para establecer la aceptabilidad del conjunto tornillo, tuerca y arandelas.

Este método requiere una atención especial con respecto a la planeidad y a las tolerancias de espesor de las chapas en las uniones.

d) Método combinado:

Se realiza un apriete inicial por el método a), con una llave ajustada a un par torsor con el que se alcance el 75% del pretensado mínimo, a continuación, se marca la posición de la tuerca (como en el método b) y luego se aplica una segunda fase de apriete final, en la que se da el giro de tuerca determinado de los ensayos de procedimiento.

Comprobaciones:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

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

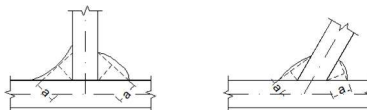
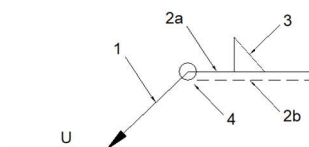


Imagen 31: Detalle espesor de garganta

$L$ [mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

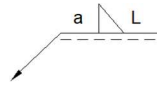
Método de representación de soldaduras



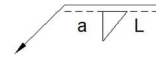
Referencias:

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

Referencias 1, 2a y 2b



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



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

**Referencia 3**

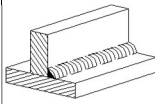

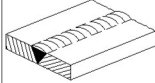

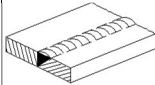

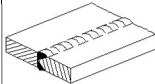

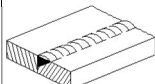

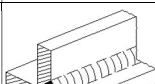

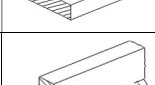

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope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

Tabla 80: Designación de soldaduras.

**Referencia 4**

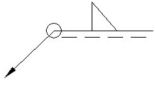
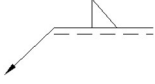
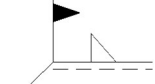
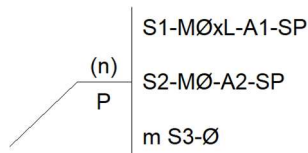
Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Tabla 81: Descripción y representación de soldaduras.

Método de representación de los tornillos de una unión



Referencias:

n: Cantidad de tornillos

P: Tornillos pretensados resistentes a deslizamiento

S1: Norma de especificación del tornillo

Ø[mm]: Diámetro nominal

L[mm]: Longitud nominal del tornillo

A1: Clase de calidad del acero del tornillo

S2: Norma de especificación de la tuerca

A2: Clase de calidad del acero de la tuerca

m: Cantidad de arandelas

S3: Norma de especificación de la arandela

SP: Sistema de pretensado

## 6.1.2. Geometría Uniones.

### 6.1.2.1. Tipo 1.

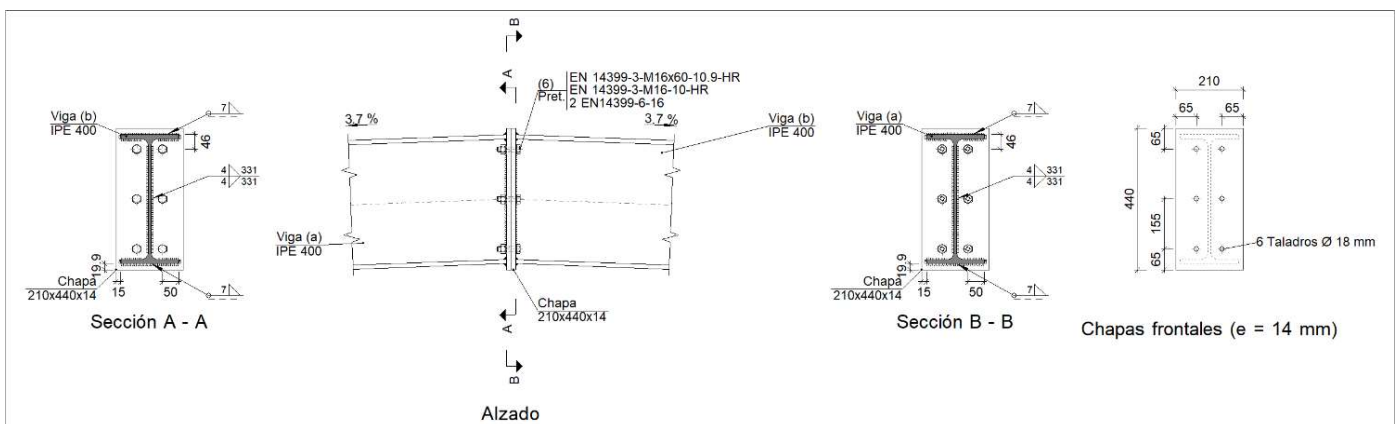
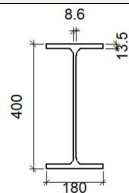


Imagen 32: Geometría unión tipo 1 (Cumbreira)

Descripción de los componentes de la unión:

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275	275.0	410.0

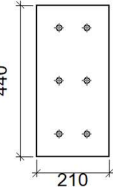
Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal		210	440	14	6	18	S275	275.0	410.0

Tabla 82: Elementos complementarios unión 1.

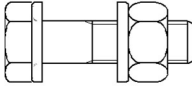
Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

Tabla 83: Elementos de tornillería unión 1.

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1325
			7	1346

Tabla 84: Detalle de las soldaduras unión 1.

### 6.1.2.2. Tipo 5.



Detalle de la unión:

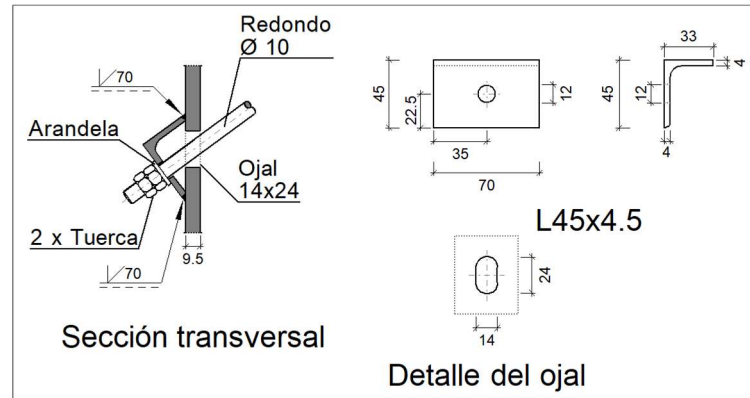


Imagen 33: Geometría unión tipo 5 (redondo a pilar)

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	140

Tabla 85: Detalle soldaduras unión 5.

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	70	0.19
			Total	0.19

Tabla 86: Detalle chapa angular unión 5.

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

Tabla 87: Elementos de tornillería unión 5.

### 6.1.2.3. Tipo 13.

Detalle de la unión:

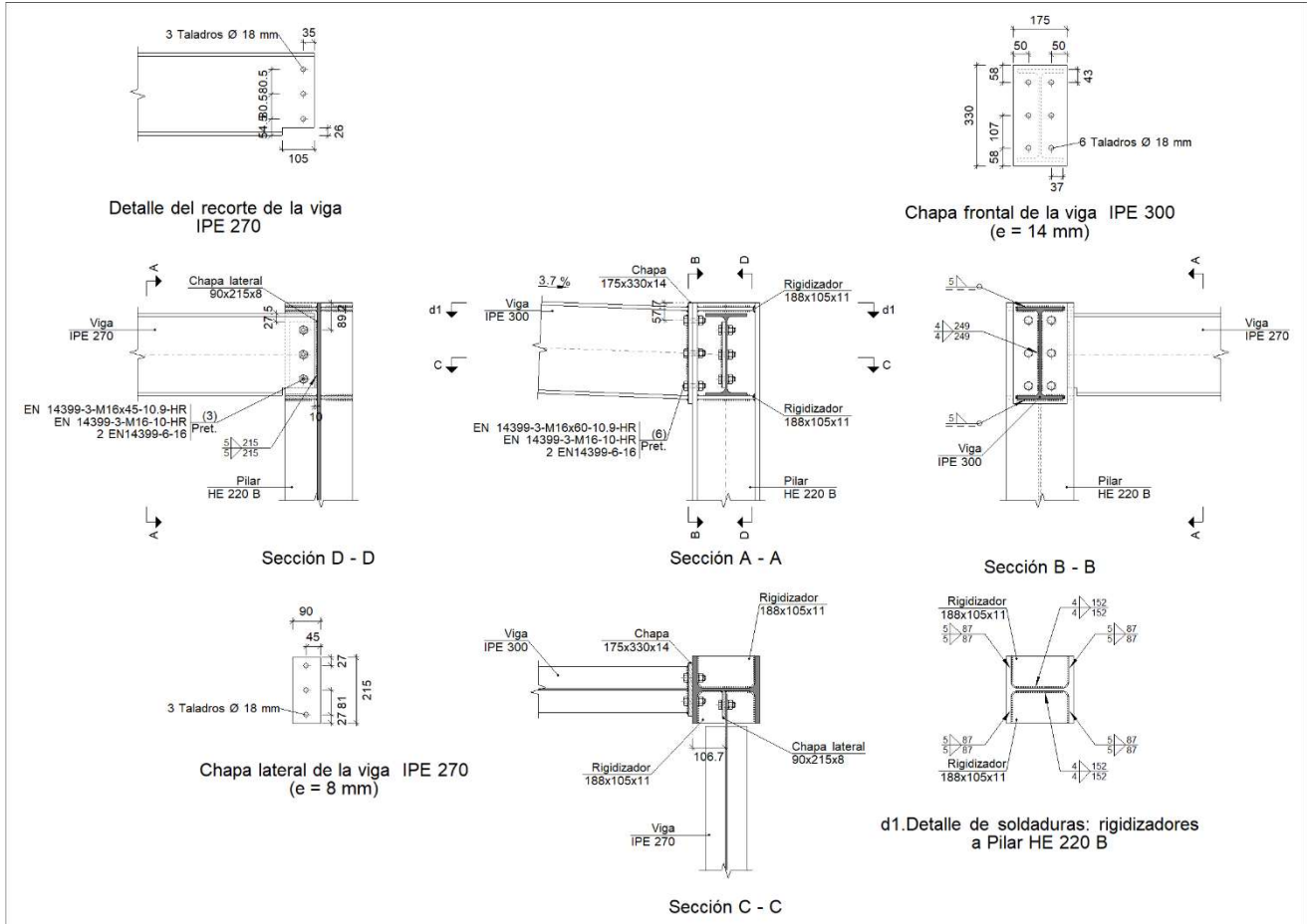
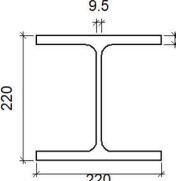
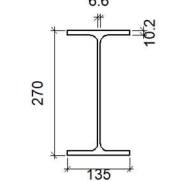


Imagen 34: Geometría unión tipo 13.

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

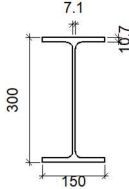
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	275.0	410.0

Tabla 88: Perfiles que se encuentran en la unión 13.

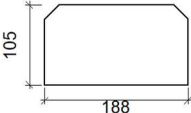
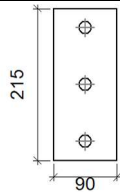
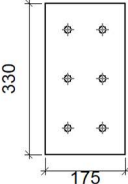
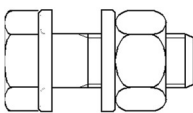
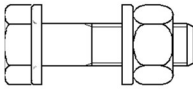
Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		188	105	11	-	-	S275	275.0	410.0
Chapa lateral: Viga IPE 270		90	215	8	3	18	S275	275.0	410.0
Chapa frontal: Viga IPE 300		175	330	14	6	18	S275	275.0	410.0

Tabla 89: Elementos complementarios unión 13.

Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
EN 14399-3-M16x45-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	45	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M16x60-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	60	10.9	900.0	1000.0

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1714
			5	2391

Tabla 90: Detalle soldaduras unión 13.

### 6.1.2.4. Tipo 18.

Detalle de la unión:

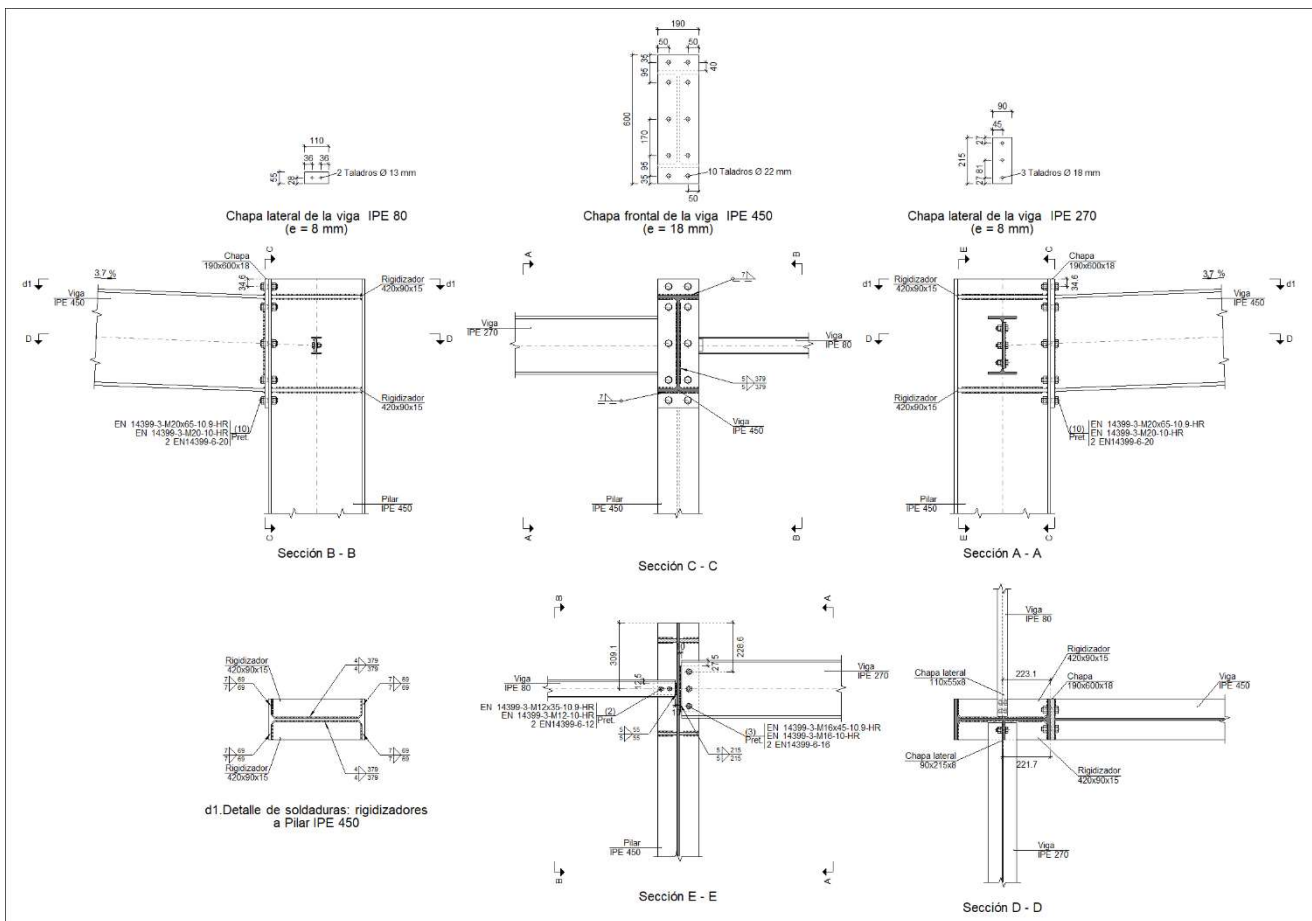


Imagen 35: Geometría unión tipo 18.

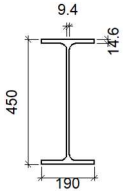
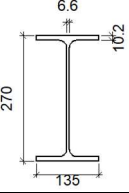
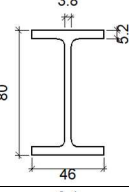
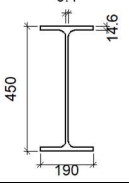
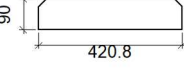
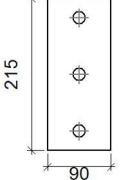
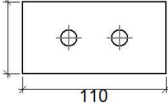
Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 80		80	46	5.2	3.8	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0

Tabla 91: Perfiles que se encuentran en la unión 18.

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		420.8	90	15	-	-	S275	275.0	410.0
Chapa lateral: Viga IPE 270		90	215	8	3	18	S275	275.0	410.0
Chapa lateral: Viga IPE 80		110	55	8	2	13	S275	275.0	410.0

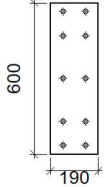
Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal: Viga IPE 450		190	600	18	10	22	S275	275.0	410.0

Tabla 92: Elementos complementarios unión 18.

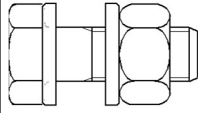
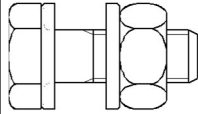
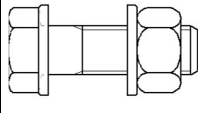
Elementos de tornillería							
Descripción	Pretensado	Geometría			Acero		
		Esquema	Diámetro	Longitud (mm)	Clase	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
EN 14399-3-M16x45-10.9-HR EN 14399-3-M16-10-HR 2 EN14399-6-16	X		M16	45	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M12x35-10.9-HR EN 14399-3-M12-10-HR 2 EN14399-6-12	X		M12	35	10.9	900.0	1000.0
EN 14399-3-M20x65-10.9-HR EN 14399-3-M20-10-HR 2 EN14399-6-20	X		M20	65	10.9	900.0	1000.0

Tabla 93: Detalle soldaduras unión 18.

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	3030
			5	1298
			7	1761

Tabla 94: Detalle soldaduras unión 18.

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	2	EN 14399-3-M12x35-HR
		3	EN 14399-3-M16x45-HR
		10	EN 14399-3-M20x65-HR
Tuercas	Clase 10	2	EN 14399-3-M12-HR

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Arandelas	Dureza 300 HV	3	EN 14399-3-M16-HR
		10	EN 14399-3-M20-HR
		4	EN14399-6-12
		6	EN14399-6-16
		20	EN14399-6-20

Tabla 95: Listado de la tornillería necesaria.

## 6.2. Placas de Anclaje.

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N51	50.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N56	55.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N61	60.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N74	60.000	8.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

Tabla 96: Tipo de vinculación exterior de las placas.

### 6.2.1. Comprobaciones.

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

Pernos de anclaje:

- Resistencia del material de los pernos:** Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- Anclaje de los pernos:** Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- Aplastamiento:** Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

Placa de anclaje:

- Tensiones globales:** En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- Flechas globales relativas:** Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

- c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

## 6.2.2. Placa de Anclaje Tipo 4.

Detalle geométrico de la placa de anclaje:

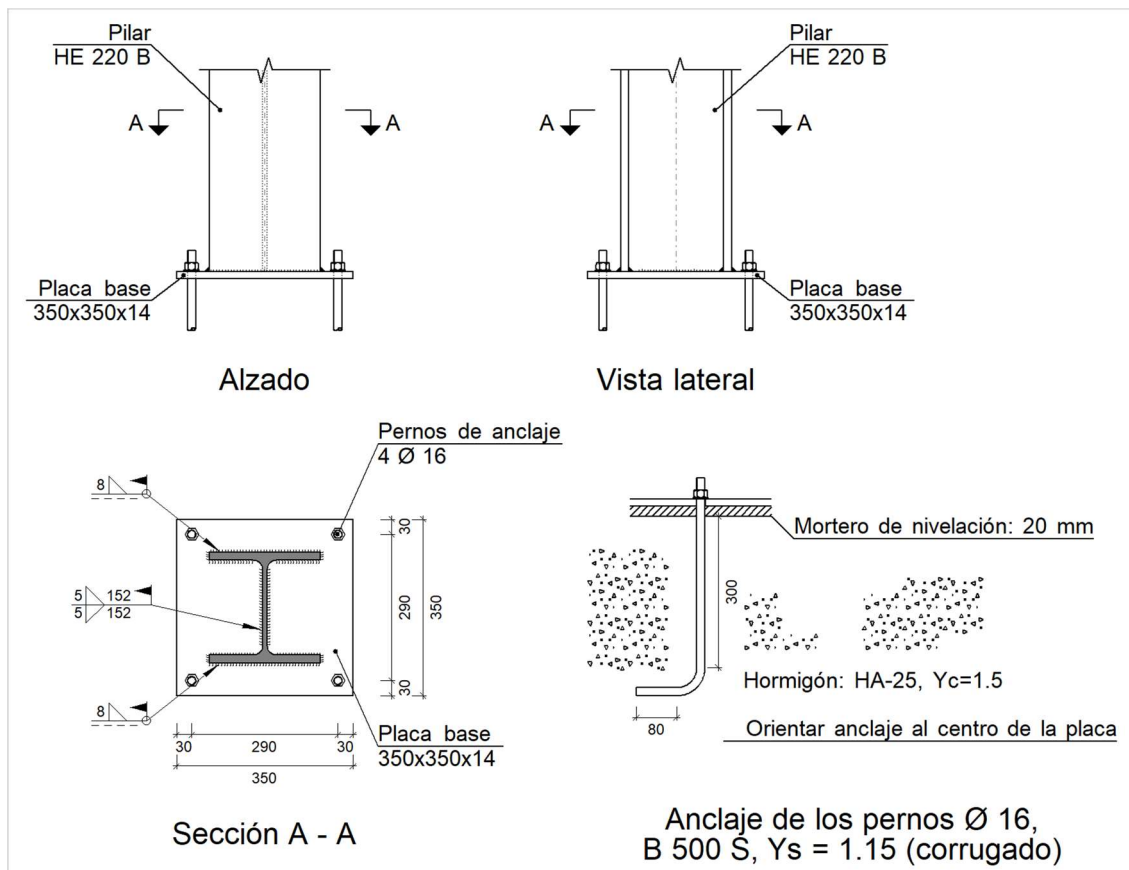


Imagen 36: Geometría de la placa de anclaje tipo 4.

Elementos de la placa de anclaje:

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Tabla 97: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 4.

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	5	304



Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
			8	853

Tabla 98: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 4.

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x350x14	13.46
				Total
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 16 - L = 350 + 155$	3.19
				Total

Tabla 99: Listado de materiales placa 4.

Comprobación de los elementos de la unión:

- Pilar HE 220 B

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	220	14.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	152	9.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	220	14.0	90.00

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Tabla 100: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 4.

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	57.9	57.9	4.1	116.1	30.07	57.9	17.66	410.0	0.85
Soldadura del alma	14.3	14.3	7.8	31.7	8.20	14.3	4.36	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	57.9	57.9	4.1	116.1	30.07	57.9	17.66	410.0	0.85

Tabla 101: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 4.

- Placa de anclaje:

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 50 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 53.34 kN Calculado: 37.36 kN Máximo: 37.34 kN Calculado: 7.1 kN Máximo: 53.34 kN Calculado: 47.5 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 35.22 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 186.098 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 117.33 kN Calculado: 6.64 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 204.876 MPa Calculado: 205.103 MPa Calculado: 177.602 MPa Calculado: 177.602 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 571.164 Calculado: 570.867 Calculado: 600.06 Calculado: 600.06	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 102: Comprobaciones de resistencia de la placa tipo 4.

### 6.2.3. Placa de Anclaje Tipo 7.

Detalle geométrico de la unión a partir de placa de anclaje:

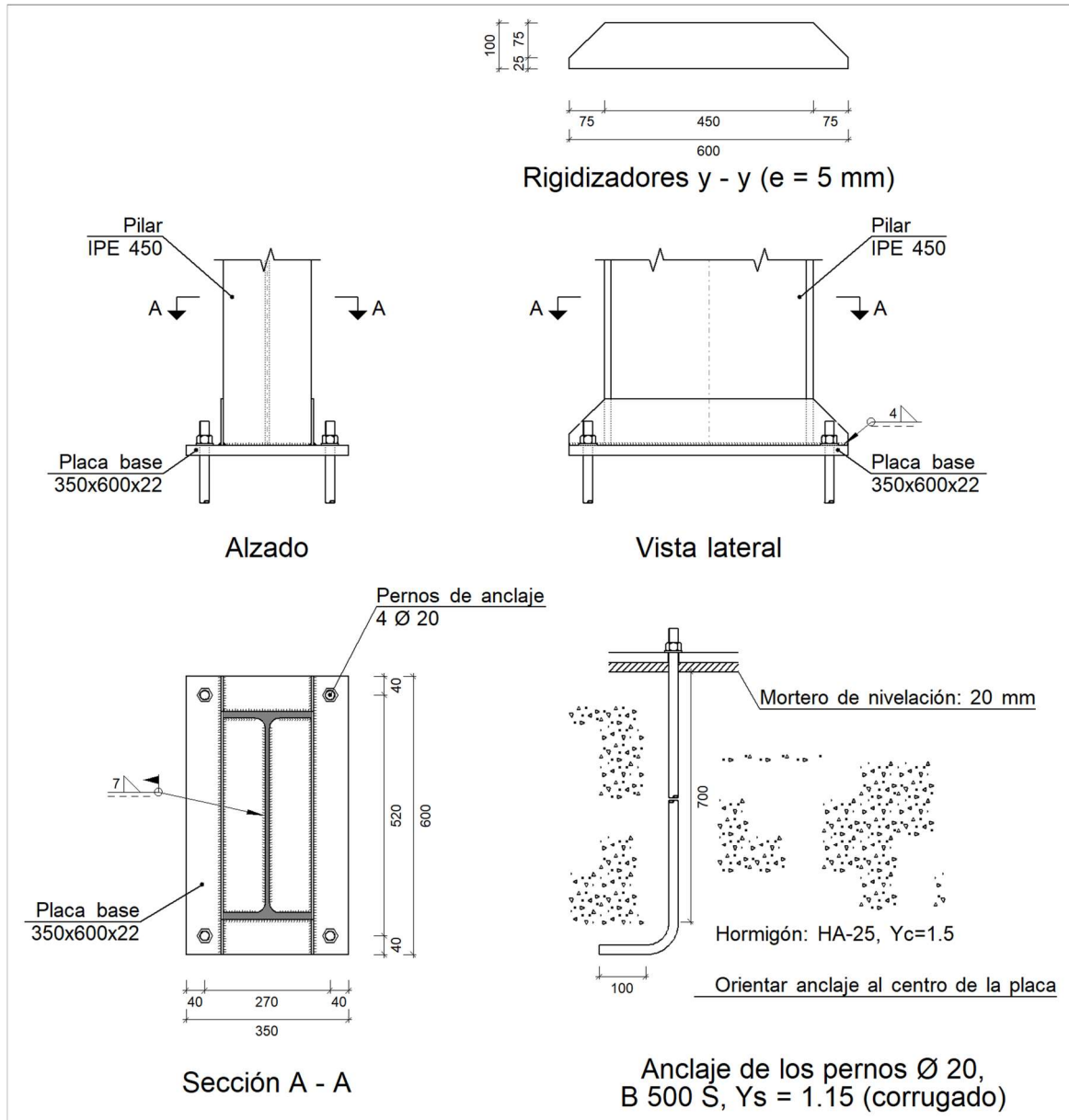


Imagen 37: Geometría de la placa de anclaje tipo 7.

Elementos de la placa de anclaje:

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	2342
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1415

Tabla 103: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 7.

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-20

Tabla 104: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 7.

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x600x22	36.27
	Rigidizadores pasantes	2	600/450x100/25x5	4.27
	Total			40.54
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 20 - L = 762 + 194$	9.43
	Total			9.43

Tabla 105: Listado de materiales placa 7.

Comprobación de los elementos de la unión:

- Pilar IPE 450:

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1415	9.4	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Tabla 106: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 7.

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Tabla 107: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 7.

- Placa de Anclaje:

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 60 mm Calculado: 270 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 155.57 kN Calculado: 104.79 kN Máximo: 108.9 kN Calculado: 28.08 kN Máximo: 155.57 kN Calculado: 144.9 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 96.06 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 344.186 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 230.48 kN Calculado: 25.74 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 66.607 MPa Calculado: 66.6126 MPa Calculado: 185.722 MPa Calculado: 185.722 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 9366.02 Calculado: 9364.18 Calculado: 6240.14 Calculado: 6240.14	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 108: Comprobaciones de la placa tipo 7.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -98): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	600	5.0	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = 98): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	600	5.0	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -98): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85	
Rigidizador y-y (x = 98): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

Tabla 109: Comprobaciones de resistencia de la placa tipo 7.

## 6.2.4. Placa de Anclaje Tipo 10.

Detalle geométrico de la placa:

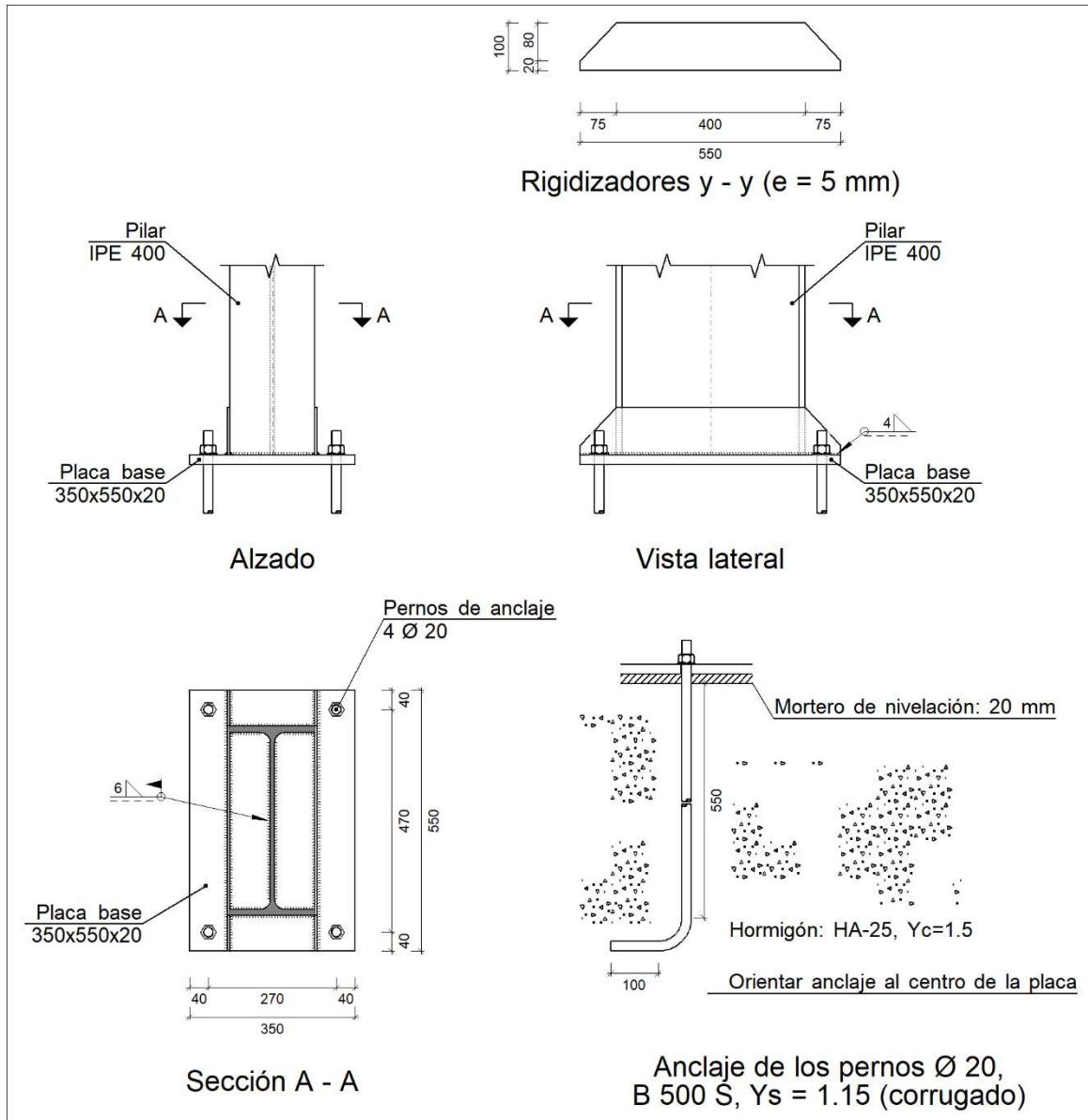


Imagen 38: Geometría de la placa de anclaje tipo 10.

Descripción de los componentes de la unión:

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	2146
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	1281

Tabla 110: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 10.

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-20

Tabla 111: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 10.

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x550x20	30.22
	Rigidizadores pasantes	2	550/400x100/20x5	3.85
	Total			34.07
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 20 - L = 610 + 194$	7.93
	Total			7.93

Tabla 112: Listado de materiales placa 10.

Comprobación:

- Pilar IPE 400:

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1281	8.6	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Tabla 113: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 10.

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

Tabla 114: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 10.



- Placa de Anclaje:

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 41 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 122.23 kN Calculado: 89.12 kN Máximo: 85.56 kN Calculado: 20.75 kN Máximo: 122.23 kN Calculado: 118.76 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 81.42 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 284.123 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 209.52 kN Calculado: 18.95 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 75.3848 MPa Calculado: 75.3887 MPa Calculado: 164.719 MPa Calculado: 164.719 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 6365.78 Calculado: 6364.99 Calculado: 6704.02 Calculado: 6704.02	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -93): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	550	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 93): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	550	5.0	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Tabla 115: Comprobaciones de la placa tipo 10.

## 6.2.5. Placa de Anclaje Tipo 11.

Detalle:

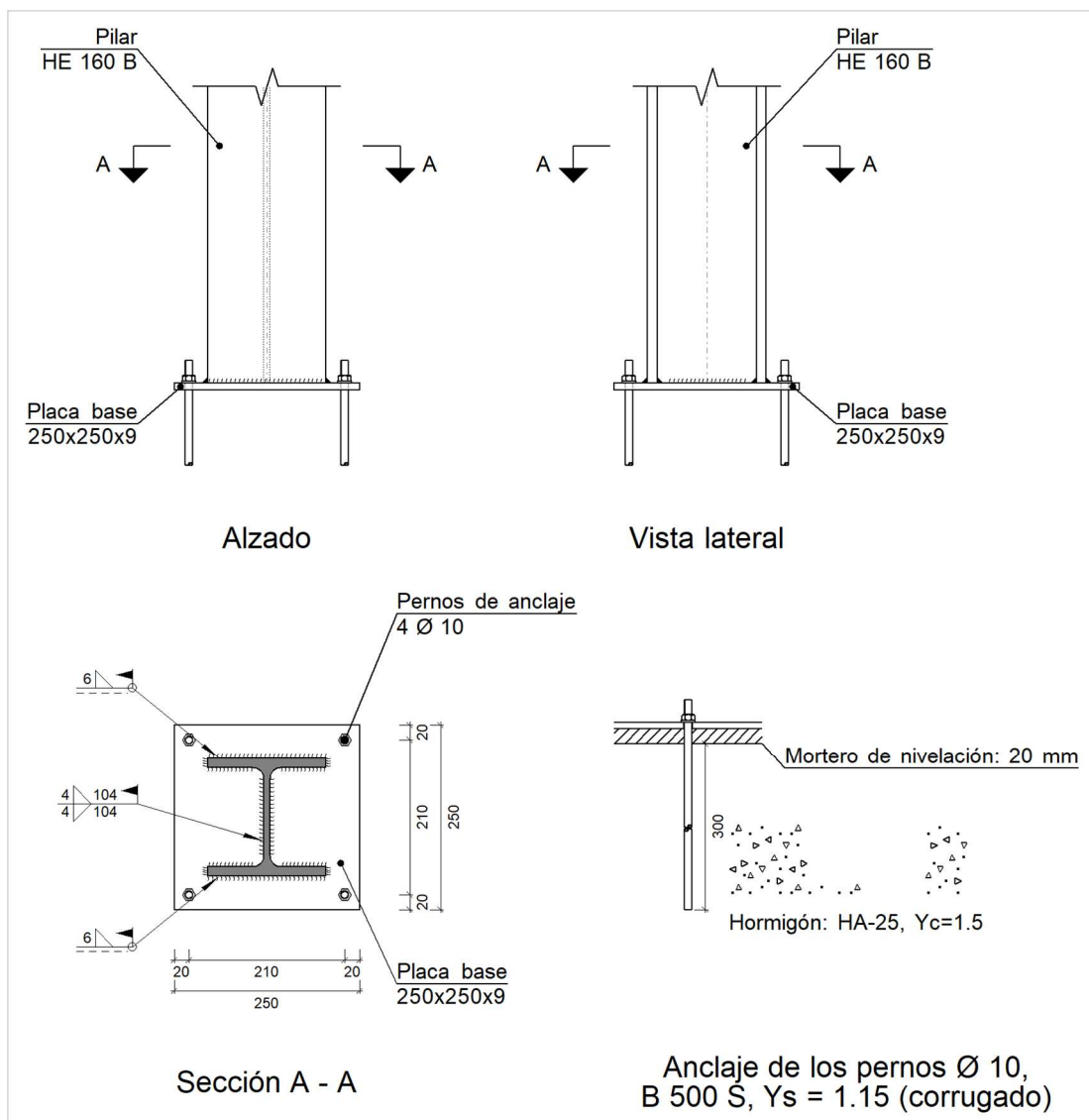


Imagen 39: Geometría de la placa de anclaje tipo 11.

Componentes unión:

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	4	208
			6	616

Tabla 116: soldaduras requerida para la placa de anclaje tipo 11.

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	4	T10
Arandelas	4	A10

Tabla 117: Tornillería requerida para la placa de anclaje tipo 11.

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	250x250x9	4.42
				Total
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 10 - L = 339$	0.84
				Total

Tabla 118: Listado de materiales placa 11.

Comprobaciones:

- Pilat HE 160 B:

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	160	9.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	104	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	160	9.0	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Tabla 119: Comprobaciones geométricas de los elementos de la unión placa tipo 11.

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	35.5	35.5	0.8	71.0	18.40	35.5	10.82	410.0	0.85
Soldadura del alma	15.2	15.2	2.1	30.6	7.93	15.2	4.63	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	41.0	41.0	0.8	82.1	21.26	41.0	12.51	410.0	0.85

Tabla 120: Comprobaciones de resistencia de los elementos de la unión placa tipo 11.

- Placa de Anclaje:

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 15 mm Calculado: 36 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 15 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 25.64 kN Calculado: 14.93 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 17.95 kN Calculado: 0.83 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 25.64 kN Calculado: 16.12 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 24.96 kN Calculado: 14.47 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 185.09 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 47.14 kN Calculado: 0.78 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 206.798 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 206.798 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 183.505 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 181.84 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 481.706	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 481.706	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Arriba:	Calculado: 509.138	Cumple
- Abajo:	Calculado: 513.789	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

*Tabla 121: Comprobaciones de la placa tipo 11.*





UNIVERSITAT  
JAUME•I

# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA

INDUSTRIAL

## *ANEXO III: PROYECTO DE ILUMINACIÓN*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido

Castellón, Enero de 2020





## ÍNDICE

1.	Normativa	130
2.	Magnitudes de Iluminación	130
3.	Requisitos de Diseño según Normativa	131
4.	Cálculo de Luminarias	132

## 1. Normativa

- UNE 12464-1: Norma Europea sobre la Iluminación para Interiores.
- RD 486/1997: Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- CTE-DB-HE: Eficiencia Energética en las Instalaciones de Iluminación.

## 2. Magnitudes de Iluminación

- Flujo Luminoso (F): Es la cantidad de luz emitida por una fuente de luz por segundo. La unidad es el Lumen (lm). Su símbolo es  $\Phi$ .
- Intensidad luminosa (I): Es la cantidad de luz emitida por segundo en una dirección específica en un ángulo sólido  $\Omega = (S/r^2)$ . La unidad es la candela (cd).

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \rightarrow \Omega = \frac{S}{r^2}$$

Siendo  $I$ : Intensidad luminosa;  $\Phi$ : Flujo Luminoso;  $\Omega$ : Dirección Específica;  $S$ : Superficie a iluminar;  $r$ : Distancia al Punto a Iluminar.

- Eficacia Luminosa de la Lámpara: La eficacia luminosa de una lámpara es la relación entre el flujo luminoso producido y la potencia eléctrica consumida y se expresa en lúmenes por vatio (lm/W). Cuanto mayor sea, mejor.
- Iluminancia (E): Es la cantidad de luz o flujo luminoso que cae por unidad de superficie. La unidad de la iluminancia es el Lux (lx).

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Nombre y Símbolo	Unidad	Símbolo Unidad	Descripción
Flujo Luminoso (F)	Lumen	Lm	Cantidad de luz emitida por una lámpara
Intensidad Luminosa (I)	Candela	cd	Flujo luminoso en una dirección
Eficacia Luminosa	Lumen per-Watt	lm/W	Eficiencia de la lámpara.
Iluminancia (E)	Lux	lx	Flujo luminoso que recibe una superficie.

Tabla 122: Magnitudes de iluminación.

### 3. Requisitos de Diseño según Normativa

Según la Norma UNE 12464-1, se clasifican las actividades industriales en una tabla, para la que se puede obtener los valores específicos de iluminación para cada actividad.

- La iluminancia mantenida ( $E_m$ ) no debe caer del valor en tablas para cada área, independientemente de la edad y estado de la instalación. La iluminancia mantenida puede ser disminuida en circunstancias inusuales o aumentada en circunstancias críticas (trabajos de precisión).
- Límites de UGR (límite de Índice de Deslumbramiento Unificado UGR).
- Los índices de rendimiento de colores ( $R_a$ ) mínimos para la situación recogida en la columna 2.

Para el caso de actividad de la nave industrial se establece un valor de Iluminancia mantenida de 50 lux, no se establece un  $UGR_L$  y un  $R_a$  de 40.

AGRICULTURA				
Nº ref	Tarea Actividad	$E_M$ (lux)	$UGR_L$	$R_a$
1.2	Edificios para ganadería	50	-	40

Tabla 123: Magnitudes de iluminación para la actividad de la nave.

Utilizando la misma Norma Europea, se puede también establecer la uniformidad de iluminancia media ( $U_m$ ), relación de iluminancias mínima y mantenida.

$$U_m = E_{Min} / E_M$$

Iluminancia de tarea lux	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	$E_{tarea}$
Uniformidad: ≥ 0,7	Uniformidad: ≥ 0,5

Tabla 124: Iluminancia mantenida para la actividad de la nave.

Se establece una Uniformidad media mayor o igual a 0,5 ya que las exigencias visuales de la actividad son limitadas.

Para determinar la eficiencia de la instalación mínima, índice VEEI, se consulta el CTE-DB-HE: Eficiencia Energética en las Instalaciones de Iluminación.

En su sección 3, artículo 2, que regula la exclusión del ámbito de aplicación: en el apartado b) se puede observar: edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de estos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.

Por tanto, la actividad agrícola queda excluida del CTE-DB-HE: Eficiencia Energética en las Instalaciones de Iluminación. Se establecerá de todas formas un VEEI que permita un coste de operación mínimo de la instalación, a través del uso de lámparas de tecnología LED preferentemente.

Se realiza una tabla a modo de resumen sobre las restricciones según normativa y ley para esta instalación de iluminación:

$E_m$	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	U <sub>m</sub>	VEEI
50 lux	-	40 %	0,5	-

Tabla 125: Tabla resumen magnitudes de iluminación para la actividad de la nave.

## 4. Cálculo de Luminarias

Para seleccionar las lámparas y luminarias que se van a colocar en el edificio industrial, se utiliza el catálogo comercial de Phillips, un conocido proveedor de estos productos. Se selecciona una lámpara que no tenga una potencia muy elevada, y con una luminaria que permita ensanchar el haz de luz para que se reparta por la nave de una forma equitativa. La altura de montaje será de 3,7 m.

Se selecciona la siguiente configuración:

Lámpara + Luminaria
Phillips BN132C PSU 900 1xLED9s/830

Tabla 126: Modelo de la lámpara y luminaria escogida.

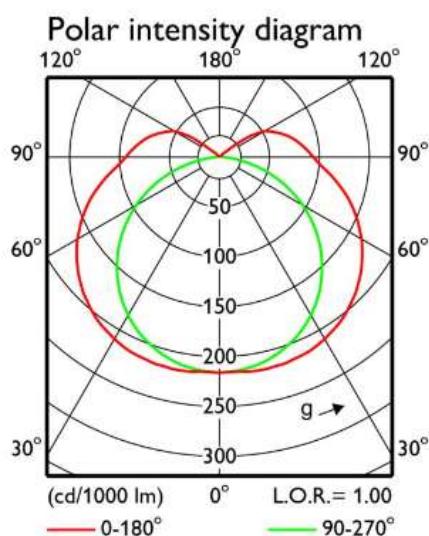


Imagen 40: Diagrama de intensidad luminosa por ángulo de emisión de luz.

Una vez seleccionado el modelo de lámpara y luminaria, se puede calcular mediante el software DiaLux 4.0 el número de filas y columnas de esta combinación de lámpara/luminaria por la nave industrial.

Para ello se establecen las restricciones según normativa y ley a la altura de trabajo, unos 85 cm sobre el suelo de la nave. Se debe elegir una configuración de lámparas que cumpla con la legislación vigente y normas recomendadas: de iluminancia mantenida, rendimiento de color y de uniformidad media.

Esta sería la configuración calculada por el software para tales condiciones legales:

Número Total	Lámpara + Luminaria
80 (8x10)	Phillips BN132C PSU 900 1xLED9s/830

Tabla 127: Cantidad de lámparas a colocar.

Quiere esto decir que habrá ocho filas de luminarias por cada una de las diez columnas. La potencia de cada luminaria es de 10 W, por tanto, la potencia de toda la instalación es de 800 W.

Este sería un gráfico sobre el valor del nivel de iluminancia (E) medido sobre la superficie de trabajo:

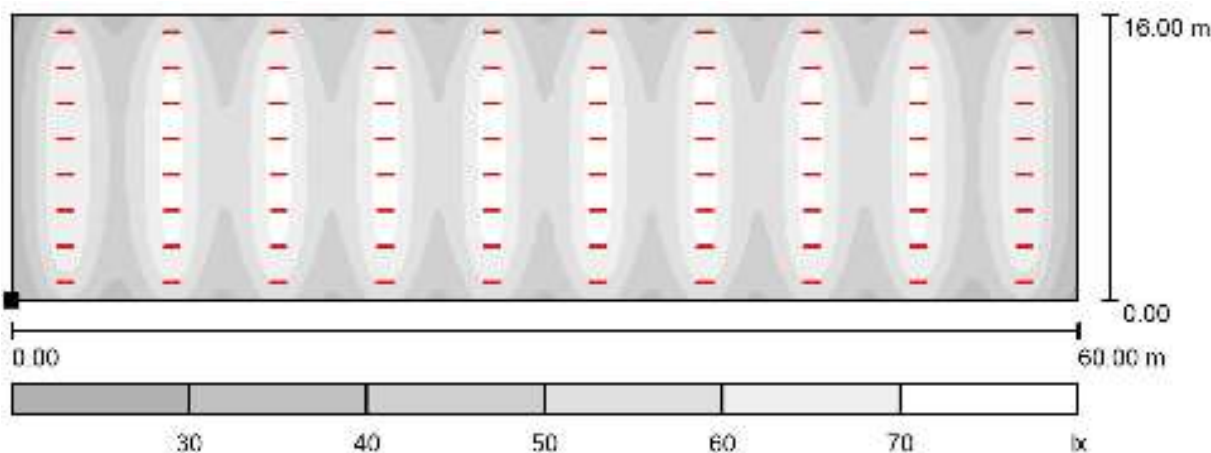


Imagen 41: Gráfico nivel de iluminancia sobre la superficie de trabajo.

$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)	$E_{max}$ (lux)	$U_m$ (-)
56	29	76	0,505

Tabla 128: Medición de magnitudes según simulación mediante dialux sobre plano de trabajo.

Se observa como los valores de nivel de iluminancia mantenida de la instalación (56 lux) es mayor que el nivel de iluminancia mantenida exigido por ley (50 lux), por tanto, cumple esta condición.

Por otra parte, se observa que la lámpara escogida tiene un rendimiento de color siempre superior al 80%. Por tanto, mucho mayor que el exigido 40%, se cumple la normativa.

La uniformidad media de la nave industrial es de 0,505; también mayor que el mínimo exigido de 0,5 por la UNE 12464-1.

Por otra parte, aunque no viene exigido un valor máximo por el CTE-DB-HE ya que al ser un edificio agrario se excluye de éste, se calcula el valor VEEI de 0,83 W/m<sup>2</sup>.

$$VEEI = \frac{P_{tot}}{A_{planta}} = \frac{800}{960} = 0,83 \text{ W/m}^2$$

El conjunto de lámpara y luminaria tiene un precio aproximado de 17,52 €/Ud. El coste total será de 1.402,40 €. Habrá que añadir el coste de mano de obra, el del cableado eléctrico y del cuadro eléctrico y sus elementos de protección.

Este de VEEI proporciona un coste operativo de la instalación bastante bajo:

$$C_{op} = P_{tot} \cdot h_{func} \cdot d_{año} \cdot C_{kWh} = 691,20\text{€/año}$$

Siendo  $C_{op}$ : Coste operativo anual;  $P_{tot}$ : Potencia Instalación;  $h_{func}$ : Horas de funcionamiento al día (12);  $d_{año}$ : Días al año de funcionamiento (\*360);  $C_{kWh}$ : Coste kWh (0,2).

\* Se coge 360 días porque al ser una granja estará la mayoría del tiempo del año encendida.

Este sería el diagrama luminoso 3D de las luminarias en el edificio industrial.

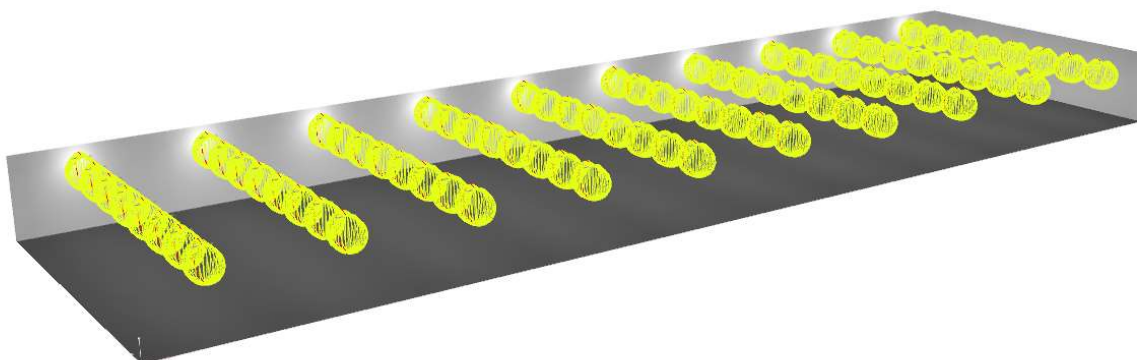


Imagen 43: Diagrama luminoso 3D.

Para el suelo de la nave industrial, se tendría la siguiente gama de grises sobre los valores de iluminancia:

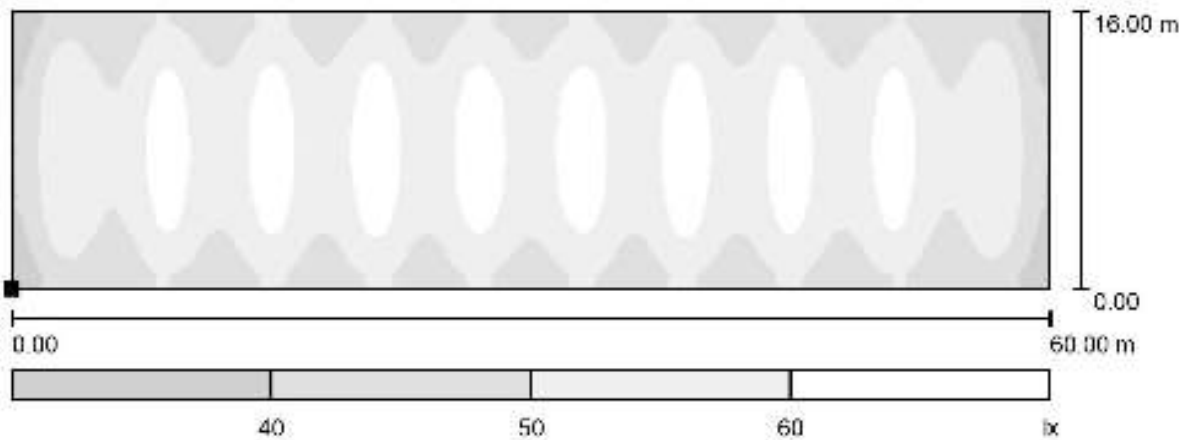


Imagen 42: Gráfico nivel de iluminancia sobre el suelo.

Según DiaLux 4.0 estos serían los valores de iluminancia mantenida, mínima, máxima y uniformidad media:

$E_m$ (lux)	$E_{min}$ (lux)	$E_{max}$ (lux)	$U_m$ (-)
54	32	66	0,603

Tabla 129: Medición de magnitudes según simulación mediante dialux sobre suelo.

También cumplirían con el reglamento europeo y con la legislación española.







# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA  
INDUSTRIAL

## *PLANOS*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

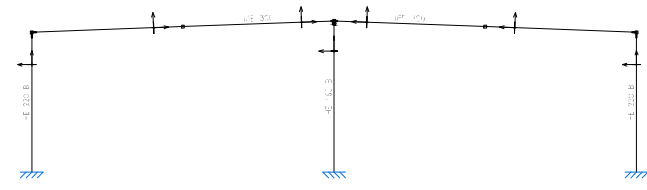
DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido

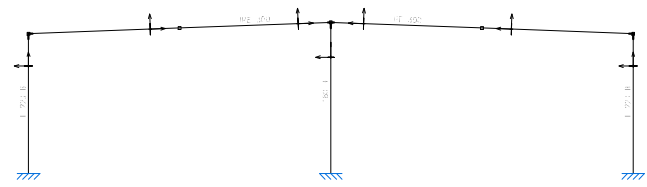
Castellón, Enero de 2020



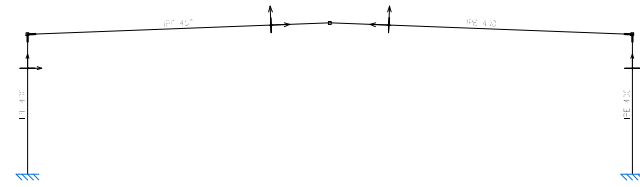
2D: Frontal



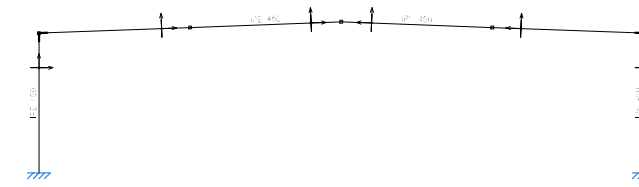
2D: Trasera



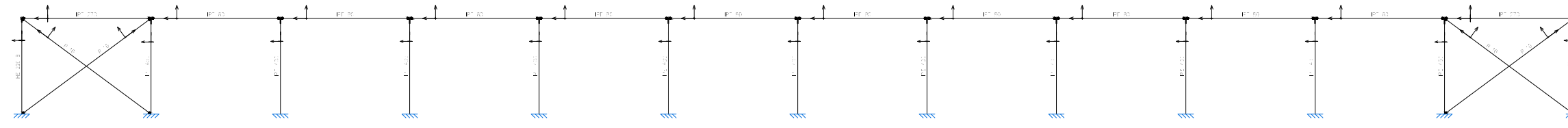
2D: Pórtico interior



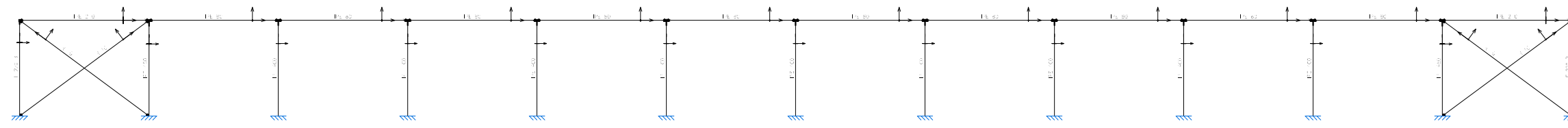
2D: Pórtico interior big



2D: Lateral Izquierda



2D: Lateral Derecha



Título: Plano de la Estructura 2D

Proyecto Final de Máster

Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°

1

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

Revisado por: David Hernández Figueirido

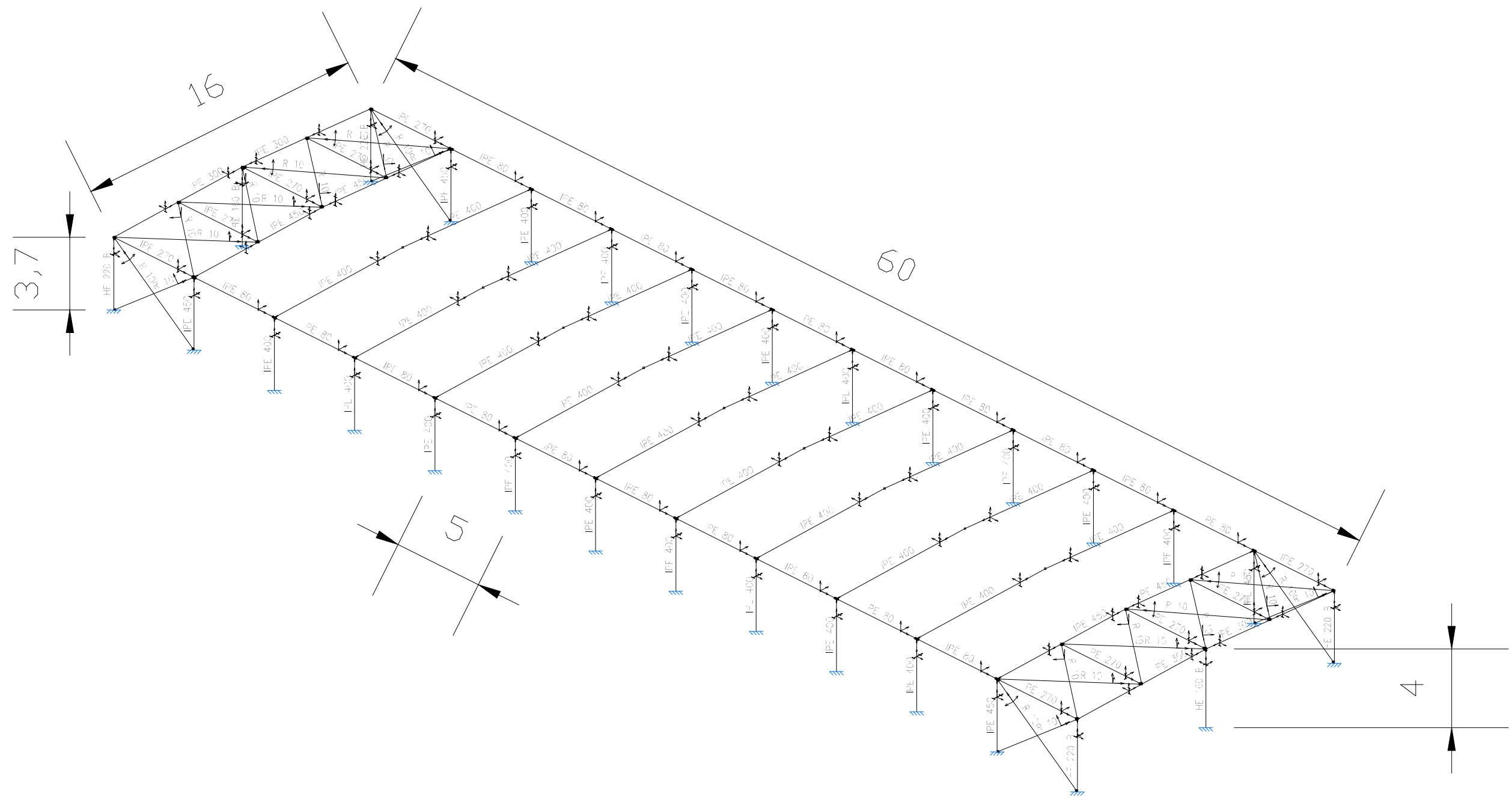
ESCALA

1:200

FECHA

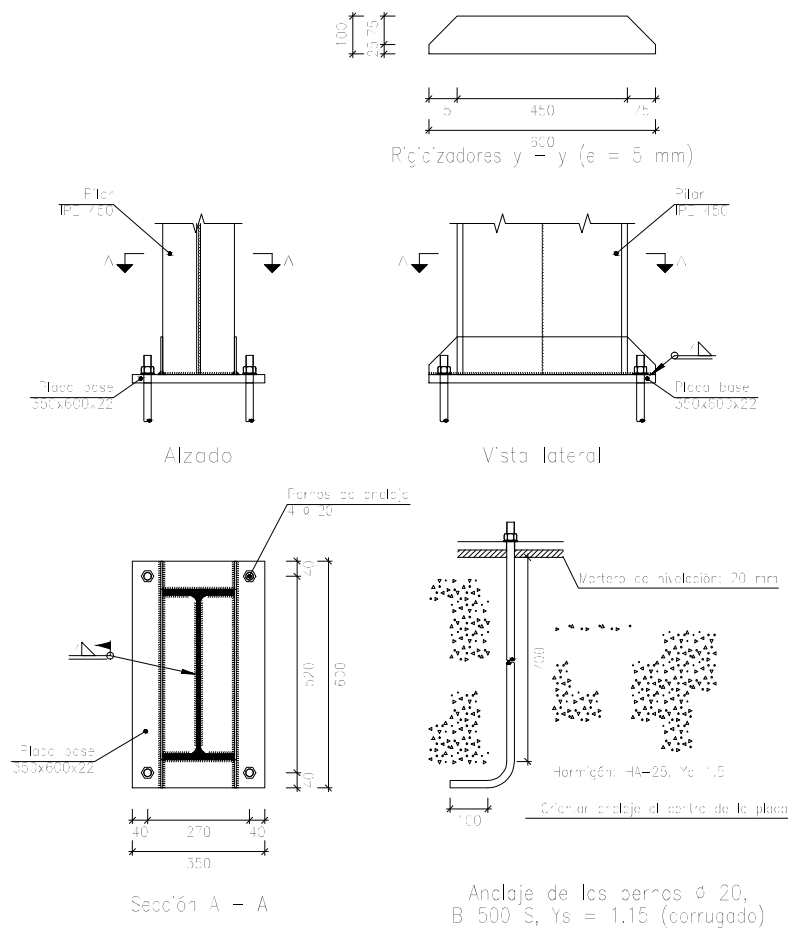
22 de Diciembre de 2019



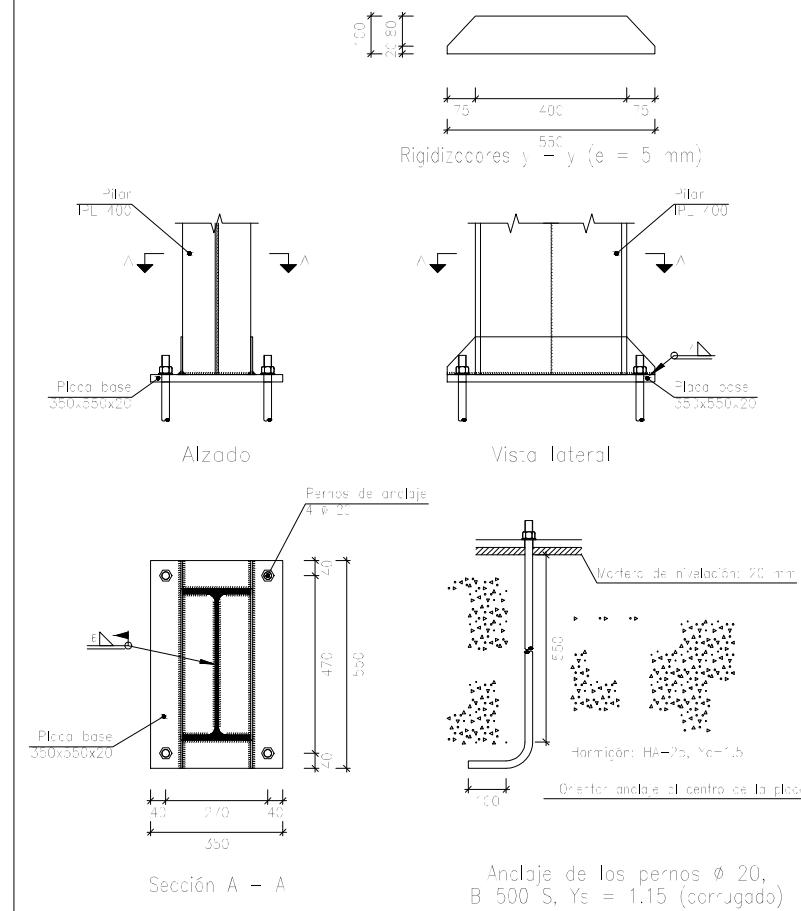


Título: Plano de la Estructura 3D		PLANO N° 2
Proyecto Final de Máster Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves		
Dibujado por: Carlos Diego Salanova		
Revisado por: David Hernández Figueirido		
ESCALA 1:200	FECHA 22 del 12 de 2019 Ud. Dimetros	

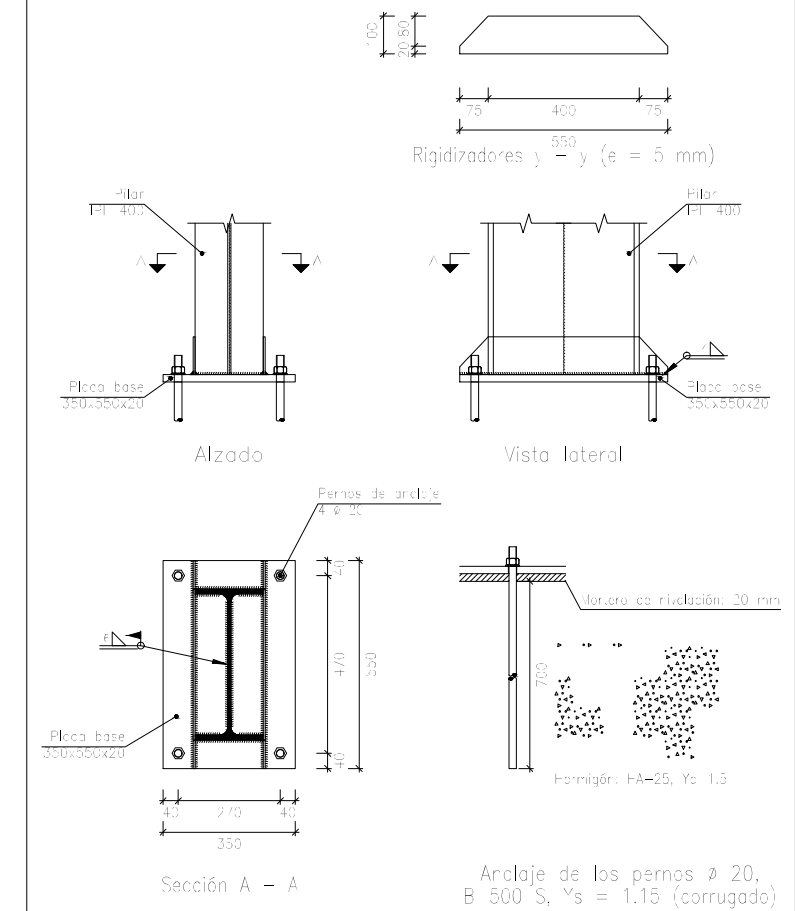
### Tipo 7



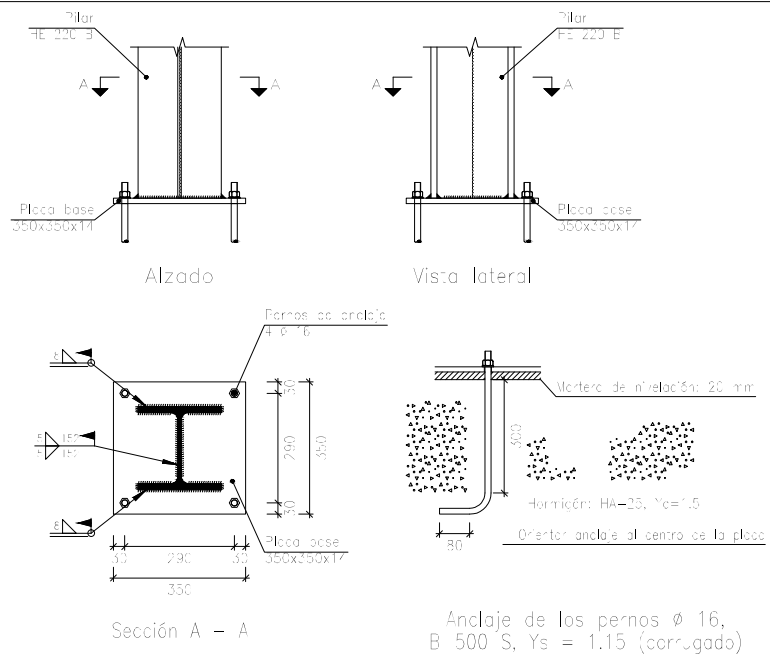
### Tipo 10



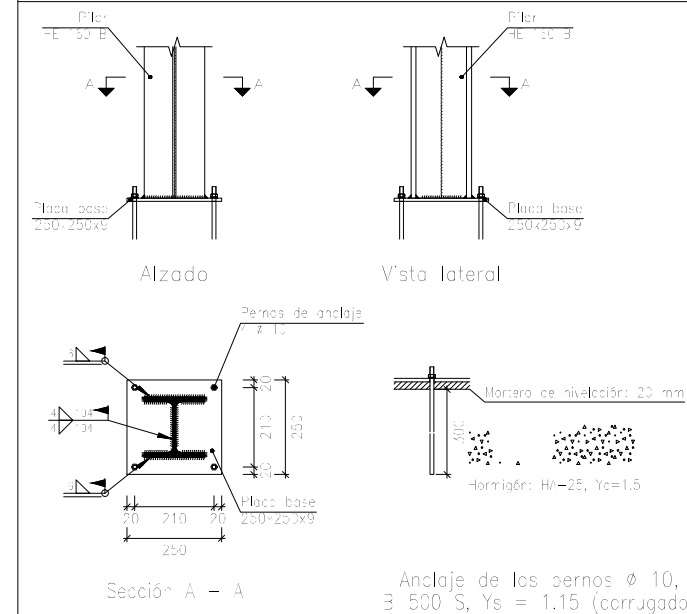
### Tipo 16



### Tipo 4



### Tipo 11



Título: Placas de Anclaje

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
3

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

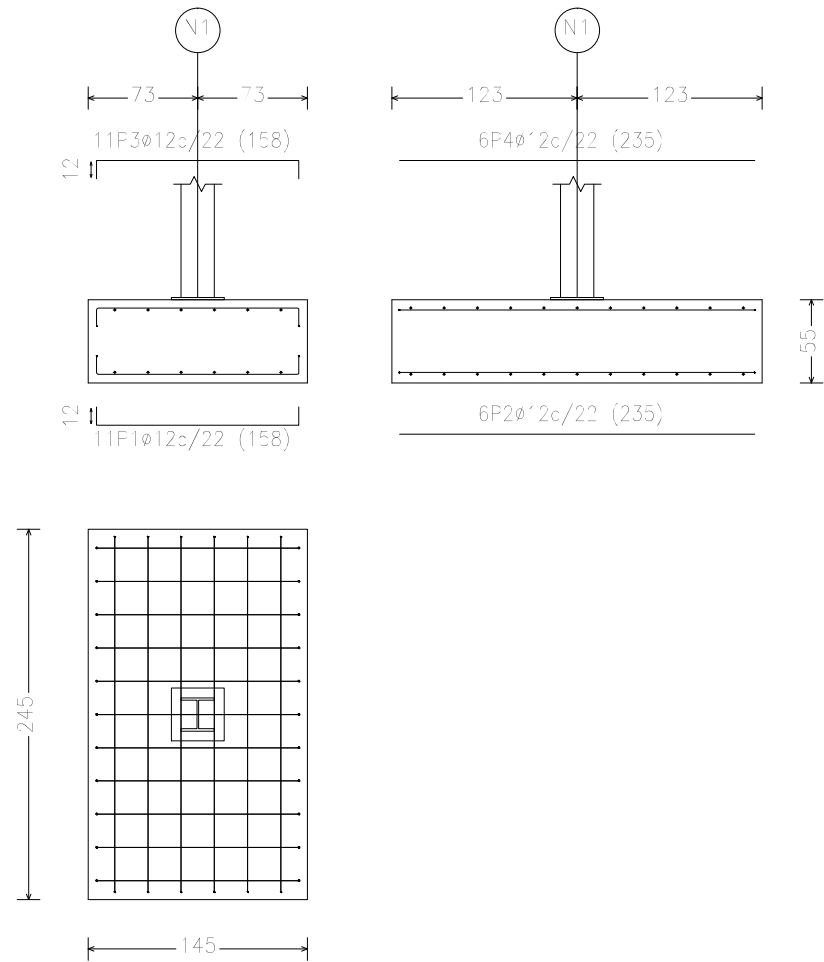
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

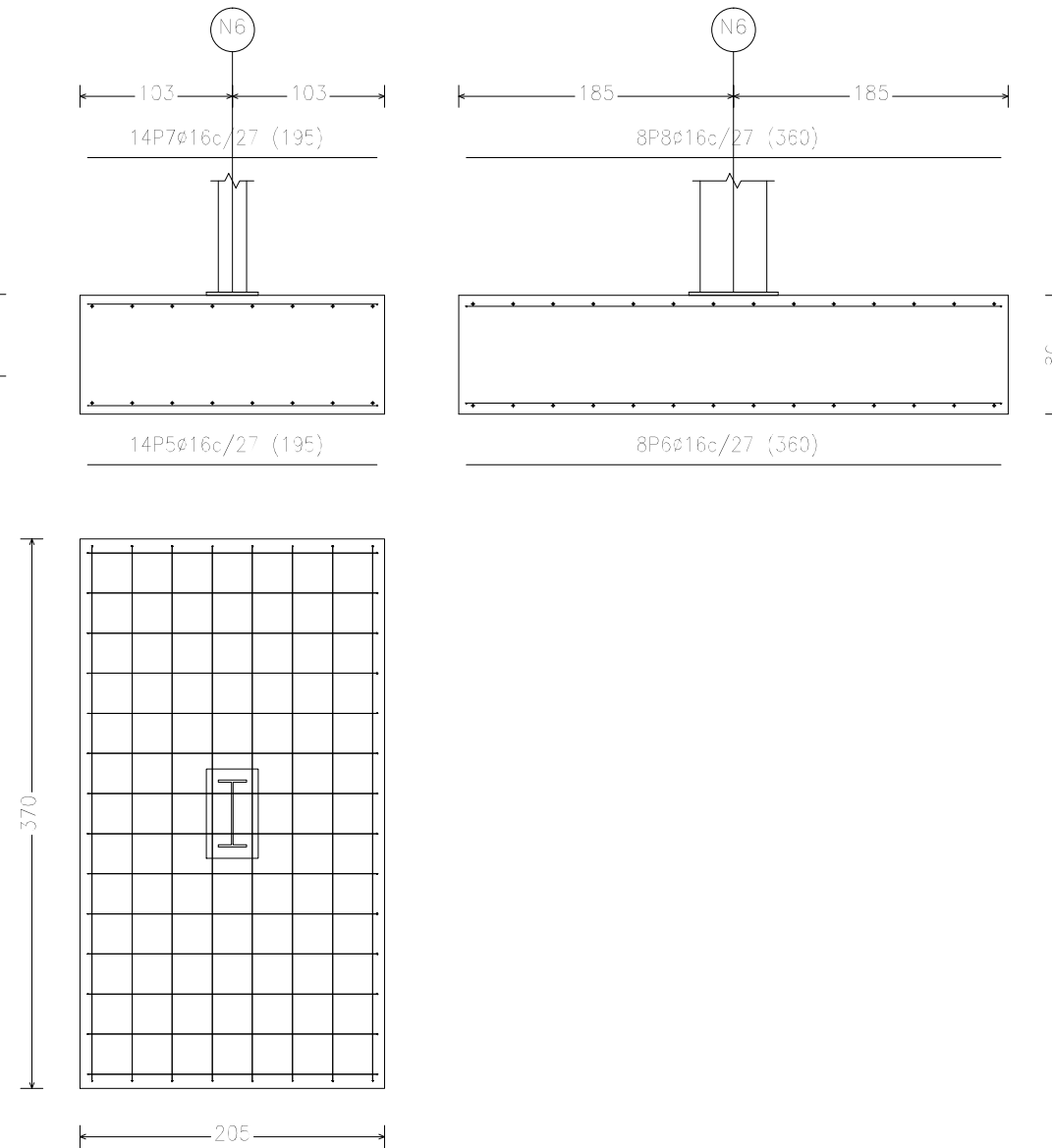
FECHA 22 del 12 de 2019  
Ud. Dientímetros



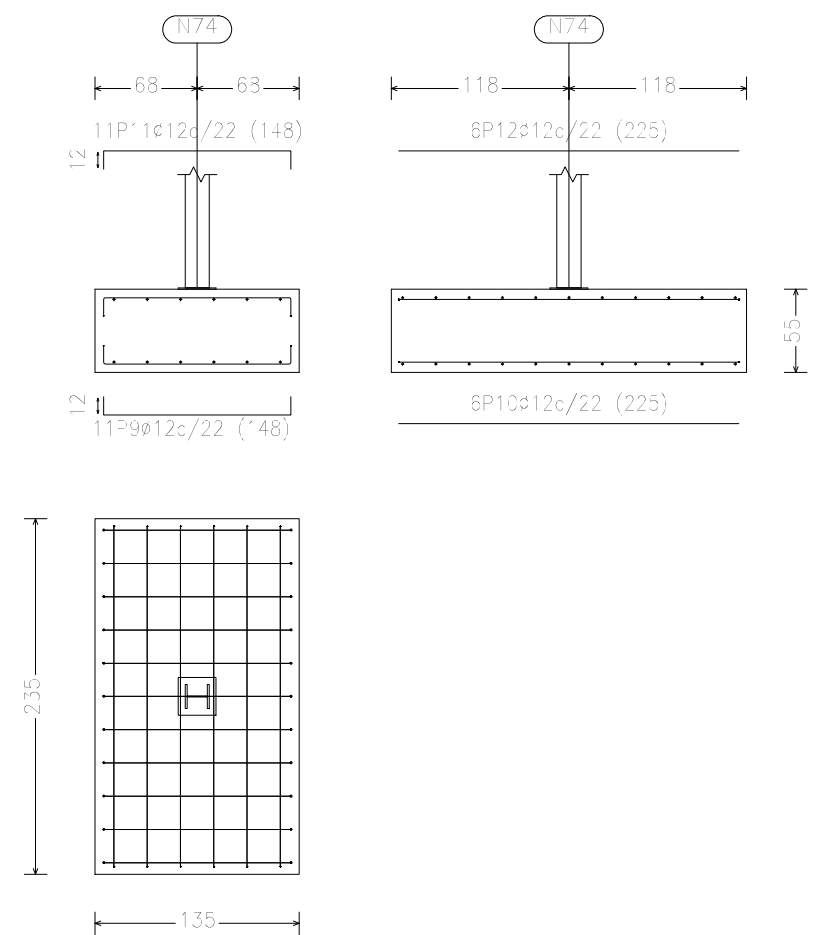
N1, N3, N61 y N63



N6, N8, N56 y N58



N74 y N75



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	3 500 S, Ys=1.15 (kg)
N1=N3=N61=N63	1	12	11	158	1738	15.4
	2	12	6	235	1410	12.5
	3	12	11	158	1738	15.4
	4	12	6	235	1410	12.5
Total=10% (x2):					61.4	245.5
N6=N8=N56=N58	5	103	14	195	2730	43.7
	6	103	8	360	2880	45.5
	7	103	14	195	2730	43.7
	8	103	8	360	2880	45.5
Total=10% (x2):					194.9	778.5
N74=N75	9	12	11	148	1628	14.5
	10	12	6	225	1350	12.0
	11	12	11	148	1628	14.5
	12	12	6	225	1350	12.0
Total=10% (x2):					58.3	118.5
					12:	362.2
					16:	778.5
					Total:	1147.8

Título: Zapatas de la Cimentación 1

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
4

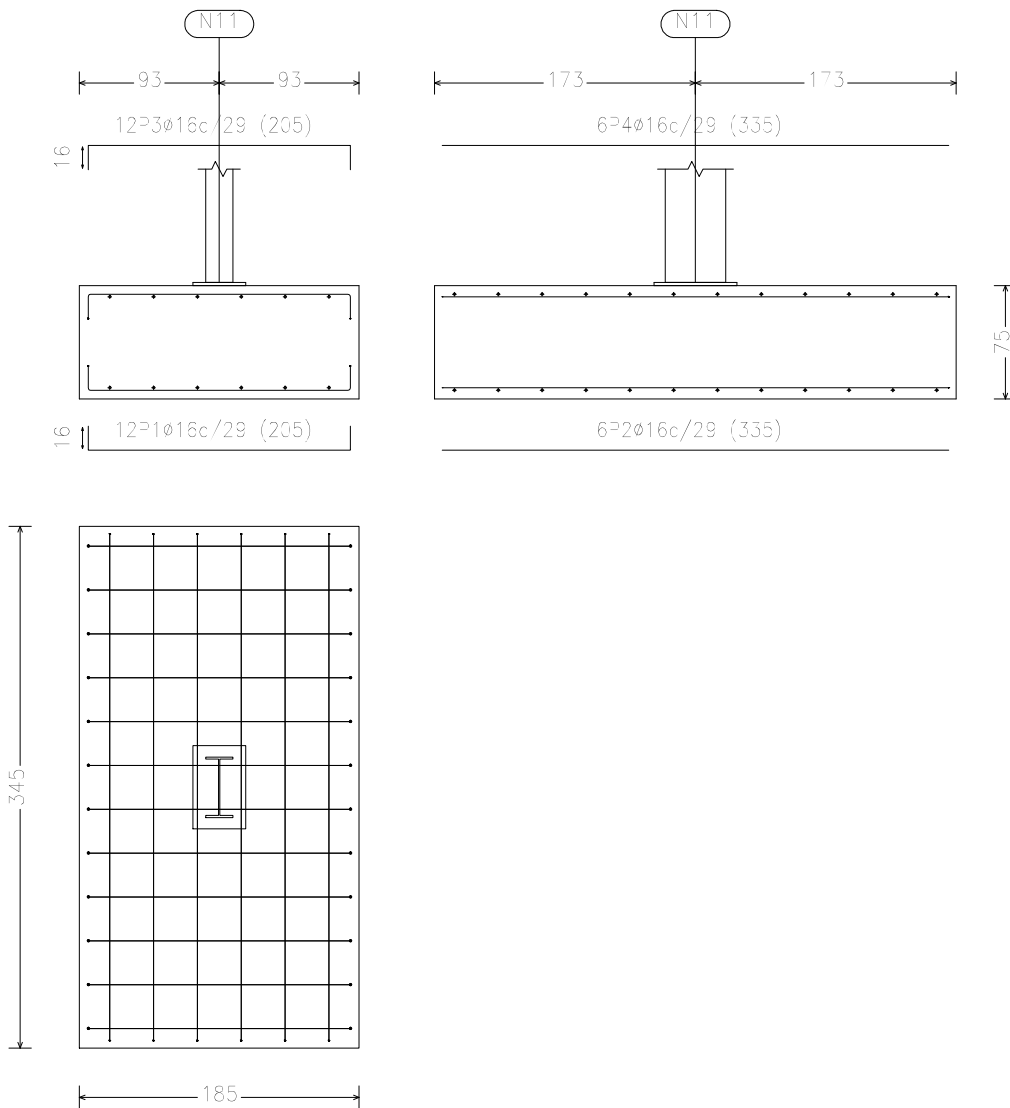
Dibujado por: Carlos Diego Salanova

Revisado por: David Hernández Figueirido

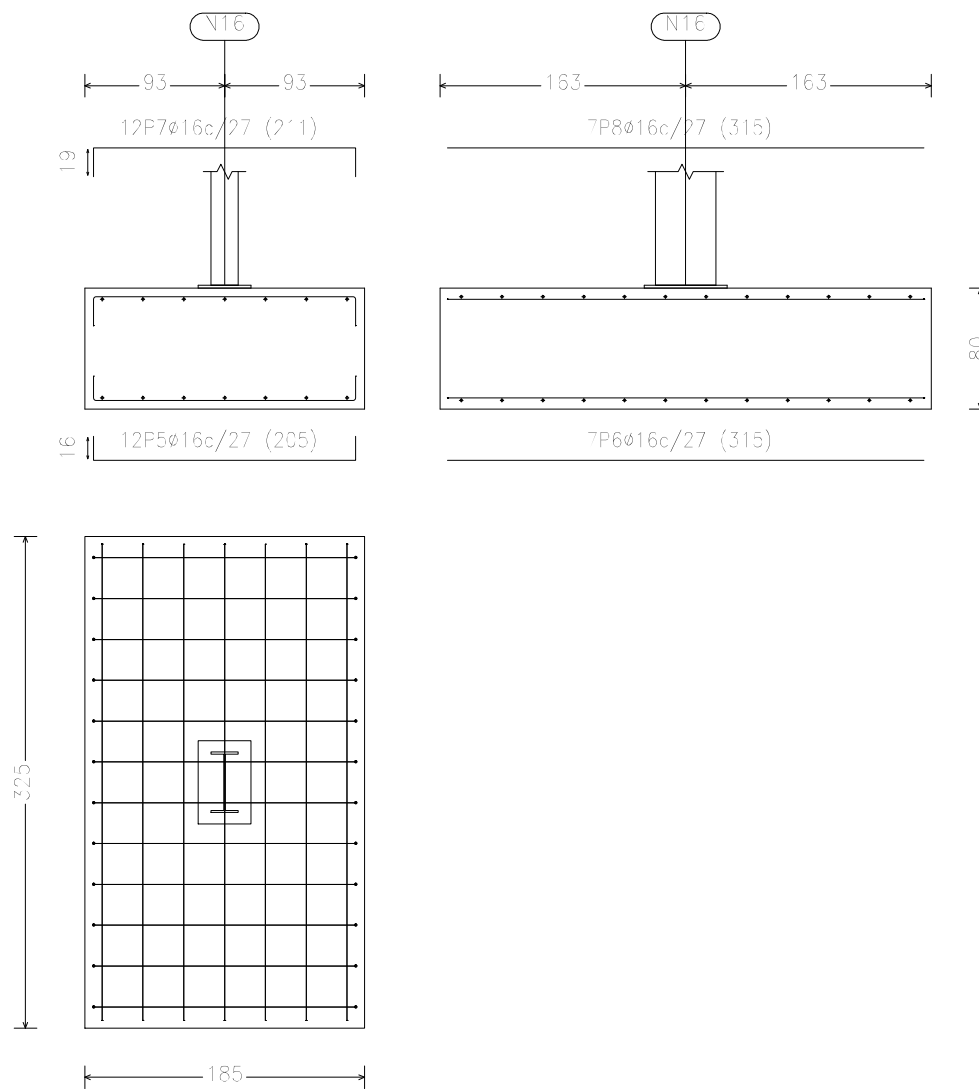
ESCALA 1:50  
FECHA 22 del 12 de 2019  
Ud. Diquecentímetros



N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53



N16, N21 y N26



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N11=N13=N18=N23=N28=N31 N33=N36=N38=N41=N43=N46 N48=N51=N53	1	ø16	12	205	2460	38.8
	2	ø16	6	335	2010	31.7
	3	ø16	12	205	2460	38.8
	4	ø16	6	335	2010	31.7
Total+10%: (x15):						155.1 2326.5
N16=N21=N26	5	ø16	12	205	2460	38.8
	6	ø16	7	315	2205	34.8
	7	ø16	12	211	2532	40.0
	8	ø16	7	315	2205	34.8
Total+10%: (x3):						163.2 489.6
ø16:						2816.1
Total:						2816.1

Título: Zapatas de la Cimentación 2

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
5

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

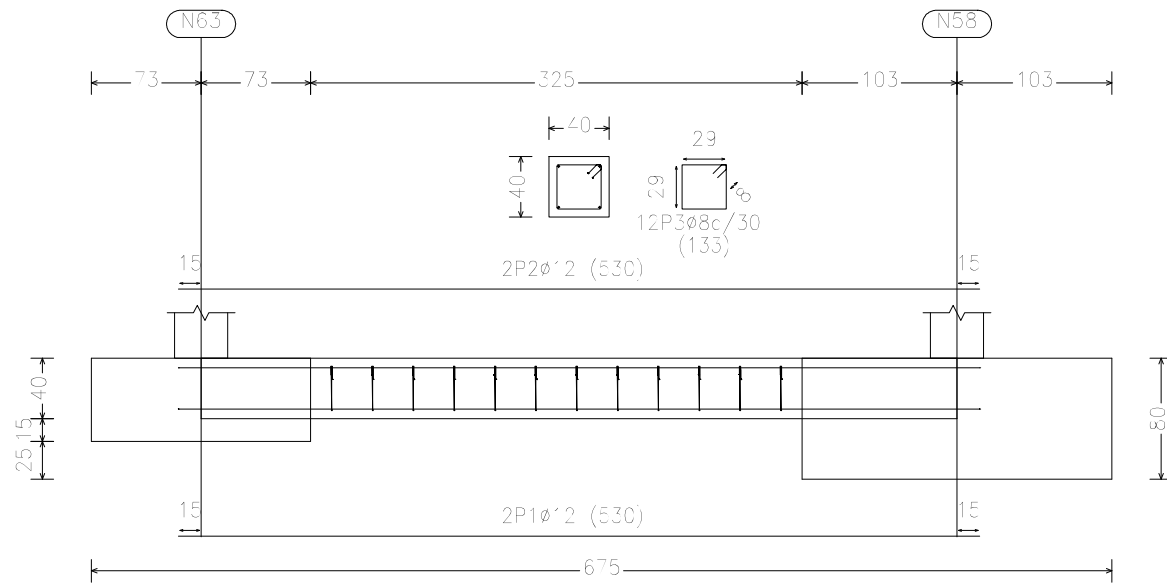
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:50

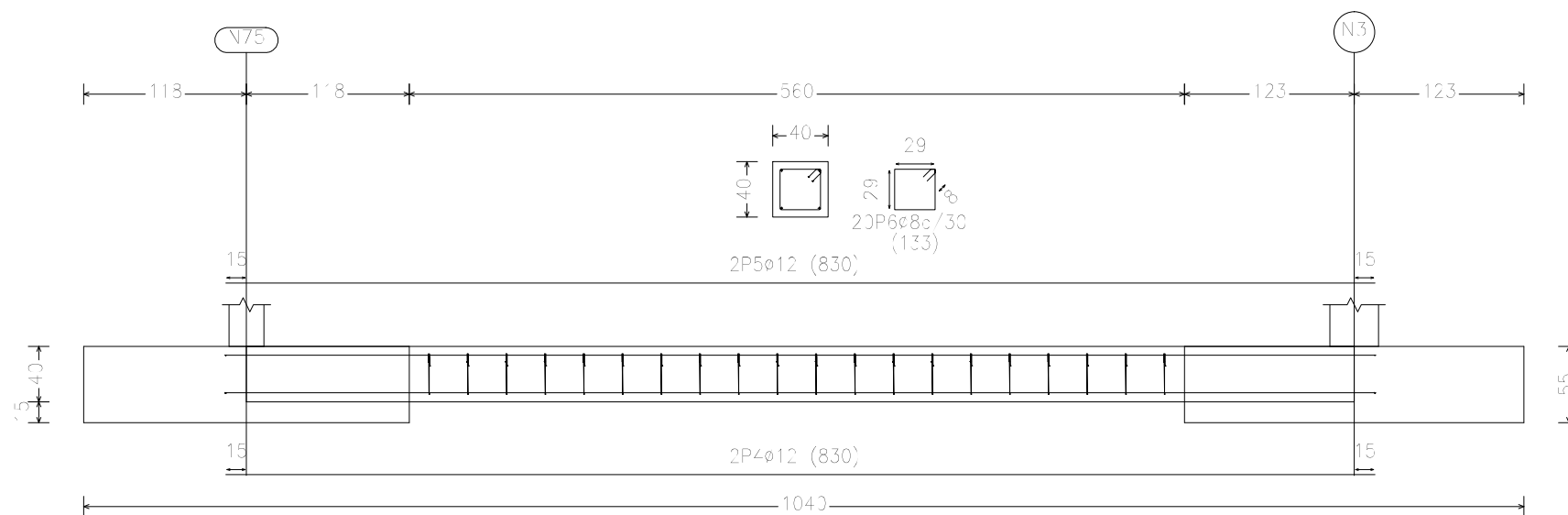
FECHA  
22 de Diciembre de 2019



C.1 [N63-N58], C.1 [N6-N1], C.1 [N58-N53], C.1 [N56-N51], C.1 [N8-N3],  
 C.1 [N51-N46], C.1 [N48-N43], C.1 [N46-N41], C.1 [N11-N6], C.1 [N41-N36],  
 C.1 [N38-N33], C.1 [N36-N31], C.1 [N33-N28], C.1 [N13-N8], C.1 [N28-N23],  
 C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N18-N13], C.1 [N16-N11],  
 C.1 [N43-N38], C.1 [N61-N56], C.1 [N53-N48] y C.1 [N31-N26]



C.1 [N75-N3], C.1 [N74-N63], C.1 [N75-N1] y C.1 [N74-N61]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C.1 [N63-N58]=C.1 [N6-N1]	1	φ12	2	530	1060	9.4
C.1 [N56-N53]=C.1 [N56-N51]	2	φ12	2	530	1060	9.4
C.1 [N48-N43]=C.1 [N51-N46]	3	φ8	2	133	1596	6.3
C.1 [N46-N41]=C.1 [N46-N41]						
C.1 [N41-N36]=C.1 [N41-N36]						
C.1 [N38-N33]=C.1 [N36-N31]						
C.1 [N33-N28]=C.1 [N13-N8]						
C.1 [N28-N23]=C.1 [N28-N23]						
C.1 [N26-N21]=C.1 [N23-N18]						
C.1 [N23-N18]=C.1 [N21-N16]						
C.1 [N18-N13]=C.1 [N18-N13]						
C.1 [N16-N11]=C.1 [N16-N11]						
C.1 [N43-N38]=C.1 [N61-N56]						
C.1 [N53-N48]=C.1 [N31-N26]						
Total+10%: (x24):						27.6 662.4
C.1 [N75-N3]=C.1 [N74-N63]	4	φ12	2	830	1660	14.7
C.1 [N75-N1]=C.1 [N74-N61]	5	φ12	2	830	1660	14.7
	6	φ8	20	133	2660	10.5
Total+10%: (x4):						43.9 175.6
						φ8: 212.0
						φ12: 626.0
						Total: 838.0

Título: Vigas de Atado

Proyecto Final de Máster  
 Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
 Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
 6

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

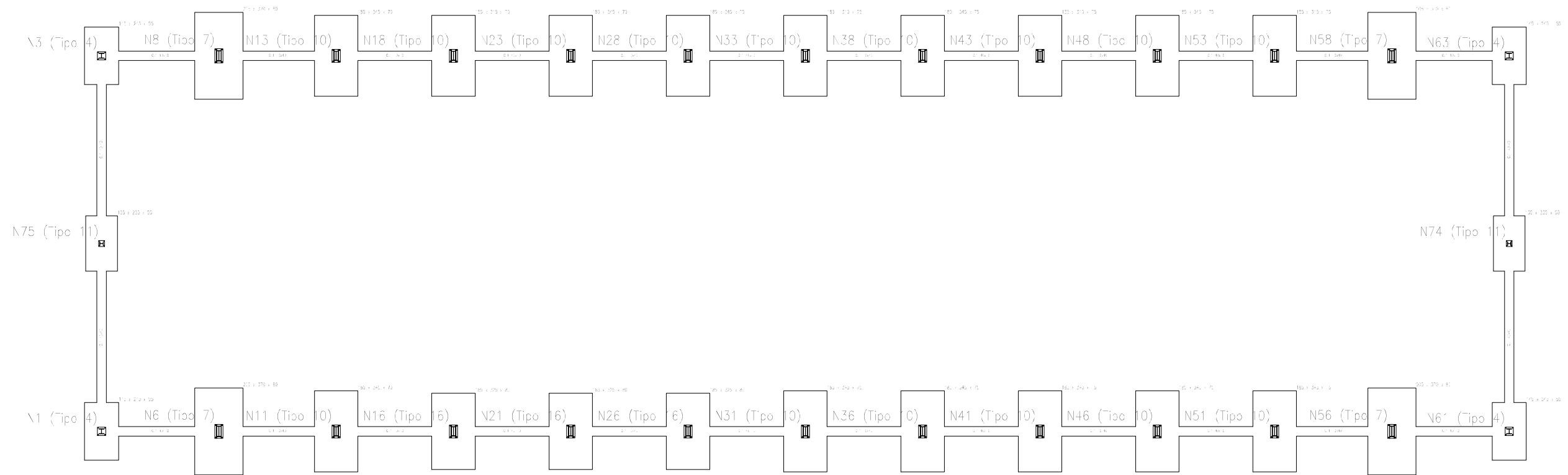
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
 1:50

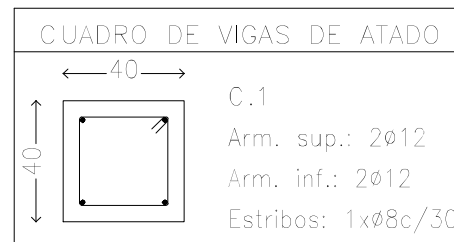
FECHA  
 22 de Diciembre de 2019







Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N8, N61 y N63	4 Pernos $\varnothing$ 16	Placa base (350x350x4)
N6, N8, N56 y N58	4 Pernos $\varnothing$ 20	Placa base (350x600x22)
N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53	4 Pernos $\varnothing$ 20	Placa base (350x550x20)
N74 y N75	4 Pernos $\varnothing$ 10	Placa base (250x250x9)



Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	$\varnothing$ 8	489.4	212
	$\varnothing$ 12	1012.6	989
	$\varnothing$ 16	2071.9	3597
			4798

Título: Cimentación 1

Proyecto Final de Máster  
 Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
 Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
 7

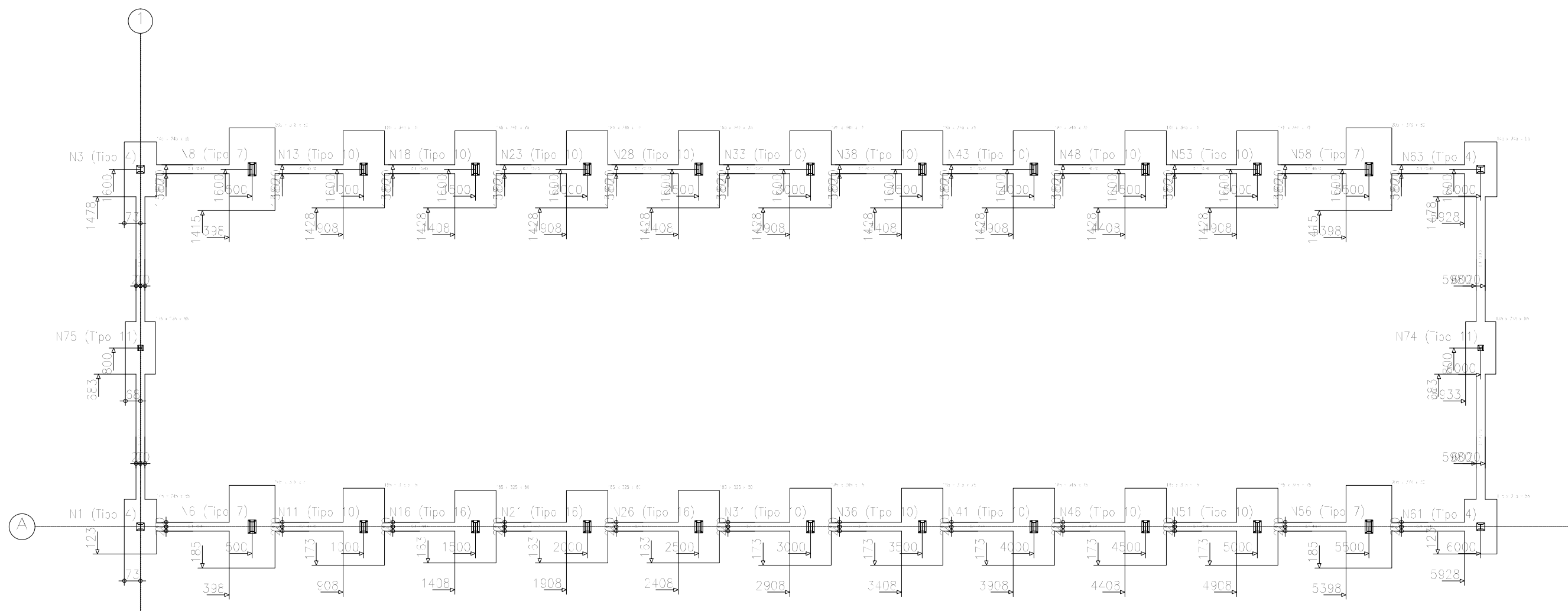
Dibujado por: Carlos Diego Salanova

Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
 1:200

FECHA  
 23 de Diciembre de 2019





Cota del plano de cimentación: 0 m

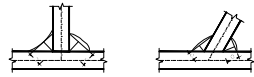
CUADRO DE VIGAS DE ATADO	
	C.1 Arm. sup.: 2Ø12 Arm. inf.: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

Cuadro de arrancues		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N1, N3, N61 y N63	4 Pernos Ø 16	Placa base (350x350x14)
N6, N8, N56 y N58	4 Pernos Ø 20	Placa base (350x600x22)
N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53	4 Pernos Ø 20	Placa base (350x550x20)
N74 y N75	4 Pernos Ø 10	Placa base (250x250x9)

<b>Título: Cimentación 2</b>		PLANO N° <span style="font-size: 2em;">8</span>
<b>Proyecto Final de Máster</b> Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves		
Dibujado por: Carlos Diego Salanova Revisado por: David Hernández Figueirido		
ESCALA 1:200	FECHA 23 de Diciembre de 2019	

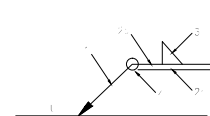
**REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA**

g<sub>1</sub>mm: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre tocos los triángulos que se puecan insertar entre las superficies de las piezas que hayar alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



g<sub>1</sub>mm: longitud efectiva del cordón de soldadura

**MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS**



Referencias:  
 1: línea de la fecha  
 2a: línea de referencia (línea común)  
 3a: línea de identificación (línea o trazos)  
 3: símbolo de soldadura  
 4: indicadores complementarios  
 J: Unión

Referencias 1, 2a y 3a



El borde de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la fecha.



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

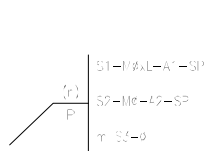
Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		△
Soldadura a tope en V simple (con chaffán)		∨
Soldadura a tope en bisel simple		∇
Soldadura a tope en bisel doble		K
Soldadura a tope en bisel simple con toón de raíz amolado		∇
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		▷
Soldadura a tope en bisel simple con toco corto		∇

Referencia 4

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

**MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE DOS TORNILLOS DE UNA UNIÓN**



Referencias:  
 n: Cantidad de tornillos  
 S1: Tornillos pretensados resistentes al deslizamiento  
 S1: Norma de especificación del tornillo  
 d: [mm]: Diámetro nominal  
 L: [mm]: Longitud nominal del tornillo  
 A1: Clase de calidad del acero del tornillo  
 S2: Norma de especificación de la tuerca  
 A2: Clase de calidad del acero de la tuerca  
 m: Cantidad de arandelas  
 S3: Norma de especificación de la arandela  
 SP: Sistema de anclaje

Ejecución	Tipo	Soldaduras	
		Ejecución	Tipo
En taller	En ángulo	4	27793
		5	29834
		7	5389
En el lugar de montaje	En ángulo	4	5400
		4	416
		5	1218
		6	24286
		7	5659
8	34		

Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)		
S275	Rigidizadores	16	188x105x11	27,27		
		8	134x135x11	12,00		
		72	373x65x17	250,86		
		16	120x30x18	7,35		
		4	135x278x8	9,47		
		10	80x25x8	12,5		
	Chapas	70	100x5x8	15,20		
		8	175x390x11	47,5		
		15	210x440x14	182,79		
		4	175x350x14	25,39		
		4	220x490x15	50,77		
		15	180x520x15	198,39		
		4	190x600x18	64,43		
		Total				967,70

Anclajes				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	45x45	2700	7,29
Total				7,29

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 10.9	80	EN 14399-3-M12x30-11R
		40	EN 14399-3-M12x45-11R
		30	EN 14399-3-M16x45-11R
		350	EN 14399-3-M16x60-11R
		40	EN 14399-3-M20x60-11R
Tuercas	Clase 8	5	ISO 4332-M16
		86	ISO 4332-M20
		120	EN 14399-3-M12-11R
Arandelas	Clase 10	380	EN 14399-3-M12-11R
		40	EN 14399-3-M20-11R
		5	ISO 7059-16
Arandelas	Dureza 200 Hv	86	ISO 7059-20
		240	EN14399-16-2
		760	EN14399-16-6
80	EN14399-16-20		

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	104	110
Arandelas	56	A10

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	2	250x250x9	8,83
		7	350x350x4	53,85
		18	350x350x20	544,01
		7	350x300x22	145,07
	Rigidizadores pasantes	8	600x480x130/25x5	17,07
	36	560x400x130/25x5	69,27	
Total				638,07
3 500 S, Ys = 1,15 (corrugado)	Perros curvos	16	3 15 - L = 610 + 35	12,78
		16	3 20 - L = 712 + 37	37,73
		60	3 20 - L = 610 + 37	119,00
Total				169,50
3 500 S, Ys = 1,15 (corrugado)	Perros rectos	8	3 20 - L = 339	1,67
		12	3 20 - L = 750	22,49
		Total		

**UNIONES ATORNILLADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA**

**NORMA:**  
 CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación, Seguridad estructural, Acero, Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión, uniones atornilladas.

**MATERIALES:**  
 - Perfiles (Material base): S275.  
 - Clase de acero de los tornillos pretensados empujados: 10.9 (4.3.1 CTE DB SE-A).

**DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:**  
 1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Distancias	Entre agujeros				Entre tornillos	
	a1 <sup>m</sup>	a2 <sup>m</sup>	a1 <sup>M</sup>	a2 <sup>M</sup>	Comprobación	Indicación
Mínimas	1,2 e <sub>1</sub>	1,5 e <sub>2</sub>	2,2 e <sub>1</sub>	3 d <sub>0</sub>	p1 y p2	p1, p2
Máximas	7 e <sub>1</sub> + 7 e <sub>2</sub> 300 mm	14 e <sub>1</sub> 200 mm	14 e <sub>1</sub> 200 mm	14 e <sub>2</sub> 200 mm	1/1	2/1

Nota:  
 1) e<sub>1</sub>: Perforación de la placa  
 2) e<sub>2</sub>: Perforación de la tuerca  
 3) d<sub>0</sub>: Diámetro nominal del tornillo  
 4) p1: Distancia entre tornillos en la placa  
 5) p2: Distancia entre tornillos en la tuerca

2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.  
 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.  
 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas puedan desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.

5) En cada tornillo, se colocará una arandela con chaffán (EN 14399-6) en el lado de la cabeza, de tal manera que el chaffán de la arandela se sitúe hacia la cabeza. Para el lado de la tuerca, se permite usar una arandela plana (EN 14399-6) o una arandela con chaffán (EN 14399-6), con el chaffán de la arandela situado hacia la tuerca.

6) Las agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.

7) El perforado se permite para piezas de hasta 10 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el perforado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro nominal y luego alinear hasta el diámetro nominal.

8) Condiciones para el apriete de los tornillos pretensados:  
 - Los tornillos de un grupo, antes de iniciar el pretensado, deben estar apretados como si fueran tornillos sin pretensar.

- Con la finalidad de garantizar la capacidad frente al deslizamiento de las superficies a unir, las piezas a unir serán tratadas de la siguiente manera: Superficies limpiadas a cepillo metálico o con lija, con eliminación de partes oxidadas (Clase C según UNE-EN ISO 11713:1997).

- Con objeto de alcanzar un pretensado uniforme, el apriete se realizará progresivamente, desde los tornillos centrales de un grupo hasta los bordes, para posteriormente realizar ciclos adicionales de apriete. Pueden utilizarse lubricantes entre las tuercas y tornillos o entre las arandelas y el contacto que gira, siempre que no se dañe la superficie de contacto, esté contemplado como posibilidad por el procesamiento y lo permita el pliego de condiciones.

- Si un conjunto tornillo, tuerca y arandela se no aprieta hasta el pretensado mínimo y luego afloja, debe ser retirado y descartar su utilización, salvo que lo permita el pliego de condiciones.

- El apriete se realizará siguiendo uno de los métodos indicados en la tabla "Procedimientos de apriete de tornillos pretensados".

**COMPROBACIONES:**  
 Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.5.3 y 8.6.6 de CTE DB SE-A.

**PROCEDIMIENTOS DE APRIETE DE TORNILLOS PRETENSADOS**

c) Método de control del par torsor:  
 Se utiliza una llave dinamométrica para alcanzar el par de apriete necesario para producir la fuerza de pretensado en el tornillo. Utilizado en el alineamiento de las uniones, en la siguiente tabla se indican valores orientativos de los pares torsoras correspondientes a cada diámetro de tornillo:

Acero clase 10.9	
Diámetro del tornillo	Par torsor de apriete (N x m)
M16	320
M17	130
M20	670

d) Método del giro de la tuerca:  
 Se realiza una marca permanente en la posición de "apretado a tope" y luego se da el giro de la tuerca necesario para alcanzar el pretensado mínimo en el tornillo, determinado por los correspondientes ensayos de apriete.

e) Método del indicador directo de tensión:  
 Este método es de aplicación a dispositivos tales como los arandelas indicadoras de tensión, que funcionan cuando se ha alcanzado el pretensado mínimo, mediante el control de la tensión en el tornillo.

f) Método de medición directa de tornillos pretensados mediante el uso de instrumentos hidráulicos.  
 Después de que el apriete alcance la condición uniforme de "apretado a tope", todos los tornillos se apretarán hasta obtener, al menos, el pretensado mínimo especificado según se determine en los ensayos de procedimiento o de calibración.

Los arandelas indicadoras de tensión pueden bromarse para establecer la aceptabilidad del conjunto tornillo, tuerca y arandelas.

Este método requiere una tensión especial con respecto a la planicidad y a las tolerancias de espesor de las chapas en las uniones.

g) Método combinado:  
 Se realiza un apriete inicial por el método d), con una llave ajustada a un par torsor con el que se alcanza el 75% del pretensado mínimo, a continuación se marca la posición de la tuerca (como en el método b)) y luego se aplica un segundo tope de corrote final, en la que se da el giro de tuerca determinado de los ensayos de procedimiento.

**Título: Uniones Información**

**Proyecto Final de Máster**

Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves

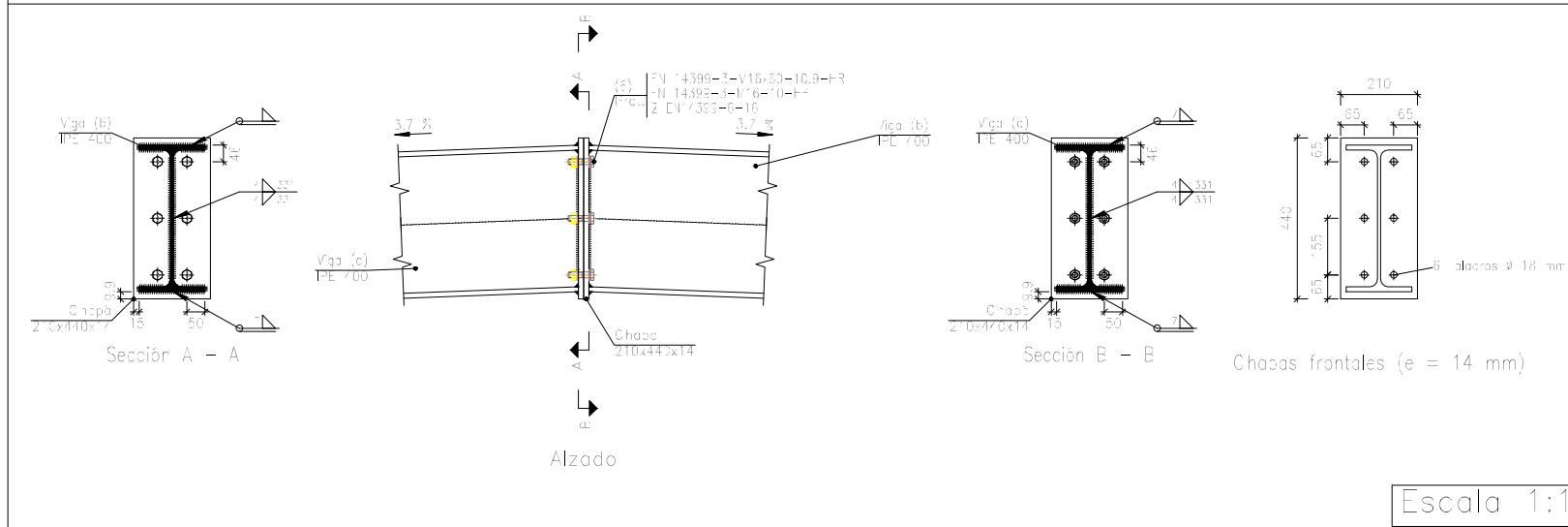
PLANO N° 9

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

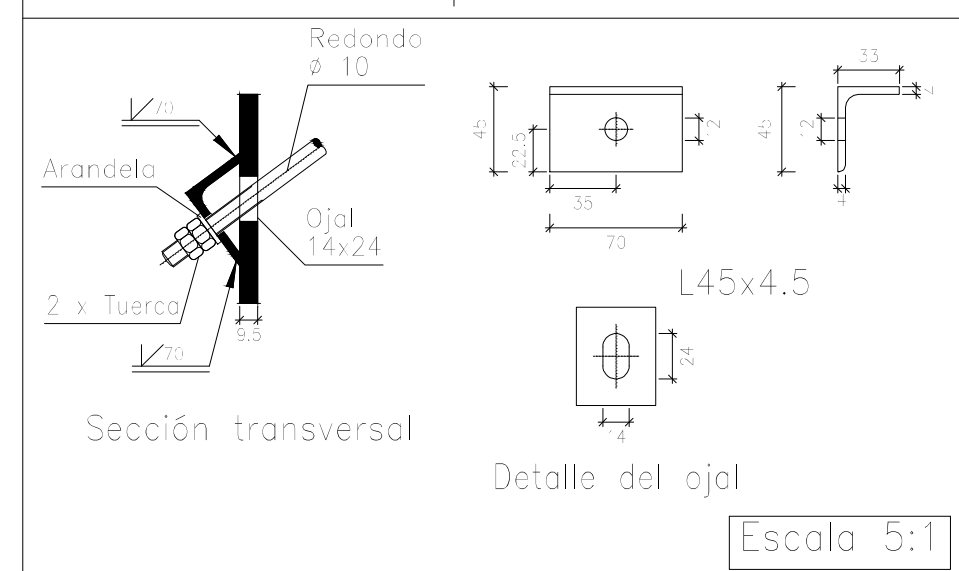
Revisado por: David Hernández Figueirido

FECHA  
 23 de Diciembre de 2019

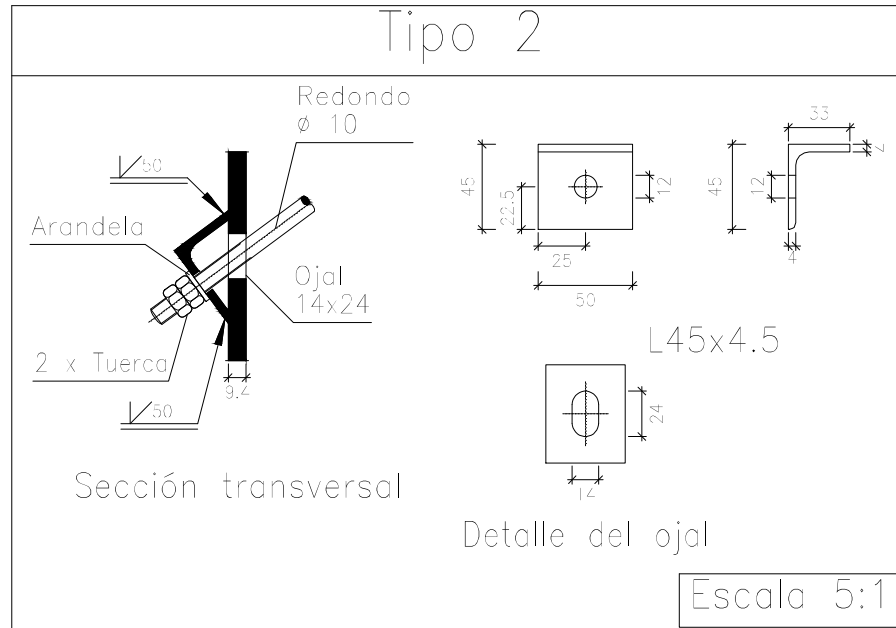
Tipo 1



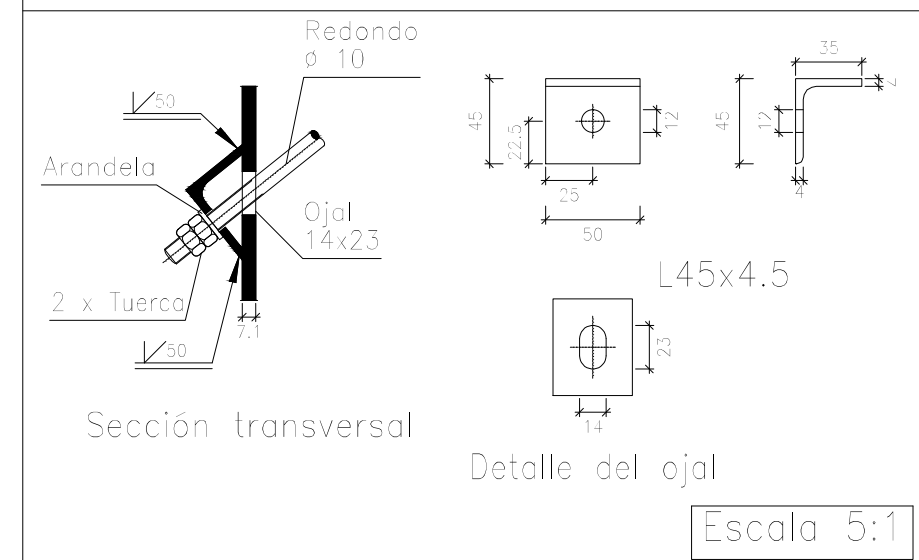
Tipo 5



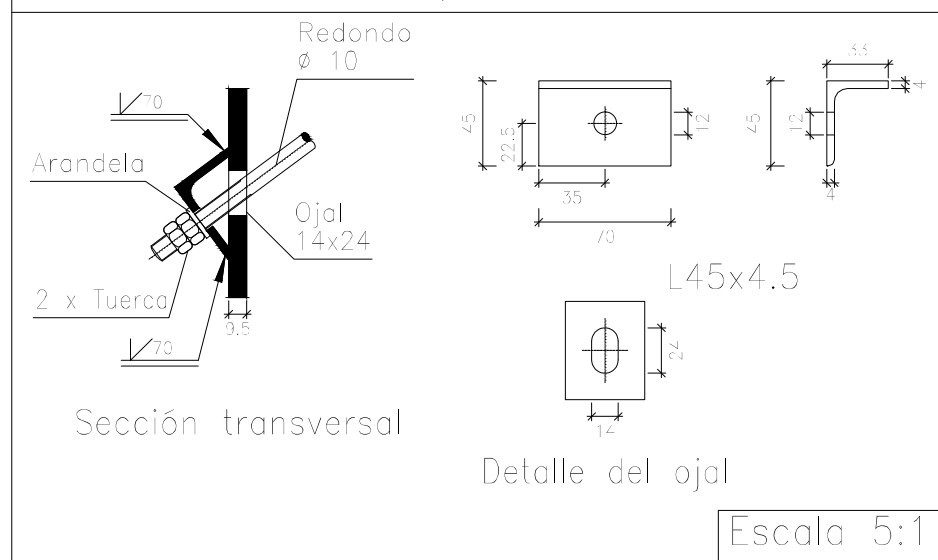
Tipo 2



Tipo 6



Tipo 3



Título: Uniones 1

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
10

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

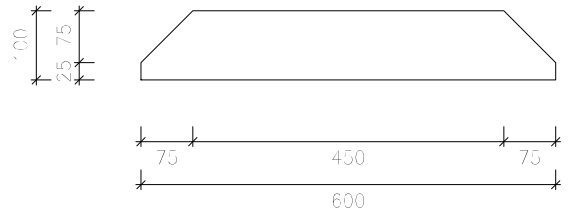
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

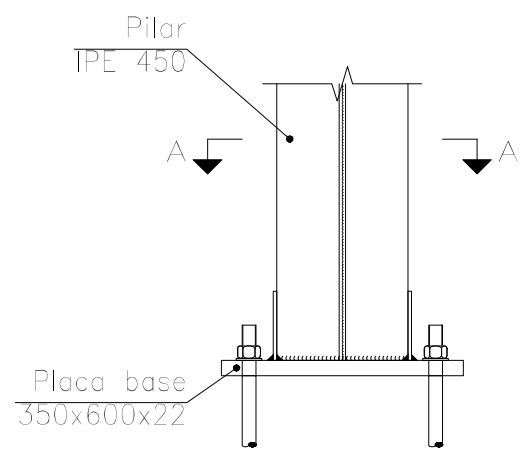
FECHA  
23 de Diciembre de 2019



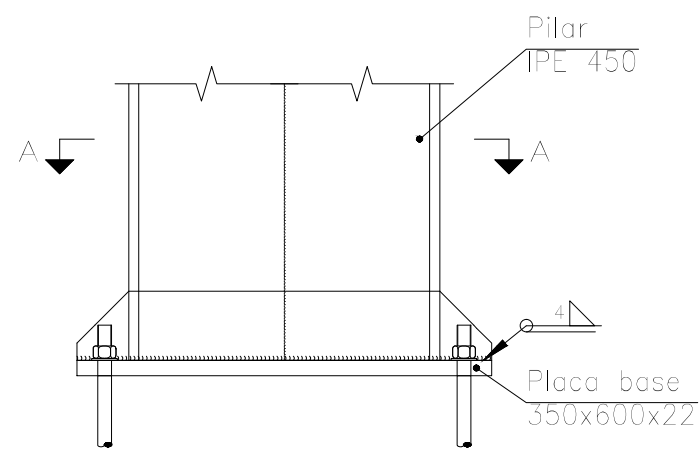
### Tipo 7



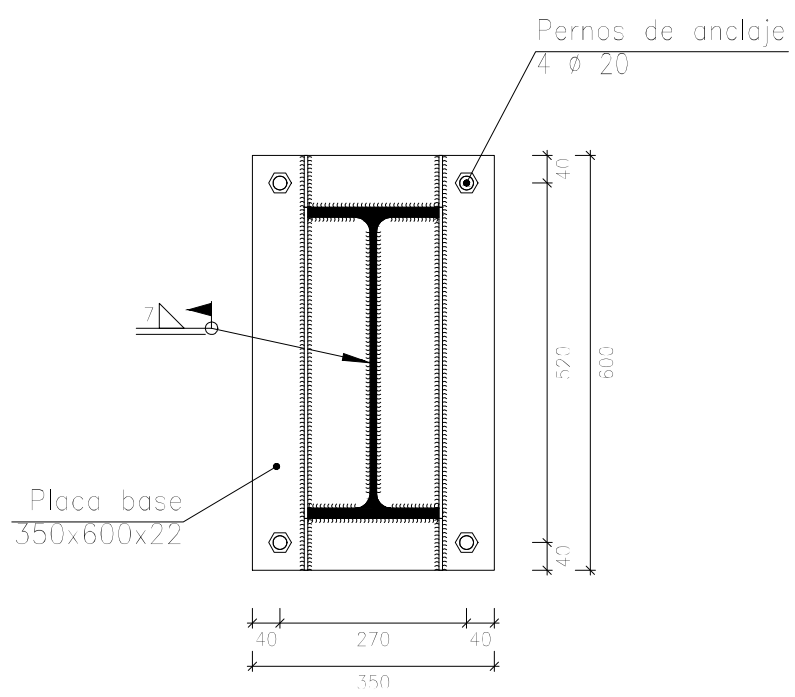
Rigidizadores y - y (e = 5 mm)



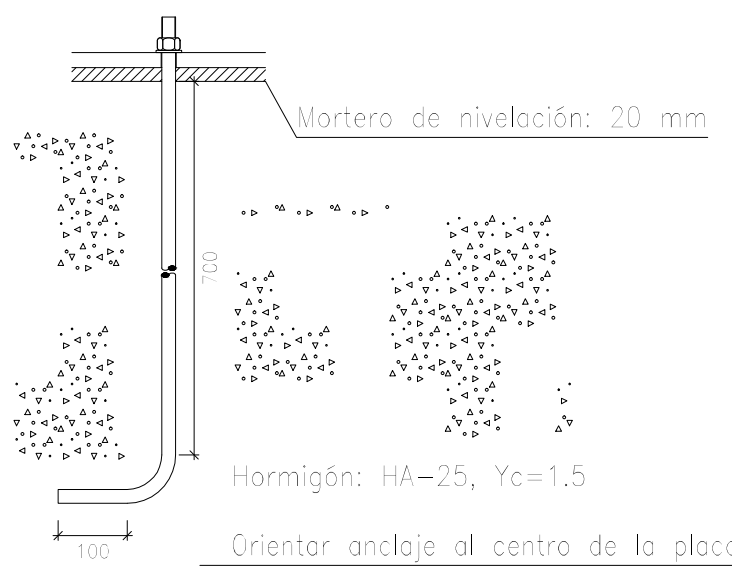
Alzado



Vista lateral



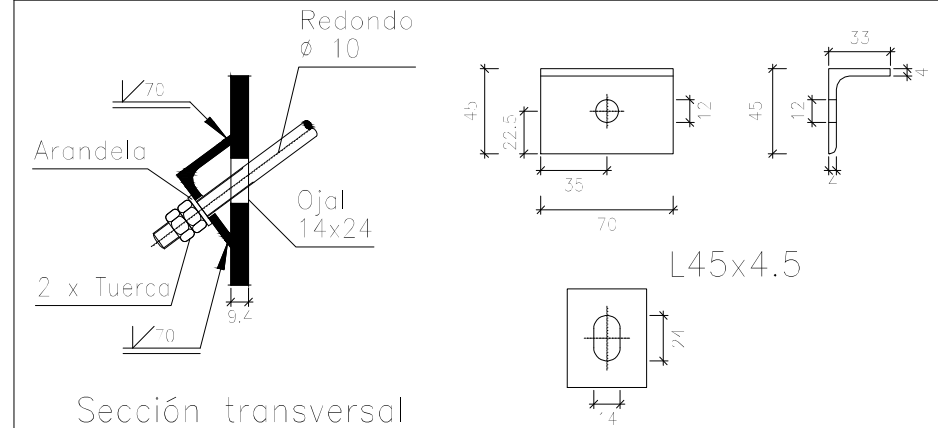
Sección A - A



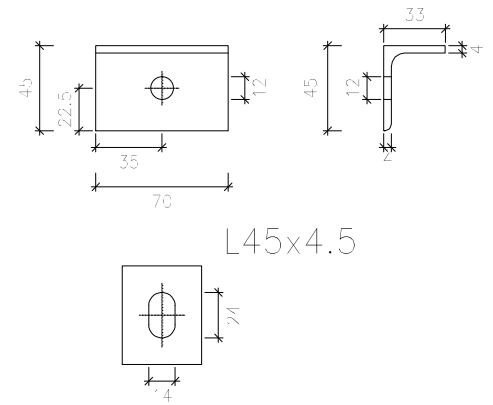
Anclaje de los pernos  $\varnothing 20$ , B 500 S,  $Y_s = 1.15$  (corrugado)

Escala 1:1

### Tipo 8



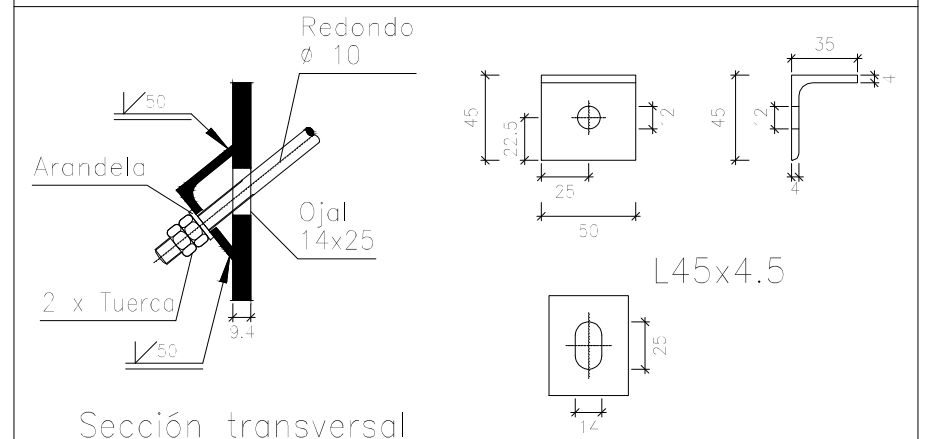
Sección transversal



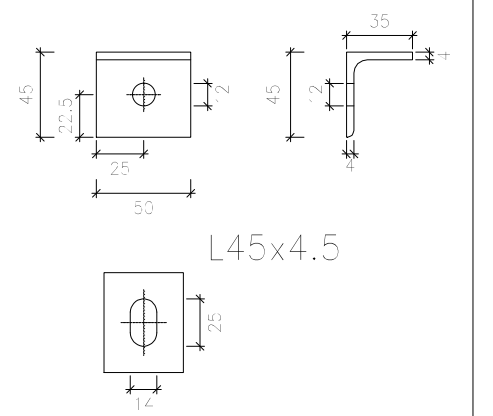
Detalle del ojal

Escala 5:1

### Tipo 9



Sección transversal



Detalle del ojal

Escala 5:1

## Título: Uniones 2

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
11

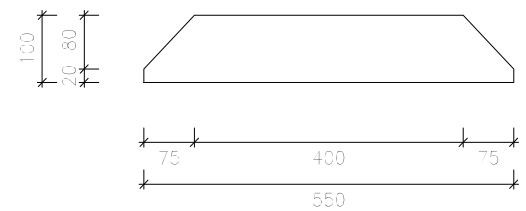
Dibujado por: Carlos Diego Salanova  
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

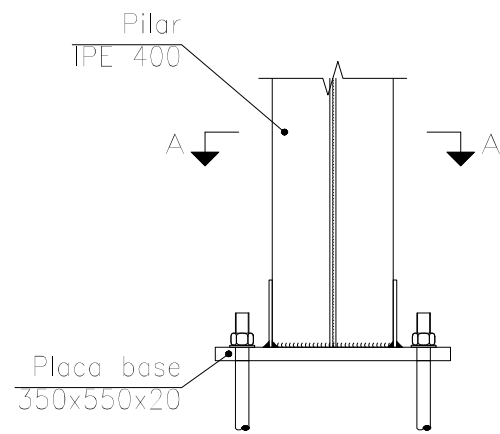
FECHA  
23 de Diciembre de 2019



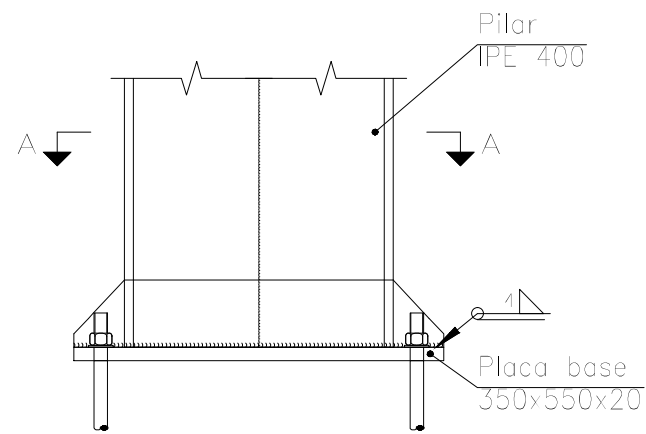
## Tipo 10



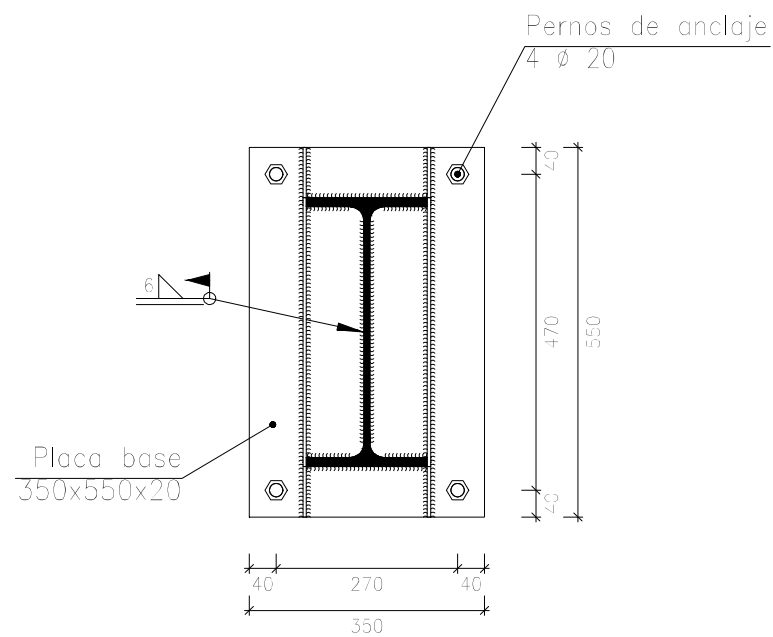
Rigidizadores y - y (e = 5 mm)



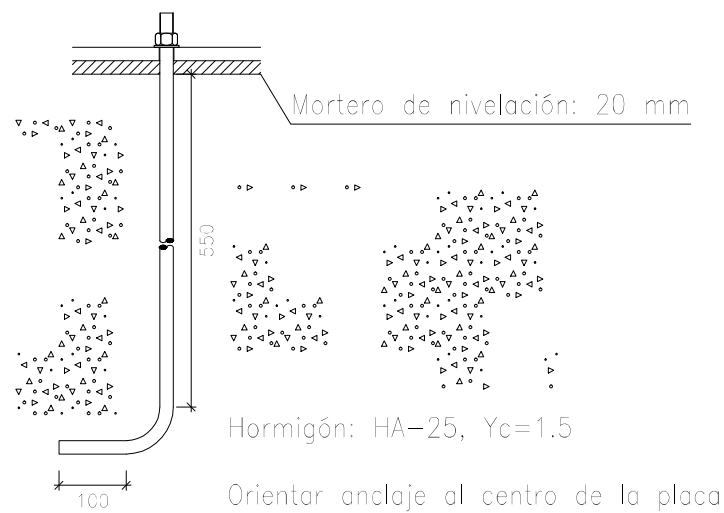
Alzado



Vista lateral



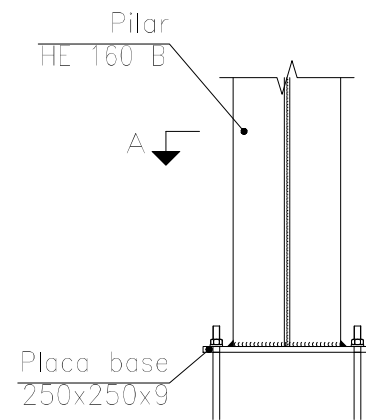
Sección A - A



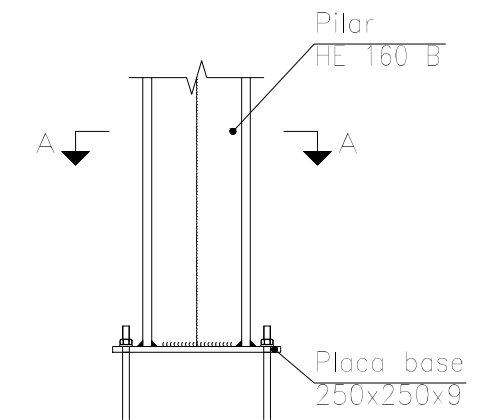
Anclaje de los pernos  $\varnothing 20$ , B 500 S,  $Y_s = 1.15$  (corrugado)

Orientar anclaje al centro de la placa

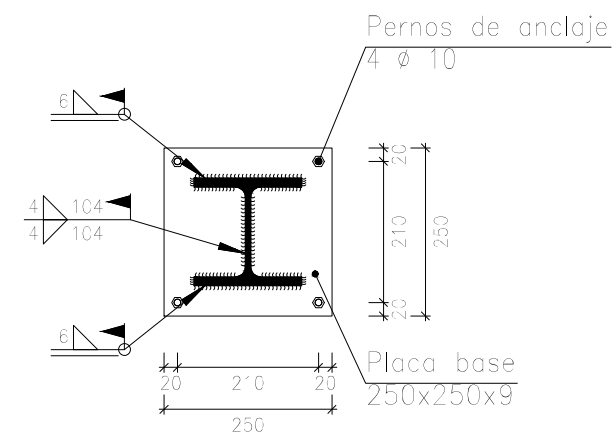
## Tipo 11



Alzado



Vista lateral



Sección A - A



Anclaje de los pernos  $\varnothing 10$ , B 500 S,  $Y_s = 1.15$  (corrugado)

Título: Uniones 3

Proyecto Final de Máster

Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°

12

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA

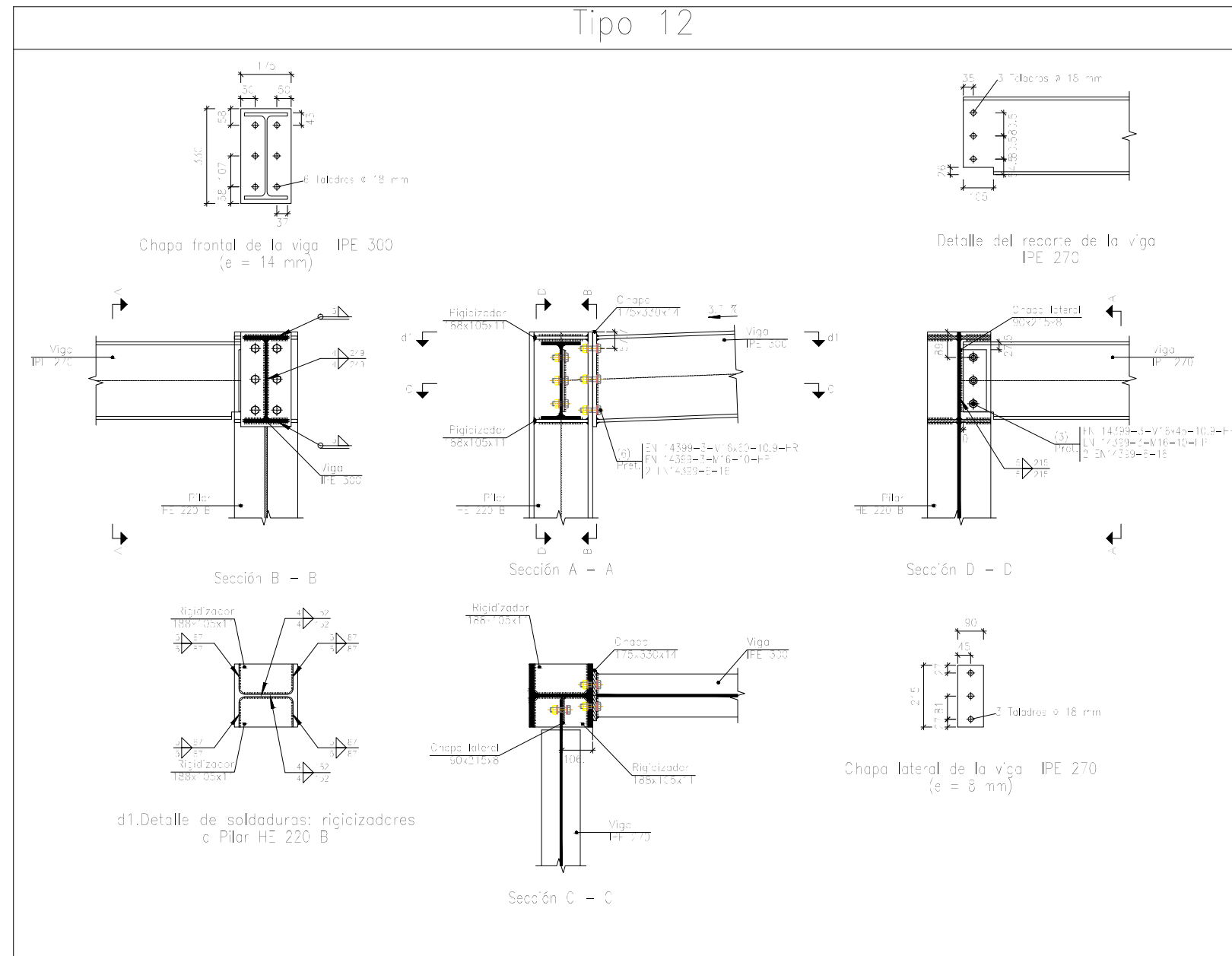
1:20

FECHA

23 de Diciembre de 2019



Tipo 12



Título: Uniones 4

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
13

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

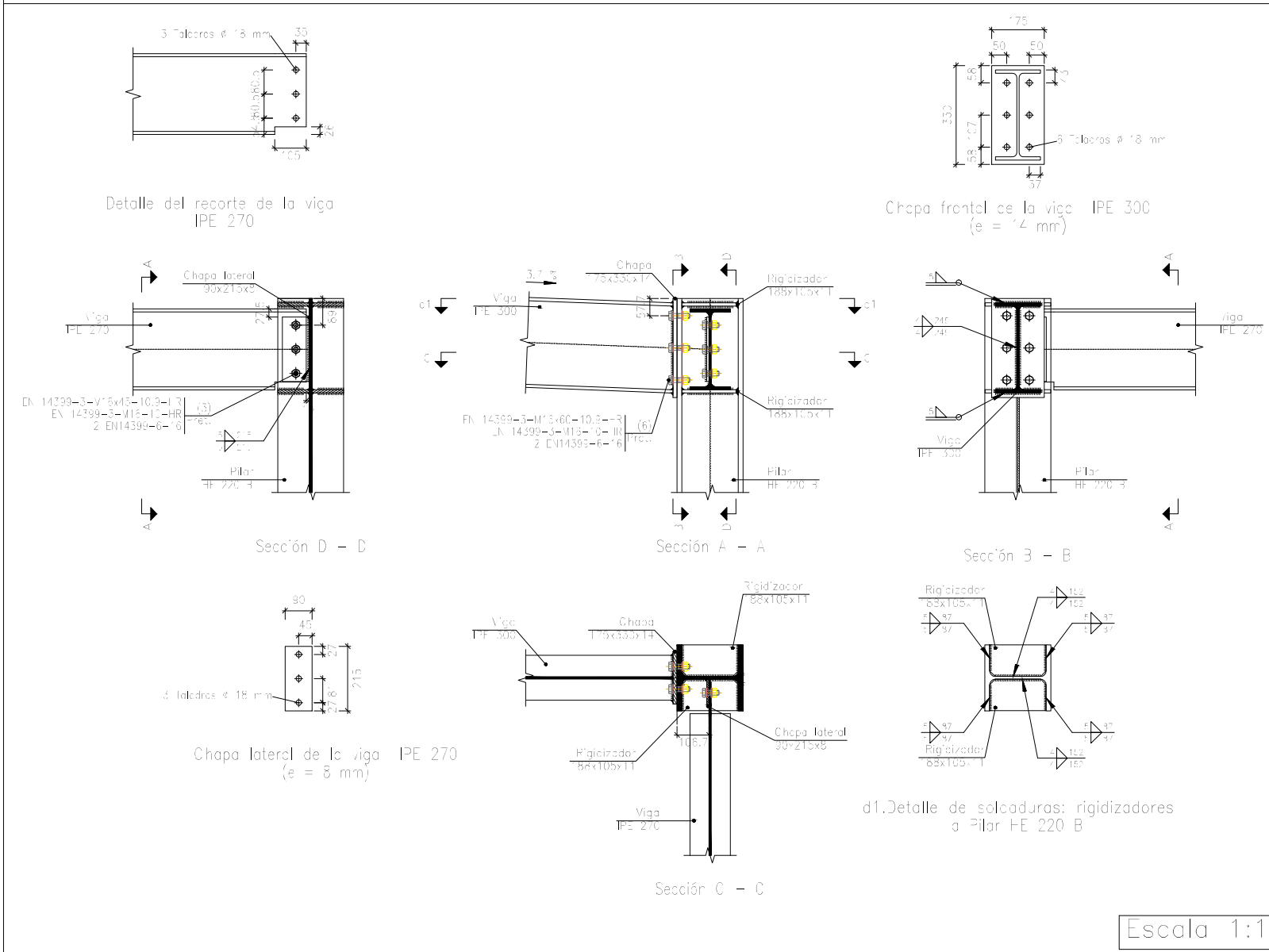
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

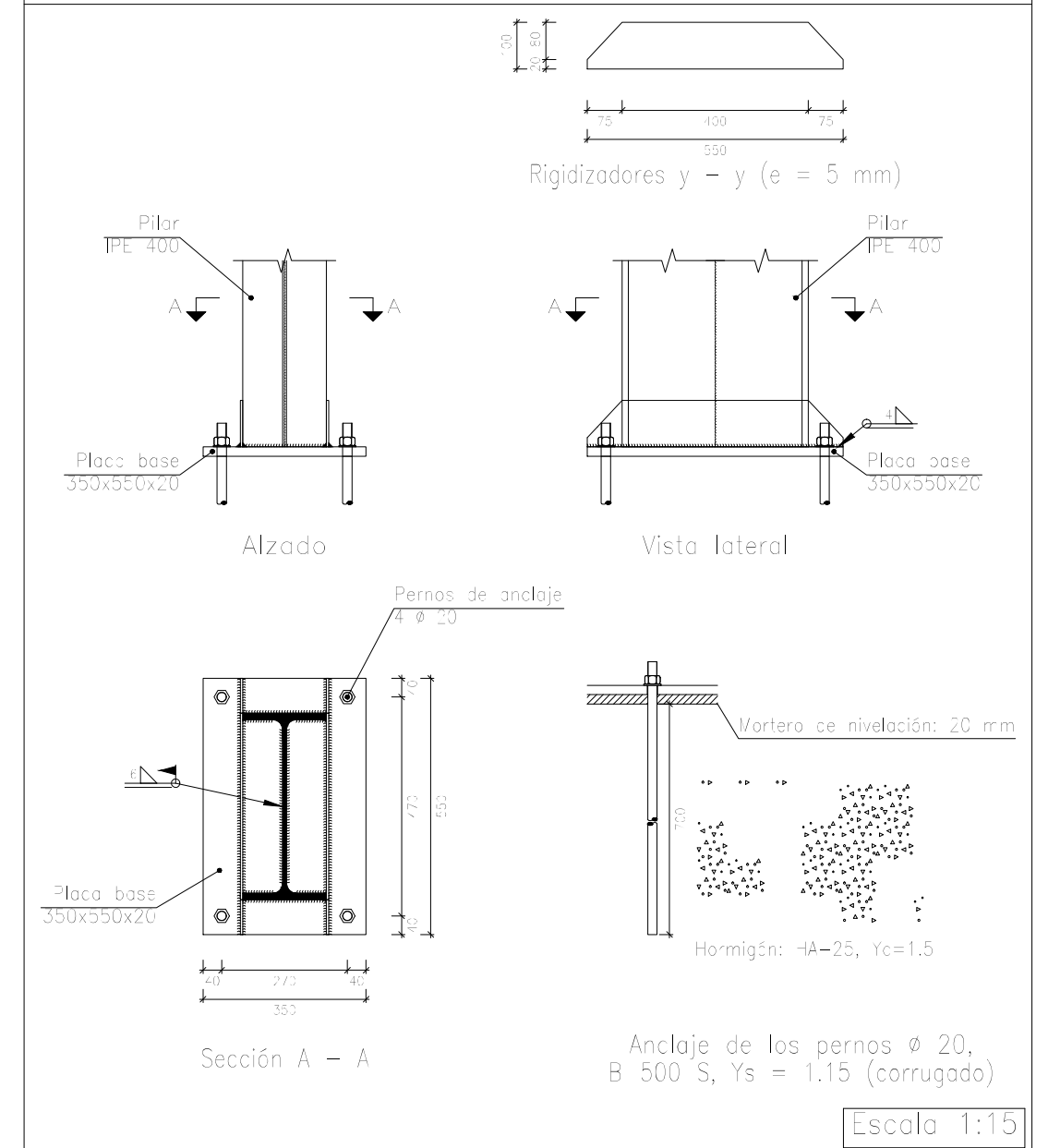
FECHA  
23 de Diciembre de 2019



### Tipo 13



### Tipo 16



Título: Uniones 5

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
14

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

Revisado por: David Hernández Figueirido

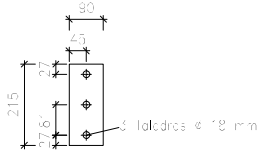
ESCALA  
1:20

FECHA  
23 de Diciembre de 2019

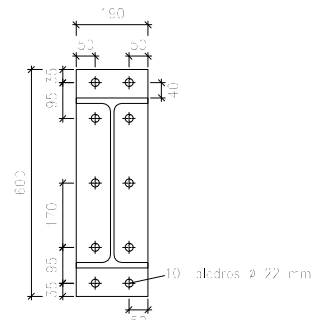




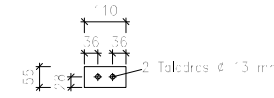
Tipo 14



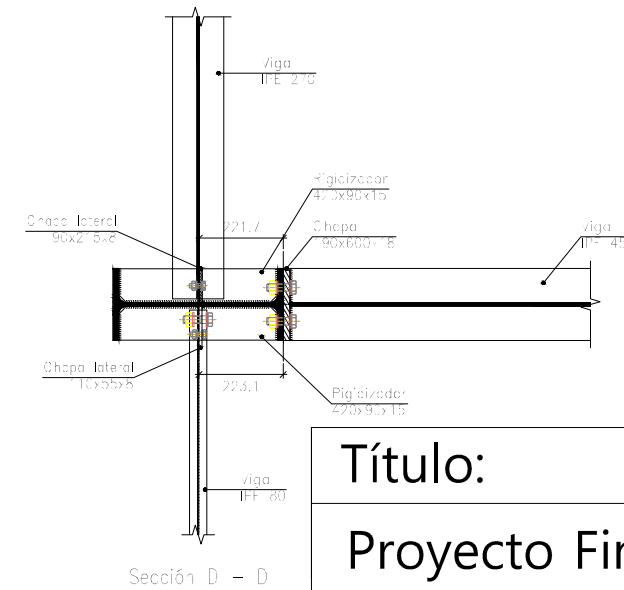
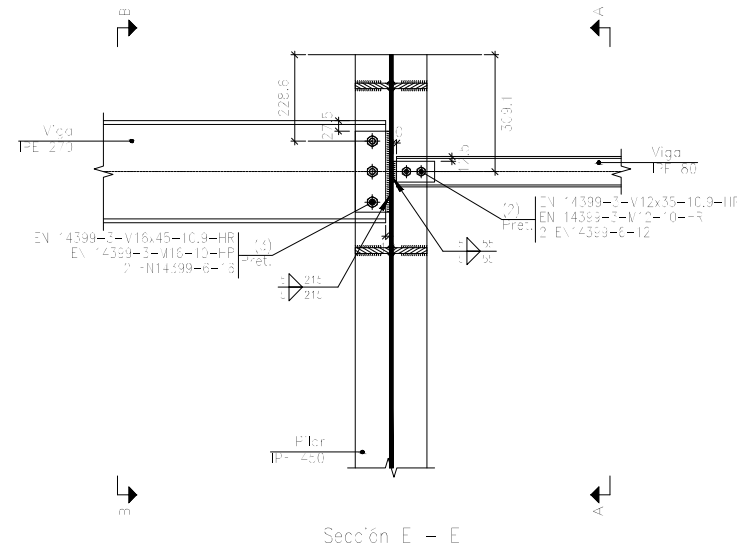
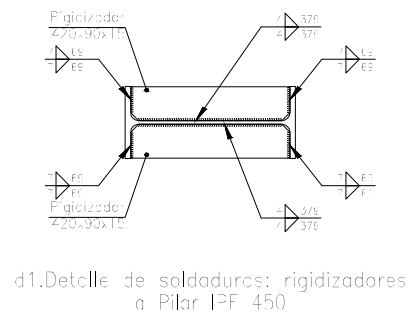
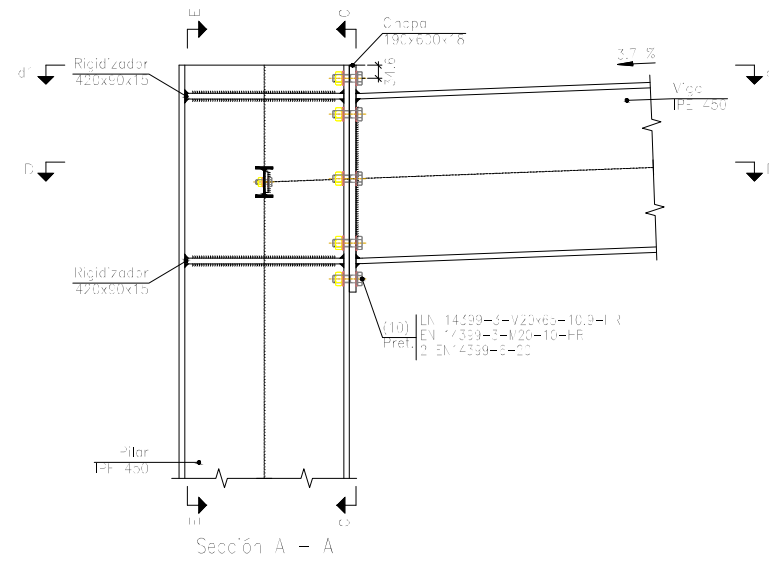
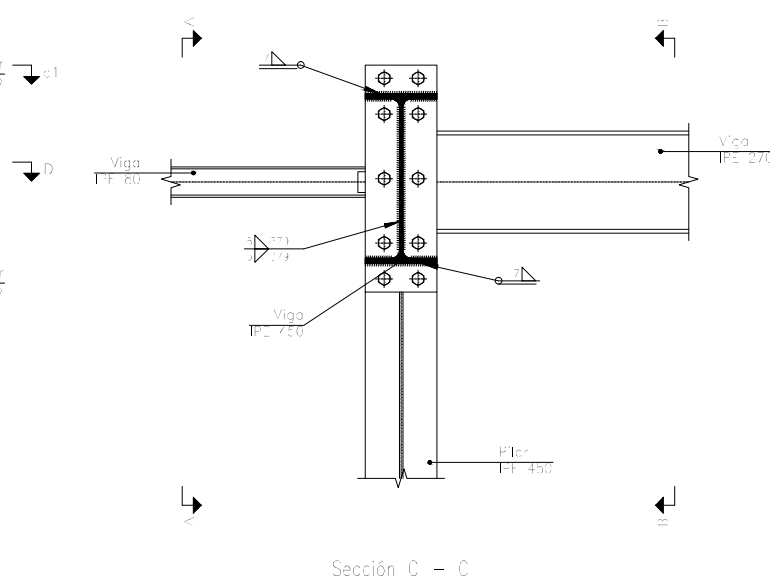
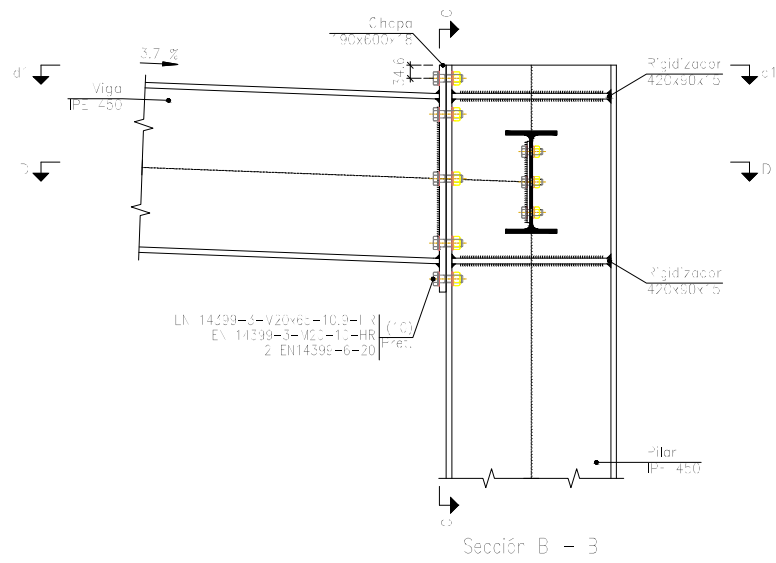
Chapa lateral de la viga IPE 270  
(e = 8 mm)



Chapa frontal de la viga IPE 450  
(e = 18 mm)



Chapa lateral de la viga IPE 80  
(e = 8 mm)



Título: Uniones 6

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
15

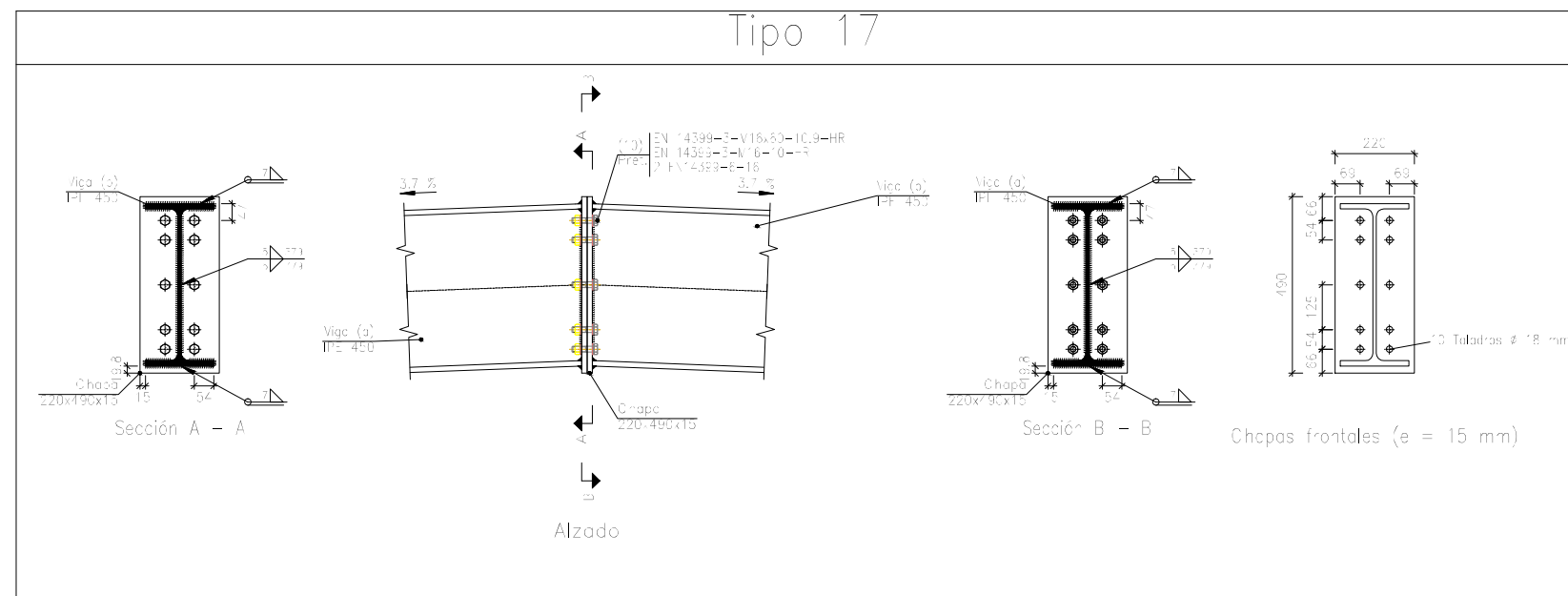
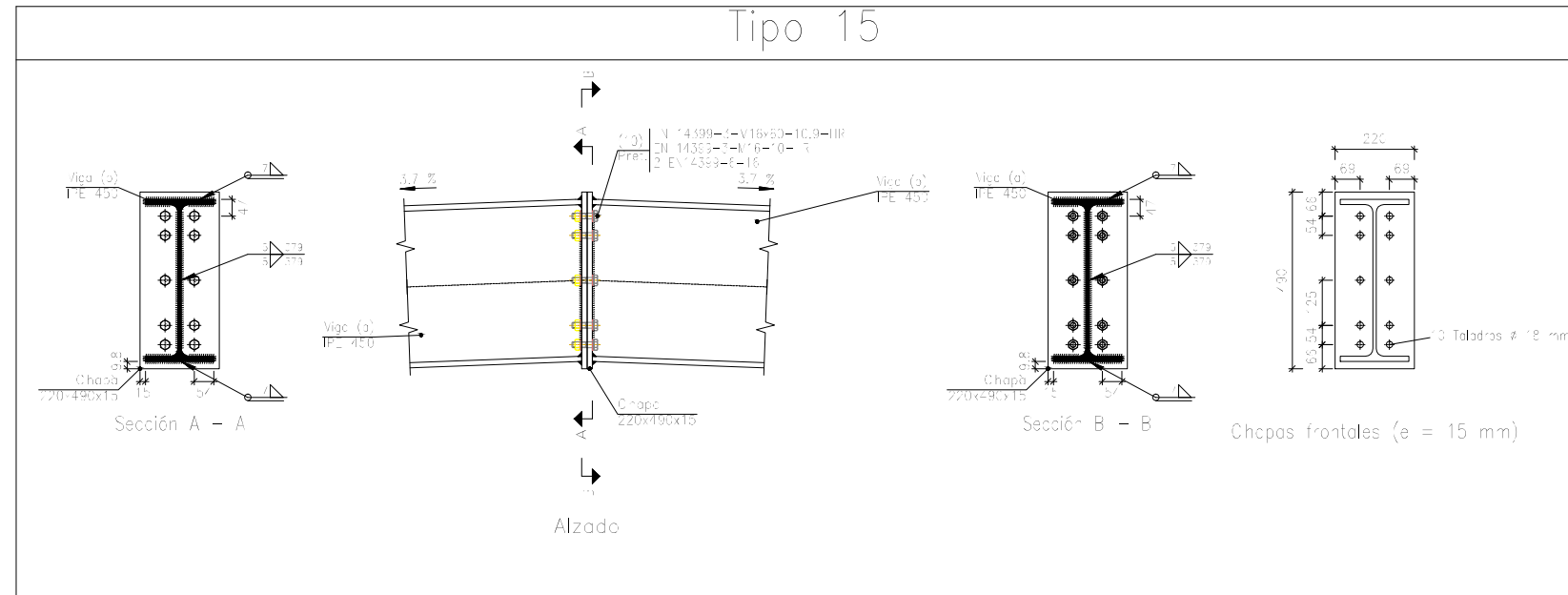
Dibujado por: Carlos Diego Salanova


Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

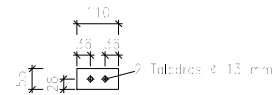
FECHA  
23 de Diciembre de 2019



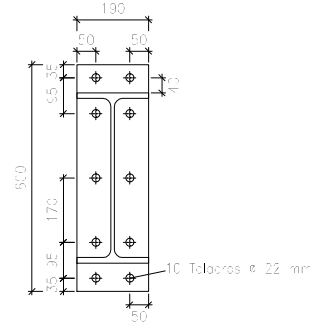


<b>Título: Uniones 7</b>		PLANO N°  <span style="font-size: 2em;">16</span>
<b>Proyecto Final de Máster</b> Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves		
Dibujado por: Carlos Diego Salanova		 <b>UNIVERSITAT JAUME I</b>
Revisado por: David Hernández Figueirido		
ESCALA 1:20	FECHA 23 de Diciembre de 2019	

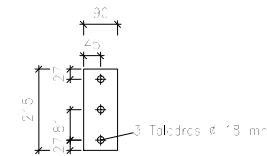
Tipo 18



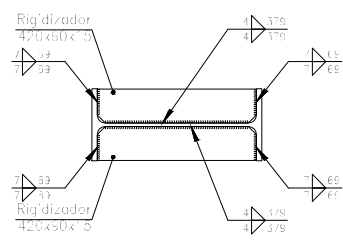
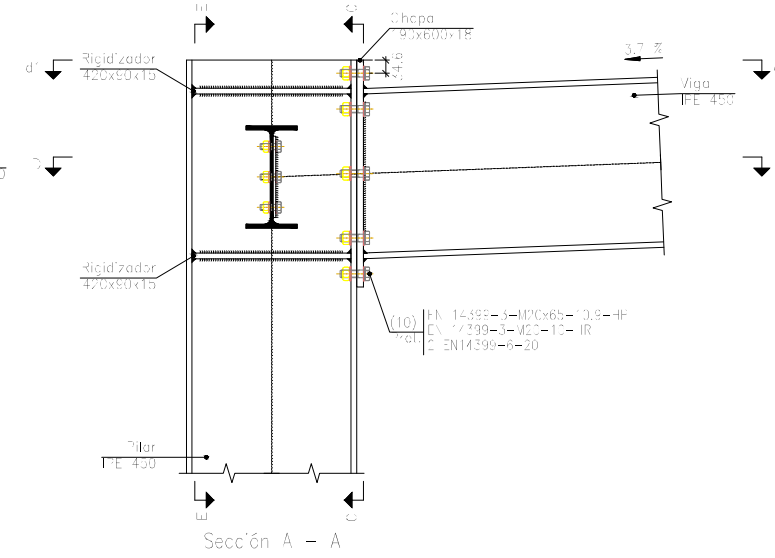
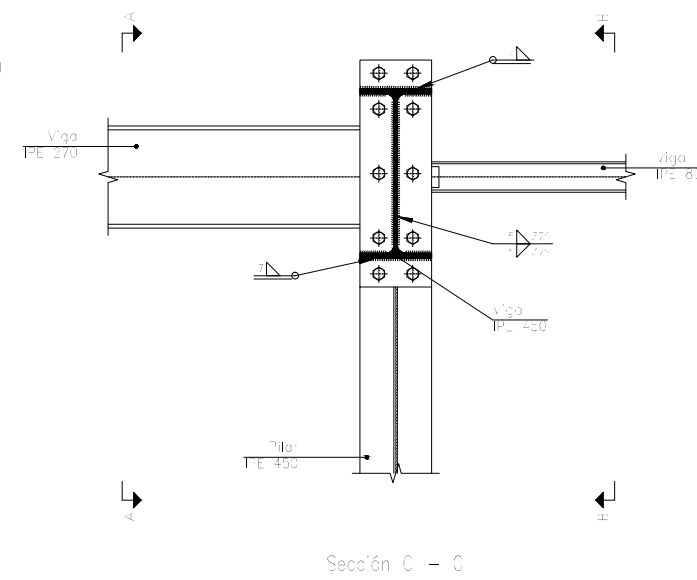
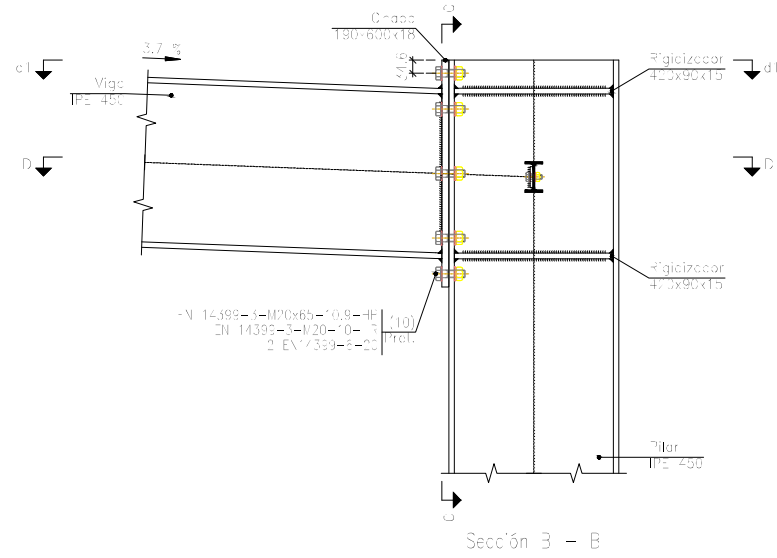
Chapa lateral de la viga IPE 80  
(e = 8 mm)



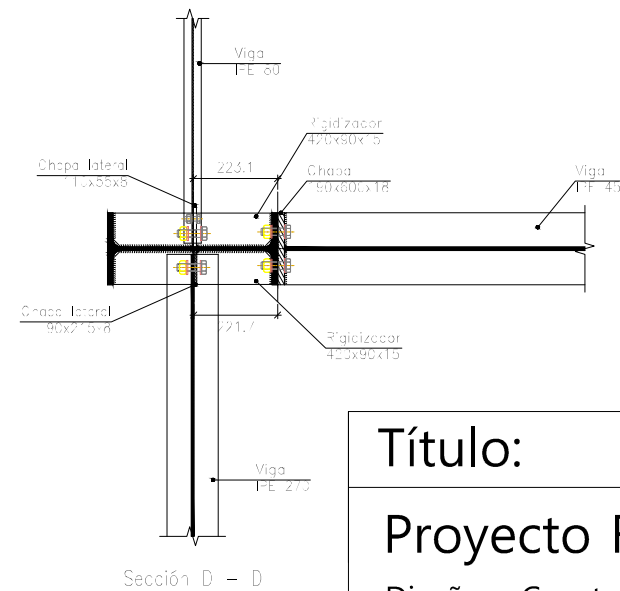
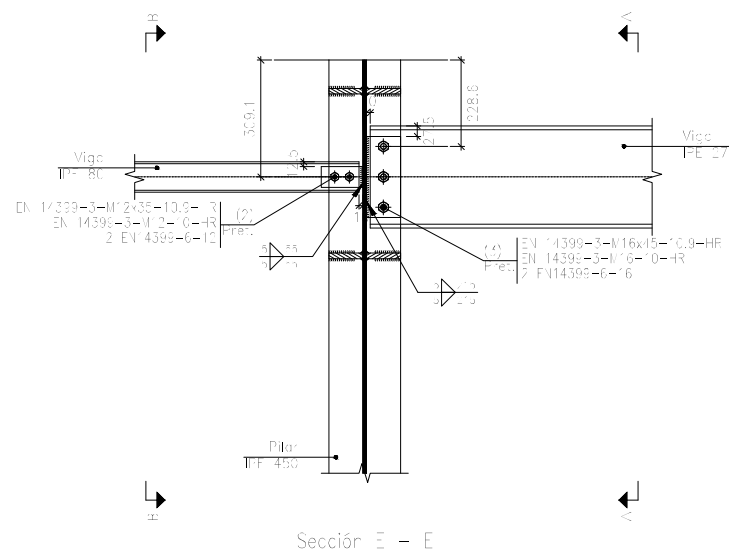
Chapa frontal de la viga IPE 450  
(e = 18 mm)



Chapa lateral de la viga IPE 270  
(e = 8 mm)



d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 450



Título: Uniones 8

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
17

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

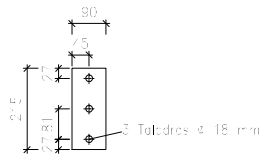
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

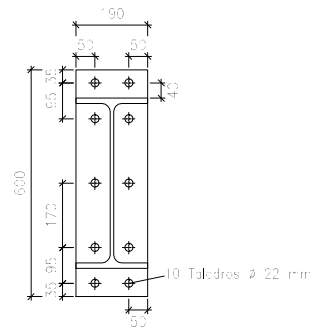
FECHA  
23 de Diciembre de 2019



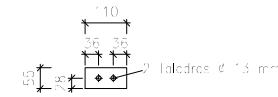
# Tipo 19



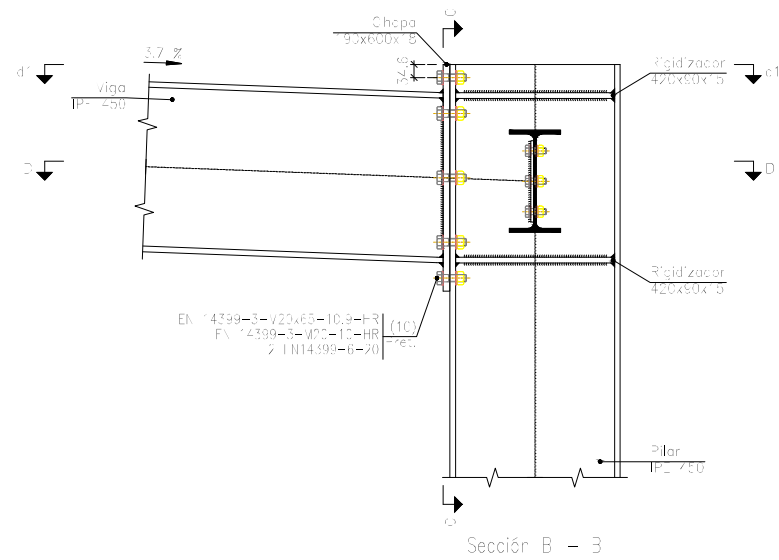
Chapa lateral de la viga IPE 270  
(e = 3 mm)



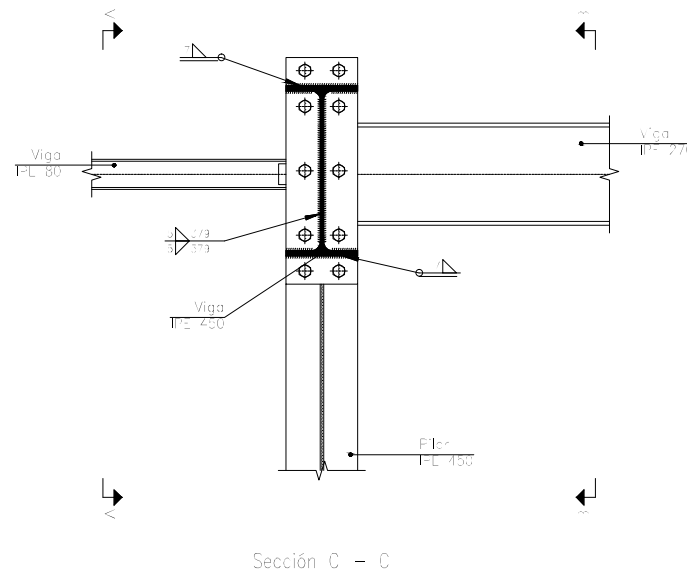
Chapa frontal de la viga IPE 450  
(e = 18 mm)



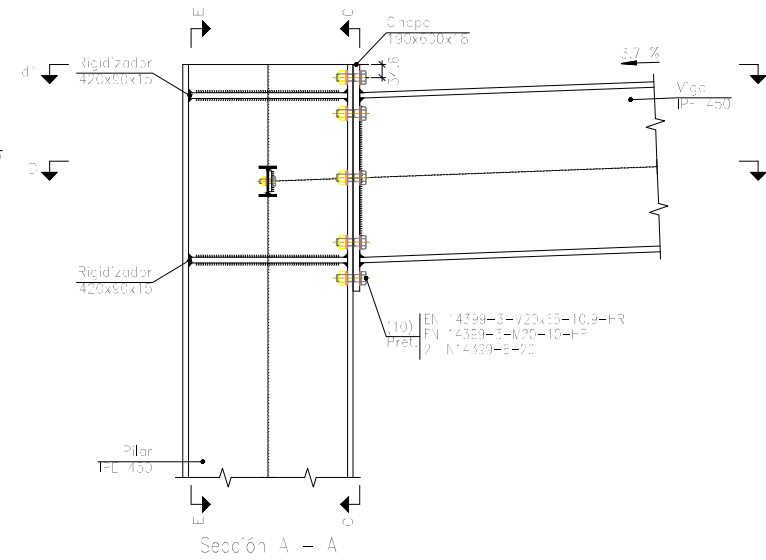
Chapa lateral de la viga IPE 80  
(e = 3 mm)



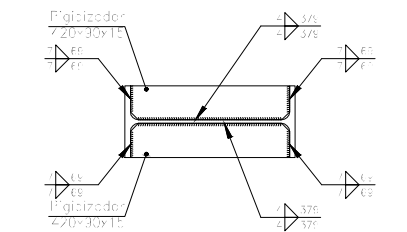
Sección B - B



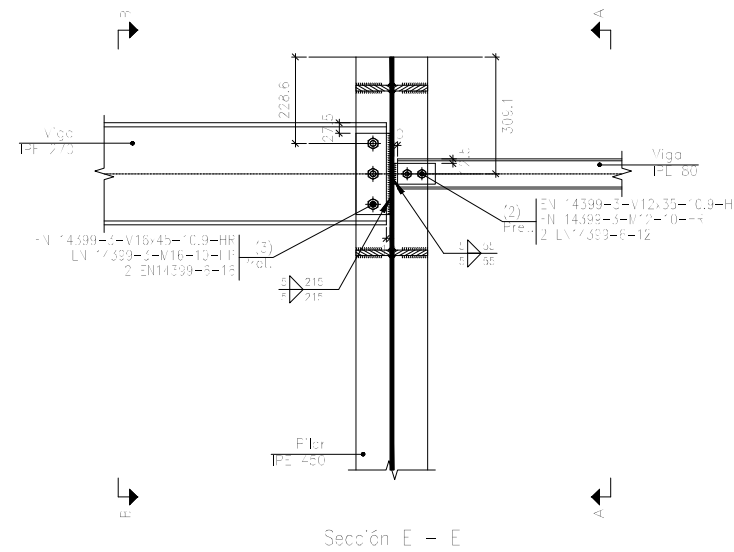
Sección C - C



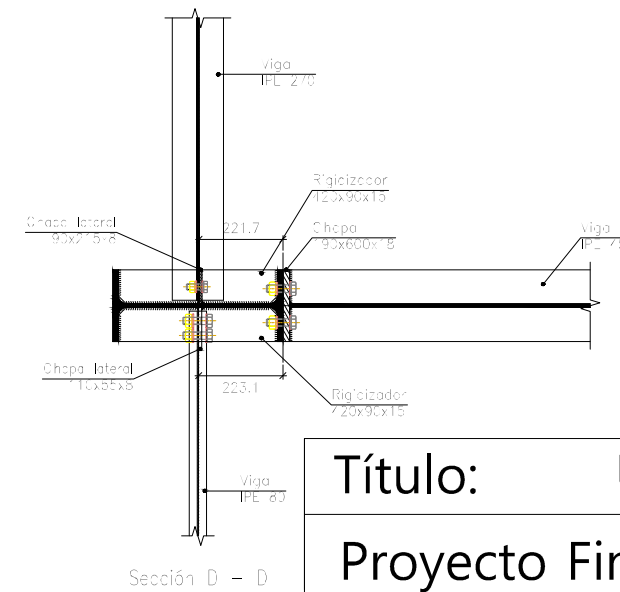
Sección A - A



e1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 450



Sección E - E



Sección D - D

Título: Uniones 9

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial  
Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
18

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

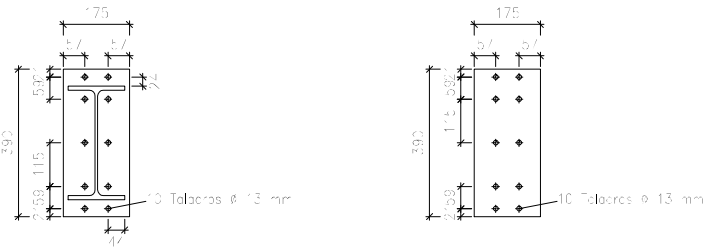
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

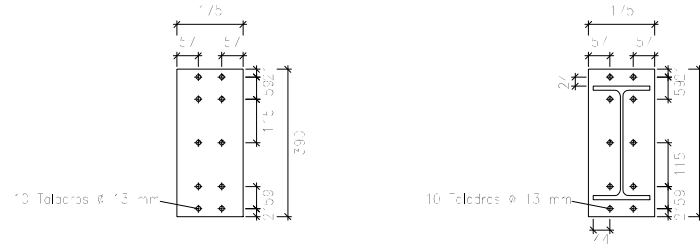
FECHA  
23 de Diciembre de 2019



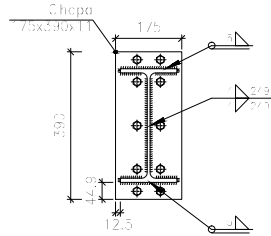
# Tipo 20



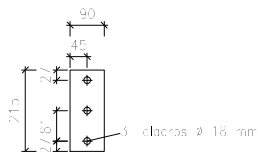
Chapa frontal de la viga (c) IPE 300 (e = 11 mm) Chapa de apoyo de la viga (c) IPE 300 (e = 11 mm)



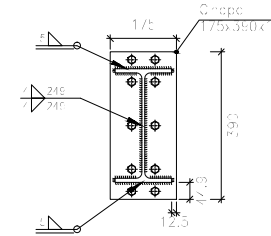
Chapa de apoyo de la viga (b) IPE 300 (e = 11 mm) Chapa frontal de la viga (c) IPE 300 (e = 11 mm)



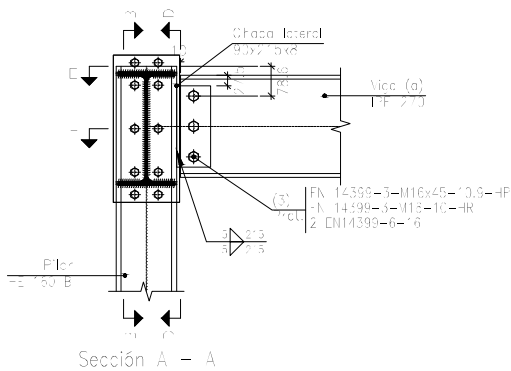
Detalle de soldaduras: Viga (c) IPE 300 a chapa frontal



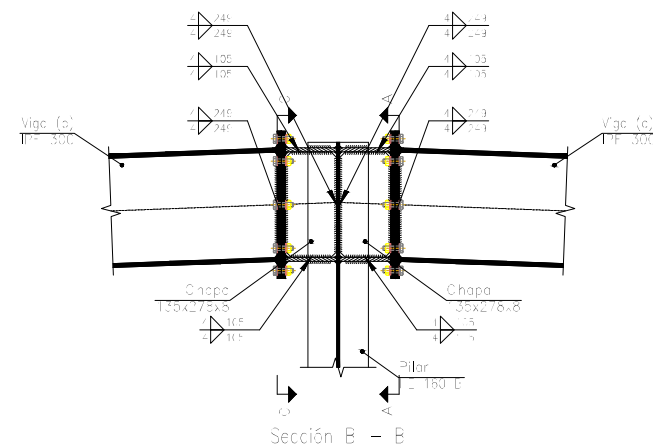
Chapa lateral de la viga (a) IPE 270 (e = 8 mm)



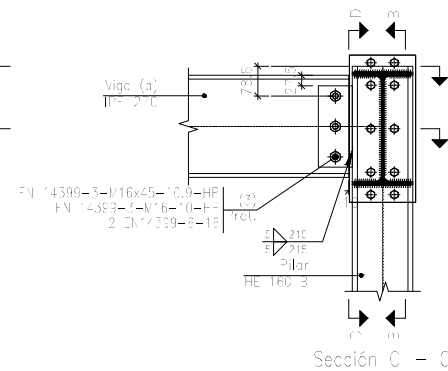
Detalle de soldaduras: Viga (b) IPE 300 a chapa frontal



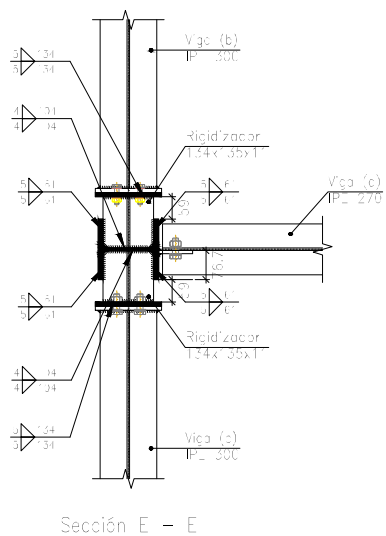
Sección A - A



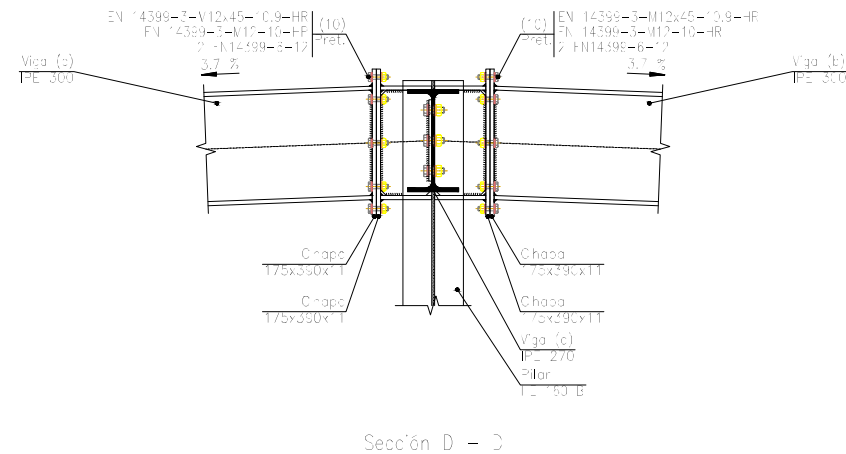
Sección B - B



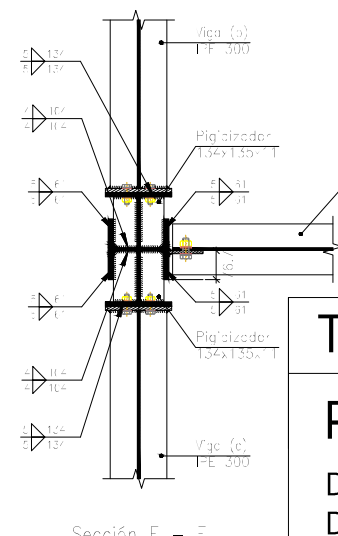
Sección C - C



Sección E - E



Sección D - D



Sección F - F

## UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

### NORMA:

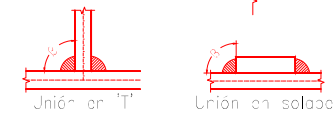
CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

### MATERIALES:

- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldadura): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4. CTE DB SE-A)

### DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

- 1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- 2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- 3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- 4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las escuinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- 5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo b deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
  - Si se cumple que  $b > 120$  (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
  - Si se cumple que  $b < 60$  (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



### COMPROBACIONES:

- a) Cordones de soldadura a tope con penetración total: En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- a) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes: Se comprobarán como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al ancho nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- c) Cordones de soldadura en ángulo: Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Título: Uniones 10

Proyecto Final de Máster  
Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves

PLANO N°  
19

Dibujado por: Carlos Diego Salanova

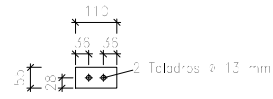
Revisado por: David Hernández Figueirido

ESCALA  
1:20

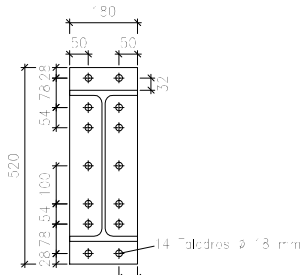
FECHA  
23 de Diciembre de 2019



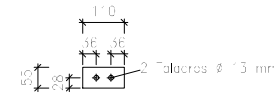
Tipo 21



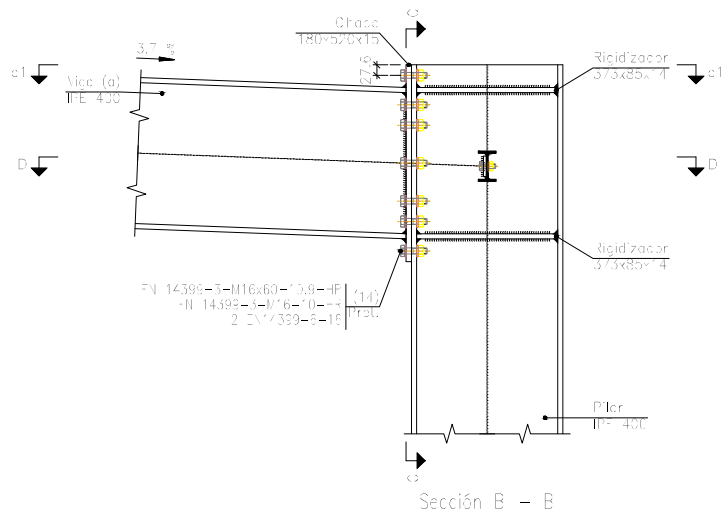
Chapa lateral de la viga (b) IPE 80  
(e = 8 mm)



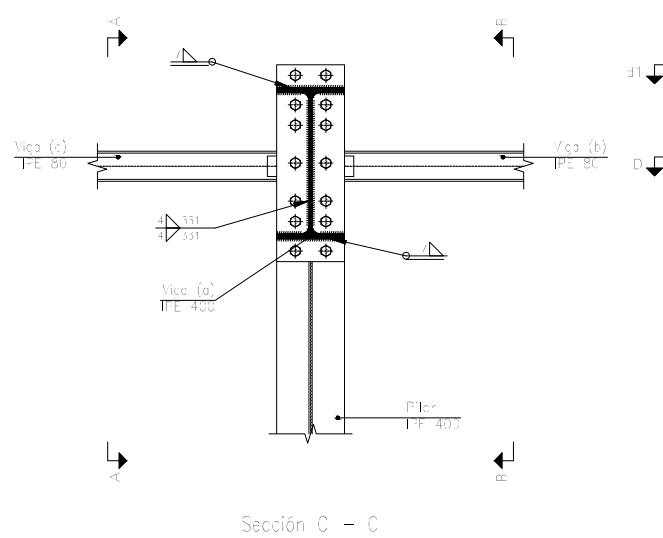
Chapa frontal de la viga (a) IPE 400  
(e = 15 mm)



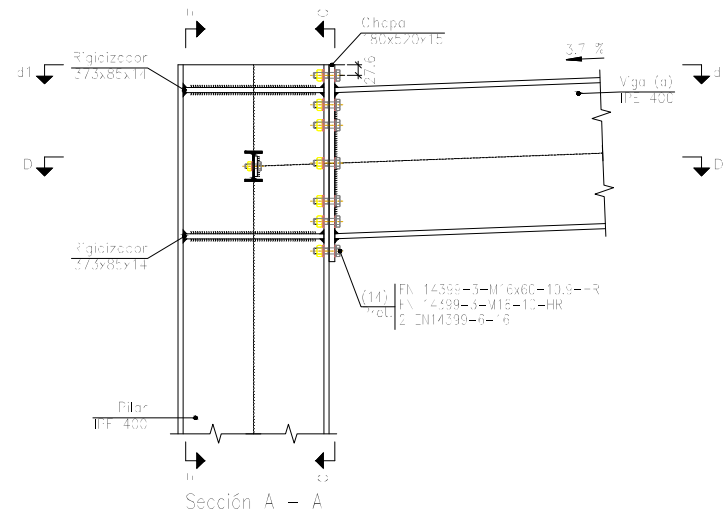
Chapa lateral de la viga (c) IPE 80  
(e = 8 mm)



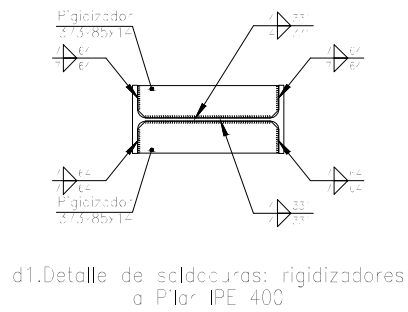
Sección B - B



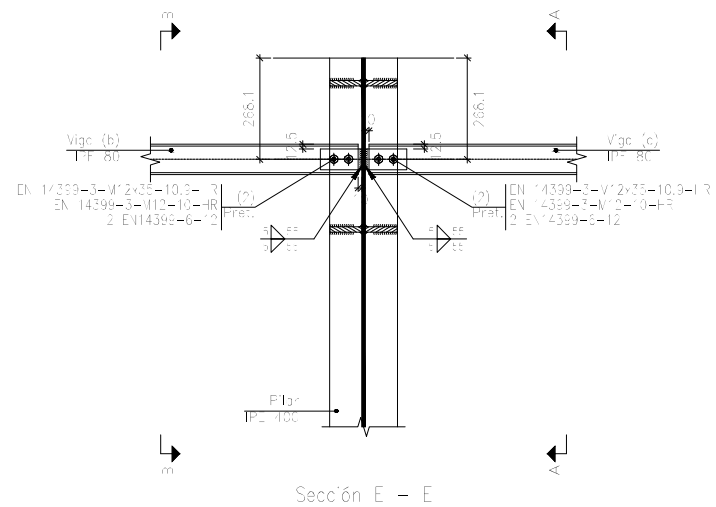
Sección C - C



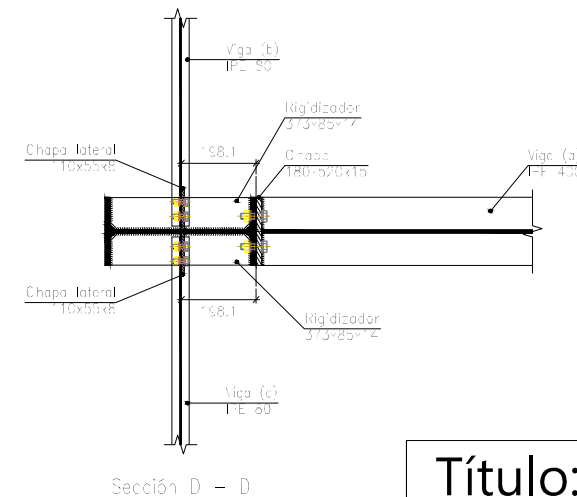
Sección A - A




d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 400



Sección E - E



Sección D - D

Título: Uniones 11		PLANO N° 20
Proyecto Final de Máster Diseño y Construcción de una Nave Industrial Desmontable para la Cría de Aves		
Dibujado por: Carlos Diego Salanova		
Revisado por: David Hernández Figueirido		
ESCALA 1:20	FECHA 23 de Diciembre de 2019	



# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA  
INDUSTRIAL

## *MEDICIONES Y PRESUPUESTO*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido

Castellón, Enero de 202





## ÍNDICE

1.	MEDICIONES DE MATERIAL DE OBRA.	142
	1.1. Acero	142
	1.1.1. Acero Estructural S275.	142
	1.1.2. Acero Estructural S235.	143
	1.1.3. Acero para Hormigón B500S.	144
	1.2. Hormigón.	145
	1.2.1. Hormigón clase HA-25.	145
	1.2.2. Hormigón de Limpieza HL-150.	146
	1.3. Superficies de la Nave	146
	1.3.1. Lateral	146
	1.3.2. Cubierta	147
	1.3.3. Remates	147
	1.4. Total	147
2.	LISTADO DE PRECIOS	148
3.	PRESUPUESTO	155
	3.1. Resumen Presupuesto	156

## 1. MEDICIONES DE MATERIAL DE OBRA.

Se requiere conocer toda la magnitud necesaria de los materiales empleados en la obra que se utilizan para realizar el presupuesto. En caso del acero la magnitud es el kilo y en el caso del hormigón en el metro cúbico.

### 1.1. Acero

En este apartado se especifica el peso en kilos del acero utilizado para realizar el proyecto.

#### 1.1.1. Acero Estructural S275.

Para el caso del acero estructural S275, se utiliza para la estructura portante del edificio industrial, exceptuando las correas laterales y de la cubierta. Además, todos los elementos rigidizadores y las mismas placas de anclaje de los pilares serán de este material.

Esta sería la tabla correspondiente de las mediciones de la estructura portante del edificio:

Medición de Acero S275 utilizado en la estructura del edificio						
Elemento Constructivo			Perfil	Peso Unitario (kg/ud)	Unidades (ud)	Peso Total (kg)
Pilares	Interior	PI	IPE 400 (IPE)	245,43	18	4.417,74
		PICF	IPE 450 (IPE)	286,96	4	1.147,84
	Fachada	Exterior	HE 220 B (HEB)	264,31	4	1.057,24
		Hastial	HE 160 B (HEB)	170,50	2	341,00
Jácnas/Vigas	Interior	PI	IPE 400 (IPE)	531,03	18	9.558,54
		PICF	IPE 450 (IPE)	620,90	4	2.483,60
	Fachada		IPE 300 (IPE)	338,10	4	1.352,40
	Perimetral		IPE 80 (IPE)	29,99	20	599,80
	Sistema de VCV	Montante	IPE 270 (IPE)	180,16	10	1.801,60
		Diagonal	R 10 (R)	3,95	16	63,20
Arriostramientos	Cruces de San Andrés		R 10 (R)	3,83	8	30,64
					TOTAL	22.853,60

Tabla 130: Medición de Acero S275 en la estructura.

PI: Pórtico Interior; PICF: Pórtico Interior Contiguo a Fachada; VCV: Vigas Contraviento.

La totalidad de estos elementos suma 22.853,60 kilos.

Para las placas de anclaje esta sería la medición efectuada:

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	2	250x250x9	8.83
		4	350x350x14	53.85
		18	350x550x20	544.01
		4	350x600x22	145.07
	Rigidizadores pasantes	8	600/450x100/25x5	17.07
		36	550/400x100/20x5	69.24
	Total			

Tabla 131: Medición de Acero S275 en las placas de anclaje.

Por tanto, la totalidad de acero estructural S275 utilizado es de 23.691,67 kilos.

### 1.1.2. Acero Estructural S235.

El acero estructural S235 se utiliza exclusivamente para las correas laterales y de cubierta, esta sería su cantidad:

Medición de correas				
Tipo de correas	N.º de correas	Peso lineal kg/m	Longitud de correa m	Peso total
Correas de cubierta	16	131,38	60	7882.8
Correas laterales	8	41,36	60	2481.6
Total				10364.4

Tabla 132: Medición de Acero S235 en las correas.

La totalidad de acero estructural S235 utilizado es de 10.364,40 kilos.

### 1.1.3. Acero para Hormigón B500S.

El acero para hormigón se utiliza básicamente: para los pernos de anclaje y para la armadura de las zapatas y las vigas de atado. Esta sería su medición:

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos curvos	16	Ø 16 - L = 350 + 155	12.76
		16	Ø 20 - L = 762 + 194	37.73
		60	Ø 20 - L = 610 + 194	119.00
	Total			169.50
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos rectos	8	Ø 10 - L = 339	1.67
		12	Ø 20 - L = 760	22.49
	Total			24.16
Total, B 500 S				193.66

Tabla 133: Medición de Acero para hormigón B 500 S en las placas de anclaje.

Para zapatas de cimentación, este sería el contenido de acero para hormigón B500S:

Zapatas de Cimentación			
Elemento	Ø12	Ø16	Peso (kg)
Referencias: N1, N3, N61 y N63	4x61.49	-	245.96
Referencias: N6, N8, N56 y N58	-	4x194.81	779.24
Referencias: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53	-	15x155.21	2328.15
Referencias: N16, N21 y N26		3x163.23	489.69
Referencias: N74 y N75	2x58.17		116.34
Totales	362.30	3597.08	3959.38

Tabla 134: Medición de Acero para hormigón B 500 S en las zapatas de cimentación.

Para vigas de atado sería el siguiente:

Vigas de Atado			
Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)		
	Ø8	Ø12	Peso (kg)
Referencias: C.1 [N63-N58], C.1 [N6-N1], C.1 [N58-N53], C.1 [N56-N51], C.1 [N8-N3], C.1 [N51-N46], C.1 [N48-N43], C.1 [N46-N41], C.1 [N11-N6], C.1 [N41-N36], C.1 [N38-N33], C.1 [N36-N31], C.1 [N33-N28], C.1 [N13-N8], C.1 [N28-N23], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N18-N13], C.1 [N16-N11], C.1 [N43-N38], C.1 [N61-N56], C.1 [N53-N48] y C.1 [N31-N26]	24x6.93	24x20.70	663.12
Referencias: C.1 [N75-N3], C.1 [N74-N63], C.1 [N75-N1] y C.1 [N74-N61]	4x11.55	4x32.43	175.92
Totales	212.52	626.52	839.04

Tabla 135: Medición de Acero para hormigón B 500 S en las vigas de atado.

El contenido total de acero B500S para el proyecto sería de 193,66 kilos para el apartado de estructura (placa de anclaje) y de 4.798,42 kilos para la cimentación de la nave. Suman un total de 4.992,08 kilos.

## 1.2. Hormigón.

En este apartado se busca contabilizar la cantidad de hormigón a utilizar durante la construcción de la nave industrial.

### 1.2.1. Hormigón clase HA-25.

El hormigón clase HA-25 se utiliza en cimentación, tanto para las zapatas como para las vigas de atado entre las mismas.

Zapatas de Cimentación	
Elemento	HA-25 (m <sup>3</sup> )
Referencias: N1, N3, N61 y N63	4x1.95
Referencias: N6, N8, N56 y N58	4x6.07
Referencias: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53	15x4.79
Referencias: N16, N21 y N26	3x4.81
Referencias: N74 y N75	2x1.74
Totales	121.81

Tabla 136: Medición de hormigón HA-25 en las zapatas de cimentación

Vigas de Atado	
Elemento	HA-25 (m <sup>3</sup> )
Referencias: C.1 [N63-N58], C.1 [N6-N1], C.1 [N58-N53], C.1 [N56-N51], C.1 [N8-N3], C.1 [N51-N46], C.1 [N48-N43], C.1 [N46-N41], C.1 [N11-N6], C.1 [N41-N36], C.1 [N38-N33], C.1 [N36-N31], C.1 [N33-N28], C.1 [N13-N8], C.1 [N28-N23], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N18-N13], C.1 [N16-N11], C.1 [N43-N38], C.1 [N61-N56], C.1 [N53-N48] y C.1 [N31-N26]	24x0.52
Referencias: C.1 [N75-N3], C.1 [N74-N63], C.1 [N75-N1] y C.1 [N74-N61]	4x0.90
Totales	16.06

Tabla 137: Medición de hormigón HA-25 en las vigas de atado.

La cantidad total de HA-25 utilizado es de 131,87 m<sup>3</sup>.

## 1.2.2. Hormigón de Limpieza HL-150.

En las siguientes tablas se establecen los volúmenes a utilizar de hormigón de limpieza en el edificio industrial:

<b>Zapatas de Cimentación</b>	
Elemento	HA-150 (m <sup>3</sup> )
Referencias: N1, N3, N61 y N63	4x0.36
Referencias: N6, N8, N56 y N58	4x0.76
Referencias: N11, N13, N18, N23, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48, N51 y N53	15x0.64
Referencias: N16, N21 y N26	3x0.60
Referencias: N74 y N75	2x0.32
Totales	16,47

Tabla 138: Medición de hormigón HL-150 en las zapatas de cimentación.

<b>Vigas de Atado</b>	
Elemento	HA-150 (m <sup>3</sup> )
Referencias: C.1 [N63-N58], C.1 [N6-N1], C.1 [N58-N53], C.1 [N56-N51], C.1 [N8-N3], C.1 [N51-N46], C.1 [N48-N43], C.1 [N46-N41], C.1 [N11-N6], C.1 [N41-N36], C.1 [N38-N33], C.1 [N36-N31], C.1 [N33-N28], C.1 [N13-N8], C.1 [N28-N23], C.1 [N26-N21], C.1 [N23-N18], C.1 [N21-N16], C.1 [N18-N13], C.1 [N16-N11], C.1 [N43-N38], C.1 [N61-N56], C.1 [N53-N48] y C.1 [N31-N26]	24x0.13
Referencias: C.1 [N75-N3], C.1 [N74-N63], C.1 [N75-N1] y C.1 [N74-N61]	4x0.22
Totales	4,02

Tabla 139: Medición de hormigón HL-150 en las vigas de atado.

La cantidad total de HA-150 utilizado será de 20.49 m<sup>3</sup>.

## 1.3. Superficies de la Nave

En este apartado se desea conocer las superficies de la nave industrial, para poder determinar el número de paneles utilizados en el cerramiento de esta.

### 1.3.1. Lateral

El cerramiento lateral, consta de las superficies lateral derecha, izquierda, frontal y trasera de la nave. Hay que tener en cuenta los huecos que serán ocupados por las puertas y las ventanas. Aunque para el cálculo del presupuesto se utilizará la superficie sin huecos

Lateral	
Sin Huecos (m <sup>2</sup> )	567,20
Con Huecos (m <sup>2</sup> )	493,20

Tabla 140: Medición de la superficie lateral.

### 1.3.2. Cubierta

La superficie de la cubierta consta de la parte derecha e izquierda de la cubierta a dos aguas. Para este cálculo no habrá huecos que se deban restar al cálculo.

Cubierta	
Área (m <sup>2</sup> )	960,68

Tabla 141: Medición de la superficie de la cubierta.

### 1.3.3. Remates

Los remates del cerramiento son aquellos lugares donde se encuentran los cerramientos laterales y de cubierta. Recorrerán el perímetro de la nave.

Remates	
Longitud (m)	152,02

Tabla 142: Medición del remate perimetral.

El otro remate será el de la cumbrera de la nave, punto de encuentro entre el tejado a dos aguas, que será de 60 m.

## 1.4. Total

A modo de recopilatorio se vuelven a poner las cantidades de cada material demandado en el proyecto.

Tabla Total de Mediciones			
Elemento		Magnitud	Cantidad
Acero	S275	kg	23.691,67
	S235		10.364,40
	B500S		4.992,08
Hormigón	HA-25	m <sup>3</sup>	131,87
	HL-150		20,49
Superficies	Lateral	m <sup>2</sup>	493,20
	Cubierta		960,68
	Remate	m	152,02
	Cumbrera		60

Tabla 143: Tabla resumen mediciones.

## 2. LISTADO DE PRECIOS

### CAP01.- Limpieza y Acondicionamiento del Terreno

<b>E02EAM030</b>	<b>m2</b>	<b>LIMPIEZA,TALA Y RETIR.ÁRBOLES</b>	<b>2,270</b>
<i>Desbroce y limpieza superficial del terreno, por medios mecánicos, con tala y retirada de árboles y arbustos, arrancado de tocones, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares.</i>			
O01OA070	0,153	h. Peón ordinario	10,240 1,57
M05PN010	0,012	h. Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	33,610 0,40
M10MM010	0,153	h. Motosierra gasolina l=40cm.1,8CV	1,930 0,30
<b>E02EDM010</b>	<b>m3</b>	<b>EXC.VAC.A MÁQUINA T.DISGREG.</b>	<b>1,290</b>
<i>Excavación a cielo abierto, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.</i>			
O01OA070	0,010	h. Peón ordinario	10,240 0,10
M05RN020	0,037	h. Retrocargadora neum. 75 CV	32,150 1,19
<b>E01TW010</b>	<b>m3</b>	<b>CARGA/TRAN.VERT.&lt;10km.MAQ/CAM</b>	<b>4,310</b>
<i>Carga y transporte de escombros al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, en camiones basculantes de hasta 15 t. de peso, cargados con pala cargadora media, incluso canon de vertedero.</i>			
M05PN010	0,025	h. Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	33,610 0,84
M07CB020	0,105	h. Camión basculante 4x4 14 t.	30,550 3,21
M07N060	1,000	m Canon de tierra a vertedero	0,260 0,26
		3	
<b>E02CAT070</b>	<b>m3</b>	<b>TERRAPLÉN</b>	<b>1,690</b>
<i>Terraplén con productos procedentes de la excavación y/o de préstamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, totalmente terminado.</i>			
O01OA020	0,010	h. Capataz	10,840 0,11
O01OA070	0,015	h. Peón ordinario	10,240 0,15
M08NM010	0,015	h. Motoniveladora de 135 CV	41,150 0,62
M08CA110	0,015	h. Cisterna agua s/camión 10.000 l.	25,400 0,38
M08RN040	0,015	h. Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	28,940 0,43

Tabla 144: Listado precios CAP01.



## CAP02.- Cimentación

### ZAPATAS DE CIMENTACIÓN

<b>E04CA060</b>	<b>m3</b>	<b>H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V. GRÚA</b>			<b>139,620</b>	
<i>Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm<sup>2</sup>., consistencia blanda, T<sub>máx.</sub> 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m<sup>3</sup>), vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE.</i>						
E04CA020	1,000	m3	H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V.MANUAL	136,500	136,50	
M02GT120	0,200	h.	Grúa torre automontante 20 txm.	15,590	3,12	
<b>E04AB020</b>	<b>kg</b>	<b>ACERO CORRUGADO B 500 S</b>			<b>1,850</b>	
<i>Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.</i>						
O01OB030	0,010	h.	Oficial 1 <sup>a</sup> Ferrallista	10,710	0,11	
O01OB040	0,010	h.	Ayudante- Ferrallista	10,400	0,10	
P03AC200	1,080	kg	Acero corrugado B 500 S	1,510	1,63	
P03AA020	0,005	kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,200	0,01	
<b>A01RH030</b>	<b>m3</b>	<b>HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150/B/20</b>			<b>72,530</b>	
<i>Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.</i>						
O01OA070	1,684	h.	Peón ordinario	10,240	17,24	
P01CC020	0,180	t.	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	121,706	21,91	
P01AA030	0,695	t.	Arena de río 0/5 mm.	9,553	6,64	
P01AG020	1,390	t.	Garbancillo 5/20 mm.	18,337	25,49	
P01DW050	0,180	m3	Agua	1,024	0,18	
M03HH020	0,500	h.	Hormigonera 200 l. gasolina	2,142	1,07	

### VIGAS DE ATADO

<b>E04CA060</b>	<b>m3</b>	<b>H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V. GRÚA</b>			<b>139,620</b>	
<i>Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm<sup>2</sup>., consistencia blanda, T<sub>máx.</sub> 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m<sup>3</sup>), vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE.</i>						
E04CA020	1,000	m3	H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V.MANUAL	136,500	136,50	
M02GT120	0,200	h.	Grúa torre automontante 20 txm.	15,590	3,12	
<b>E04AB020</b>	<b>kg</b>	<b>ACERO CORRUGADO B 500 S</b>			<b>1,850</b>	
<i>Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.</i>						
O01OB030	0,010	h.	Oficial 1 <sup>a</sup> Ferrallista	10,710	0,11	
O01OB040	0,010	h.	Ayudante- Ferrallista	10,400	0,10	
P03AC200	1,080	kg	Acero corrugado B 500 S	1,510	1,63	
P03AA020	0,005	kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,200	0,01	
<b>A01RH030</b>	<b>m3</b>	<b>HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150/B/20</b>			<b>72,530</b>	

*Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.*

O01OA070	1,684	h.	Peón ordinario	10,240	17,24
P01CC020	0,180	t.	Cemento CEM II/B-M 32,5 R sacos	121,706	21,91
P01AA030	0,695	t.	Arena de río 0/5 mm.	9,553	6,64
P01AG020	1,390	t.	Garbancillo 5/20 mm.	18,337	25,49
P01DW050	0,180	m3	Agua	1,024	0,18
M03HH020	0,500	h.	Hormigonera 200 l. gasolina	2,142	1,07

Tabla 145: Listado precios CAP02.

### CAP03.- Solera

<b>E04SM110</b>	<b>m2</b>	<b>SOL.HM-25/B/20/I 15cm.+ ENCA.15cm</b>			<b>12,860</b>
-----------------	-----------	--	--	--	---------------

*Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I, de central, i/encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 15 cm. de espesor, vertido, curado, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.*

E04SE060	0,150	m3	HORMIGÓN HM-25/B/20/I EN SOLERA	64,480	9,67
E04SE010	1,000	m2	ENCACHADO PIEDRA 40/80 e=15cm	3,190	3,19

<b>E04LM030</b>	<b>m3</b>	<b>HORM HA-25/B/20/IIa LOSA CIM.V.GRÚA</b>			<b>70,220</b>
-----------------	-----------	--	--	--	---------------

*Hormigón para armar HM-25/B/20/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en losas de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado, curado y colocado. Según EHE.*

O01OA070	0,200	h.	Peón ordinario	10,240	2,05
E04LM010	1,000	m3	HORM HA-25/B/20/IIa LOSA CIM.V.MAN.	63,760	63,76
M02GT140	0,200	h.	Grúa torre automontante 40 txm.	22,060	4,41

Tabla 146: Listado precios CAP03.

### CAP04.- Estructura

#### ESTRUCTURA METÁLICA

<b>E05AA020</b>	<b>kg</b>	<b>ACERO E 235(A 42b) ESTR. ATORNILL.</b>		<b>2,250</b>
-----------------	-----------	---	--	--------------

*Acero laminado E 235(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.*

O01OB130	0,020	h.	Oficial 1ª Cerrajero	11,440	0,23
O01OB140	0,020	h.	Ayudante-Cerrajero	10,560	0,21
P03AL010	1,050	kg	Acero laminado E 275(A 42b)	1,480	1,55
P24OU050	0,010	kg	Minio electrolítico	9,440	0,09

	P24WD010	0,010	kg	Disolvente universal	6,440	0,06
	P01DW090	0,150	ud	Pequeño material	0,710	0,11
<b>E39CS050</b>	<b>ud</b>			<b>CONTROL SOLDADURAS/EXAMEN VISUAL</b>	<b>9,51</b>	
					<b>0</b>	
	<i>Examen visual para control de la ejecución de soldaduras en estructuras metálicas, según UNE 7470; incluso emisión del informe.</i>					
	P32MM045	1,000	ud	Examen visual cordón soldadura	9,230	9,23
	%	3,000	%	Redacción del informe final	9,230	0,28
<b>E05AA020</b>	<b>kg</b>			<b>ACERO E 235(A 42b) ESTR. ATORNILL.</b>	<b>2,25</b>	
					<b>0</b>	
	<i>Acero laminado E 235(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas mediante uniones atornilladas; i/p.p. de tornillos calibrados A4T, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.</i>					
	O01OB130	0,020	h.	Oficial 1ª Cerrajero	11,44 0	0,23
	O01OB140	0,020	h.	Ayudante-Cerrajero	10,56 0	0,21
	P03AL010	1,050	kg	Acero laminado E 275(A 42b)	1,480	1,55
	P24OU050	0,010	kg	Minio electrolítico	9,440	0,09
	P24WD010	0,010	kg	Disolvente universal	6,440	0,06
	P01DW090	0,150	ud	Pequeño material	0,710	0,11

**PLACAS DE ANCLAJE**

<b>E04AB020</b>	<b>kg</b>			<b>ACERO CORRUGADO B 500 S</b>		<b>1,850</b>
	<i>Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.</i>					
	O01OB030	0,010	h.	Oficial 1ª Ferrallista	10,71 0	0,11
	O01OB040	0,010	h.	Ayudante- Ferrallista	10,40 0	0,10
	P03AC200	1,080	kg	Acero corrugado B 500 S	1,510	1,63
	P03AA020	0,005	kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,200	0,01
<b>E05AA040</b>	<b>kg</b>			<b>ACERO E 275(A 42b) PLACA ANCLAJE</b>		<b>1,460</b>
	<i>Acero E 275(A 42b), en placas de anclaje para cimentación y muros, de 20 mm. de espesor, con cuatro garrotas de acero corrugado de 20 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central de 5 cm., elaborado, montado, p.p. de piezas especiales, totalmente colocada.</i>					
	O01OB130	0,035	h.	Oficial 1ª Cerrajero	11,44 0	0,40
	O01OB140	0,035	h.	Ayudante-Cerrajero	10,56 0	0,37
	P13TP010	1,050	kg	Pletina 8/20 mm.	0,580	0,61
	P03AC210	0,150	kg	Acero corrug. B 500 S pref.	0,550	0,08

<b>E39CS050</b>	<b>ud</b>	<b>CONTROL VISUAL</b>	<b>SOLDADURAS/EXAMEN</b>		<b>9,510</b>
<i>Examen visual para control de la ejecución de soldaduras en estructuras metálicas, según UNE 7470; incluso emisión del informe.</i>					
	P32MM045	1,000	ud	Examen visual cordón soldadura	9,230
	%	3,000	%	Redacción del informe final	9,230
					0,28

Tabla 147: Listado precios CAP04.

## CAP05.- Cerramientos

### CERRAMIENTO DE CUBIERTA

<b>E07IMP090</b>	<b>m2</b>	<b>PANEL SANDW. CHAPA PRELACADA-50</b>			<b>26,720</b>
<i>Cerramiento en fachada de panel vertical formado por 2 láminas de acero prelacado en perfil comercial de 0,6 mm. y núcleo central de espuma de poliuretano de 40 kg/m3. con un espesor total de 50 mm. sobre estructura auxiliar metálica, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2.</i>					
	O01OA030	0,212	h.	Oficial primera	10,710
	O01OA050	0,212	h.	Ayudante	10,400
	P05CS050	1,150	m2	Panel verti.prelac.2 caras 50 mm	19,258
	P05CW01	1,000	ud	Tornillería y pequeño material	0,100
	0				

### CERRAMIENTO LATERAL

<b>E07IMS210</b>	<b>m2</b>	<b>PANEL VERT CHAPA PREL.100 L.ROCA</b>			<b>37,750</b>
<i>Cerramiento en fachada de panel vertical de chapa de acero en perfil comercial con dos láminas prelacadas de 0,6 mm., con núcleo de lana de roca de 175 kg/m3. con un espesor total de 100 mm., clasificado M-0 en su reacción al fuego, RF de 120 y RW de 35 dB ; colocado sobre estructura auxiliar metálica, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad.</i>					
	O01OA030	0,209	h.	Oficial primera	10,710
	O01OA050	0,209	h.	Ayudante	10,400
	P05CS154	1,000	m2	Panel vert.cha.pre.2c.100 l.roca	33,240
	P05CW010	1,000	ud	Tornillería y pequeño material	0,100

### REMATES

<b>E07NNW030</b>	<b>m.</b>	<b>FORMACIÓN ESQUINA LÁM. PVC</b>			<b>9,050</b>
------------------	-----------	-----------------------------------	--	--	--------------

*Pieza esquina formada por lámina acero inoxidable preformada al efecto para refuerzo de ángulos externos.*

O01OA030	0,600	h.	Oficial primera	10,71 0	6,43
P06WA030	1,000	ud	Esquina l.acer.inox.rev.c/PVC	de 2,410	2,41
P06WA020	0,020	kg	Thf	10,31 0	0,21
<b>E07NNW010</b>	<b>m.</b>	<b>ACABADO PERIMETRAL LÁM. PVC</b>			<b>10,260</b>

*Conexión a paramentos verticales, para cubiertas, con una banda impermeabilizante de PVC antiraíz de 1,2 mm. de espesor, rematada en su parte superior, hasta una altura aproximada de 20 cm., con un perfil de aluminio fijado mecánicamente y sellando la ranura entre el perfil y el muro con caucho de silicona.*

O01OA030	0,160	h.	Oficial primera	10,71 0	1,71
O01OA050	0,160	h.	Ayudante	10,40 0	1,66
P06SL050	0,330	m2	L.PVC.anti- raíz.arm.FV1,2mm.PN	11,96 0	3,95
P06WA020	0,080	kg	Thf	10,31 0	0,82
P06WA080	5,000	ud	Taco fijación	0,100	0,50
P06WA090	0,200	ud	Cartucho silicona	3,870	0,77
P06WA050	1,020	m.	Perfil aluminio	0,830	0,85

<b>E07IMS030</b>	<b>m.</b>	<b>REMATE CUMBRERA CHAPA GALVANIZA.0,6 D=500</b>			<b>10,840</b>
------------------	-----------	--	--	--	---------------

*Remate de chapa de acero de 0,6 mm. de espesor en perfil comercial galvanizado por ambas caras, de 500 mm. de desarrollo en cumbrera, lima o remate lateral, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, totalmente instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, medido en verdadera magnitud.*

O01OA030	0,170	h.	Oficial primera	10,71 0	1,82
O01OA050	0,170	h.	Ayudante	10,40 0	1,77
P05CG020	1,150	m.	Remate chapa galv. 0,6 des=500mm	6,250	7,19
P05CW010	0,600	ud	Tornillería y pequeño material	0,100	0,06

Tabla 148: Listado precios CAP05.

## CAP06.- Carpintería

<b>E13AAA280</b>	<b>m2</b>	<b>VENT.AL.NA. PRACTICABLES 2 HOJAS</b>			<b>88,990</b>
------------------	-----------	---	--	--	---------------

*Carpintería de aluminio anodizado en color natural de 15 micras, en ventanas practicables de 2 hojas, mayores de 1 m2 y menores de 3 m2 de superficie total, compuesta por cerco, hojas y herrajes de colgar y de seguridad, totalmente instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares.*

O01OB130	0,240	h.	Oficial 1ª Cerrajero	11,440	2,75
----------	-------	----	----------------------	--------	------

	O01OB140	0,120	h.	Ayudante-Cerrajero	10,560	1,27
	P12PW010	4,000	m.	Premarco aluminio	2,310	9,24
	P12AV160	1,000	m2	Ventanas practicable >1m2.<2m2	75,730	75,73
<b>E14CGE010</b>	<b>ud</b>	<b>PUERTA ENROLLABLE 5x2,50 AUT.</b>			<b>3.111,252</b>	

*Puerta enrollable de 5x2,50 m. construida con lamas de acero galvanizado de 0,6 mm. de espesor, guías laterales de chapa de acero galvanizado, transmisión superior realizada con tubo de acero de 60 mm. de diámetro, poleas de chapa, muelles de contrapeso de acero calibrado, operador electromecánico con freno, juego de herrajes, armario de maniobra equipado con componentes electrónicos, cerradura exterior, pulsador interior, equipo electrónico digital accionado a distancia, receptor, emisor monocanal, fotocélula de seguridad y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, patillas de fijación a obra, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra (sin incluir ayudas de albañilería, ni electricidad).*

*Tabla 149: Listado precios CAP06.*

### CAP06.- Iluminación

<b>PA001</b>	<b>ud</b>	<b>CONJUNTO LÁMPARA Y LUMINARIA LED PHILLIPS</b>			<b>2.147,420</b>	
--------------	-----------	--	--	--	------------------	--

*Lámpara + luminaria LED Phillips BN132C PSU 900 1xLED9s/830, incluye cableado hasta los puntos de colocación de las luminarias*

	O01OB200	65,000	h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	743,60
	LEDPHILLIPS960	80,000	ud	Phillips BN132C PSU 900 1xLED9s/830	17,530	1.402,40
	P01DW090	2,000	ud	Pequeño material	0,710	1,42
<b>E15SM010</b>	<b>ud</b>	<b>CUADRO PROTEC. E. BÁSICA (MENOR A 5.750 W)</b>			<b>232,670</b>	

*Cuadro protección electrificación básica (5.750 W), formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial 2x25 A. 30 mA. y PIAS (I+N) de 10, 16, 20 y 25 A. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.*

	O01OB200	0,500	h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	5,72
	P15FB010	1,000	ud	Arm. puerta opaca 12 mód.	25,700	25,70
	P15FD010	1,000	ud	Interr.auto.difer. 2x25 A 30mA	95,450	95,45
	P15FE010	1,000	ud	PIA (I+N) 10 A.	25,410	25,41
	P15FE020	1,000	ud	PIA (I+N) 16 A	25,880	25,88
	P15FE030	1,000	ud	PIA (I+N) 20 A	26,660	26,66
	P15FE040	1,000	ud	PIA (I+N) 25 A	27,140	27,14
	P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,710	0,71
<b>E15CT010</b>	<b>m.</b>	<b>CIRCUITO TRIF. COND. Cu 1,5 mm2.</b>			<b>5,980</b>	

*Circuito de potencia para una intensidad máxima de 10 A. o una potencia de 5 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 1,5 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 13 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.*

	O01OB200	0,200	h.	Oficial 1ª Electricista	11,440	2,29
	O01OB210	0,200	h.	Oficial 2ª Electricista	11,150	2,23
	P15GB010	1,000	m.	Tubo PVC p.estruc.D=13 mm.	0,100	0,10

P15GA010	5,000	m.	Cond. ríg. 750 V 1,5 mm <sup>2</sup> Cu	0,130	0,65
P01DW090	1,000	ud	Pequeño material	0,710	0,71

Tabla 150: Listado precios CAP07.

### 3. PRESUPUESTO

Capítulo CAP01 LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO											
			Cantidad		Maquinaria	%	Man Obra	%	Otros	Importe	
E02EAM030	m2	LIMPIEZA, TALA Y RETIR.ÁRBOLES	960,00		672,00	0,3	1.507,20	0,7	67,20	2.246,40	
E02EDM010	m3	EXC.VAC.A MÁQUINA T. DISGREG.	450,00		535,50	0,3	45,00		18,00	598,50	
E01TW010	m3	CARGA/TRAN.VERT. <10km.MACAM	450,00		1.939,50	0,9			58,50	1.998,00	
E02CAT070	m3	TERRAPLÉN	400,00		572,00	0,3	104,00	0,1	20,00	696,00	
<b>Total capítulo CAP01</b>					<b>3.719,00</b>	<b>1,8</b>	<b>1.656,20</b>	<b>0,8</b>	<b>163,70</b>	<b>5.538,90</b>	
Capítulo CAP02 CIMENTACIÓN											
			Cantidad	Materiales	%	Maquinaria	%	Man Obra	%	Otros	Importe
E04CA060	m3	H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V. GRÚA	131,87	16.080,23	7,8	489,23	0,2	1.830,35	0,9	564,41	18.964,22
E04AB020	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	3.959,38	6.493,38	3,1			831,47	0,4	237,57	7.562,42
A01RH030	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150/B/20	16,470	893,00	0,4	1762		283,94	0,1	35,91	1.230,47
E04CA060	m3	H.ARM. HA-25/B/40/IIa CIM. V. GRÚA	16,060	1.958,35	0,9	59,59		222,92	0,1	68,73	2.309,59
E04AB020	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	839,04	1.376,03	0,7			176,19	0,1	50,35	1.602,57
A01RH030	m3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150/B/20	4,020	217,96	0,1	4,30		69,30		8,77	300,33
<b>Total capítulo CAP02</b>				<b>27.018,95</b>	<b>13,1</b>	<b>570,74</b>	<b>0,3</b>	<b>3.414,17</b>	<b>1,6</b>	<b>965,74</b>	<b>31.969,60</b>
Capítulo CAP03 SOLERA											
			Cantidad	Materiales	%	Maquinaria	%	Man Obra	%	Otros	Importe
E04SM110	m2	SOL.HM-25/B/20/II 15cm.+ ENCA.15cm	960,00	9.081,60	4,4			3.283,20	1,6	355,20	12.720,00
E04LM030	m3	HORM HA-25/B/20/IIa LOSA CIM.V. GRÚA	144,00	8.012,16	3,9	748,80	0,4	1.350,72	0,7	303,84	10.415,52
<b>Total capítulo CAP03</b>				<b>17.093,76</b>	<b>8,3</b>	<b>748,80</b>	<b>0,4</b>	<b>4.633,92</b>	<b>2,2</b>	<b>659,04</b>	<b>23.135,52</b>
Capítulo CAP04 ESTRUCTURA											
			Cantidad	Materiales	%	Maquinaria	%	Man Obra	%	Otros	Importe
E05AA020	kg	ACERO E 235(A 42b) ESTR. ATORNILL.	22.853,60	41.365,02	20,0			10.055,59	4,9	1.599,74	53.020,35
E39CS050	ud	CONTROL SOLDADURAS/EXAMEN VISUAL	46,000	424,58	0,2					26,22	450,80
E05AA020	kg	ACERO E 235(A 42b) ESTR. ATORNILL.	10.364,40	18.759,56	9,1			4.560,33	2,2	725,52	24.045,41
E04AB020	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	193,66	317,61	0,2			40,07		11,61	369,89
E05AA040	kg	ACERO E 275(A 42b) PLACA ANCLAJE	92,490	63,82				71,22		3,70	138,74
E39CS050	ud	CONTROL SOLDADURAS/EXAMEN VISUAL	28,000	258,44	0,1					15,96	274,40
<b>Total capítulo CAP04</b>				<b>61.189,03</b>	<b>29,6</b>			<b>14.727,81</b>	<b>7,1</b>	<b>2.382,75</b>	<b>78.299,59</b>
Capítulo CAP05 CERRAMIENTOS											
			Cantidad	Materiales	%	Maquinaria	%	Man Obra	%	Otros	Importe
E07IMP090	m2	PANEL SANDW. CHAPA PRELACADA-50	960,68	21.375,13	10,3			4.294,24	2,1	768,54	26.437,91
E07IMS210	m2	PANEL VERT CHAPA PREL.100 L. ROCA	567,20	18.910,45	9,1			2.501,35	1,2	640,94	22.052,74
E07NNW030	m.	FORMACIÓN ESQUINA LÁM. PVC	2,000	5,24				12,86		0,54	18,64
E07NNW010	m.	ACABADO PERIMETRAL LÁM. PVC	152,02	1.047,43	0,5			512,30	0,2	47,12	1.606,85

E07IMS030	m.	REMATE CUMBRERA CHAPA GALVANIZA.0,6 60,000 D=500	435,00	0,2		215,40	0,1	19,80		670,20
<b>Total capítulo CAP05</b>			<b>41.773,25</b>	<b>20,2</b>		<b>7.536,15</b>	<b>3,6</b>	<b>1.476,94</b>	<b>0,7</b>	<b>50.786,34</b>
<b>Capítulo CAP06 CARPINTERÍA</b>										
			Cantidad	Materiales	%	Maquinaria	%Man Obra	%Otros		Importe
E13AAA280	m2	VENT.AL.NA. PRACTICABLES 2 HOJAS	14,400	1.223,57	0,6		57,89	38,44		1.319,90
E14CGE010	ud	PUERTA ENROLLABLE 5x2,50 AUT.	4,000					12.18,36	6,2	12.818,36
<b>Total capítulo CAP06</b>			<b>1.223,57</b>	<b>0,6</b>		<b>57,89</b>		<b>12.856,80</b>	<b>6,2</b>	<b>14.138,26</b>
<b>Capítulo CAP07 ILUMINACIÓN</b>										
			Cantidad	Materiales	%	Maquinaria	%Man Obra	%Otros	%	Importe
PA001	ud	CONJUNTO LÁMPARA Y LUMINARIA LED 1,000 PHILLIPS		1,42			743,60	0,4	1.466,82	2.211,84
E15SM010	ud	CUADRO PROTEC. E. BÁSICA (MENOR A 1,000 5.750 W)		226,95	0,1		5,72		6,98	239,65
E15CT010	m.	CIRCUITO TRIF. COND. Cu 1,5 mm2.	100,00	146,00	0,1		452,00	0,2	18,00	616,00
<b>Total capítulo CAP07</b>				<b>374,37</b>	<b>0,2</b>		<b>1.201,32</b>	<b>0,6</b>	<b>1.491,80</b>	<b>3.067,49</b>
			<b>148.672,93</b>	<b>71,8</b>	<b>5.038,54</b>	<b>2,4</b>	<b>33.227,46</b>	<b>16,1</b>	<b>19.996,77</b>	<b>206.935,70</b>

Tabla 151: Presupuesto completo.

### 3.1. Resumen Presupuesto

Resumen	Materiales	%	Maquinaria	%	Mano de obra	%	Otros	%	Importe
Total capítulo CAP01			3.719,00	1,8	1.656,20	0,8	163,70	0,1	5.538,90
Total capítulo CAP02	27.018,95	13,1	570,74	0,3	3.414,17	1,6	965,74	0,5	31.969,60
Total capítulo CAP03	17.093,76	8,3	748,80	0,4	4.633,92	2,2	659,04	0,3	23.135,52
Total capítulo CAP04	61.189,03	29,6			14.727,81	7,1	2.382,75	1,2	78.299,59
Total capítulo CAP05	41.773,25	20,2			7.536,15	3,6	1.476,94	0,7	50.786,34
Total capítulo CAP06	1.223,57	0,6			57,89		12.856,80	6,2	14.138,26
Total capítulo CAP07	374,37	0,2			1.201,32	0,6	1.491,80	0,7	3.067,49
Total obra	<b>148.672,93</b>	<b>71,8</b>	<b>5.038,54</b>	<b>2,4</b>	<b>33.227,46</b>	<b>16,1</b>	<b>19.996,77</b>	<b>9,7</b>	<b>206.935,70</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>									<b>206.935,70</b>
13.00 % Gastos Generales									26.901,65
6.00 % Beneficio Industrial									12.416,15
SUMA									39.317,80
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>									<b>246.253,50</b>
21.00 % IVA									51.713,24
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>									<b>297.966,74</b>

Tabla 152: Presupuesto resumen.

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y CUATRO CENTIMOS.

Fuenterrobles 5 enero 2020





# UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES  
EXPERIMENTALS  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA  
INDUSTRIAL

## *PLIEGO DE CONDICIONES*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

Carlos Diego Salanova

DIRECTOR/A

David Hernandez Figueirido

Castellón, Enero de 202



## ÍNDICE:

CAPÍTULO I: ROLES Y RESPONSABILIDADES	160
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	160
Artículo 1º.- Objeto del pliego.	160
Artículo 2º.- Delimitación general de Funciones Técnicas:	160
Artículo 3º.-Obras que comprende.	164
Artículo 4º.- Normas y Leyes de aplicación.	165
Artículo 5º.- Materiales en general.	166
Artículo 6º.- Control de calidad.	166
Artículo 7º.- Materiales no admitidos.	166
CAPÍTULO II: UNIDADES DE OBRA	166
Artículo 8º.- Unidades en general.	166
Artículo 9º.- Especificaciones particulares.	166
Artículo 10º.- Unidades en general.	167
Artículo 11º.- Acopios.	167
Artículo 12º.- Valoración.	167
Artículo 13º.- Modificación del proyecto.	167
Artículo 14º.- Replanteo.	168
Artículo 15º.- Organización.	168
Artículo 16º.- Recepción provisional.	168
Artículo 17º.- Plazo de garantía.	168
Artículo 18º.- Recepción definitiva.	168
Artículo 19º.- Seguridad.	168



## CAPÍTULO I: ROLES Y RESPONSABILIDADES

### DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

#### **Artículo 1º.- Objeto del pliego.**

El objeto de este pliego es definir las características y condiciones de los distintos materiales que intervienen en las obras, así como las que han de reunir las distintas unidades de construcción y cimentación del terreno. Asimismo, recoge las obligaciones del contratista adjudicatario de las obras y regula sus relaciones con la Dirección Técnica de las obras. Constituye pues un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras que se definen en el artículo siguiente.

#### **Artículo 2º.- Delimitación general de Funciones Técnicas:**

- Promotor: Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectiva ente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Son obligaciones del promotor:
  - Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
  - Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
  - Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
  - Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
  - Suscribir los seguros previstos en la LOE.
  - Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.
  
- Proyectista: Son obligaciones del proyectista:
  - Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto o ingeniero técnicos, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
  - Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
  - Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.



- Son obligaciones del constructor:
  - Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
  - Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
  - Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
  - Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
  - Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
  - Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
  - Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
  - Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
  - Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
  - Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
  - Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o arquitecto técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación
  - Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
  - Facilitar al aparejador o arquitecto técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
  - Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
  - Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
  - Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.



- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Facilitar los accesos a la obra a los laboratorios y entidades de control de calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones. • Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.
- Director de obra: Corresponde al director de obra:
  - Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
  - Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
  - Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
  - Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
  - Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
  - Coordinar, junto al aparejador o arquitecto técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
  - Comprobar, junto al aparejador o arquitecto técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/ o entidades de control de calidad.
  - Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
  - Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
  - Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
  - Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
  - Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.
  - A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el



proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

- Director de la Ejecución de la Obra: Corresponde al aparejador o arquitecto técnico la dirección de la ejecución de la obra, que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:
  - Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
  - Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
  - Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
  - Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de seguridad y salud para la aplicación del mismo.
  - Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.
  - Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del arquitecto y del constructor.
  - Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
  - Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda, dando cuenta al arquitecto.
  - Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
  - Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
  - Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
  - Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.)



- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.
- **Coordinador de Seguridad y Salud:** El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:
  - Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
  - Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
  - Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
  - Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
  - Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- **Entidades y Laboratorios de Control de Calidad:** Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:
  - Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
  - Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

### **Artículo 3º.-Obras que comprende.**

Se refiere este Pliego a las obras de construcción de una nave industrial que la empresa HUERCALSOL, S.L. pretende realizar en el Nº9 de la Calle Tarifa, P.I. El Manchón (Tomares). Las obras que se proyectan son las siguientes: Demolición parcial de la edificación existente:





- Correas de Cubierta y de Fachada.
- Pilares.
- Jácenas.
- Sistema VCV.
- Arriostramientos.
- Vigas Perimetrales.
- Cerramiento (fachada principal).

Edificación de una nave industrial de 4 m. de altura de cumbrera.

Esta edificación está compuesta por:

- Cimentación: losa de hormigón, subbase granular y explanada.
- Estructura metálica.
- Cerramiento exterior a base de panel sándwich en la cubierta, y cerramiento ligero lateral a base de un panel metálico, con capa de aislamiento, prefabricado.
- Carpintería metálica en puertas y ventanas.
- Iluminación del local.

#### **Artículo 4º.- Normas y Leyes de aplicación.**

Serán de aplicación parte de lo recogido en este pliego:

Urbanismo:

- RD 7/2015 Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- RD 1247/2008 Instrucción de Hormigón Industrial.
- Plan General Municipal de Ordenación Urbana de Fuenterrobles.

Proyecto:

- RD 1371/2007 Código Técnico de la Edificación CTE.
  - CTE-SE Seguridad Estructural.
    - CTE-SE-C Cimientos.
  - CTE-SE-AE Acciones en la Edificación.
  - CTE-HE Ahorro de Energía.
  - CTE-DB-HR Protección frente al Ruido.
  - CTE-DB-HS Salubridad.
- RD 1027/2007 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- UNE-EN 12464 Iluminación de los Lugares de Trabajo.
  - UNE-EN 12464-1 Lugares de Trabajo en Interiores.
- Las Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Las Normas UNE para los ensayos a realizar.

Seguridad:

- Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 486/1997 Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- RD 487/1997 Manipulación de las Cargas.



- RD 1627/1995 Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
- RD 1215/1997 Utilización de los Equipos de Trabajo.

Calidad:

- RD 1/2015 Reglamento de Gestión de la Calidad en Obras de Edificación.

#### **Artículo 5º.- Materiales en general.**

Los materiales que se emplean en la obra han de reunir todas las condiciones de bondad exigibles en la buena práctica de la construcción, las que especifican en las normas tecnológicas de la edificación, deben de ser los que se exponen en la memoria del proyecto.

Cumpliendo las condiciones antes mencionadas, el Contratista tendrá libertad para adquirir los materiales en los puntos que le parezca conveniente, de elegir el proveedor que le convenga. La llegada de los materiales a la obra no supone su admisión definitiva, mientras ésta no sea autorizada por el director de las obras, o persona en quien delegue.

#### **Artículo 6º.- Control de calidad.**

El contratista está obligado a llevar a cabo el control de calidad de producción elaborando el Plan de Autocontrol de Calidad de los Materiales a emplear en obra, que deberá ser aprobado por la Dirección de obra. En aquellos materiales en que la Dirección lo juzgue conveniente, el Contratista presentará muestras previamente a la llegada a la obra para su aprobación o bien los ensayos que acrediten su buena calidad. Aparte de esto la Dirección de obra llevará a cabo el control de recepción, realizando cuantas pruebas y ensayos considere conveniente, bien por sí misma o por Empresa especializada en quien delegue. Los gastos originados por este control de recepción serán de cuenta del Contratista mientras no supere el límite total del 1% del Presupuesto de Ejecución Material.

#### **Artículo 7º.- Materiales no admitidos.**

Los materiales que sean rechazados por el director de las obras por no reunir las condiciones exigidas serán retirados inmediatamente de la misma por cuenta del Contratista.

## **CAPÍTULO II: UNIDADES DE OBRA**

#### **Artículo 8º.- Unidades en general.**

Las distintas unidades de obra incluidas en el Proyecto han de reunir las condiciones establecidas en las Normas Tecnológicas de la edificación. Cumpliendo dichas condiciones el Contratista podrá ejecutarlas en la forma que crea conveniente.

#### **Artículo 9º.- Especificaciones particulares.**

Hormigones. El hormigón a emplear en cimientos de estructuras será HA-25, definido como aquel cuya resistencia característica a los 28 días, en probeta cilíndrica 15x30 sea de 250 kp/cm<sup>2</sup>. El hormigón a emplear en solera de naves será también el HA-25.

Subbase granular. El material a emplear en sùbase podrá ser una zahorra siempre que presente un índice de plasticidad nulo, un E.A.>30 y un índice C.B.R. superior a 20.



Losa de Hormigón. El cemento a emplear será HA-25. La consistencia del hormigón será seca y la resistencia característica a flexo tracción será de 125 kg/cm<sup>3</sup>. La cantidad de cemento por m<sup>3</sup>, no será inferior a 300 Kg/m<sup>3</sup>, y la relación agua/cemento no será superior a 0.55. El asiento del cono estará entre 3 y 5 cm.

Estructura de acero. El acero a emplear en las estructuras será el acero estructural S275, salvo para las correas laterales y de cubierta que será un S235. El contratista se obliga a la presentación del certificado de garantía: en caso contrario el director de obra podrá ordenar la toma de muestras y la ejecución de los ensayos que considere oportunos para comprobar las características del material, siendo su pago por cuenta del Contratista. Para las uniones soldadas, deberá el Contratista presentar la Memoria de soldeo, detallando las operatorias dentro del procedimiento elegido. Basándose en los planos del proyecto, el Contratista realizará los planos de taller que contendrán:

- Indicación de los perfiles, clases de acero, pesos y marcas de cada uno de ellos.
- Definición de todos los elementos de la estructura.
- La disposición de las mismas.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, así como que tornillería se ha utilizado para cada unión. Asimismo, el Contratista deberá presentar el proceso de montaje de la estructura.

Panel sándwich. Tendrán un espesor de aislante de 50 mm. Los aceros serán laminados en frío de tipo efervescente, clasificados en Siderurgia como de 1ª calidad. El acabado de protección será prelacado y el recubrimiento se hará a base de epoxi en la capa de imprimación por ambas caras y de resina de poliéster silicona en las de terminación, con unos espesores de 5 micras, para la imprimación y 20 micras para la terminación.

#### **Artículo 10º.- Unidades en general.**

Las distintas unidades de obra se abonarán tal como se especifica en el cuadro de precios que se incluyen en este Proyecto, entendiéndose siempre que son unidades totalmente terminadas.

#### **Artículo 11º.- Acopios.**

Si el director de la obra lo estima oportuno, se podrán abonar los acopios existentes a pie de obra de los distintos materiales proyectados, siempre que la cifra total de la certificación por este concepto no exceda del 40% del total de la unidad de la que forma parte.

#### **Artículo 12º.- Valoración.**

Mensualmente se realizará una relación valorada de la obra realmente ejecutada que será aceptada tanto por el Contratista como por la Dirección de obra realmente ejecutada que será aceptada tanto por el Contratista como por la Dirección de obra, y que dará lugar a la formación de la certificación correspondiente, aplicando los precios del contrato.

#### **Artículo 13º.- Modificación del proyecto.**

El Ingeniero Director de las obras podrá introducir modificaciones en el Proyecto, aún después de comenzadas las obras, si con ellas considerase que mejoraban los objetivos del mismo. Si no se producen alteraciones sustanciales o repercusiones económicas importantes, no se modificarán los precios ni las condiciones económicas



del Contrato. Pero si las alteraciones del Proyecto o sus repercusiones económicas fuesen superiores al 20% del Presupuesto de contrata, el Contratista tendrá derecho a ser compensado económicamente, lo que se determinará de forma contradictoria. En todo caso, se establecerán contradictoriamente los precios de las nuevas unidades de obra que las modificaciones introducidas hayan dado lugar.

#### **Artículo 14º.- Replanteo.**

A partir de la adjudicación definitiva, se llevará a cabo el replanteo de las obras, por parte del adjudicatario o su representante, debiendo ser comprobado y aceptado por la Dirección de obra. Una vez aprobada el Acta de replanteo, el Ingeniero Director de las obras autorizará por escrito el comienzo de las obras.

#### **Artículo 15º.- Organización.**

La empresa adjudicataria deberá presentar a la Dirección de las obras:

- Programa de trabajo de la obra, con expresión de volúmenes mensuales a ejecutar.
- Relación de maquinaria y medios auxiliares.
- Relación de personal cualificado a pie de obra.
- Estudio de Seguridad y Salud.
- Plan de Autocontrol de Calidad.

#### **Artículo 16º.- Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras se procederá a la recepción provisional de las mismas, comprobándose que estas cumplen las normas contenidas en el Pliego de Condiciones Facultativas que rija para la ejecución de las obras, con asistencia del Contratista o de un representante suyo debidamente autorizado, de cuyo resultado se extenderá la correspondiente acta firmada por todos los asistentes.

#### **Artículo 17º.- Plazo de garantía.**

El plazo de garantía de las obras será de un año a contar de la fecha en que se haya quedado recibida provisionalmente la totalidad de las mismas y durante él serán de cuenta del Contratista todos los gastos de conservación, así como aquellos otros de reparación que se produzcan por defectos de calidad de los materiales o en la ejecución de las distintas unidades de obra.

#### **Artículo 18º.- Recepción definitiva.**

Terminado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva con las mismas formalidades que para la recepción provisional y si las obras se encuentran en perfecto estado de conservación se dará por recibido y quedará el Contratista relevado de toda obligación respecto a ellas.

#### **Artículo 19º.- Seguridad.**

La dirección de las obras exigirá con especial interés la observación de la normativa existente referente a la seguridad en el trabajo: andamios, protecciones y cualesquiera otras medidas que garanticen la seguridad del personal. Asimismo, todo lo que se refiere a la adecuada señalización de la obra para evitar el paso de personas ajenas a la misma. A tal fin, el Contratista deberá presentar antes del comienzo de las obras el Plan de Seguridad y Salud que exige la normativa existente. Se debe tener en cuenta la normativa de seguridad establecida en el Artículo 3.