

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO I - CLIMATOLOGÍA

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

Contenido

1.	Objeto del anejo.....	1
2.	Estudio de climatología.....	1
2.1.	Introducción.....	1
2.2.	Datos históricos relevantes.....	1
2.3.	Datos obtenidos.....	2
2.3.1.	Termometría.....	2
2.3.1.1.	Introducción.....	2
2.3.1.2.	Año 2014.....	2
2.3.1.3.	Año 2015.....	3
2.3.1.4.	Año 2016.....	4
2.3.1.5.	Año 2017.....	5
2.3.1.6.	Resumen de datos termométricos.....	6
2.3.2.	Pluviometría.....	6
2.3.2.1.	Introducción.....	6
2.3.2.2.	Año 2014.....	7
2.3.2.3.	Año 2015.....	8
2.3.2.4.	Año 2016.....	9
2.3.2.5.	Año 2017.....	10
2.3.2.6.	Resumen de los datos de pluviometría.....	10
2.3.3.	Viento.....	11
2.3.3.1.	Introducción.....	11
2.3.3.2.	Año 2014.....	11
2.3.3.3.	Año 2015.....	12
2.3.3.4.	Año 2016.....	13
2.3.3.5.	Año 2017.....	14
2.3.3.6.	Resumen de los datos de pluviometría.....	14
2.4.	Días de helada.....	14
2.5.	Cobertura nubosa.....	15
2.6.	Riesgo de inundabilidad.....	16
3.	Bibliografía.....	17

Índice de tablas

Tabla 1. Valores climatológicos extremos.....	2
Tabla 2. Termometría - Año 2014	2
Tabla 3. Termometría - Año 2015	3
Tabla 4. Termometría - Año 2016	5
Tabla 5. Termometría - Año 2017	5
Tabla 6. Resumen de las temperaturas.....	6
Tabla 7. Temperatura media según estación	6
Tabla 8. Pluviometría - Año 2014	7
Tabla 9. Pluviometría - Año 2015	8
Tabla 10. Pluviometría - Año 2016	9
Tabla 11. Pluviometría - Año 2017	10
Tabla 12. Viento - Año 2014	11
Tabla 13. Viento - Año 2015	12
Tabla 14. Viento - Año 2016	13
Tabla 15. Viento - Año 2017	14
Tabla 16. Días de helada	15

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Situación de la estación meteorológica C038 - Galindo respecto a la parcela	1
Ilustración 2. Riesgo de inundabilidad	16

Índice de gráficas

Gráfica 1. Termometría - Año 2014.....	3
Gráfica 2. Termometría - Año 2015.....	4
Gráfica 3. Termometría - Año 2016.....	5
Gráfica 4. Termometría - Año 2017.....	6
Gráfica 5. Pluviometría - Año 2014	7
Gráfica 6. Pluviometría - Año 2015	8
Gráfica 7. Pluviometría - Año 2016	9
Gráfica 8. Pluviometría - Año 2017	10
Gráfica 9. Viento 2014.....	11
Gráfica 10. Viento - Año 2015	12
Gráfica 11. Viento - Año 2016	13
Gráfica 12. Viento - Año 2017	14
Gráfica 13. Días despejados y cubiertos anuales medios (1931-1960).....	15

1. Objeto del anejo

Este anejo tiene como objetivo el estudio de la climatología de la zona y conocer su influencia en la nave industrial y en su ejecución de obra.

2. Estudio de climatología

2.1. Introducción

Para el estudio de la climatología, se ha consultado la agencia vasca de meteorología EUSKALMET.

Se ha seleccionado la estación C038 – Galindo, que se sitúa en el municipio de Sestao. La longitud de dicha estación -2,99878 y la latitud 43.3062. Se sitúa a una altitud de 5 m. La distancia entre el emplazamiento del proyecto y la estación es 706,3 m y su localización es la siguiente:



Ilustración 1. Situación de la estación meteorológica C038 - Galindo respecto a la parcela

2.2. Datos históricos relevantes

A continuación, se adjuntarán datos climatológicos históricos que representan valores extremos.

Variable	Anual
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	28 (dic 1960)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	7 (feb 1956)
Máx. núm. de días de tormenta en el mes	11 (ago 1983)
Prec. máx. en un día (l/m ²)	252.6 (26 ago 1983)
Prec. mensual más alta (l/m ²)	626.9 (ago 1983)
Prec. mensual más baja (l/m ²)	0.4 (sep 1985)
Racha máx. viento: velocidad y dirección (km/h)	Vel 148, Dir 290 (20 ene 1965 12:30)

Tem. máx. absoluta (°C)	42.0 (26 jul 1947)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	29.9 (ago 2003)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	-1.4 (feb 1956)
Tem. media más alta (°C)	24.8 (ago 2003)
Tem. media más baja (°C)	2.1 (feb 1956)
Tem. mín. absoluta (°C)	-8.6 (03 feb 1963)

Tabla 1. Valores climatológicos extremos

2.3. Datos obtenidos

La estación lleva en funcionamiento desde noviembre de 2013. Se hará un análisis anual de los años 2014, 2015 y 2016 en pluviometría, en termometría y en viento.

2.3.1. Termometría

2.3.1.1. Introducción

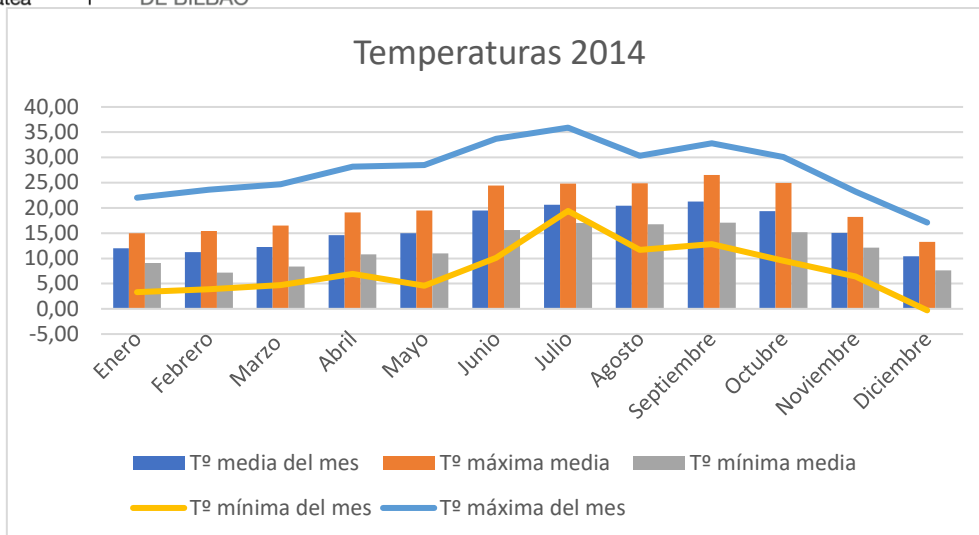
Los parámetros calculados son los siguientes:

- Tº media del mes
- Tº máxima media
- Tº mínima del mes
- Tº máxima del mes
- Rango
- Desviación estándar

2.3.1.2. Año 2014

TEMPERATURAS	Tº media del mes (°C)	Tº máxima media (°C)	Tº mínima media (°C)	Tº mínima del mes (°C)	Tº máxima del mes (°C)	Rango	Desviación estándar
Enero	11,99	14,95	9,06	3,30	22,00	18,70	2,96
Febrero	11,23	15,44	7,16	3,90	23,60	19,70	2,53
Marzo	12,26	16,49	8,39	4,70	24,70	20,00	2,75
Abril	14,58	19,09	10,81	6,90	28,20	21,30	1,92
Mayo	14,97	19,46	10,96	4,60	28,50	23,90	1,60
Junio	19,51	24,44	15,60	10,10	33,70	23,60	1,96
Julio	20,60	24,80	17,04	19,40	35,90	16,50	1,77
Agosto	20,46	24,87	16,78	11,70	30,30	18,60	1,77
Septiembre	21,25	26,51	17,09	12,80	32,80	20,00	2,23
Octubre	19,39	24,95	15,16	9,50	30,10	20,60	2,40
Noviembre	15,06	18,24	12,11	6,40	23,20	16,80	2,41
Diciembre	10,42	13,28	7,60	-0,30	17,10	17,40	2,46

Tabla 2. Termometría - Año 2014

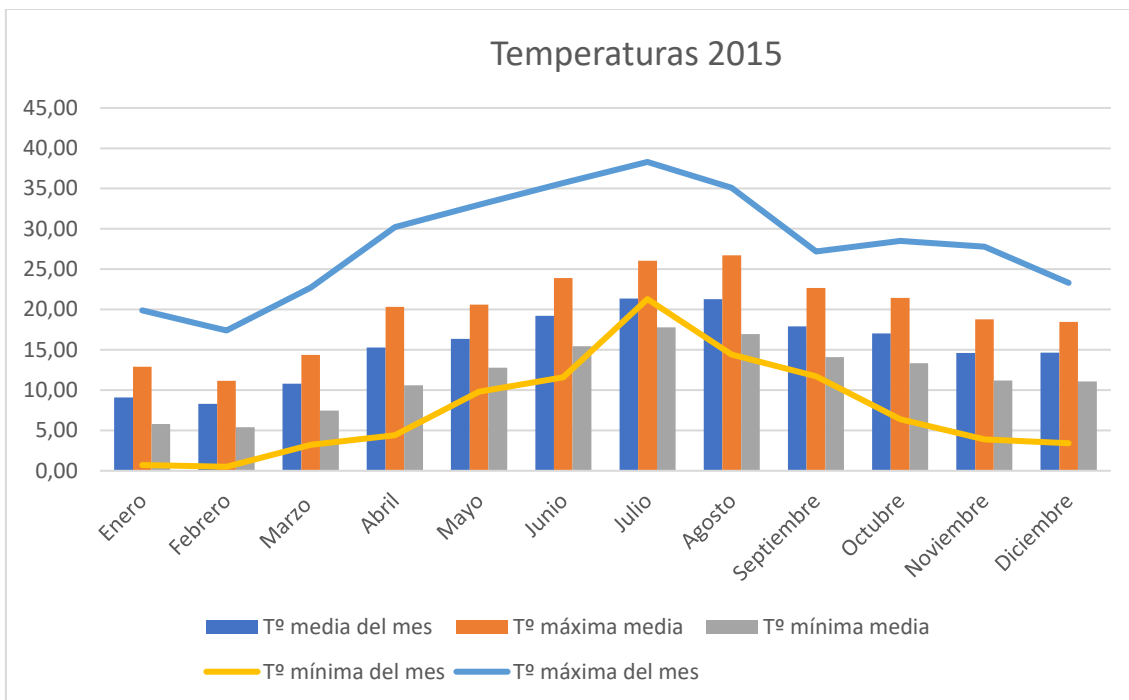


Gráfica 1. Termometría - Año 2014

2.3.1.3. Año 2015

GRÁFICA DE TEMPERATURAS	Tº media del mes (ºC)	Tº máxima media (ºC)	Tº mínima media (ºC)	Tº mínima del mes (ºC)	Tº máxima del mes (ºC)	Rango	Desviación estandar
Enero	9,10	12,90	5,80	0,70	19,90	19,20	2,32
Febrero	8,28	11,18	5,41	0,50	17,40	16,90	2,59
Marzo	10,81	14,39	7,46	3,20	22,70	19,50	2,10
Abril	15,29	20,33	10,61	4,40	30,20	25,80	3,38
Mayo	16,35	20,60	12,80	9,80	33,00	23,20	2,71
Junio	19,24	23,92	15,45	11,60	35,70	24,10	2,11
Julio	21,36	26,04	17,80	21,30	38,30	17,00	1,64
Agosto	21,27	26,73	16,97	14,40	35,10	20,70	1,86
Septiembre	17,91	22,68	14,11	11,70	27,20	15,50	1,37
Octubre	17,02	21,45	13,35	6,40	28,50	22,10	3,10
Noviembre	14,61	18,76	11,21	3,90	27,80	23,90	3,96
Diciembre	14,65	18,47	11,08	3,40	23,30	19,90	3,25
Anual	15,49	19,79	11,84	0,50	38,30		

Tabla 3. Termometría - Año 2015



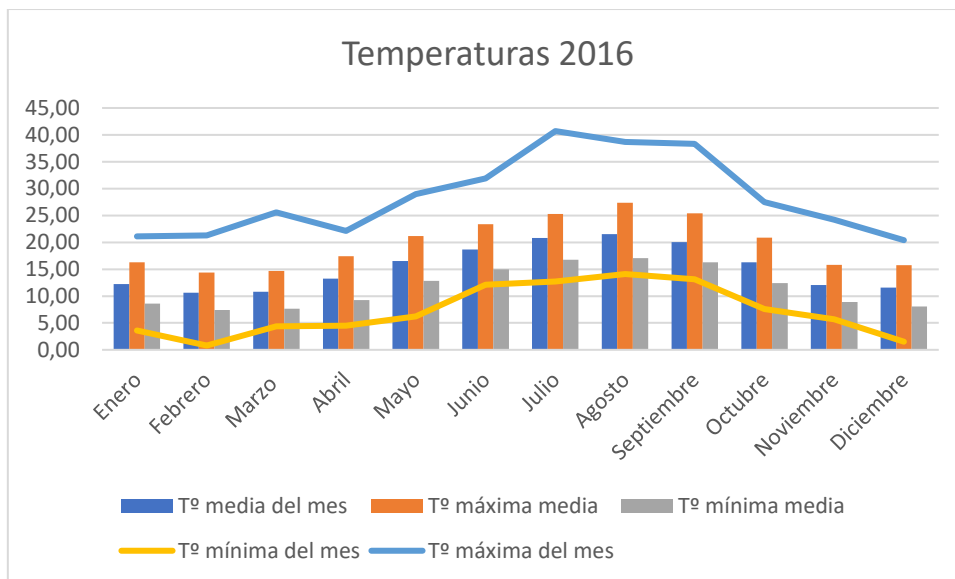
Gráfica 2. Termometría - Año 2015

2.3.1.4. Año 2016

TEMPERATURAS	Tº media del mes (°C)	Tº máxima media (°C)	Tº mínima media (°C)	Tº mínima del mes (°C)	Tº máxima del mes (°C)	Rango	Desviación estandar
Enero	12,24	16,27	8,58	3,60	21,10	17,70	2,50
Febrero	10,61	14,38	7,39	0,80	21,30	20,50	2,44
Marzo	10,79	14,69	7,67	4,40	25,60	21,20	2,46
Abril	13,26	17,41	9,24	4,50	22,10	17,60	2,24
Mayo	16,55	21,18	12,82	6,20	29,00	22,80	1,92
Junio	18,67	23,36	14,99	12,10	31,90	19,80	1,68
Julio	20,84	25,27	16,78	12,70	40,70	28,00	2,53
Agosto	21,52	27,39	17,07	14,10	38,70	24,60	1,68
Septiembre	20,03	25,40	16,27	13,10	38,30	25,20	2,43
Octubre	16,27	20,85	12,40	7,60	27,50	19,90	2,28
Noviembre	12,08	15,80	8,89	5,70	24,20	18,50	2,14

Diciembre	11,58	15,76	8,09	1,50	20,40	18,90	2,32
Anual	15,37	19,81	11,68	0,80	40,70		

Tabla 4. Termometría - Año 2016

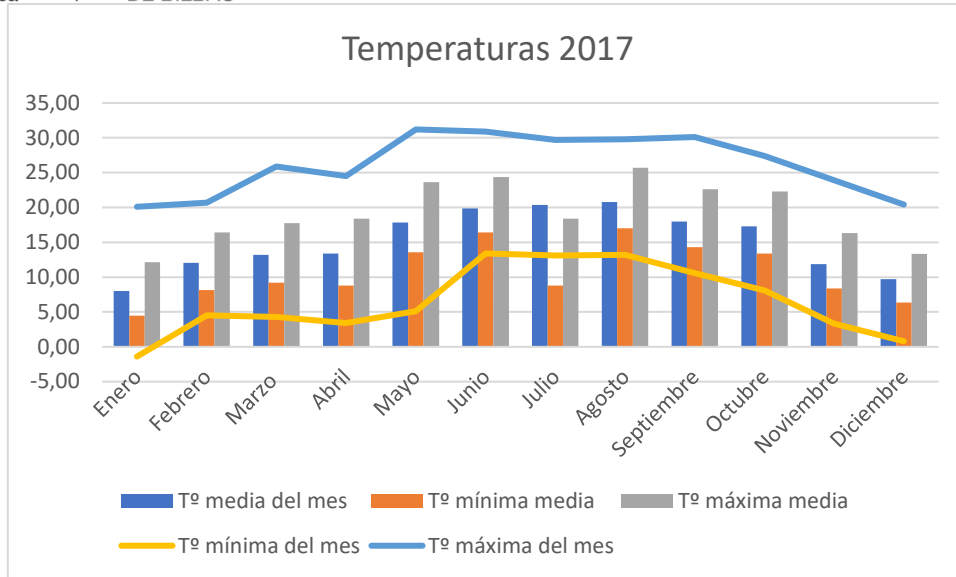


Gráfica 3. Termometría - Año 2016

2.3.1.5. Año 2017

TEMPERATURAS	Tº media del mes (ºC)	Tº mínima media (ºC)	Tº máxima media (ºC)	Tº mínima del mes (ºC)	Tº máxima del mes (ºC)	Rango	Desviación estandar
Enero	8,01	4,45	12,16	-1,40	20,10	21,50	3,74
Febrero	12,03	8,14	16,43	4,50	20,70	16,20	2,29
Marzo	13,21	9,20	17,74	4,30	25,90	21,60	2,79
Abril	13,39	8,77	18,41	3,40	24,50	21,10	2,15
Mayo	17,84	13,55	23,62	5,10	31,20	26,10	2,80
Junio	19,87	16,42	24,35	13,40	30,90	17,50	2,89
Julio	20,37	8,77	18,41	13,10	29,70	16,60	1,94
Agosto	20,80	17,01	25,69	13,20	29,80	16,60	1,94
Septiembre	18,00	14,30	22,64	10,60	30,10	19,50	1,90
Octubre	17,30	13,37	22,28	8,10	27,40	19,30	2,96
Noviembre	11,85	8,38	16,32	3,30	23,90	20,60	3,84
Diciembre	9,71	6,37	13,33	0,80	20,40	19,60	2,73
Anual	15,20	10,73	19,28	0,80	30,90		

Tabla 5. Termometría - Año 2017



Gráfica 4. Termometría - Año 2017

2.3.1.6. Resumen de datos termométricos

A continuación, se muestra una tabla que resume los valores mensuales obtenidos:

	Estación C038 – Galindo
Temperatura media mensual (°C)	14,12
Temperatura mínima media mensual (°C)	10,46
Temperatura máxima media mensual (°C)	18,04

Tabla 6. Resumen de las temperaturas

A continuación, figura una tabla que muestra las temperaturas medias según la estación:

	Invierno	Verano	Primavera	Otoño
Temperatura media mensual (°C)	10,88	20,36	16,62	13,78

Tabla 7. Temperatura media según estación

Como conclusión, las temperaturas medias no son extremas, la diferencia entre la temperatura media del verano y del invierno es de 9,48 °C. Según el RD 486/1997, la temperatura para trabajos ligeros debe estar comprendida entre 14 y 25°C, por lo que es probable que la ejecución de obra se desarrolle con normalidad, más aún en primavera y otoño.

2.3.2. Pluviometría

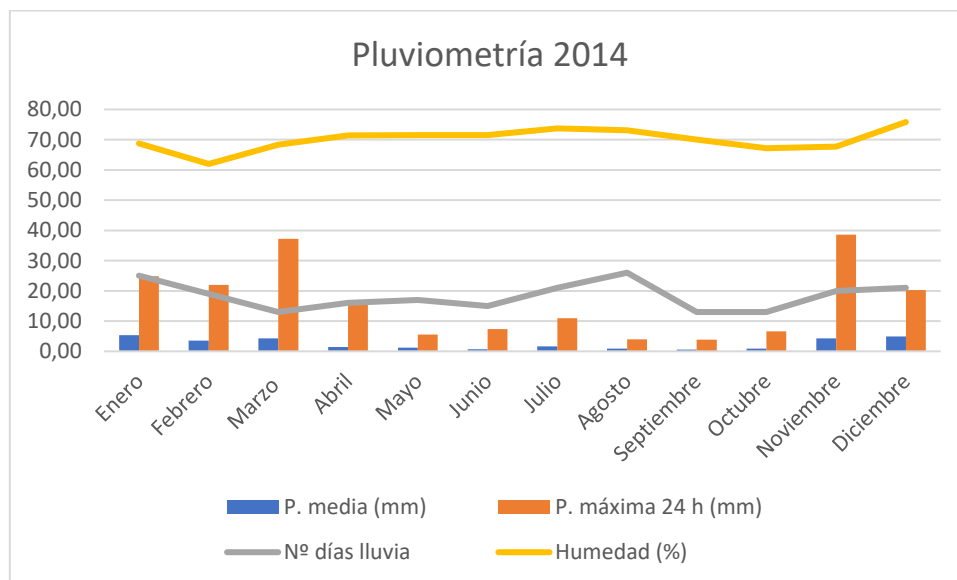
2.3.2.1. Introducción

Los parámetros calculados son los siguientes:

- Precipitación media (mm)
- Precipitación máxima 24 h (mm)
- Nº días lluvia
- Humedad (%)

PLUVIOMETRIA	P. media (mm)	P. máxima 24 h (mm)	Nº días lluvia	Humedad (%)
Enero	5,35	24,80	25,00	68,81
Febrero	3,49	22,00	19,00	61,96
Marzo	4,24	37,20	13,00	68,29
Abril	1,41	16,90	16,00	71,43
Mayo	1,16	5,60	17,00	71,48
Junio	0,66	7,30	15,00	71,47
Julio	1,60	11,00	21,00	73,77
Agosto	0,85	4,00	26,00	73,13
Septiembre	0,58	3,90	13,00	70,03
Octubre	0,87	6,60	13,00	67,13
Noviembre	4,25	38,60	20,00	67,73
Diciembre	4,93	20,30	21,00	75,84
Anual	2,45	38,60	219,00	70,09

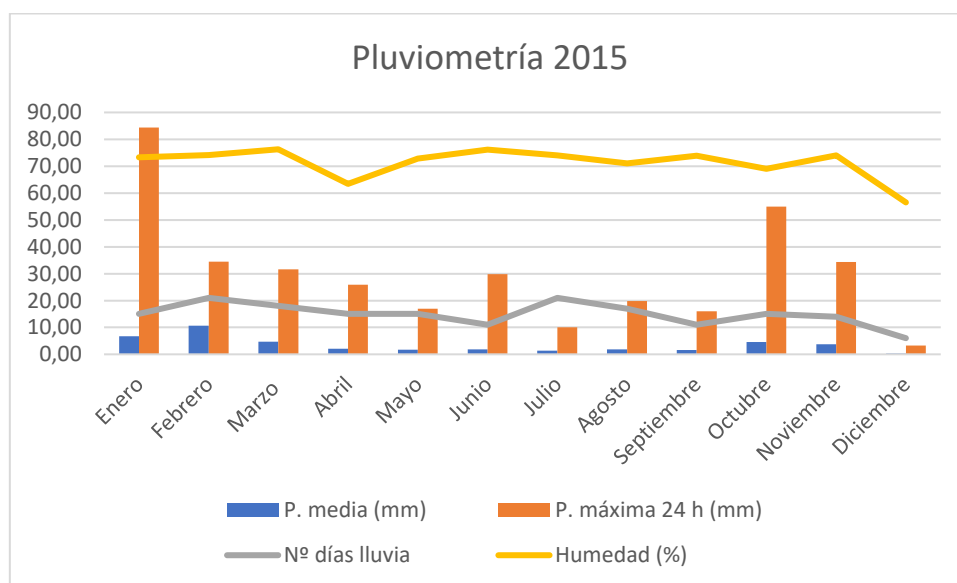
Tabla 8. Pluviometría - Año 2014



Gráfica 5. Pluviometría - Año 2014

PLUVIOMETRIA	P. media (mm)	P. máxima 24 h (mm)	Nº días lluvia	Humedad (%)
Enero	6,70	84,40	15,00	73,27
Febrero	10,65	34,50	21,00	74,18
Marzo	4,75	31,60	18,00	76,29
Abril	2,08	25,90	15,00	63,40
Mayo	1,72	17,00	15,00	72,87
Junio	1,80	29,80	11,00	76,13
Julio	1,40	10,10	21,00	74,06
Agosto	1,81	19,80	17,00	71,00
Septiembre	1,58	16,00	11,00	73,87
Octubre	4,57	55,00	15,00	69,00
Noviembre	3,70	34,30	14,00	74,00
Diciembre	0,35	3,30	6,00	56,52
Anual	3,43	84,40	179,00	71,22

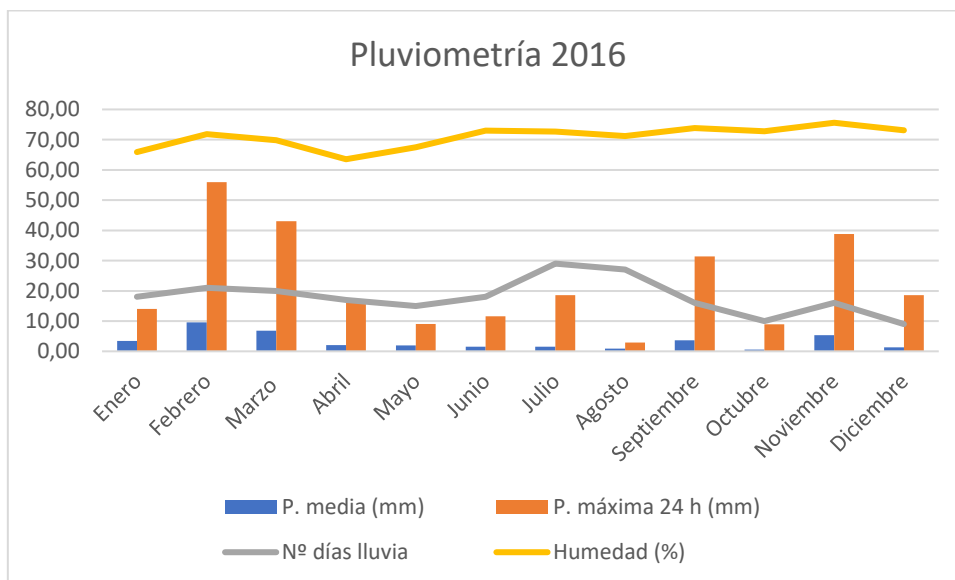
Tabla 9. Pluviometría - Año 2015



Gráfica 6. Pluviometría - Año 2015

PLUVIOMETRIA	P. media (mm)	P. máxima 24 h (mm)	Nº días lluvia	Humedad (%)
Enero	3,38	14,00	18,00	65,90
Febrero	9,61	56,00	21,00	71,86
Marzo	6,80	43,00	20,00	69,81
Abril	2,04	17,30	17,00	63,53
Mayo	1,92	9,00	15,00	67,45
Junio	1,57	11,60	18,00	73,03
Julio	1,52	18,60	29,00	72,65
Agosto	0,85	2,90	27,00	71,23
Septiembre	3,59	31,40	16,00	73,83
Octubre	0,62	8,90	10,00	72,74
Noviembre	5,34	38,80	16,00	75,60
Diciembre	1,32	18,60	9,00	73,10
Anual	3,21	56,00	216,00	70,89

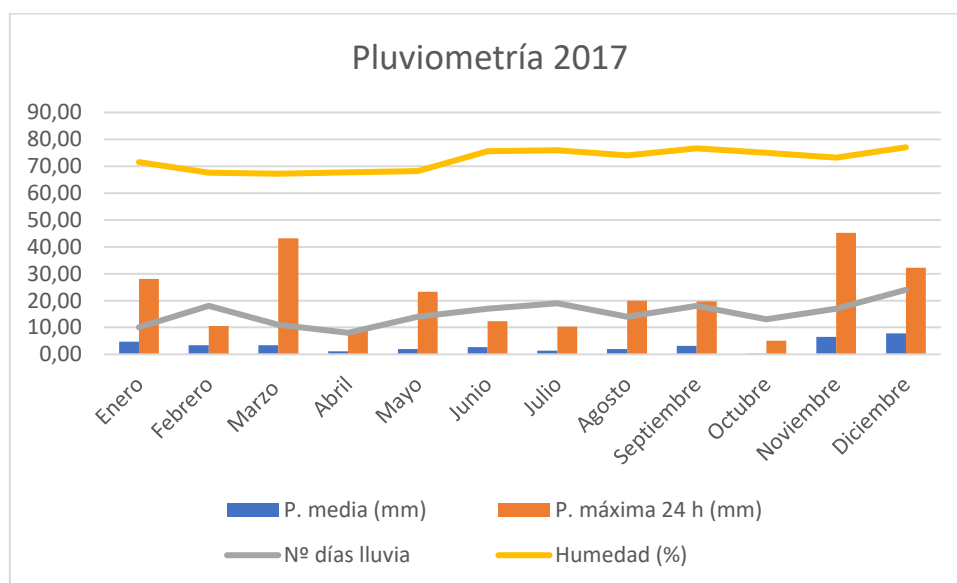
Tabla 10. Pluviometría - Año 2016



Gráfica 7. Pluviometría - Año 2016

PLUVIOMETRIA	P. media (mm)	P. máxima 24 h (mm)	Nº días lluvia	Humedad (%)
Enero	4,75	28,10	10,00	71,55
Febrero	3,39	10,50	18,00	67,54
Marzo	3,35	43,20	11,00	67,19
Abril	1,13	8,80	8,00	67,77
Mayo	1,91	23,30	14,00	68,16
Junio	2,67	12,30	17,00	75,60
Julio	1,30	10,30	19,00	75,90
Agosto	2,00	19,90	14,00	74,06
Septiembre	3,10	19,70	18,00	76,63
Octubre	0,32	5,10	13,00	74,94
Noviembre	6,45	45,20	17,00	73,23
Diciembre	7,75	32,20	24,00	77,03
Anual	3,18	45,20	183,00	72,47

Tabla 11. Pluviometría - Año 2017



Gráfica 8. Pluviometría - Año 2017

2.3.2.6. Resumen de los datos de pluviometría

La precipitación media es 3,06 mm. Se ha registrado un 54,58 % de días que han llovido. Como último dato, la humedad media es 71,16. Según el RD 486/1997, la humedad relativa estará comprendida entre 30 y 70%, por lo que hay posibilidades en la que el trabajo no pueda ser realizado.

2.3.3. Viento

2.3.3.1. Introducción

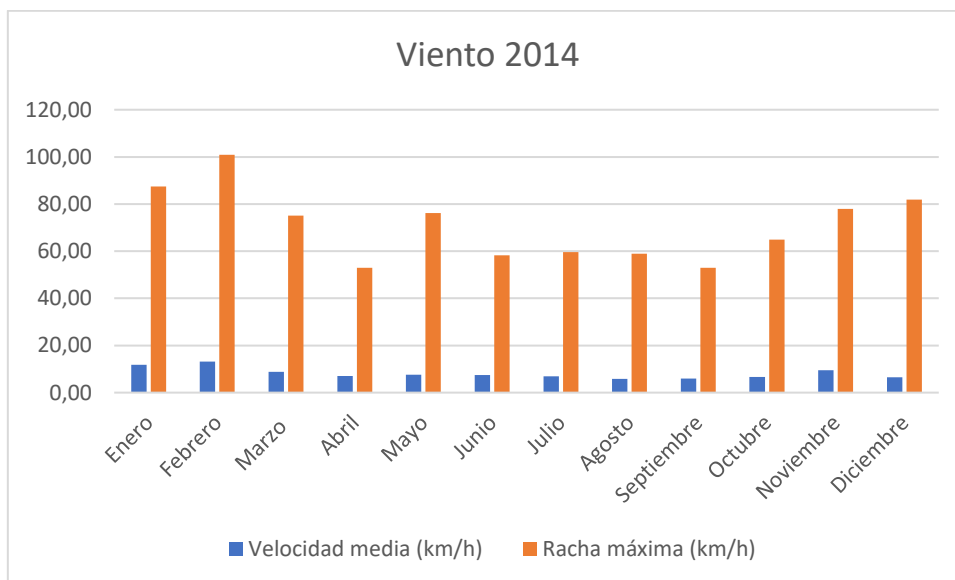
Los parámetros calculados son los siguientes:

- Velocidad media (km/h)
- Racha máxima (km/h)
- Dirección media

2.3.3.2. Año 2014

VIENTO	Velocidad media (km/h)	Racha máxima (km/h)	Dirección media (º)
Enero	11,77	87,50	184,16
Febrero	13,15	100,90	147,14
Marzo	8,85	75,10	179,94
Abril	7,11	52,90	263,90
Mayo	7,55	76,20	252,42
Junio	7,45	58,20	269,60
Julio	6,89	59,60	282,97
Agosto	5,86	58,90	235,77
Septiembre	6,02	52,90	195,63
Octubre	6,60	64,90	188,23
Noviembre	9,51	78,00	188,23
Diciembre	6,49	81,90	196,35
Anual	8,10	100,90	215,36

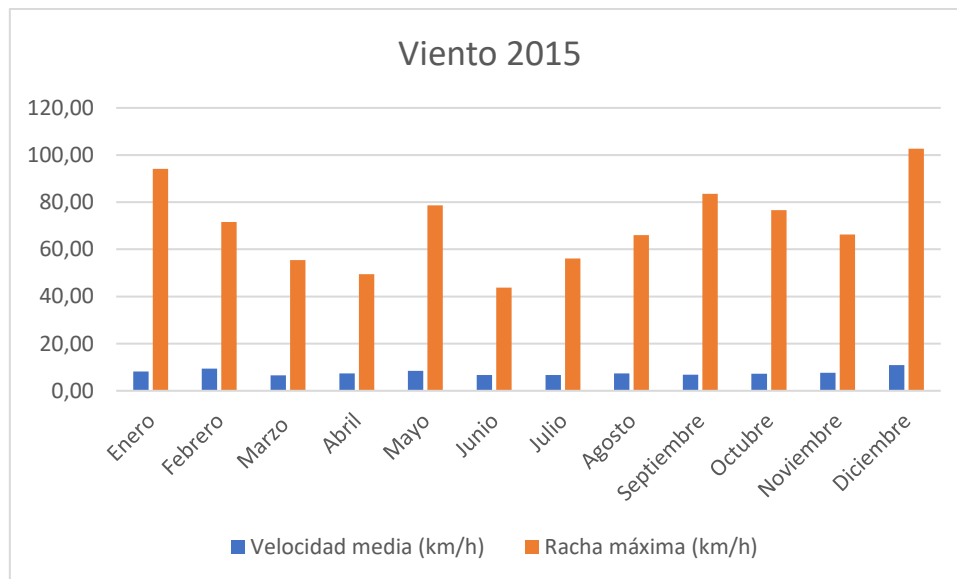
Tabla 12. Viento - Año 2014



Gráfica 9. Viento 2014

VIENTO	Velocidad media (km/h)	Racha máxima (km/h)	Dirección media (º)
Enero	8,12	94,20	194,72
Febrero	9,45	71,60	183,89
Marzo	6,58	55,40	256,94
Abril	7,32	49,40	181,37
Mayo	8,51	78,70	263,00
Junio	6,66	43,70	242,23
Julio	6,70	56,10	250,87
Agosto	7,36	66,00	238,06
Septiembre	6,76	83,60	212,27
Octubre	7,21	76,60	159,39
Noviembre	7,63	66,30	155,53
Diciembre	10,92	102,70	143,10
Anual	7,77	102,70	206,78

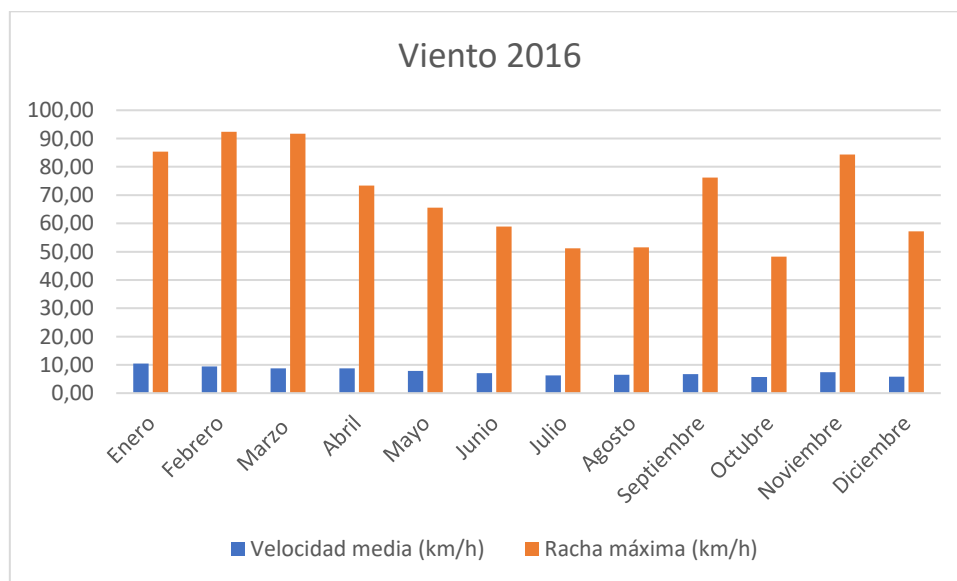
Tabla 13. Viento - Año 2015



Gráfica 10. Viento - Año 2015

VIENTO	Velocidad media (km/h)	Racha máxima (km/h)	Dirección media (º)
Enero	10,46	85,40	188,81
Febrero	9,48	92,40	204,07
Marzo	8,74	91,70	230,68
Abril	8,74	73,40	229,17
Mayo	7,91	65,60	237,94
Junio	7,10	58,90	277,63
Julio	6,31	51,20	255,35
Agosto	6,51	51,50	236,26
Septiembre	6,78	76,20	227,83
Octubre	5,69	48,30	148,19
Noviembre	7,44	84,30	172,70
Diciembre	5,84	57,20	95,13
Anual	7,58	92,40	208,65

Tabla 14. Viento - Año 2016

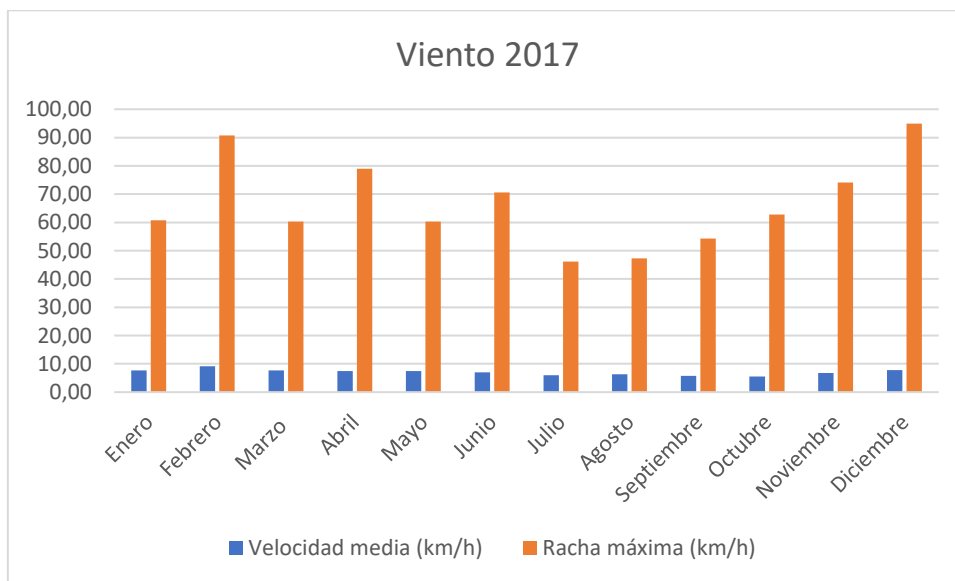


Gráfica 11. Viento - Año 2016

2.3.3.5. Año 2017

VIENTO	Velocidad media (km/h)	Racha máxima (km/h)	Dirección media (º)
Enero	7,69	60,70	163,19
Febrero	9,20	90,70	186,79
Marzo	7,68	60,30	211,94
Abril	7,50	79,00	216,07
Mayo	7,48	60,30	221,90
Junio	6,99	70,60	261,37
Julio	5,99	46,20	268,61
Agosto	6,31	47,30	253,16
Septiembre	5,80	54,30	212,50
Octubre	5,49	62,80	161,74
Noviembre	6,73	74,10	168,63
Diciembre	7,84	94,90	173,87
Anual	7,06	94,90	208,31

Tabla 15. Viento - Año 2017



Gráfica 12. Viento - Año 2017

2.3.3.6. Resumen de los datos de pluviometría

Como conclusión, cabe mencionar que la velocidad media del viento es 7,62 km/h y que las rachas fuertes de viento oscilan entre 50 y 95 km/h.

2.4. Días de helada

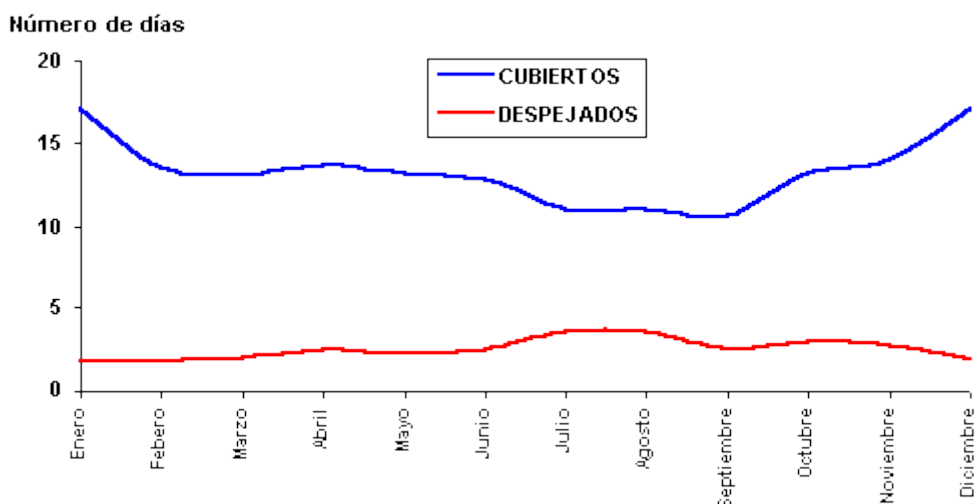
A continuación, se adjuntará una tabla en la que muestra el número de días de helada en los últimos años:

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

Tabla 16. Días de helada

2.5. Cobertura nubosa

La nubosidad es un parámetro climatológico importante, pero no es fácil de determinar mecánicamente. El análisis se realiza de manera subjetiva, se considera que el cielo está despejado cuando la nubosidad cubre menos de las 2 octavas partes del cielo; nuboso si está comprendido entre 2 y 6 octavas; y cubierto cuando la nubosidad es superior a 6 octavas. La siguiente gráfica muestra los días despejados y cubiertos anuales medios en un período entre 1931 y 1960.



Gráfica 13. Días despejados y cubiertos anuales medios (1931-1960)

2.6. Riesgo de inundabilidad

El riesgo de inundabilidad de la parcela es nulo, tal como se muestra a continuación.



Ilustración 2. Riesgo de inundabilidad

3. Bibliografía

Datos generales entre 2014 y 2017: Euskalmet – Agencia Vasca de Meteorología. Disponible en:
<http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/meteorologia/climatologia.apl?e=5>

Datos históricos: AEMET – Agencia Estatal de España. Disponible en:

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/efemerides_extremos*?w=0&k=pva&l=1082&datos=det&x=1082&m=13&v=todos

Días de helada: Euskalmet – Agencia Vasca de Meteorología. Disponible en:

http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/cli_2017/es_clieus/es_2017.html

Cobertura nubosa: Euskalmet – Agencia Vasca de Meteorología. Disponible en:

http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/ana_cobertura/es_7271/es_cobertura.html

Riesgo de inundabilidad: SENER, empresa de servicios de ingeniería. Disponible en:
file:///C:/Users/Unai/Desktop/GALINDO_ZI.pdf

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO II – GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



Contenido

1.	Introducción	1
2.	Justificación	1
3.	Sondeos mecánicos	1
3.1.	Toma de muestras.....	2
3.2.	Nivel freático	2
4.	Descripción de las capas y sus características geológicas	2
4.1.	Rellenos heterogéneos.....	2
4.2.	Arenas	2
4.3.	Limos	3
5.	Clasificación del suelo	3
5.1.	Clasificación según el PG-3.....	3
5.2.	Grupo de terreno y tipo de construcción.....	4
6.	Excavabilidad	4
7.	Cimentaciones y carga máxima admisible	5
8.	Asiento máximo admisible	5
9.	Características geotécnicas	5
9.1.	Coeficiente de balasto.....	6
9.2.	Módulo de elasticidad.....	6
9.3.	Ángulo de rozamiento interno	7
9.4.	Densidad.....	7
9.5.	Cohesión.....	7
9.6.	Expansividad.....	7
9.7.	Tabla resumen.....	8
10.	Otros parámetros exigidos por el CTE.....	8
11.	Bibliografía	9



Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los suelos.....	3
Tabla 2. Tipo de construcción	4
Tabla 3. Grupo de terreno.....	4
Tabla 4. Valores límite basados en la distorsión angular	5
Tabla 5. Valor estimativo del coeficiente de balasto	6
Tabla 6. Valores estimativos del NSPT, q_u y E	7
Tabla 7. Correlación entre golpeo NSPT, y CPT con el ángulo de rozamiento	7
Tabla 8. Grado de expansión.....	8
Tabla 9. Tabla resumen	8
APÉNDICE 1: ALZADO DEL SONDEO.....	10

1. Introducción

Se tomará como referencia el Estudio Geológico-Geotécnico para Proyecto de Urbanización del Área de Reparto 19 “La Naval”. Sestao (Bizkaia) realizado por Eptisa Cinsa para UTE BILBAÍNA DE PROYECTOS S.L.

Dicho proyecto consiste en la inspección de la zona desde el punto de vista geológico y geotécnico mediante la realización de sondeos y ensayos de penetración.

2. Justificación

Este estudio se realizó en el polígono industrial Sestao Bai, en el cual se llevaron a cabo varios sondeos. El sondeo SM-3 se sitúa precisamente en la parcela en la que se va a edificar la nave industrial. Por lo tanto, este anejo se centrará en el sondeo SM-3 para la obtención de datos. Al final de este Anexo, se mostrará un plano del alzado del sondeo, mostrando las capas geológicas existentes.

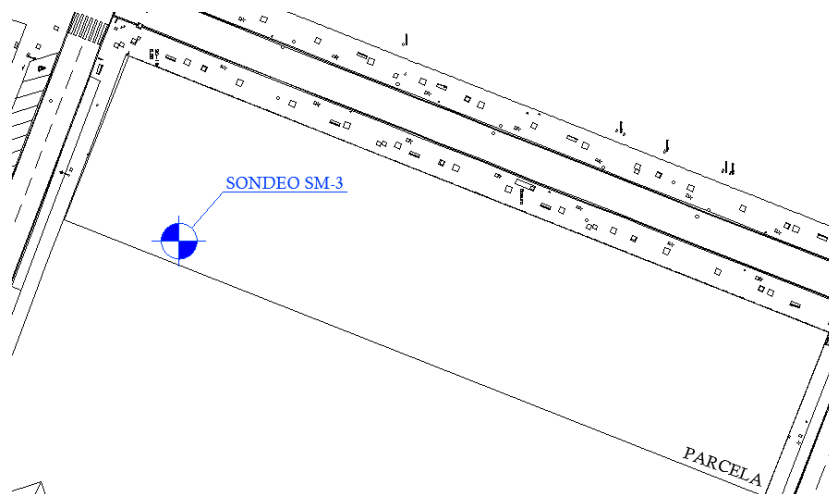


Ilustración 1. Situación del sondeo SM-3

3. Sondeos mecánicos

Se realizó el sondeo SM-3 a una profundidad de 10,00 m.

Se ha llevado a cabo ensayos de penetración dinámica standard, que consiste en la introducción en el terreno de un tomamuestras bipartido normalizado para este ensayo.

Como energía de impacto se utiliza una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 75 cm. Para su realización se contabilizan los golpes necesarios para la hincada de 60 cm en intervalos de 15 cm.

La profundidad analizada en el SM-3 está entre 8 y 8,6 m y el N_{SPT} es 11 (Arenas).

3.1. Toma de muestras

Se ha tomado una muestra inalterada a una profundidad de 7,4 m hasta 8 m. Para la muestra seleccionada se han realizado ensayos de humedad, densidad, ensayos granulométricos, límites de Atterberg y compresión simple.

3.2. Nivel freático

En el sondeo SM-3 el nivel freático se ha encontrado a una profundidad de 4,50 m.

4. Descripción de las capas y sus características geológicas

4.1. Rellenos heterogéneos

Se sitúan entre 0,00 y 6,90 m. Se trata de rellenos depositados en la época de actividad de Altos Hornos de Vizcaya, con escorias, restos de construcción, arenas sílices y limos. El ensayo de agresividad dio como resultado una agresividad débil frente al hormigón. A continuación, se muestran las características de estos rellenos:

- Tipo de muestra: Rellenos
- Índice de colapso: 0,03
- Sales solubles (%): 0,27
- Yeso (%): 0,076
- Límite líquido: NP
- Índice de plasticidad: NP
- % pasa por tamiz 200: 12,1
- Hinchamiento libre (%): 0,1
- Ensayo Proctor: y_{max} (t/m³) = 1,84; W_{opt} = 15,2
- CBR (Capacidad de soporte de suelos): ÍNDICE: 24,8; Hinchamiento (%): 0

4.2. Arenas

Se sitúan entre 6,90 y 10,00 m. En cuanto a las arenas, estas son de densidad media. Sus características se muestran a continuación:

- Profundidad (m): 6,90 – 10,00 m
- Tipo de muestra: MI arenas
- Humedad (%): 28,59
- Densidad humedad (t/m³): 1,939
- % pasa por tamiz 200: 21,6
- Límite líquido: NP
- Índice de plasticidad: NP
- Clasificación de Casagrande: SM

4.3. Limos

Aproximadamente, a partir de los 10 m se encuentra una capa de limos.

De los ensayos de laboratorio realizados en los limos se deducen los siguientes parámetros geotécnicos medios:

- Humedad: 42,36%
- Densidad aparente (t/m³): 1,805
- Límite líquido: 38
- Índice de Plasticidad: 9
- Compresión simple (Kp/cm²): 0,07

A mayor profundidad (indeterminada), está el sustrato rocoso. El sustrato se encuentra ligeramente meteorizado.

5. Clasificación del suelo

5.1. Clasificación según el PG-3

Según el PG-3, los suelos se pueden clasificar en seleccionados, adecuados, tolerables o marginales. Se clasifican según la siguiente tabla:

ENSAYO	SELECCIONADOS	ADECUADOS	TOLERABLES	MARGINALES
Materia orgánica	< 0,2%	< 1%	< 2%	< 5%
Sales solubles	< 0,2%	< 0,2%	Yeso < 5%	<20%
			Otras < 1%	
Expansión (hinchamiento libre)	-	-	< 3%	< 5%
Asiento en colapso	-	-	<1%	-
Tamaño máximo (mm)	< 100	< 100	-	-
Finos (#0,08)	< 25%	< 35%	-	-
Otras condiciones granulométricas	#2 < 80%	#2 < 80%	-	-
	#0,4 < 75%			
Plasticidad	LL < 30, IP < 10	LL < 40; SI LL > 30 → IP > 4	LL < 65; SI LL > 40 → IP > 0,73·(LL-20)	SI LL > 90 → IP > 0,73·(LL-20)

Tabla 1. Clasificación de los suelos

Los rellenos se clasificarían como tolerables, aunque su contenido en materia orgánica los hace catalogar como marginales. La capa de arena sí se considerará tolerable.

5.2. Grupo de terreno y tipo de construcción

Según el DB SE-C, el tipo de construcción y grupo de terreno se definen mediante las siguientes tablas:

Tabla 3.1. Tipo de construcción

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

⁽¹⁾ En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

Tabla 2. Tipo de construcción

Tabla 3.2. Grupo de terreno

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: <ul style="list-style-type: none"> a) Suelos expansivos b) Suelos colapsables c) Suelos blandos o sueltos d) Terrenos kársticos en yesos o calizas e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades i) Terrenos con desnivel superior a 15° j) Suelos residuales k) Terrenos de marismas

Tabla 3. Grupo de terreno

El tipo de construcción C-1 ya que tiene menos de 4 plantas y la superficie construida es mayor a 300 m². El grupo de terreno será T-3 ya que el terreno es muy heterogéneo, y además es marginal, y el espesor de la capa de relleno es mayor a 3 m.

6. Excavabilidad

La excavabilidad se clasifica en tres grados según su dificultad:

- Fácil: Es excavable con métodos tradicionales. Por ejemplo, con pala retroexcavadora o similar.
- Medio: Es necesario martillo hidráulico o voladura.
- Difícil: Es necesario el empleo continuo de martillo o voladura.

En el nivel de las arenas y los limos la excavabilidad se considera fácil. En los rellenos heterogéneos se considera fácil-medio, con retroexcavadora y un posible martillo.

7. Cimentaciones y carga máxima admisible

Para las edificaciones, es recomendable una cimentación profunda mediante el uso de pilotes. Los pilotes se empotrarán en el sustrato rocoso y para los cálculos podrá considerarse una resistencia media al arrancamiento de estos materiales de 300 KN/m² y una resistencia a compresión simple de unos 120 Kp/cm².

Para naves con baja carga, se podrá realizar una cimentación superficial con una carga admisible dependiente de los golpes N y NSPT. Por lo tanto, la nave se cimentará sobre una cimentación superficial formada de zapatas simples y combinadas.

Para la determinación de la carga admisible se empleará la siguiente fórmula:

$$\sigma_{adm} = \frac{N \cdot S_{adm}}{12} \left(\frac{B + 0,3}{B} \right)^2$$

Donde

N es el valor del golpeo (SPT ó penetrómetro)

B es el ancho de la zapata, en m.

Se recomienda cimentar con carga no superior a 1,50 kp/cm².

8. Asiento máximo admisible

S es el asiento máximo admisible en pulgadas. Se consultará en la siguiente tabla:

Tabla 2.2. Valores límite basados en la distorsión angular

Tipo de estructura	Límite
Estructuras isostáticas y muros de contención	1/300
Estructuras reticuladas con tabiquería de separación	1/500
Estructuras de paneles prefabricados	1/700
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia arriba	1/1000
Muros de carga sin armar con flexión cóncava hacia abajo	1/2000

Tabla 4. Valores límite basados en la distorsión angular

Se tomará un límite de 1/500.

9. Características geotécnicas

Para la cimentación de la nave industrial, los datos necesarios son los datos geotécnicos. A continuación, figura una tabla que resume dichos datos:

Se partirá de la premisa que los suelos no responden de una forma lineal y totalmente predecible, ya que se trata de un cúmulo de partículas. Sin embargo, existe la necesidad de tomar valores orientativos para los cálculos de las cimentaciones. Se supondrá que el relleno heterogéneo se trata de un suelo de arena de compactación floja.

9.1. Coeficiente de balasto

El coeficiente de balasto es la relación entre la presión que se ejerce en un punto y el asiento que se produce. Se tomarán los siguientes valores orientativos basándose en la siguiente tabla:

Tipo de suelo	Coeficiente de balasto, K (MN/m ³)
Arcilla blanda	15 - 30
Arcilla media	30 - 60
Arcilla dura	60 - 200
Limo	15 - 45
Arena floja	10 - 30
Arena media	30 - 90
Arena compacta	90 - 200
Grava arenosa floja	70 - 120
Grava arenosa compacta	120 - 300
Margas arcillosas	200 - 400
Rocas algo alteradas	300 - 5000
Rocas sanas	> 5000

Tabla 5. Valor estimativo del coeficiente de balasto

9.2. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad es un parámetro que indica el comportamiento elástico de un material. Es la relación entre la tensión aplicada y la deformación producida. Para determinar módulo de elasticidad de las distintas capas se empleará la siguiente tabla.

Se conoce que el N° de golpes del ensayo SPT es 22 tanto para arenas medianamente densas como para limos. Interpolando, se obtiene un módulo de elasticidad 33,6 MN/m². Para arenas entre una densidad suelta y medianamente densa se tomará un N° de golpes de 5, por lo que, interpolando, su módulo de elasticidad sería 4 MN/m².

Tipo de suelo	Nº golpes ensayo SPT, N_{SPT}	Resistencia a compresión simple, q_u (kN/m ²)	Módulo de elasticidad, E (MN/m ²)
Suelos muy flojos o muy blandos	< 10	0 - 80	< 8
Suelos flojos o blandos	10 - 25	80 - 150	8 - 40
Suelos medios	25 - 50	150 - 300	40 - 100
Suelos compactos o duros	50 - Rechazo	300 - 500	100 - 500
Rocas blandas	Rechazo	500 - 5000	500 - 8000
Rocas duras	Rechazo	5000 - 40000	8000 - 15000
Rocas muy duras	Rechazo	> 40000	> 15000

Tabla 6. Valores estimativos del N_{SPT} , q_u y E

9.3. Ángulo de rozamiento interno

El ángulo de rozamiento interno o ángulo de fricción es el máximo ángulo posible de reposo para un material granular

Para el ángulo de rozamiento interno, se usará la siguiente tabla que relaciona el dicho ángulo con el Nº de golpes del ensayo SPT:

Tabla 4.1 Correlación entre golpeo N_{SPT} , y CPT con el ángulo de rozamiento

	Muy suelto	Suelto	Medio-denso	Denso	Muy denso
Ángulo de rozamiento interno del terreno	30°	32°	34° 36°	38° 40°	42°
Golpeo N_{SPT} (número)	10	15	22 30	36 45	55
Resistencia por punta del penetrómetro estático (MPa)	-	2	4 7	15 21	30

Tabla 7. Correlación entre golpeo N_{SPT} , y CPT con el ángulo de rozamiento

9.4. Densidad

Tal y como se enuncia en el anejo geotécnico estudiado, la densidad de las arenas de compactación media y los limos será 1,939 y 1,805, respectivamente. En cuanto al relleno, se supondrá una densidad menor a la capa de arenas, tomando un valor orientativo de 1,5 t/m³.

9.5. Cohesión

La cohesión es la característica del terreno por la cual las partículas se mantienen unidas mediante las fuerzas internas. Cuanto mas finas sean las partículas, mayor será la cohesión. Las arenas se consideran suelos no cohesivos, por lo que su cohesión será nula. Sólo se considerará en los suelos limosos.

9.6. Expansividad

Este fenómeno trata de una variación de volumen del suelo cuando varía su contenido en líquido. Es un fenómeno importante ya que un hinchamiento en un suelo donde se sustenta una edificación conlleva a la fractura de ésta. Los parámetros más importantes de los que depende la expansividad son el contenido coloidal, el límite plástico y el límite de contracción. Los limos tienen un índice de plasticidad relativamente bajo, por lo que se puede deducir un grado de expansividad bajo.

GRADO DE EXPANSIÓN	EXPANSION PROBABLE COMO % DEL CAMBIO TOTAL DE VOLUMEN (CONDICION SATURADA A SECA)	CONTENIDO COLOIDAL (%<1 µm)	INDICE DE PLASTICIDAD IP	LIMITE DE CONTRACCION LC
Muy alto	> 30	> 28	> 35	< 11
Alto	20 - 30	20 - 31	25 - 41	7 - 12
Medio	10 - 20	13 - 23	15 - 28	10 - 16
Bajo	< 10	< 15	< 18	> 15

Tabla 8. Grado de expansión

Para un grado de expansividad bajo el hinchamiento libre es menor al 1%, valor que se tomará tanto para las arenas de densidad media como para los limos.

9.7. Tabla resumen

Material	Densidad (t/m3)	Cohesión (kg/cm2)	Módulo de deformación (MN/m2)	Expansividad Colapso (%)	Coefficiente de Balasto K30 (MN/m2)	Fricción (º)	Agresividad
Rellenos	1,5	0	33,6	0,03	10 - 30	30º	No
Arenas	1,939	0	33,6	<1	30 - 90	34º	No
Limos	1,805	0,02	33,6	<1	15 - 45	34º	No

Tabla 9. Tabla resumen

10. Otros parámetros exigidos por el CTE

Aparte de los calculados, el DB-SE C exige la determinación los siguientes parámetros:

- La cota de cimentación se encuentra a 5 m sobre el nivel del mar.
- La distancia mínima de la parcela al río es 275 m.
- Sismicidad: Basándose en el NCSE-02, la aceleración sísmica básica es inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad, por lo que no es necesario adoptar medidas de cálculo.

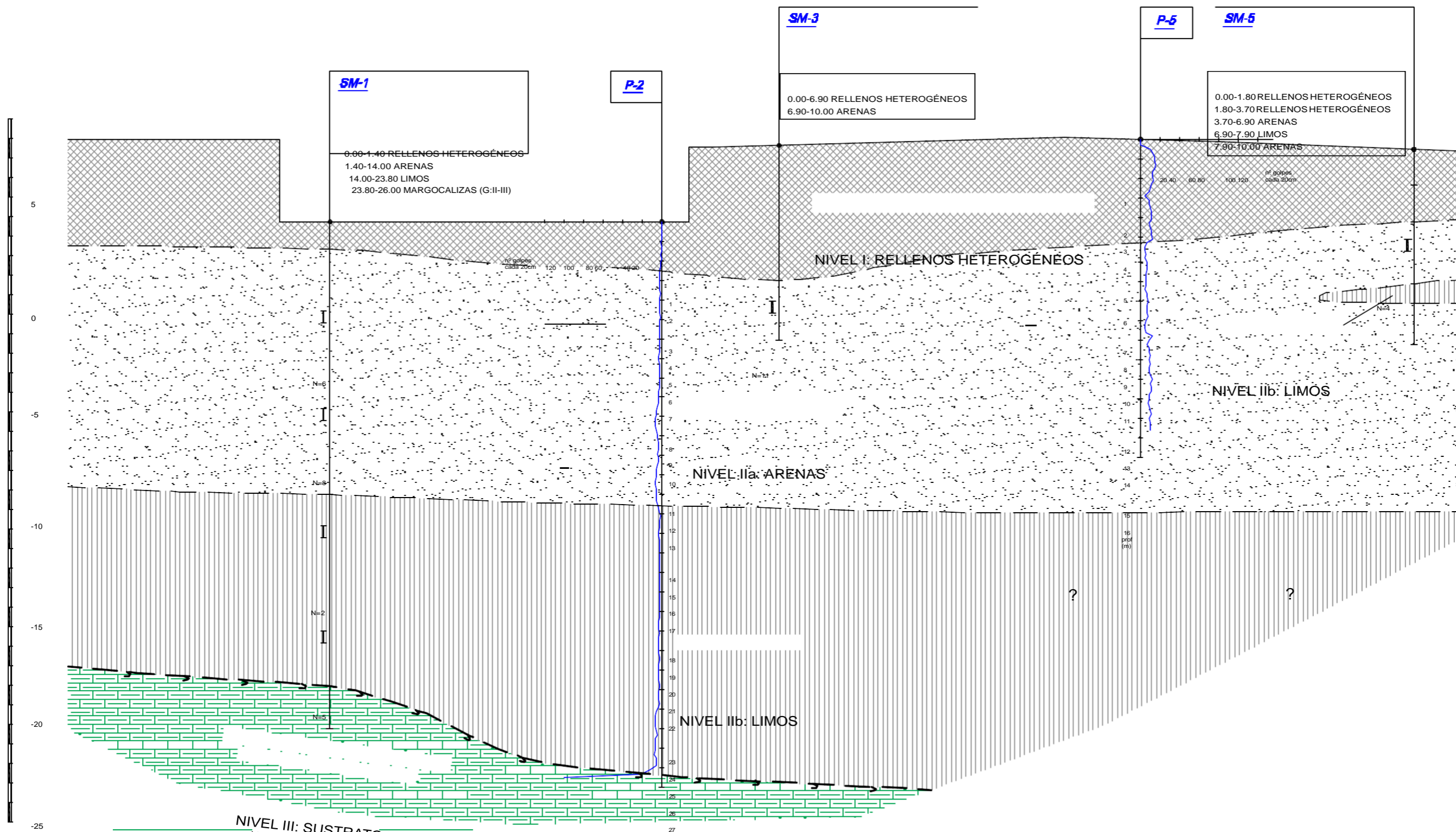


11. Bibliografía

- Eptisa Cinsa: Estudio Geológico-Geotécnico para Proyecto de Urbanización del Área de Reparto 19 “La Naval”. Sestao (Bizkaia)
- Ingemecánica, web de ingeniería. Disponible en <http://ingemecanica.com/tutoriales/geotecnia.html>
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)
- Santiago Osorio. Apuntes de geotecnia con énfasis en laderas. Disponible en http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_8151.html
- Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimientos (DB-SE-C)
- Blog del ingeniero civil. Cimentaciones: Estados Límite Últimos Frente al Hundimiento en Suelos. Disponible en <http://notasingenierocivil.blogspot.com/2011/05/cimentaciones-estados-limite-ultimos.html>
- Tablas para obtener valores orientativos: Ingemecánica, web de ingeniería. Disponible en: <https://ingemecanica.com/tutoriales/geotecnia.html>

APÉNDICE 1: ALZADO DEL SONDEO

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 2-2'



LEYENDA

	Sondaje mecánico		Resultado SPT		Rellenos heterogéneos		Limos
	Penetrómetro		Nivel freático		Arenas		Sustrato rocoso ligeram. a bastante meteorizado
	Supuesto contacto roca						

U.TE. BILBAINA DE PROYECTOS, S.L.- CIPSA CONSULPAN, S.A.	PROYECTO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PROYECTO DE URBANIZACIÓN AMBITO LA NAVAL (SESTAO-BIZKAIA)	NIVEL IIa: NIVEL III:	N=19 2.72	FECHA: DICIEMBRE 2.005 ESCALA(S):	REFERENCIA: EP-053001-35	DIBUJADO: 	PLANO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 2-2'	Nº: 1
			H=1:2000 V=1:200 ORIGINAL	CLAVE: 143200-05	COTEJO:	CIPSA	Nº:	

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO III – ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

Contenido

1.	Introducción	1
2.	Alternativa de distribución.....	1
2.1.	Alternativa A.....	1
2.2.	Alternativa B.....	2
2.3.	Alternativa C y D.....	3
2.4.	Elección de la distribución.....	5
3.	Alternativas del material estructural	5
3.1.	Nave industrial de acero	5
3.2.	Nave industrial de hormigón prefabricado	6
3.3.	Nave industrial de hormigón “in situ”	6
3.4.	Naves mixtas	7
3.5.	Elección del material estructural	7
4.	Alternativas de fachada interior.....	7
4.1.	Fachada metálica simple	7
4.2.	Fachada metálica de panel de Sandwich	7
4.3.	Panel prefabricado de hormigón	7
4.4.	Elección de fachada.....	7
5.	Alternativa de cubierta.....	8
5.1.	Cubierta chapa simple.....	8
5.2.	Cubierta panel Sandwich.....	8
5.3.	Cubierta Deck	8
5.4.	Elección de cubierta	8
6.	Bibliografía	9



Índice de tablas

Tabla 1. Elección de la distribución 5

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Planta de la alternativa A 1
 Ilustración 2. Vista 3D de la alternativa A 2
 Ilustración 3. Planta de la alternativa B 2
 Ilustración 4. Vista 3D de la alternativa B 3
 Ilustración 5. Planta de la alternativa C..... 3
 Ilustración 6. Vista 3D de la alternativa C 4
 Ilustración 7. Planta de la alternativa D 4
 Ilustración 8. Vista 3D de la alternativa D 5

1. Introducción

El objetivo de este Anexo no es otro que determinar las distintas alternativas en los apartados donde haya margen de maniobra y analizar dichas opciones tratando de especificar la más óptima en función de los criterios que se hayan asignado.

2. Alternativa de distribución

A continuación, se presentarán varias alternativas de distribución en la que se escogerá la opción más válida teniendo en cuenta los siguientes criterios: la inversión inicial, la rentabilidad a largo plazo y la funcionalidad. Se da por asumido que se respeta tanto los retranqueos laterales y frontales como el número de aparcamientos establecidos por el P.G.O.U. y que todas las alternativas contarán con una estructura doble, cada una con una cota diferente.

2.1. Alternativa A

La primera opción (A) es una nave que ocupe la totalidad de las parcelas y que las oficinas se sitúen en un piso superior al almacén. Es la opción que requiere un desembolso inicial mayor ya que las dimensiones de la nave son mayores a las otras alternativas. Sin embargo, esta nave es la que más stock puede acumular en el interior de la nave, por lo que la maquinaria se conservará mejor y la amortización será mayor. Es la más rentable a largo plazo.

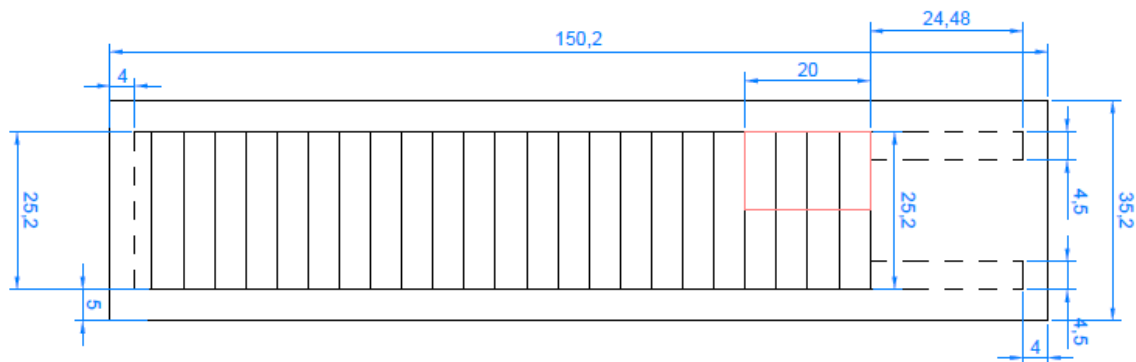


Ilustración 1. Planta de la alternativa A

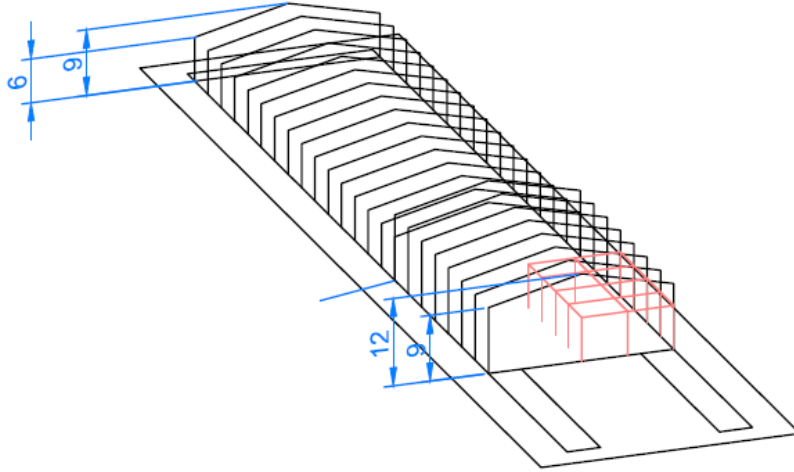


Ilustración 2. Vista 3D de la alternativa A

2.2. Alternativa B

La segunda opción (B) es una nave que, como en la primera opción, ocupe la totalidad de las parcelas y, en este caso, que las oficinas estén situadas en la misma planta que el almacén. Esta opción requiere una inversión inicial menor que la primera alternativa ya que la altura de la nave sería menor debido a la situación de las oficinas; aun así, el stock que puede acumular es menor.

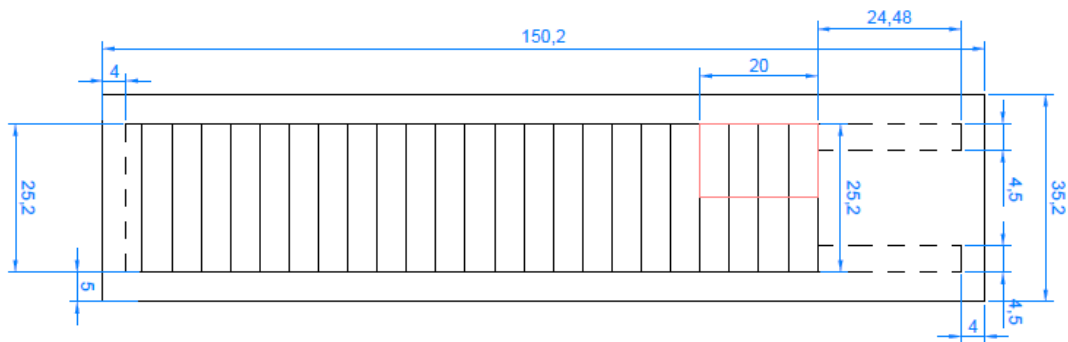


Ilustración 3. Planta de la alternativa B

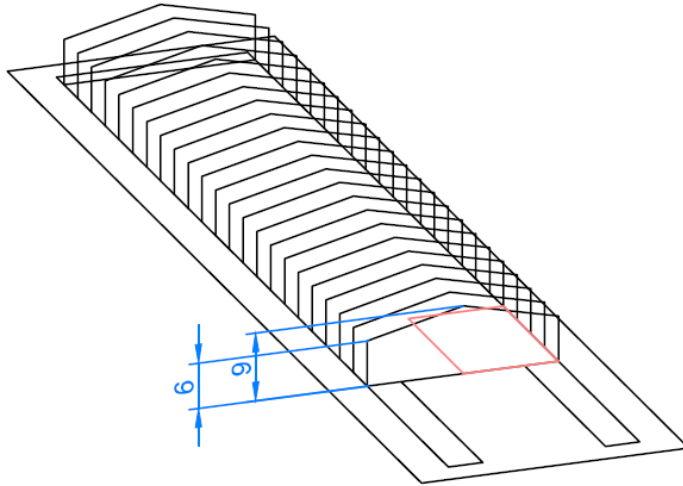


Ilustración 4. Vista 3D de la alternativa B

2.3. Alternativa C y D

En cuanto a la tercera (C) y cuarta alternativa (D), estas se diferencian de las dos anteriores en que las dimensiones de la nave industrial serían de $80 \times 25 \text{m}^2$, empleando el resto de la parcela para aparcamientos y para una explanada a la intemperie en la que se almacene también maquinaria. Esto supone una reducción de los costos significativa respecto a las dos primeras alternativas ya que se eliminan un total de 11 pórticos. Entonces, la diferencia en este caso es la situación de las oficinas: en la tercera alternativa estaría en la planta baja y en la cuarta en una planta superior. Los pros y contras de dicha diferencia son los mismos que los mencionados en los dos primeros casos.

En cuanto a la alternativa C, los esquemas serían los siguientes:

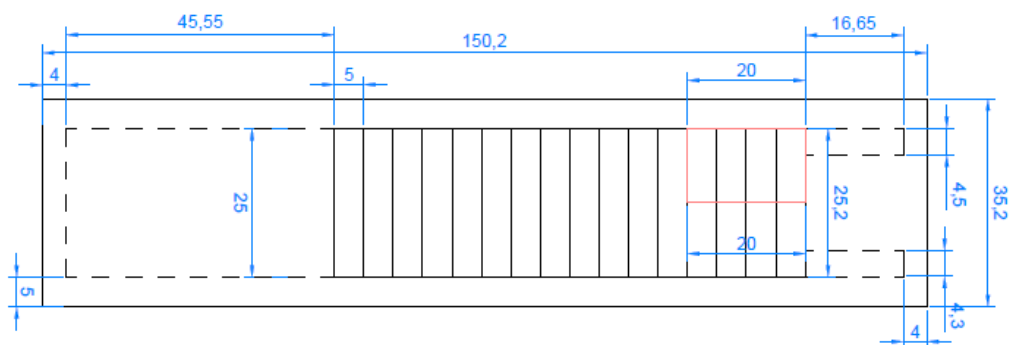


Ilustración 5. Planta de la alternativa C

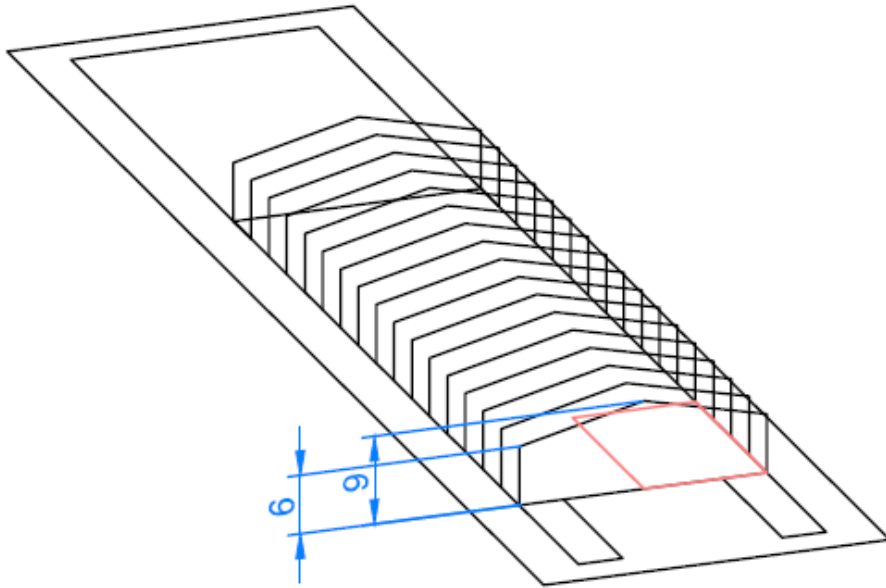


Ilustración 6. Vista 3D de la alternativa C

Para la alternativa D los esquemas son los siguientes:

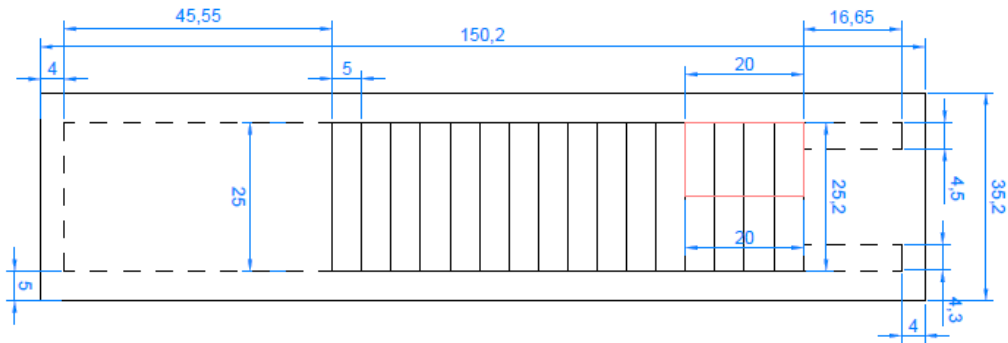


Ilustración 7.Planta de la alternativa D

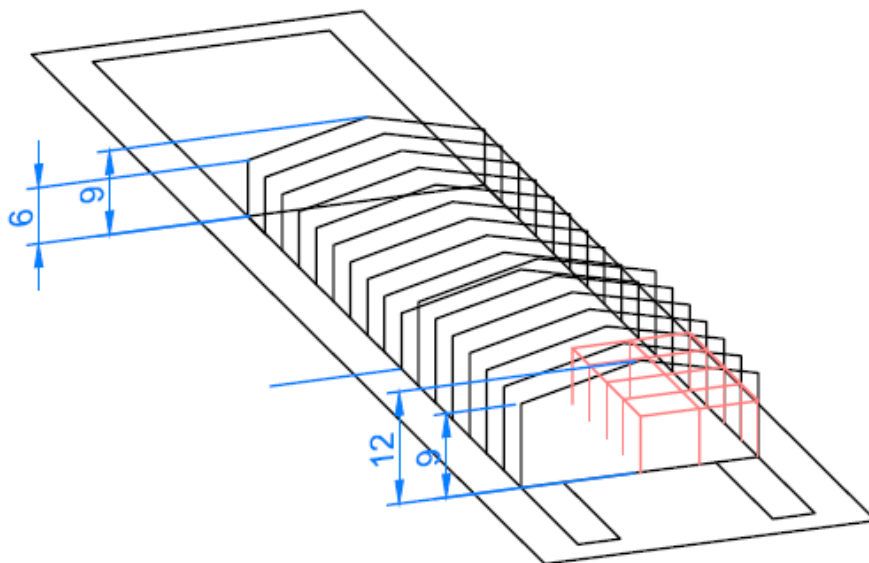


Ilustración 8. Vista 3D de la alternativa D

2.4. Elección de la distribución

Para evaluar el proyecto más óptimo, se empleará el método matemático de la suma ponderada. Para ello se asignará un peso a cada criterio y se calificará del 1 al 10 (1 lo más desfavorable y 10 lo más favorable) cada criterio en cada alternativa, como se muestra en la siguiente tabla:

Crterios	Peso (%)	A	B	C	D
Inversión inicial	30	5	6	10	9
Rentabilidad	30	6	7	9	8
Funcionalidad	40	9	8	5	7
Rango ponderado		690	710	770	790

Tabla 1. Elección de la distribución

Finalmente, se optará por la opción D: Nave industrial reducida con oficinas en planta superior. Es cierto que el desgaste de maquinaria almacenado a la intemperie provoca una reducción en la amortización. Sin embargo, se considera que la inversión inicial de las dos primeras alternativas es demasiado alta y no es suficiente para justificar la amortización que genera.

3. Alternativas del material estructural

3.1. Nave industrial de acero

La estructura de este tipo de nave es completamente de acero y se ejecuta mediante la construcción prefabricada.

El acero es un material más ligero que el hormigón, sin embargo, es menos viable económicamente. El proceso de construcción de este tipo de nave es más rápido que en otros

casos, por lo que se reduce el tiempo de ejecución y, por lo tanto, es más económico en ese aspecto.

En cuanto al espacio, las secciones de acero ocupan un espacio menor que las de hormigón, por lo que es una ventaja tanto estética como funcional. Además, las estructuras metálicas podrían ser reutilizables en el caso de ser desmontadas. Las estructuras reutilizadas se pueden considerar como una recuperación del capital invertido, por lo que representa otra ventaja económica frente a otras opciones.

Por último, el acero se fabrica en un taller especializado por lo que la calidad de éste está asegurada. La calidad del acero no se ve perjudicada por factores que sí perjudican al hormigón, como la relación agua-cemento, reacciones químicas adversas...

No es conveniente construir naves metálicas en zonas grandes acciones dinámicas o en zonas de atmósfera agresiva. Este no es el caso por lo que no supone ningún problema.

Como desventaja se puede mencionar que el acero se puede corroer, que tiene un mal comportamiento frente al fuego y que el material es caro.

3.2. Nave industrial de hormigón prefabricado

La estructura de esta clase de nave es de hormigón y, al igual que las naves de acero, se construyen con un proceso prefabricado.

Con el hormigón prefabricado, no hay dependencia de las condiciones meteorológicas, por lo que se hormigona y se cura mejor.

Los prefabricados de hormigón tienen gran resistencia estructural conservan sus características en situaciones adversas, como en un incendio. Dicha resistencia (y la precisión geométrica) está garantizada al realizarse en un lugar controlado, por lo que genera cierta seguridad.

El tiempo de construcción prefabricada es menor, por lo que es más económico en ese aspecto. Además, se genera menos polvo, ruido y movimiento. En este tipo de construcción, los procesos ocurren en cadena, y no paralelamente, por lo que las posibilidades de cometer errores son menores.

Las desventajas que tiene este modelo son su escasa resistencia en fase de montaje a fuerzas horizontales, requiere una gran inversión inicial, algunos elementos sufren grandes esfuerzos antes de estar en su posición definitiva por lo que varía el dimensionamiento de la pieza y, por último, el acopio, transporte e izado debe ser realizado por personal cualificado ya que una mala ejecución puede variar en la resistencia final de la pieza.

3.3. Nave industrial de hormigón “in situ”

La estructura de este tipo de nave, al igual que en el caso anterior, está compuesto de hormigón, pero su ejecución es en obra.

Como ventaja se puede destacar que las naves industriales de hormigón “in situ” son las más económicas.

Una desventaja de este modelo es la necesidad de un gran espacio de maniobra de los camiones hormigonera. Al tratarse de una parcela de dimensiones reducidas, no es conveniente la construcción en obra. Por otro lado, el tiempo de ejecución es mayor que en los otros casos ya que el conformado del material hasta la retirada del encofrado supone cierto tiempo.

3.4. Naves mixtas

La estructura de éste tipo de nave está formada tanto con acero como con hormigón en las que ambos materiales trabajan de manera solidaria.

La ventaja de este modelo es que se puede aprovechar las cualidades de cada material para utilizarlos según más convenga. El elemento que más ventaja aprovecha de este modelo es la viga a flexión ya que está sometida a compresión y a tracción, que son cualidades favorables del hormigón y del acero, respectivamente.

3.5. Elección del material estructural

Se construirá una industrial completamente de acero ya que la parcela no tiene gran anchura y se debe optimizar el espacio al máximo. Los costes de material son mayores ya que el acero es más caro. Aun así, al realizarse mediante construcción prefabricada los tiempos de ejecución se reducirían.

4. Alternativas de fachada interior

4.1. Fachada metálica simple

Formado por una chapa grecada de acero galvanizado. Es la opción más sencilla y económica. Es un material ligero.

4.2. Fachada metálica de panel de Sandwich

Revestimiento formado por dos chapas metálicas de acero galvanizado, separadas mediante elementos metálicos y aislamiento de fibra de vidrio. La ventaja de estos cerramientos es que son aislantes térmicos. Este tipo de panel es ligero.

4.3. Panel prefabricado de hormigón

Alta resistencia y resistencia al fuego.

4.4. Elección de fachada

Finalmente, se escogerá la fachada metálica de panel sandwich ya que es conveniente aislar térmicamente el interior de la nave. Se priorizará sobre el panel prefabricado de hormigón porque el panel sándwich es más ligero y su construcción es más rápida. Por lo tanto, es más económica en ese sentido.

5. Alternativa de cubierta

5.1. Cubierta chapa simple

Cubierta metálica formada por chapa grecada de acero galvanizado. Puede tener distintos tipos de recubrimiento y es versátil en el sentido que puede adaptarse a distintas curvaturas e inclinaciones.

5.2. Cubierta panel Sandwich

Panel formado por dos chapas de acero, un aislamiento de lana de roca y perfiles metálicos que hacen la función de separar las chapas. Generalmente, el fabricante recomienda su uso para una pendiente superior al 5%.

5.3. Cubierta Deck

Formada por una lámina impermeabilizante, aislamiento térmico, barrera de vapor y perfil soporte. Modelo utilizado en cubiertas planas.

5.4. Elección de cubierta

Se deshecha la cubierta de chapa simple debido a que, a pesar de ser más económica que el resto, conviene emplear otro modelo con cualidades superiores en cuanto a aislamiento.

Se comparará el coste de dos modelos de panel sándwich y la cubierta tipo Deck:

$$\text{Cubierta Deck: } 51,05 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot (80 \cdot 25) \text{m}^2 = 102100\text{€}$$

$$\text{Panel Sandwich: } 40,99 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot (12,85 \cdot 80 \cdot 2) \text{m}^2 = 84275,44\text{€}$$

Finalmente, se escogerá la cubierta tipo sándwich ya que, a pesar de que la cubierta Deck tiene cualidades superiores, al escoger una cubierta inclinada el drenaje es superior y es más económica.

6. Bibliografía

Ventajas nave industrial acero. Autor: MetalTec. Disponible en: <http://info.metaltec.com.mx/blog/nave-industrial-de-acero>

Ventajas y desventajas de emplear prefabricados de hormigón. Prefabricados Alberdi, empresa de hormigón. Disponible en: <http://www.prefabricadosalberdi.com/alberdi/de/cuales-son-las-principales-ventajas-de-emplear-prefabricados-de-hormigon.asp?nombre=2387&cod=2387&sesion=1>

Ventajas y desventajas de emplear prefabricados de hormigón. Prefabricado Seguro, web de ingeniería. Disponible en: <http://prefabricadoseguro.com/ventajas-e-inconvenientes-del-prefabricado-de-hormigon-o-concreto/>

Características nave industrial mixta y nave de hormigón 'in situ'. AEN Corp, empresa de construcción y arquitectura. Disponible en: <https://aen.mx/ventajas-y-desventajas-de-los-tipos-de-naves-industriales/>

Fachada metálica simple. Web especializada en paneles metálicos. Disponible en: <https://www.paneldesandwich.es/chapa-simple>

Fachada metálica de panel de Sandwich. Grupo Diansa, empresa especialista en cubiertas Deck y paneles Sandwich. Disponible en: <https://www.cubiertasdiansa.com/panel-sandwich-que-es-y-por-que-es-bueno-para-mi-edificio/>

Panel prefabricado de hormigón. PanelAstur, empresa especializada en la fabricación y suministro de elementos prefabricados de hormigón para edificación, obra pública y urbanismo. Disponible en: <http://www.panellastur.com/index.php?go=cvs&art=7&gone=1&lang=>

Características cubiertas panel Sandwich y chapa simple. La casa por el tejado, web especializada en temas de construcción. Disponible en: <http://www.indafer.com/lacasaporeltejado/2014/07/la-pendiente-para-el-panel-sandwich-y-chapa-perfilada/>

Características cubiertas panel Sandwich y chapa simple. SUMUBE, S.A., empresa dedicada a la construcción industrial. Disponible en: <https://www.sumuvesa.com/cubiertas-industriales/cubiertas-metalicas>

Características cubiertas Deck. La casa por el tejado, web especializada en temas de construcción. Disponible en: <http://www.indafer.com/lacasaporeltejado/2013/02/caracteristicas-y-composicion-de-cubierta-tipo-deck/>

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO IV – SEGURIDAD DE INCENDIOS

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

Contenido

1. Caracterización del establecimiento	1
1.1. Tipo de establecimiento	1
2. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco	2
2.1. Dimensiones	2
2.2. Materiales	2
2.3. Máxima superficie admisible	2
2.4. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento	3
2.5. Resistencia al fuego de los elementos estructurales	3
2.6. Evacuación de los establecimientos industriales	3
2.6.1. Salidas de emergencia.....	4
2.7. Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras.....	4
2.8. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.....	5
3. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.....	5
3.1. Sistemas manuales de alarma de incendio	5
3.2. Sistema de comunicación de alarma.....	5
3.3. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios	5
3.4. Sistemas de hidrantes exteriores.....	5
3.5. Extintores de incendio.....	6
3.6. Sistemas de bocas de incendio equipadas	6
3.7. Sistemas de columna seca.....	7
3.8. Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	7
3.9. Sistemas de agua pulverizada	7
3.10. Sistemas de espuma física.....	7
3.11. Sistemas de extinción por polvo	7
3.12. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.....	7
3.13. Sistemas de alumbrado de emergencia	7
4. Bibliografía	8



Índice de tablas

Tabla 2. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.....	3
Tabla 3. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.....	3
Tabla 4. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales.....	3
Tabla 5. Longitud de recorrido de evacuación según el número de salidas.....	4
Tabla 6. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco.....	6
Tabla 7. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.....	6
Tabla 8. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A.....	6

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Tipo de establecimiento industrial.....	1
--	---

1. Caracterización del establecimiento

Se empleará el Real Decreto 2267/2004 Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, el uso de este RD está justificado mediante el artículo 2, que incluye como ámbito de aplicación los almacenamientos industriales.

1.1. Tipo de establecimiento

Lo primero de todo es determinar la clase de establecimiento que es. Se trata de un establecimiento industrial tipo C ya que la actividad a la que está destinada la nave ocupa la totalidad de éste.

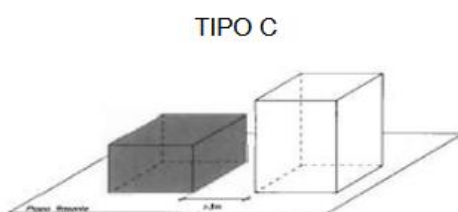


Ilustración 1. Tipo de establecimiento industrial

Para determinar el riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, se empleará la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

Donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Se emplearía la norma ITC MIE-APQ1 para clasificar los líquidos.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

Sin embargo, la carga de fuego para máquinas es nula, por lo que la densidad de carga también será nula. La carga de fuego para máquinas es nula debido a que, la NTP 9: “Líquidos inflamables y combustibles. Almacenamiento en recipientes móviles” sugiere que los líquidos conectados a vehículos no sean considerados en la aplicación de almacenamiento de combustibles líquidos, por lo que la densidad de carga de fuego final será nula también.

2. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

2.1. Dimensiones

Según el Real Decreto 2267/2004, los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
- c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de nueve m.

2.2. Materiales

Productos de revestimientos: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.

En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable.

Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas serán al menos de clase D-s2d0 (M3) o más favorable.

2.3. Máxima superficie admisible

Se empleará la siguiente tabla:

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000

Tabla 1. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Al ser un establecimiento de Tipo C de riesgo intrínseco bajo, la superficie permitida es ilimitada.

2.4. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Para determinar la resistencia de los elementos de cerramiento se usará la misma tabla que para los elementos portantes

TABLA 2.2

Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120	R 90	R 90	R 60	R 60	R 30
	(EF -120)	(EF - 90)	(EF - 90)	(EF - 60)	(EF - 60)	(EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120	R 120	R 90	R 90	R 60
		(EF-120)	(EF-120)	(EF - 90)	(EF - 90)	(EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180	R 120	R 120	R 90
			(EF -180)	(EF -120)	(EF -120)	(EF - 90)

Tabla 2. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

Se tomará una resistencia de R30 para los cerramientos.

Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio, o bien a la cuarta parte de aquella cuando el paso se realice a través de un vestíbulo previo.

2.5. Resistencia al fuego de los elementos estructurales

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

Tabla 3. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

La resistencia al fuego de la estructura será de R90 para un local de pública concurrencia con una altura sobre rasante menor a 15 m.

2.6. Evacuación de los establecimientos industriales

2.6.1. Salidas de emergencia

Para determinar el número de salidas de emergencia, se empleará la siguiente tabla:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Tabla 4. Longitud de recorrido de evacuación según el número de salidas

Como se puede observar, en el primer asterisco se cumplen las condiciones, por lo que la longitud del recorrido de evacuación será de 100 metros. Solo se necesita una salida ya que la máxima longitud de la nave es 80 metros y la ocupación es menor a 100 personas. Se situará en un lateral en el punto medio de la nave, tal y como se muestra en el Plano nº 34 del Documento 3: Planos.

2.7. Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras

Según la tabla de densidad de ocupación del CTE, para zona de almacenes cada persona tendrá una ocupación de $40 m^2$ y para zona administrativa de oficinas cada persona ocupará $10 m^2$.

Para dimensionar las salidas, pasillos y escaleras, se consultará el artículo 7, el apartado 7.4 y los subapartados 7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3 del NBE-CPI/96.

Las escaleras que conectan las oficinas con el almacén está prevista para una evacuación descendiente, por lo que se empleará la siguiente fórmula:

$$A = P/160$$

Donde

A es la anchura, en metros

P es la ocupación

$$A = \frac{24}{160} = 0,15 m$$

La anchura mínima es 0,15 m, pero se establecerá una anchura de 1 m.

La anchura de las puertas y pasillos está determinada por la siguiente expresión:

$$A = P/200$$

Puertas de oficina:

$$A = \frac{6}{200} = 0,03 m$$

Pasillo:

$$A = \frac{24}{200} = 0,08 \text{ m}$$

Salida de emergencia:

$$A = \frac{74}{200} = 0,37 \text{ m}$$

Se establecerá una anchura de puertas de oficina y salida de emergencia de 80 cm y 2 m para el pasillo.

2.8. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.

Se dispondrá de un sistema de ventilación y eliminación de humos debido al camión que transita por el interior de la nave industrial.

Se tomará una superficie aerodinámica de 0,5 m² /100 m² repartidos uniformemente. Por lo que se dispondrá de 10 m² de superficie de ventilación.

3. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

3.1. Sistemas manuales de alarma de incendio

Se instalará un sistema manual de alarma de incendio ya que la normativa exige su instalación si no hay sistema automático de detección de incendio, y esto último no es necesario ya que es una nave tipo C y riesgo intrínseco bajo.

3.2. Sistema de comunicación de alarma

No es necesario un sistema de comunicación de alarma ya que la superficie de la nave es inferior a 10000m².

3.3. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

No será necesario un sistema de abastecimiento de agua contra incendios para una instalación tipo C de riesgo intrínseco bajo.

3.4. Sistemas de hidrantes exteriores

Según la siguiente tabla, para una configuración tipo C y riesgo intrínseco bajo no es necesaria la instalación de hidrantes exteriores.

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SI	
	≥ 1000	SI*	SI	
B	≥ 1000	NO	NO	SI
	≥ 2500	NO	SI	SI
	≥ 3500	SI	SI	SI
C	≥ 2000	NO	NO	SI
	≥ 3500	NO	SI	SI
D o E	≥ 5000	SI	SI	SI
	≥ 15000	SI	SI	SI

Tabla 5. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco

3.5. Extintores de incendio

Primero, para conocer la clase de fuego del sector de incendio se recurrirá al Real Decreto 1942/1993, en el que se adjunta la siguiente tabla proveniente del Apéndice 1.

TABLA I-1
Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010):			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Tabla 6. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Se trata de una clase de fuego A, por lo que se usará la siguiente tabla:

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso).

Tabla 7. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A

Se colocarán 10 extintores a tresbolillo en las paredes, de manera que cada uno abarque una superficie de 200 m² y la distancia del punto más lejano a un extintor sea 13,12 m.

3.6. Sistemas de bocas de incendio equipadas

No son necesarias para un establecimiento tipo C y riesgo intrínseco bajo.

3.7. Sistemas de columna seca

No es necesario para un riesgo intrínseco bajo.

3.8. Sistemas de rociadores automáticos de agua

No son necesarias para un establecimiento tipo C y riesgo intrínseco bajo.

3.9. Sistemas de agua pulverizada

No será necesaria su instalación debido al bajo riesgo.

3.10. Sistemas de espuma física

No será necesaria su instalación debido a que no manipulan líquidos inflamables.

3.11. Sistemas de extinción por polvo

No es necesaria su instalación por normativa.

3.12. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

No será necesaria su instalación ya que, según el Real Decreto 2267/2004, solo es necesaria si constituyen recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

3.13. Sistemas de alumbrado de emergencia

Para un riesgo intrínseco bajo, solo será necesaria su instalación para una ocupación de 25 personas o más. En la zona de oficinas la ocupación es menor a 25 personas. En la zona de almacén no se considerará debido a la luz natural que recibe la nave mediante los lucernarios.



4. Bibliografía

Real Decreto 2267/2004 Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE
INDUSTRIAL PARA ALMACENAR
MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN
SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)***

ANEXO V - PAVIMENTO

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



Contenido

1. Introducción	1
2. Superficie del pavimento	1
3. Categoría de tráfico	1
4. Tipo de explanada	1
5. Selección de la explanada	2
6. Características del hormigón de firme	2
7. Juntas longitudinales.....	3
8. Juntas transversales	3
9. Bibliografía	4



Índice de tablas

Tabla 1. Categorías del tráfico pesado 1
Tabla 2. Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga 1

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Tipo de la explanada..... 2
Ilustración 2. Secciones de firme 2

1. Introducción

El rasgo más característico del pavimento a dimensionar es que debe soportar la carga del tráfico que transita en el interior de la nave. Debido a ello, el pavimento se dimensionará acorde a la norma 6.1. IC: Secciones de firme.

2. Superficie del pavimento

Se pavimentará el interior de la nave industrial, las zonas por donde circulará el camión (vía) y el aparcamiento.

3. Categoría de tráfico

La composición del pavimento será función del número de vehículos pesados que transiten sobre él. Se empleará la siguiente tabla para determinar su categoría:

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	$\geq 4\ 000$	$< 4\ 000$ $\geq 2\ 000$	$< 2\ 000$ ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Tabla 1. Categorías del tráfico pesado

Se supondrá que transitarán entre 25 y 50 vehículos pesados al día.

4. Tipo de explanada

Según la norma, hay 3 categorías de explanada, E1, E2 y E3. Dichas categorías se diferencian según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 «Ensayo de carga con placa».

TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Tabla 2. Módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga

Se seleccionará la categoría E2.

5. Selección de la explanada

Se consultará la FIGURA 1. "FORMACIÓN DE LA EXPLANADA". Para los suelos inadecuados y marginales y un tipo de explanada E2 se corresponden los suelos mostrados a continuación, donde el perfil seleccionado es el perfil geotécnico real de la parcela: La primera capa es marginal, pero debe ser estabilizada con cal o cemento. La segunda capa es la capa de arena, que es tolerable.

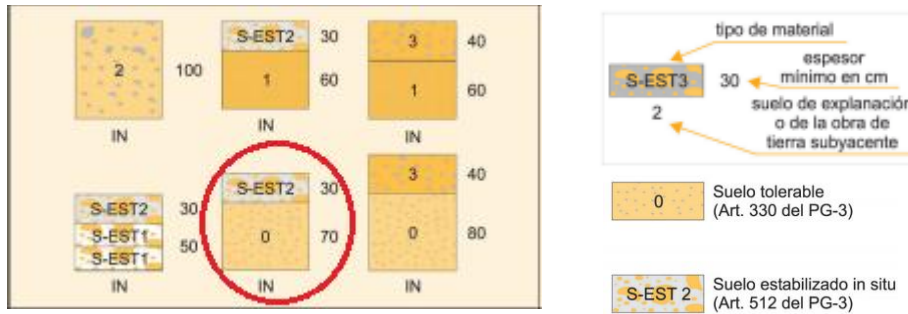


Ilustración 1. Tipo de la explanada

Para determinar la sección del pavimento, se recurrirá a la FIGURA 2.2. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 Y T32) Y T4 (T41 Y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA. Para una categoría de tráfico pesado T41 y una categoría de explanada E2 se tiene el siguiente recuadro.

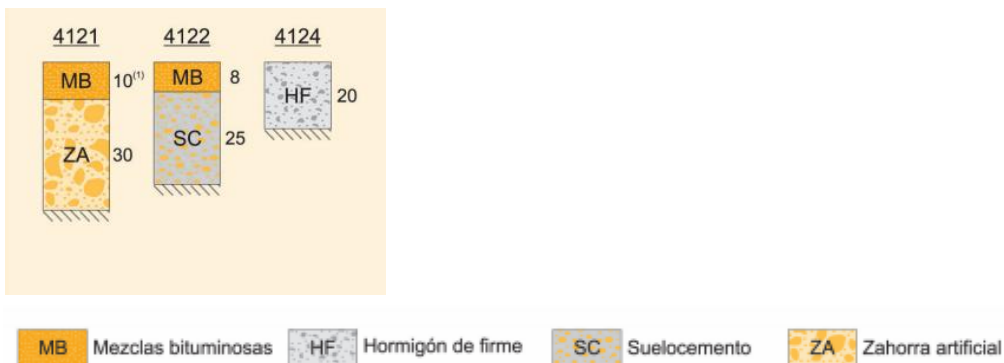


Ilustración 2. Secciones de firme

Se seleccionará la opción de 20 cm de hormigón de firme, sobre una capa de suelo estabilizado.

6. Características del hormigón de firme

El hormigón de firme cumplirá las siguientes condiciones:

- El pavimento será de hormigón en masa
- Se utilizará hormigón tipo HF-4,0
- El hormigón debe cumplir las especificaciones dadas en el artículo 550 del PG-3
- En el exterior de la nave habrá una pendiente del 1% para la evacuación de la escorrentía superficial.



7. Juntas longitudinales

Se ejecutarán juntas longitudinales de alabeo cada 3,5 m, haciéndolas coincidir en la separación del carril de circulación del resto de pavimento. Se proyectarán perpendicularmente a la junta longitudinal, barras corrugadas de unión de 12 mm de diámetro, 80 cm de longitud y espaciadas 1 m. Se dispondrán a la mitad del espesor de la losa y simétricas respecto de la junta. Practicando un cajeado, se introducirá un cordón sintético. Se introducirá a presión un perfil elastomérico.

8. Juntas transversales

Se ejecutarán juntas transversales cada 3,5m sin pasadores. Se realizarán por aserrado, con una anchura de corte no superior a 4 mm, y profundidad no inferior al cuarto del espesor de la losa. Se realizará un sellado (mismo procedimiento que en las juntas longitudinales) ya que se sitúa en una zona pluviométrica lluviosa (Zona 2).

Por lo tanto, se dispondrán de losas $3,5 \times 3,5 \text{ m}^2$.



9. Bibliografía

Norma 6.1. IC: Secciones de firme

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO VI – CERRAMIENTOS

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

Contenido

1. Cubierta	1
1.1. Introducción	1
1.2. Características	1
1.3. Sección transversal.....	2
1.4. Montaje	2
1.5. Cargas externas	2
2. Fachada	3
2.1. Introducción	3
2.2. Características	3
2.3. Sección transversal.....	4
2.4. Montaje	4
2.5. Cargas externas	4
3. Lucernarios	5
3.1. Introducción	5
3.2. Características	5
3.3. Sección transversal.....	5
4. Ventanas.....	5
5. Bibliografía	6

Índice de tablas

Tabla 1. Características técnicas de la cubierta	1
Tabla 2. Transmisión térmica de la cubierta	1
Tabla 3. Dimensionamiento del espesor en función de la luz y la acción del viento	4

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Sección transversal de la cubierta.....	2
Ilustración 2. Montaje de los paneles Sandwich en la cubierta	2
Ilustración 3. Dimensionamiento del espesor en función de la luz y la acción del viento.....	3
Ilustración 4. Características técnicas de la fachada.....	3
Ilustración 5. Sección transversal de la fachada	4
Ilustración 6. Montaje de los paneles Sandwich en la fachada	4
Ilustración 7. Sección transversal de la fachada	5

1. Cubierta

1.1. Introducción

Para la cubierta se ha seleccionado el panel 3 grecas, por las razones mencionadas en el Anexo de alternativas. Se dimensionará el espesor del panel en función de la luz de los apoyos y de la carga de viento, ambos parámetros determinados en el Anexo de Cálculos.

1.2. Características

- Las grecas dotan a la cubierta de una mayor resistencia
- El aislante es de poliuretano (PUR) y poli-isocionurato (PIR) de alta densidad, a 40 kg/m³
- La cara exterior e interior son de acero prelacado

A continuación, se mostrarán las características técnicas:

	Espesor del panel (mm)		
	30	40	50
Longitud del panel (mm)	Estándar de 2500 mm a 16000 mm		
Anchura del panel (mm)	1000 mm		
Densidad del núcleo (kg/m ³)	40 kg/m ³ (± 2)		
Conductividad térmica (W/mK)	PUR 0,023 W/mK / PIR 0,022 W/mK		
Coefficiente de transmisión térmica (W/m ² K)PUR	0,69	0,53	0,44
Paneles por paquete estándar	14	12	10
Peso del panel (kg) por metro lineal EspesorAcero:0,5 mm ± 0,1mm	10,60 ± 2	11,00 ± 2	11.40 ± 2
SBI Clasificación al fuego (PUR-UNE 13501-1)	Bs3d0/ Cs3d0		
SBI Clasificación al fuego (PIR-UNE 13501-1)	Bs2d0		

Tabla 1. Características técnicas de la cubierta

La transmisión térmica se muestra a continuación:

Espesor	Transmisión Térmica		Peso Panel
	mm	Kcal/m ² h °C	
30	0,58	0,68	10,60
40	0,45	0,53	11,00
50	0,36	0,43	11,40
60	0,30	0,36	11,80
80	0,23	0,27	12,20
100	0,18	0,21	13,40

Tabla 2. Transmisión térmica de la cubierta

1.3. Sección transversal

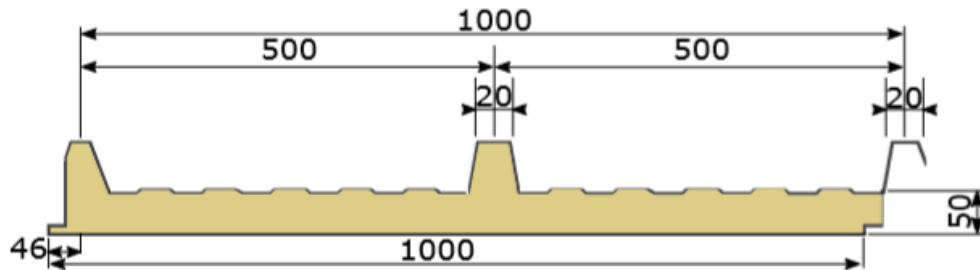


Ilustración 1. Sección transversal de la cubierta

1.4. Montaje

En la unión entre las placas adyacentes se debe asegurar un correcto solape. La fijación se realiza mediante la tornillería autotaladrante y se fija directamente a la estructura. Se debe asegurar la máxima estanqueidad. Por último, se recomienda realizar los remates necesarios para aislar por completo el núcleo aislante y garantizar su protección el mayor tiempo posible.

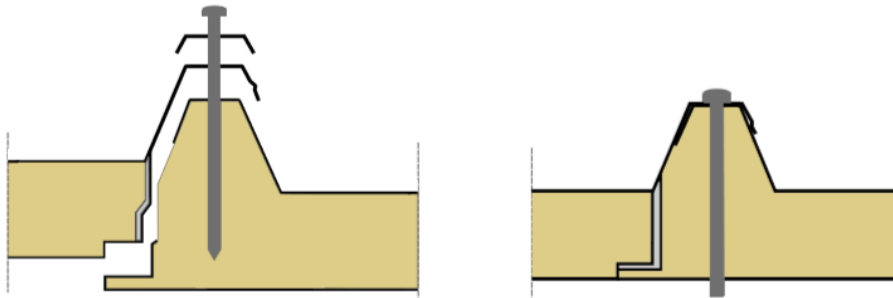


Ilustración 2. Montaje de los paneles Sandwich en la cubierta

1.5. Cargas externas

Basándose en el Anexo de Cálculos, la hipótesis más desfavorable de presión es en una situación de viento lateral y máxima succión interior:

$$0,161 \frac{kN}{m^2} + 0,425 \frac{kN}{m^2} = 0,586 \frac{kN}{m^2}$$

La hipótesis más desfavorable de succión es una situación de viento longitudinal y máxima presión interior:

$$1,128 \frac{kN}{m^2} + 0,595 \frac{kN}{m^2} = 1,723 \frac{kN}{m^2}$$

Se dimensionará tomando como referencia la situación más desfavorable a succión.

Espesor (mm)	Luz (m) para 2vanos															
	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4
30	231	188	157	135	118	105	93	85	78	70	65	60	54	47	41	36
40	253	205	172	147	129	115	101	93	85	78	71	65	61	57	51	45
50	275	223	186	160	139	123	112	102	92	84	77	72	66	62	58	55
60	340	310	280	250	225	200	180	160	150	140	120	110	100	93	87	80
80	360	340	310	290	270	250	230	210	190	170	160	150	140	130	120	110

Ilustración 3. Dimensionamiento del espesor en función de la luz y la acción del viento

Tomando como luz 1 m, tal y como se analizará en el Anexo de Cálculos, y como fuerza de viento $172,3 \frac{daN}{m^2}$, el valor se redondea, el espesor será de 30 mm.

2. Fachada

2.1. Introducción

En este apartado se expondrán las características del modelo seleccionado de la fachada y se determinará la luz de las correas de fachada en función del espesor asignado y la carga de viento calculada en su anejo correspondiente.

2.2. Características

- La cara exterior e interior es de acero precalado
- El aislante es de poliuretano (PUR) y poli-isocionurato (PIR) de alta densidad, a 40 kg/m³
- Se optará por un panel de 30 mm de espesor
- El montaje se realizará en paneles de 5 x 1 m²

A continuación, se mostrarán las características técnicas:

	Espesor del panel (mm)				
	30	40	50	60	80
Longitud del panel (mm)	Estándar de 2500 mm a 16000 mm				
Anchura del panel (mm)	1000 mm				
Densidad del núcleo (kg/m ³)	40 kg/m ³ (± 2)				
Conductividad térmica (W/mK)	0,025				
Coefficiente de transmisión térmica (W/m ² K)	0,59	0,52	0,44	0,37	0,22
Peso (kg)	10,80 kg/m ²				
SBI Clasificación al fuego (MP PUR B2)	Cs3d0(estándar del PUR)				

Ilustración 4. Características técnicas de la fachada

2.3. Sección transversal

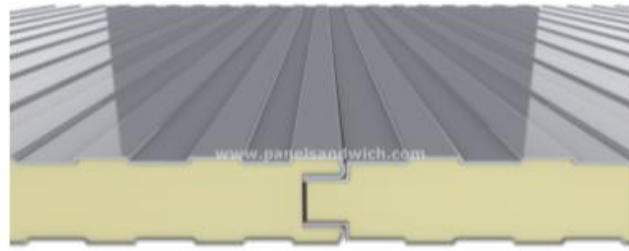


Ilustración 5. Sección transversal de la fachada

2.4. Montaje

La unión entre paneles adyacentes se realizará mediante un sistema machihembrado simple, y además se fijará mediante tornillería autotaladrante. De esta manera, se reducirán las posibilidades de filtraciones, humedades o fugas térmicas y se conseguirá una estructura fuerte y resistente.

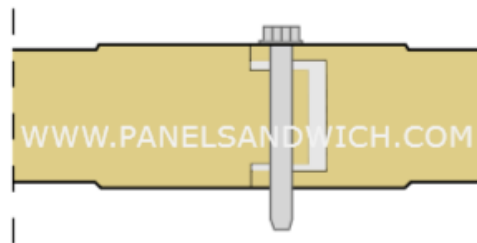


Ilustración 6. Montaje de los paneles Sandwich en la fachada

2.5. Cargas externas

Basándose en el Anexo de Cálculos, la hipótesis más desfavorable de presión es en una situación de viento lateral y máxima succión interior:

$$0,555 \frac{kN}{m^2} + 0,425 \frac{kN}{m^2} = 0,98 \frac{kN}{m^2}$$

La hipótesis más desfavorable de succión es una situación de viento longitudinal y máxima presión interior:

$$0,438 \frac{kN}{m^2} + 0,595 \frac{kN}{m^2} = 1,033 \frac{kN}{m^2}$$

Se dimensionará tomando como referencia la situación más desfavorable a succión.

Espesor (mm)	Luz (m) para 2vanos												
	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8
30	157/157	136/136	120/120	107/107	92/97	75/88	63/81	53/74	46/63	40/55	35/48	31/43	28/38
40	172/172	149/149	131/131	117/117	105/105	96/96	88/88	75/82	64/76	56/71	49/67	43/60	38/53
50	187/187	162/162	142/142	135/126	132/113	117/103	106/95	90/94	77/93	67/87	59/81	51/73	46/64

Tabla 3. Dimensionamiento del espesor en función de la luz y la acción del viento

Tomando luz 1 m y como fuerza de viento $103,3 \frac{daN}{m^2}$, el espesor será de 30 mm

3. Lucernarios

3.1. Introducción

Se instalarán en la cubierta una serie de lucernarios que proporcionará a la nave luz natural y calor.

Se instalarán en toda la anchura de la nave, en el punto medio entre dos pórticos, tal y como se muestra en los planos 34 y 6 del Documento 3: Planos.

3.2. Características

- Material: policarbonato celular
- Espesor: 30 mm
- Longitud máxima: 12 m
- Instalación sencilla
- Evita filtraciones y humedades en las uniones con la cubierta

3.3. Sección transversal

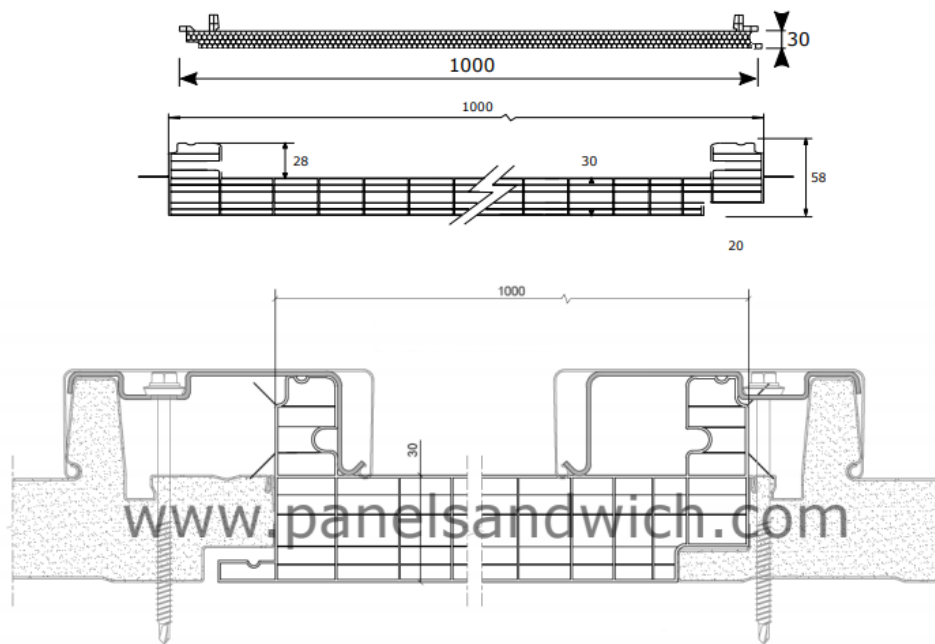


Ilustración 7. Sección transversal de la fachada

4. Ventanas

Se colocarán ventanas en la fachada lateral con el objetivo de iluminar y ventilar las oficinas. Se colocarán 2 en cada oficina y sus dimensiones serán de 2 m de ancho y 1,1 m de alto. Se dejará una distancia de seguridad de 1,1 m sobre el forjado, tal como exige el CTE.

5. Bibliografía

- Lucernario, paneles Sandwich de fachada y cubierta. Panel Sandwich Group, empresa destinada a la fabricación y venta online de paneles Sandwich para cubiertas y fachadas. Disponible en: <http://panelsandwich.org/>
https://www.panelsandwich.com/NUEVAS%20FICHAS%20PSG/Panel_Sandwich_3_Grecas.pdf
<https://www.paneldesandwich.es/panel-sandwich-fachada-de-tornilleria-vista>
- Dimensiones de las ventanas. Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad del CTE (DBSUA)



TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO VII - CÁLCULOS

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018



Contenido

1. Acciones.....	1
1.1. Acciones variables	1
1.1.1. Sobrecarga de uso	1
1.1.2. Sobrecarga de nieve	1
Determinación de la carga de nieve	2
1.1.3. Acción del viento	2
Determinación de la presión estática.....	2
Determinación del coeficiente de exposición	3
Determinación del coeficiente eólico.....	4
Cálculo de presión y succión.....	8
1.2. Acciones accidentales.....	9
1.2.1. Sismo	9
1.2.2. Incendio	10
1.2.3. Impacto.....	10
2. Generador de pórticos	10
2.1. Correas.....	10
2.1.1. Datos de la obra.....	10
2.1.2. Normas y combinaciones	10
2.1.3. Aceros en perfiles	11
2.1.4. Correas de la estructura 1	11
2.1.4.1. Datos de correas de cubierta (Estructura 1).....	11
2.1.4.2. Comprobación de resistencia en correas de cubierta(Estructura 1).....	11
2.1.4.3. Barra pésima en cubierta (Estructura 1)	12
2.1.4.4. Comprobación de flecha en las correas de fachada (Estructura 1).....	21
2.1.4.5. Datos de correas laterales (Estructura 1)	21
2.1.4.6. Comprobación de resistencia de correas laterales (Estructura 1)	21
2.1.4.7. Barra pésima en lateral (Estructura 1).....	22
2.1.4.8. Comprobación de flecha de correas laterales (Estructura 1).....	31
2.1.5. Correas de la estructura 2	31
2.1.5.1. Datos de las correas de cubierta (Estructura 2)	32
2.1.5.2. Comprobación de resistencia de las correas de cubierta (Estructura 2).....	32
2.1.5.3. Barra pésima en cubierta (Estructura 2)	32
2.1.5.4. Comprobación de flecha de las correas de cubierta (Estructura 2)	42
2.1.5.5. Datos de las correas laterales (Estructura 2).....	42
2.1.5.6. Comprobación de resistencia de las correas laterales (Estructura 2)	42
2.1.5.7. Barra pésima en lateral (Estructura 2).....	42
2.1.5.8. Comprobación de flecha de las correas laterales (Estructura 2).....	52



3.	Cype 3D.....	52
3.1.	Normas consideradas	52
3.2.	Categoría de uso.....	52
3.3.	Estados límite	53
3.3.1.	Situaciones de proyecto	53
4.	Estructura	56
4.1.	Geometría.....	56
4.1.1.	Barras.....	56
4.2.	Hipótesis de esfuerzos en barras.....	65
4.2.1.	Esfuerzos de las barras	65
4.3.	Flechas	82
4.3.1.	Tabla de flechas de la estructura 1.....	82
4.3.2.	Tabla de flechas de la estructura 2.....	85
4.4.	Comprobaciones de los elementos	90
4.4.1.	Resumen de las comprobaciones de la estructura 1.....	90
4.4.2.	Resumen de las comprobaciones de la estructura 2.....	93
4.4.3.	Barra N60/N59.....	97
4.4.4.	Barra N11/N12.....	108
4.5.	Zapatas	123
4.5.1.	Zapatas de la estructura 2	123
4.5.2.	Zapatas de la estructura 1	125
4.5.3.	Comprobación	126
4.6.	Vigas de atado	128
4.7.	Uniones.....	129
4.7.1.	Tipo 2 (Unión dintel y pilar – Estructura 2)	129
4.7.2.	Tipo 9 (Unión dinteles en cumbrera – Estructura 2)	133
4.7.3.	Tipo 13 (Unión dinteles en cubierta – Estructura 2)	136
4.7.4.	Tipo 14 (Unión dintel y pilar en pórtico intermedio – Estructura 1)	139
4.7.5.	Tipo 24 (Detalle forjado – Estructura 2)	144
4.7.6.	Tipo 25 (Detalle forjado – Estructura 2)	147
4.7.7.	Tipo 25 (Estructura 1)	150
4.7.8.	Tipo 28 (Detalle forjado - Estructura 2).....	153
4.7.9.	Tipo 29 (Detalle forjado - Estructura 2).....	156
4.7.10.	Tipo 30 (Detalle forjado - Estructura 2).....	159
4.7.11.	Tipo 35 (Detalle forjado - Estructura 2).....	162
4.7.12.	Tipo 36 (Detalle forjado - Estructura 2).....	165
4.7.13.	Tipo 37 (Detalle forjado - Estructura 2).....	168
4.7.14.	Tipo 40 (Detalle forjado - Estructura 2).....	170



4.7.15.	Tipo 55 (Unión tirante - Estructura 2)	173
4.7.16.	Tipo 57 (Unión tirante - Estructura 2)	174



Índice de tablas

Tabla 1. Valores característicos de las sobrecargas de uso	1
Tabla 2. Valores característicos de la sobrecarga de uso	1
Tabla 3. Coeficiente para tipo de entorno	3
Tabla 4. Situación de los perfiles de las barras.....	56

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Paramentos verticales	4
Ilustración 2. Dirección del viento entre 45 y 135º	6
Ilustración 3 Dirección del viento entre -45º y 45º	7
Ilustración 4. Acciones más desfavorables	9
Ilustración 5. Esquema del pórtico de la estructura 1.....	11
Ilustración 6. Esquema del pórtico de la estructura 2.....	32
Ilustración 7. Representación de los pórticos y las barras	56

1. Acciones

1.1. Acciones variables

1.1.1. Sobrecarga de uso

Según el DB SE-AE, la sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. En cuanto a la cubierta, se empleará un panel sandwich.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁹⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

En cuanto a la sobrecarga de las oficinas, se tomará el siguiente valor:

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁹⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 2. Valores característicos de la sobrecarga de uso

1.1.2. Sobrecarga de nieve

Este valor depende del clima, el tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma de la cubierta, del viento y del intercambio de calor con el exterior.

Al ser una cubierta no transitable, no se tendrá en cuenta las acumulaciones debidas a redistribuciones artificiales de nieve.

Determinación de la carga de nieve

La carga de nieve por valor de superficie, q_n , se puede calcular con la siguiente expresión:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Donde

μ es el coeficiente de forma

S_k es el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal

S_k se deducirá a partir del Anejo E. La altitud de la parcela es de 5 metros, se supondrá una altitud de 0 metros. Según la Figura E.2, la zona climática de invierno de Sestao corresponde a la zona 1. Con estos 2 se utilizará la Tabla E.2 valores se obtiene una sobrecarga de nieve en un terreno horizontal de $0,3 \frac{kN}{m^2}$.

El coeficiente de forma μ tiene un valor de 1 ya que la cubierta tiene una inclinación menor a 30° .

$$q_n = 1 \cdot 0,33 \frac{kN}{m^2} = 0,33 \frac{kN}{m^2}$$

1.1.3. Acción del viento

Se calculará la acción del viento únicamente sobre la estructura 2.

Para el cálculo de la acción del viento, se utilizará la siguiente fórmula:

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

Donde

q_e es la presión estática del viento, en $\frac{kN}{m^2}$

q_b es la presión dinámica del viento, en $\frac{kN}{m^2}$

c_e es el coeficiente de exposición. Varía con la altura del punto considerado.

c_p es el coeficiente eólico. Depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento

Determinación de la presión estática

De manera simplificada, q_e se puede tomar como $0,5 \frac{kN}{m^2}$. Sin embargo, se calculará mediante el Anejo D para una mayor precisión ya que se tendrá en cuenta el emplazamiento.

La presión dinámica del viento puede tomarse usando: $q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$

Donde

δ es la densidad del aire; $1,25 \frac{kg}{m^3}$

v_b^2 es el valor básico de la velocidad del viento. Según la figura D1, a la zona C le corresponde una velocidad básica de viento de $29 \frac{m}{s}$.

Entonces, $q_b = 0,5 \cdot 1,25 \frac{kg}{m^3} \cdot (29 \frac{m}{s})^2 = 0,525 \frac{kN}{m^2}$.

Determinación del coeficiente de exposición

Para calcular el coeficiente de exposición que se usará para calcular la presión y succión interior se hará lo siguiente.

Se calculará el centro de gravedad de los huecos en la cara longitudinal y transversal:

$$c. d. g \cdot long = 8.2 \text{ m}$$

$$c. d. g \cdot trans = 3 \text{ m}$$

Mediante la Tabla 3.4., escogiendo grado de aspereza IV, se deducirá el coeficiente correspondiente a dichos centros de gravedad.

$$c. d. g \cdot long \rightarrow c_e = 1,62$$

$$c. d. g \cdot trans \rightarrow c_e = 1,3$$

Para calcular el c_e de la cubierta y los paramentos verticales se recurrirá al Anejo D.

Para alturas menores a 200m, c_e se puede calcular con la siguiente expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln(\max(z, Z)/L)$$

Donde

Z son las siguientes alturas

$$z_1 = 9/2 = 4,5 \text{ m}$$

$$z_2 = 9 + (3/2) = 10,5 \text{ m}$$

$$z_3 = 12/2 = 6 \text{ m}$$

$$z_4 = (9 + 1,5)/2 = 5,25 \text{ m}$$

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 3. Coeficiente para tipo de entorno

k, L y Z son parámetros de la siguiente tabla, en el que el grado de aspereza es IV

Por lo que, para vigas:

$$F = 0,22 \ln(\max(10,5; 5)/0,3)$$

$$F = 0,7821$$

$$c_e = 0,7821 \cdot (0,7821 + 7 \cdot 0,22)$$

$$c_e = 1,8161$$

$$F = 0,22 \ln\left(\frac{\max(6; 5)}{0,3}\right) = 0,659$$

$$c_e = 0,659 \cdot (0,659 + 7 \cdot 0,22) = 1,449$$

Determinación del coeficiente eólico

Para determinar el coeficiente eólico referente a la presión interior se utilizará la siguiente tabla:

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

Se tomarán los valores extremos del porcentaje de área de huecos 0 y 1, y sabiendo que:

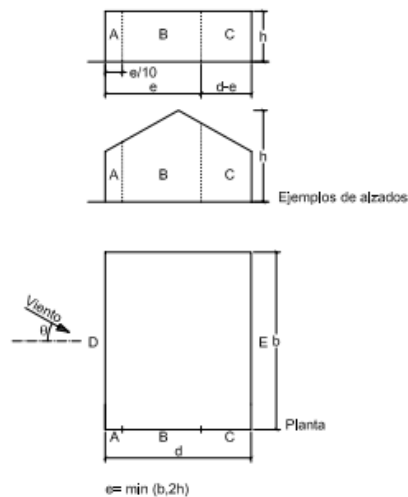
$$e_{cara transversal} = \frac{12}{25} = 0,48 < 1$$

$$e_{cara longitudinal} = \frac{9}{80} = 0,115 < 1$$

Por lo que $c_{p \text{ presión}} = 0,7$ y $c_{p \text{ succión}} = -0,5$

Para calcular el coeficiente eólico de los paramentos verticales se recurrirá a la Tabla D.3 del Anejo D:

Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Ilustración 1. Paramentos verticales

Para un viento transversal, se calcularán los parámetros de la anterior imagen:



$$e = \min(b, 2h) = \min(80, 2 \cdot 12) = 24 \text{ m}$$

$$A = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ m} \quad C = 1 \text{ m} \quad B = d - C - A = 21,6 \text{ m} \quad D = E = 80 \text{ m}$$

A continuación, se recurrirá a la anterior tabla:

$$A > 10 \text{ m}^2$$

$$\frac{h}{d} = \frac{12}{25} = 0,48$$

$$c_{pA} = -1,2 \quad c_{pB} = -0,8 \quad c_{pC} = -0,5$$

Para simplificar:

$$c_{pABC} = \frac{c_{pA} \cdot A + c_{pB} \cdot B + c_{pC} \cdot C}{d} = -0,8264 \text{ m}$$

Para determinar c_{pD} y c_{pE} se interpolará entre 0,25 y 1:

$$c_{pD} = -0,73 \quad c_{pE} = -0,361$$

Para un viento longitudinal:

$$e = \min(b, 2h) = \min(25, 2 \cdot 9) = 18 \text{ m}$$

$$A = \frac{e}{10} = 1,8 \text{ m} \quad B = d - C - A = 16,2 \text{ m} \quad C = d - e = 62 \text{ m} \quad D = E = 25 \text{ m}$$

$$A > 10 \text{ m}^2 \text{ y } \frac{h}{d} = 0,0875 < 0,25, \text{ por lo que:}$$

$$c_{pA} = -1,2 \quad c_{pB} = -0,8 \quad c_{pC} = -0,5 \quad c_{pD} = 0,7 \quad c_{pE} = -0,3$$

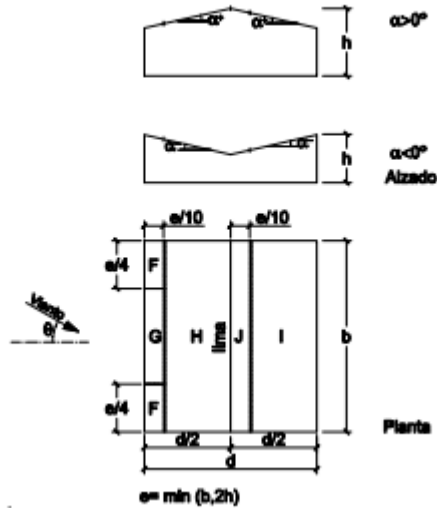
$$c_{pABC} = -0,5765$$

Con la misma mecánica, se calcularán los coeficientes eólicos para la cubierta.

Para un viento longitudinal se usará la siguiente tabla:

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	-0,6	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-1,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
60°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
75°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3

Ilustración 3 Dirección del viento entre -45° y 45°

$$e = 24 \text{ m} \quad F = 14,4\text{m}^2 \quad G = 163,2\text{m}^2 \quad H = I = 808\text{m}^2 \quad J = 192\text{m}^2$$

En este caso se generan 2 hipótesis. En ambas se interpolará entre 5° y 15° en cada uno de los términos y se simplificarán en c_{pFG} y c_{HIJ} .

	Hipótesis N°1	Hipótesis N°2
c_{pF}	-1,0208	0,1698
c_{pG}	-0,8604	0,1698
c_{pH}	-0,3453	0,1698
c_{pI}	-0,4302	-0,0906
c_{pJ}	-0,8188	-0,0906
c_{pFGH}	-0,4405	0,1698
c_{IJ}	-0,5048	-0,0906



Cálculo de presión y succión

Primero de todo, comprobaremos si la estructura es o no es una marquesina. Para ello, calcularemos la proporción de huecos de una de las fachadas transversales.

$$\% = \frac{A_{HUECOS}}{A_{TOTAL}} \cdot 100 = \frac{30}{262,5} \cdot 100 = 11,42\%$$

11,42 < 30%, por lo que no se trata de una marquesina.

Cálculo de la presión y succión interior

Viento longitudinal

$$\text{Máxima presión interior: } q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 0,478 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Máxima succión interior: } q_e = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,3 \cdot (-0,5) = -0,341 \frac{kN}{m^2}$$

Viento transversal

$$\text{Máxima presión interior: } q_e = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,62 \cdot 0,7 = 0,595 \frac{kN}{m^2}$$

$$\text{Máxima succión interior: } q_e = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,62 \cdot (-0,5) = -0,425 \frac{kN}{m^2}$$

Cálculo de la presión y succión de los paramentos verticales

Viento longitudinal

$$\text{Barlovento: } q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pD} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,449 \cdot (-0,3) = -0,228$$

$$\text{Sotavento: } q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pE} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,449 \cdot 0,7 = 0,533$$

$$\text{Laterales: } q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pABC} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,449 \cdot (-0,5765) = -0,438$$

Viento transversal

$$\text{Barlovento: } q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pD} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,449 \cdot (-0,73) = -0,555$$

$$\text{Sotavento: } q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pE} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,449 \cdot (-0,361) = -0,274$$

$$\text{Laterales: } q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pABC} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,449 \cdot (-0,8264) = -0,628$$

Cálculo de la presión y succión de la cubierta

Viento longitudinal

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pFGHI} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,8161 \cdot (-1,184) = -1,128$$

Viento transversal

1º hipótesis

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pFGH} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,8161 \cdot (-0,4405) = -0,419$$

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pIJ} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,8161 \cdot (-0,5048) = -0,481$$

2º hipótesis

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pFGH} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,8161 \cdot 0,1698 = 0,161$$

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_{pIJ} = 0,525 \frac{kN}{m^2} \cdot 1,8161 \cdot (-0,0906) = -0,086$$

Los resultados más desfavorables quedan de la siguiente manera:

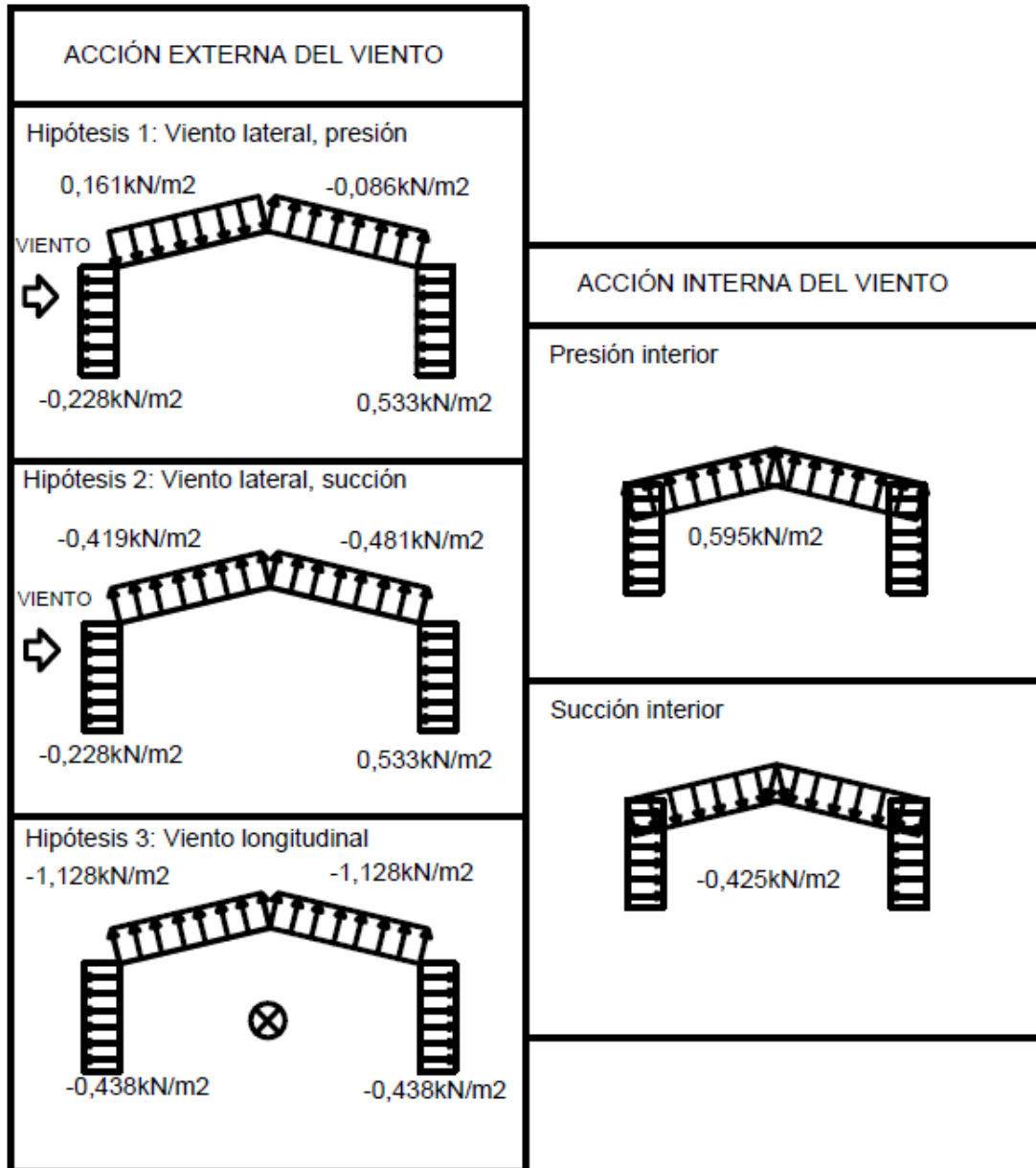


Ilustración 4. Acciones más desfavorables

1.2. Acciones accidentales

1.2.1. Sismo

Según la Norma de construcción sismorresistente NSCE, nuestro caso no requiere la aplicación de la norma ya que, en el emplazamiento de la nave, la aceleración sísmica básica α_b es inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.



1.2.2. Incendio

Las acciones debidas a agresiones térmicas se acotan mediante el DB-SI.

Se considerará que la estructura metálica tenga una resistencia al fuego de R90.

1.2.3. Impacto

Se acota mediante el DB-SI. En este proyecto no se considerará esta acción.

2. Generador de pórticos

2.1. Correas

A partir de este punto, se procederá a realizar el cálculo de la estructura mediante el programa CYPECAD. Se utilizará el programa interno "Generador de pórtico" para dimensionar las correas.

2.1.1. Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.00 m

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 11.00 kg/m²

- Sobrecarga del cerramiento: 0.00 kg/m²

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 11.00 kg/m²

2.1.2. Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Datos de viento

Normativa: CTE DB SE-AE (España)

Zona eólica: A

Grado de aspereza: I. Borde del mar o de un lago

Periodo de servicio (años): 50

Profundidad nave industrial: 45.00

Con huecos:

- Área izquierda: 0.00

- Altura izquierda: 0.00

- Área derecha: 0.00

- Altura derecha: 0.00

- Área frontal: 0.00

- Altura frontal: 0.00

- Área trasera: 22.50

- Altura trasera: 2.50

1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior

3 - V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

4 - V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior

5 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior

6 - V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

7 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

8 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

9 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

10 - V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior

Datos de nieve

Normativa: CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 1
 Altitud topográfica: 7.00 m
 Cubierta sin resaltos
 Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

- 1 - N(EI): Nieve (estado inicial)
- 2 - N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
- 3 - N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

2.1.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. elástico kp/cm ²	Módulo de elasticidad kp/cm ²
Acero laminado	S275	2803	2140673

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 12.50 m Luz derecha: 12.50 m Alero izquierdo: 6.00 m Alero derecho: 6.00 m Altura cumbre: 9.00 m	Pórtico rígido

2.1.4. Correas de la estructura 1

Se estudiarán las correas en la estructura 1. El esquema es el siguiente:

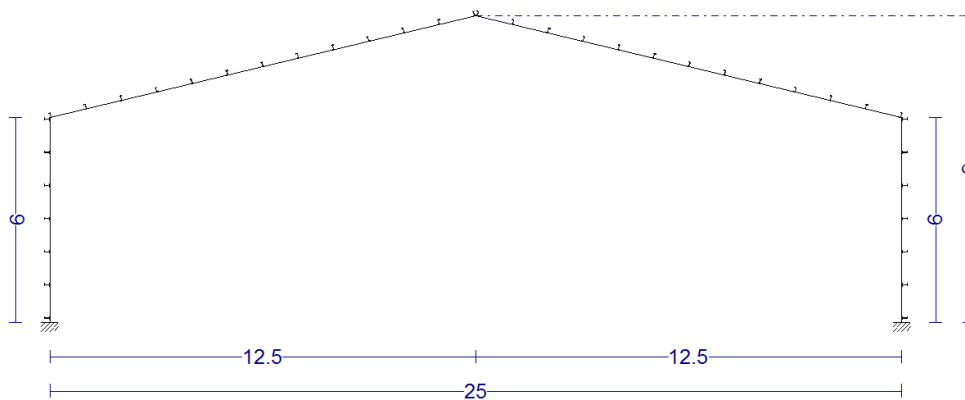


Ilustración 5. Esquema del pórtico de la estructura 1

2.1.4.1. Datos de correas de cubierta (Estructura 1)

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 140	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.10 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Cubierta no colaborante

2.1.4.2. Comprobación de resistencia en correas de cubierta(Estructura 1)



Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 97.94 %

2.1.4.3. Barra pésima en cubierta (Estructura 1)

Perfil: IPE 140 Material: S275		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)		I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
0.535, 45.000, 6.128	0.535, 40.000, 6.128	5.000	16.40	541.00	44.90	2.45	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	β	1.00	1.00	1.00	1.00		
	L _K	5.000	5.000	5.000	5.000		
	C _m	1.000	1.000	1.492	1.492		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	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 _t V _z	M _t V _y	
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.833 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 5 m η = 95.1	x: 5 m η = 2.8	x: 5 m η = 6.1	x: 5 m η = 0.1	x: 0.833 m η < 0.1	x: 0.833 m η < 0.1	x: 5 m η = 97.9	x: 0.833 m η < 0.1	x: 0 m η = 50.5	x: 5 m η = 7.3	x: 5 m η = 0.1	CUMPLE η = 97.9
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ _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 _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 _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$26.85 \leq 248.60$ ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.

h_w : $\frac{126.20}{1000}$ mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : $\frac{4.70}{1000}$ mm

A_w: Área del alma.

A_w : $\frac{5.93}{10000}$ cm²



A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.
Siendo:

$$\begin{aligned} A_{fc,ef} &: \underline{5.04} \text{ cm}^2 \\ k &: \underline{0.30} \\ E &: \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2 \\ f_{yf} &: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.300} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.951} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.535, 40.000, 6.128, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(90°) H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.708} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{C,Rd}** viene dado por:

$$M_{C,Rd} : \underline{2.357} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{0.744} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.32}$$

Siendo:

$$\phi_{LT} : \underline{2.01}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{1.65}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{0.909} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : \underline{0.876} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : \underline{0.243} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{77.29} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{44.90} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2.45} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{5.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.000} \text{ m}$$

$$C_1 : \underline{1.00}$$



C₁: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

i_{f,z}: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{1.93} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{1.93} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.028} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.535, 40.000, 6.128, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(90°) H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.015} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.061} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.535, 40.000, 6.128, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(90°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.713} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.70} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$23.87 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{23.87}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.535, 40.000, 6.128, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.



V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : \underline{0.015} \text{ t}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{16.136} \text{ t}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{10.47} \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma.

$d : \underline{126.20} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma.

$t_w : \underline{4.70} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.304 \text{ t} \leq 5.870 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 0.535, 45.000, 6.128, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : \underline{0.304} \text{ t}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.005 \text{ t} \leq 8.068 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 0.535, 45.000, 6.128, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.005} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{16.136} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.329} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.968} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.979} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.535, 40.000, 6.128, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{0.708} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.015} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{43.784} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{2.357} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.49}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.66}$$

$$\chi_z : \underline{0.08}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.32}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{3.48}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 0.535, 45.000, 6.128, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

$$0.005 \text{ t} \leq 7.026 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{0.005} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{14.052} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.505} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.535, 45.000, 6.128, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.028} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:



$$M_{T,Rd} : \underline{0.055} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.073} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.535, 40.000, 6.128, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.713} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.021} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{9.747} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{598.61} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en el nudo 0.535, 40.000, 6.128, para la combinaci3n de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(90°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p^simo.

$$V_{Ed} : \underline{0.015} \text{ t}$$

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de c3lculo p^simo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.021} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de c3lculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{13.397} \text{ t}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{16.136} \text{ t}$$

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsi3n.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{598.61} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T: M3dulo de resistencia a torsi3n.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

2.1.4.4. Comprobaci3n de flecha en las correas de fachada (Estructura 1)

Comprobaci3n de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 38.33 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.535, 5.000, 6.128

Coordenadas del nudo final: 0.535, 0.000, 6.128

El aprovechamiento p^simo se produce para la combinaci3n de hip3tesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*N(EI) + 1.00*V(0°) H4 a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa.

(I_y = 541 cm⁴) (I_z = 45 cm⁴)

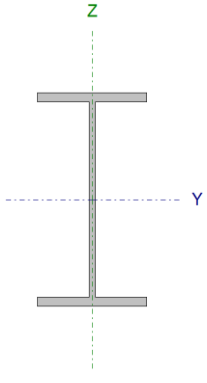
2.1.4.5. Datos de correas laterales (Estructura 1)

Datos de correas laterales	
Descripci3n de correas	Par3metros de c3lculo
Tipo de perfil: IPE 160	L3mite flecha: L / 300
Separaci3n: 1.00 m	N3mero de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijaci3n: Cubierta no colaborante

2.1.4.6. Comprobaci3n de resistencia de correas laterales (Estructura 1)

Comprobaci3n de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 92.14 %

2.1.4.7. Barra pésima en lateral (Estructura 1)

Perfil: IPE 160 Material: S275									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)		
	0.000, 40.000, 0.500	0.000, 35.000, 0.500	5.000	20.10	869.00	68.30	3.60		
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme									
	Pandeo		Pandeo lateral						
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
	β	1.00	1.00	1.00	1.00				
	L _K	5.000	5.000	5.000	5.000				
	C _m	1.000	1.000	1.492	1.492				
	C ₁	-		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ̄	λ _w	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 _t V _z	M _t V _y	
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 75.9	x: 0 m η = 16.2	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 92.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 37.1	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 0.7	CUMPLE η = 92.1
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ _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 _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 _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$29.04 \leq 250.58 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$h_w : \frac{145.20}{1} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \frac{5.00}{1} \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$A_w : \frac{7.26}{1} \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \frac{6.07}{1} \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \frac{0.30}{1}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \frac{2140673}{1} \text{ kp/cm}^2$$



f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.
Siendo:

$$f_{yf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.256} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.759} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.849} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{3.311} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{124.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{1.118} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{124.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.34}$$

Siendo:

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_{LT} : \underline{1.91}$$

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{1.59}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{1.378} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : \underline{1.310} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : \underline{0.429} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{108.63} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{68.30} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{3.60} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{5.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$$i_{f,z}^+ : \underline{2.16} \text{ cm}$$



$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^- : \underline{2.16} \text{ cm}$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.162} \checkmark$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : \underline{0.113} \text{ t}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : \underline{0.697} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z} : \underline{26.10} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.052} \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : \underline{0.776} \text{ t}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{14.899} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{9.67} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{160.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$25.44 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{25.44}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.113} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{19.792} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.84} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{145.20} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.776 \text{ t} \leq 7.450 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.776} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{14.899} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.113 \text{ t} \leq 9.896 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.113} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd} : \underline{19.792} \text{ t}$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.418} \checkmark$

$\eta : \underline{0.857} \checkmark$

$\eta : \underline{0.921} \checkmark$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(90°) H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo p^simo.

$N_{c,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}$

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^simos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed} : \underline{0.849} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : \underline{0.113} \text{ t}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd} : \underline{53.662} \text{ t}$

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y} : \underline{3.311} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{0.697} \text{ t}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 20.10 cm²

$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y} : \underline{124.00} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{26.10} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$k_y : \underline{1.00}$

$k_z : \underline{1.00}$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.49}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.75}$$

$$\chi_z : \underline{0.09}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.88}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{3.12}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

$$0.113 \text{ t} \leq 8.298 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{0.113} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{16.595} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.371} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.028} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.075} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:



W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.062} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.776} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.028} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{12.493} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{14.899} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{572.07} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 40.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : \underline{0.113} \text{ t}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : \underline{0.028} \text{ t}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{16.595} \text{ t}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd} : \underline{19.792} \text{ t}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed} : \underline{572.07} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T : \underline{4.86} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

2.1.4.8. Comprobación de flecha de correas laterales (Estructura 1)

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 43.52 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 45.000, 0.500

Coordenadas del nudo final: 0.000, 40.000, 0.500

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ)$ H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 869 \text{ cm}^4$) ($I_z = 68 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	26	334.72	13.39
Correas laterales	14	220.90	8.84

2.1.5. Correas de la estructura 2

En cuanto a la estructura 2, el esquema del pórtico es el siguiente:

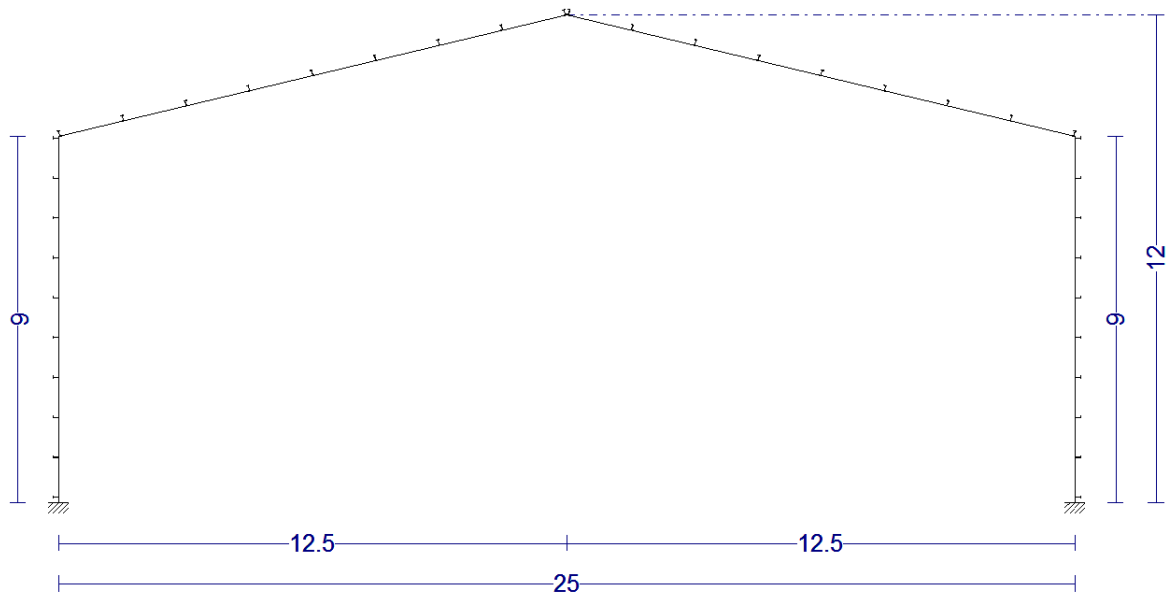


Ilustración 6. Esquema del pórtico de la estructura 2

2.1.5.1. Datos de las correas de cubierta (Estructura 2)

Los datos sobre las correas de cubierta de la estructura 2 son los siguientes:

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 140	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.60 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Cubierta no colaborante

2.1.5.2. Comprobación de resistencia de las correas de cubierta (Estructura 2)

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 97.90 %

2.1.5.3. Barra pésima en cubierta (Estructura 2)

Perfil: IPE 140
Material: S275

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	24.222, 0.000, 9.187	24.222, 5.000, 9.187	5.000	16.40	541.00	44.90	2.45
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	1.00	1.00	1.00	1.00			
L _k	5.000	5.000	5.000	5.000			
C _m	1.000	1.000	1.492	1.492			
C ₁	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	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 _t V _z		M _t V _y
pésima en cubierta	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.833 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 5 m $\eta = 94.4$	x: 5 m $\eta = 3.5$	x: 5 m $\eta = 6.4$	x: 5 m $\eta = 0.1$	x: 0.833 m $\eta < 0.1$	x: 0.833 m $\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 97.9$	x: 0.833 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.4$	x: 5 m $\eta = 7.8$	x: 5 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 97.9$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_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 _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 _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

t_w: Espesor del alma.

A_w: Área del alma.

A_{rc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E: Módulo de elasticidad.

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : \frac{126.20}{mm}$$

$$t_w : \frac{4.70}{mm}$$

$$A_w : \frac{5.93}{cm^2}$$

$$A_{rc,ef} : \frac{5.04}{cm^2}$$

$$k : \frac{0.30}{}$$

$$E : \frac{2140673}{kp/cm^2}$$

$$f_{yf} : \frac{2803.26}{kp/cm^2}$$



Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.298} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.944} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 24.222, 5.000, 9.187, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ)$ H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.703} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{2.357} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{0.744} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:



$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.32}$$

Siendo:

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_{LT} : \underline{2.01}$$

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{1.65}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{0.909} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} : \underline{0.876} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} : \underline{0.243} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{77.29} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{44.90} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2.45} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{5.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z^+} : \underline{1.93} \text{ cm}$$

$$i_{f,z^-} : \underline{1.93} \text{ cm}$$



Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 24.222, 5.000, 9.187, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ)$ H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.018} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.064} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 24.222, 5.000, 9.187, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.746} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 7.62 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 140.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 4.70 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

23.87 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 23.87

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 24.222, 5.000, 9.187, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.018 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 16.136 t



Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 10.47 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 16.40 cm²

d : Altura del alma.

d : 126.20 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 4.70 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.263 t ≤ 5.870 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 24.222, 0.000, 9.187, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.263 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 11.740 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.006 t ≤ 8.068 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 24.222, 0.000, 9.187, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.006 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 16.136 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.333} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.965} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.979} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen en el nudo 24.222, 5.000, 9.187, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p_simo.

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_simos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{0.000} \text{ t}$$

$$\mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{0.703} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}^+} : \underline{0.018} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{43.784} \text{ t}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{2.357} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{A} : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{W_{pl,z}} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k_z} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k_{y,LT}} : \underline{1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\mathbf{C_{m,y}} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.49}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.66}$$

$$\chi_z : \underline{0.08}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.32}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{3.48}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 24.222, 0.000, 9.187, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ)$ H1.

$$0.006 \text{ t} \leq 7.122 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{0.006} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{14.244} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.414} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 24.222, 0.000, 9.187, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(180^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.023} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.055} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:



f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.078 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 24.222, 5.000, 9.187, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.746 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.023 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 9.601 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 11.740 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 638.18 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 3.55 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 24.222, 5.000, 9.187, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(180°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.018 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.023 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{13.196} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$V_{pl,Rd} : \underline{16.136} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed} : \underline{638.18} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

2.1.5.4. Comprobación de flecha de las correas de cubierta (Estructura 2)

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 45.58 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.778, 5.000, 9.187

Coordenadas del nudo final: 0.778, 0.000, 9.187

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(270^\circ)$ H1 a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa. (Iy = 541 cm⁴) (Iz = 45 cm⁴)

2.1.5.5. Datos de las correas laterales (Estructura 2)

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 140	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.00 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Cubierta no colaborante

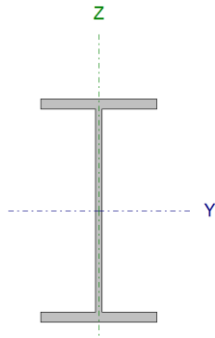
2.1.5.6. Comprobación de resistencia de las correas laterales (Estructura 2)

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 93.46 %

2.1.5.7. Barra pésima en lateral (Estructura 2)



Perfil: IPE 140
Material: S275

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	0.000, 5.000, 0.500	0.000, 0.000, 0.500	5.000	16.40	541.00	44.90	2.45
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
L _K	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000		
C _m	1.000	1.000	1.492	1.492			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ̄	λ _w	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 _t V _z		M _t V _y
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 73.9	x: 0 m η = 19.5	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 93.5	x: 0 m η < 0.1	x: 5 m η = 39.2	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 0.8	CUMPLE η = 93.5
Notación: λ̄: Limitación de esbeltez λ _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 _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 _t V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _t V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

t_w: Espesor del alma.

A_w: Área del alma.

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E: Módulo de elasticidad.

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : 126.20 \text{ mm}$$

$$t_w : 4.70 \text{ mm}$$

$$A_w : 5.93 \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : 5.04 \text{ cm}^2$$

$$k : 0.30$$

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yf} : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$



Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.233} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.739} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.550} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{2.357} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{0.744} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.32}$$

Siendo:

$$\phi_{LT} : \underline{2.01}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{1.65}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{0.909} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : \underline{0.876} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : \underline{0.243} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{77.29} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{44.90} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2.45} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{5.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{5.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z^+} : \underline{1.93} \text{ cm}$$

$$i_{f,z^-} : \underline{1.93} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.101} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.052} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.615} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 7.62 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 140.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 4.70 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

23.87 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 23.87

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.101 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 16.136 t

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 10.47 cm²

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 16.40 cm² d : Altura del alma. d : 126.20 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 4.70 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm² γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.615 t ≤ 5.870 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.615 t $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 11.740 t**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.101 t ≤ 8.068 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.101 t $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 16.136 t**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.429} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.856} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.935} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H1$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{0.550} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.101} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{43.784} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{2.357} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.49}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.66}$$

$$\chi_z : \underline{0.08}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.32}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.00}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{3.48}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

$$0.101 \text{ t} \leq 6.714 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{0.101} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{13.428} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.392} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.021} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.055} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.063} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.615} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.021} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{9.769} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{592.52} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{3.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.101} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.021} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{13.428} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$: $\underline{16.136}$ t
 $\tau_{T,Ed}$: $\underline{592.52}$ kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : $\underline{3.55}$ cm³
 f_{yd} : $\underline{2669.77}$ kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : $\underline{2803.26}$ kp/cm²
 γ_{M0} : $\underline{1.05}$

2.1.5.8. Comprobación de flecha de las correas laterales (Estructura 2)

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 56.21 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 5.000, 0.500

Coordenadas del nudo final: 0.000, 0.000, 0.500

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(270°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el segundo vano de la correa.

(I_y = 541 cm⁴) (I_z = 45 cm⁴)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m ²
Correas de cubierta	18	231.73	9.27
Correas laterales	20	257.48	10.30

3. Cype 3D

Una vez dimensionadas las correas, se procederá a calcular el resto de la estructura mediante el CYPE 3D.

3.1. Normas consideradas

Cimentación: EHE-98-CTE

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

3.2. Categoría de uso

B. Zonas administrativas

G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables



3.3. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE Control de la ejecución: Normal Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

3.3.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

- Sin coeficientes de combinación

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-98-CTE

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000



Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000



Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 90

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m³

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 cal/kg·°C

4. Estructura

4.1. Geometría

Distribución de las barras:

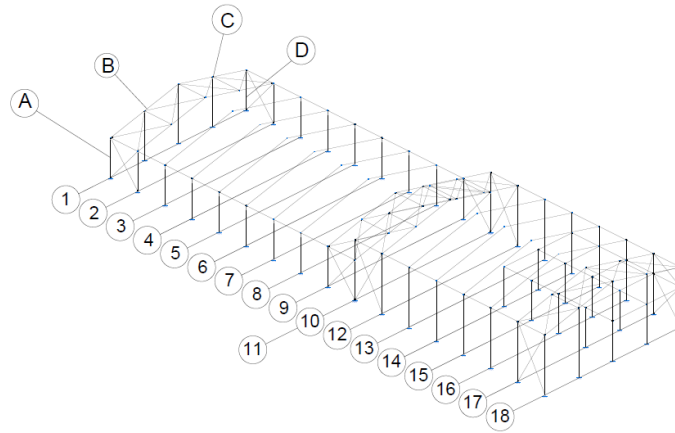


Ilustración 7. Representación de los pórticos y las barras

Pórtico	A (Pilar)	D (Pilar)	B (Viga)	C (Viga)
1	HE 240 B	HE 300 B	IPE 550	IPE 550
2	HE 300 B	HE 300 B	IPE 500	IPE 500
3	HE 240 B	HE 300 B	IPE 400	IPE 400
4	HE 240 B	HE 300 B	IPE 400	IPE 400
5	HE 240 B	HE 300 B	IPE 400	IPE 400
6	HE 240 B	HE 300 B	IPE 400	IPE 400
7	HE 240 B	HE 300 B	IPE 400	IPE 400
8	HE 240 B	HE 300 B	IPE 400	IPE 400
9	HE 240 B	HE 400 B	IPE 400	IPE 550
10	HE 280 B	HE 260 B	IPE 450	IPE 450
11	HE 360 B	HE 340 B	IPE 500	IPE 500
12	HE 240 B	HE 280 B	IPE 450	IPE 450
13	HE 260 B	HE 300 B	IPE 400	IPE 450
14	HE 240 B	HE 300 B	IPE 330	IPE 330
15	HE 240 B	HE 240 B	IPE 330	IPE 300
16	HE 240 B	HE 220 B	IPE 330	IPE 300
17	HE 260 B	HE 240 B	IPE 450	IPE 450
18	HE 220 B	HE 220 B	IPE 450	IPE 450

Tabla 4. Situación de los perfiles de las barras

4.1.1. Barras

4.1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850



Materiales utilizados

Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
<p><i>Notación:</i> <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i></p>							

4.1.1.2. Descripción de la estructura 1

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	HE 240 B (HEB)	-	5.745	0.255	0.16	0.70	-	-
		N3/N4	N3/N4	HE 300 B (HEB)	-	5.753	0.247	0.16	0.70	-	-
		N2/N56	N2/N5	IPE 550 (IPE)	0.124	6.303	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N56/N5	N2/N5	IPE 550 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N4/N58	N4/N5	IPE 550 (IPE)	0.155	6.272	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N58/N5	N4/N5	IPE 550 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N6/N7	N6/N7	HE 300 B (HEB)	-	5.778	0.222	0.16	0.70	-	-
		N8/N9	N8/N9	HE 300 B (HEB)	-	5.778	0.222	0.16	0.70	-	-
		N7/N55	N7/N10	IPE 500 (IPE)	0.155	6.272	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N55/N10	N7/N10	IPE 500 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N9/N57	N9/N10	IPE 500 (IPE)	0.155	6.272	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N57/N10	N9/N10	IPE 500 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N11/N12	N11/N12	HE 240 B (HEB)	-	5.410	0.590	0.16	0.70	-	-
		N13/N14	N13/N14	HE 300 B (HEB)	-	5.417	0.583	0.16	0.70	-	-
		N12/N15	N12/N15	IPE 400 (IPE)	0.124	12.731	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N14/N15	N14/N15	IPE 400 (IPE)	0.155	12.700	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N16/N17	N16/N17	HE 240 B (HEB)	-	5.410	0.590	0.16	0.70	-	-
		N18/N19	N18/N19	HE 300 B (HEB)	-	5.417	0.583	0.16	0.70	-	-
		N17/N20	N17/N20	IPE 400 (IPE)	0.124	12.731	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N19/N20	N19/N20	IPE 400 (IPE)	0.155	12.700	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N21/N22	N21/N22	HE 240 B (HEB)	-	5.410	0.590	0.16	0.70	-	-
		N23/N24	N23/N24	HE 300 B (HEB)	-	5.417	0.583	0.16	0.70	-	-
		N22/N25	N22/N25	IPE 400 (IPE)	0.124	12.731	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N24/N25	N24/N25	IPE 400 (IPE)	0.155	12.700	-	0.20	0.50	1.600	3.200



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N26/N27	N26/N27	HE 240 B (HEB)	-	5.410	0.590	0.16	0.70	-	-
		N28/N29	N28/N29	HE 300 B (HEB)	-	5.417	0.583	0.16	0.70	-	-
		N27/N30	N27/N30	IPE 400 (IPE)	0.124	12.731	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N29/N30	N29/N30	IPE 400 (IPE)	0.155	12.700	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N31/N32	N31/N32	HE 240 B (HEB)	-	5.410	0.590	0.16	0.70	-	-
		N33/N34	N33/N34	HE 300 B (HEB)	-	5.417	0.583	0.16	0.70	-	-
		N32/N35	N32/N35	IPE 400 (IPE)	0.124	12.731	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N34/N35	N34/N35	IPE 400 (IPE)	0.155	12.700	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N36/N37	N36/N37	HE 240 B (HEB)	-	5.410	0.590	0.16	0.70	-	-
		N38/N39	N38/N39	HE 300 B (HEB)	-	5.417	0.583	0.16	0.70	-	-
		N37/N40	N37/N40	IPE 400 (IPE)	0.124	12.731	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N39/N40	N39/N40	IPE 400 (IPE)	0.155	12.700	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N41/N42	N41/N42	HE 240 B (HEB)	-	5.823	0.177	0.16	0.70	-	-
		N43/N44	N43/N44	HE 400 B (HEB)	-	5.765	0.235	0.16	0.70	-	-
		N42/N52	N42/N45	IPE 400 (IPE)	0.124	6.303	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N52/N45	N42/N45	IPE 400 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N44/N54	N44/N45	IPE 550 (IPE)	0.206	6.221	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N54/N45	N44/N45	IPE 550 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N46/N47	N46/N47	HE 280 B (HEB)	-	5.802	0.198	0.16	0.70	-	-
		N48/N49	N48/N49	HE 260 B (HEB)	-	5.799	0.201	0.16	0.70	-	-
		N47/N51	N47/N50	IPE 450 (IPE)	0.144	6.283	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N51/N50	N47/N50	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N49/N53	N49/N50	IPE 450 (IPE)	0.134	6.293	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N53/N50	N49/N50	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.20	0.50	1.600	3.200
		N1/N7	N1/N7	R 24 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N7/N56	N7/N56	R 24 (R)	0.196	7.947	-	0.00	0.00	-	-
		N56/N10	N56/N10	R 19 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N58/N10	N58/N10	R 19 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N9/N58	N9/N58	R 24 (R)	0.196	7.947	-	0.00	0.00	-	-
		N3/N9	N3/N9	R 23.6 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N6/N2	N6/N2	R 24 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N2/N55	N2/N55	R 24 (R)	0.157	7.986	-	0.00	0.00	-	-
		N55/N5	N55/N5	R 19 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N57/N5	N57/N5	R 19 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N4/N57	N4/N57	R 24 (R)	0.196	7.947	-	0.00	0.00	-	-
		N8/N4	N8/N4	R 23.6 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N2/N7	N2/N7	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N56/N55	N56/N55	YPE 400 (YPE)	0.120	4.880	-	1.00	1.00	-	-
		N5/N10	N5/N10	YPE 450 (YPE)	0.225	4.775	-	1.00	1.00	-	-
		N58/N57	N58/N57	YPE 400 (YPE)	0.120	4.880	-	1.00	1.00	-	-
		N4/N9	N4/N9	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N41/N47	N41/N47	R 23.6 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N46/N42	N46/N42	R 23.6 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N42/N51	N42/N51	R 15 (R)	0.157	7.986	-	0.00	0.00	-	-
		N51/N45	N51/N45	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N53/N45	N53/N45	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N44/N53	N44/N53	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N48/N44	N48/N44	R 23.6 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N47/N52	N47/N52	R 15 (R)	0.183	7.960	-	0.00	0.00	-	-
		N52/N50	N52/N50	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N54/N50	N54/N50	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N49/N54	N49/N54	R 15 (R)	0.170	7.973	-	0.00	0.00	-	-
		N43/N49	N43/N49	R 23.6 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N42/N47	N42/N47	YPE 300 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N52/N51	N52/N51	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N45/N50	N45/N50	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N54/N53	N54/N53	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N44/N49	N44/N49	YPE 300 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N7/N12	N7/N12	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N12/N17	N12/N17	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N17/N22	N17/N22	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N22/N27	N22/N27	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N27/N32	N27/N32	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N32/N37	N32/N37	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N37/N42	N37/N42	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N9/N14	N9/N14	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N14/N19	N14/N19	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N19/N24	N19/N24	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N24/N29	N24/N29	YPE 300 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N29/N34	N29/N34	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N34/N39	N34/N39	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N39/N44	N39/N44	YPE 270 (YPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N59/N56	N59/N56	HE 240 B (HEB)	-	7.217	0.283	0.16	0.70	-	-
		N60/N5	N60/N5	YPE 450 (YPE)	-	9.000	-	0.16	0.70	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N61/N58	N61/N58	HE 240 B (HEB)	-	7.217	0.283	0.16	0.70	-	-
		N62/N63	N62/N63	HE 360 B (HEB)	-	0.100	-	1.60	0.70	-	-
		N64/N65	N64/N65	HE 340 B (HEB)	-	0.100	-	0.16	0.70	-	-

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

Características mecánicas										
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)	
Tipo	Designación									
Acero laminado	S275	1	HE 240 B, (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	102.70	
		2	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	185.00	
		3	IPE 550, (IPE)	134.00	54.18	51.51	67120.00	2668.00	123.00	
		4	IPE 500, (IPE)	116.00	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.30	
		5	IPE 400, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 3.00 m. Cartela final inferior: 3.00 m.	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10	
		6	HE 400 B, (HEB)	197.80	108.00	42.77	57680.00	10820.00	355.70	
		7	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10	
		8	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	143.70	
		9	HE 260 B, (HEB)	118.40	68.25	20.25	14920.00	5135.00	123.80	
		10	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90	
		11	R 24, (R)	4.52	4.07	4.07	1.63	1.63	3.26	
		12	R 19, (R)	2.84	2.55	2.55	0.64	0.64	1.28	
		13	R 23.6, (R)	4.37	3.94	3.94	1.52	1.52	3.05	
		14	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90	
		15	R 15, (R)	1.77	1.59	1.59	0.25	0.25	0.50	
		16	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	20.10	
		17	HE 360 B, (HEB)	180.60	101.25	35.44	43190.00	10140.00	292.50	
		18	HE 340 B, (HEB)	170.90	96.75	32.08	36660.00	9690.00	257.20	

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.

4.1.1.3. Descripción de la estructura 2

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	HE 360 B (HEB)	-	8.786	0.214	0.16	0.70	-	-
		N3/N4	N3/N4	HE 340 B (HEB)	-	8.783	0.217	0.16	0.70	-	-
		N2/N48	N2/N5	IPE 500 (IPE)	0.186	6.241	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N48/N5	N2/N5	IPE 500 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N4/N46	N4/N5	IPE 500 (IPE)	0.175	6.252	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N46/N5	N4/N5	IPE 500 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N6/N7	N6/N7	HE 240 B (HEB)	-	8.797	0.203	0.16	0.70	-	-
		N8/N9	N8/N9	HE 280 B (HEB)	-	8.802	0.198	0.16	0.70	-	-
		N7/N47	N7/N10	IPE 450 (IPE)	0.124	6.303	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N47/N10	N7/N10	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N9/N45	N9/N10	IPE 450 (IPE)	0.144	6.283	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N45/N10	N9/N10	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N11/N12	N11/N12	HE 260 B (HEB)	-	8.409	0.591	0.16	0.70	-	-
		N13/N14	N13/N14	HE 300 B (HEB)	-	8.331	0.669	0.16	0.70	-	-
		N12/N15	N12/N15	IPE 400 (IPE)	0.134	12.721	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N14/N15	N14/N15	IPE 450 (IPE)	0.155	12.700	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N16/N17	N16/N17	HE 240 B (HEB)	-	8.519	0.481	0.16	0.70	-	-
		N18/N61	N18/N19	HE 300 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N61/N19	N18/N19	HE 300 B (HEB)	-	2.526	0.474	0.16	0.70	-	-
		N17/N20	N17/N20	IPE 330 (IPE)	0.124	12.731	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N19/N20	N19/N20	IPE 330 (IPE)	0.155	12.700	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N21/N22	N21/N22	HE 240 B (HEB)	-	8.519	0.481	0.16	0.70	-	-
		N23/N59	N23/N24	HE 240 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N59/N24	N23/N24	HE 240 B (HEB)	-	2.567	0.433	0.16	0.70	-	-
		N22/N25	N22/N25	IPE 330 (IPE)	0.124	12.731	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N24/N25	N24/N25	IPE 300 (IPE)	0.124	12.731	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N26/N27	N26/N27	HE 240 B (HEB)	-	8.519	0.481	0.16	0.70	-	-
		N28/N57	N28/N29	HE 220 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N57/N29	N28/N29	HE 220 B (HEB)	-	2.564	0.436	0.16	0.70	-	-
		N27/N30	N27/N30	IPE 330 (IPE)	0.124	12.731	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N29/N30	N29/N30	IPE 300 (IPE)	0.114	12.741	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N31/N32	N31/N32	HE 260 B (HEB)	-	8.799	0.201	0.16	0.70	-	-
		N33/N50	N33/N34	HE 240 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N50/N34	N33/N34	HE 240 B (HEB)	-	2.797	0.203	0.16	0.70	-	-
		N32/N49	N32/N35	IPE 450 (IPE)	0.134	6.293	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N49/N35	N32/N35	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N34/N44	N34/N35	IPE 450 (IPE)	0.124	6.303	-	0.12	0.50	1.600	3.200



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N44/N35	N34/N35	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N36/N37	N36/N37	HE 220 B (HEB)	-	8.795	0.205	0.16	0.70	-	-
		N38/N41	N38/N39	HE 220 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N41/N39	N38/N39	HE 220 B (HEB)	-	2.795	0.205	0.16	0.70	-	-
		N37/N43	N37/N40	IPE 450 (IPE)	0.114	6.313	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N43/N40	N37/N40	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N39/N42	N39/N40	IPE 450 (IPE)	0.114	6.313	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N42/N40	N39/N40	IPE 450 (IPE)	-	6.427	-	0.12	0.50	1.600	3.200
		N51/N43	N51/N43	HE 300 B (HEB)	-	10.250	0.250	0.16	0.70	-	-
		N52/N54	N52/N40	HE 340 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N54/N40	N52/N40	HE 340 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N53/N55	N53/N42	HE 300 B (HEB)	-	6.000	-	0.16	0.70	-	-
		N55/N42	N53/N42	HE 300 B (HEB)	-	4.268	0.232	0.16	0.70	-	-
		N63/N54	N63/N54	IPE 140 (IPE)	-	4.830	0.170	0.00	0.00	-	-
		N54/N55	N54/N55	IPE 200 (IPE)	-	6.250	-	0.00	0.00	-	-
		N55/N41	N55/N41	IPE 200 (IPE)	-	6.140	0.110	0.00	0.00	-	-
		N50/N41	N50/N41	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N57/N50	N57/N50	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N59/N57	N59/N57	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N61/N59	N61/N59	IPE 160 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N62/N61	N62/N61	IPE 270 (IPE)	0.140	5.960	0.150	0.00	0.00	-	-
		N66/N62	N66/N62	IPE 220 (IPE)	0.140	5.970	0.140	0.00	0.00	-	-
		N66/N65	N66/N65	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N65/N64	N65/N64	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N64/N63	N64/N63	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N63/N56	N63/N56	IPE 270 (IPE)	0.110	6.030	0.110	0.00	0.00	-	-
		N56/N55	N56/N55	IPE 120 (IPE)	-	4.850	0.150	0.00	0.00	-	-
		N56/N50	N56/N50	IPE 240 (IPE)	0.110	6.020	0.120	0.00	0.00	-	-
		N58/N56	N58/N56	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N64/N58	N64/N58	IPE 270 (IPE)	0.120	6.010	0.120	0.00	0.00	-	-
		N60/N58	N60/N58	IPE 120 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N65/N60	N65/N60	IPE 240 (IPE)	0.120	6.050	0.080	0.00	0.00	-	-
		N62/N60	N62/N60	IPE 140 (IPE)	-	5.000	-	0.00	0.00	-	-
		N60/N59	N60/N59	IPE 240 (IPE)	0.080	6.050	0.120	0.00	0.00	-	-
		N58/N57	N58/N57	IPE 240 (IPE)	0.120	6.020	0.110	0.00	0.00	-	-
		N67/N66	N67/N66	HE 280 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N68/N65	N68/N65	HE 240 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N69/N64	N69/N64	HE 240 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N70/N63	N70/N63	HE 220 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N71/N56	N71/N56	HE 220 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N72/N58	N72/N58	HE 240 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N73/N60	N73/N60	HE 160 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-
		N31/N37	N31/N37	R 25 (R)	-	10.296	-	0.00	0.00	-	-
		N37/N49	N37/N49	R 25 (R)	0.144	7.999	-	0.00	0.00	-	-
		N49/N40	N49/N40	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N44/N40	N44/N40	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N39/N44	N39/N44	R 20 (R)	0.144	7.999	-	0.00	0.00	-	-
		N50/N39	N50/N39	R 25 (R)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N38/N50	N38/N50	R 25 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N33/N41	N33/N41	R 25 (R)	-	7.810	-	0.00	0.00	-	-
		N41/N34	N41/N34	R 25 (R)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N34/N42	N34/N42	R 20 (R)	0.157	7.986	-	0.00	0.00	-	-
		N42/N35	N42/N35	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N43/N35	N43/N35	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N32/N43	N32/N43	R 25 (R)	0.170	7.973	-	0.00	0.00	-	-
		N36/N32	N36/N32	R 25 (R)	-	10.296	-	0.00	0.00	-	-
		N32/N37	N32/N37	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N2/N7	N2/N7	IPE 300 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N7/N12	N7/N12	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N12/N17	N12/N17	IPE 300 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N17/N22	N17/N22	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N22/N27	N22/N27	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N27/N32	N27/N32	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N4/N9	N4/N9	IPE 300 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N9/N14	N9/N14	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N14/N19	N14/N19	IPE 330 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N19/N24	N19/N24	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N24/N29	N24/N29	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N29/N34	N29/N34	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N34/N39	N34/N39	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N35/N40	N35/N40	IPE 270 (IPE)	-	4.830	0.170	1.00	1.00	-	-
		N44/N42	N44/N42	IPE 270 (IPE)	-	4.850	0.150	1.00	1.00	-	-
		N49/N43	N49/N43	IPE 500 (IPE)	-	4.850	0.150	1.00	1.00	-	-
		N1/N7	N1/N7	R 25 (R)	-	10.296	-	0.00	0.00	-	-
		N7/N48	N7/N48	R 15 (R)	0.157	7.986	-	0.00	0.00	-	-
		N48/N10	N48/N10	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N46/N10	N46/N10	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N9/N46	N9/N46	R 15 (R)	0.183	7.960	-	0.00	0.00	-	-
		N3/N9	N3/N9	R 22 (R)	-	10.296	-	0.00	0.00	-	-
		N8/N4	N8/N4	R 22 (R)	-	10.296	-	0.00	0.00	-	-
		N4/N45	N4/N45	R 15 (R)	0.222	7.921	-	0.00	0.00	-	-
		N45/N5	N45/N5	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N47/N5	N47/N5	R 15 (R)	-	8.143	-	0.00	0.00	-	-
		N2/N47	N2/N47	R 15 (R)	0.235	7.908	-	0.00	0.00	-	-
		N6/N2	N6/N2	R 25 (R)	-	10.296	-	0.00	0.00	-	-
		N48/N47	N48/N47	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N5/N10	N5/N10	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N46/N45	N46/N45	IPE 270 (IPE)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N74/N62	N74/N62	HE 280 B (HEB)	-	6.000	-	1.00	1.00	-	-

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

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 360 B, (HEB)	180.60	101.25	35.44	43190.00	10140.00	292.50
		2	HE 340 B, (HEB)	170.90	96.75	32.08	36660.00	9690.00	257.20
		3	IPE 500, (IPE)	116.00	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.30
		4	HE 240 B, (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	102.70
		5	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	143.70
		6	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90
		7	HE 260 B, (HEB)	118.40	68.25	20.25	14920.00	5135.00	123.80
		8	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	185.00
		9	IPE 400, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.57 m. Cartela final inferior: 2.57 m.	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10
		10	IPE 450, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.57 m. Cartela final inferior: 2.57 m.	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90
		11	IPE 330, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.57 m. Cartela final inferior: 2.57 m.	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.20
		12	IPE 300, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.57 m. Cartela final inferior: 2.57 m.	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	20.10
		13	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	76.57
		14	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.45
		15	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.98
		16	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.60
		17	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90



Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
		18	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.07
		19	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.74
		20	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.90
		21	HE 160 B, (HEB)	54.30	31.20	9.65	2492.00	889.20	31.24
		22	R 25, (R)	4.91	4.42	4.42	1.92	1.92	3.83
		23	R 15, (R)	1.77	1.59	1.59	0.25	0.25	0.50
		24	R 20, (R)	3.14	2.83	2.83	0.79	0.79	1.57
		25	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	20.10
		26	IPE 330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.20
		27	R 22, (R)	3.80	3.42	3.42	1.15	1.15	2.30

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.

4.2. Hipótesis de esfuerzos en barras

Se analizarán los esfuerzos en las barras más solicitadas. Se analizarán las barras de los pórticos piñones de ambas estructuras y del pórtico intermedio.

4.2.1. Esfuerzos de las barras

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

4.2.1.1. Esfuerzos de las barras en pórtico piñon de la estructura

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.099 m	2.199 m	3.298 m	4.398 m	5.497 m	6.596 m	7.696 m	8.795 m
N36/N37	Peso propio	N	-2.366	-2.140	-1.914	-1.688	-1.462	-1.235	-1.009	-0.783	-0.557
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030	-0.030
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.033	0.066	0.099	0.132	0.165	0.198	0.231	0.264
		Mz	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.003	-0.003	-0.003
	Q 1 (Uso B)	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q (Uso G1)	N	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V(0°) H1	N	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486	
	Vy	1.329	1.004	0.679	0.353	0.028	-0.297	-0.622	-0.947	-1.333	



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.099 m	2.199 m	3.298 m	4.398 m	5.497 m	6.596 m	7.696 m	8.795 m
		Vz	1.156	0.879	0.603	0.326	0.050	-0.227	-0.503	-0.779	-1.107
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-1.119	-1.933	-2.444	-2.651	-2.554	-2.152	-1.448	-0.439
		Mz	0.000	-1.282	-2.207	-2.774	-2.984	-2.836	-2.331	-1.469	-0.249
	V(0°) H2	N	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186	-0.186
		Vy	1.329	1.004	0.679	0.354	0.029	-0.296	-0.621	-0.947	-1.332
		Vz	1.149	0.873	0.596	0.320	0.043	-0.233	-0.509	-0.786	-1.114
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-1.112	-1.919	-2.423	-2.623	-2.518	-2.110	-1.398	-0.382
		Mz	0.000	-1.283	-2.208	-2.776	-2.986	-2.839	-2.334	-1.472	-0.253
	V(90°) H1	N	-5.827	-5.827	-5.827	-5.827	-5.827	-5.827	-5.827	-5.827	-5.827
		Vy	0.140	0.106	0.071	0.037	0.003	-0.031	-0.065	-0.100	-0.140
		Vz	-0.229	-0.152	-0.076	0.001	0.078	0.154	0.231	0.307	0.398
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.210	0.335	0.376	0.333	0.206	-0.006	-0.302	-0.682
		Mz	0.000	-0.135	-0.232	-0.292	-0.314	-0.298	-0.245	-0.154	-0.026
	V(180°) H1	N	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
		Vy	1.111	0.839	0.567	0.295	0.023	-0.249	-0.521	-0.793	-1.115
		Vz	-0.555	-0.436	-0.317	-0.198	-0.079	0.040	0.159	0.278	0.420
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.545	0.959	1.243	1.395	1.416	1.307	1.066	0.695
		Mz	0.000	-1.072	-1.845	-2.319	-2.494	-2.371	-1.948	-1.226	-0.205
	V(180°) H2	N	-0.340	-0.340	-0.340	-0.340	-0.340	-0.340	-0.340	-0.340	-0.340
		Vy	1.112	0.840	0.568	0.296	0.024	-0.248	-0.520	-0.792	-1.115
		Vz	-0.624	-0.505	-0.386	-0.267	-0.148	-0.028	0.091	0.210	0.351
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.620	1.110	1.469	1.696	1.793	1.759	1.594	1.298
		Mz	0.000	-1.073	-1.846	-2.321	-2.496	-2.373	-1.951	-1.229	-0.209
V(270°) H1	N	1.915	1.915	1.915	1.915	1.915	1.915	1.915	1.915	1.915	
	Vy	-0.813	-0.614	-0.415	-0.217	-0.018	0.181	0.379	0.578	0.814	
	Vz	-1.191	-0.813	-0.435	-0.056	0.322	0.701	1.079	1.457	1.906	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	1.102	1.787	2.057	1.911	1.349	0.371	-1.023	-2.833	
	Mz	0.000	0.784	1.350	1.697	1.826	1.737	1.429	0.903	0.158	
N(EI)	N	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	-0.254	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.025	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.200	
	Mz	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	
N(R) 1	N	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	-0.155	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.022	0.044	0.067	0.089	0.111	0.133	0.155	0.178	
	Mz	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	
N(R) 2	N	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	-0.226	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.015	0.031	0.046	0.061	0.076	0.092	0.107	0.122	
	Mz	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.399 m	0.599 m	0.998 m	1.398 m	1.797 m	2.196 m	2.396 m	2.795 m
N41/N39	Peso propio	N	-0.903	-0.821	-0.780	-0.698	-0.616	-0.534	-0.452	-0.410	-0.328
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152	-0.152
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.049	0.012	0.042	0.103	0.163	0.224	0.285	0.315	0.376
		Mz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
	Q 1 (Uso B)	N	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.099	0.086	0.080	0.067	0.054	0.041	0.027	0.021	0.008
		Mz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q (Uso G1)	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	-1.909	-1.909	-1.909	-1.909	-1.909	-1.909	-1.909	-1.909	-1.909
		Vy	0.373	0.315	0.285	0.227	0.168	0.110	0.051	0.022	-0.066
		Vz	2.373	2.362	2.357	2.346	2.335	2.324	2.313	2.307	2.290
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.826	-0.120	-0.591	-1.529	-2.464	-3.394	-4.319	-4.781	-5.700
		Mz	0.463	0.326	0.266	0.164	0.085	0.029	-0.003	-0.010	-0.007
	V(0°) H2	N	-2.172	-2.172	-2.172	-2.172	-2.172	-2.172	-2.172	-2.172	-2.172
		Vy	0.374	0.315	0.286	0.227	0.169	0.110	0.052	0.023	-0.066
		Vz	2.435	2.424	2.418	2.407	2.396	2.385	2.374	2.368	2.352
Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
My		0.832	-0.138	-0.621	-1.584	-2.543	-3.498	-4.448	-4.921	-5.865	
Mz		0.462	0.325	0.265	0.162	0.083	0.027	-0.005	-0.012	-0.010	
V(90°) H1	N	-2.456	-2.456	-2.456	-2.456	-2.456	-2.456	-2.456	-2.456	-2.456	
	Vy	0.064	0.052	0.045	0.033	0.020	0.008	-0.004	-0.011	-0.029	
	Vz	0.044	0.016	0.002	-0.026	-0.054	-0.082	-0.109	-0.123	-0.165	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.063	0.051	0.049	0.054	0.070	0.097	0.135	0.158	0.213	
	Mz	0.053	0.030	0.020	0.005	-0.006	-0.011	-0.012	-0.011	-0.004	
V(180°) H1	N	1.678	1.678	1.678	1.678	1.678	1.678	1.678	1.678	1.678	
	Vy	1.005	0.847	0.768	0.609	0.451	0.293	0.134	0.055	-0.184	
	Vz	-1.636	-1.567	-1.533	-1.465	-1.397	-1.329	-1.260	-1.226	-1.123	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.604	0.035	0.345	0.943	1.515	2.059	2.576	2.824	3.300	
	Mz	1.235	0.865	0.704	0.429	0.218	0.069	-0.016	-0.035	-0.025	
V(180°) H2	N	1.442	1.442	1.442	1.442	1.442	1.442	1.442	1.442	1.442	
	Vy	1.005	0.847	0.768	0.610	0.451	0.293	0.135	0.055	-0.184	
	Vz	-2.118	-2.050	-2.016	-1.948	-1.880	-1.811	-1.743	-1.709	-1.606	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.795	0.037	0.443	1.234	1.998	2.735	3.445	3.789	4.458	
	Mz	1.233	0.863	0.702	0.427	0.215	0.067	-0.019	-0.038	-0.028	
V(270°) H1	N	1.609	1.609	1.609	1.609	1.609	1.609	1.609	1.609	1.609	
	Vy	-0.445	-0.372	-0.336	-0.264	-0.192	-0.120	-0.048	-0.012	0.097	
	Vz	-0.109	-0.247	-0.315	-0.453	-0.590	-0.728	-0.865	-0.934	-1.142	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.163	0.234	0.290	0.444	0.652	0.915	1.233	1.413	1.813	
	Mz	-0.519	-0.356	-0.285	-0.165	-0.074	-0.012	0.022	0.028	0.018	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.399 m	0.599 m	0.998 m	1.398 m	1.797 m	2.196 m	2.396 m	2.795 m
	N(EI)	N	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.058	-0.002	0.026	0.081	0.137	0.193	0.248	0.276	0.332
		Mz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.002	-0.002
	N(R) 1	N	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.056	-0.002	0.024	0.078	0.132	0.186	0.239	0.266	0.320
		Mz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
	N(R) 2	N	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075	-0.075
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.031	-0.001	0.014	0.044	0.074	0.103	0.133	0.148	0.178
		Mz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.114 m	0.745 m	1.692 m	2.639 m	3.271 m	4.218 m	4.849 m	5.796 m	6.427 m
N37/N43	Peso propio	N	-0.318	-0.297	-0.266	-0.236	-0.216	-0.187	-0.167	-0.139	-0.120
		Vy	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		Vz	-0.406	-0.303	-0.175	-0.049	0.034	0.156	0.235	0.354	0.431
		Mt	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		My	-0.224	-0.006	0.221	0.327	0.331	0.242	0.118	-0.161	-0.409
		Mz	0.000	-0.002	-0.006	-0.010	-0.012	-0.016	-0.019	-0.022	-0.025
	Q 1 (Uso B)	N	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.004	-0.004	-0.004	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q (Uso G1)	N	-0.003	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.003	-0.002	-0.002	-0.001	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.002	-0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.001	-0.002
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	-0.963	-0.963	-0.963	-0.963	-0.963	-0.963	-0.963	-0.963	-0.963
		Vy	-0.140	-0.091	-0.039	0.003	0.023	0.047	0.059	0.066	0.067
		Vz	0.731	0.585	0.399	0.243	0.228	0.206	0.191	0.169	0.154
		Mt	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
		My	0.135	-0.274	-0.740	-1.032	-1.181	-1.386	-1.511	-1.682	-1.783
		Mz	0.011	0.082	0.143	0.159	0.150	0.115	0.082	0.022	-0.020
	V(0°) H2	N	-1.127	-1.127	-1.127	-1.127	-1.127	-1.127	-1.127	-1.127	-1.127
		Vy	-0.134	-0.086	-0.034	0.009	0.029	0.053	0.064	0.072	0.073
		Vz	0.079	0.159	0.262	0.364	0.432	0.535	0.603	0.705	0.774
Mt		0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	
My		0.150	0.071	-0.129	-0.425	-0.676	-1.134	-1.493	-2.113	-2.580	
Mz		0.012	0.078	0.134	0.145	0.133	0.093	0.056	-0.009	-0.055	
V(90°) H1	N	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	
	Vy	-0.013	-0.008	-0.002	0.003	0.005	0.008	0.009	0.010	0.011	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.114 m	0.745 m	1.692 m	2.639 m	3.271 m	4.218 m	4.849 m	5.796 m	6.427 m
		Vz	0.342	0.287	0.217	0.148	0.101	0.032	-0.015	-0.084	-0.131
		Mt	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		My	0.723	0.528	0.289	0.116	0.037	-0.026	-0.031	0.016	0.084
		Mz	0.001	0.007	0.011	0.011	0.009	0.002	-0.003	-0.013	-0.019
	V(180°) H1	N	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427	0.427
		Vy	-0.141	-0.099	-0.050	-0.009	0.012	0.038	0.050	0.060	0.062
		Vz	-0.017	-0.111	-0.231	-0.350	-0.429	-0.549	-0.628	-0.747	-0.827
		Mt	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
		My	-0.609	-0.563	-0.401	-0.127	0.119	0.582	0.954	1.605	2.102
		Mz	0.011	0.085	0.155	0.182	0.181	0.157	0.129	0.076	0.037
	V(180°) H2	N	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262
		Vy	-0.137	-0.095	-0.046	-0.005	0.017	0.042	0.054	0.064	0.066
		Vz	-0.412	-0.441	-0.478	-0.515	-0.540	-0.577	-0.601	-0.638	-0.663
		Mt	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
		My	-1.181	-0.910	-0.475	-0.004	0.329	0.858	1.230	1.817	2.227
		Mz	0.012	0.083	0.149	0.173	0.169	0.141	0.110	0.053	0.012
	V(270°) H1	N	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483
		Vy	0.080	0.051	0.018	-0.008	-0.023	-0.039	-0.047	-0.054	-0.055
		Vz	1.418	1.171	0.858	0.544	0.335	0.022	-0.187	-0.501	-0.707
		Mt	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		My	3.057	2.252	1.292	0.628	0.351	0.182	0.234	0.559	0.941
		Mz	-0.008	-0.047	-0.080	-0.084	-0.074	-0.044	-0.017	0.031	0.066
	N(EI)	N	-0.213	-0.201	-0.185	-0.168	-0.157	-0.140	-0.129	-0.112	-0.100
		Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Vz		-0.242	-0.187	-0.117	-0.047	0.000	0.070	0.117	0.187	0.233	
Mt		-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	
My		-0.177	-0.045	0.099	0.177	0.192	0.159	0.100	-0.044	-0.176	
Mz		0.000	-0.002	-0.005	-0.007	-0.009	-0.012	-0.014	-0.017	-0.019	
N(R) 1	N	-0.106	-0.100	-0.092	-0.083	-0.078	-0.069	-0.064	-0.055	-0.050	
	Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
	Vz	-0.146	-0.119	-0.084	-0.049	-0.025	0.010	0.033	0.068	0.091	
	Mt	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
	My	-0.165	-0.083	0.013	0.075	0.099	0.106	0.093	0.045	-0.006	
	Mz	0.000	-0.001	-0.003	-0.005	-0.006	-0.007	-0.009	-0.010	-0.012	
N(R) 2	N	-0.213	-0.202	-0.185	-0.168	-0.157	-0.140	-0.129	-0.112	-0.101	
	Vy	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
	Vz	-0.217	-0.162	-0.092	-0.022	0.025	0.095	0.142	0.212	0.259	
	Mt	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
	My	-0.101	0.016	0.136	0.190	0.189	0.132	0.057	-0.110	-0.259	
	Mz	0.000	-0.002	-0.004	-0.007	-0.008	-0.011	-0.013	-0.015	-0.017	

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N52/N54	Peso propio	N	-4.504	-4.291	-4.078	-3.866	-3.653	-3.441	-3.228	-3.016	-2.803
		Vy	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108	-0.108
		Vz	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	2.716	2.660	2.603	2.546	2.490	2.433	2.376	2.320	2.263
		Mz	-0.456	-0.375	-0.294	-0.213	-0.133	-0.052	0.029	0.110	0.191
	Q 1 (Uso B)	N	-1.591	-1.591	-1.591	-1.591	-1.591	-1.591	-1.591	-1.591	-1.591
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
		My	0.023	0.022	0.022	0.021	0.021	0.020	0.020	0.019	0.019
		Mz	0.005	0.003	0.001	0.000	-0.002	-0.003	-0.005	-0.006	-0.008
	Q (Uso G1)	N	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024
		Mz	-0.005	-0.004	-0.003	-0.002	-0.001	-0.001	0.000	0.001	0.002
	V(0°) H1	N	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844	-0.844
		Vy	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429	1.429
		Vz	-2.588	-2.326	-2.064	-1.802	-1.539	-1.277	-1.015	-0.753	-0.491
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My	-10.678	-8.835	-7.189	-5.739	-4.487	-3.430	-2.571	-1.908	-1.441
		Mz	5.928	4.856	3.784	2.712	1.640	0.568	-0.504	-1.576	-2.648
	V(0°) H2	N	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424	-1.424
		Vy	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461	1.461
		Vz	-2.494	-2.232	-1.970	-1.707	-1.445	-1.183	-0.921	-0.659	-0.396
		Mt	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		My	-7.375	-5.603	-4.028	-2.649	-1.467	-0.481	0.308	0.900	1.296
		Mz	6.055	4.960	3.864	2.768	1.673	0.577	-0.519	-1.615	-2.710
	V(90°) H1	N	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283	0.283
		Vy	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073
		Vz	-0.530	-0.484	-0.437	-0.390	-0.344	-0.297	-0.250	-0.204	-0.157
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
My		-4.338	-3.958	-3.613	-3.303	-3.027	-2.787	-2.582	-2.412	-2.277	
Mz		0.270	0.215	0.161	0.106	0.052	-0.003	-0.057	-0.112	-0.166	
V(180°) H1	N	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	-1.943	
	Vy	-1.037	-1.037	-1.037	-1.037	-1.037	-1.037	-1.037	-1.037	-1.037	
	Vz	-4.055	-3.641	-3.228	-2.815	-2.401	-1.988	-1.574	-1.161	-0.748	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-15.923	-13.037	-10.461	-8.195	-6.239	-4.593	-3.257	-2.232	-1.516	
	Mz	-4.221	-3.444	-2.666	-1.889	-1.111	-0.333	0.444	1.222	1.999	
V(180°) H2	N	-2.608	-2.608	-2.608	-2.608	-2.608	-2.608	-2.608	-2.608	-2.608	
	Vy	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	
	Vz	-3.957	-3.543	-3.130	-2.717	-2.303	-1.890	-1.476	-1.063	-0.650	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-12.483	-9.671	-7.168	-4.976	-3.093	-1.521	-0.259	0.693	1.336	
	Mz	-5.542	-4.528	-3.514	-2.500	-1.486	-0.472	0.543	1.557	2.571	
V(270°) H1	N	1.627	1.627	1.627	1.627	1.627	1.627	1.627	1.627	1.627	
	Vy	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	
	Vz	2.543	2.272	2.001	1.730	1.459	1.188	0.917	0.646	0.375	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	6.391	4.586	2.984	1.584	0.389	-0.604	-1.393	-1.979	-2.362	
	Mz	0.392	0.288	0.184	0.081	-0.023	-0.127	-0.231	-0.335	-0.439	
N(EI)	N	-0.432	-0.432	-0.432	-0.432	-0.432	-0.432	-0.432	-0.432	-0.432	
	Vy	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	-0.091	
	Vz	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	2.162	2.116	2.070	2.023	1.977	1.931	1.885	1.838	1.792	
	Mz	-0.381	-0.313	-0.245	-0.177	-0.109	-0.041	0.027	0.095	0.163	
N(R) 1	N	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	-0.335	
	Vy	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	-0.088	
	Vz	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
		My	1.639	1.604	1.569	1.534	1.499	1.463	1.428	1.393	1.358
		Mz	-0.369	-0.303	-0.237	-0.171	-0.105	-0.040	0.026	0.092	0.158
	N(R) 2	N	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313	-0.313
		Vy	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048	-0.048
		Vz	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	1.605	1.570	1.536	1.502	1.467	1.433	1.399	1.364	1.330
		Mz	-0.202	-0.166	-0.130	-0.094	-0.058	-0.022	0.014	0.051	0.087

4.2.1.2. Esfuerzos de las barras en pórtico intermedio de la estructura 2

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.065 m	2.130 m	3.195 m	4.260 m	5.324 m	6.389 m	7.454 m	8.519 m
N16/N17	Peso propio	N	-4.007	-3.791	-3.576	-3.360	-3.144	-2.929	-2.713	-2.497	-2.281
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.741	-0.741	-0.741	-0.741	-0.741	-0.741	-0.741	-0.741	-0.741
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.789	1.578	2.366	3.155	3.944	4.733	5.521	6.310
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1 (Uso B)	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q (Uso G1)	N	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026	-0.026
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.010	0.021	0.031	0.041	0.052	0.062	0.072	0.083
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	3.150	2.614	2.079	1.543	1.008	0.472	-0.063	-0.599	-1.376
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-3.069	-5.568	-7.496	-8.854	-9.642	-9.860	-9.507	-8.584
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	N	-2.110	-2.110	-2.110	-2.110	-2.110	-2.110	-2.110	-2.110	-2.110
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	1.991	1.456	0.920	0.385	-0.151	-0.686	-1.222	-1.757	-2.535
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-1.836	-3.101	-3.796	-3.920	-3.475	-2.459	-0.872	1.284
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V(90°) H1	N	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	1.892	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.752	-0.440	-0.129	0.183	0.495	0.807	1.118	1.430	1.883	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.635	0.938	0.909	0.548	-0.145	-1.170	-2.527	-4.215	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(180°) H1	N	3.135	3.135	3.135	3.135	3.135	3.135	3.135	3.135	3.135	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-0.053	0.177	0.408	0.639	0.870	1.100	1.331	1.562	1.897	



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.000 m	1.065 m	2.130 m	3.195 m	4.260 m	5.324 m	6.389 m	7.454 m	8.519 m			
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-0.066	-0.378	-0.935	-1.738	-2.787	-4.081	-5.622	-7.408			
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	V(180°) H2	N	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.212	-0.981	-0.750	-0.519	-0.289	-0.058	0.173	0.403	0.738			
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.000	1.167	2.089	2.765	3.196	3.380	3.319	3.012	2.460			
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	V(270°) H1	N	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241	4.241
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.822	-0.310	0.202	0.715	1.227	1.739	2.251	2.764	3.507			
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.000	0.603	0.660	0.172	-0.862	-2.441	-4.566	-7.236	-10.452			
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N(EI)	N	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967	-1.967
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	-0.739	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.000	0.787	1.575	2.362	3.150	3.937	4.725	5.512	6.299			
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N(R) 1	N	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199	-1.199
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	-0.517	
Mt		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
My		0.000	0.550	1.100	1.650	2.200	2.750	3.300	3.850	4.400				
Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
N(R) 2	N	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	-1.752	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593	-0.593		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	0.000	0.631	1.262	1.893	2.524	3.155	3.787	4.418	5.049				
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			

Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra												
			0.124 m	1.716 m	2.669 m	2.671 m	3.307 m	4.580 m	6.489 m	8.399 m	9.672 m	10.308 m	10.310 m	11.263 m	12.855 m
N17/N20	Peso propio	N	-1.263	-1.180	-1.135	-1.080	-1.059	-1.016	-0.952	-0.887	-0.844	-0.823	-0.811	-0.781	-0.730
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.701	-1.424	-1.281	-1.327	-1.238	-1.059	-0.791	-0.523	-0.344	-0.253	-0.289	-0.139	0.126
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-6.266	-3.795	-2.506	-2.545	-1.730	-0.268	1.498	2.752	3.304	3.494	3.526	3.731	3.743
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1 (Uso B)	N	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.008	-0.006	-0.006	-0.006	-0.005	-0.004	-0.002	0.000	0.001	0.002	0.002	0.003	0.005
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q (Uso G1)	N	-0.017	-0.016	-0.015	-0.014	-0.014	-0.013	-0.012	-0.012	-0.011	-0.011	-0.011	-0.010	-0.010
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.022	-0.019	-0.017	-0.018	-0.016	-0.014	-0.010	-0.007	-0.004	-0.003	-0.003	-0.001	0.002
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.082	-0.050	-0.033	-0.033	-0.022	-0.003	0.020	0.036	0.043	0.045	0.046	0.048	0.048
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	-0.833	-0.865	-0.879	-0.932	-0.932	-0.932	-0.932	-0.932	-0.932	-0.932	-0.968	-0.968	-0.967
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	2.059	1.524	1.279	1.241	1.211	1.151	1.061	0.971	0.911	0.881	0.841	0.794	0.715
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por hipótesis																
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra													
			0.124 m	1.716 m	2.669 m	2.671 m	3.307 m	4.580 m	6.489 m	8.399 m	9.672 m	10.308 m	10.310 m	11.263 m	12.855 m	
	V(0°) H2	My	7.877	5.051	3.734	3.695	2.916	1.412	-0.700	-2.640	-3.839	-4.408	-4.374	-5.154	-6.356	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		N	-3.025	-3.003	-2.992	-2.957	-2.957	-2.957	-2.957	-2.957	-2.957	-2.957	-2.957	-2.987	-2.998	-3.018
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.316	-0.957	-0.758	-0.883	-0.746	-0.470	-0.057	0.355	0.631	0.768	0.644	0.843	1.174	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(90°) H1	My	-1.807	-0.020	0.798	0.685	1.202	1.976	2.480	2.196	1.568	1.123	1.237	0.528	-1.076	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		N	2.337	2.321	2.312	2.272	2.272	2.272	2.272	2.272	2.272	2.272	2.272	2.277	2.283	2.296
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	1.289	1.039	0.901	0.997	0.901	0.708	0.420	0.131	-0.062	-0.158	-0.062	-0.201	-0.432	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(180°) H1	My	4.562	2.724	1.799	1.886	1.283	0.258	-0.818	-1.344	-1.388	-1.318	-1.406	-1.281	-0.779	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		N	2.699	2.670	2.655	2.576	2.576	2.576	2.576	2.576	2.576	2.576	2.573	2.591	2.627	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	2.477	2.057	1.823	1.933	1.773	1.452	0.971	0.490	0.170	0.010	0.117	-0.291	-0.997	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(180°) H2	My	7.574	3.988	2.137	2.234	1.056	-0.997	-3.310	-4.706	-5.126	-5.183	-5.283	-5.207	-4.183		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N	0.816	0.809	0.806	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.832	0.836	0.845		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	0.160	0.029	-0.043	-0.010	-0.059	-0.159	-0.308	-0.457	-0.556	-0.606	-0.572	-0.644	-0.765		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
V(270°) H1	My	-2.279	-2.421	-2.414	-2.382	-2.360	-2.222	-1.776	-1.046	-0.401	-0.031	-0.061	0.518	1.641		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N	4.555	4.517	4.497	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400	4.404	4.418	4.446	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	3.088	2.526	2.215	2.401	2.186	1.755	1.109	0.463	0.032	-0.183	0.001	-0.311	-0.831		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
N(EI)	My	10.994	6.557	4.296	4.462	3.005	0.496	-2.239	-3.739	-4.054	-4.005	-4.176	-4.028	-3.122		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N	-1.257	-1.182	-1.139	-1.083	-1.061	-1.015	-0.948	-0.880	-0.835	-0.812	-0.802	-0.774	-0.729		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-1.681	-1.435	-1.299	-1.345	-1.251	-1.063	-0.780	-0.498	-0.309	-0.215	-0.249	-0.108	0.127		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
N(R) 1	My	-6.258	-3.789	-2.486	-2.525	-1.700	-0.228	1.532	2.752	3.265	3.432	3.464	3.634	3.620		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N	-0.830	-0.792	-0.770	-0.735	-0.723	-0.701	-0.667	-0.633	-0.610	-0.599	-0.587	-0.572	-0.549		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-1.006	-0.884	-0.816	-0.848	-0.801	-0.706	-0.565	-0.424	-0.330	-0.283	-0.308	-0.238	-0.121		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
N(R) 2	My	-4.399	-2.900	-2.089	-2.116	-1.592	-0.633	0.581	1.526	2.005	2.200	2.224	2.484	2.770		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	N	-1.055	-0.981	-0.939	-0.890	-0.868	-0.822	-0.755	-0.687	-0.642	-0.619	-0.617	-0.589	-0.544		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-1.516	-1.269	-1.132	-1.170	-1.076	-0.887	-0.605	-0.322	-0.134	-0.040	-0.066	0.075	0.311		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		

4.2.1.3. Esfuerzos de las barras en pórtico piñón de la estructura 1

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.718 m	1.436 m	2.154 m	2.873 m	3.591 m	4.309 m	5.027 m	5.745 m
N1/N2	Peso propio	N	-1.953	-1.785	-1.617	-1.449	-1.281	-1.113	-0.945	-0.777	-0.609
		Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
		Vz	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.013	0.027	0.040	0.053	0.067	0.080	0.093	0.107



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.718 m	1.436 m	2.154 m	2.873 m	3.591 m	4.309 m	5.027 m	5.745 m
V(0°) H1	Mz	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	
	N	1.112	1.112	1.112	1.112	1.112	1.112	1.112	1.112	1.112	
	Vy	-1.329	-1.011	-0.692	-0.373	-0.054	0.265	0.583	0.902	1.334	
	Vz	1.049	0.888	0.726	0.565	0.403	0.242	0.080	-0.082	-0.300	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	-0.696	-1.275	-1.739	-2.086	-2.318	-2.433	-2.433	-2.316	
	Mz	0.000	0.840	1.451	1.834	1.987	1.911	1.607	1.073	0.311	
V(0°) H2	N	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	0.349	
	Vy	-0.678	-0.516	-0.353	-0.191	-0.028	0.134	0.297	0.459	0.679	
	Vz	1.438	1.151	0.864	0.578	0.291	0.005	-0.282	-0.569	-0.957	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	-0.930	-1.653	-2.171	-2.483	-2.589	-2.489	-2.184	-1.672	
	Mz	0.000	0.429	0.741	0.936	1.014	0.976	0.821	0.550	0.162	
V(0°) H3	N	0.530	0.530	0.530	0.530	0.530	0.530	0.530	0.530	0.530	
	Vy	-1.330	-1.012	-0.693	-0.374	-0.055	0.264	0.582	0.901	1.333	
	Vz	1.143	0.981	0.820	0.658	0.497	0.335	0.173	0.012	-0.207	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	-0.763	-1.409	-1.940	-2.355	-2.653	-2.836	-2.903	-2.853	
	Mz	0.000	0.841	1.453	1.836	1.990	1.915	1.611	1.078	0.317	
V(0°) H4	N	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	
	Vy	-0.679	-0.517	-0.354	-0.192	-0.029	0.133	0.296	0.458	0.678	
	Vz	1.531	1.244	0.958	0.671	0.385	0.098	-0.189	-0.475	-0.864	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	-0.997	-1.787	-2.372	-2.751	-2.925	-2.892	-2.654	-2.209	
	Mz	0.000	0.429	0.742	0.938	1.017	0.980	0.826	0.555	0.167	
V(90°) H1	N	2.167	2.167	2.167	2.167	2.167	2.167	2.167	2.167	2.167	
	Vy	0.257	0.195	0.134	0.073	0.012	-0.049	-0.110	-0.171	-0.253	
	Vz	-1.156	-0.782	-0.409	-0.035	0.338	0.712	1.086	1.459	1.966	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.696	1.124	1.283	1.174	0.797	0.152	-0.762	-1.944	
	Mz	0.000	-0.162	-0.281	-0.355	-0.386	-0.373	-0.316	-0.216	-0.071	
V(90°) H2	N	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	
	Vy	0.826	0.629	0.431	0.233	0.035	-0.163	-0.361	-0.558	-0.826	
	Vz	-0.816	-0.552	-0.288	-0.024	0.240	0.505	0.769	1.033	1.391	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.491	0.793	0.905	0.827	0.560	0.103	-0.544	-1.381	
	Mz	0.000	-0.522	-0.903	-1.141	-1.237	-1.192	-1.004	-0.674	-0.202	
V(180°) H1	N	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	-0.325	
	Vy	-0.588	-0.447	-0.306	-0.164	-0.023	0.118	0.259	0.401	0.592	
	Vz	-0.745	-0.671	-0.596	-0.522	-0.447	-0.373	-0.299	-0.224	-0.123	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.508	0.963	1.365	1.713	2.008	2.249	2.436	2.570	
	Mz	0.000	0.372	0.642	0.811	0.878	0.844	0.708	0.471	0.133	
V(180°) H2	N	-0.800	-0.800	-0.800	-0.800	-0.800	-0.800	-0.800	-0.800	-0.800	
	Vy	-0.589	-0.448	-0.307	-0.165	-0.024	0.117	0.259	0.400	0.591	
	Vz	-0.874	-0.799	-0.725	-0.650	-0.576	-0.501	-0.427	-0.352	-0.251	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	0.601	1.148	1.641	2.081	2.468	2.801	3.081	3.307	
	Mz	0.000	0.372	0.643	0.813	0.881	0.847	0.712	0.476	0.138	
V(270°) H1	N	-2.836	-2.836	-2.836	-2.836	-2.836	-2.836	-2.836	-2.836	-2.836	
	Vy	-0.353	-0.268	-0.183	-0.099	-0.014	0.071	0.156	0.240	0.355	
	Vz	-0.347	-0.234	-0.121	-0.008	0.105	0.218	0.331	0.444	0.598	



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.718 m	1.436 m	2.154 m	2.873 m	3.591 m	4.309 m	5.027 m	5.745 m	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.209	0.336	0.382	0.347	0.231	0.033	-0.245	-0.605	
		Mz	0.000	0.223	0.385	0.487	0.527	0.507	0.425	0.283	0.080	
	V(270°) H2	N	-3.256	-3.256	-3.256	-3.256	-3.256	-3.256	-3.256	-3.256	-3.256	-3.256
		Vy	-0.109	-0.083	-0.057	-0.030	-0.004	0.022	0.048	0.074	0.110	
		Vz	-0.201	-0.135	-0.069	-0.003	0.063	0.129	0.196	0.262	0.351	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.000	0.121	0.194	0.220	0.198	0.129	0.012	-0.152	-0.364	
		Mz	0.000	0.069	0.119	0.150	0.162	0.156	0.131	0.087	0.024	
	N(EI)	N	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.000	0.006	0.012	0.017	0.023	0.029	0.035	0.041	0.046	
		Mz	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	
	N(R) 1	N	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.000	0.017	0.033	0.050	0.067	0.083	0.100	0.117	0.133	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	
N(R) 2	N	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167	-0.167		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	0.000	-0.008	-0.016	-0.024	-0.032	-0.040	-0.048	-0.056	-0.064		
	Mz	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002		

Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.124 m	0.754 m	1.700 m	2.330 m	3.276 m	4.221 m	4.852 m	5.797 m	6.427 m
N2/N56	Peso propio	N	-0.127	-0.101	-0.061	-0.036	0.003	0.040	0.065	0.101	0.125
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vz	-0.443	-0.310	-0.147	-0.039	0.120	0.276	0.379	0.531	0.631
		Mt	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
		My	-0.058	0.172	0.388	0.447	0.409	0.222	0.015	-0.415	-0.781
		Mz	-0.001	0.001	0.003	0.005	0.007	0.009	0.011	0.013	0.015
	V(0°) H1	N	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033
		Vy	0.199	0.127	0.050	0.010	-0.036	-0.070	-0.084	-0.096	-0.098
		Vz	1.151	0.909	0.606	0.506	0.403	0.300	0.232	0.129	0.060
		Mt	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
		My	2.107	1.470	0.753	0.411	-0.019	-0.351	-0.519	-0.689	-0.749
		Mz	-0.020	-0.119	-0.202	-0.221	-0.206	-0.154	-0.105	-0.019	0.042
	V(0°) H2	N	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849
		Vy	0.090	0.054	0.016	-0.002	-0.021	-0.035	-0.039	-0.043	-0.044
		Vz	0.562	0.452	0.313	0.322	0.384	0.446	0.488	0.550	0.591
		Mt	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
		My	1.373	1.059	0.697	0.504	0.170	-0.222	-0.517	-1.007	-1.367
		Mz	-0.010	-0.053	-0.086	-0.090	-0.077	-0.049	-0.026	0.014	0.041
	V(0°) H3	N	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078
		Vy	0.195	0.123	0.046	0.006	-0.040	-0.074	-0.088	-0.100	-0.102
		Vz	0.564	0.604	0.655	0.689	0.739	0.790	0.823	0.874	0.908



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.124 m	0.754 m	1.700 m	2.330 m	3.276 m	4.221 m	4.852 m	5.797 m	6.427 m	
		Mt	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
		My	2.737	2.367	1.772	1.348	0.673	-0.049	-0.558	-1.360	-1.922	
		Mz	-0.021	-0.117	-0.196	-0.213	-0.194	-0.138	-0.087	0.003	0.066	
	V(0°) H4	N	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894	-0.894
		Vy	0.086	0.050	0.012	-0.006	-0.025	-0.039	-0.043	-0.047	-0.048	
		Vz	-0.025	0.147	0.362	0.505	0.721	0.936	1.079	1.295	1.438	
		Mt	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
		My	2.004	1.956	1.716	1.442	0.863	0.079	-0.556	-1.678	-2.540	
		Mz	-0.011	-0.051	-0.080	-0.082	-0.066	-0.034	-0.007	0.036	0.066	
	V(90°) H1	N	1.985	1.985	1.985	1.985	1.985	1.985	1.985	1.985	1.985	
		Vy	-0.032	-0.018	-0.003	0.006	0.017	0.024	0.028	0.031	0.032	
		Vz	1.649	1.285	0.830	0.526	0.071	-0.385	-0.686	-1.134	-1.432	
		Mt	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	
		My	2.228	1.322	0.322	-0.106	-0.388	-0.239	0.098	0.959	1.768	
		Mz	0.006	0.021	0.030	0.029	0.018	-0.002	-0.018	-0.047	-0.067	
	V(90°) H2	N	-0.840	-0.840	-0.840	-0.840	-0.840	-0.840	-0.840	-0.840	-0.840	
		Vy	-0.127	-0.082	-0.032	-0.005	0.030	0.055	0.067	0.077	0.079	
		Vz	1.134	0.885	0.574	0.366	0.055	-0.257	-0.462	-0.766	-0.968	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	1.586	0.963	0.273	-0.023	-0.222	-0.127	0.100	0.681	1.227	
		Mz	0.015	0.078	0.132	0.143	0.130	0.090	0.051	-0.018	-0.068	
	V(180°) H1	N	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	-0.196	
		Vy	0.102	0.070	0.035	0.015	-0.010	-0.028	-0.036	-0.044	-0.045	
		Vz	-0.288	-0.390	-0.518	-0.603	-0.731	-0.859	-0.945	-1.073	-1.158	
Mt		-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012	-0.012		
My		-2.569	-2.350	-1.921	-1.567	-0.937	-0.185	0.384	1.337	2.040		
Mz		-0.010	-0.062	-0.111	-0.126	-0.128	-0.110	-0.089	-0.051	-0.023		
V(180°) H2	N	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431		
	Vy	0.100	0.068	0.033	0.013	-0.012	-0.030	-0.038	-0.046	-0.047		
	Vz	-0.719	-0.741	-0.768	-0.785	-0.812	-0.839	-0.857	-0.884	-0.902		
	Mt	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007		
	My	-3.286	-2.824	-2.111	-1.622	-0.866	-0.086	0.449	1.272	1.835		
	Mz	-0.010	-0.062	-0.109	-0.123	-0.123	-0.103	-0.081	-0.041	-0.012		
V(270°) H1	N	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746		
	Vy	0.056	0.037	0.016	0.004	-0.011	-0.022	-0.027	-0.031	-0.032		
	Vz	0.549	0.426	0.273	0.171	0.018	-0.136	-0.238	-0.391	-0.494		
	Mt	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007		
	My	0.685	0.384	0.054	-0.086	-0.175	-0.119	-0.001	0.296	0.575		
	Mz	-0.005	-0.034	-0.058	-0.064	-0.061	-0.045	-0.030	-0.002	0.018		
V(270°) H2	N	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396		
	Vy	0.016	0.010	0.003	-0.001	-0.005	-0.009	-0.010	-0.011	-0.012		
	Vz	0.328	0.255	0.163	0.102	0.011	-0.081	-0.142	-0.234	-0.295		
	Mt	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003		
	My	0.410	0.230	0.033	-0.051	-0.104	-0.071	-0.001	0.177	0.343		
	Mz	-0.001	-0.009	-0.015	-0.015	-0.013	-0.006	0.000	0.010	0.018		
N(EI)	N	-0.052	-0.041	-0.024	-0.013	0.004	0.021	0.032	0.049	0.060		
	Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002		
	Vz	-0.192	-0.136	-0.066	-0.019	0.051	0.121	0.167	0.237	0.284		
	Mt	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003		
	My	-0.025	0.075	0.170	0.197	0.182	0.101	0.011	-0.181	-0.345		
	Mz	0.000	0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.007	0.009	0.010		
N(R) 1	N	-0.052	-0.046	-0.038	-0.033	-0.024	-0.016	-0.010	-0.002	0.004		
	Vy	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		
	Vz	-0.122	-0.094	-0.059	-0.036	-0.001	0.034	0.057	0.092	0.116		



Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.124 m	0.754 m	1.700 m	2.330 m	3.276 m	4.221 m	4.852 m	5.797 m	6.427 m	
		Mt	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		My	-0.124	-0.058	0.015	0.045	0.062	0.047	0.018	-0.053	-0.119	
		Mz	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	
	N(R) 2	N	-0.066	-0.055	-0.038	-0.027	-0.010	0.007	0.018	0.035	0.046	
		Vy	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	
		Vz	-0.165	-0.109	-0.040	0.007	0.077	0.147	0.194	0.264	0.310	
		Mt	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
		My	0.087	0.170	0.241	0.251	0.211	0.105	-0.002	-0.218	-0.399	
		Mz	0.000	0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.007	0.009	0.010	

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.964 m	1.607 m	2.571 m	3.214 m	4.178 m	4.821 m	5.785 m	6.427 m	
N56/N5	Peso propio	N	-0.194	-0.154	-0.127	-0.088	-0.062	-0.023	0.002	0.039	0.063	
		Vy	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
		Vz	-0.670	-0.501	-0.390	-0.226	-0.118	0.042	0.146	0.301	0.403	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	-0.792	-0.227	0.059	0.356	0.466	0.503	0.443	0.227	0.000	
		Mz	0.013	0.011	0.010	0.008	0.006	0.004	0.003	0.001	0.000	
	V(0°) H1	N	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	
		Vy	0.184	0.118	0.081	0.033	0.007	-0.023	-0.037	-0.050	-0.052	
		Vz	0.484	0.379	0.309	0.204	0.134	0.030	-0.040	-0.145	-0.215	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.864	0.448	0.227	-0.020	-0.129	-0.208	-0.205	-0.116	0.000	
		Mz	0.171	0.026	-0.038	-0.092	-0.104	-0.096	-0.076	-0.033	0.000	
	V(0°) H2	N	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	
		Vy	0.056	0.036	0.024	0.009	0.001	-0.008	-0.012	-0.016	-0.017	
		Vz	-0.171	-0.108	-0.066	-0.003	0.039	0.102	0.144	0.208	0.250	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.252	0.387	0.443	0.476	0.464	0.396	0.317	0.147	0.000	
		Mz	0.047	0.003	-0.016	-0.032	-0.035	-0.031	-0.025	-0.011	0.000	
	V(0°) H3	N	3.208	3.208	3.208	3.208	3.208	3.208	3.208	3.208	3.208	
		Vy	0.186	0.120	0.083	0.035	0.009	-0.021	-0.035	-0.048	-0.050	
		Vz	-0.162	-0.111	-0.077	-0.025	0.009	0.061	0.095	0.147	0.181	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	0.061	0.192	0.253	0.302	0.307	0.273	0.222	0.106	0.000	
		Mz	0.183	0.036	-0.029	-0.084	-0.098	-0.091	-0.073	-0.032	0.000	
V(0°) H4	N	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344		
	Vy	0.058	0.038	0.026	0.011	0.003	-0.006	-0.010	-0.014	-0.015		
	Vz	-0.817	-0.598	-0.452	-0.232	-0.086	0.134	0.280	0.500	0.646		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	-0.551	0.131	0.468	0.798	0.900	0.877	0.744	0.368	0.000		
	Mz	0.060	0.014	-0.006	-0.024	-0.029	-0.027	-0.022	-0.009	0.000		
V(90°) H1	N	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057	2.057		
	Vy	-0.054	-0.037	-0.027	-0.014	-0.007	0.001	0.005	0.009	0.009		
	Vz	1.799	1.343	1.039	0.582	0.278	-0.178	-0.482	-0.939	-1.243		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	1.788	0.273	-0.492	-1.274	-1.550	-1.598	-1.386	-0.701	0.000		
	Mz	-0.077	-0.033	-0.013	0.006	0.013	0.015	0.013	0.006	0.000		
V(90°) H2	N	-1.299	-1.299	-1.299	-1.299	-1.299	-1.299	-1.299	-1.299	-1.299		
	Vy	-0.166	-0.109	-0.076	-0.034	-0.012	0.015	0.027	0.038	0.040		
	Vz	1.226	0.917	0.711	0.401	0.195	-0.114	-0.321	-0.630	-0.836		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	1.253	0.220	-0.303	-0.839	-1.031	-1.070	-0.930	-0.471	0.000		



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.964 m	1.607 m	2.571 m	3.214 m	4.178 m	4.821 m	5.785 m	6.427 m
	V(180°) H1	Mz	-0.185	-0.053	0.007	0.059	0.074	0.071	0.058	0.025	0.000
		N	3.311	3.311	3.311	3.311	3.311	3.311	3.311	3.311	3.311
		Vy	0.185	0.122	0.084	0.036	0.011	-0.020	-0.034	-0.046	-0.049
		Vz	0.530	0.399	0.312	0.182	0.095	-0.036	-0.153	-0.401	-0.567
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.400	-0.048	-0.277	-0.515	-0.604	-0.633	-0.578	-0.311	0.000
	V(180°) H2	Mz	0.194	0.046	-0.020	-0.078	-0.093	-0.087	-0.070	-0.031	0.000
		N	2.927	2.927	2.927	2.927	2.927	2.927	2.927	2.927	2.927
		Vy	0.188	0.125	0.087	0.039	0.013	-0.017	-0.031	-0.044	-0.046
		Vz	0.062	0.035	0.017	-0.011	-0.029	-0.056	-0.075	-0.102	-0.120
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-0.186	-0.233	-0.249	-0.252	-0.240	-0.199	-0.157	-0.071	0.000
	V(270°) H1	Mz	0.210	0.060	-0.008	-0.068	-0.084	-0.082	-0.066	-0.029	0.000
		N	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833
		Vy	0.068	0.044	0.029	0.011	0.002	-0.010	-0.015	-0.020	-0.020
		Vz	0.611	0.455	0.351	0.194	0.090	-0.066	-0.171	-0.327	-0.431
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.579	0.065	-0.194	-0.457	-0.548	-0.559	-0.483	-0.244	0.000
	V(270°) H2	Mz	0.058	0.005	-0.019	-0.038	-0.042	-0.038	-0.030	-0.013	0.000
		N	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395	0.395
		Vy	0.020	0.012	0.008	0.003	0.000	-0.004	-0.006	-0.007	-0.007
		Vz	0.366	0.272	0.210	0.117	0.054	-0.039	-0.101	-0.195	-0.257
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.349	0.042	-0.113	-0.270	-0.325	-0.333	-0.288	-0.145	0.000
N(EI)	Mz	0.012	-0.004	-0.010	-0.015	-0.016	-0.014	-0.011	-0.005	0.000	
	N	-0.077	-0.060	-0.048	-0.031	-0.020	-0.002	0.009	0.026	0.037	
	Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Vz	-0.292	-0.221	-0.173	-0.102	-0.054	0.017	0.065	0.136	0.184	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.349	-0.101	0.025	0.158	0.208	0.226	0.199	0.103	0.000	
N(R) 1	Mz	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	0.000	
	N	-0.032	-0.024	-0.018	-0.010	-0.004	0.005	0.010	0.019	0.025	
	Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Vz	-0.147	-0.111	-0.088	-0.052	-0.028	0.008	0.031	0.067	0.091	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.181	-0.056	0.008	0.075	0.101	0.110	0.098	0.051	0.000	
N(R) 2	Mz	0.006	0.005	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000	
	N	-0.083	-0.065	-0.054	-0.037	-0.026	-0.008	0.003	0.020	0.032	
	Vy	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
	Vz	-0.291	-0.220	-0.172	-0.101	-0.053	0.018	0.066	0.137	0.185	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	-0.342	-0.096	0.030	0.162	0.211	0.228	0.201	0.103	0.000	
Mz	0.006	0.005	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000		

4.2.1.4. Esfuerzos de las barras en pórtico intermedio de la estructura 1

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.676 m	1.353 m	2.029 m	2.705 m	3.381 m	4.058 m	4.734 m	5.410 m
N26/N27	Peso propio	N	-3.985	-3.838	-3.691	-3.544	-3.397	-3.251	-3.104	-2.957	-2.810
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.290	-1.290	-1.290	-1.290	-1.290	-1.290	-1.290	-1.290	-1.290
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.676 m	1.353 m	2.029 m	2.705 m	3.381 m	4.058 m	4.734 m	5.410 m
		My	0.000	0.872	1.744	2.616	3.489	4.361	5.233	6.105	6.977
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	4.175	4.175	4.175	4.175	4.175	4.175	4.175	4.175	4.175
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	4.112	3.807	3.503	3.199	2.894	2.590	2.286	1.982	1.412
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-2.678	-5.149	-7.415	-9.476	-11.330	-12.979	-14.422	-15.659
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	N	-0.179	-0.179	-0.179	-0.179	-0.179	-0.179	-0.179	-0.179	-0.179
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	3.092	2.552	2.012	1.472	0.933	0.393	-0.147	-0.687	-1.698
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-1.908	-3.452	-4.630	-5.443	-5.891	-5.974	-5.692	-5.045
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H3	N	-0.205	-0.205	-0.205	-0.205	-0.205	-0.205	-0.205	-0.205	-0.205
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	2.394	2.090	1.785	1.481	1.177	0.872	0.568	0.264	-0.306
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-1.516	-2.826	-3.931	-4.829	-5.522	-6.009	-6.291	-6.366
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H4	N	-4.558	-4.558	-4.558	-4.558	-4.558	-4.558	-4.558	-4.558	-4.558
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	1.374	0.834	0.295	-0.245	-0.785	-1.325	-1.865	-2.405	-3.415
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
My		0.000	-0.747	-1.129	-1.145	-0.797	-0.083	0.995	2.439	4.247	
Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(90°) H1	N	7.863	7.863	7.863	7.863	7.863	7.863	7.863	7.863	7.863	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	1.874	2.293	2.712	3.131	3.550	3.969	4.388	4.807	5.591	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	-1.409	-3.101	-5.077	-7.336	-9.878	-12.704	-15.813	-19.205	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(90°) H2	N	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.982	1.195	1.407	1.620	1.833	2.046	2.259	2.472	2.871	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	-0.736	-1.616	-2.639	-3.807	-5.119	-6.575	-8.174	-9.918	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(180°) H1	N	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	2.952	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.180	0.320	0.460	0.600	0.740	0.881	1.021	1.161	1.424	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	-0.169	-0.432	-0.791	-1.244	-1.792	-2.435	-3.173	-4.006	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(180°) H2	N	-0.422	-0.422	-0.422	-0.422	-0.422	-0.422	-0.422	-0.422	-0.422	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-1.885	-1.744	-1.604	-1.464	-1.324	-1.183	-1.043	-0.903	-0.640	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	My	0.000	1.227	2.359	3.397	4.339	5.187	5.940	6.598	7.161	
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(270°) H1	N	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	4.054	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	0.866	1.102	1.338	1.573	1.809	2.045	2.281	2.517	2.959	
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	



Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.676 m	1.353 m	2.029 m	2.705 m	3.381 m	4.058 m	4.734 m	5.410 m
		My	0.000	-0.665	-1.490	-2.474	-3.618	-4.921	-6.384	-8.006	-9.788
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(270°) H2	N	2.421	2.421	2.421	2.421	2.421	2.421	2.421	2.421	2.421
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.483	0.631	0.778	0.926	1.074	1.221	1.369	1.516	1.793
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	-0.377	-0.853	-1.430	-2.106	-2.882	-3.757	-4.733	-5.808
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(EI)	N	-1.956	-1.956	-1.956	-1.956	-1.956	-1.956	-1.956	-1.956	-1.956
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-1.019	-1.019	-1.019	-1.019	-1.019	-1.019	-1.019	-1.019	-1.019
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.689	1.378	2.067	2.756	3.445	4.135	4.824	5.513
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 1	N	-1.223	-1.223	-1.223	-1.223	-1.223	-1.223	-1.223	-1.223	-1.223
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	0.000	0.517	1.034	1.550	2.067	2.584	3.101	3.617	4.134
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N(R) 2	N	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711	-1.711
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764	-0.764
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
My		0.000	0.517	1.034	1.551	2.067	2.584	3.101	3.618	4.135	
Mz		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Esfuerzos en barras, por hipótesis													
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra										
			0.124 m	1.625 m	3.123 m	3.125 m	4.960 m	6.184 m	8.019 m	9.854 m	9.856 m	11.354 m	12.855 m
N27/N30	Peso propio	N	-1.936	-1.838	-1.748	-1.685	-1.608	-1.556	-1.479	-1.402	-1.387	-1.328	-1.268
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-2.037	-1.704	-1.419	-1.493	-1.172	-0.958	-0.637	-0.316	-0.377	-0.079	0.238
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-7.130	-4.343	-2.005	-2.080	0.365	1.668	3.133	4.007	4.072	4.417	4.301
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H1	N	2.532	2.478	2.451	2.347	2.347	2.347	2.347	2.347	2.302	2.313	2.327
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	3.607	2.737	2.347	2.451	2.052	1.786	1.387	0.988	1.089	0.772	0.454
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	15.671	10.956	7.192	7.295	3.165	0.816	-2.096	-4.275	-4.386	-5.781	-6.704
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H2	N	-1.679	-1.695	-1.690	-1.693	-1.693	-1.693	-1.693	-1.693	-1.731	-1.743	-1.756
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	0.307	-0.012	0.105	0.031	0.272	0.432	0.672	0.913	0.838	1.028	1.219
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	4.475	4.270	4.248	4.169	3.892	3.461	2.448	0.994	1.070	-0.330	-2.017
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V(0°) H3	N	-0.351	-0.343	-0.336	-0.345	-0.345	-0.345	-0.345	-0.345	-0.385	-0.396	-0.408
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz	-0.110	0.062	0.221	0.207	0.403	0.534	0.730	0.927	0.911	1.070	1.229
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	6.344	6.370	6.157	6.140	5.581	5.008	3.847	2.327	2.342	0.857	-0.870
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
V(0°) H4	N	-4.562	-4.516	-4.477	-4.385	-4.385	-4.385	-4.385	-4.385	-4.418	-4.452	-4.491	
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	Vz	-3.411	-2.687	-2.021	-2.213	-1.377	-0.820	0.016	0.851	0.660	1.326	1.994	



Esfuerzos en barras, por hipótesis

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra											
			0.124 m	1.625 m	3.123 m	3.125 m	4.960 m	6.184 m	8.019 m	9.854 m	9.856 m	11.354 m	12.855 m	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		My	-4.852	-0.316	3.213	3.014	6.308	7.653	8.391	7.596	7.797	6.308	3.817	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	V(90°) H1	N	7.582	7.514	7.456	7.272	7.272	7.272	7.272	7.272	7.259	7.302	7.351	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	5.968	4.972	4.056	4.375	3.221	2.451	1.297	0.142	0.457	-0.459	-1.378	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	20.247	12.092	5.324	5.651	-1.318	-4.789	-8.229	-9.549	-9.885	-9.885	-8.511	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	V(90°) H2	N	3.897	3.862	3.832	3.737	3.737	3.737	3.737	3.737	3.730	3.752	3.778	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	3.080	2.566	2.094	2.258	1.663	1.267	0.671	0.076	0.238	-0.234	-0.708	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	10.451	6.242	2.748	2.916	-0.682	-2.475	-4.253	-4.939	-5.112	-5.115	-4.410	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	V(180°) H1	N	2.198	2.169	2.145	2.073	2.073	2.073	2.073	2.073	2.077	2.100	2.141	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	2.430	1.998	1.600	1.692	1.195	0.863	0.366	-0.131	-0.041	-0.525	-1.291	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	4.107	0.807	-1.891	-1.799	-4.447	-5.706	-6.834	-7.050	-7.146	-6.771	-5.409	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	V(180°) H2	N	-0.733	-0.737	-0.740	-0.721	-0.721	-0.721	-0.721	-0.721	-0.685	-0.678	-0.671	
		Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		Vz	-0.225	-0.319	-0.407	-0.439	-0.543	-0.613	-0.717	-0.821	-0.852	-0.939	-1.027	
		Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		My	-7.407	-6.993	-6.449	-6.481	-5.581	-4.874	-3.653	-2.243	-2.208	-0.864	0.613	
		Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
V(270°) H1	N	3.982	3.947	3.917	3.823	3.823	3.823	3.823	3.823	3.817	3.839	3.864		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	3.055	2.542	2.070	2.238	1.643	1.246	0.651	0.056	0.221	-0.251	-0.724		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	10.354	6.182	2.724	2.897	-0.663	-2.431	-4.172	-4.820	-4.997	-4.975	-4.245		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
V(270°) H2	N	2.402	2.382	2.364	2.308	2.308	2.308	2.308	2.308	2.305	2.318	2.333		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	1.817	1.511	1.229	1.331	0.975	0.738	0.383	0.027	0.127	-0.155	-0.437		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	6.155	3.675	1.620	1.724	-0.391	-1.439	-2.468	-2.844	-2.951	-2.930	-2.488		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
N(EI)	N	-1.525	-1.455	-1.387	-1.336	-1.271	-1.228	-1.163	-1.097	-1.087	-1.044	-1.002		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-1.589	-1.357	-1.143	-1.202	-0.930	-0.749	-0.478	-0.206	-0.253	-0.033	0.188		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	-5.637	-3.438	-1.563	-1.623	0.333	1.361	2.487	3.114	3.165	3.381	3.265		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
N(R) 1	N	-1.076	-1.040	-1.006	-0.973	-0.940	-0.919	-0.886	-0.854	-0.840	-0.818	-0.796		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-0.958	-0.843	-0.737	-0.780	-0.644	-0.553	-0.418	-0.282	-0.319	-0.210	-0.100		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	-4.267	-2.922	-1.737	-1.781	-0.475	0.258	1.149	1.791	1.831	2.227	2.460		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
N(R) 2	N	-1.211	-1.142	-1.075	-1.032	-0.966	-0.923	-0.858	-0.793	-0.791	-0.748	-0.706		
	Vy	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	Vz	-1.426	-1.193	-0.977	-1.023	-0.752	-0.570	-0.299	-0.027	-0.062	0.160	0.382		
	Mt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
	My	-4.188	-2.235	-0.608	-0.653	0.974	1.783	2.581	2.880	2.917	2.844	2.438		
	Mz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		



4.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

4.3.1. Tabla de flechas de la estructura 1

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	2.873	8.33	3.232	4.31	2.873	13.49	3.232	8.05
	2.873	L/689.7	3.232	L/(>1000)	2.873	L/690.6	3.232	L/(>1000)
N3/N4	2.877	3.84	3.236	3.04	2.877	6.22	3.236	6.08
	2.877	L/(>1000)	3.236	L/(>1000)	2.877	L/(>1000)	3.236	L/(>1000)
N2/N5	3.782	2.52	9.517	0.52	3.782	4.31	9.517	0.87
	3.782	L/(>1000)	2.206	L/(>1000)	4.097	L/(>1000)	2.206	L/(>1000)
N4/N5	3.763	2.51	2.195	0.90	3.763	4.28	2.195	1.61
	3.763	L/(>1000)	2.195	L/(>1000)	3.763	L/(>1000)	2.509	L/(>1000)
N6/N7	3.250	0.01	3.250	5.46	3.250	0.02	3.250	9.63
	3.250	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)	3.250	L/(>1000)
N8/N9	3.250	0.01	3.250	9.08	3.250	0.02	3.250	13.25
	3.250	L/(>1000)	3.250	L/636.3	3.250	L/(>1000)	3.250	L/641.3
N7/N10	5.645	2.17	7.558	17.10	5.332	3.70	7.558	23.11
	5.645	L/(>1000)	7.558	L/742.7	5.645	L/(>1000)	7.879	L/749.8
N9/N10	5.645	2.18	6.915	11.27	5.332	3.71	7.237	17.05
	5.645	L/(>1000)	6.915	L/(>1000)	5.645	L/(>1000)	6.594	L/(>1000)
N11/N12	3.043	0.00	3.043	16.28	3.043	0.00	3.043	25.19
	3.043	L/(>1000)	3.043	L/332.3	3.043	L/(>1000)	3.043	L/336.8
N13/N14	3.047	0.00	3.047	10.56	3.047	0.00	3.047	14.85
	-	L/(>1000)	3.047	L/512.8	-	L/(>1000)	3.047	L/519.6
N12/N15	9.730	0.19	7.283	37.85	9.730	0.37	7.283	51.52
	9.730	L/(>1000)	7.283	L/336.3	9.730	L/(>1000)	7.283	L/342.2
N14/N15	3.001	0.19	7.264	33.05	3.001	0.38	6.655	50.55
	3.001	L/(>1000)	7.264	L/384.3	4.827	L/(>1000)	6.655	L/389.9
N16/N17	3.043	0.00	3.043	16.28	3.043	0.00	3.043	25.19
	3.043	L/(>1000)	3.043	L/332.3	3.043	L/(>1000)	3.043	L/346.1
N18/N19	3.047	0.00	3.047	10.56	3.047	0.00	3.047	14.85
	3.047	L/(>1000)	3.047	L/512.8	3.047	L/(>1000)	3.047	L/528.6
N17/N20	9.730	0.19	7.283	37.85	9.730	0.38	7.283	51.52
	9.730	L/(>1000)	7.283	L/336.3	9.730	L/(>1000)	7.283	L/338.1
N19/N20	3.001	0.20	7.264	33.05	3.001	0.39	6.655	50.55
	3.001	L/(>1000)	7.264	L/384.3	3.609	L/(>1000)	6.655	L/386.7
N21/N22	3.043	0.00	3.043	16.28	3.043	0.00	3.043	25.19
	3.043	L/(>1000)	3.043	L/332.3	3.043	L/(>1000)	3.043	L/343.2
N23/N24	3.047	0.00	3.047	10.56	3.047	0.00	3.047	14.85
	3.047	L/(>1000)	3.047	L/512.8	3.047	L/(>1000)	3.047	L/523.4
N22/N25	9.730	0.20	7.283	37.85	9.730	0.39	7.283	51.52
	9.730	L/(>1000)	7.283	L/336.3	9.730	L/(>1000)	7.283	L/344.6
N24/N25	3.001	0.20	7.264	33.05	3.001	0.40	6.655	50.55
	3.001	L/(>1000)	7.264	L/384.3	3.609	L/(>1000)	6.655	L/389.9
N26/N27	3.043	0.00	3.043	16.28	3.043	0.00	3.043	25.19



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	3.043	L/(>1000)	3.043	L/332.3	3.043	L/(>1000)	3.043	L/343.2
N28/N29	3.047	0.00	3.047	10.56	3.047	0.00	3.047	14.85
	3.047	L/(>1000)	3.047	L/512.8	3.047	L/(>1000)	3.047	L/523.4
N27/N30	9.730	0.20	7.283	37.85	9.730	0.39	7.283	51.52
	9.730	L/(>1000)	7.283	L/336.3	9.730	L/(>1000)	7.283	L/344.6
N29/N30	3.001	0.21	7.264	33.05	3.001	0.40	6.655	50.55
	3.001	L/(>1000)	7.264	L/384.3	3.001	L/(>1000)	6.655	L/389.9
N31/N32	3.043	0.00	3.043	16.28	3.043	0.00	3.043	25.19
	3.043	L/(>1000)	3.043	L/332.3	3.043	L/(>1000)	3.043	L/346.1
N33/N34	3.047	0.00	3.047	10.56	3.047	0.00	3.047	14.85
	-	L/(>1000)	3.047	L/512.8	-	L/(>1000)	3.047	L/528.6
N32/N35	9.730	0.21	7.283	37.85	9.730	0.40	7.283	51.52
	9.730	L/(>1000)	7.283	L/336.3	9.730	L/(>1000)	7.283	L/338.1
N34/N35	3.001	0.21	7.264	33.05	3.001	0.41	6.655	50.55
	3.001	L/(>1000)	7.264	L/384.3	3.001	L/(>1000)	6.655	L/386.7
N36/N37	3.043	0.00	3.043	16.28	3.043	0.00	3.043	25.19
	3.043	L/(>1000)	3.043	L/332.3	3.043	L/(>1000)	3.043	L/336.8
N38/N39	3.047	0.00	3.047	10.56	3.047	0.00	3.047	14.85
	-	L/(>1000)	3.047	L/512.8	-	L/(>1000)	3.047	L/519.6
N37/N40	9.730	0.21	7.283	37.85	9.730	0.41	7.283	51.52
	9.730	L/(>1000)	7.283	L/336.3	9.730	L/(>1000)	7.283	L/342.2
N39/N40	3.001	0.22	7.264	33.05	3.001	0.42	6.655	50.55
	3.001	L/(>1000)	7.264	L/384.3	3.001	L/(>1000)	6.655	L/389.9
N41/N42	3.275	0.01	3.275	14.33	3.275	0.02	3.275	23.58
	3.275	L/(>1000)	3.275	L/406.4	3.275	L/(>1000)	3.639	L/430.1
N43/N44	3.243	0.01	3.243	6.47	3.243	0.02	3.243	8.96
	3.243	L/(>1000)	3.243	L/891.0	3.243	L/(>1000)	3.243	L/904.3
N42/N45	6.303	3.59	7.268	37.88	6.303	6.81	7.589	55.30
	6.303	L/(>1000)	7.268	L/336.1	5.988	L/(>1000)	7.589	L/338.0
N44/N45	6.221	3.50	6.864	13.20	6.221	6.64	5.910	21.98
	6.221	L/(>1000)	6.864	L/958.4	6.221	L/(>1000)	6.864	L/961.6
N46/N47	2.901	16.23	3.264	12.81	2.901	32.03	3.264	15.02
	2.901	L/357.5	3.264	L/453.0	2.901	L/357.5	3.264	L/463.6
N48/N49	2.900	20.81	3.262	13.93	2.900	41.06	3.262	16.39
	2.900	L/278.7	3.262	L/416.1	2.900	L/278.8	3.262	L/421.6
N47/N50	3.142	10.77	5.027	24.13	3.142	20.59	4.713	27.85
	3.142	L/(>1000)	5.027	L/526.7	3.142	L/(>1000)	5.027	L/529.1
N49/N50	3.147	10.81	4.720	16.95	3.147	20.60	5.035	21.57
	3.147	L/(>1000)	4.720	L/750.7	3.147	L/(>1000)	5.349	L/759.1
N1/N7	5.370	0.00	6.834	0.00	5.370	0.00	6.834	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N7/N56	6.457	0.00	5.960	0.00	4.967	0.00	3.974	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N56/N10	7.125	0.00	7.634	0.00	6.616	0.00	6.107	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N58/N10	7.125	0.00	7.125	0.00	7.634	0.00	7.125	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N9/N58	3.477	0.00	6.457	0.00	4.967	0.00	4.470	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N3/N9	5.370	0.00	7.322	0.00	7.322	0.00	7.322	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N6/N2	4.881	0.00	6.346	0.00	7.322	0.00	6.834	0.00



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N2/N55	6.988 -	0.00 L/(>1000)	6.489 -	0.00 L/(>1000)	4.991 -	0.00 L/(>1000)	3.993 -	0.00 L/(>1000)
N55/N5	7.634 -	0.00 L/(>1000)	5.598 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)	5.598 -	0.00 L/(>1000)
N57/N5	6.616 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)	6.616 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)
N4/N57	6.954 -	0.00 L/(>1000)	5.960 -	0.00 L/(>1000)	6.954 -	0.00 L/(>1000)	4.967 -	0.00 L/(>1000)
N8/N4	6.834 -	0.00 L/(>1000)	6.834 -	0.00 L/(>1000)	6.834 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)
N2/N7	3.438 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.813 -	0.00 L/(>1000)
N56/N55	1.220 1.220	0.40 L/(>1000)	2.135 2.135	1.45 L/(>1000)	1.525 1.525	0.69 L/(>1000)	2.135 2.135	2.40 L/(>1000)
N5/N10	2.686 2.686	0.10 L/(>1000)	2.388 2.388	0.10 L/(>1000)	2.686 2.686	0.20 L/(>1000)	2.686 2.686	0.02 L/(>1000)
N58/N57	1.220 1.220	0.40 L/(>1000)	2.135 2.135	1.04 L/(>1000)	1.220 1.220	0.58 L/(>1000)	2.135 1.830	1.99 L/(>1000)
N4/N9	3.125 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	3.125 -	0.00 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)
N41/N47	7.322 -	0.00 L/(>1000)	5.858 -	0.00 L/(>1000)	7.322 -	0.00 L/(>1000)	5.858 -	0.00 L/(>1000)
N46/N42	6.346 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)
N42/N51	6.489 -	0.00 L/(>1000)	7.487 -	0.00 L/(>1000)	6.489 -	0.00 L/(>1000)	7.487 -	0.00 L/(>1000)
N51/N45	6.107 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)	6.107 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)
N53/N45	6.616 -	0.00 L/(>1000)	6.107 -	0.00 L/(>1000)	5.090 -	0.00 L/(>1000)	6.107 -	0.00 L/(>1000)
N44/N53	4.072 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)	4.072 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)
N48/N44	6.346 -	0.00 L/(>1000)	4.881 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)	5.858 -	0.00 L/(>1000)
N47/N52	5.970 -	0.00 L/(>1000)	3.483 -	0.00 L/(>1000)	5.970 -	0.00 L/(>1000)	3.483 -	0.00 L/(>1000)
N52/N50	7.634 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)	4.581 -	0.00 L/(>1000)
N54/N50	7.125 -	0.00 L/(>1000)	6.616 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)	5.090 -	0.00 L/(>1000)
N49/N54	6.977 -	0.00 L/(>1000)	6.478 -	0.00 L/(>1000)	3.987 -	0.00 L/(>1000)	6.478 -	0.00 L/(>1000)
N43/N49	6.346 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)
N42/N47	0.625 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.20 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)
N52/N51	3.125 3.125	1.45 L/(>1000)	2.500 2.500	0.29 L/(>1000)	3.125 2.813	2.72 L/(>1000)	2.813 2.813	0.09 L/(>1000)
N45/N50	2.188 2.188	0.32 L/(>1000)	2.500 2.500	0.28 L/(>1000)	2.188 2.188	0.40 L/(>1000)	2.188 2.188	0.09 L/(>1000)
N54/N53	2.813	1.43	2.500	0.29	3.125	2.71	2.813	0.10



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	2.813	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	3.125	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)
N44/N49	2.813 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.20 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)	2.188 -	0.00 L/(>1000)
N7/N12	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	3.125 -	0.00 L/(>1000)
N12/N17	2.188 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	2.188 -	0.00 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)
N17/N22	1.563 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)
N22/N27	4.688 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)	1.250 -	0.00 L/(>1000)
N27/N32	2.500 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	0.313 -	0.00 L/(>1000)
N32/N37	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)
N37/N42	2.500 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	2.813 -	0.00 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)
N9/N14	2.188 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	2.813 -	0.00 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)
N14/N19	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)
N19/N24	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)
N24/N29	1.875 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.20 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)	2.188 -	0.00 L/(>1000)
N29/N34	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	1.250 -	0.00 L/(>1000)
N34/N39	1.250 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)
N39/N44	3.125 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)
N59/N56	1.443 1.443	1.94 L/(>1000)	4.330 4.330	8.35 L/864.0	1.443 1.443	3.87 L/(>1000)	4.330 4.330	11.78 L/868.4
N60/N5	3.600 3.600	3.87 L/(>1000)	4.050 4.050	7.64 L/(>1000)	3.600 3.600	7.70 L/(>1000)	4.050 4.050	10.04 L/(>1000)
N61/N58	5.774 5.774	2.03 L/(>1000)	4.330 4.330	6.49 L/(>1000)	5.774 5.774	3.99 L/(>1000)	4.330 4.330	9.90 L/(>1000)
N62/N63	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N64/N65	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)

4.3.2. Tabla de flechas de la estructura 2

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	4.393 4.393	45.53 L/193.0	4.942 4.942	15.14 L/580.2	4.393 4.393	86.92 L/193.0	4.942 4.942	21.11 L/634.5



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N4	4.391	50.73	4.940	16.41	4.391	98.35	4.940	23.42
	4.391	L/173.1	4.940	L/535.3	4.391	L/173.2	4.940	L/564.8
N2/N5	3.121	7.44	6.563	21.33	3.121	14.33	5.617	33.39
	3.121	L(>1000)	6.563	L/593.9	3.121	L(>1000)	6.884	L/610.0
N4/N5	3.126	7.47	6.574	21.54	3.126	14.81	5.627	31.12
	3.126	L(>1000)	6.574	L/588.6	3.126	L(>1000)	6.574	L/604.2
N6/N7	4.948	0.04	4.948	34.65	4.948	0.07	4.948	56.55
	4.948	L(>1000)	4.948	L/253.9	4.948	L(>1000)	5.498	L/258.9
N8/N9	4.951	0.02	4.951	28.14	4.951	0.04	4.951	46.11
	4.951	L(>1000)	4.951	L/312.8	4.951	L(>1000)	5.501	L/324.2
N7/N10	6.303	2.98	7.268	30.52	5.988	5.73	6.946	42.11
	6.303	L(>1000)	7.268	L/417.1	6.303	L(>1000)	7.910	L/433.3
N9/N10	6.283	2.97	6.926	24.81	6.283	5.85	6.605	33.51
	6.283	L(>1000)	6.926	L/512.3	6.283	L(>1000)	7.569	L/520.8
N11/N12	4.730	0.00	4.730	36.51	4.730	0.00	4.730	58.44
	4.730	L(>1000)	4.730	L/230.3	4.730	L(>1000)	4.730	L/250.2
N13/N14	4.686	0.00	4.686	25.93	4.686	0.00	4.686	43.14
	4.686	L(>1000)	4.686	L/321.3	4.686	L(>1000)	4.686	L/344.9
N12/N15	2.545	0.30	6.997	41.45	2.545	0.57	6.997	62.65
	2.545	L(>1000)	6.997	L/306.9	2.545	L(>1000)	6.997	L/321.9
N14/N15	10.159	0.31	6.985	37.49	10.159	0.58	6.985	57.73
	10.159	L(>1000)	6.985	L/338.8	10.159	L(>1000)	6.985	L/345.9
N16/N17	4.792	0.00	4.792	35.43	4.792	0.00	4.792	54.15
	4.792	L(>1000)	4.792	L/240.5	4.792	L(>1000)	4.792	L/245.2
N18/N19	4.875	1.40	4.875	12.46	4.875	1.93	4.875	16.32
	4.875	L(>1000)	4.875	L/684.5	4.875	L(>1000)	5.250	L/716.9
N17/N20	2.547	0.25	7.639	35.23	2.547	0.46	7.639	46.89
	2.547	L(>1000)	7.639	L/361.4	2.547	L(>1000)	8.275	L/369.5
N19/N20	10.159	0.23	7.620	43.21	10.159	0.40	7.620	59.70
	10.159	L(>1000)	7.620	L/293.9	10.159	L(>1000)	7.620	L/296.1
N21/N22	4.792	0.00	4.792	41.28	4.792	0.00	4.792	64.09
	4.792	L(>1000)	4.792	L/206.4	4.792	L(>1000)	5.324	L/224.1
N23/N24	4.875	1.24	4.500	19.70	4.875	1.84	4.500	29.57
	4.875	L(>1000)	4.500	L/434.8	4.875	L(>1000)	4.875	L/436.6
N22/N25	2.547	0.25	7.639	44.09	2.547	0.46	7.639	64.08
	2.547	L(>1000)	7.639	L/288.7	2.547	L(>1000)	7.639	L/295.5
N24/N25	10.184	0.20	7.002	69.54	10.184	0.36	7.002	98.44
	10.184	L(>1000)	7.002	L/183.1	10.184	L(>1000)	7.002	L/184.1
N26/N27	4.792	0.00	4.792	40.45	4.792	0.00	4.792	61.73
	4.792	L(>1000)	4.792	L/210.6	4.792	L(>1000)	4.792	L/212.1
N28/N29	4.875	1.09	5.250	22.74	4.875	1.75	4.875	29.94
	4.875	L(>1000)	5.250	L/376.6	4.875	L(>1000)	5.250	L/377.6
N27/N30	2.547	0.24	7.639	37.15	2.547	0.46	7.639	52.04
	2.547	L(>1000)	7.639	L/342.7	2.547	L(>1000)	8.275	L/350.9
N29/N30	10.192	0.19	7.645	71.23	10.192	0.35	7.008	97.53
	10.192	L(>1000)	7.645	L/178.9	10.192	L(>1000)	7.645	L/179.7
N31/N32	4.949	0.03	4.949	15.81	4.949	0.06	4.399	29.70
	4.949	L(>1000)	4.949	L/556.5	4.949	L(>1000)	4.949	L/562.2
N33/N34	4.875	0.99	4.125	15.26	4.875	1.78	4.500	27.86
	4.875	L(>1000)	4.125	L/576.5	4.875	L(>1000)	4.125	L/576.7
N32/N35	4.720	2.08	7.258	14.06	6.293	3.77	7.900	17.61
	4.720	L(>1000)	7.258	L/904.7	5.664	L(>1000)	7.579	L/907.1



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N34/N35	5.988 5.988	3.04 L/(>1000)	6.625 6.625	14.19 L/897.0	5.988 7.910	4.23 L/(>1000)	6.946 6.625	18.92 L/912.6
N36/N37	4.398 4.398	39.98 L/220.0	4.398 4.398	11.98 L/733.9	4.398 4.398	64.38 L/220.1	4.398 4.398	21.87 L/782.0
N38/N39	3.000 3.000	7.00 L/(>1000)	3.375 3.375	4.93 L/(>1000)	3.000 3.000	10.53 L/(>1000)	3.375 3.375	6.43 L/(>1000)
N37/N40	3.472 3.157	2.84 L/(>1000)	9.527 9.527	1.14 L/(>1000)	3.788 2.841	4.68 L/(>1000)	9.206 9.527	1.76 L/(>1000)
N39/N40	3.788 3.788	3.85 L/(>1000)	2.210 1.894	1.46 L/(>1000)	3.788 3.788	5.47 L/(>1000)	2.210 1.894	2.49 L/(>1000)
N51/N43	2.050 2.050	4.16 L/(>1000)	6.150 6.150	12.07 L/849.1	2.050 2.050	7.90 L/(>1000)	6.150 6.150	13.35 L/899.7
N52/N40	7.200 7.200	8.66 L/(>1000)	6.300 6.300	9.93 L/(>1000)	7.200 7.200	16.03 L/(>1000)	4.875 6.300	10.19 L/(>1000)
N53/N42	7.280 7.280	5.63 L/(>1000)	6.000 6.000	9.08 L/(>1000)	7.494 7.280	10.34 L/(>1000)	6.427 5.625	9.45 L/(>1000)
N63/N54	4.226 -	0.00 L/(>1000)	2.415 2.415	0.80 L/(>1000)	4.226 -	0.00 L/(>1000)	4.528 -	0.00 L/(>1000)
N54/N55	5.859 -	0.00 L/(>1000)	3.125 3.125	30.69 L/203.6	5.859 -	0.00 L/(>1000)	3.125 3.125	24.67 L/253.3
N55/N41	6.138 -	0.00 L/(>1000)	3.070 3.070	28.60 L/214.7	4.605 -	0.00 L/(>1000)	3.070 3.070	22.99 L/267.0
N50/N41	1.875 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.91 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)
N57/N50	2.813 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.91 L/(>1000)	2.813 -	0.00 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)
N59/N57	1.875 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.91 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N61/N59	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.70 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N62/N61	4.843 -	0.00 L/(>1000)	2.980 2.980	8.82 L/675.7	5.958 -	0.00 L/(>1000)	2.980 2.980	6.94 L/858.6
N66/N62	5.969 -	0.00 L/(>1000)	2.985 2.985	18.10 L/329.8	5.969 -	0.00 L/(>1000)	2.985 2.985	14.46 L/412.7
N66/N65	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.91 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N65/N64	0.938 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.91 L/(>1000)	2.188 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N64/N63	2.500 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.91 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)
N63/N56	2.638 -	0.00 L/(>1000)	3.015 3.015	17.96 L/335.8	2.638 -	0.00 L/(>1000)	3.015 3.015	14.54 L/414.8
N56/N55	2.122 -	0.00 L/(>1000)	2.425 2.425	1.11 L/(>1000)	2.122 -	0.00 L/(>1000)	4.849 -	0.00 L/(>1000)
N56/N50	6.018 -	0.00 L/(>1000)	3.010 3.010	26.30 L/228.9	5.644 -	0.00 L/(>1000)	3.010 3.010	21.38 L/281.6
N58/N56	1.875 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)	0.938 -	0.00 L/(>1000)
N64/N58	2.629 -	0.00 L/(>1000)	3.005 3.005	17.73 L/339.1	2.629 -	0.00 L/(>1000)	3.005 3.005	14.35 L/418.9
N60/N58	2.813 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	1.25 L/(>1000)	3.125 -	0.00 L/(>1000)	0.000 -	0.00 L/(>1000)



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N65/N60	4.916 -	0.00 L/(>1000)	3.025 3.025	26.82 L/225.6	4.916 -	0.00 L/(>1000)	3.025 3.025	21.80 L/277.5
N62/N60	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.91 L/(>1000)	2.813 -	0.00 L/(>1000)	3.438 -	0.00 L/(>1000)
N60/N59	6.048 -	0.00 L/(>1000)	3.025 3.025	26.82 L/225.6	6.048 -	0.00 L/(>1000)	3.025 3.025	21.80 L/277.5
N58/N57	6.018 -	0.00 L/(>1000)	3.010 3.010	26.30 L/228.9	4.139 -	0.00 L/(>1000)	3.010 3.010	21.38 L/281.6
N67/N66	2.625 2.625	3.11 L/(>1000)	2.625 2.625	6.72 L/893.0	2.625 2.625	6.18 L/(>1000)	2.625 2.625	13.02 L/893.9
N68/N65	2.625 2.625	3.12 L/(>1000)	2.625 2.625	17.61 L/340.7	2.625 2.625	6.20 L/(>1000)	2.625 2.625	30.69 L/342.7
N69/N64	2.625 2.625	3.13 L/(>1000)	2.625 2.625	12.74 L/471.1	2.625 2.625	6.23 L/(>1000)	2.625 2.625	21.93 L/476.5
N70/N63	2.625 2.625	3.15 L/(>1000)	2.625 2.625	9.00 L/667.0	2.625 2.625	6.27 L/(>1000)	2.625 2.625	16.13 L/740.0
N71/N56	2.625 2.625	2.51 L/(>1000)	2.625 2.625	8.76 L/685.0	2.625 2.625	4.82 L/(>1000)	2.625 2.625	15.95 L/757.8
N72/N58	2.625 2.625	2.51 L/(>1000)	2.625 2.625	12.57 L/477.5	2.625 2.625	4.81 L/(>1000)	2.625 2.625	21.82 L/479.3
N73/N60	2.625 2.625	2.50 L/(>1000)	2.625 2.625	17.59 L/341.2	2.625 2.625	4.80 L/(>1000)	2.625 2.625	30.83 L/342.5
N31/N37	8.365 -	0.00 L/(>1000)	3.861 -	0.00 L/(>1000)	9.009 -	0.00 L/(>1000)	5.148 -	0.00 L/(>1000)
N37/N49	7.499 -	0.00 L/(>1000)	6.499 -	0.00 L/(>1000)	7.499 -	0.00 L/(>1000)	6.999 -	0.00 L/(>1000)
N49/N40	5.090 -	0.00 L/(>1000)	6.616 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)	6.616 -	0.00 L/(>1000)
N44/N40	6.107 -	0.00 L/(>1000)	5.598 -	0.00 L/(>1000)	6.107 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)
N39/N44	5.000 -	0.00 L/(>1000)	5.499 -	0.00 L/(>1000)	5.000 -	0.00 L/(>1000)	5.499 -	0.00 L/(>1000)
N50/N39	2.551 -	0.00 L/(>1000)	5.467 -	0.00 L/(>1000)	4.738 -	0.00 L/(>1000)	2.551 -	0.00 L/(>1000)
N38/N50	7.322 -	0.00 L/(>1000)	4.881 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)	4.881 -	0.00 L/(>1000)
N33/N41	6.346 -	0.00 L/(>1000)	4.393 -	0.00 L/(>1000)	6.346 -	0.00 L/(>1000)	5.370 -	0.00 L/(>1000)
N41/N34	4.373 -	0.00 L/(>1000)	3.644 -	0.00 L/(>1000)	4.373 -	0.00 L/(>1000)	4.738 -	0.00 L/(>1000)
N34/N42	5.491 -	0.00 L/(>1000)	7.487 -	0.00 L/(>1000)	5.491 -	0.00 L/(>1000)	5.990 -	0.00 L/(>1000)
N42/N35	7.125 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)	7.125 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)
N43/N35	7.634 -	0.00 L/(>1000)	3.563 -	0.00 L/(>1000)	3.563 -	0.00 L/(>1000)	6.616 -	0.00 L/(>1000)
N32/N43	4.485 -	0.00 L/(>1000)	6.478 -	0.00 L/(>1000)	4.983 -	0.00 L/(>1000)	6.478 -	0.00 L/(>1000)
N36/N32	8.365 -	0.00 L/(>1000)	8.365 -	0.00 L/(>1000)	5.791 -	0.00 L/(>1000)	9.652 -	0.00 L/(>1000)
N32/N37	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	3.438 -	0.00 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N7	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.20 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)
N7/N12	2.813 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)
N12/N17	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.20 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)
N17/N22	4.063 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)
N22/N27	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.188 -	0.00 L/(>1000)
N27/N32	2.813 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	2.813 -	0.00 L/(>1000)	3.438 -	0.00 L/(>1000)
N4/N9	4.688 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.20 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)	2.813 -	0.00 L/(>1000)
N9/N14	3.438 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)
N14/N19	0.938 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.17 L/(>1000)	4.688 -	0.00 L/(>1000)	1.875 -	0.00 L/(>1000)
N19/N24	2.500 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)
N24/N29	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	2.188 -	0.00 L/(>1000)
N29/N34	2.188 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	4.375 -	0.00 L/(>1000)	4.063 -	0.00 L/(>1000)
N34/N39	2.813 -	0.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.25 L/(>1000)	3.750 -	0.00 L/(>1000)	3.125 -	0.00 L/(>1000)
N35/N40	2.113 2.113	0.47 L/(>1000)	2.415 2.415	0.34 L/(>1000)	2.113 2.113	0.83 L/(>1000)	2.113 2.113	0.18 L/(>1000)
N44/N42	2.728 3.637	0.94 L/(>1000)	2.728 2.728	4.16 L/(>1000)	3.334 3.637	1.66 L/(>1000)	2.728 2.728	7.29 L/(>1000)
N49/N43	1.212 1.212	0.35 L/(>1000)	2.728 2.728	1.09 L/(>1000)	1.212 1.212	0.47 L/(>1000)	2.728 2.728	2.17 L/(>1000)
N1/N7	7.722 -	0.00 L/(>1000)	5.791 -	0.00 L/(>1000)	3.861 -	0.00 L/(>1000)	7.078 -	0.00 L/(>1000)
N7/N48	4.991 -	0.00 L/(>1000)	5.491 -	0.00 L/(>1000)	5.990 -	0.00 L/(>1000)	5.491 -	0.00 L/(>1000)
N48/N10	6.107 -	0.00 L/(>1000)	6.616 -	0.00 L/(>1000)	6.107 -	0.00 L/(>1000)	6.616 -	0.00 L/(>1000)
N46/N10	7.634 -	0.00 L/(>1000)	8.143 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)	5.090 -	0.00 L/(>1000)
N9/N46	6.468 -	0.00 L/(>1000)	6.965 -	0.00 L/(>1000)	6.468 -	0.00 L/(>1000)	6.965 -	0.00 L/(>1000)
N3/N9	7.722 -	0.00 L/(>1000)	9.652 -	0.00 L/(>1000)	8.365 -	0.00 L/(>1000)	5.791 -	0.00 L/(>1000)
N8/N4	9.652 -	0.00 L/(>1000)	9.652 -	0.00 L/(>1000)	9.652 -	0.00 L/(>1000)	9.652 -	0.00 L/(>1000)
N4/N45	5.446 -	0.00 L/(>1000)	4.951 -	0.00 L/(>1000)	3.466 -	0.00 L/(>1000)	4.951 -	0.00 L/(>1000)
N45/N5	2.036 -	0.00 L/(>1000)	3.054 -	0.00 L/(>1000)	2.036 -	0.00 L/(>1000)	3.563 -	0.00 L/(>1000)
N47/N5	5.090 -	0.00 L/(>1000)	5.090 -	0.00 L/(>1000)	5.090 -	0.00 L/(>1000)	7.634 -	0.00 L/(>1000)



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N47	4.448 -	0.00 L/(>1000)	5.437 -	0.00 L/(>1000)	5.931 -	0.00 L/(>1000)	5.931 -	0.00 L/(>1000)
N6/N2	8.365 -	0.00 L/(>1000)	5.148 -	0.00 L/(>1000)	8.365 -	0.00 L/(>1000)	5.791 -	0.00 L/(>1000)
N48/N47	2.188 2.188	0.99 L/(>1000)	2.500 2.500	0.28 L/(>1000)	2.188 2.188	1.76 L/(>1000)	2.188 2.188	0.09 L/(>1000)
N5/N10	3.750 3.750	0.16 L/(>1000)	2.500 2.500	0.24 L/(>1000)	3.750 3.750	0.28 L/(>1000)	3.750 3.750	0.01 L/(>1000)
N46/N45	1.875 1.875	1.00 L/(>1000)	2.500 2.500	0.29 L/(>1000)	1.875 1.563	1.97 L/(>1000)	2.188 2.188	0.10 L/(>1000)
N74/N62	2.625 2.625	2.49 L/(>1000)	2.625 2.625	6.68 L/897.9	2.625 2.625	4.78 L/(>1000)	2.625 2.625	13.02 L/900.3

4.4. Comprobaciones de los elementos

En primer lugar, se adjuntará las tablas de ambas estructuras demostrando que cumplen todas las barras.

A continuación, se mostrarán las comprobaciones detalladas de la barra N60/N59, correspondiente a una viga, de la estructura 2 y la barra N11/N12, correspondiente a un pilar, de la estructura 2.

4.4.1. Resumen de las comprobaciones de la estructura 1

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_r	M_z	V_z	V_r	$M_y V_z$	$M_z V_r$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_r V_z$	M_t	$M_y V_z$		$M_r V_r$
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.359 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.745 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 5.745 m $\eta = 19.2$	x: 2.873 m $\eta = 23.3$	x: 5.745 m $\eta = 6.0$	x: 5.745 m $\eta = 1.6$	x: 0.359 m $\eta < 0.1$	x: 0.359 m $\eta < 0.1$	x: 3.232 m $\eta = 37.3$	x: 0.359 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 37.3$
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.36 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.753 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 5.753 m $\eta = 23.2$	x: 2.877 m $\eta = 13.4$	x: 5.753 m $\eta = 4.1$	x: 5.753 m $\eta = 1.1$	x: 0.36 m $\eta < 0.1$	x: 0.36 m $\eta < 0.1$	x: 3.955 m $\eta = 28.0$	x: 0.36 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 28.0$
N2/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 0.9$	x: 0.124 m $\eta = 0.6$	x: 6.427 m $\eta = 9.0$	x: 2.33 m $\eta = 3.2$	x: 6.427 m $\eta = 3.0$	x: 0.124 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.427 m $\eta = 10.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.7$	x: 6.427 m $\eta = 0.6$	x: 6.112 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 10.1$
N56/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N4/N58	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.2$	x: 0.155 m $\eta = 1.2$	x: 0.155 m $\eta = 19.6$	x: 2.35 m $\eta = 3.2$	x: 0.155 m $\eta = 3.5$	x: 0.155 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.155 m $\eta = 20.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 6.427 m $\eta = 0.4$	x: 6.114 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 20.5$
N58/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 4.1$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.7$
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.361 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.778 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 5.778 m $\eta = 45.3$	x: 5.776 m $\eta = 0.1$	x: 5.778 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	x: 0.361 m $\eta < 0.1$	x: 0.361 m $\eta < 0.1$	x: 5.778 m $\eta = 48.9$	x: 0.361 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 48.9$
N8/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.361 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.778 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 5.778 m $\eta = 65.0$	x: 5.776 m $\eta = 0.1$	x: 5.778 m $\eta = 11.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.361 m $\eta < 0.1$	x: 0.361 m $\eta < 0.1$	x: 5.778 m $\eta = 68.2$	x: 0.361 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 68.2$
N7/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.3$	x: 0.155 m $\eta = 4.5$	x: 0.155 m $\eta = 48.4$	x: 6.427 m $\eta = 1.9$	x: 0.155 m $\eta = 9.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.155 m $\eta = 51.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 0.155 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 51.8$
N55/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 4.6$	x: 3.214 m $\eta = 33.2$	x: 6.427 m $\eta = 2.7$	x: 6.427 m $\eta = 3.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.535 m $\eta = 35.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 35.1$
N9/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.3$	x: 0.155 m $\eta = 4.2$	x: 0.155 m $\eta = 68.8$	x: 6.427 m $\eta = 1.9$	x: 0.155 m $\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.155 m $\eta = 72.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 0.155 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 72.1$
N57/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 6.106 m $\eta = 26.7$	x: 6.427 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.427 m $\eta = 28.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 28.4$
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.41 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 5.41 m $\eta = 89.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.41 m $\eta = 16.8$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.41 m $\eta = 92.6$	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.6$
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.339 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.417 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 5.417 m $\eta = 86.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.417 m $\eta = 11.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.417 m $\eta = 90.4$	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.4$
N12/N15	x: 0.311 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.873 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 3.123 m $\eta = 4.8$	x: 3.123 m $\eta = 5.9$	x: 9.856 m $\eta = 60.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.936 m $\eta = 10.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 9.856 m $\eta = 65.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.9$
N14/N15	x: 0.342 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.904 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 3.154 m $\eta = 4.8$	x: 3.154 m $\eta = 6.4$	x: 0.155 m $\eta = 86.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.967 m $\eta = 11.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.156 m $\eta = 82.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.9$
N16/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.41 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 5.41 m $\eta = 89.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.41 m $\eta = 16.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.41 m $\eta = 92.6$	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.6$
N18/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.339 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.417 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 5.417 m $\eta = 86.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.417 m $\eta = 11.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.417 m $\eta = 90.4$	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.4$
N17/N20	x: 0.311 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.873 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.6$	x: 3.123 m $\eta = 5.9$	x: 9.856 m $\eta = 60.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.936 m $\eta = 10.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 9.856 m $\eta = 65.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.9$



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM-M_z$	$NM_y V_z V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N19/N20	x: 0.342 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.904 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.6$	x: 3.154 m $\eta = 6.4$	x: 0.155 m $\eta = 86.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.967 m $\eta = 11.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.156 m $\eta = 82.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.9$
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.41 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 5.41 m $\eta = 89.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.41 m $\eta = 15.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.41 m $\eta = 92.6$	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.6$
N23/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.339 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.417 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 5.417 m $\eta = 86.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.417 m $\eta = 11.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.417 m $\eta = 90.4$	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.4$
N22/N25	x: 0.311 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.873 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.4$	x: 3.123 m $\eta = 5.9$	x: 9.856 m $\eta = 60.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.936 m $\eta = 10.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 9.856 m $\eta = 65.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.9$
N24/N25	x: 0.342 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.904 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.4$	x: 3.154 m $\eta = 6.4$	x: 0.155 m $\eta = 86.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.967 m $\eta = 11.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.156 m $\eta = 82.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.9$
N26/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.41 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 5.41 m $\eta = 89.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.41 m $\eta = 15.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.41 m $\eta = 92.6$	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.6$
N28/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.339 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.417 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 5.417 m $\eta = 86.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.417 m $\eta = 11.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.417 m $\eta = 90.4$	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.4$
N27/N30	x: 0.311 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.873 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.3$	x: 3.123 m $\eta = 5.9$	x: 9.856 m $\eta = 60.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.936 m $\eta = 10.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 9.856 m $\eta = 65.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.9$
N29/N30	x: 0.342 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.904 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.3$	x: 3.154 m $\eta = 6.4$	x: 0.155 m $\eta = 86.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.967 m $\eta = 11.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.156 m $\eta = 82.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.9$
N31/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.41 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 5.41 m $\eta = 89.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.41 m $\eta = 15.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.41 m $\eta = 92.6$	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.6$
N33/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.339 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.417 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 5.417 m $\eta = 86.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.417 m $\eta = 11.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.417 m $\eta = 90.4$	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.4$
N32/N35	x: 0.311 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.873 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.3$	x: 3.123 m $\eta = 5.9$	x: 9.856 m $\eta = 60.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.936 m $\eta = 10.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 9.856 m $\eta = 65.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.9$
N34/N35	x: 0.342 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.904 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.3$	x: 3.154 m $\eta = 6.4$	x: 0.155 m $\eta = 86.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.967 m $\eta = 11.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.156 m $\eta = 82.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.9$
N36/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.41 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 5.41 m $\eta = 89.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.41 m $\eta = 15.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.41 m $\eta = 92.6$	x: 0.338 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.6$
N38/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.339 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.417 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 5.417 m $\eta = 86.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.417 m $\eta = 11.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 5.417 m $\eta = 90.4$	x: 0.339 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.4$
N37/N40	x: 0.311 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.873 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.3$	x: 3.123 m $\eta = 5.9$	x: 9.856 m $\eta = 60.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.936 m $\eta = 10.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 9.856 m $\eta = 65.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.9$
N39/N40	x: 0.342 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.904 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 9.854 m $\eta = 4.3$	x: 3.154 m $\eta = 6.4$	x: 0.155 m $\eta = 86.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.967 m $\eta = 11.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.156 m $\eta = 82.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.9$
N41/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.364 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.823 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 5.823 m $\eta = 85.6$	$M_{Ed} = 0.00$ $\eta = 0.1$	x: 5.823 m $\eta = 14.7$	$\eta < 0.1$	x: 0.364 m $\eta < 0.1$	x: 0.364 m $\eta < 0.1$	x: 5.823 m $\eta = 89.1$	x: 0.364 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 89.1$
N43/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.36 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.763 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 5.765 m $\eta = 61.4$	$M_{Ed} = 0.00$ $\eta = 0.1$	x: 5.765 m $\eta = 9.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.36 m $\eta < 0.1$	x: 0.36 m $\eta < 0.1$	x: 5.765 m $\eta = 64.2$	x: 0.36 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 64.2$
N42/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.2$	x: 0.124 m $\eta = 6.0$	x: 0.124 m $\eta = 80.5$	x: 6.427 m $\eta = 1.9$	x: 0.124 m $\eta = 13.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.124 m $\eta = 85.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 6.427 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 85.1$
N52/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 5.9$	x: 3.535 m $\eta = 55.7$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 6.427 m $\eta = 6.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.25 m $\eta = 59.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.3$	x: 6.427 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 59.7$
N44/N54	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.4$	x: 0.206 m $\eta = 4.6$	x: 0.206 m $\eta = 89.6$	x: 6.427 m $\eta = 2.3$	x: 0.206 m $\eta = 9.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.206 m $\eta = 93.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 6.427 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 93.2$
N54/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 4.3$	x: 1.607 m $\eta = 22.8$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.964 m $\eta = 24.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.2$	x: 6.427 m $\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 24.7$
N46/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.363 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.802 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 5.802 m $\eta = 76.5$	x: 2.901 m $\eta = 52.1$	x: 5.802 m $\eta = 10.5$	x: 5.802 m $\eta = 4.1$	x: 0.363 m $\eta < 0.1$	x: 0.363 m $\eta < 0.1$	x: 4.352 m $\eta = 91.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 91.6$
N48/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.362 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.799 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 5.799 m $\eta = 86.5$	x: 2.9 m $\eta = 62.1$	x: 5.799 m $\eta = 9.4$	x: 5.799 m $\eta = 4.5$	x: 0.362 m $\eta < 0.1$	x: 0.362 m $\eta < 0.1$	x: 3.987 m $\eta = 95.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 95.2$
N47/N51	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.7$	x: 0.144 m $\eta = 4.0$	x: 0.144 m $\eta = 88.4$	x: 2.657 m $\eta = 19.1$	x: 0.144 m $\eta = 8.1$	x: 6.427 m $\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.144 m $\eta = 91.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.4$	x: 0.144 m $\eta = 1.2$	x: 6.427 m $\eta = 1.4$	CUMPLE $\eta = 91.5$
N51/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 29.8$	x: 0 m $\eta = 14.7$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 41.6$
N49/N53	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.3$	x: 0.134 m $\eta = 3.3$	x: 0.134 m $\eta = 83.5$	x: 2.651 m $\eta = 19.1$	x: 0.134 m $\eta = 7.3$	x: 6.427 m $\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.134 m $\eta = 86.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.3$	x: 0.134 m $\eta = 1.7$	x: 6.427 m $\eta = 1.4$	CUMPLE $\eta = 86.2$
N53/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 21.6$	x: 0 m $\eta = 14.7$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 33.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 33.3$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.9$	$\eta = 15.9$	x											



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado
	$\bar{\lambda}$	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	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N53/N45	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 10.0$
N44/N53	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 70.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 70.7$
N48/N44	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 74.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.2$
N47/N52	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 71.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 71.8$
N52/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.7$
N54/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 14.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.6$
N49/N54	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 73.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 73.2$
N43/N49	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 70.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 70.6$

Notación:

- $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
- λ_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
- $M_Y V_Z$: 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
- $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x : Distancia al origen de la barra
- η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

4.4.2. Resumen de las comprobaciones de la estructura 2

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	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	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N1/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.549 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.786 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 8.786 m $\eta = 52.1$	x: 4.393 m $\eta = 68.6$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 8.786 m $\eta = 3.9$	x: 0.549 m $\eta < 0.1$	x: 0.549 m $\eta < 0.1$	x: 5.491 m $\eta = 96.6$	x: 0.549 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 96.6$
N3/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.549 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.783 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 8.783 m $\eta = 57.5$	x: 4.392 m $\eta = 76.5$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 8.783 m $\eta = 4.3$	x: 0.549 m $\eta < 0.1$	x: 0.549 m $\eta < 0.1$	x: 4.94 m $\eta = 95.5$	x: 0.549 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 95.5$
N2/N48	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 0.6$	x: 0.186 m $\eta = 2.0$	x: 0.186 m $\eta = 78.6$	x: 2.683 m $\eta = 13.4$	x: 0.186 m $\eta = 5.7$	x: 6.427 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.186 m $\eta = 81.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.9$	x: 0.186 m $\eta = 3.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.1$
N48/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0.964 m $\eta = 31.4$	x: 0 m $\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 35.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 35.5$
N4/N46	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 0.5$	x: 0.175 m $\eta = 2.3$	x: 0.175 m $\eta = 78.0$	x: 2.676 m $\eta = 13.4$	x: 0.175 m $\eta = 6.6$	x: 6.427 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.175 m $\eta = 80.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.5$	x: 0.175 m $\eta = 3.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 80.3$
N46/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 29.9$	x: 0 m $\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 39.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 39.0$
N6/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.55 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.797 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 8.797 m $\eta = 63.7$	x: 8.795 m $\eta = 0.1$	x: 8.797 m $\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 8.797 m $\eta = 67.2$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 67.2$
N8/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.55 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.802 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 8.802 m $\eta = 71.6$	x: 8.8 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 8.802 m $\eta = 74.9$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.9$
N7/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.4$	x: 0.124 m $\eta = 3.3$	x: 0.124 m $\eta = 48.8$	x: 6.427 m $\eta = 1.9$	x: 0.124 m $\eta = 8.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.124 m $\eta = 50.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 0.124 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 50.4$
N47/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 3.535 m $\eta = 44.5$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 6.427 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.214 m $\eta = 43.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 44.5$
N9/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.4$	x: 0.144 m $\eta = 3.1$	x: 0.144 m $\eta = 80.9$	x: 6.427 m $\eta = 1.8$	x: 0.144 m $\eta = 8.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.144 m $\eta = 83.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0.144 m $\eta = 3.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 83.2$
N45/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 5.785 m $\eta = 38.9$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 4.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.427 m $\eta = 37.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 38.9$
N11/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.526 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.409 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 8.409 m $\eta = 86.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 9.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.526 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 8.409 m $\eta = 90.0$	x: 0.526 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.0$
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.521 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.329 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 8.331 m $\eta = 84.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 7.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.521 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 8.331 m $\eta = 88.3$	x: 0.521 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 88.3$
N12/N15	x: 0.293 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.769 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.312 m $\eta = 2.3$	x: 2.677 m $\eta = 2.9$	x: 2.679 m $\eta = 69.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.519 m $\eta = 7.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.679 m $\eta = 70.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 70.7$
N14/N15	x: 0.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.949 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.316 m $\eta = 2.0$	x: 2.694 m $\eta = 3.2$	x: 2.696 m $\eta = 76.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.536 m $\eta = 7.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.696 m $\eta = 79.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.1$



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y	
N16/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.532 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.519 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 8.519 m $\eta = 74.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 8.519 m $\eta = 10.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.532 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 8.519 m $\eta = 78.1$	x: 0.532 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 78.1$
N18/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 6 m $\eta = 31.3$	x: 6 m $\eta = 2.9$	x: 6 m $\eta = 5.5$	$\eta = 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 35.4$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 35.4$
N61/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.524 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 2.526 m $\eta = 44.8$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 8.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.526 m $\eta = 46.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 46.9$
N17/N20	x: 0.124 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.759 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.31 m $\eta = 3.6$	x: 2.669 m $\eta = 5.4$	x: 0.124 m $\eta = 68.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.511 m $\eta = 10.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.671 m $\eta = 63.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 68.1$
N19/N20	x: 0.155 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.789 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.316 m $\eta = 3.6$	x: 2.694 m $\eta = 5.7$	x: 0.155 m $\eta = 75.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.536 m $\eta = 10.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.696 m $\eta = 78.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 78.5$
N21/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.532 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.519 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 8.519 m $\eta = 86.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 8.519 m $\eta = 10.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.532 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 8.519 m $\eta = 90.3$	x: 0.532 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.3$
N23/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 5.7$	x: 6 m $\eta = 36.6$	x: 6 m $\eta = 2.0$	x: 6 m $\eta = 5.8$	$\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 42.2$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 42.2$
N59/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.567 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 2.567 m $\eta = 77.0$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 12.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.567 m $\eta = 79.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.7$
N22/N25	x: 0.124 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.759 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.31 m $\eta = 3.6$	x: 2.669 m $\eta = 5.2$	x: 2.671 m $\eta = 84.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.511 m $\eta = 10.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.671 m $\eta = 85.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 85.4$
N24/N25	x: 0.124 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.601 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.31 m $\eta = 4.2$	x: 2.669 m $\eta = 6.6$	x: 0.124 m $\eta = 99.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.511 m $\eta = 11.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.671 m $\eta = 97.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 99.0$
N26/N27	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.532 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.519 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 8.519 m $\eta = 86.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 8.519 m $\eta = 10.8$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.532 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 8.519 m $\eta = 89.9$	x: 0.532 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 89.9$
N28/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 6 m $\eta = 42.2$	x: 6 m $\eta = 1.6$	x: 6 m $\eta = 7.0$	$\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 48.4$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 48.4$
N57/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.564 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 2.564 m $\eta = 81.4$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.564 m $\eta = 84.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 84.5$
N27/N30	x: 0.124 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.759 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.31 m $\eta = 3.9$	x: 2.669 m $\eta = 5.4$	x: 2.671 m $\eta = 80.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.511 m $\eta = 11.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.671 m $\eta = 82.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 82.7$
N29/N30	x: 0.114 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.592 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.308 m $\eta = 4.5$	x: 2.661 m $\eta = 6.7$	x: 0.114 m $\eta = 85.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 2.503 m $\eta = 10.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.114 m $\eta = 82.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 85.7$
N31/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.55 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.799 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 8.799 m $\eta = 34.3$	x: 8.797 m $\eta = 0.1$	x: 8.799 m $\eta = 8.7$	$\eta < 0.1$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 8.799 m $\eta = 37.8$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 37.8$
N33/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 4.875 m $\eta = 22.3$	x: 6 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3.75 m $\eta = 28.7$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 28.7$
N50/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.797 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 2.797 m $\eta = 48.4$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 2.797 m $\eta = 10.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.797 m $\eta = 50.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 50.9$
N32/N49	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.3$	x: 0.134 m $\eta = 4.4$	x: 0.134 m $\eta = 32.9$	x: 6.427 m $\eta = 2.8$	x: 0.134 m $\eta = 6.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.134 m $\eta = 35.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 0.134 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 35.3$
N49/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 6.427 m $\eta = 43.4$	x: 6.427 m $\eta = 4.3$	x: 0 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.427 m $\eta = 46.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 46.5$
N34/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 2.3$	x: 0.124 m $\eta = 4.2$	x: 0.124 m $\eta = 37.9$	x: 6.427 m $\eta = 2.1$	x: 0.124 m $\eta = 6.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.124 m $\eta = 40.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.0$	x: 0.124 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 40.5$
N44/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 6.427 m $\eta = 43.4$	x: 6.427 m $\eta = 3.8$	x: 6.427 m $\eta = 3.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.427 m $\eta = 46.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 46.4$
N36/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.55 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.795 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 6.5$	x: 8.795 m $\eta = 18.3$	x: 4.398 m $\eta = 42.6$	x: 8.795 m $\eta = 6.6$	x: 8.795 m $\eta = 1.8$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	x: 4.398 m $\eta = 60.6$	x: 0.55 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 60.6$
N38/N41	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 8.1$	x: 3 m $\eta = 10.5$	x: 6 m $\eta = 17.6$	x: 6 m $\eta = 3.7$	x: 6 m $\eta = 1.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 24.9$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 24.9$
N41/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.795 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 2.795 m $\eta = 38.5$	x: 0 m $\eta = 17.6$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.795 m $\eta = 40.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 40.1$
N37/N43	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 0.3$	x: 0.114 m $\eta = 0.9$	x: 6.427 m $\eta = 13.4$	x: 2.955 m $\eta = 3.6$	x: 6.427 m $\eta = 2.5$	x: 0.114 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.427 m $\eta = 15.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.4$	x: 6.427 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 15.0$
N43/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 6.427 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.0$
N39/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 1.3$	x: 0.114 m $\eta = 2.1$	x: 0.114 m $\eta = 25.8$	x: 2.639 m $\eta = 4.4$	x: 6.427 m $\eta = 3.7$	x: 0.114 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.114 m $\eta = 27.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 6.427 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 27.5$
N42/N40	x: 0 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.427 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.2$
N51/N43	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 10.248 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 10.25 m $\eta = 26.4$	x: 0 m $\eta = 26.9$	x: 0 m $\eta = 7.4$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 49.8$
N52/N54	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.9$	x: 0											



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N_{t1}	N_{t2}	M_{y1}	M_{z1}	V_{z1}	V_{y1}	$M_{y1}V_{z1}$	$M_{z1}V_{y1}$	$N_{M1}M_{z1}$	$N_{M2}V_{y1}V_{z1}$	M_{t1}	M_{t2}	M_{t3}	
N50/N41	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 15.5$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 17.8$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 17.8$
N57/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 0.5$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 3.5$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.5$
N59/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 0.4$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 3.4$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.4$
N61/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	x: 2.5 m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 2.6$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 2.6$
N62/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.141 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 4.7$	$\eta = 4.6$	x: 3.12 m $\eta = 32.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 6.1 m $\eta = 8.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.141 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.12 m $\eta = 35.5$	x: 0.141 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 35.5$
N66/N62	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.141 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 3.2$	$\eta = 3.2$	x: 3.125 m $\eta = 54.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.14 m $\eta = 11.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.141 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.125 m $\eta = 56.9$	x: 0.141 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 56.9$
N66/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 1.3$	$\eta = 0.9$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 3.4$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.4$
N65/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 2.0$	$\eta = 1.4$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 4.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.1$
N64/N63	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 2.8$	$\eta = 2.0$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 4.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.7$
N63/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.111 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 1.3$	x: 3.125 m $\eta = 65.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.11 m $\eta = 17.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.125 m $\eta = 65.9$	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.9$
N56/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.303 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 2.4$	$\eta = 2.1$	x: 2.425 m $\eta = 2.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 4.85 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.303 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.425 m $\eta = 4.7$	x: 0.303 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 4.7$
N56/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.111 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 2.8$	$\eta = 3.0$	x: 3.12 m $\eta = 85.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 6.13 m $\eta = 19.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.12 m $\eta = 87.2$	x: 0.111 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 87.2$
N58/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 2.1$	x: 2.5 m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 2.8$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 2.8$
N64/N58	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.121 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$\eta = 2.2$	x: 3.125 m $\eta = 64.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.12 m $\eta = 17.0$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.121 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.125 m $\eta = 66.3$	x: 0.121 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 66.3$
N60/N58	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 1.1$	x: 2.5 m $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 3.8$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.8$
N65/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.121 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 4.1$	$\eta = 3.5$	x: 3.145 m $\eta = 86.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.12 m $\eta = 19.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.121 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.145 m $\eta = 88.7$	x: 0.121 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 88.7$
N62/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.8$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 3.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 3.1$
N60/N59	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.081 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 5.0$	$\eta = 4.3$	x: 3.105 m $\eta = 86.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 6.13 m $\eta = 19.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.081 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.105 m $\eta = 89.3$	x: 0.081 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 89.3$
N58/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.121 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 5.8$	$\eta = 5.0$	x: 3.13 m $\eta = 85.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.12 m $\eta = 19.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.121 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.13 m $\eta = 89.1$	x: 0.121 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 89.1$
N67/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 43.9$	x: 0 m $\eta = 17.9$	$\eta = 4.7$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 55.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 55.7$
N68/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 94.7$	x: 0 m $\eta = 15.4$	$\eta = 8.6$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 98.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 98.6$
N69/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 67.3$	x: 0 m $\eta = 15.4$	$\eta = 6.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 74.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.0$
N70/N63	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0 m $\eta = 41.7$	x: 0 m $\eta = 13.7$	$\eta = 3.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 57.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 57.2$
N71/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 0 m $\eta = 41.1$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta = 3.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 53.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 53.7$
N72/N58	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 9.5$	x: 0 m $\eta = 68.2$	x: 0 m $\eta = 10.8$	$\eta = 6.2$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 75.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.1$
N73/N60	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 32.1$	x: 0 m $\eta = 61.2$	x: 0 m $\eta = 6.9$	$\eta = 3.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 78.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 78.2$
N32/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 1.8$	$\eta = 19.1$	x: 2.5 m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 19.8$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.8$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 4.7$	$\eta = 27.5$	x: 2.5 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 28.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 28.1$
N7/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 7.1$	$\eta = 19.1$	x: 2.5 m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 19.8$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 19.8$
N12/N17	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 6.1$	$\eta = 13.6$	x: 2.5 m $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 14.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.3$
N17/N22	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 7.1$	$\eta = 19.1$	x: 2.5 m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$								



Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$		
N9/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 7.8$	$\eta = 25.3$	$x: 2.5$ m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 26.1$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.1$	
N14/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 5.7$	$\eta = 14.1$	$x: 2.5$ m $\eta = 1.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 15.0$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.0$	
N19/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 7.6$	$\eta = 25.3$	$x: 2.5$ m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 26.0$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.0$	
N24/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 7.5$	$\eta = 25.3$	$x: 2.5$ m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 26.1$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.1$	
N29/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 7.5$	$\eta = 25.4$	$x: 2.5$ m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 26.1$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.1$	
N34/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313$ m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 25.5$	$x: 2.5$ m $\eta = 1.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	$x: 2.5$ m $\eta = 26.2$	$x: 0.313$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.2$	
N35/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0$ m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 5.8$	$x: 1.811$ m $\eta = 1.7$	$x: 0$ m $\eta = 1.5$	$x: 4.85$ m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 6.4$	$x: 0$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.4$	
N44/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 8.1$	$x: 4.85$ m $\eta = 39.2$	$x: 4.85$ m $\eta = 7.7$	$x: 4.85$ m $\eta = 3.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 4.85$ m $\eta = 47.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$x: 4.85$ m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 47.0$	
N49/N43	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.9$	$x: 4.85$ m $\eta = 22.8$	$x: 0$ m $\eta = 4.8$	$x: 0$ m $\eta = 3.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 4.85$ m $\eta = 27.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	$x: 4.85$ m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 27.1$	
N48/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.2$	$x: 2.5$ m $\eta = 1.4$	$x: 0$ m $\eta = 3.7$	$x: 5$ m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 9.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.8$	
N5/N10	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 1.8$	$x: 2.813$ m $\eta = 1.1$	$x: 5$ m $\eta = 1.9$	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5$ m $\eta = 3.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 3.9$	
N46/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.4$	$x: 2.188$ m $\eta = 1.4$	$x: 0$ m $\eta = 4.9$	$x: 5$ m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 9.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	$x: 0$ m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.8$	
N74/N62	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$x: 0$ m $\eta = 3.5$	$x: 0$ m $\eta = 44.3$	$x: 0$ m $\eta = 12.5$	$\eta = 4.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta < 0.1$	$x: 0$ m $\eta = 53.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 53.0$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$		
N31/N37	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 84.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 84.0$	
N37/N49	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 31.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 31.1$	
N49/N40	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 65.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.5$	
N44/N40	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 50.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 50.7$	
N39/N44	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 46.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 46.3$	
N50/N39	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 63.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 63.4$	
N38/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 79.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 79.6$	
N33/N41	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 87.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 87.3$	
N41/N34	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 47.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 47.5$	
N34/N42	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 92.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.7$	
N42/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 26.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.4$	
N43/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 26.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 26.7$	
N32/N43	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 74.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.2$	
N36/N32	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 74.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.6$	
N1/N7	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 90.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.4$	
N7/N48	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 74.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.0$	
N48/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 14.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 14.3$	
N46/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.8$	
N9/N46	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 51.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾											

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N45/N5	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 18.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 18.8$
N47/N5	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 23.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 23.1$
N2/N47	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 58.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 58.5$
N6/N2	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 75.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 75.4$

4.4.3. Barra N60/N59

Perfil: IPE 240																														
Material: Acero (S275)																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm²)</th> <th>$I_y^{(1)}$ (cm⁴)</th> <th>$I_z^{(1)}$ (cm⁴)</th> <th>$I_t^{(2)}$ (cm⁴)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N60</td> <td>N59</td> <td>6.250</td> <td>39.10</td> <td>3892.00</td> <td>284.00</td> <td>12.90</td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				Inicial	Final	Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	N60	N59	6.250	39.10	3892.00	284.00	12.90									
	Nudos		Longitud (m)		Características mecánicas																									
	Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)																							
	N60	N59	6.250	39.10	3892.00	284.00	12.90																							
	<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p>																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L_K</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C_m</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>C_1</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.00	0.00	0.00	0.00	L_K	0.000	0.000	0.000	0.000	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000	C_1	-		1.000	
			Pandeo		Pandeo lateral																									
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																									
	β	0.00	0.00	0.00	0.00																									
	L_K	0.000	0.000	0.000	0.000																									
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000																										
C_1	-		1.000																											
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>																														
<p>Situación de incendio</p> <p>Resistencia requerida: R 90</p> <p>Factor de forma: 254.84 m⁻¹</p> <p>Temperatura máx. de la barra: 641.0 °C</p> <p>Pintura intumescente: 2.4 mm</p>																														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 39.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

N_{cr} : ∞

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$35.55 \leq 246.95 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>220.40</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.20</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>13.66</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>11.76</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>2803.26</u> kp/cm ²

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.050} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>5.213</u> t
--	-----------------------------

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{104.388} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>39.10</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>2669.77</u> kp/cm ²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>2803.26</u> kp/cm ²
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)



Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.043} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{4.466} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{104.388} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.862} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.105 m del nudo N60, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q1(B)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{8.445} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{9.798} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 367.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.197 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.130 m del nudo N60, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 5.805 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 29.483 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 19.13 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 240.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.20 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$30.71 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{30.71}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$5.729 \text{ t} \leq 14.742 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.081 m del nudo N60, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{5.729} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{29.483} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.893} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.105 m del nudo N60, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(B)+0.9·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{N_{t,Ed} : 3.272 \text{ t}}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{M_{y,Ed}^+ : 8.445 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{M_{z,Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\underline{\text{Clase} : 1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$\underline{N_{pl,Rd} : 104.388 \text{ t}}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{M_{pl,Rd,y} : 9.798 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{M_{pl,Rd,z} : 1.973 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.081 m del nudo N60, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1(B).

$$5.729 \text{ t} \leq 14.742 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{Ed,z}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$\underline{V_{Ed,z} : 5.729 \text{ t}}$$

V_{c,Rd,z}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$\underline{V_{c,Rd,z} : 29.483 \text{ t}}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.



Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.044} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.808} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{40.763} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1042.52} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{1042.52} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot Q1(B)+0.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 1.294 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 40.763 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 39.10 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 1042.52 kp/cm²

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 1042.52 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.37

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.890 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.105 m del nudo N60, para la combinación de acciones $PP+0.5 \cdot Q1(B)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 3.405 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 3.826 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 367.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 1042.52 kp/cm²

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 1042.52 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.37

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.203 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.130 m del nudo N60, para la combinación de acciones PP+0.5·Q1(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.341 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 11.513 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 19.13 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 240.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.20 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{1042.52}$ kp/cm²

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta} : \underline{1042.52}$ kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{2803.26}$ kp/cm²

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta} : \underline{0.37}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

30.71 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$\lambda_w : \underline{30.71}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

ϵ : Factor de reducción.

$\epsilon : \underline{0.92}$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : \underline{2395.51}$ kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{2803.26}$ kp/cm²

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.310 t ≤ 5.756 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.081 m del nudo N60, para la combinación de acciones PP+0.5·Q1(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.310 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 11.513 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.896 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.105 m del nudo N60, para la combinación de acciones PP+0.5·Q1(B).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.233 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 3.405 t·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.000 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 40.763 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 3.826 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 0.770 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.081 m del nudo N60, para la combinación de acciones PP+0.5·Q1(B).

$2.310 \text{ t} \leq 5.756 \text{ t}$ ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{Ed,z} : \underline{2.310} \text{ t}$

$V_{c,Rd,z} : \underline{11.513} \text{ t}$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.4.4. Barra N11/N12

Perfil: HE 240 B Material: Acero (S275)							
Nudos	Longitud		Características mecánicas				
	Inicial	Final	Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)	
N11	N12	6.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.16	0.70	0.00	0.00		
	L_K	0.960	4.200	0.000	0.000		
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90							
Factor de forma: 138.94 m ⁻¹							
Temperatura máx. de la barra: 617.5 °C							
Pintura intumescente: 1.4 mm							

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.



$$\bar{\lambda} : \underline{0.46} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{1348.621} \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{1348.621} \text{ t}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{8993.441} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\text{I}_y : \underline{11260.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\text{I}_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\text{I}_t : \underline{102.70} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\text{I}_w : \underline{486900.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\text{E} : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\text{G} : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\text{L}_{ky} : \underline{4.200} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\text{L}_{kz} : \underline{0.960} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\text{L}_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\text{i}_o : \underline{11.97} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\text{i}_y : \underline{10.31} \text{ cm}$$

$$\text{i}_z : \underline{6.08} \text{ cm}$$

y_o , z_o: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\text{y}_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\text{z}_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$20.60 \leq 168.93 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : \underline{206.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{20.60} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{40.80} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yf} : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{9.924} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.050} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{13.684} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{245.759} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.90}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.65}$$

$$\phi_z : \underline{0.51}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.46}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.18}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1348.621} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1348.621} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{8993.441} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.897} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{24.295} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{23.182} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{27.090} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.168} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{8.281} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{49.373} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{33.24} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$16.40 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{16.40}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$5.227 \text{ t} \leq 24.686 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.338 m del nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 5.227 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 49.373 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.917 ✓

η : 0.926 ✓

η : 0.565 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{7.108} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{24.133} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{272.705} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{27.090} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{12.822} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{498.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2572.69} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.90}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.46}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.18}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.338 m del nudo N11, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$$5.227 \text{ t} \leq 24.686 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{5.227} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{49.373} \text{ t}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.247} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{122.468} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.43}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.064} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{6.264} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{122.468} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.43}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{97.995} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.43}$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.80}$$

$$\chi_z : \underline{0.99}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.76}$$

$$\phi_z : \underline{0.53}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.57}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.22}$$

k_{λ,θ}: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.25}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1348.621} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1348.621} \text{ t}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{8993.441} \text{ t}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.868} \checkmark$$

Para flexión positiva:



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{10.558} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.611} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{12.166} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.43}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.135} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.997 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 22.173 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 33.24 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 240.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 10.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 1155.36 kp/cm²

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 1155.36 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2701.33 kp/cm²

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.43

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

16.40 < 65.92 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 16.40

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2701.33 kp/cm²

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.



Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.197 \text{ t} \leq 11.086 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.338 m del nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.197} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{22.173} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.892} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.909} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.552} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.410 m del nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{3.021} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed^+} : \underline{10.558} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed^+} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{122.468} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencias a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{12.166} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.758} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{498.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{1155.36} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2701.33} \text{ kp/cm}^2$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.43}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.80}$$

$$\chi_z : \underline{0.99}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.57}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.22}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.338 m del nudo N11, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

$$2.197 \text{ t} \leq 11.086 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{2.197}{t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{22.173}{t}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.5. Zapatas

4.5.1. Zapatas de la estructura 2

4.5.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1, N3, N6, N33, N36, N38, N51 y N68	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 155.0 cm Ancho inicial Y: 155.0 cm Ancho final X: 155.0 cm Ancho final Y: 155.0 cm Ancho zapata X: 310.0 cm Ancho zapata Y: 310.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 12Ø16c/25 Sup Y: 12Ø16c/25 Inf X: 12Ø16c/25 Inf Y: 12Ø16c/25
N8, N31, N52, N53, N67, N69, N72 y N74	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: 75.0 cm	Sup X: 19Ø12c/15 Sup Y: 19Ø12c/15 Inf X: 19Ø12c/15 Inf Y: 19Ø12c/15
N11, N16, N18, N21, N23 y N28	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 95.0 cm Ancho inicial Y: 95.0 cm Ancho final X: 95.0 cm Ancho final Y: 95.0 cm Ancho zapata X: 190.0 cm Ancho zapata Y: 190.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 7Ø12c/28 Sup Y: 7Ø12c/28 Inf X: 7Ø12c/28 Inf Y: 7Ø12c/28



Referencias	Geometría	Armado
N13, N26, N70, N71 y N73	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 120.0 cm Ancho inicial Y: 120.0 cm Ancho final X: 120.0 cm Ancho final Y: 120.0 cm Ancho zapata X: 240.0 cm Ancho zapata Y: 240.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 13Ø12c/18 Sup Y: 13Ø12c/18 Inf X: 13Ø12c/18 Inf Y: 13Ø12c/18

4.5.1.2. Medición

Referencias: N1, N3, N6, N33, N36, N38, N51 y N68		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x3.00	36.00
	Peso (kg)	12x4.73	56.82
Totales	Longitud (m)	144.00	227.28
	Peso (kg)	227.28	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	158.40	250.01
	Peso (kg)	250.01	
Referencias: N8, N31, N52, N53, N67, N69, N72 y N74		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	19x2.75	52.25
	Peso (kg)	19x2.44	46.39
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	19x2.75	52.25
	Peso (kg)	19x2.44	46.39
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	19x2.75	52.25
	Peso (kg)	19x2.44	46.39
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	19x2.75	52.25
	Peso (kg)	19x2.44	46.39
Totales	Longitud (m)	209.00	185.56
	Peso (kg)	185.56	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	229.90	204.12
	Peso (kg)	204.12	
Referencias: N11, N16, N18, N21, N23 y N28		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x1.80	12.60
	Peso (kg)	7x1.60	11.19
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.80	12.60
	Peso (kg)	7x1.60	11.19
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x1.80	12.60
	Peso (kg)	7x1.60	11.19
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.80	12.60
	Peso (kg)	7x1.60	11.19
Totales	Longitud (m)	50.40	44.76
	Peso (kg)	44.76	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	55.44	49.24
	Peso (kg)	49.24	



Referencias: N13, N26, N70, N71 y N73		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x2.30	29.90
	Peso (kg)	13x2.04	26.55
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.30	29.90
	Peso (kg)	13x2.04	26.55
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x2.30	29.90
	Peso (kg)	13x2.04	26.55
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.30	29.90
	Peso (kg)	13x2.04	26.55
Totales	Longitud (m)	119.60	
	Peso (kg)	106.20	106.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	131.56	
	Peso (kg)	116.82	116.82

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, CN (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: N1, N3, N6, N33, N36, N38, N51 y N68		8x250.01	2000.08	8x7.69	8x0.96
Referencias: N8, N31, N52, N53, N67, N69, N72 y N74	8x204.12		1632.96	8x6.09	8x0.81
Referencias: N11, N16, N18, N21, N23 y N28	6x49.24		295.44	6x1.44	6x0.36
Referencias: N13, N26, N70, N71 y N73	5x116.82		584.10	5x3.46	5x0.58
Totales	2512.50	2000.08	4512.58	136.18	19.23

4.5.2. Zapatas de la estructura 1

4.5.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
(N46 - N62), (N48 - N64), N41 y N43	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 162.5 cm Ancho inicial Y: 162.5 cm Ancho final X: 162.5 cm Ancho final Y: 162.5 cm Ancho zapata X: 325.0 cm Ancho zapata Y: 325.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 21Ø12c/15 Sup Y: 21Ø12c/15 Inf X: 21Ø12c/15 Inf Y: 21Ø12c/15
N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N59, N60 y N61	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 140.0 cm Ancho inicial Y: 140.0 cm Ancho final X: 140.0 cm Ancho final Y: 140.0 cm Ancho zapata X: 280.0 cm Ancho zapata Y: 280.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 11Ø16c/25 Sup Y: 11Ø16c/25 Inf X: 11Ø16c/25 Inf Y: 11Ø16c/25

4.5.2.2. Medición

Referencias: (N46 - N62), (N48 - N64), N41 y N43		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	21x3.15	66.15
	Peso (kg)	21x2.80	58.73



Referencias: (N46 - N62), (N48 - N64), N41 y N43		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	21x3.15	66.15
	Peso (kg)	21x2.80	58.73
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	21x3.15	66.15
	Peso (kg)	21x2.80	58.73
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	21x3.15	66.15
	Peso (kg)	21x2.80	58.73
Totales	Longitud (m)	264.60	
	Peso (kg)	234.92	234.92
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	291.06	
	Peso (kg)	258.41	258.41

Referencias: N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N59, N60 y N61		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.70	29.70
	Peso (kg)	11x4.26	46.88
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.70	29.70
	Peso (kg)	11x4.26	46.88
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x2.70	29.70
	Peso (kg)	11x4.26	46.88
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.70	29.70
	Peso (kg)	11x4.26	46.88
Totales	Longitud (m)	118.80	
	Peso (kg)	187.52	187.52
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	130.68	
	Peso (kg)	206.27	206.27

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 400 S, CN (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Control Estadístico	Limpieza
Referencias: (N46 - N62), (N48 - N64), N41 y N43	4x258.41		1033.64	4x7.92	4x1.06
Referencias: N1, N3, N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N59, N60 y N61		19x206.27	3919.13	19x6.27	19x0.78
Totales	1033.64	3919.13	4952.77	150.86	19.12

4.5.3. Comprobación

Se mostrará una comprobación. A continuación, se adjuntarán las tablas referentes a la zapata N8 de la estructura 2 que demuestra que se cumplen todas las comprobaciones.

Referencia: N8		
Dimensiones: 285 x 285 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 15.2905 kp/cm ² Calculado: 0.292 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 19.113 kp/cm ² Calculado: 0.297 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 19.113 kp/cm ² Calculado: 0.341 kp/cm ²	Cumple



Referencia: N8		
Dimensiones: 285 x 285 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
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: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 296.3 % Reserva seguridad: 323.5 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 3.42 t·m Momento: 4.46 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 2.50 t Cortante: 3.31 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 11.24 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N8:	Mínimo: 30 cm Calculado: 68 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.002 Calculado: 0.002	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-98</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple



Referencia: N8		
Dimensiones: 285 x 285 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/15 Yi:Ø12c/15 Xs:Ø12c/15 Ys:Ø12c/15		
Comprobación	Valores	Estado
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: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 59 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

4.6. Vigas de atado

Se mostrarán las comprobaciones de la viga de atado entre la zapata N18 y N13 de la estructura 2.

Referencia: C.1 [N18-N13] (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 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple



Referencia: C.1 [N18-N13] (Viga de atado)

-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm

-Armadura superior: 2Ø12

-Armadura inferior: 2Ø12

-Estribos: 1xØ8c/30

Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

4.7. Uniones

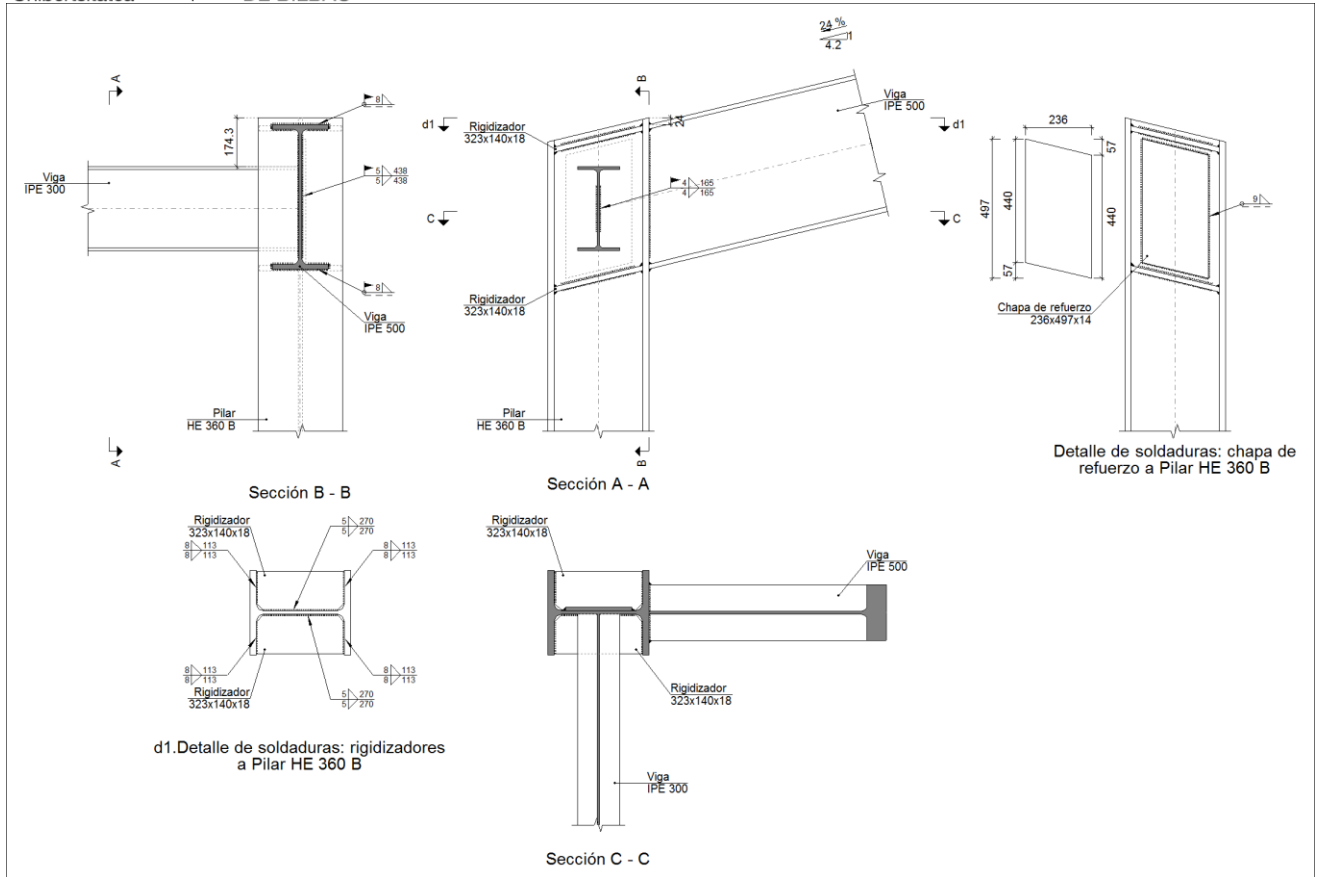
En cuanto a las uniones, se adjuntarán los resultados de un tipo de cada unión, coincidiendo con las uniones que se muestran en los planos.

Las uniones serán

- Tipo 2 (Estructura 2)
- Tipo 9 (Estructura 2)
- Tipo 13 (Estructura 2)
- Tipo 14 (Estructura 1)
- Tipo 24 (Estructura 2)
- Tipo 25 (Estructura 2)
- Tipo 25 (Estructura 1)
- Tipo 28 (Estructura 2)
- Tipo 29 (Estructura 2)
- Tipo 30 (Estructura 2)
- Tipo 35 (Estructura 2)
- Tipo 37 (Estructura 2)
- Tipo 40 (Estructura 2)
- Tipo 55 (Estructura 2)
- Tipo 57 (Estructura 2)

4.7.1. Tipo 2 (Unión dintel y pilar – Estructura 2)

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 500		500	200	16	10.2	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		323.9	140	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		236	497	14	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 360 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.94	
	Cortante	kN	1013.44	1754.69	57.76	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	156.73	261.90	59.84	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	171.07	261.90	65.32	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	163.45	261.90	62.41	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	164.34	261.90	62.75	
Ala	Desgarro	N/mm ²	165.46	261.90	63.18	
	Cortante	N/mm ²	143.54	261.90	54.81	
Viga IPE 300	Alma	Punzonamiento	kN	105.78	846.73	12.49
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	105.78	140.65	75.21

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	270	12.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	270	12.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	270	12.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	270	12.5	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	9	1367	12.5	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 ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	109.2	138.5	1.1	263.5	68.29	109.2	33.28	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	95.9	166.1	43.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	119.1	151.1	1.4	287.6	74.53	119.1	36.32	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	104.7	181.3	46.99	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	113.8	144.4	1.1	274.8	71.21	113.8	34.71	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	100.0	173.3	44.90	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	114.5	145.2	1.4	276.3	71.60	114.5	34.90	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	100.6	174.2	45.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Viga IPE 500

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	16.0	76.50	
Soldadura del alma	En ángulo	5	438	10.2	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	16.0	76.50	

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	124.5	157.9	1.5	300.5	77.86	173.9	53.01	410.0	0.85
Soldadura del alma	131.3	131.3	13.8	263.7	68.33	131.3	40.03	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	141.1	179.0	1.7	340.7	88.29	163.0	49.70	410.0	0.85

3) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	90.30	261.90	34.48



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	165	7.1	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises			Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w		
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)			σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)
Soldadura del alma	56.7	56.7	0.6	113.3	29.37	56.7	17.27	410.0	0.85

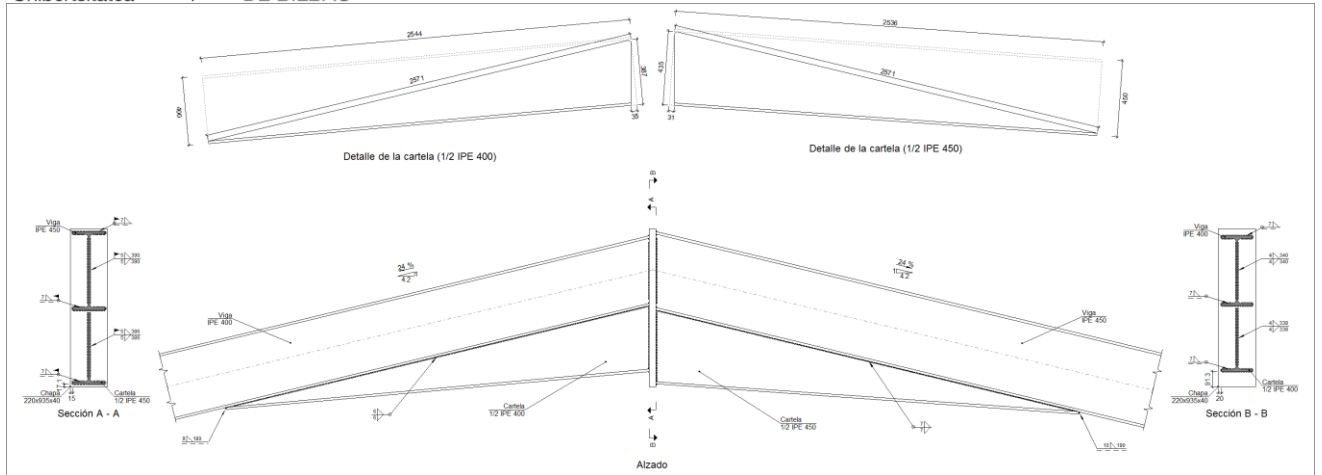
d) Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	5	2160
			8	1808
			9	1367
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	330
			5	876
			8	761

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	323x140x18	25.63
	Chapas	1	236x497x14	12.89
				Total

4.7.2. Tipo 9 (Unión dinteles en cumbrera – Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		220	935	40	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	0.167	2	8.33



2) Viga IPE 400

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	32.78	358.41	9.15

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	76.50
Soldadura del alma	En ángulo	4	340	8.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	76.50
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	353	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	7	180	13.5	84.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	2571	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	180	13.5	81.66

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	41.9	53.1	0.1	101.0	26.18	50.4	15.37	410.0	0.85
Soldadura del alma	43.3	43.3	2.5	86.7	22.47	43.3	13.20	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	2.9	3.7	0.2	7.0	1.82	3.2	0.98	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	40.7	40.7	2.5	81.6	21.15	40.8	12.42	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	47.1	43.1	0.0	88.2	22.87	47.1	14.37	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	3.7	6.4	1.65	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

3) Viga IPE 450

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	38.81	418.23	9.28

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	190	14.6	76.50
Soldadura del alma	En ángulo	5	390	9.4	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	190	14.6	76.50
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	401	9.4	90.00



Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	7	190	14.6	85.92				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	2571	9.4	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	10	190	14.6	80.58				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	31.9	40.5	0.1	77.1	19.97	38.6	11.76	410.0	0.85
Soldadura del alma	33.3	33.3	1.7	66.7	17.29	33.3	10.16	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	2.3	2.9	0.0	5.6	1.45	2.6	0.79	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	31.3	31.3	1.7	62.6	16.23	31.3	9.53	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	35.5	33.1	0.0	67.4	17.47	35.5	10.83	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	2.4	4.2	1.08	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

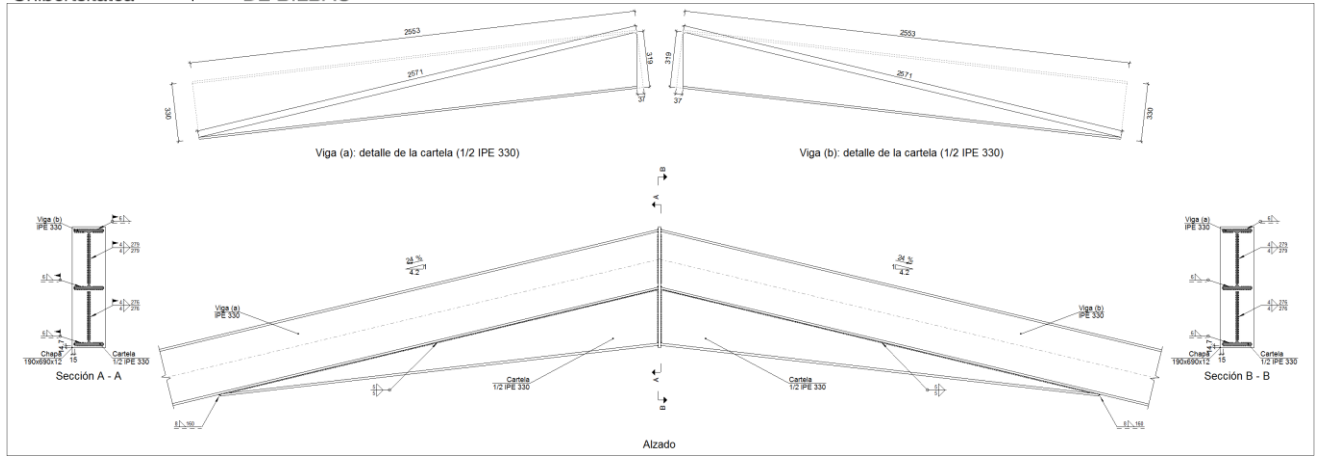
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1358
			6	5112
			7	6096
			9	180
			10	190
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1551
			7	1046

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	220x935x40	64.59
				Total

4.7.3. Tipo 13 (Unión dinteles en cubierta – Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal		190	690	12	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Viga (a) IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	20.04	268.58	7.46



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	160	11.5	76.50
Soldadura del alma	En ángulo	4	279	7.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	160	11.5	76.50
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	291	7.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	160	11.5	83.36
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2571	7.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	160	11.5	83.14

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	49.7	63.1	0.1	120.0	31.10	59.8	18.22	410.0	0.85
Soldadura del alma	51.2	51.2	1.2	102.5	26.55	51.2	15.61	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	4.5	5.8	0.3	11.0	2.85	4.8	1.46	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	49.1	49.1	1.2	98.3	25.47	49.1	14.98	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	48.6	54.6	0.0	106.3	27.54	57.7	17.58	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	3.7	6.3	1.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	26.08	268.58	9.71

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	160	11.5	76.50
Soldadura del alma	En ángulo	4	279	7.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	160	11.5	76.50
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	291	7.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	160	11.5	83.36
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2571	7.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	160	11.5	83.14

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



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	49.7	63.0	0.1	120.0	31.08	59.7	18.21	410.0	0.85
Soldadura del alma	51.2	51.2	1.2	102.4	26.53	51.2	15.60	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	4.5	5.8	0.3	11.0	2.84	4.8	1.46	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	49.1	49.1	1.2	98.2	25.45	49.1	14.97	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	48.6	54.5	0.0	106.2	27.52	57.6	17.57	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	2.1	3.6	0.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

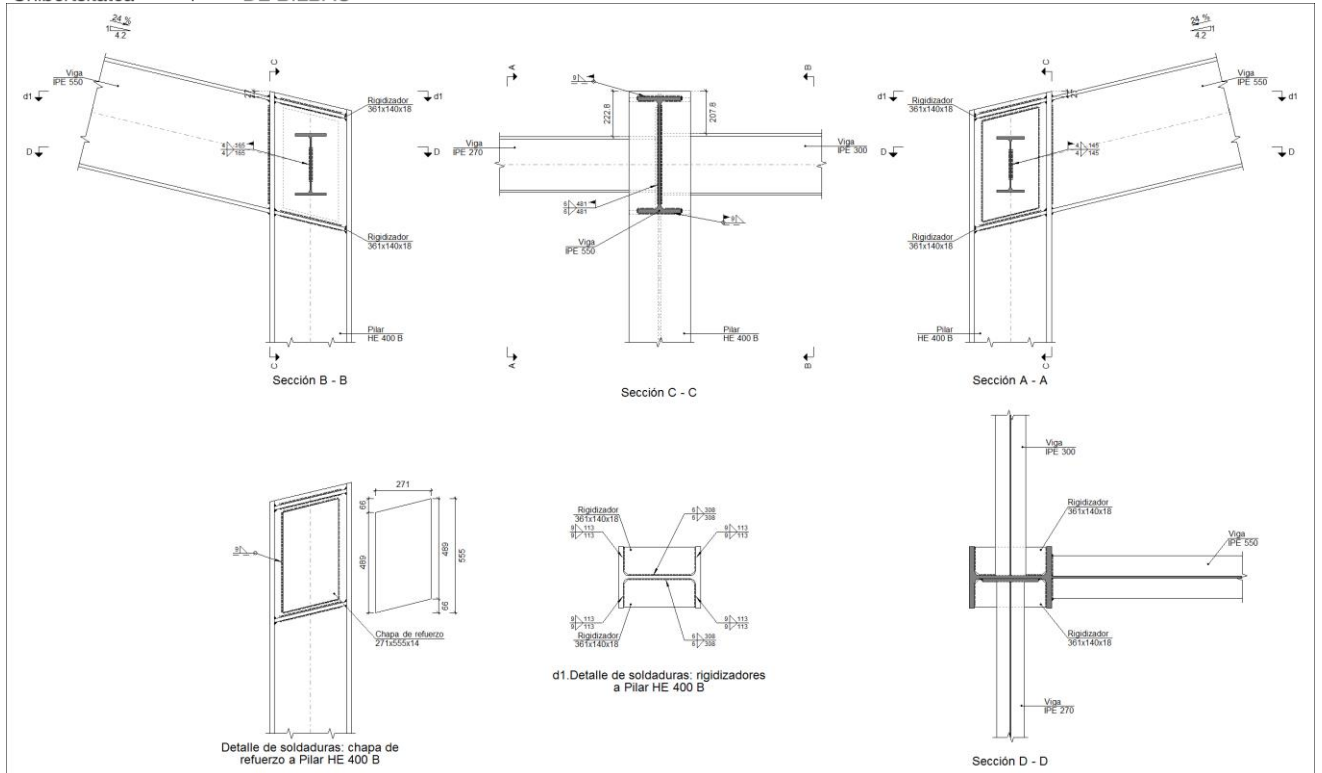
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1109
			5	10224
			6	877
			8	320
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1109
			6	877

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	190x690x12	12.35
				Total

4.7.4. Tipo 14 (Unión dintel y pilar en pórtico intermedio – Estructura 1)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 550		550	210	17.2	11.1	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		362	140	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de refuerzo		271	555	14	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	40.29	
	Cortante	kN	1266.68	2079.47	60.91	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	191.54	261.90	73.13	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	212.12	261.90	80.99	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	191.60	261.90	73.16	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	212.06	261.90	80.97	
Ala	Desgarro	N/mm ²	105.73	261.90	40.37	
	Cortante	N/mm ²	169.70	261.90	64.80	
Viga IPE 270	Alma	Punzonamiento	kN	67.86	805.54	8.42
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	24.14	149.42	16.16
Viga IPE 300	Alma	Punzonamiento	kN	95.18	914.47	10.41
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	52.04	156.23	33.31

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	6	308	13.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	6	308	13.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	6	308	13.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	76.50	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	6	308	13.5	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	9	1539	13.5	90.00	



Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	118.6	150.4	0.4	286.3	74.18	118.6	36.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	91.4	158.3	41.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	131.3	166.6	0.2	317.0	82.15	131.3	40.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	101.2	175.3	45.42	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	118.6	150.5	0.4	286.3	74.20	118.6	36.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	91.4	158.3	41.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	131.3	166.5	0.2	316.9	82.13	131.3	40.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	101.2	175.2	45.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Viga IPE 550

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	210	17.2	76.50				
Soldadura del alma	En ángulo	6	481	11.1	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	210	17.2	76.50				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	128.6	163.1	0.4	310.4	80.44	180.4	55.01	410.0	0.85
Soldadura del alma	145.8	145.8	21.8	294.0	76.19	145.8	44.45	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	151.6	192.3	0.3	366.1	94.86	175.0	53.37	410.0	0.85

3) Viga IPE 270



Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.92	261.90	27.08

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	41.4	41.4	0.6	82.7	21.44	41.4	12.61	410.0	0.85

4) Viga IPE 300

Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	81.27	261.90	31.03

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	165	7.1	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	51.0	51.0	1.1	102.0	26.43	51.0	15.55	410.0	0.85

d) Medición

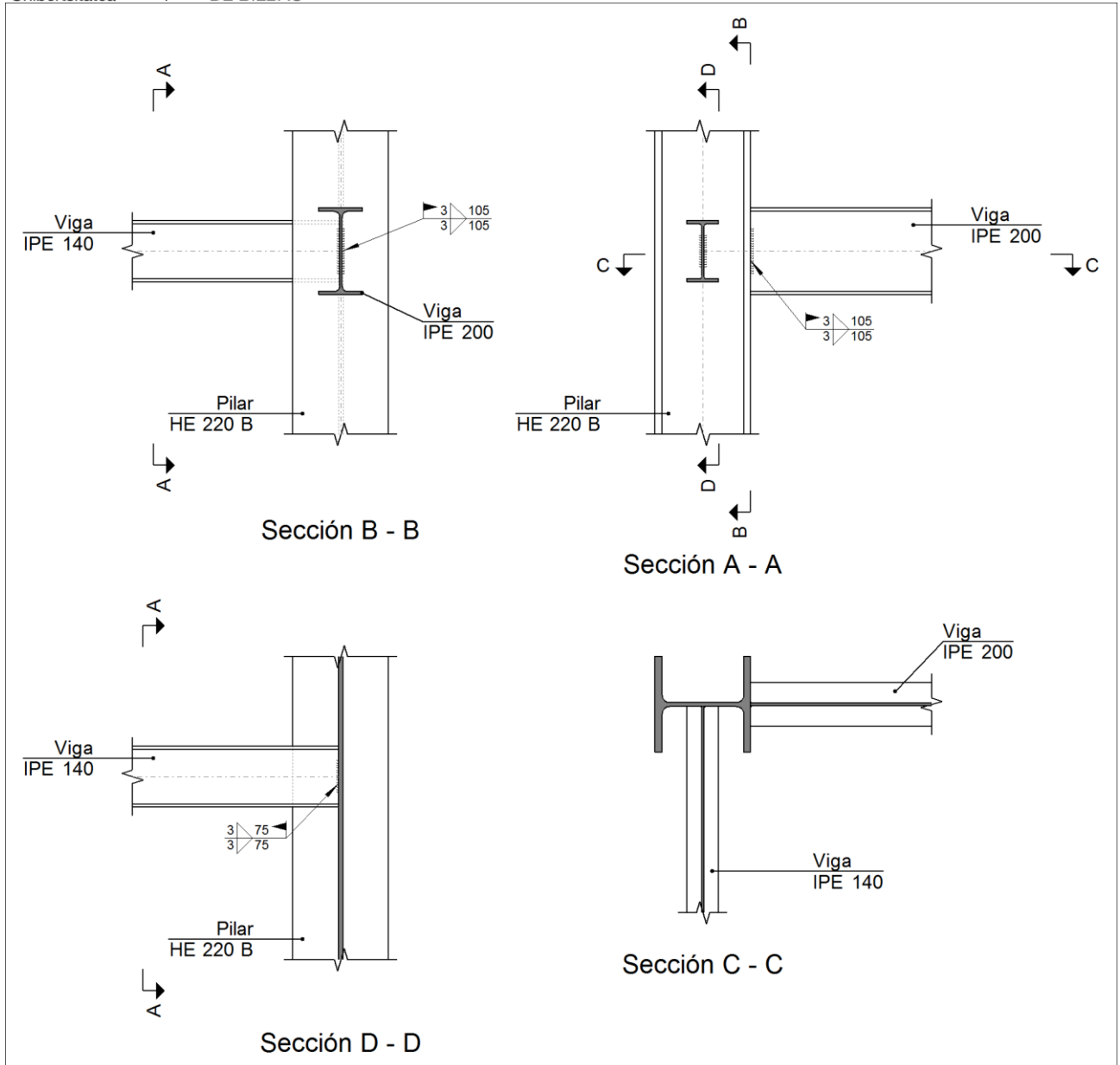


Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	6	2464
			9	3347
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	620
			6	962
			9	793

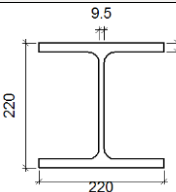
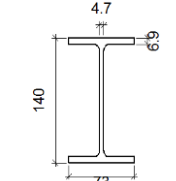
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	361x140x18	28.64
	Chapas	1	271x555x14	16.53
				Total

4.7.5. Tipo 24 (Detalle forjado – Estructura 2)

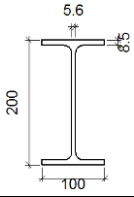
a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4



Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	66.78	298.01	22.41
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	66.78	124.87	53.48

2) Viga IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	98.55	261.90	37.63

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	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 ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	49.1	49.1	34.8	115.3	29.87	49.4	15.05	410.0	0.85

3) Viga IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	189.44	261.90	72.33

Cordones de soldadura

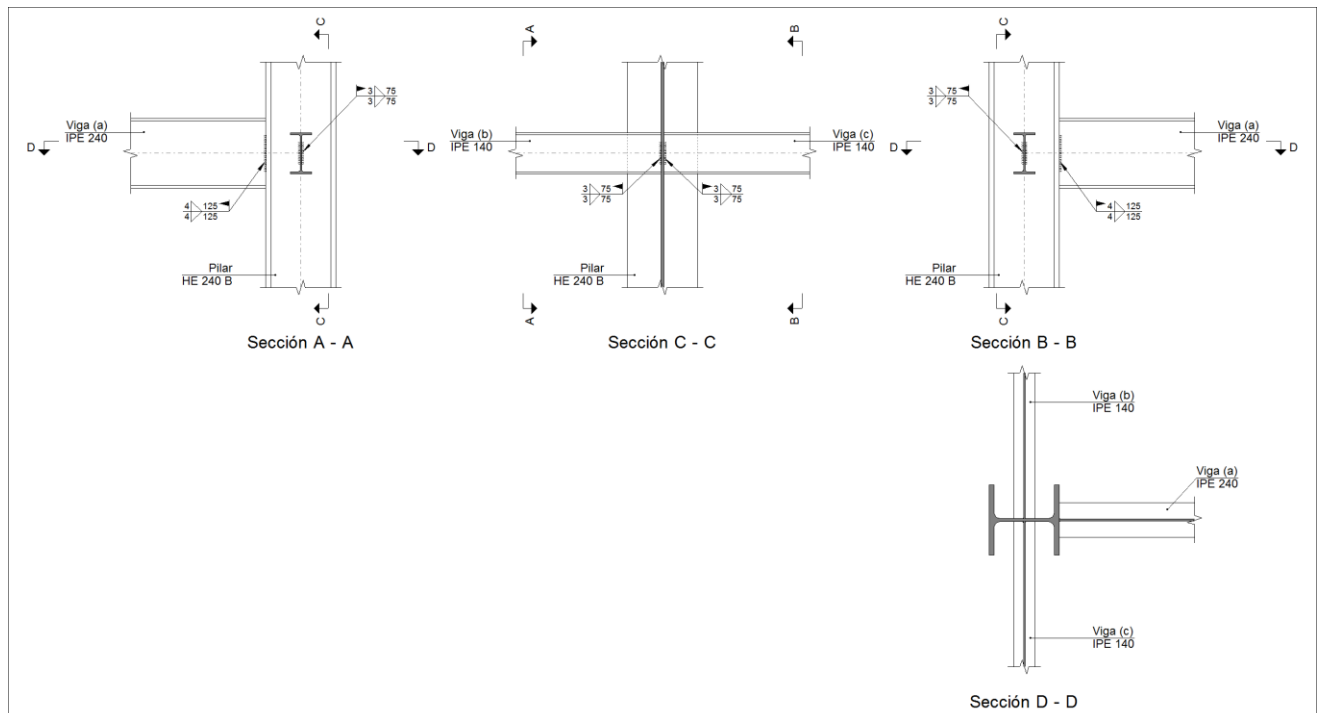
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	104.9	104.9	0.6	209.9	54.39	104.9	31.99	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	360

4.7.6. Tipo 25 (Detalle forjado – Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (c) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	5.29	313.70	1.69
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	66.95	136.13	49.18
Viga (b) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	66.78	313.70	21.29
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	66.95	136.13	49.18

2) Viga (a) IPE 240

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	129.11	261.90	49.30

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	125	6.2	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	13.7	13.7	56.7	101.9	26.41	21.6	6.57	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	15.23	261.90	5.82

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	8.4	8.4	0.9	16.8	4.35	8.4	2.55	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	189.44	261.90	72.33

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	104.9	104.9	0.6	209.9	54.39	104.9	31.99	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	250

4.7.7. Tipo 25 (Estructura 1)

Comprobaciones en placas de anclaje

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

4.7.7.1. 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.

4.7.7.2. Pernos de anclaje

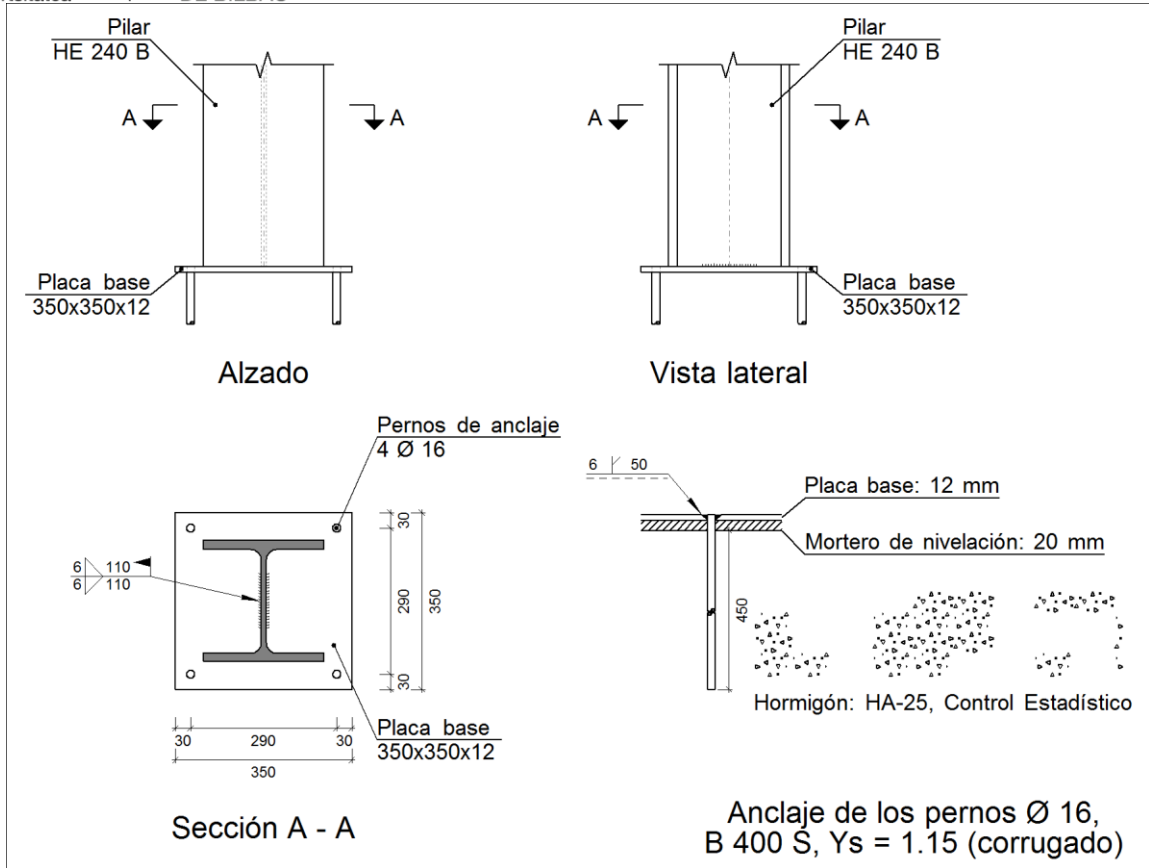
- Resistencia del material de los pernos:** Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los 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.

4.7.7.3. Placa de anclaje

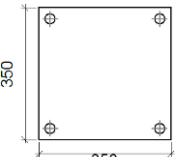
- Tensiones globales:** En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- Flechas globales relativas:** Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan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

4.7.7.4. Unión

- Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios												
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)	
Placa base		350	350	12	4	28	18	6	S275	2803.3	4179.4	

c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	147.18	261.90	56.20

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	6	110	10.0	90.00



Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	49.9	99.2	9.5	179.7	46.58	99.2	30.26	410.0	0.85

2) 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-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: 18 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 6.274 t Calculado: 3.646 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 4.391 t Calculado: 1.474 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 6.274 t Calculado: 5.751 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 6.557 t Calculado: 3.547 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm ² Calculado: 2114.56 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 10.252 t Calculado: 1.334 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 2197.81 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2197.81 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2174.78 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2174.78 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 573.609	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 573.609	Cumple
- Arriba:	Calculado: 573.609	Cumple
- Abajo:	Calculado: 573.609	Cumple



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 2669.77 kp/cm ² Calculado: 0 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	6	50	12.0	90.00				
<i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	173.1	299.7	77.68	0.0	0.00	410.0	0.85

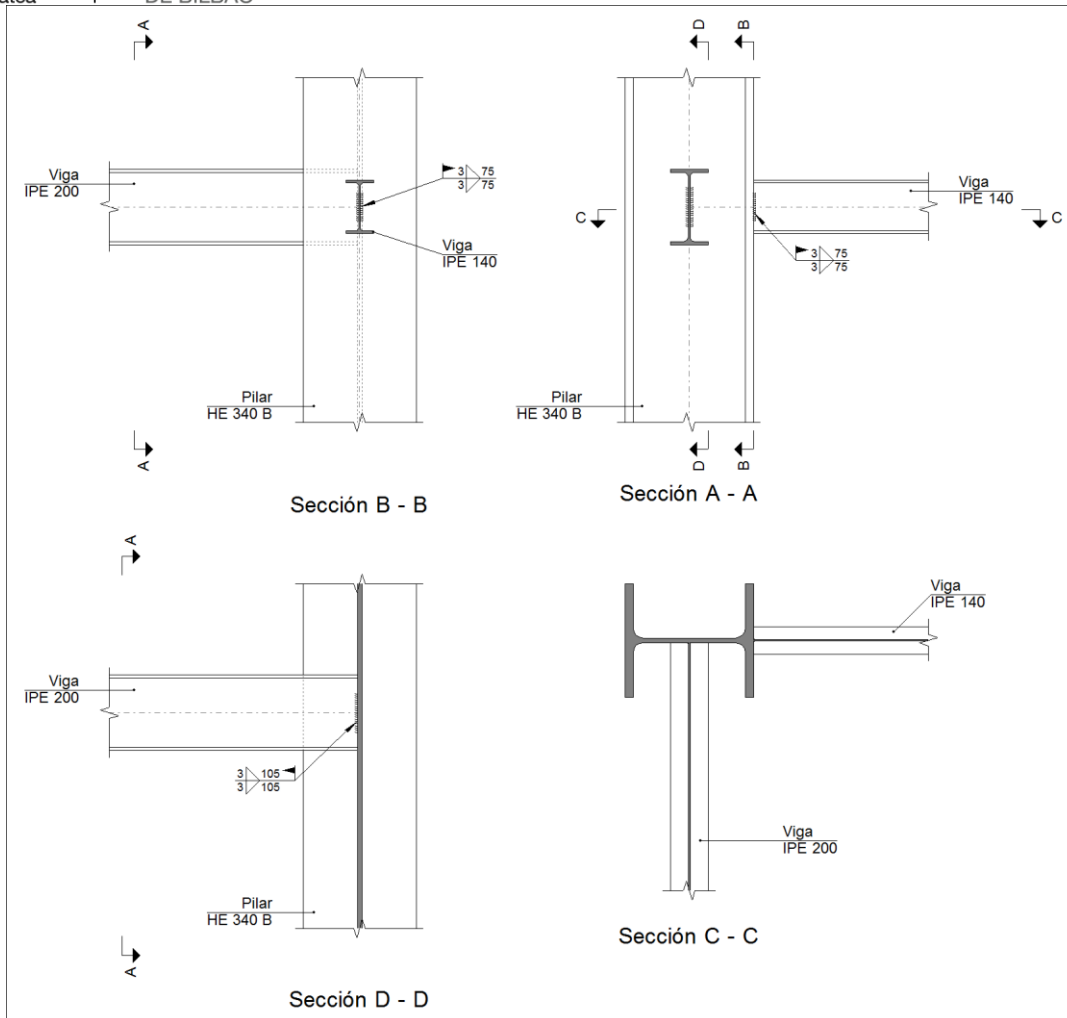
d) Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	201
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	220

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x350x12	11.54
				Total
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 498	3.14
				Total

4.7.8. Tipo 28 (Detalle forjado - Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 340 B		340	300	21.5	12	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4



1) Pilar HE 340 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga IPE 200	Alma	Punzonamiento	kN	28.92	522.39	5.54
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	28.92	193.68	14.93

2) Viga IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	40.32	261.90	15.39

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	22.3	22.3	0.6	44.7	11.57	22.3	6.80	410.0	0.85

3) Viga IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	89.81	261.90	34.29

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	

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

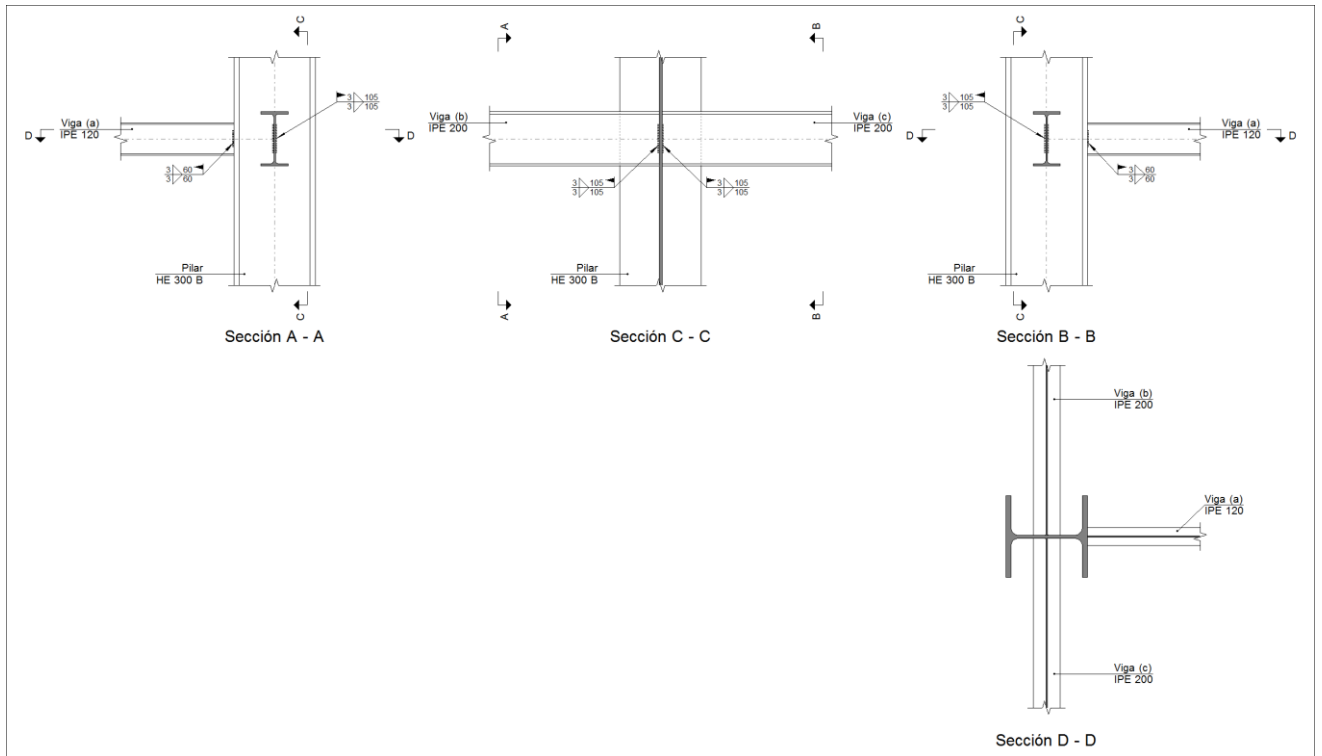
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	20.6	20.6	45.4	88.8	23.00	32.5	9.89	410.0	0.85

d) Medición

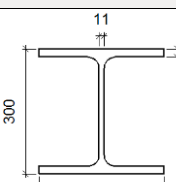
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	360

4.7.9. Tipo 29 (Detalle forjado - Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 300 B		300	300	19	11	S275	2803.3	4179.4



Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 300 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (c) IPE 200	Alma	Punzonamiento	kN	43.97	478.85	9.18
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	15.06	167.61	8.98
Viga (b) IPE 200	Alma	Punzonamiento	kN	28.92	478.85	6.04
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	6.32	167.61	3.77

2) Viga (a) IPE 120

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	30.96	261.90	11.82

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	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 ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	16.0	16.0	0.6	32.1	8.32	16.0	4.89	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE 200



Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	97.11	261.90	37.08

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	49.1	49.1	33.6	114.2	29.59	49.4	15.05	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 200

Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	89.81	261.90	34.29

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	20.6	20.6	45.4	88.8	23.00	32.5	9.89	410.0	0.85

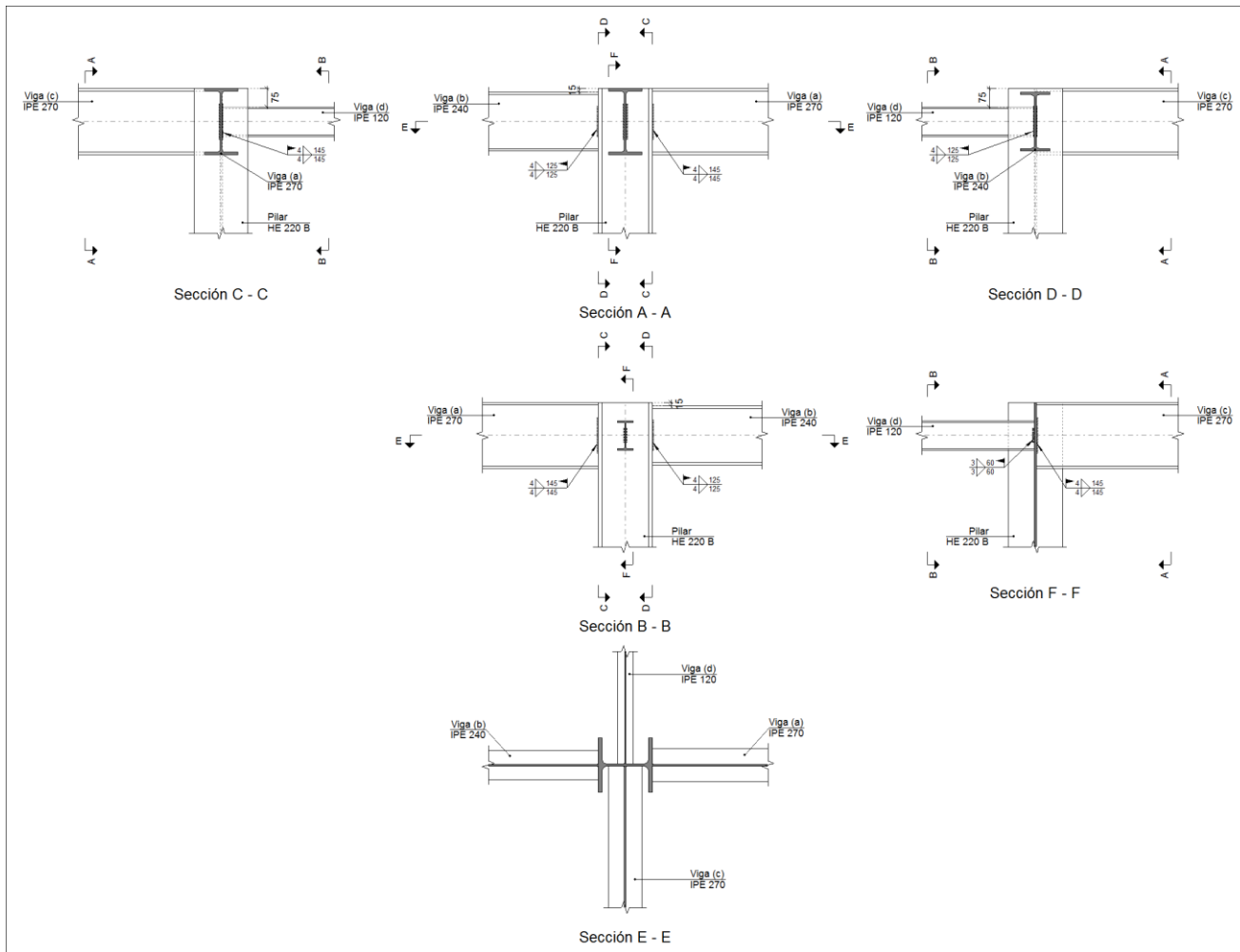
d) Medición

Soldaduras

f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	540

4.7.10. Tipo 30 (Detalle forjado - Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia						
	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Viga (c) IPE 270	Alma	Punzonamiento	kN	6.53	566.86	1.15
Viga (d) IPE 120	Alma	Punzonamiento	kN	8.17	240.80	3.39
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.46	69.58	7.85

2) Viga (a) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	103.23	261.90	39.42

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5.4	5.4	49.0	85.5	22.16	9.6	2.93	410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 240



Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	128.71	261.90	49.15

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	125	6.2	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	13.7	13.7	56.5	101.6	26.33	21.6	6.57	410.0	0.85

4) Viga (c) IPE 270

Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	6.94	261.90	2.65

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	4.0	4.0	0.6	8.0	2.08	4.0	1.21	410.0	0.85

5) Viga (d) IPE 120

Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	30.96	261.90	11.82

Cordones de soldadura



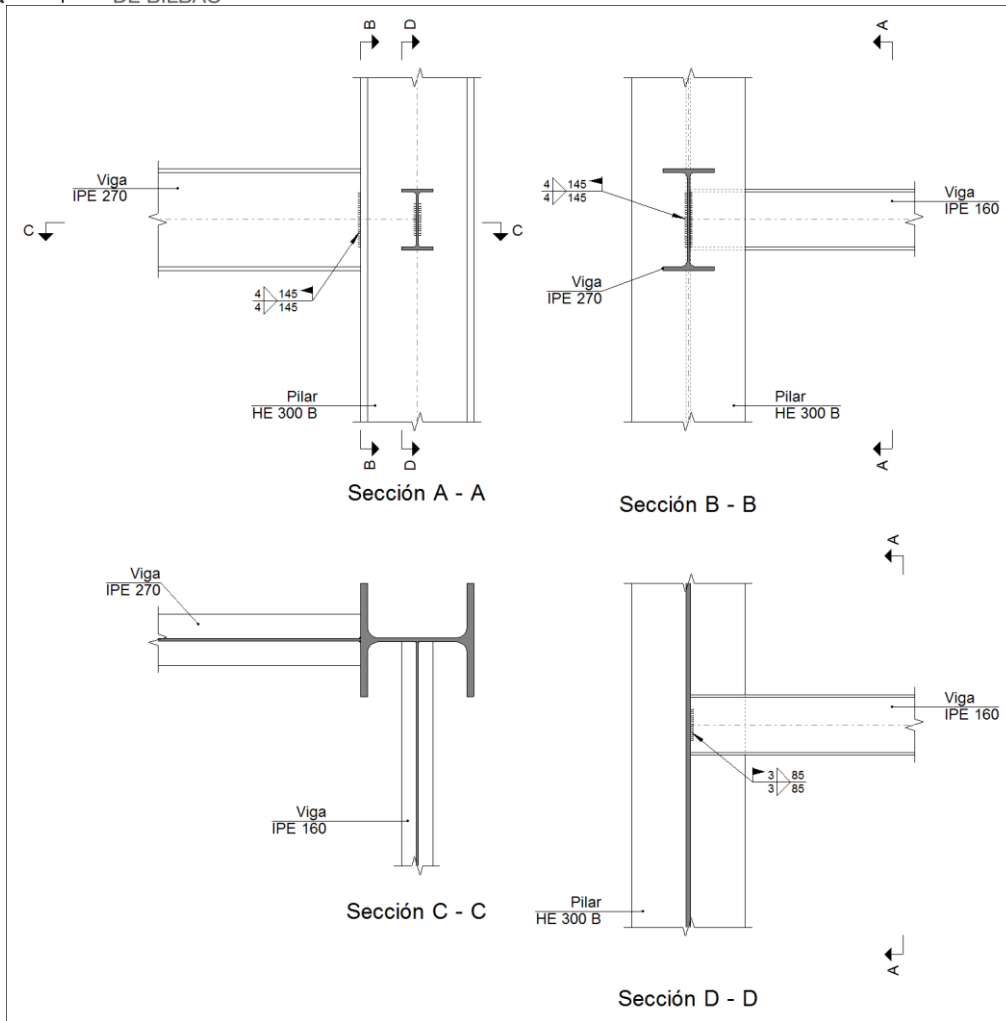
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	16.0	16.0	0.5	32.1	8.32	16.0	4.89	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	120
			4	830

4.7.11. Tipo 35 (Detalle forjado - Estructura 2)

a) Detalle



b) 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_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 300 B		300	300	19	11	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	2803.3	4179.4



1) Pilar HE 300 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga IPE 160	Alma	Punzonamiento	kN	3.18	389.66	0.82
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	3.20	161.11	1.99

2) Viga IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	71.19	261.90	27.18

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	34.3	34.3	19.1	76.2	19.74	34.5	10.53	410.0	0.85

3) Viga IPE 160

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	7.85	261.90	3.00

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	85	5.0	90.00	

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

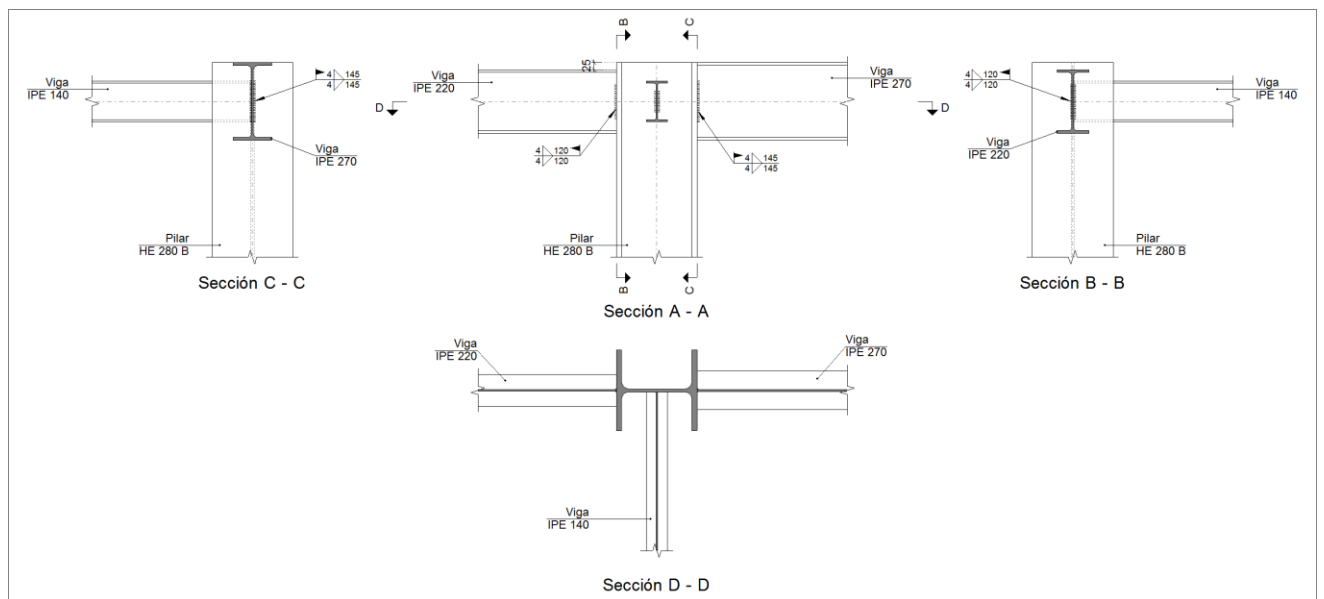
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	4.5	4.5	1.0	9.1	2.35	4.5	1.36	410.0	0.85

d) Medición

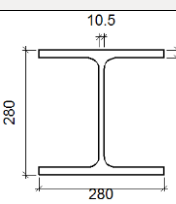
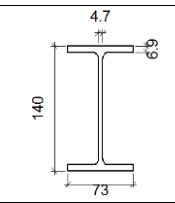
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	170
			4	290

4.7.12. Tipo 36 (Detalle forjado - Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 280 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga IPE 140	Punzonamiento	kN	3.76	329.38	1.14	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	3.76	83.98	4.48	

2) Viga IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.41	261.90	28.41

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	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 ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	12.7	12.7	29.9	57.7	14.96	20.8	6.33	410.0	0.85

3) Viga IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
-------------------------------	--	--	--	--	--



Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	71.12	261.90	27.15

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	34.3	34.3	19.0	76.2	19.73	34.5	10.53	410.0	0.85

4) Viga IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	10.75	261.90	4.10

Cordones de soldadura

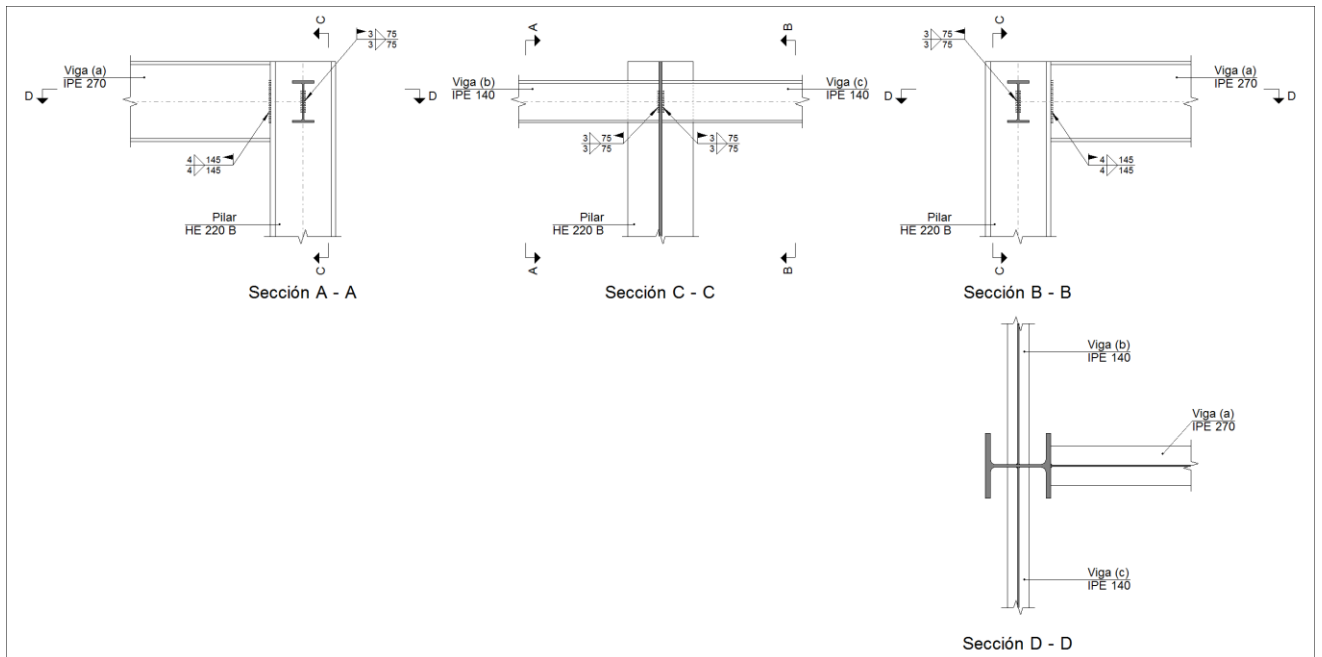
Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5.9	5.9	0.6	11.9	3.08	5.9	1.80	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	150
			4	530

4.7.13. Tipo 37 (Detalle forjado - Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 220 B		220	220	16	9.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Comprobaciones de resistencia



Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (c) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	14.20	298.01	4.77
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	2.36	74.48	3.17
Viga (b) IPE 140	Alma	Punzonamiento	kN	11.85	298.01	3.98

2) Viga (a) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	103.23	261.90	39.42

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5.4	5.4	49.0	85.5	22.16	9.6	2.93	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	40.31	261.90	15.39

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	22.3	22.3	0.5	44.7	11.57	22.3	6.80	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 140



Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	33.63	261.90	12.84

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	18.6	18.6	0.6	37.2	9.65	18.6	5.67	410.0	0.85

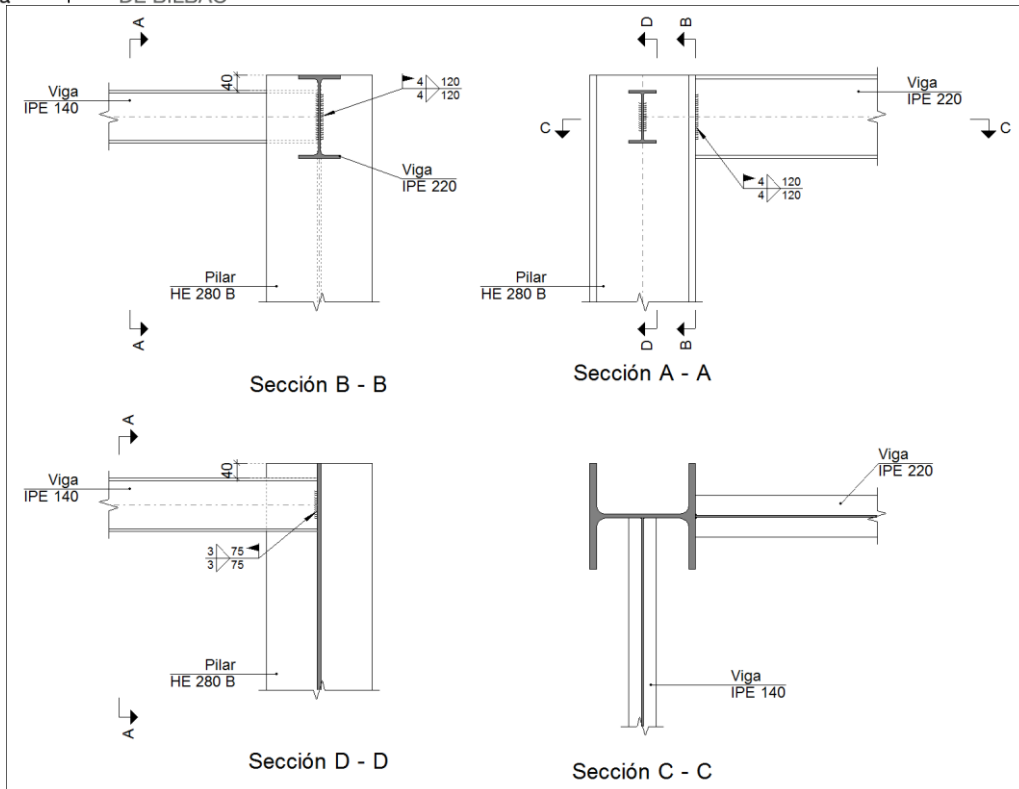
d) Medición

Soldaduras

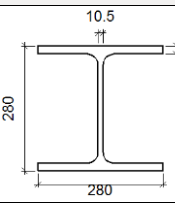
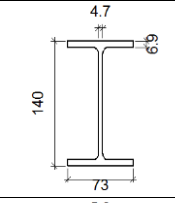
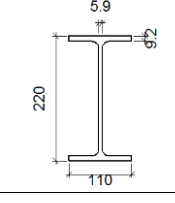
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	300
			4	290

4.7.14. Tipo 40 (Detalle forjado - Estructura 2)

a) Detalle



b) 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 (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HE 280 B

Comprobaciones de resistencia

Viga IPE 140	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
	Alma		Punzonamiento	kN	5.39	329.38
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.39	83.98	6.42

2) Viga IPE 220

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	74.41	261.90	28.41

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	120	5.9	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 ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	12.7	12.7	29.9	57.7	14.96	20.8	6.33	410.0	0.85

3) Viga IPE 140

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	15.35	261.90	5.86

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	75	4.7	90.00

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

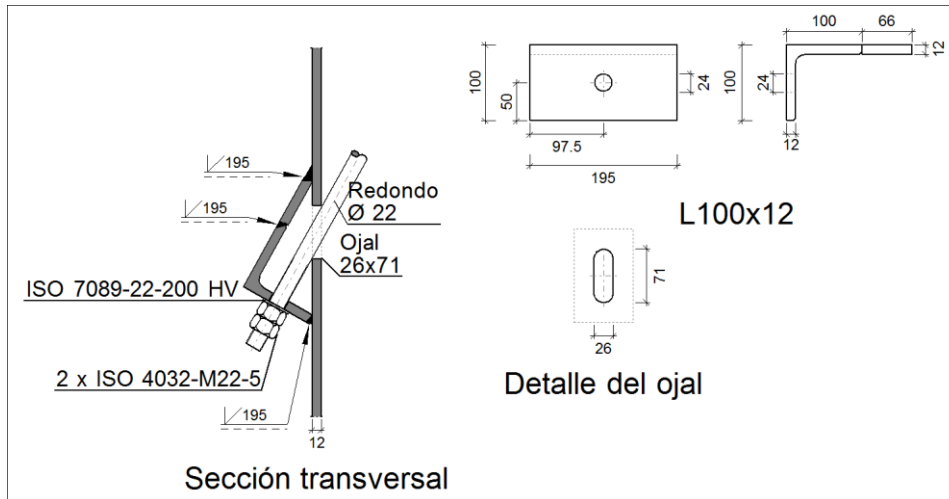
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	8.5	8.5	0.6	17.0	4.40	8.5	2.59	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En el lugar de montaje	En ángulo	3	150
			4	240

4.7.15. Tipo 55 (Unión tirante - Estructura 2)

a) Detalle



b) Comprobación

1) L100x12 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	45.24	310.28	14.58
Flector	--	--	--	71.13

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo				Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple				12		195		
<i>l: Longitud efectiva</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

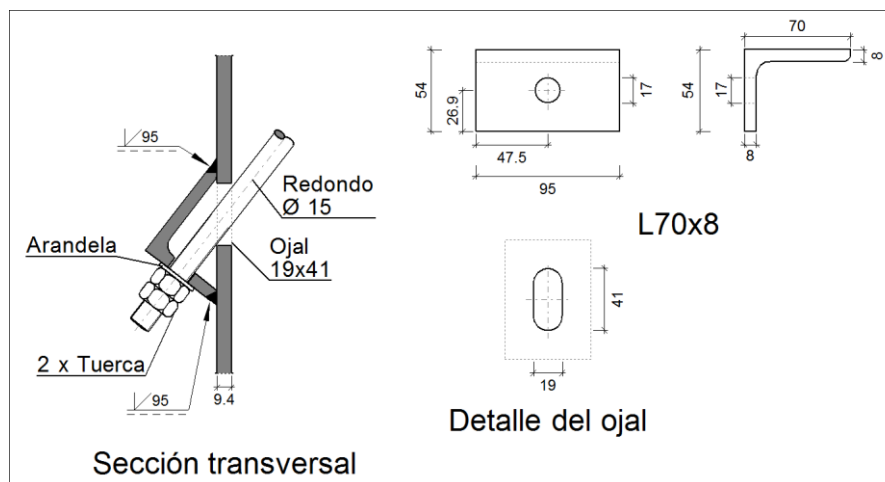
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	12	585

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L100x12	195	3.45
	Total			3.45

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M22
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-22

4.7.16. Tipo 57 (Unión tirante - Estructura 2)

a) Detalle



b) Comprobación

1) L70x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	25.47	94.36	26.99
Flector	--	--	--	55.27

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	95

l: Longitud efectiva



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	A tope en bisel simple	8	190

Angulares					
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
S275	Anclajes de tirantes		L70x8	95	0.79
				Total	0.79

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T15
Arandelas	1	A15



GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO VIII - INSTALACIONES

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

Contenido

1.	Abastecimiento de aguas	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Propiedades de la instalación.....	1
1.3.	Elementos que componen la instalación de agua fría.....	1
1.3.1.	Acometida.....	1
1.3.2.	Instalación general	2
1.3.3.	Derivaciones colectivas	2
1.3.4.	Sistema antirretorno	3
1.4.	Dimensionamiento de los diámetros de la red de agua fría	3
1.4.1.	Diámetro de los aparatos	3
1.4.2.	Caudal consumido	4
1.4.3.	Dimensionamiento de los ramales, acometida y montante	7
1.5.	Instalación de agua caliente sanitaria (ACS).....	10
1.5.1.	Introducción	10
1.5.2.	Caudal consumido (ACS).....	10
1.5.3.	Dimensionamiento de los ramales.....	10
1.5.4.	Cálculo del depósito auxiliar de alimentación.....	11
1.6.	Red de retorno	11
1.6.1.	Características	11
1.6.2.	Dimensionado de las redes de retorno de ACS.....	11
2.	Saneamiento de aguas	12
2.1.	Elementos de la red de evacuación.....	12
2.1.1.	Cierres hidráulicos	12
2.1.2.	Bajantes y canalones	12
2.1.3.	Colectores enterrados	13
2.1.4.	Elementos de conexión	13
2.1.5.	Válvula antirretorno de seguridad.....	14
2.2.	Dimensionamiento de la red sanitaria de aguas residuales.....	15
2.2.1.	Dimensionamiento de los diámetros de los aparatos sanitarios	15
2.2.2.	Dimensionamiento de los diámetros de los ramales colectores.....	16
2.2.3.	Dimensionamiento de los diámetros de las bajantes de aguas residuales.....	16
2.2.4.	Dimensionamiento de los diámetros de los colectores horizontales de aguas residuales.....	17
2.2.5.	Dimensionamiento de arquetas correspondientes a aguas residuales	17

2.2.6.	Ventilación primaria	17
2.3.	Dimensionamiento de la red de evacuación de aguas pluviales.....	18
2.3.1.	Cálculo de la intensidad pluviométrica	18
2.3.2.	Dimensionamiento de los diámetros de los canalones.....	19
2.3.3.	Dimensionamiento de los diámetros de las bajantes	19
2.3.4.	Dimensionamiento de los diámetros de los colectores de aguas pluviales	19
2.3.5.	Dimensionamiento de las arquetas.....	21
3.	Iluminación interior	22
3.1.	Iluminación nave industrial	22
3.1.1.	Sistemas de iluminación	22
3.1.2.	Características de la luminaria.....	22
	Plano de dimensiones:	22
3.2.	Iluminación oficinas.....	27
3.2.1.	Introducción	27
3.2.2.	Dimensionamiento de las luminarias	27
3.2.3.	Características de la luminaria seleccionada.....	28
3.2.4.	Plano de las isólineas.....	28
4.	Instalación eléctrica.....	30
4.1.	Empresa suministradora.....	30
4.2.	Elementos de la red de baja tensión	30
4.2.1.	Acometida.....	30
4.2.2.	Caja de protección y medida	31
4.2.3.	Cuadro de distribución	32
4.2.4.	Interruptores	32
4.2.5.	Magnetotérmico.....	32
4.2.6.	Interruptor diferencial.....	32
4.2.7.	Conductores	33
4.2.8.	Puesta a tierra	33
4.3.	Dimensionamiento de la sección de los conductores	35
4.3.1.	Cálculo de la potencia total	35
4.3.2.	Cálculo de la caída de tensión	35
4.3.3.	Cálculo de la tensión máxima admisible	37

Índice de tablas

Tabla 1. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos	4
Tabla 2. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato	5
Tabla 3. Velocidades máximas para cada tipo de tubería	8
Tabla 4. Parámetro de cada tramo de la red de abastecimiento de agua fría	9
Tabla 5. Parámetros de cada tramo de la red de abastecimiento de ACS	10
Tabla 6. Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculando de ACS	11
Tabla 7. UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios	15
Tabla 8. Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajantes	16
Tabla 9. Diámetro de las bajantes según el número de alturas de edificios y el número de UD.....	16
Tabla 10. Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada	17
Tabla 11. Dimensiones de las arquetas	17
Tabla 12. Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.....	19
Tabla 13. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.....	19
Tabla 14. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.....	20
Tabla 15. Dimensiones de las arquetas	21
Tabla 16. Obtención del factor de utilización.....	24
Tabla 17. Obtención del factor de reflexión.....	24
Tabla 18. Valores de iluminación obtenidos en cada zona de las oficinas.....	27
Tabla 19. Luminaria DIAL 7 Twinlights.....	28
Tabla 20. Diagrama polar	28
Tabla 21. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra.....	34
Tabla 22. Potencias obtenidas.....	35
Tabla 23. Dimensionamiento del diámetro según número de fases y tipología del cableado	37

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Esquema general de instalación de agua fría	3
Ilustración 2. Tramos de la red de abastecimiento de agua potable	9
Ilustración 3. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas	18
Ilustración 4. Colectores pluviales.....	20
Ilustración 5. Tipos de iluminación en función de la altura relativa.....	22
Ilustración 6. Mediciones de la luminaria	22
Ilustración 7. Esquema de la distribución de luminarias.....	25
Ilustración 8. Distribución real de luminarias en la nave industrial	26
Ilustración 9. Isolíneas	28
Ilustración 10. Situación del centro de transformación	30
Ilustración 11. Esquema de la red eléctrica.....	31
Ilustración 12. Esquema de la caída de tensión para un único usuario	36

Índice de gráficas

Gráfica 1. Obtención del coeficiente de simultaneidad.	6
Gráfica 2. Ábaco universal del agua fría	8
Gráfica 3. Diagrama polar.....	23

1. Abastecimiento de aguas

1.1. Introducción

Para desarrollar tanto el apartado de abastecimiento de aguas como el de saneamiento, se tomará como referencia el Documento Básico de Salubridad (DBHS).

1.2. Propiedades de la instalación

Calidad de los materiales:

- El material será acero galvanizado
- No deben producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003
- No deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua;
- Resistentes a corrosión interior
- No deben presentar incompatibilidad electroquímica
- Resistentes a temperatura hasta 40°C y temperaturas exteriores
- no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que supongan un riesgo
- Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación

Mantenimiento:

- Los elementos y equipos de la instalación, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, deben instalarse en locales cuyas dimensiones sean suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.
- Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares si fuera posible, deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponer de arquetas o registros.

1.3. Elementos que componen la instalación de agua fría

1.3.1. Acometida

La acometida es la parte de la instalación que enlaza la red general con la red interna. Estará hecha de polietileno. La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

- a) una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida;
- b) un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general;
- c) Una llave de corte en el exterior de la propiedad

1.3.2. Instalación general

La instalación general abarcará los siguientes elementos:

- Llave de corte general:
La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior.
- Filtro de la instalación general:
El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general. Si se dispone armario o arqueta del contador general, debe alojarse en su interior. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.
- Armario o arqueta del contador general:
El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.
- Tubo de alimentación:
El trazado del tubo de alimentación debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.
- Ascendentes o montantes:
Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo. Deben ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento. Las ascendentes deben disponer en su base de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua. En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

1.3.3. Derivaciones colectivas

Todas las tuberías que formen la red de agua fría estarán hechas de acero galvanizado sin soldadura. Discurrirán por zonas comunes y en su diseño se aplicarán condiciones análogas a las de las instalaciones particulares.

Esquema general de instalación de agua fría:

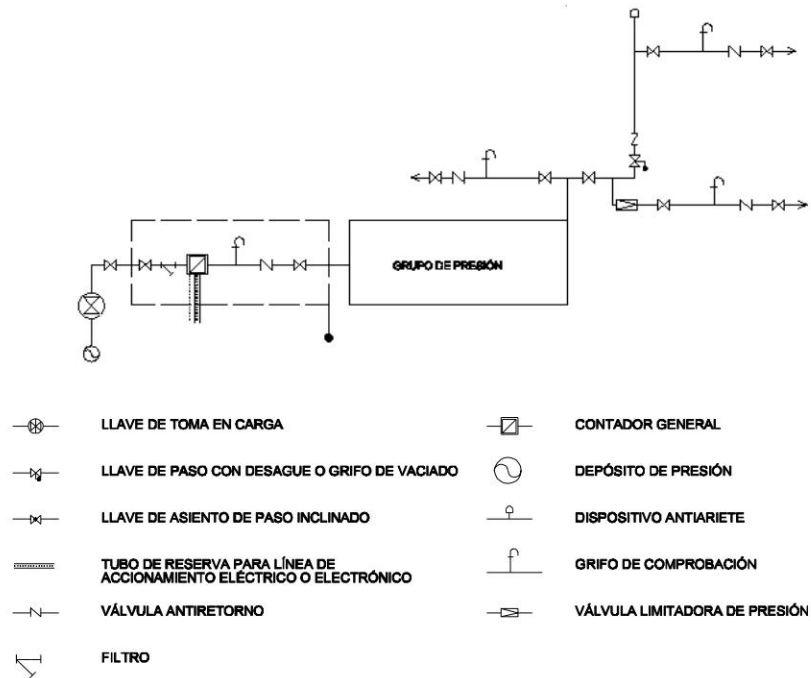


Ilustración 1. Esquema general de instalación de agua fría

1.3.4. Sistema antirretorno

Se dispondrá de un sistema antirretorno para evitar un sentido de flujo inverso en los siguientes puntos:

- Después de los contadores
- En la base de las ascendentes
- Antes del equipo de tratamiento de agua
- Redes de retorno

1.4. Dimensionamiento de los diámetros de la red de agua fría

1.4.1. Diámetro de los aparatos

Para dimensionar las ramales conectadas inmediatamente a los aparatos se empleará las tablas del DBHS.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera <1,40 m	3/4	20
Bañera >1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1- 1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20

Tabla 1. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Diámetro lavabo: 12 mm

Diámetro ducha: 12 mm

Diámetro inodoro con cisterna: 12 mm

Diámetro urinario con grifo temporizador: 12 mm

Diámetro fregadero industrial: 20 mm

1.4.2. Caudal consumido

Para determinar el caudal usado por cada aparato se empleará la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 2. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

$$\text{Caudal lavabo: } 0,1 \frac{l}{s} \cdot 10 = 1 \frac{l}{s}$$

$$\text{Caudal ducha: } 0,2 \frac{l}{s} \cdot 8 = 1,6 \frac{l}{s}$$

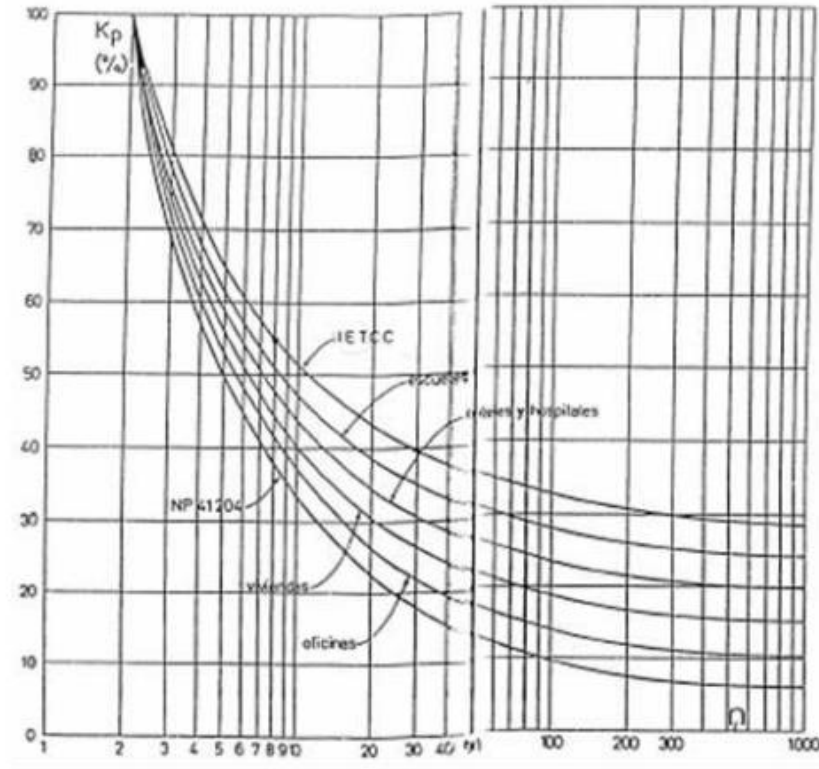
$$\text{Caudal inodoro con cisterna: } 0,1 \frac{l}{s} \cdot 5 = 0,5 \frac{l}{s}$$

$$\text{Caudal urinarios con grifo temporizador: } 0,15 \frac{l}{s} \cdot 2 = 0,3 \frac{l}{s}$$

$$\text{Caudal fregadero no doméstico : } 0,3 \frac{l}{s} \cdot 1 = 0,3 \frac{l}{s}$$

$$Q_T = 1 \frac{l}{s} + 1,6 \frac{l}{s} + 0,5 \frac{l}{s} + 0,3 \frac{l}{s} + 0,3 \frac{l}{s} = 3,7 \frac{l}{s}$$

Los aparatos no funcionan simultáneamente, por lo que se aplicará un coeficiente de simultaneidad. Se usará la siguiente tabla para determinar dicho coeficiente en la que los datos iniciales son el número de aparatos. La instalación se sitúa en unas oficinas.



Gráfica 1. Obtención del coeficiente de simultaneidad.

El coeficiente de simultaneidad $K_p = 0,24$. Por lo tanto, el caudal real se minorará de la siguiente manera:

$$Q_{Real} = Q_{Teórico} \cdot K_p$$

$$Q_{Real} = 3,7 \frac{l}{s} \cdot 0,24 = 0,88 \frac{l}{s}$$

Ahora se realizará el mismo proceso para los distintos ramales:

$$\text{Tramo AB: } Q_{Teórico} = 0,2 \frac{l}{s} \cdot 8 + 0,3 \frac{l}{s} \cdot 1 = 1,9 \frac{l}{s}$$

$$Q_{Real} = 1,9 \frac{l}{s} \cdot 0,39 = 0,741 \frac{l}{s}$$

$$\text{Tramo BC: } Q_{Teórico} = 0,2 \frac{l}{s} \cdot 4 + 0,3 \frac{l}{s} \cdot 1 = 1,1 \frac{l}{s}$$

$$Q_{Real} = 1,1 \frac{l}{s} \cdot 0,52 = 0,572 \frac{l}{s}$$

$$\text{Tramo AE: } Q_{Teórico} = 0,1 \frac{l}{s} \cdot 10 + 0,1 \frac{l}{s} \cdot 5 + 0,15 \frac{l}{s} \cdot 2 = 1,8 \frac{l}{s}$$

$$Q_{Real} = 1,8 \frac{l}{s} \cdot 0,28 = 0,504 \frac{l}{s}$$

$$\text{Tramo EG: } Q_{Teórico} = 0,1 \frac{l}{s} \cdot 4 = 0,4 \frac{l}{s}$$

$$Q_{Real} = 0,4 \frac{l}{s} \cdot 0,58 = 0,232 \frac{l}{s}$$

$$\text{Tramo EH: } Q_{Teórico} = 0,1 \frac{l}{s} \cdot 1 + 0,1 \frac{l}{s} \cdot 2 = 0,3 \frac{l}{s}$$

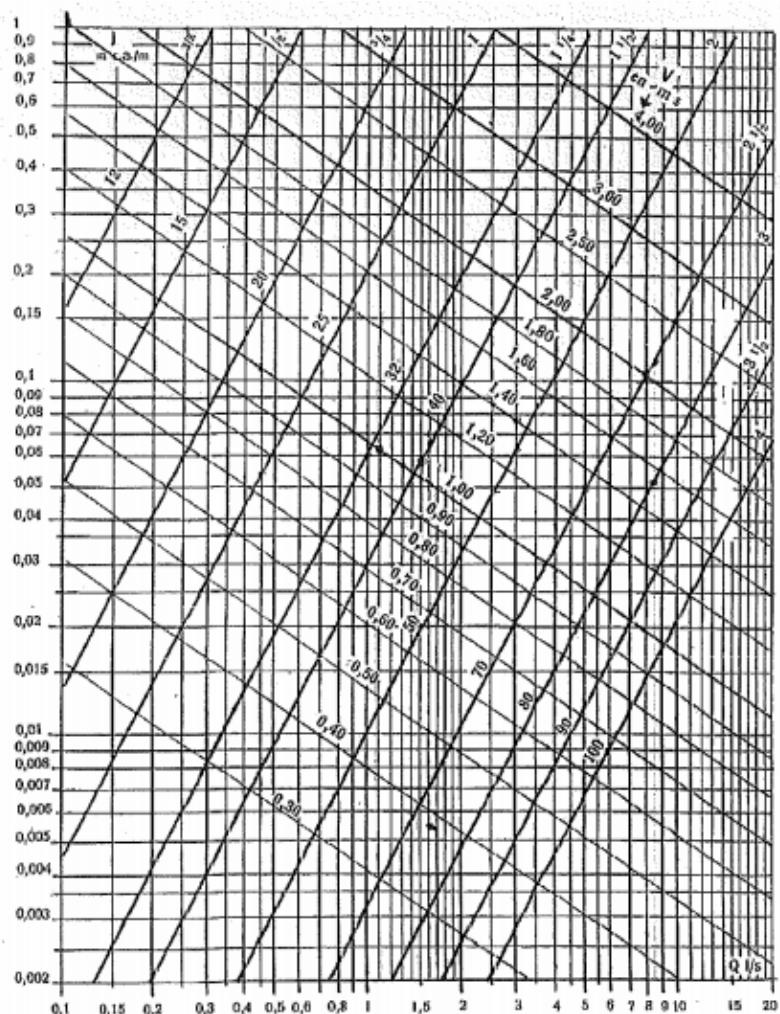
$$Q_{Real} = 0,3 \frac{l}{s} \cdot 0,68 = 0,204 \frac{l}{s}$$

$$\text{Tramo EF: } Q_{Teórico} = 0,1 \frac{l}{s} \cdot 4 + 0,15 \frac{l}{s} \cdot 2 = 0,7 \frac{l}{s}$$

$$Q_{Real} = 0,7 \frac{l}{s} \cdot 0,48 = 0,336 \frac{l}{s}$$

1.4.3. Dimensionamiento de los ramales, acometida y montante

Se usará la siguiente tabla para determinar el diámetro de los conductos, las pérdidas unitarias y la velocidad real.



Gráfica 2. Ábaco universal del agua fría

Se supondrá que la red general abastece con una presión de 40 m.c.a. Las pérdidas localizadas se considerarán el 30% de la producida sobre la longitud del tramo. La siguiente tabla muestra los cálculos de la presión en los distintos tramos. Para el montante se ha tomado como velocidad de referencia 1,5 m/s. Para las ramales y acometida se ha tomado como velocidad de referencia 2 m/s basándose en la siguiente tabla:

Velocidades máximas

V (m/s)	Tubería metálica	Tubería de Plástico
Acometida y tubo de alimentación	2	3,5
Montantes	1,5	2,5

Tabla 3. Velocidades máximas para cada tipo de tubería

Los tramos quedan definidos mediante el siguiente plano:

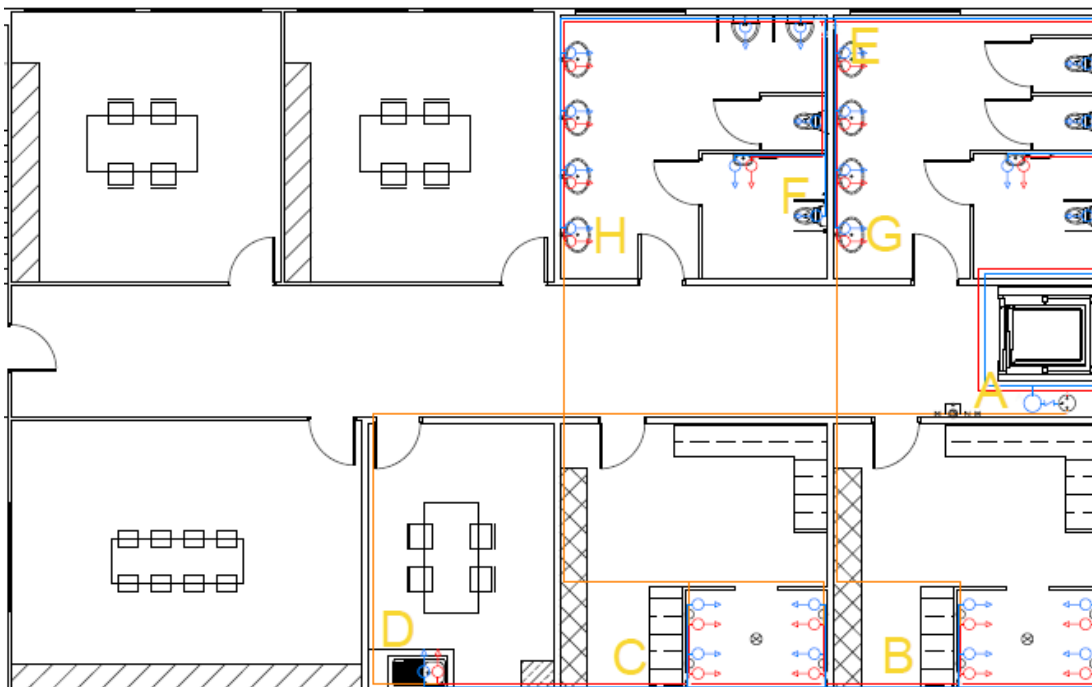


Ilustración 2. Tramos de la red de abastecimiento de agua potable

Los resultados de los diámetro, velocidades y presión se muestran en la siguiente tabla:

Tramo	Q	D	Velocidad	J unitarias	L	Leq de los accesorios	L+Leq	J totales	Pi	Pi-J	z	P residual
Nº	L/s	"	m/s	m.c.a/m	m	m	m	m.c.a	m.c.a	m.c.a	m.c.a	m.c.a
Acometida	0,88	1	1,45	0,17	27,5	8,25	35,75	6,07	40	33,93	0	33,93
Montante	0,88	1	1,45	0,17	6	1,8	7,8	1,326	33,93	32,6	-6	26,60
AB	0,74	¾	1,95	0,39	9,1	2,73	11,83	4,61	26,60	21,99	0	21,99
BC	0,57	¾	1,43	0,25	4,9	1,47	6,37	1,59	21,99	20,4	0	20,4
CD	0,30	½	1,42	0,32	4,8	1,44	6,24	1,99	20,4	18,41	0	18,41
AE	0,50	¾	1,27	0,2	14,6	4,38	18,98	3,79	26,60	22,81	0	22,81
EG	0,23	3/8	1,7	0,55	3,8	1,14	4,94	2,72	22,81	20,09	0	20,09
EF	0,34	½	1,55	0,38	3,8	1,14	4,94	1,87	22,81	20,94	0	30,94
EH	0,20	3/8	1,6	0,5	8,8	2,64	11,44	5,72	22,81	17,09	0	17,09

Tabla 4. Parámetro de cada tramo de la red de abastecimiento de agua fría

La presión máxima no debe superar los 500 kPa y la presión mínima debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes
- 150 kPa para fluxores y calentadores

Es decir, la presión no debe ser inferior a 10 m.c.a. ni mayor a 50 m.c.a. El punto con menos presión es H, con 17,09 m.c.a., por lo que cumple la normativa.

1.5. Instalación de agua caliente sanitaria (ACS)

1.5.1. Introducción

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría. Deben disponerse las tuberías y sus anclajes de manera que dilaten libremente según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción. Las tuberías de ACS estarán hechas de acero galvanizado sin soldadura.

1.5.2. Caudal consumido (ACS)

Para dimensionar las redes de ACS se seguirá el mismo proceso que con el agua fría. Serán los mismos que las tuberías de agua fría. A continuación, se realizará el cálculo del caudal total:

$$\text{Caudal lavabo: } 0,065 \frac{l}{s} \cdot 10 = 0,65 \frac{l}{s}$$

$$\text{Caudal ducha: } 0,1 \frac{l}{s} \cdot 8 = 0,8 \frac{l}{s}$$

$$\text{Caudal fregadero no doméstico : } 0,2 \frac{l}{s} \cdot 1 = 0,2 \frac{l}{s}$$

$$Q_T = 0,65 \frac{l}{s} + 0,8 \frac{l}{s} + 0,2 \frac{l}{s} = 1,65 \frac{l}{s}$$

$$N^{\circ} \text{aparatos} = 19 \rightarrow K_p = 0,28$$

$$Q_{Real} = Q_{Teórico} \cdot K_p$$

$$Q_{Real} = 1,65 \frac{l}{s} \cdot 0,28 = 0,462 \frac{l}{s}$$

1.5.3. Dimensionamiento de los ramales

A continuación, se muestran los resultados de presión, velocidad y diámetros. Se ha tomado como referencia 2 m/s. Los cálculos son similares a los de agua fría.

Tramo	Q	D	Velocidad	J unitarias	L	Leq de los accesorios	L+Leq	J totales	Pi	Pi-J	z	P residual
Nº	L/s	"	m/s	m.c.a/m	m	m	m	m.c.a	m.c.a	m.c.a	m.c.a	m.c.a
AB	0,38	½	1,7	0,45	9,1	2,73	11,83	5,32	26,60	21,28	0	21,28
BC	0,318	3/8	1,65	0,51	4,9	1,47	6,37	3,25	21,28	18,03	0	18,03
CD	0,2	3/8	1,6	0,52	4,8	1,44	6,24	3,24	18,03	14,79	0	14,79
AE	0,247	3/8	1,53	0,4	14,6	4,38	18,98	7,59	26,60	19,01	0	19,01
EG	0,143	3/8	1,2	0,35	3,8	1,14	4,94	1,73	19,01	17,28	0	17,28
EF	0,065	3/8	1,00	0,25	3,8	1,14	4,94	1,23	19,01	17,78	0	17,78
EH	0,143	3/8	1,2	0,35	8,8	2,64	11,44	4,00	19,01	15,01	0	15,01

Tabla 5. Parámetros de cada tramo de la red de abastecimiento de ACS

La menor presión, 14,79 m.c.a., se encuentra entre 10 y 50 m.c.a., por lo que cumple la normativa.

1.5.4. Cálculo del depósito auxiliar de alimentación

Para calcular su volumen se usará la siguiente fórmula:

$$V = Q \cdot t \cdot 60$$

siendo

V es el volumen del depósito [l]

Q es el caudal máximo simultáneo [dm³ /s]

t es el tiempo estimado (de 15 a 20) [min]

$$V = 0,462 \frac{l}{s} \cdot 20 \text{ min} \cdot 60 = 554,4 \text{ l}$$

1.6. Red de retorno

1.6.1. Características

La red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

a) un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión;

b) columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.

c) la red de retorno estará hecha de acero galvanizado sin soldadura.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión. Se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o “gemelas”, funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría.

1.6.2. Dimensionado de las redes de retorno de ACS

Se empleará la siguiente tabla del DBHS:

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS	
Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
½	140
¾	300
1	600
1 ¼	1.100
1 ½	1.800
2	3.300

Tabla 6. Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculando de ACS

$$0,406 \frac{l}{s} \cdot \frac{3600s}{1h} = 1461 \frac{l}{h}$$

Se redondea a la situación más inconveniente, $1800 \frac{l}{h}$, que corresponde a un diámetro nominal de 1 ½.

2. Saneamiento de aguas

2.1. Elementos de la red de evacuación

2.1.1. Cierres hidráulicos

Los cierres hidráulicos pueden ser:

- Sifones individuales
- Botes sifónicos
- Sumideros sifónicos
- Arquetas sifónicas

Los cierres hidráulicos tienen las siguientes características:

- Deben ser autolimpiables, de tal forma que el agua que los atraviese arrastre los sólidos en suspensión.
- Sus superficies interiores no deben retener materias sólidas;
- No deben tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento;
- Deben tener un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable;
- La altura mínima de cierre hidráulico debe ser 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos.
- La altura máxima debe ser 100 mm. La corona debe estar a una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño debe aumentar en el sentido del flujo;
- Debe instalarse lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente;
- No deben instalarse serie, por lo que cuando se instale bote sifónico para un grupo de aparatos sanitarios, estos no deben estar dotados de sifón individual;
- Si se dispone un único cierre hidráulico para servicio de varios aparatos, debe reducirse al máximo la distancia de estos al cierre;
- Un bote sifónico no debe dar servicio a aparatos sanitarios no dispuestos en el cuarto húmedo en dónde esté instalado;
- El desagüe de fregaderos, lavaderos y aparatos de bombeo (lavadoras y lavavajillas) debe hacerse con sifón individual.

2.1.2. Bajantes y canalones

Los canalones y las bajantes serán de PVC e irán suspendidos por debajo del forjado.

Las bajantes no deben tener desviaciones, salvo si hay obstáculos insalvables, y el diámetro debe ser uniforme. El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente. Podrá disponerse un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los del tramo situado aguas arriba.

2.1.3. Colectores enterrados

- El material de los colectores será PVC, tanto en la red de pluviales como en la de aguas residuales
- Deben disponerse en zanjas de tamaño adecuadas y en un plano inferior al de suministro de agua
- Deben tener una pendiente mínima del 2%
- La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica
- Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m

2.1.4. Elementos de conexión

En redes enterradas la unión entre las redes vertical y horizontal y en ésta, entre sus encuentros y derivaciones, debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. Sólo puede acometer un colector por cada cara de la arqueta, de tal forma que el ángulo formado por el colector y la salida sea mayor que 90º.

Deben tener las siguientes características:

- a) la arqueta a pie de bajante debe utilizarse para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada; no debe ser de tipo sifónico;
- b) en las arquetas de paso deben acometer como máximo tres colectores;
- c) las arquetas de registro deben disponer de tapa accesible y practicable;
- d) la arqueta de trasdós debe disponerse en caso de llegada al pozo general del edificio de más de un colector;
- e) el separador de grasas debe disponerse cuando se prevea que las aguas residuales del edificio puedan transportar una cantidad excesiva de grasa, (en locales tales como restaurantes, garajes, etc.), o de líquidos combustibles que podría dificultar el buen funcionamiento de los sistemas de depuración, o crear un riesgo en el sistema de bombeo y elevación.

Puede utilizarse como arqueta sifónica. Debe estar provista de una abertura de ventilación, próxima al lado de descarga, y de una tapa de registro totalmente accesible para las preceptivas limpiezas periódicas. Puede tener más de un tabique separador. Si algún aparato descargara de forma directa en el separador, debe estar provisto del correspondiente cierre hidráulico. Debe disponerse preferiblemente al final de la red horizontal, previo al pozo de resalto y a la acometida.

Salvo en casos justificados, al separador de grasas sólo deben verter las aguas afectadas de forma directa por los mencionados residuos. (grasas, aceites, etc.)

Al final de la instalación y antes de la acometida debe disponerse el pozo general del edificio.

Cuando la diferencia entre la cota del extremo final de la instalación y la del punto de acometida sea mayor que 1 m, debe disponerse un pozo de resalto como elemento de conexión de la red interior de evacuación y de la red exterior de alcantarillado o los sistemas de depuración.

Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

2.1.5. Válvula antirretorno de seguridad

Sirven para prevenir las posibles inundaciones cuando la red exterior de alcantarillado se sobrecargue y dispuestas en lugares de fácil acceso para su registro y mantenimiento.

Criterios de trazado de la red de evacuación

- Debe ser lo más sencillo posible, evitando cambios bruscos.
- La distancia al bote sifónico no será superior a 2 m.
- Las derivaciones hacia el bote sifónico serán de una distancia igual o menor a 2,50 m, y una pendiente entre 4 y 5%.
- Los aparatos dotados de sifón individual deben tener las características siguientes:
 - en los fregaderos, los lavaderos, los lavabos y los bidés la distancia a la bajante debe ser 4,00 m como máximo, con pendientes comprendidas entre un 2,5 y un 5 %
 - en las bañeras y las duchas la pendiente debe ser menor o igual que el 10 %
 - el desagüe de los inodoros a las bajantes debe realizarse directamente o por medio de un manguetón de acometida de longitud igual o menor que 1,00 m, siempre que no sea posible dar al tubo la pendiente necesaria.
- Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos
- No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a una tubería común
- Las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor que 45º
- Deben evitarse los desagües bombeados

2.2. Dimensionamiento de la red sanitaria de aguas residuales

2.2.1. Dimensionamiento de los diámetros de los aparatos sanitarios

Mediante la siguiente tabla se dimensionarán los diámetros de los distintos aparatos sanitarios.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	-
	Suspendido	-	2	-
	En batería	-	3,5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0,5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Tabla 7. UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Se considerará que el uso es privado.

Lavabo:

Unidades de desagüe: 1

Diámetro mínimo de sifón y derivación individual: 32 mm

Ducha:

Unidades de desagüe: 2

Diámetro mínimo de sifón y derivación individual: 40 mm

Inodoro con cisterna:

Unidades de desagüe: 4

Diámetro mínimo de sifón y derivación individual: 100 mm

Urinario pedestal:

Unidades de desagüe: 4

Diámetro mínimo de sifón y derivación individual: 50 mm

Fregadero de cocina:

Unidades de desagüe: 3

Diámetro mínimo de sifón y derivación individual: 40 mm

2.2.2. Dimensionamiento de los diámetros de los ramales colectores

Según la pendiente y el número de unidades se obtiene el diámetro del ramal mediante la siguiente tabla:

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 8. Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajantes

Los resultados se muestran en el Plano 25 del Documento de planos. Los diámetros obtenidos están dimensionados para una pendiente de 2%.

2.2.3. Dimensionamiento de los diámetros de las bajantes de aguas residuales

Las bajantes se calculan según el número de unidades y el número de plantas mediante la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 9. Diámetro de las bajantes según el número de alturas de edificios y el número de UD

Seleccionando el bloque “Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:” y la columna “Hasta 3 plantas”, la bajante número 1 consta de 21 UD, por lo que su diámetro será 75 mm. La bajante número 2

consta de 17 UD, por lo que el diámetro será 75 mm. La bajante número 3 consta de 19 UD, por lo que el diámetro será 75 mm.

2.2.4. Dimensionamiento de los diámetros de los colectores horizontales de aguas residuales

Se dimensionan mediante la siguiente tabla:

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

	Máximo número de UD			Diámetro (mm)
	1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50	
-	24	29	63	
-	38	57	75	
96	130	160	90	
264	321	382	110	
390	480	580	125	
880	1.056	1.300	160	
1.600	1.920	2.300	200	
2.900	3.500	4.200	250	
5.710	6.920	8.290	315	
8.300	10.000	12.000	350	

Tabla 10. Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Para el colector correspondiente a la bajante 1, consta de 21 UD y el DBHS-5 exige una pendiente mínima del 2%, el diámetro sería 63 mm, pero el diámetro del colector no puede ser menor al de la bajante, por lo que será 75 mm. Siguiendo el mismo razonamiento para la arqueta correspondiente a la bajante 2 y 3, a estos le corresponderían un diámetro de 50 mm, así que el diámetro final será 75 mm para ambos.

2.2.5. Dimensionamiento de arquetas correspondientes a aguas residuales

Para ello, se empleará la siguiente tabla:

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90	

Tabla 11. Dimensiones de las arquetas

Las 3 arquetas a pie de bajante de aguas residuales serán de 40 x 40 cm² ya que el diámetro de sus correspondientes colectores es menor a 100 mm.

2.2.6. Ventilación primaria

La tubería será de PVC. Debe tener el mismo diámetro que el de la bajante, aunque se conecte con la ventilación secundaria. Entonces, el diámetro será de 90 mm para la bajante 1 y 75 mm para la bajante 2.

Se prolongará 1,3 m por encima de la cubierta.

$$i = 155 \frac{mm}{h}$$

$$f = \frac{i}{100} = \frac{155}{100} = 1,55 \frac{mm}{h}$$

2.3.2. Dimensionamiento de los diámetros de los canalones

Los canalones se dimensionarán mediante la siguiente tabla:

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 12. Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Se dimensionará un canalón a cada lado del faldón. En cada lado del faldón se instalarán 4 bajantes, por lo que la superficie que abarca cada tramo de canalón es 312,5 m².

La anterior tabla está diseñada para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h. Se aplicará el factor de corrección f=1,55.

$$312,5 m^2 \cdot 1,55 = 484,375 m^2$$

Para una pendiente del 4%, el diámetro nominal del canalón será 200 mm.

2.3.3. Dimensionamiento de los diámetros de las bajantes

Las bajantes se dimensionarán según la siguiente tabla.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 13. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

La superficie que abarca cada bajante es 312,5 m². Aplicando el factor de corrección f la superficie será 484,375 m² por lo que su diámetro nominal será 110 mm. El diámetro de la bajante no será menor a la del canalón, por lo que el diámetro final será 200 mm.

2.3.4. Dimensionamiento de los diámetros de los colectores de aguas pluviales

Los colectores serán metálicos. Los colectores de aguas pluviales se dimensionarán según la siguiente tabla:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 14. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Colector del sumidero 1: El área que abarca es 1257 m², que aplicando el factor de corrección de 1,55 finalmente es en 1949,28 m². Dimensionando para una pendiente de 4% el diámetro nominal será 200 mm.

Colector del sumidero 2: El área que abarca es 2013,44 m², que aplicando el factor de corrección de 1,55 finalmente es en 3120,88 m². Dimensionando para una pendiente de 4% el diámetro nominal será 250 mm.

El esquema de los colectores pluviales es el siguiente:

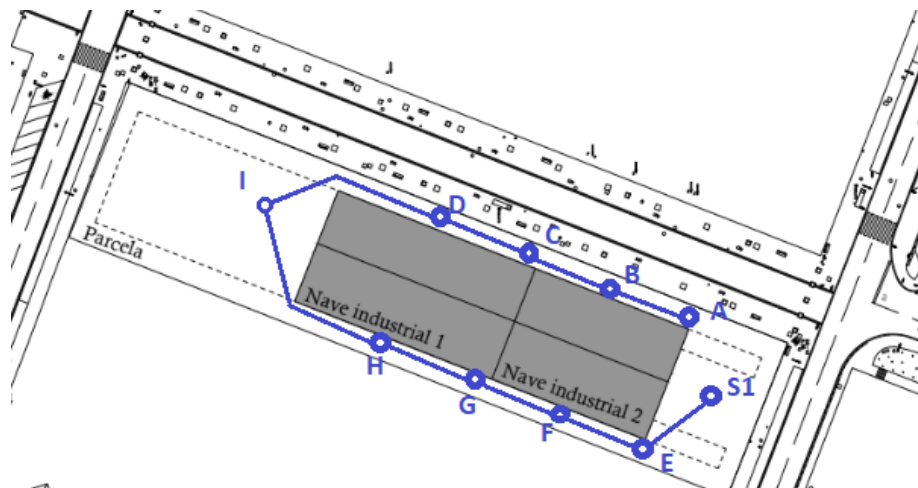


Ilustración 4. Colectores pluviales

Tramo AB:

$$A = 484,375 \text{ m}^2$$

$$\text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 110 mm → 200 mm (No debe ser menor al diámetro de la bajante)

Tramo BC:

$$A = 968,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 160 mm → 200 mm

Tramo CD:

$$A = 1453,125 \text{ m}^2$$

$$\text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 200 mm

Tramo DI:

$$A = 1937,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 200 mm

Tramo EF:

$$A = 2433,655 \text{ m}^2 \quad \text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 250 mm

Tramo FG:

$$A = 2918,03 \text{ m}^2 \quad \text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 250 mm

Tramo GH:

$$A = 3402,405 \text{ m}^2 \quad \text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 250 mm

Tramo HI:

$$A = 3886,78 \text{ m}^2 \quad \text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 315 mm

Tramo I-Red general

$$A = 7289 \text{ m}^2 \quad \text{Pendiente} = 4\%$$

Diámetro nominal del colector = 315 mm

2.3.5. Dimensionamiento de las arquetas

La arqueta se dimensionará según la siguiente tabla:

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 15. Dimensiones de las arquetas

El material de las arquetas será de ladrillo debido a su gran resistencia.

Se instalará una arqueta en cada punto de unión entre la bajante y el colector horizontal.

Las arquetas en A, B, C y D tienen un diámetro del colector de salida de 200 mm, por lo que sus dimensiones serán 60 x 60 cm².

Las arquetas en E, F y G tienen un diámetro del colector de salida de 250 mm, por lo que sus dimensiones serán 60 x 70 cm².

La arqueta en H tiene un diámetro del colector de salida de 315 mm, por lo que sus dimensiones serán 70 x 80 cm².

Se instalará una arqueta que enlace los colectores horizontales de ambos faldones (arqueta 1) y otra arqueta que enlace los colectores de los sumideros (arqueta 2). El diámetro del colector de salida tanto de la arqueta 1 como de la 2 será de 315 mm, por lo que las dimensiones de ambas arquetas serán de 80 x 80.

3. Iluminación interior

3.1. Iluminación nave industrial

3.1.1. Sistemas de iluminación

Existen tres sistemas de iluminación en función del porcentaje de altura que las luminarias estén elevadas:

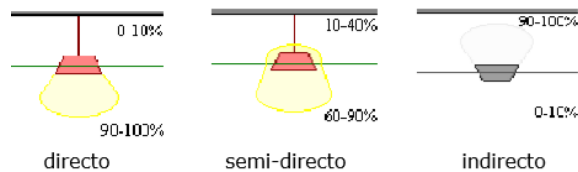


Ilustración 5. Tipos de iluminación en función de la altura relativa

Se dispondrá de un sistema directo ya que proporciona una iluminación elevada, es económico y el rendimiento es bueno.

3.1.2. Características de la luminaria

3.1.2.1. Características generales

El modelo de luminaria seleccionado es GentleSpace gen2, un LED de la marca Philips que está diseñado para abarcar grandes alturas en el interior. Puede usarse hasta a 60°C y aguanta hasta 100.000 horas de vida útil (L80). Su flujo lumínico inicial es 17000 lm.

Plano de dimensiones:

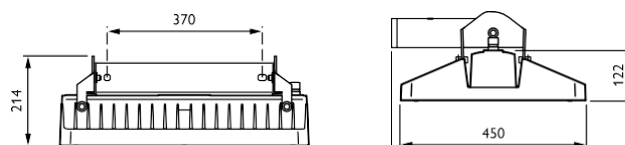
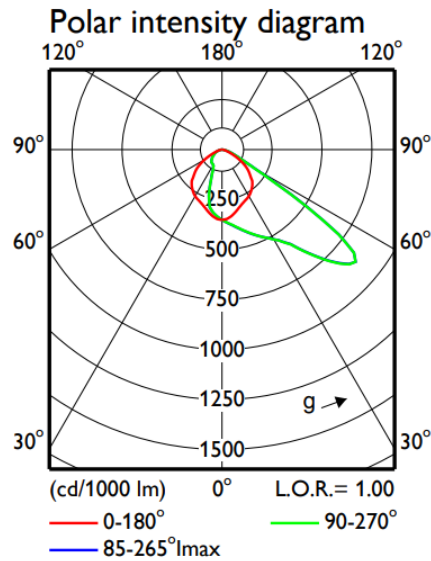


Ilustración 6. Mediciones de la luminaria

Diagrama polar:



Gráfica 3. Diagrama polar

3.1.2.2. Determinación del número de luminarias

Para determinar el número de luminarias, se empleará la siguiente expresión:

$$\varphi = \frac{E \cdot s}{\eta \cdot f_m}$$

Donde

E es la iluminancia deseada, en lx. Según la UNE 12464.1 Norma europea sobre la iluminación para interiores, la iluminancia necesaria para los almacenes son 100 lx, y 200 lx si está ocupado en continuo. Se dimensionará para 200 lx.

s es la superficie por cada luminaria, en m^2

η es el factor de utilización, adimensional

f_m es el factor de mantenimiento, adimensional

Para determinar el factor de utilización se empleará la siguiente tabla:

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)																	
		Factor de reflexión del techo																	
		0.8			0.7			0.5			0.3			0					
		Factor de reflexión de las paredes																	
		0.5			0.3			0.1			0.3			0.1			0		
	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30						
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37						
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41						
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45						
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48						
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52						
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54						
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56						
	$D_{max} = 1.0 H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58					
	$f_m .70 .75 .80$	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59					

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

Tabla 16. Obtención del factor de utilización

El factor de reflexión del techo y las paredes se determina con la siguiente tabla:

	Color	Factor reflexión
Techo ρ_t	Blanco / Muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes ρ_p	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1

Tabla 17. Obtención del factor de reflexión

Se tomará tanto para el techo como para las paredes un color medio, por lo que el factor de reflexión para ambos será de 0,3.

El índice del local k se determina con la siguiente expresión:

Para la nave industrial 1:

$$k = \frac{L \cdot A}{d(L + A)}$$

$$k = \frac{45 \cdot 25}{5,4(45 + 25)} = 2,97$$

Finalmente, se realizará una interpolación entre $k = 25$ y $k = 3$. El factor de utilización será 0,594.

Para la nave industrial 2:

$$k = \frac{L \cdot A}{d(L + A)}$$

$$k = \frac{35 \cdot 25}{8,1(35 + 25)} = 1,8$$

Finalmente, se realizará una interpolación entre $k = 1,5$ y $k = 2$. El factor de utilización será 0,55.

En cuanto al factor de mantenimiento, según la ficha técnica de la luminaria, esta tiene una vida útil de 100.000 h y un mantenimiento del flujo luminoso L80, por lo que el factor de mantenimiento será 0,8. Resolviendo la ecuación:

Para la nave industrial 1:

$$\varphi_T = \frac{200 \cdot 1125}{0,594 \cdot 0,8} = 473484,84 \text{ lm}$$

Para la nave industrial 2:

$$\varphi_T = \frac{200 \cdot 875}{0,55 \cdot 0,8} = 397727,27 \text{ lm}$$

Para calcular el número de luminarias se dividirá la iluminancia requerida entre la aportada por una luminaria:

Para la nave industrial 1:

$$N^{\circ} \text{ luminarias} = \frac{\varphi_T}{\varphi} = \frac{473484,84 \text{ lm}}{25000 \text{ lm}} = 18,9 \rightarrow 20 \text{ luminarias}$$

Para la nave industrial 2:

$$N^{\circ} \text{ luminarias} = \frac{\varphi_T}{\varphi} = \frac{397727,27 \text{ lm}}{25000 \text{ lm}} = 15,9 \rightarrow 16 \text{ luminarias}$$

Disposición de las luminarias:

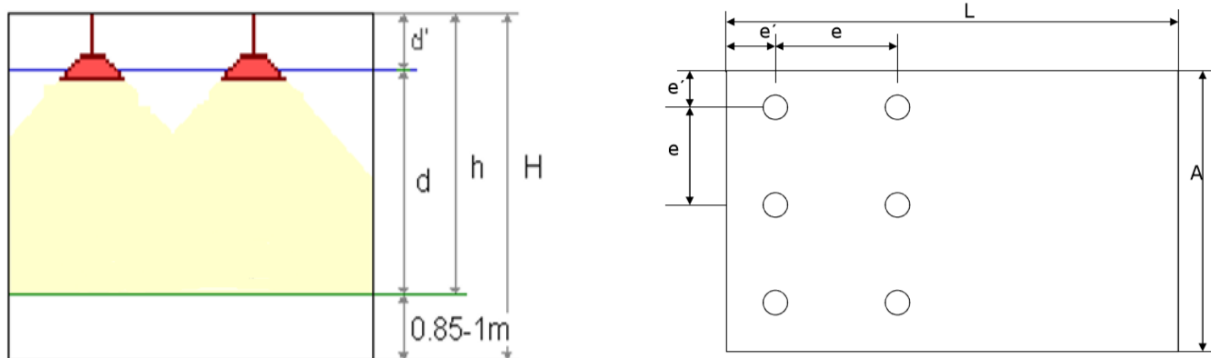


Ilustración 7. Esquema de la distribución de luminarias

Para la iluminación directa, las alturas y distribuciones son las siguientes:

$$d_{\text{mínima}} = \frac{2h}{3} \quad d_{\text{recomendada}} = \frac{4h}{5}$$

$$e_{\text{máxima}} \leq 1,2d \quad e' = \frac{e}{3}$$

Se distribuirán de manera uniforme en cada nave dejando un margen de distancia en las luminarias adyacentes a la fachada que cumplan la siguiente relación: $e' = \frac{e}{3}$.

Finalmente, la disposición queda de la siguiente manera:

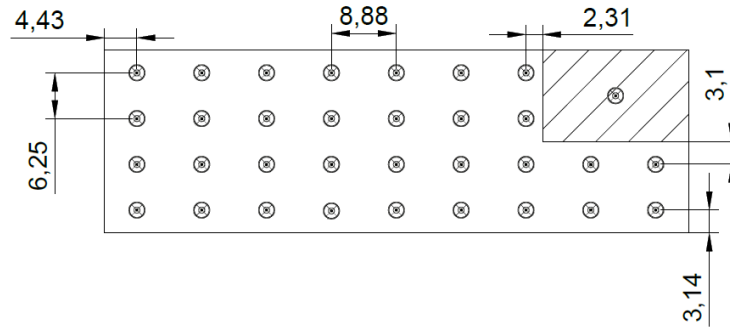


Ilustración 8. Distribución real de luminarias en la nave industrial

Cabe mencionar que en la nave industrial 2 se ha dimensionado el número de luminarias ignorando el forjado, por lo que se ha realizado un reajuste tal y como se muestra en la anterior figura. En la parte inferior del forjado se situará una luminaria del mismo modelo de manera céntrica.

3.2. Iluminación oficinas

3.2.1. Introducción

Para la iluminación interior de las oficinas, se ha utilizado el programa DIALux 4.13.

El procedimiento es el siguiente:

Primero, se ha importado el plano de las oficinas en formato dwg. A continuación, se han definido las paredes y se ha importado una luminaria. El programa ha dimensionado el número de luminarias por cada habitáculo. Finalmente, el programa ha calculado la iluminancia media, máxima, mínima, uniformidad y las isólineas.

3.2.2. Dimensionamiento de las luminarias

Basándose en la UNE EN12464, la iluminancia mínima en la cocina, oficinas y la oficina principal es de 500 lx, y para los pasillos, baños y duchas 200 lx. La uniformidad (E_{min}/E_{max}) en cada habitáculo debe ser mayor al 40%, según el DB SU Sección 4.

A continuación, se muestra una tabla con los valores obtenidos:

Plano útil	$E_m(lx)$	$E_{min}(lx)$	$E_{max}(lx)$	E_{min}/E_{max}
Oficina 1	581	358	755	0,615
Oficina 2	581	358	755	0,615
Oficina principal	511	301	658	0,589
Cocina	586	372	749	0,634
Baño masculino	390	224	513	0,575
Baño femenino	458	236	668	0,515
Ducha masculina	245	148	313	0,602
Ducha femenina	245	148	313	0,602

Tabla 18. Valores de iluminación obtenidos en cada zona de las oficinas

Como se puede observar, todos los elementos cumplen los requisitos.

3.2.3. Características de la luminaria seleccionada

Se trata de la luminaria DIAL 7 Twinlights. El diagrama polar y una imagen de la luminaria se muestran a continuación:

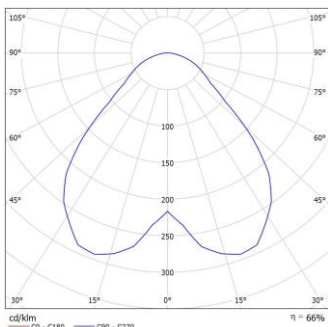


Tabla 20. Diagrama polar



Tabla 19. Luminaria DIAL 7 Twinlights

3.2.4. Plano de las isóneas

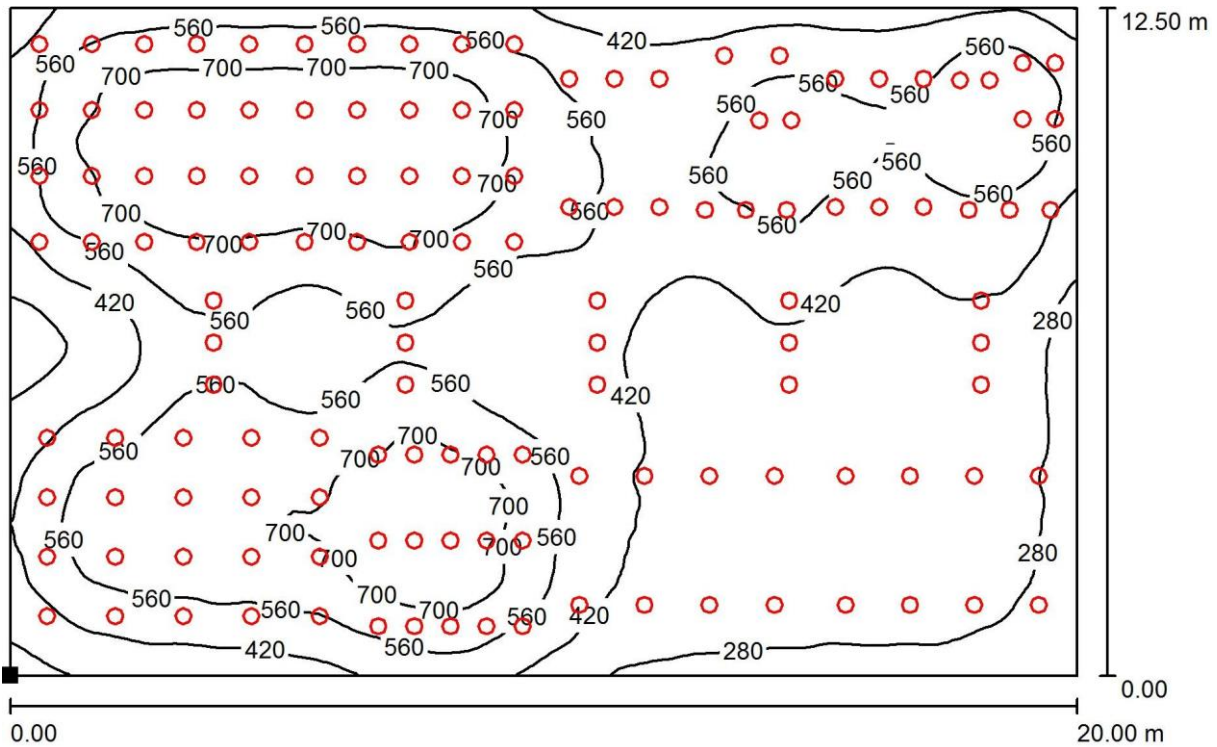


Ilustración 9. Isóneas



Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	Emin / Em	Emin / Emax
514	152	810	0.295	0,187

4. Instalación eléctrica

4.1. Empresa suministradora

La empresa suministradora es IBERDROLA S.A. Esta empresa suministra a 400/230 V y 50 Hz. El centro de transformación se sitúa a 112 m de la parcela.



Ilustración 10. Situación del centro de transformación

4.2. Elementos de la red de baja tensión

4.2.1. Acometida

Es la conexión entre la red suministradora y el consumidor, en este caso, la nave industrial. Se dimensionará de acuerdo a la norma ITC-BT 07.

La acometida será un conductor de cobre con un aislamiento de polietileno reticulado. La temperatura máxima será de 70°C. Tendrán una tensión asignada de 0,6/1 kV.

Se construirá en un terreno a 0,70 m de profundidad, de resistividad térmica media de 1 K.m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad, de 25°C.

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m. La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada al edificio, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

4.2.2. Caja de protección y medida

Se dimensionarán de acuerdo a la norma ITC-BT-13.

El emplazamiento de la caja de protección y medida se efectuará de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.1. de la misma norma. Se instalará preferentemente sobre la fachada exterior del edificio. Las cajas generales de protección cumplirán todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNE-EN 60.439 -1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

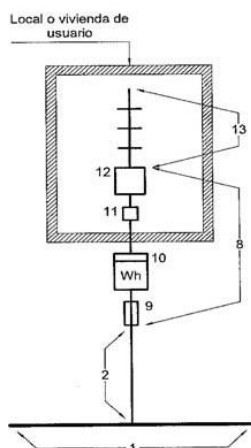
Al haber un solo usuario, los contadores y fusibles se situarán en en la caja de protección y medida, y el esquema es el que se muestra a continuación.

En su interior se situarán fusibles, que se dimensionarán con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{12250}{230 \cdot 0,85} = 62,6 A$$

Si la I es mayor a 16 A, la intensidad de funcionamiento se multiplicará por 1,60.

$$I_f = 62,6 \cdot 1,60 = 100,1 \rightarrow 100$$



Esquema 2.1. Para un solo usuario

Leyenda

1	Red de distribución	8	Derivación individual
2	Acometida	9	Fusible de seguridad
3	Caja general de protección	10	Contador
4	Línea general de alimentación	11	Caja para interruptor de control de potencia
5	Interruptor general de maniobra	12	Dispositivos generales de mando y protección
6	Caja de derivación	13	Instalación interior
7	Emplazamiento de contadores		

Ilustración 11. Esquema de la red eléctrica.

4.2.3. Cuadro de distribución

Es un gabinete metálico que contiene interruptores manuales y elementos de control. Éste protege el circuito mediante protecciones magnetotérmicas y diferenciales. Se sitúa después del contador y antes de llegar al interruptor general automático. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección según UNE 20.324 y según UNE-EN 50.102. La envolvente será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar.

Del cuadro de distribución saldrán las líneas que alimentan los aparatos receptores.

4.2.4. Interruptores

Elemento diseñado para abrir y cerrar un circuito. Hay varios tipos:

- Interruptor general: Interruptor que se sitúa en la acometida, después del equipo de medición, y el resto de la instalación. Se utiliza como modo de desconexión o protección del sistema.
- Interruptor derivado: Interruptor que conecta y desconecta distintas secciones dentro de la instalación.
- Interruptor termo magnético: Interruptor que protege y desconecta el circuito cuando hay sobrecargas.

4.2.5. Magnetotérmico

El magnetotérmico o Pequeño interruptor automático (PIA) es un dispositivo capaz de parar la corriente eléctrica cuando se produce una sobreintensidad. Se situará uno en la Caja General antes del diferencial y al comienzo de cada línea. Para dimensionarlos hay que tener en cuenta la intensidad máxima a la que trabaja cada línea y la intensidad máxima que soporta cada línea (dichos valores se determinarán más adelante en el apartado Cálculos de este mismo Anejo). El amperaje debe encontrarse entre ambos valores. El amperaje de los magnetotérmicos se muestra a continuación, tomando como amperaje mínimo el calculado posteriormente en el apartado "Cálculo de la tensión máxima admisible":

PIA General: 100 A

PIA Línea 1: 20 A

PIA Línea 2: 20 A

PIA Línea 3: 10 A

PIA Línea 4: 30 A

PIA Línea 5: 20 A

PIA Línea 6: 20 A

4.2.6. Interruptor diferencial

Basándose en la norma ITC-BT-021 para el dimensionamiento, se empleará la siguiente fórmula:

$$R \leq \frac{50}{I_s}$$

Siendo:

R la resistencia de las masas

I_s el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar

$$R \leq \frac{50}{0,3} = 166,66 \Omega$$

$$R \leq \frac{50}{0,03} = 1666,66 \Omega$$

Sabiendo que la resistencia máxima es 20 Ω , es suficiente con un diferencial de 300 mA.

El amperaje del interruptor diferencial será de 40 A.

4.2.7. Conductores

Los conductores deberán ser de los siguientes colores (ITC-BT-19):

- Azul para el neutro
- Negro, gris o marrón para la fase
- Amarillo-verde para la tierra

4.2.8. Puesta a tierra

4.2.8.1. Dimensionamiento de las picas

Se dimensionará según la norma ITC-BT-18. Es la conexión del circuito a la tierra. Se emplean como un mecanismo de seguridad. La puesta a tierra consta de un elemento que está en contacto directo con la tierra, como picas, mallas o electrodos. Suelen estar enterradas para canalizar la electricidad hacia la tierra. Estos elementos se conectan con la línea de enlace que, a su vez, se conecta con los conductores de protección. Los conductores de protección unen el circuito principal con la línea de enlace.

Cualquier masa no puede dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

De cualquier manera, se supondrá que la resistencia no podrá exceder de 20 ohmios

Para un suelo de arenas, se supondrá una resistividad de 500 Ωm . La longitud de las picas será de 2 m. El área de la nave es de 2000 m² por lo que el perímetro del cableado horizontal será de 210 m.

Para calcular el número de picas:

Primero, se calculará la resistencia de una pica:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = \frac{500 \Omega m}{2 m} = 250 \Omega$$

A continuación, se calculará la resistencia del cable:

$$R_{cable} = \frac{2\rho}{L} = \frac{500 \Omega m}{210 m} = 2,38 \Omega$$

Finalmente, sabiendo que se busca una resistencia de 20 Ω , el número de picas se calculará de la siguiente manera:

$$R_T = 20 = \frac{1}{\frac{1}{R_{cable}} + N \frac{1}{R_{pica}}}$$

$N = 9,375$ picas = 10 picas

4.2.8.2. Conductores de tierra

El conductor de tierra es el cable que va desde la toma de tierra hasta el borne principal de tierra. Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

La profundidad a la que están enterrados debe ser tal que la resistencia del suelo no varíe debido a pérdida de humedad o cambios climáticos. La profundidad será 0,50 m.

Los materiales utilizados no verán reducida su resistencia mecánica debido a la corrosión.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios no serán utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Para determinar la sección, se empleará la siguiente tabla:

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 21. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

Se escogerá una sección de 16 mm² de cobre.

4.2.8.3. Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Se escogerán de 4 mm² sin protección mecánica.

4.3. Dimensionamiento de la sección de los conductores

4.3.1. Cálculo de la potencia total

Para determinar la sección de los conductores, primero hay que calcular la potencia consumida.

Se supondrán conductores de cobre con una tensión de utilización de 450/750V, con un recubrimiento de polietileno reticulado. Dichos ramales contendrán una fase, un neutro y el cable de tierra.

Para las luminarias de las oficinas se tomarán como factor de corrección 1,00, tal y como se menciona en su ficha técnica. Para las luminarias que iluminan la nave también se tomará 1,00 como factor de corrección. El coeficiente de simultaneidad se considerará de 1,00.

Para los enchufes, se tomará una potencia de 500 W y un coeficiente de simultaneidad de 0,50. Habrá un total de 14 enchufes: 1 en cada oficina, 2 en la oficina mayor, 1 en cada cuarto de ducha, 2 en la cocina y 6 distribuidos a lo largo de la nave.

	Nº	Potencia (W)	Factor de simultaneidad	Potencia total
Luminarias oficinas	121	28	1	3388
Luminarias nave	33	96	1	3168
Enchufes	14	500	0,50	3500
Ascensor	1	2200	-	2200

Tabla 22. Potencias obtenidas

Potencia total: 12,25 kW

La potencia obtenida es menor a 13,86 kW, por lo que es suficiente con una instalación monofásica.

4.3.2. Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión en los ramales o alimentador no debe ser superado en un 3%, y la suma de ambos no debe exceder el 5% para un buen rendimiento. Para un único usuario, el esquema es el siguiente:

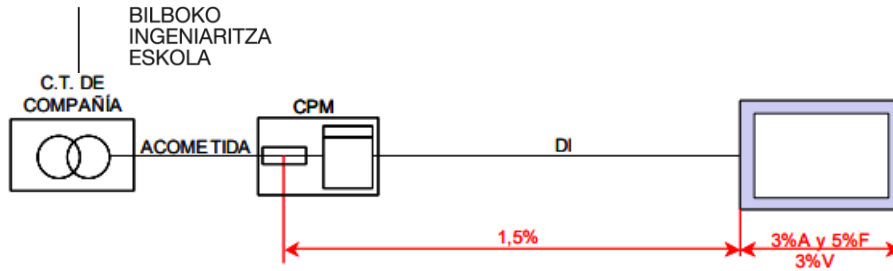


Ilustración 12. Esquema de la caída de tensión para un único usuario

Para dimensionar la sección de los conductores en función de la caída de tensión se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot V \cdot S}$$

Donde P es la potencia, L es la longitud, γ la conductividad del cobre, V la tensión y S la sección.

En cuanto a la acometida, desde el centro de transformación hasta la Caja General de Protección:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot 12250 \cdot 226,7}{53 \cdot 230 \cdot 10} = 45,56 \text{ V} \rightarrow 19,80\%$$

Se aumentará la sección:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot 12250 \cdot 226,7}{53 \cdot 230 \cdot 50} = 9,11 \text{ V} \rightarrow 3,96\%$$

El porcentaje es menor al 3%, por lo que es lo correcto.

En cuanto a la derivación individual,

$$230 \cdot 1,5\% = \frac{2 \cdot 12250 \cdot 40}{53 \cdot 230 \cdot S} \rightarrow S > 23,30 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 25 \text{ mm}^2$$

En cuanto a las diferentes líneas, L se considerará la longitud desde la caja general hasta el punto de consumo más lejano y P la potencia total que abarque cada línea.

LÍNEA 1

$$230 \cdot 3\% = \frac{2 \cdot (10 \cdot 96 + 500 \cdot 2) \cdot 44,9}{53 \cdot 230 \cdot S} \rightarrow S > 2,09 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 2,5 \text{ mm}^2$$

LÍNEA 2

$$6,9 = \frac{2 \cdot (10 \cdot 96 + 500 \cdot 2) \cdot 59,08}{53 \cdot 230 \cdot S} \rightarrow S > 2,75 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 4 \text{ mm}^2$$

LÍNEA 3

$$6,9 = \frac{2 \cdot (8 \cdot 96 + 500 \cdot 1) \cdot 44,9}{53 \cdot 230 \cdot S} \rightarrow S > 1,35 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$$

LÍNEA 4

$$6,9 = \frac{2 \cdot (15 \cdot 96 + 500 \cdot 1 + 2200 \cdot 1) \cdot 52,75}{53 \cdot 230 \cdot S} \rightarrow S > 5,19 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 6 \text{ mm}^2$$

$$6.9 = \frac{2 \cdot (77 \cdot 28 + 500 \cdot 2) \cdot 62,98}{53 \cdot 230 \cdot S} \rightarrow S > 4,72 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 6 \text{ mm}^2$$

LÍNEA 6

$$6.9 = \frac{2 \cdot (34 \cdot 28 + 500 \cdot 5) \cdot 75,3}{53 \cdot 230 \cdot S} \rightarrow S > 6,18 \text{ mm}^2 \rightarrow S = 10 \text{ mm}^2$$

4.3.3. Cálculo de la tensión máxima admisible

Se comprobarán dichas secciones en función de la intensidad consumida. Para ello, se aplicará la siguiente expresión:

$$P = V \cdot I \cdot \cos\alpha$$

Donde $\cos\alpha$ es el factor de potencia. Se considerará 0,85 para luminarias fluorescentes. Para un circuito monofásico, la tensión será 230 V. Para el cálculo de la sección según el criterio de la intensidad máxima admisible se empleará la siguiente tabla del ITC-BT-19:









A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes	3x	2x	3x	2x							
			PVC	PVC	XLPE o EPR	XLPE o EPR							
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁵⁾					3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁶⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾								3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR	
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
	150				236	260	278	310	338	363	404	525	
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

Tabla 23. Dimensionamiento del diámetro según número de fases y tipología del cableado

Sabiendo que la naturaleza del montaje será de tipo B, el circuito será monofásico (2) y el recubrimiento será de polietileno reticulado (XLPE) se realizarán los siguientes cálculos:

DERIVACIÓN INDIVIDUAL

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{12250}{230 \cdot 0.85} = 62,65 \text{ A}$$

$$I_{admisible} = 116 \text{ A} > 62,65 \text{ A} \quad \text{CUMPLE}$$

LÍNEA 1

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{(10 \cdot 96 + 500 \cdot 2)}{230 \cdot 0.85} = 10,02 \text{ A}$$

$$I_{admisible} = 29 \text{ A} > 10,02 \text{ A} \quad \text{CUMPLE}$$

LÍNEA 2

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{(10 \cdot 96 + 500 \cdot 2)}{230 \cdot 0.85} = 10,02 \text{ A}$$

$$I_{admisible} = 38 \text{ A} > 10,02 \text{ A} \quad \text{CUMPLE}$$

LÍNEA 3

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{(8 \cdot 96 + 500 \cdot 1)}{230 \cdot 0.85} = 6,48 \text{ A}$$

$$I_{admisible} = 21 \text{ A} > 6,48 \text{ A} \quad \text{CUMPLE}$$

LÍNEA 4

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{(15 \cdot 96 + 500 \cdot 1 + 2200 \cdot 1)}{230 \cdot 0.85} = 21,17 \text{ A}$$

$$I_{admisible} = 49 \text{ A} > 21,17 \text{ A} \quad \text{CUMPLE}$$

LÍNEA 5

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{(77 \cdot 28 + 500 \cdot 2)}{230 \cdot 0.85} = 16,14 \text{ A}$$

$$I_{admisible} = 49 \text{ A} > 16,14 \text{ A} \quad \text{CUMPLE}$$

LÍNEA 6

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{(34 \cdot 28 + 500 \cdot 5)}{230 \cdot 0.85} = 17,65 \text{ A}$$

$$I_{admisible} = 68 \text{ A} > 17,65 \text{ A} \quad \text{CUMPLE}$$

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO IX – PLAN DE OBRA

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

Contenido

1. Introducción	1
2. Movimiento de tierras.....	1
3. Cimentación	1
4. Red subterránea eléctrica	2
5. Red subterránea de saneamiento.....	2
6. Red subterránea de abastecimiento.....	2
7. Estructura metálica	2
8. Pavimento	3
9. Fachada (Panel Sandwich).....	4
10. Cubierta (Panel Sandwich)	4
11. Forjado	5
12. Red vertical de saneamiento.....	5
13. Ejecución de la instalación de abastecimiento de agua fría y ACS.....	5
14. Instalación eléctrica.....	5
15. Tabiquería	5
16. Protección contra incendios.....	6
17. Carpintería interior.....	6
18. Revestimientos.....	6
19. Diagrama de Gantt	6
20. Bibliografía	7

1. Introducción

El objetivo de este anejo es determinar las actividades que han de realizarse para la edificación completa de la nave industrial. Se determinará también el número de operarios necesarios y el tiempo que conlleva cada actividad. Finalmente, se realizará un diagrama de Gantt con el objetivo de englobar todas las actividades, la relación entre éstas y el tiempo empleado.

2. Movimiento de tierras

La excavación es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto por medios mecánicos con excavadoras cuyo objetivo es establecer el plano donde se asentarán las zapatas y demás instalaciones. La nave se edificará sobre una parcela nivelada de un polígono industrial. El primer paso es realizar desbrozar y limpiar el terreno mediante un bulldozer. Una vez que el terreno esté limpio y libre, se realizará el replanteo. A continuación, se realizará mediante una retroexcavadora con cuchara las zanjas necesarias para ejecutar más adelante las zapatas y el tendido subterráneo eléctrico, de saneamiento y abastecimiento. Una vez alcanzado el plano deseado, se nivela y se comprueba que la resistencia del terreno es el necesario para garantizar la estabilidad.

En resumen, los pasos son los siguientes:

- Desbroce y limpieza
- Replanteo
- Excavación de las zanjas de cimentación
- Excavación de zanjas de saneamiento
- Excavación arquetas de saneamiento
- Excavación de zanjas de abastecimiento

3. Cimentación

Una vez que se han excavado las zanjas, se limpiará el fondo de manera que se obtenga una superficie totalmente limpia y horizontal. A continuación, se colocará el encofrado lateral si es necesario. Se verterá hormigón de limpieza para nivelar el fondo de manera que la cota de dicho hormigón coincida con la cota inferior de la zapata. Se colocan las ferrallas y, antes de hormigonar, se replanteará la cota del hormigón y se limpiará la suciedad y los restos de charcos de agua de la superficie. Se hormigonará con grúa con cubilote mediante vertido directo a una altura igual o menor a 1,5 m. Se tomarán las precauciones necesarias para que no se mueva el encofrado en este proceso. A continuación, se compactará el hormigón mediante vibradores de aguja. Se compactará en tongadas no mayores a 60 cm, y la aguja penetrará entre 10 y 15 cm.

Si se produjera alguna junta no prevista, ésta se realizará de acuerdo a la dirección de mayor tensión. Si el hormigonado se para durante 4/6 horas, las juntas se limpiarán mediante un chorro de aire o agua.

El curado se efectúa mediante riego de agua o con líquido especial de curado durante 4 días seguidos en condiciones normales o 7 días si las temperaturas son bajas. Se realizará tras la compactación en toda la superficie expuesta para evitar fisuras por la retracción debido a una pérdida de humedad.

En resumen, los pasos son los siguientes:

- Limpieza de fondo
- Encofrado lateral
- Hormigón de limpieza
- Colocación de ferrallas
- Replanteo de la cota del hormigón
- Vertido de hormigón
- Compactación
- Ejecución de juntas
- Curado del hormigón

4. Red subterránea eléctrica

Las tomas de tierra se realizarán al mismo tiempo que las cimentaciones. Se ejecutará el anillo que cubrirá el perímetro de la nave y las correspondientes conducciones subterráneas y picas. Por otro lado, se instalará la acometida subterránea.

5. Red subterránea de saneamiento

Primero, se realizará la acometida al colector principal y habrá que tener preparado los huecos en los muros. Se realizará un replanteo donde se marquen las arquetas y las alineaciones. En cuanto a la ejecución de las arquetas se verificará que esté enfoscada y si es sifónica que tenga el correspondiente tape parcial. Se comprobará la nivelación de los soportes para evitar contrapendientes o cambios de pendiente. Las derivaciones se realizarán mediante piezas especiales, y no mediante soplete.

En resumen, los pasos son los siguientes:

- Acometida
- Replanteo
- Derivaciones

6. Red subterránea de abastecimiento

Una vez realizada la zanja correspondiente al abastecimiento se procederá a la instalación de la acometida que unirá la red principal con la nave industrial, realizando previamente un replanteo para su correcta ejecución.

7. Estructura metálica

Para la ejecución de la estructura propiamente dicha, la tarea se divide en dos partes, la fabricación en taller y el montaje. En cuanto a la fabricación en taller, el primer paso es el plantillaje, que consiste eliminar en cada producto los defectos de laminación, suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que se pondrán en contacto con otro producto en las uniones de la estructura y eliminar las impurezas superficiales. A continuación, se realizará el marcado de ejecución donde se preparan las marcas para realizar cortes y perforaciones. Las perforaciones se realizarán con sierra, cizalla, disco o máquina de oxicorte, no se permite el arco eléctrico. Es recomendable fresar los bordes perpendiculares al eje para un perfecto contacto. Los agujeros se perforan con taladro, estando el punzón en un estado perfecto. A continuación, se procederá al montaje. Sobre los cimientos se colocarán los pilares, a continuación, las vigas y los demás elementos. El siguiente paso es indicó en el proyecto.

De manera resumida, los pasos son los siguientes:

- Fabricación en taller
- Ejecución en obra

8. Pavimento

El pavimento que se ejecutará, tal y como se menciona en su correspondiente anejo, se compone de una capa de suelo estabilizado y 20 cm de hormigón de firme.

La ejecución del suelo estabilizado incluye:

- Estudio de la mezcla:
El Director de Obra deberá aprobar la correspondiente fórmula de trabajo y estudio de laboratorio que informe sobre la dosis mínima de conglomerante, el contenido de humedad, la compacidad a obtener, la resistencia a compresión simple y el plazo de trabajabilidad.
- Preparación de la superficie:
Se comprobará que la superficie tenga la densidad exigida y las rasantes necesarias.
- Disgregación del suelo:
El suelo deberá disgregarse en toda la superficie y a una profundidad necesaria para alcanzar el espesor de estabilización deseado, una vez compactado.
- Humectación o desecación del suelo:
La humedad debe ser tal que se obtenga el grado de disgregación requerido. En caso de ser necesaria la incorporación de agua para alcanzar el valor de humedad necesario, se tendrá en cuenta las evaporaciones o precipitaciones.
- Distribución de la cal o del cemento:
La cal o cemento se distribuirá uniformemente mediante equipos mecánicos en forma de lechada y directamente en el mezclador.
- Ejecución de la mezcla:
Inmediatamente después de la distribución mencionada previamente se procederá a la mezcla del suelo. Se buscará la homogeneidad de la mezcla, que se puede comprobar en la uniformidad del color y en la ausencia de grumos.
- Compactación:
Se compactará en una sola tongada y se continuará hasta alcanzar la densidad requerida.
- Curado:
Se aplicará un riego de curado.

La ejecución del hormigón de firme incluye:

- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo:
El Director de Obra deberá aprobar la correspondiente fórmula de trabajo y estudio de laboratorio que informe sobre la identificación de cada árido y su fracción sobre el total, la granulometría por distintos tamices, la dosificación de cemento, agua y demás aditivos, la resistencia a flexotracción a 7 y 28 días y la consistencia del hormigón fresco y su contenido en aire.
- Preparación de la superficie de asiento:
Se tomarán las medidas necesarias para obtener la regularidad del terreno necesaria y subsanar las posibles deficiencias.
- Fabricación del hormigón:

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas de áridos. El cemento se suministrará y acopiará una cantidad mayor a la necesaria. El acopio de los aditivos se protegerá de la intemperie y de la contaminación. El amasado se realizará mediante maquinaria capaz de homogeneizar los componentes por completo.

- Transporte del hormigón:
El transporte del hormigón desde la central de fabricación hasta la puesta en obra se realizará tan rápidamente como sea posible.
- Colocación de los elementos de las juntas:
Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada. Se colocarán en el tercio central del espesor de la losa.
- Puesta en obra del hormigón:
Se realizará con pavimentadoras de encofrados deslizantes que asegure una compactación, acabado y rasante adecuado.
- Ejecución de las juntas longitudinales:
Se serrará en un plazo entre 24h y 72h una vez finalizada la obra. Si hay un descenso de temperatura, se serrará antes de 24h. En la junta longitudinal se aplicará un producto que evite la adherencia del hormigón nuevo al antiguo.
- Ejecución de las juntas transversales:
El hormigón endurecido se serrará de manera que el borde sea limpio y no haya ninguna grieta previa debido a la retracción. El serrado se realizará en un plazo de 24h una vez finalizada la obra. Las juntas transversales se harán coincidir en la medida de lo posible con las de contracción o dilatación.
- Curado del hormigón fresco.
El hormigón se curará con un producto filmógeno.
- Sellado de las juntas.
Terminado el curado del hormigón, se limpiará mediante un cepillo giratorio de púas metálicas el fondo y bordes de la ranura. Posteriormente se colocará el material de sellado.

9. Fachada (Panel Sandwich)

El primer paso es alinear las correas de la fachada. A continuación, se coloca la chapa metálica atornillándola a las correas y a las chapas adyacentes.

Se ejecutará la carpintería exterior, que supone la realización de las puertas principales y las puertas dos puertas laterales.

Se resolverán los puntos singulares como las aristas, los bordes y los encuentros con ventanas.

10. Cubierta (Panel Sandwich)

Se comprobará previamente la estabilidad de la estructura y se limpiará la suciedad que pueda haber. Se realizará el replanteo para marcar puntos críticos como cumbreras, canalones, limatesa...

Se realizará el montaje de abajo a arriba y de cara opuesta a la dirección del viento dominante. Se ejecutará el reglaje y la sujeción taladrando el panel de manera que se una con el ala de las correas. A continuación, se situarán las grapas de sujeción y los tornillos autorroscantes. Posteriormente, se resolverán los detalles constructivos mencionados en el anterior párrafo.

11. Forjado

Como tarea previa, se realizará un replanteo para acotar los límites del forjado. Una parte importante del replanteo es colocar el encofrado completamente nivelado. Este encofrado puede ser de tablonos.

Se colocarán los puntales para garantizar estabilidad durante el proceso. Entre las viguetas se colocarán las bovedillas cerámicas de manera que haya un correcto encaje y asegurar que las bovedillas inferiores eviten la entrada del hormigón durante el proceso de hormigonado.

Para la ejecución de la armadura, se fijarán los zunchos de remate y se anclarán las viguetas. Posteriormente se coloca el mallazo.

Previo al hormigonado debe regarse toda la superficie a hormigonar para evitar la deshidratación del hormigón. Se vertirá el hormigón a la vez que el proceso de vibrado se hace de manera permanente y directa. Cada varios metros se colocarán reglas que servirán de punto de referencia para el nivel del hormigonado.

Finalmente se realiza el desencofrado.

12. Red vertical de saneamiento

Se realizará del siguiente modo:

Se dispondrán de abrazaderas, que irán aplomadas, y servirán de fijación para el montaje de las bajantes. Se unirán los tramos entre sí logrando una perfecta estanquidad. Las juntas estarán separadas según la normativa.

13. Ejecución de la instalación de abastecimiento de agua fría y ACS

Esta tarea se realizará cuando los tabiques de las oficinas estén ejecutados, pero sin el revestimiento final. Los suelos y el falso techo no estarán ejecutados todavía.

El primer paso es realizar un replanteo marcando el recorrido de las tuberías y demás elementos. Posteriormente se realizarán las rozas y se colocarán los soportes donde esté el techo. A continuación, se colocan los pasamuros y se fijan las tuberías y válvulas. Antes de recubrir la tubería hay que realizar una prueba de estanqueidad.

14. Instalación eléctrica

Se instalará el Cuadro de Protección y Medida sobre la superficie de la fachada, en el lateral de la entrada de la nave. En la instalación de la Caja General de protección, se marcará cada interruptor para identificar a qué línea corresponden, para así facilitar posibles reparaciones futuras. Para la instalación de los conductores se hará un replanteo previo donde se indicará el recorrido de estos.

15. Tabiquería

Entre los cuartos húmedos y demás cuartos se ejecutará una cítara de ladrillo doble.

Entre los cuartos secos y pasillos se ejecutará un panderete, es decir, un tabique de fábrica compuesto de ladrillos de hueco sencillo.

En el proceso de replanteo se ejecutarán los precercos.

En cuanto al proceso de ejecución, lo primero será la humectación de los ladrillos mientras se van realizando hiladas. Se repasarán las juntas verticales cada dos hiladas. Finalmente, se realizará un acabado de yeso.

16. Protección contra incendios

Únicamente hay que observar que la colocación de extintores corresponda a lo que el proyecto exija.

17. Carpintería interior

En cuanto a las puertas, se comprobará que los huecos de la tabiquería son los adecuados. A continuación, se colocará el premarco, y sobre él se nivelará y atornillará el correspondiente marco. Posteriormente se colocarán las bisagras en los marcos y hojas. Se colocará el tapajuntas para tapar la unión entre el premarco y el paramento. Finalmente, se realizará el mecanismo de cierre.

En cuanto a las ventanas, se comprobará que las dimensiones del hueco son correctas. A continuación, se anclará el marco sobre el premarco. Se colocarán las bisagras entre la hoja y el marco y el tapajuntas correspondiente.

18. Revestimientos

En cuanto a los revestimientos, sobre las oficinas se instalará un falso techo suspendido continuo, formado por una placa.

En cuanto a los cuartos húmedos, se aplicará un acabado de azulejos lisos.

En las oficinas y pasillos se aplicarán placas de yeso laminado ya que son económicas, seguras y su ejecución es rápida.

La solera del forjado estará hecha de baldosas cerámicas.

19. Diagrama de Gantt

Al final de este documento se adjuntará el Diagrama de Gantt de la obra, que incluirá el tiempo de ejecución de cada tarea y la relación entre ellas. Para las tareas se requerirá un operario, salvo para la ejecución de los cerramientos (4 operarios), ejecución de la estructura (8 operarios), tabiquería (2 operarios), ejecución de las instalaciones (4 operarios) y revestimientos (4 operarios). El tiempo de ejecución será de 105 días, sin contar días no laborables.

20. Bibliografía

Movimiento de tierras. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción.

Disponible en: [https://www.construmatica.com/construpedia/Movimiento de Tierras](https://www.construmatica.com/construpedia/Movimiento_de_Tierras)

Cimentación. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones por Zapatas](https://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones_por_Zapatas)

Red de saneamiento. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción.

Disponible en: [https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaciones de Saneamiento](https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaciones_de_Saneamiento)

Pavimento. Carreteros, web de ingeniería. Disponible en:

http://www.carreteros.org/normativa/pg3/articulos/5/v/a_550e.htm

http://www.carreteros.org/normativa/pg3/articulos/5/ii/a_512c.htm

Fachada. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Cerramientos de Chapa en Edificios Industriales](https://www.construmatica.com/construpedia/Cerramientos_de_Chapa_en_Edificios_Industriales)

Cubierta. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Montaje de Cubiertas de Chapa](https://www.construmatica.com/construpedia/Montaje_de_Cubiertas_de_Chapa)

Forjado. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Construcci%C3%B3n de Forjados Unidireccionales](https://www.construmatica.com/construpedia/Construcci%C3%B3n_de_Forjados_Unidireccionales)

Instalación de protección contra incendios. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n de Instalaciones contra Incendios](https://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n_de_Instalaciones_contra_Incendios)

Instalación de abastecimiento. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción. Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaci%C3%B3n de Tuber%C3%ADas de Agua](https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaci%C3%B3n_de_Tuber%C3%ADas_de_Agua)

Instalación eléctrica. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción.

Disponible en: [https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaciones El%C3%A9ctricas](https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaciones_El%C3%A9ctricas)

Carpintería puertas. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción.

Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Carpinter%C3%ADa de Madera Interior](https://www.construmatica.com/construpedia/Carpinter%C3%ADa_de_Madera_Interior)

Carpintería ventanas. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción.

Disponible en:

[https://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n de Carpinter%C3%ADa Exterior de Aluminio](https://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n_de_Carpinter%C3%ADa_Exterior_de_Aluminio)

Ejecución de tabiques. Construmática, portal de arquitectura, ingeniería y construcción.

Disponible en:

eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

https://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n_de_Tabiquer%C3%ADa_Tradicional_de_Ladrillo



Proyecto: Proyecto1 Fecha: lun 12/11/18	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL PARA ALMACENAR MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)

ANEXO X – GESTIÓN DE RESIDUOS

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabalaz



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



Contenido

1. Normativa y legislación aplicable.....	1
1.1. Artículo 5.....	1
1.2. Artículo 6.....	2
1.3. Artículo 7.....	3
1.4. Artículo 11.....	3
1.5. Artículo 12.....	4
2. Destino de los residuos.....	4
3. Categorías de RCD.....	4
4. Estimación de los residuos generados.....	5
5. Clasificación de los residuos.....	7
6. Esquema almacén de residuos.....	8
7. Valoración económica.....	8
8. Bibliografía.....	9



Índice de tablas

Tabla 1. Estimación de residuos generados	5
Tabla 2. Estimación de residuos generados	6
Tabla 3. Residuos obtenidos	7

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Trayectoria desde la parcela hasta Volbas S.A.	4
Ilustración 2. Situación del almacenamiento de residuos	8

1. Normativa y legislación aplicable

Se consultarán los siguientes documentos:

- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- DECRETO 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

En el RD 105/2008 se exponen las obligaciones del productor, poseedor y gestor de residuos de construcción y demolición. También se mencionan las actividades de recogida, transporte, almacenamiento y eliminación (mediante depósito en vertedero) de los residuos de construcción y demolición.

1.1. Artículo 5.

Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición.

1. Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el artículo 4.1. y en este artículo. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

2. El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

3. La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino. Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

4. El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

5. Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 80 t.

Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.

Metal: 2 t.

Madera: 1 t.

Vidrio: 1 t.

Plástico: 0,5 t.

Papel y cartón: 0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

6. El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

7. El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

1.2. Artículo 6

Régimen de control de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1. Las comunidades autónomas y las entidades locales colaborarán y se prestarán la asistencia mutua que pudieran precisar para el cumplimiento de las funciones que, respectivamente, les atribuye la legislación sobre residuos, en particular en relación con la autorización, vigilancia, inspección y sanción de la producción, posesión y gestión de residuos de construcción y demolición.

2. La legislación de las comunidades autónomas podrá exigir la constitución de una fianza u otra garantía financiera equivalente, vinculada al otorgamiento de la licencia municipal de obras al productor de residuos de construcción y demolición, en cuantía suficiente para garantizar el cumplimiento de las obligaciones que le impone este real decreto.

3. En aquellas obras cuyo proyecto, de acuerdo con el artículo 4, incluya un estudio de gestión de residuos de la obra, el cálculo de la cuantía de la fianza o garantía financiera equivalente establecida en el apartado anterior, se basará en el presupuesto de dicho estudio. No obstante, si se considera que el presupuesto ha sido elaborado de modo infundado a la baja, se podrá elevar motivadamente dicha fianza.

1.3. Artículo 7.

Obligaciones generales del gestor de residuos de construcción y demolición. Además de las recogidas en la legislación sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

- a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
- b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a). La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
- d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

1.4. Artículo 11.

Actividades de eliminación de residuos de construcción y demolición mediante depósito en vertedero.

1. Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo. Esta disposición no se aplicará a los residuos inertes cuyo tratamiento sea técnicamente inviable ni a los residuos de construcción y demolición cuyo tratamiento no contribuya a los objetivos establecidos en el artículo 1 ni a reducir los peligros para la salud humana o el medio ambiente.
2. La legislación de las comunidades autónomas podrá eximir de la aplicación del apartado anterior a los vertederos de residuos no peligrosos o inertes de construcción o demolición en poblaciones aisladas que cumplan con la definición que para este concepto recoge el artículo 2

del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, siempre que el vertedero se destine a la eliminación de residuos generados únicamente en esa población aislada.

1.5. Artículo 12.

Actividades de recogida, transporte y almacenamiento de residuos de construcción y demolición. Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo al órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma correspondiente, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades

2. Destino de los residuos

El destino de los residuos generado será la empresa Volbas, S.A. Esta empresa está situada en el alto de Enekuri (Erandio) a una distancia de 8,1 km y un tiempo medio de 11 minutos, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

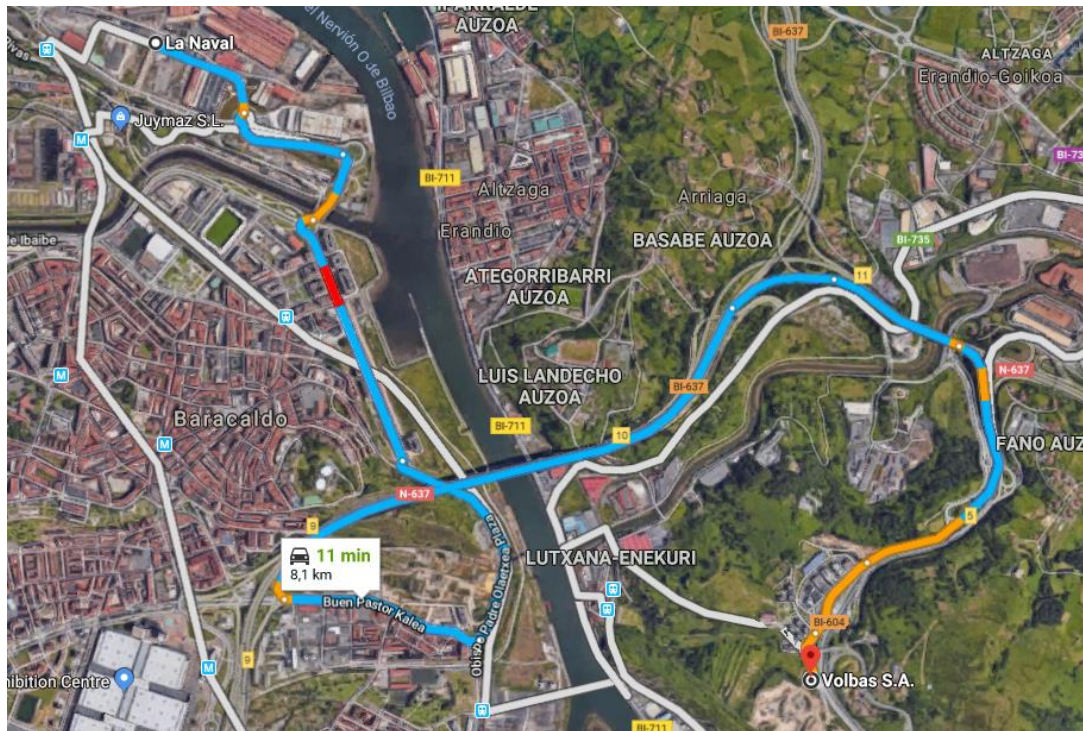


Ilustración 1. Trayectoria desde la parcela hasta Volbas S.A.

3. Categorías de RCD

Se identifican dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

RCDs de Nivel I

- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II

- residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

4. Estimación de los residuos generados

Para estimar la cantidad de residuos generados se emplearán las siguientes tablas.

El ratio global de generación se establece en 0,0841 t/m² construido.

LER	Descripción	%
170101	Hormigón	33,10
170103	Cerámicos	30,00
170802	Materiales de construcción a base de yeso	2,00
170601*	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	
170605	Materiales de construcción que contienen amianto	
170201	Madera	9,50
170202	Vidrio	0,25
170203	Plásticos	2,75
170204*	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	
170301*	Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla > 10%	
170302	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla < 10%	1,50
170303*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
170401	Cobre-Bronce-Latón	
170402	Aluminio	
170403	Plomo	
170404	Zinc	
170405	Hierro y acero	
170406	Estaño	
170407	Metales mezclados	8,00
170411	Cableado eléctrico	
170504	Tierras y rocas no contaminadas	5,10
170107	Mezclas de hormigón y materiales cerámicos	
170604	Materiales de aislamiento no peligrosos	
170904	Otros residuos de construcción y demolición	2,50
030308	Papel-Cartón	2,00
150101	Envases de papel-cartón (sin pictograma)	
150102	Envases de plástico (sin pictograma)	
150103	Envases de madera (sin pictograma)	
150104	Envases metálicos (sin pictograma)	
150105	Envases compuestos	
150106	Envases Mixtos	
040222	Textil	
200301	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en los edificios a demoler	1,00
200307	Mesas	
200307	Sillas	
200307	Armarios	

Tabla 1. Estimación de residuos generados



LER	Descripción	%
200307	Mamparas	
160213*	Equipos eléctricos y electrónicos con sustancias peligrosas (tubos fluorescentes, etc.)	
160214	Equipos eléctricos y electrónicos sin sustancias peligrosas	
150104	Envases metálicos (sin pictograma)	
160506*	Residuos de laboratorio que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	
130205*	Aceites usados	
160209*	Transformadores y condensadores que contienen PCB	
160211*	Equipos desechados que contienen clorofluorocarburos, HCFC, HFC	
160601*	Baterías de plomo	
160602*	Acumuladores de Ni-Cd	
140602*	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados	
140603*	Otros disolventes y mezclas de disolventes no halogenados	
120109*	Taladrina	
120114*	Virutas de mecanizado contaminadas	
150110*	Envases vacíos de sustancias peligrosas	
150202*	Absorbentes contaminados (trapos, sepiolita, etc.)	
080111*	Residuos de pintura y barniz (con pictograma)	
080119*	Agua contaminada en cabina de pintura	
160107*	Filtros de aceite	
160113*	Líquido de frenos	
160114*	Anticongelantes que contienen sustancias peligrosas	
080113*	Lodos de pintura	
130502*	Lodos aceitosos	
020108*	Insecticidas y pesticidas	
170409*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
170410*	Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	
170503*	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	
170505*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
170601*	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	
170603*	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	
170801*	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados	
170903*	Otros residuos peligrosos	2,30
180109*	Medicamentos	
080202	Lodos que contienen materiales cerámicos	
080111*	Residuos de pintura y barniz (con pictograma)	
080112	Residuos de pintura y barniz (sin pictograma)	
080409*	Residuos de adhesivos y sellantes (con pictograma)	
080410	Residuos de adhesivos y sellantes (sin pictograma)	
TOTAL		100,00

Tabla 2. Estimación de residuos generados



LER	Material	%	Superficie (m2)	Ratio (t/m2)	Densidad (m3/t)	Residuos generados (m3)	Residuos generados (t)
170101	Hormigón	33,10	2250	0,0841	0,6	37,58	62,63
170103	Cerámicos	30	2250	0,0841	1	56,76	56,76
170802	Materiales de construcción a base de yeso	2	2250	0,0841	1,71	6,46	3,78
170201	Madera	9,5	2250	0,0841	2,75	46,83	17,03
170202	Vidrio	0,25	2250	0,0841	0,67	0,28	0,47
170203	Plásticos	2,75	2250	0,0841	1,2	6,24	5,20
170302	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla < 10%	1,50	2250	0,0841	1,15	3,25	2,83
170407	Metales mezclados	8,00	2250	0,0841	1	15,13	15,13
170504	Tierras y rocas no contaminadas	5,10	2250	0,0841	1,2	11,58	9,65
170904	Otros residuos de construcción y demolición	2,50	2250	0,0841	1,2	5,67	4,73
030308	Papel-Cartón	2,00	2250	0,0841	1,7	6,43	3,78
200301	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en los edificios a demoler	1,00	2250	0,0841	1,7	3,21	1,89
170903	Otros residuos peligrosos	2,3	2250	0,0841	3	13,05	4,35
	TOTAL	100				212,47	188,23

Tabla 3. Residuos obtenidos

5. Clasificación de los residuos

Se clasificarán de la siguiente manera:

- Tierras y petros de excavación: En esta clasificación entran las tierras y piedras.

Residuos de naturaleza no pétreo: Yeso, madera, vidrio, plásticos, mezclas bituminosas, metales, Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas en los edificios a demoler

- Residuos de naturaleza pétreo: Cerámicos, hormigón, tierras y rocas no contaminadas, Otros residuos de construcción y demolición.
- Residuos peligrosos

6. Esquema almacén de residuos

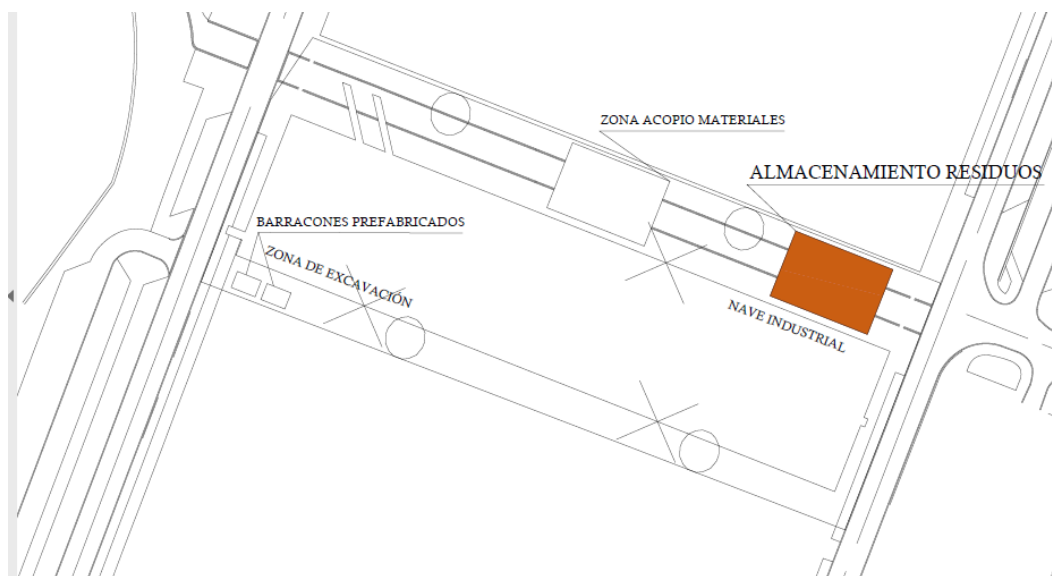


Ilustración 2. Situación del almacenamiento de residuos

7. Valoración económica

El presupuesto que supone la gestión y transporte de residuos rondará los 23.375,75 euros. Dicho valor se justifica debido a las siguientes actividades:

- Clasificación de residuos
- Trituración a pie de obra de residuos no pétreos
- Machaqueo a pie de obra de residuos pétreos
- Transporte y entrega de residuos inertes
- Almacenamiento, transporte y entrega de residuos peligrosos

En el Documento referente a los presupuestos se concretará más este apartado.



8. Bibliografía

REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

DECRETO 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE
INDUSTRIAL PARA ALMACENAR
MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN
SESTAO BAI (SESTAO, BIZKAIA)***

ANEXO XI – CONTROL DE CALIDAD

Alumno: Bellido, Pérez, Unai

Director: Etxebarria, Ramirez, Paulo

Curso: 2018-2019

Fecha: 05/11/2018

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO



Contenido

1.	Objetivo y contenido del control de calidad	1
2.	Condiciones en la ejecución de las obras y condiciones del edificio	1
3.	Documentación y seguimiento de la obra	3
3.1.	Documentación obligatoria del seguimiento de la obra.....	3
3.2.	Documentación del control de la obra.....	4
3.3.	Certificado final de obra.....	4
4.	Medidas y procedimientos para la obtención de los materiales con calidad.....	5
4.1.	Introducción	5
4.2.	Marca CE	5
4.3.	Métodos de conformidad	6
4.4.	Métodos de conformidad productos que no llevan la marca CE.....	6
5.	Control de calidad en la ejecución: Prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra.	7
5.1.	Movimientos de tierra.....	7
5.2.	Cimentación	7
5.3.	Estructura metálica	8
5.4.	Pavimento	8
5.5.	Cerramientos.....	9
5.6.	Forjado	9
5.7.	Instalación eléctrica.....	10
5.8.	Instalación de fontanería	10
5.9.	Instalación de saneamiento	10
5.10.	Tabiquería.....	11
5.11.	Instalación de protección frente a incendios.....	11
6.	Presupuesto	12
7.	Bibliografía	16



Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Marca CE.....	5
------------------------------	---

1. Objetivo y contenido del control de calidad

El control de calidad de las obras incluye:

- El control de recepción de productos
- El control de la ejecución
- El control de la obra terminada

2. Condiciones en la ejecución de las obras y condiciones del edificio

El Anejo de Control de Calidad ha de cumplir las exigencias documentales del Anejo I de la Parte I del CTE. Los artículos que aluden al control de calidad y a sus 3 anteriores puntos son el Artículo 7 y el 8.

Artículo 7. Condiciones en la ejecución de las obras

7.1. Generalidades

1. Las obras de construcción del edificio se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

2. Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra.

En el Anejo II se detalla, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la obra.

3. Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

4. Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- a) control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras de acuerdo con el artículo 7.2;
- b) control de ejecución de la obra de acuerdo con el artículo 7.3; y
- c) control de la obra terminada de acuerdo con el artículo 7.4.

7.2. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

1. El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- a) el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1;
- b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2; y
- c) el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

7.2.1. Control de la documentación de los suministros



Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- d) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- e) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- f) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

7.2.2. Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

1. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y
- b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

2. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

7.2.3. Control de recepción mediante ensayos

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

7.3. Control de ejecución de la obra

1. Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de gestión de calidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

2. Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

3. En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5.

7.4. Control de la obra terminada

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

Artículo 8. Condiciones del edificio

8.1. Documentación de la obra ejecutada

1. El contenido del Libro del Edificio establecido en la LOE y por las Administraciones Públicas competentes, se completará con lo que se establezca, en su caso, en los DB para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.
2. Se incluirá en el Libro del Edificio la documentación indicada en el artículo 7.2 de los productos equipos y sistemas que se incorporen a la obra.
3. Contendrá, asimismo, las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio terminado de conformidad con lo establecido en este CTE y demás normativa aplicable, incluyendo un plan de mantenimiento del edificio con la planificación de las operaciones programadas para el mantenimiento del edificio y de sus instalaciones.

8.2. Uso y conservación del edificio

1. El edificio y sus instalaciones se utilizarán adecuadamente de conformidad con las instrucciones de uso, absteniéndose de hacer un uso incompatible con el previsto. Los propietarios y los usuarios pondrán en conocimiento de los responsables del mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal del edificio.
2. El edificio debe conservarse en buen estado mediante un adecuado mantenimiento. Esto supondrá la realización de las siguientes acciones:
 - a) llevar a cabo el plan de mantenimiento del edificio, encargando a técnico competente las operaciones programadas para el mantenimiento del mismo y de sus instalaciones;
 - b) realizar las inspecciones reglamentariamente establecidas y conservar su correspondiente documentación; y
 - c) documentar a lo largo de la vida útil del edificio todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación realizadas sobre el mismo, consignándolas en el Libro del Edificio.

3. Documentación y seguimiento de la obra

En este anejo se detalla, con carácter indicativo y sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra, tanto la exigida reglamentariamente, como la documentación del control realizado a lo largo de la obra.

3.1. Documentación obligatoria del seguimiento de la obra

1. Las obras de edificación dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:
 - a) el Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo;

- b) el Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre;
 - c) el proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra;
 - d) la licencia de obras, la apertura del centro de trabajo y, en su caso, otras autorizaciones administrativas; y
 - e) el certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda
2. En el Libro de Órdenes y Asistencias el director de obra y el director de la ejecución de la obra consignarán las instrucciones propias de sus respectivas funciones y obligaciones.
3. El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.
4. Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

3.2. Documentación del control de la obra

1. El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:
- a. el director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones;
 - b. el constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
 - c. la documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.
2. Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

3.3. Certificado final de obra

1. En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.
2. El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.
3. Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:
- a) descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia; y
 - b) relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

4. Medidas y procedimientos para la obtención de los materiales con calidad

4.1. Introducción

Para este apartado se consultará el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, en el que se describe la documentación que debe llevar el producto y los procedimientos de recepción dependiendo de la procedencia.

Los requisitos esenciales que, en su caso, deben satisfacer las obras son:

- a) Resistencia mecánica y estabilidad.
- b) Seguridad en caso de incendio.
- c) Higiene, salud y medio ambiente.
- d) Seguridad de utilización.
- e) Protección contra el ruido.
- f) Ahorro de energía y aislamiento térmico.

4.2. Marca CE

La marca CE de conformidad vendrá representada por el siguiente símbolo de identificación:



Ilustración 1. Marca CE

y acompañado del nombre o la marca distintiva del fabricante, y, en su caso:

- a) Indicaciones que permitan identificar las características del producto, en función de las especificaciones técnicas;
- b) Las dos últimas cifras del año de fabricación;
- c) El símbolo de identificación del organismo autorizado de que se trate;

d) El número del certificado de conformidad CE.

La marca CE indica que los productos cumplen alguna de las condiciones siguientes:

- a) Que son conformes con normas transposición de normas armonizadas;
- b) Que son conformes con un documento de idoneidad técnica europeo;
- c) Que son conformes con las especificaciones técnicas nacionales reconocidas, en la medida en que no existan las especificaciones técnicas armonizadas citadas en los apartados a) y b);

4.3. Métodos de conformidad

El fabricante o su representante será responsable de la certificación de los productos que fabrica, importa o comercializa, así como de que dichos productos cumplen las condiciones establecidas en el anterior párrafo. Se utilizarán los siguientes métodos de conformidad:

- a) Ensayo inicial del producto por el fabricante o por un organismo autorizado;
- b) Ensayos de muestras tomadas en la fábrica de acuerdo con un plan determinado de ensayos, por el fabricante o por un organismo autorizado;
- c) Ensayo mediante sondeo (audit-testing) de muestras tomadas en la fábrica, en el mercado o en obra, por el fabricante o por un organismo autorizado;
- d) Ensayo de muestras procedentes de un lote a entregar o ya entregado, por el fabricante o por un organismo autorizado;
- e) Control de producción de la fábrica;
- f) Inspección inicial de la fábrica y del control de producción de la fábrica por un organismo autorizado;
- g) Vigilancia, apreciación y evaluación constantes del control de producción de la fábrica por un organismo autorizado.

4.4. Métodos de conformidad productos que no llevan la marca CE

Existen cierta clase de productos dependiendo de su procedencia que no requieren marca CE.

- Productos nacionales

Los productos fabricados en España podrán continuar siendo comercializados en territorio español si satisfacen las disposiciones nacionales.

- Productos provenientes de otro Estado miembro de la Comunidad Económica Europea

Los productos provenientes de otro Estado miembro de la Comunidad Económica Europea serán considerados por la Administración del Estado si han superado los ensayos y las inspecciones efectuadas de acuerdo con los métodos en vigor en España o con métodos

reconocidos como equivalentes por España, por un organismo autorizado en el Estado miembro en el que se hayan fabricado que haya sido comunicado por éste con arreglo a los procedimientos establecidos en la Directiva que se transpone.

Para ello, la Dirección General competente de la Administración del Estado emitirá en cada caso el correspondiente documento, en el que se reconozca el cumplimiento de lo anteriormente expuesto.

- Productos provenientes de países que no pertenezcan a la Comunidad Económica Europea

Podrán importarse, comercializarse y utilizarse en territorio español si satisfacen las disposiciones nacionales, hasta que las especificaciones técnicas europeas correspondientes dispongan otra cosa.

5. Control de calidad en la ejecución: Prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra

Las unidades de obra se llevan a cabo a partir de materiales que han sido sometidos a un control de calidad. En este apartado se determinan las operaciones que se deben realizar para cada tarea.

5.1. Movimientos de tierra

Se ejecutará la obra tomando las siguientes medidas:

- Tras el desbroce y limpieza, se realizará un replanteo para asegurar que la obra coincida con el proyecto.
- A medida que se vaya realizando la excavación, se comprobará que la clase de terreno coincide con lo mencionado en el estudio geotécnico. Es importante comprobar que la humedad del terreno se mantiene, en caso contrario será necesario aportar agua.
- Posteriormente se realizará el allanamiento de la parcela y las correspondientes cimentaciones y zanjas, tras un previo replanteo. Será recomendable comprobar las dimensiones, ejes y la limpieza de paredes y fondos.

5.2. Cimentación

Para una correcta ejecución de la cimentación se tendrán en cuenta las siguientes precauciones o medidas:

- Realizar los ensayos o test necesarios en la recepción de materiales para garantizar la calidad de estos.
- Se realizará el replanteo para las zapatas, riostras, instalaciones subterráneas... Se comprobará que el largo, ancho y profundo sea el adecuado. Se comprobará también el refino de paredes y fondos, evitando que haya raíces u otros elementos que puedan obstruir.
- Se humectará el terreno para mantenerlo en su humedad natural de manera que las contracciones o desecaciones no afecten a las edificaciones.



- En cuanto a las operaciones previas, se extenderá una capa de hormigón de limpieza para separar el hormigón del terreno y para obtener una superficie totalmente nivelada.
- En cuanto a la ejecución de la armadura, se deberá supervisar diámetros, distancias, separaciones para una correcta colocación. Una vez colocada la armadura, se colocarán calzos de hormigón que calzan o soportan los elementos estructurales.
- Tener en cuenta cuál es la frecuencia de supervisión que se exige en los trabajos de ferralla en obra.
- También se deberá tener en cuenta que la ejecución de la toma de tierra comienza en este punto. Se deberá colocar correctamente y unir a su correspondiente cable de tierra.
- Tratamiento de juntas.
- Una vez llegados a este punto, se recibirá el hormigón con los datos de sus características, albarán de la hora de salida, fecha límite de uso y aditivos empleados.
- Una vez recibido el hormigón, se realizarán las tomas de muestra del hormigón para el ensayo de consistencia y el ensayo de resistencia. Este último deberá realizarse mediante las probetas normalizadas.
- En el momento de la puesta en obra del hormigón. Para ello se utilizará vibradores de aguja. Se deberá controlar la altura y forma de vertido y el control de humectación.
- Finalmente, se realizará el control del curado. Se priorizará el uso de aguas naturales antes que el uso de químicos.
- Finalmente, se comprobarán que todos los puntos de inspección hayan sido correctamente ejecutados y que se pueda proceder la siguiente etapa constructiva.

5.3. Estructura metálica

La finalidad del control es obtener una estructura robusta y duradera. El control debe iniciarse en el diseño de la estructura y se debe realizar una correcta selección de material. Deben revisarse los procesos de ejecución y montaje. Hay que comprobar periódicamente la estructura y las pruebas de carga. Mediante el control estructural se evitarán futuros problemas de fractura, corrosión etc. Se realizarán los controles y ensayos mostrados a continuación:

Controles mediante Ensayos No Destructivos para verificar la ejecución de las uniones soldadas.

Se realizan estudios de colapso de estructuras, buscando la causa más probable.

Se realizan controles en las uniones atornilladas asegurando la estabilidad de la estructura.

Se realizan verificaciones finales del producto garantizando un acabado idóneo para su uso, mediante la comprobación de acabados superficiales a través de:

- Control de acabado superficial
- Control de granallado

5.4. Pavimento

Durante la ejecución de la losa, deberán comprobarse los siguientes trabajos:

- Se debe realizar el replanteo para evitar fallos en la cota del fondo de la excavación.
- Comprobar las dimensiones de la losa según las especificaciones del proyecto.

- Comprobar las cotas del hormigón de limpieza, que es la capa de hormigón que se emplea para evitar la contaminación o pérdida de agua durante el fraguado del hormigón.
- Verificar el tipo y calidad del hormigón empleado según las especificaciones del proyecto.
- Realizar ensayos mediante probetas de hormigón para determinar la resistencia a compresión y así comprobar su calidad.

Realizar un correcto curado del hormigón, para que se endurezca debidamente y no contenga poros en exceso en su interior.

5.5. Cerramientos

- Asegurarse que los paneles cumplan con las especificaciones exigidas.
- Garantizar tanto la impermeabilización como el aislamiento térmico y acústico de los cerramientos.

5.6. Forjado

Durante la ejecución del forjado, se tendrán en cuenta las siguientes comprobaciones:

- En cuanto a la recepción de los materiales, se realizarán los ensayos o test necesarios para garantizar la calidad de estos.
- Una vez que se tienen los materiales a disposición, se procederá a la ejecución del encofrado. Se compondrá de tableros de madera. Se dispondrán de puntales asegurando que tengan la resistencia necesaria para soportar el forjado.
- Una vez se haya ejecutado el encofrado, se procederá a la colocación de elementos prefabricados. En este caso, se colocarán elementos estructurales (vigas) y los elementos interje (bovedillas cerámicas) necesario hasta rellenar los huecos por completo. Cabe mencionar que se supervisará que las bovedillas inferiores deberán garantizar el bloqueo de hormigón en el proceso de hormigonado.
- Una vez terminada la colocación de los elementos de prefabricación, se procederá a la colocación de los elementos estructurales.
- En el caso que haya disconformidades, seguir la secuencia cronológica constructiva puede ayudar a encontrar dicho error.
- Verificar la disposición de las ferrallas y las armaduras y que sus características sean adecuadas en cuanto a diámetros y dimensiones.
- Considerar el replanteo de las instalaciones para evitar futuros daños en el forjado.
- A continuación, se procederá a la humectación sobre los elementos de fabricación para evitar la desecación del hormigón.
- Finalizado este paso, se procederá al vertido del hormigón. Sin embargo, se realizará una toma de muestra para comprobar la resistencia y consistencia de éste. Una vez comprobado, se vertirá el hormigón a la vez que se realiza el vibrado de manera constante y directa.
- El hormigonado tendrá un acabado final por reglado mediante regleta vibrante que garantice una superficie continua y perfectamente nivelada.
- Posteriormente, se realizará el curado del hormigón que garantizará que la masa no se deshidrate y los poros se cierren.
- Para el desencofrado, se asegurará que la resistencia del forjado sea la suficiente. Después, se retirarán los materiales que estén sujetando el forjado.

5.7. Instalación eléctrica

- Revisar que el centro de transformación debe de tener las especificaciones de control de calidad requeridas.
- Supervisar cuales son los circuitos y cuales son los materiales de ejecución
- Replanteo mediante el trazado del circuito.
- En fábricas, se priorizarán recorridos verticales y horizontales, evitando diagonales que puedan interferir con otros elementos.
- Sobre el falso techo se permite cualquier dirección. Hay que tener en cuenta la disposición de los puntos de consumo donde se situarían las luminarias.
- Fijación completa de las cajas de registro. Esto requiere del revestimiento perimetral de las cajas y debe ser compatible con el acabado final del paramento vertical.
- Tras la fijación, detectar si se han producido rozas diagonales. Dado el caso, la posible acción correctiva sería rehacer la roza o aceptar el fallo y reflejarlo en los planos correspondientes.

5.8. Instalación de fontanería

- En primer lugar, se realizará el replanteo que debe seguir todos los criterios establecidos en el proyecto.
- Las tuberías deben seguir una directriz vertical u horizontal, evitando trayectorias diagonales que puedan interferir con otros elementos.
- Se debe comprobar los diámetros de las tuberías para asegurar que el espesor de las fábricas es suficiente.
- El equipo de presión se situaría en bajo rasante para evitar problemas acústicos. Se aislará el cuarto de instalaciones según las especificaciones del proyecto.
- Supervisar que el recorrido de las rozas, a pesar de reducir el espesor de las fábricas, no reducen su resistencia.
- En cuanto a las llaves de paso, estas deben llevar el color correspondiente a la tipología de fluido que conduce.
- Una vez que se ha ejecutado la instalación, es necesario una prueba hidráulica. Esta prueba trata de inyectar agua en los puntos de consumo para comprobar la presión en dichos puntos y verificar que no hay fugas. Un porcentaje de ella debe realizarse por un laboratorio acreditado o con declaración responsable.
- Por último, se procederá a la instalación de los elementos sanitarios según las especificaciones del proyecto y comprobar que las dimensiones permiten su correcto uso.

5.9. Instalación de saneamiento

- Comprobación de las características y materiales de las unidades a ejecutar
- Exhaustivo replanteo de las conexiones entre los puntos de consumo y el colector ya que cada una de ellas requiere una perforación individual.
- Replanteo de las dimensiones de todos los elementos para que quede la instalación debidamente ejecutada y se evite el futuro uso del taladro.
- La arqueta que une la bajante con los colectores horizontales es un punto crítico y debe de ser supervisado como tal. Debe estar dimensionada de manera que garantice la circulación del fluido en el caso de simultaneidad de la evacuación.



- Tanto en el recorrido de las bajantes como de los colectores, estos deben garantizar un correcto aislamiento acústico. Para ellos, los elementos deben tener material aislante incorporado, o bien realizar las actividades necesarias para garantizar dicho aislamiento, ya sea actuando sobre el edificio o sobre la propia tubería.
- Una vez que la red sanitaria está instalada y conectada con la red pública, hay que revisar los elementos constructivos y su impacto en las fábricas, ya que las rozas, perforaciones o un exceso de carga pueden generar inestabilidad y falta de resistencia mecánica. Se debe revisar inicialmente el tipo de fábrica y durante la ejecución el impacto que está recibiendo.

5.10. Tabiquería

Para garantizar la calidad de la tabiquería se realizará las siguientes operaciones:

- En cuanto a la recepción de materiales, se realizará un muestreo a pie de obra seleccionando varias unidades para realizar ensayos. Sobre dichas unidades se realizarán ensayos a compresión y absorción.
- Se realizará un replanteo de la posición y el espesor de los tabiques. Para ello, se marcará el recorrido de los tabiques y, a la vez, se realizará la primera hilada de manera que se pueda ver in-situ cómo será el tabique completo. Además, se tendrán en cuenta los detalles como las instalaciones.
- Para la ejecución, es importante que las piezas que se vayan a aparejar estén bien humectadas.
- En cuanto a las juntas, se ejecutarán juntas de movimiento en las últimas hiladas para evitar fisuras.

5.11. Instalación de protección frente a incendios

Todos los materiales que intervienen en la ejecución de esta actividad deben poseer su Certificado de Homologación, y responder a la normativa vigente. En el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

6. Presupuesto

ENSAYOS		2.105,74			
CEAC.14	ud	Ensayo principio y fin fraguado	78,61	1,000	78,61
		Ensayo de principio y fin de fraguado en cementos, según UNE-EN 196-3:2005, UNE-EN 196-3:2005/A1:2009.			
PYAC.14	ud	Tiempo de fraguado	77,83	1,000	77,83
%	ud.	Costes directos complementarios	77,83	0,010	0,78
CEAC.15	ud	Estabilidad de volumen (Le Chatelier)	66,32	1,000	66,32
		Ensayo de expansión (Le Chatelier) de cementos, según UNE-EN 196-3:2005; UNE-EN 196-3:2005/A1:2009.			
PYAC.15	ud	Estabilidad de volumen (Le Chatelier)	65,66	1,000	65,66
%	ud.	Costes directos complementarios	65,66	0,010	0,66
CEAC.16	ud	Determinación de resistencias mecánicas	81,90	1,000	81,90
		Determinación de resistencias mecánicas de cementos, una edad, 3 probetas de 4x4x16 cm de una amasada, según UNE-EN 196-1:2005.			
PYAC.16	ud	Determinación resistencias mecánicas	81,09	1,000	81,09
%	ud.	Costes directos complementarios	81,09	0,010	0,81
CEAC.30	ud	Determinación de la humedad	15,64	1,000	15,64
		Determinación de la humedad, según UNE 80220:2012.			
PYAC.30	ud	Humedad	15,49	1,000	15,49
%	ud.	Costes directos complementarios	15,49	0,010	0,15
CEAW.10	ud	Ensayo del índice de acidez (pH)	28,02	1,000	28,02
		Ensayo del índice de acidez (pH) del agua, según UNE 83952:2008.			
PYAW.01	ud	Exponente de hidrógeno (pH)	27,74	1,000	27,74
%	ud.	Costes directos complementarios	27,74	0,010	0,28
CEAW.20	ud	Determinación del residuo seco	31,28	1,000	31,28
		Determinación del residuo seco, según UNE 83957:2008.			
PYAW.02	ud	Sustancias solubles (cuantitativo)	30,97	1,000	30,97
%	ud.	Costes directos complementarios	30,97	0,010	0,31
CEAW.30	ud	Ensayo de contenido de sulfatos	113,74	1,000	113,74
		Ensayo del contenido de sulfatos del agua, según UNE 83956:2008.			
PYAW.03	ud	Sulfatos en SO4 (cuantitativo)	112,61	1,000	112,61
%	ud.	Costes directos complementarios	112,61	0,010	1,13



CEAW.40	ud	Ensayo de contenido de cloruros Ensayo del contenido total de cloruros (ion cloro) del agua, según UNE 7178:1960 y UNE 83958:2014.	32,71	1,000	32,71
PYAW.04	ud	Ion cloro en CL (cuantitativo)	32,39	1,000	32,39
%	ud.	Costes directos complementarios	32,39	0,010	0,32
CEAW.50	ud	Ensayo de contenido de hidratos Ensayo de determinación cualitativa de hidratos de carbono del agua, según UNE 7132:1958 y UNE 83958:2014.	24,57	1,000	24,57
PYAW.05	ud	Hidratos de carbono (cualitativo)	24,33	1,000	24,33
%	ud.	Costes directos complementarios	24,33	0,010	0,24
CECB.12	ud	Ensayo características geométricas Ensayo de características geométricas y de forma, planeidad de bloques cerámicos, según UNE-EN 771-1:2011.	93,37	1,000	93,37
PYCB.12	ud	Características geométricas	92,45	1,000	92,45
%	ud.	Costes directos complementarios	92,45	0,010	0,92
CECB.15	ud	Ensayo de resistencia compresión Ensayo de resistencia a compresión de bloques cerámicos, según UNE-EN 772-1:2011.	196,99	1,000	196,99
PYCB.15	ud	Resistencia a compresión	195,04	1,000	195,04
%	ud.	Costes directos complementarios	195,04	0,010	1,95
CECB.21	ud	Ensayo densidad aparente Ensayo de densidad aparente, según UNE 136010:2000 y UNE-EN 771-1:2011; UNE-EN 772-13:2001.	49,71	1,000	49,71
PYCB.17	ud	Densidad aparente	49,22	1,000	49,22
%	ud.	Costes directos complementarios	49,22	0,010	0,49
CECB.25	ud	Ensayo de expansión por humedad Ensayo de expansión por humedad, según UNE 67036:1999 y UNE-EN 772-19:2001.	266,17	1,000	266,17
PYCB.21	ud	Expansión por humedad	263,53	1,000	263,53
%	ud.	Costes directos complementarios	263,53	0,010	2,64
CECO.20	ud	Ensayo aspecto y características geométricas Ensayo de aspecto y características geométricas, según UNE-EN 15037-3:2010. .	93,37	1,000	93,37
PYCO.12	ud	Aspecto y características geométrica	92,45	1,000	92,45
%	ud.	Costes directos complementarios	92,45	0,010	0,92
CECO.50	ud	Ensayo de resistencia a flexión Ensayo de resistencia a flexión de bovedillas cerámicas, según UNE 67037:1999.	98,84	1,000	98,84
PYCO.15	ud	Resistencia a flexión	97,86	1,000	97,86
%	ud.	Costes directos complementarios	97,86	0,010	0,98



CECO.60	ud	Ensayo resistencia a compresión Ensayo de resistencia a compresión de bovedillas cerámicas, según UNE 67038:1986.	196,99	1,000	196,99
PYCO.16	ud	Resistencia a compresión bovedillas resistentes	195,04	1,000	195,04
%	ud.	Costes directos complementarios	195,04	0,010	1,95
CECO.70	ud	Ensayo de expansión por humedad Ensayo de expansión por humedad, según UNE 67036:1999	160,67	1,000	160,67
PYCL.26	ud	Expansión por humedad	159,08	1,000	159,08
%	ud.	Costes directos complementarios	159,08	0,010	1,59
CERX.21	ud	Ensayo características geométricas Ensayo de características geométricas, según UNE-EN 13748-2:2005; UNE 127748-2:2012.	93,37	1,000	93,37
PYRX.10	ud	Características dimensionales	92,45	1,000	92,45
%	ud.	Costes directos complementarios	92,45	0,010	0,92
CERQ.10	ud	Ensayo de características Ensayo de resistencia a flexión, según UNE-EN 12859:2012.	66,08	1,000	66,08
PYRQ.10	ud	Aspecto, dimensiones y planitud	65,43	1,000	65,43
%	ud.	Costes directos complementarios	65,43	0,010	0,65
CESB.20	ud	Ensayo seccion equivalente y desviacion Ensayo de seccion equivalente y desviación masa, según UNE -EN ISO 15630-1:2003, UNE-EN ISO 15630-1:2011.	12,78	1,000	12,78
PYSB.12	ud	Ensayo sección equivalente y desviación	12,65	1,000	12,65
%	ud.	Costes directos complementarios	12,65	0,010	0,13
CESB.30	ud	Ensayo geometría del corrugado Ensayo de geometría del corrugado, según UNE-EN ISO 15630-1:2003, UNE-EN 10080:2006, UNE-EN ISO 15630-1:2011	44,83	1,000	44,83
PYSB.13	ud	Ensayo geometría corrugado	44,39	1,000	44,39
%	ud.	Costes directos complementarios	44,39	0,010	0,44
CESB.40	ud	Ensayo de resistencia a tracción Ensayos de resistencia tracción, según UNE-EN ISO 15630-1:2003; UNE-EN ISO 15680-1:2011.	26,72	1,000	26,72
PYSB.14	ud	Ensayo de resistencia a tracción	26,46	1,000	26,46
%	ud.	Costes directos complementarios	26,46	0,010	0,26
CESS.20	ud	Ensayo características mecánicas Ensayo de características mecánicas, según EAE, UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 10025-2:2006, UNE- EN 10025-3:2006, UNE-EN 10025-4:2007, UNE-EN 10025-5:2007, UNE-EN 10025-6:2007 + A1:2009.	62,33	1,000	62,33
PYSS.12	ud	Características mecánicas	61,71	1,000	61,71
%	ud.	Costes directos complementarios	61,71	0,010	0,62

CETC.10	ud	Ensayo de dimensiones	59,82	1,000	59,82
		Ensayo de dimensiones, según UNE-EN 1057:2007+A1:2010; UNE-EN 12449:2013			
PYTC.11	ud	Dimensiones	59,23	1,000	59,23
%	ud.	Costes directos complementarios	59,23	0,010	0,59
CETC.11	ud	Ensayo de identificación	36,97	1,000	36,97
		Ensayo de identificación, según UNE-EN 1057:2007+A1:2010; UNE-EN 12449:2013			
PYTC.12	ud	Identificación	36,60	1,000	36,60
%	ud.	Costes directos complementarios	36,60	0,010	0,37
CETH.10	ud	Ensayo de identificación	36,97	1,000	36,97
		Ensayo de identificación, según UNE-EN 1916:2008.			
PYTH.11	ud	Identificación	36,60	1,000	36,60
%	ud.	Costes directos complementarios	36,60	0,010	0,37
CETO.10	ud	Ensayo de identificación	36,97	1,000	36,97
		Ensayo de identificación, según UNE-EN 1329-1:2014.			
PYTO.11	ud	Identificación	36,60	1,000	36,60
%	ud.	Costes directos complementarios	36,60	0,010	0,37

Presupuesto de ejecución material 2.105,74

Gastos generales 13 % 273,75

Beneficio Industrial 6 % 126,34

I.V.A. 18 % 451,05

El presupuesto ENSAYOS asciende a la cantidad de 2.956,88 €

7. Bibliografía

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación

Parte I del CTE. Condiciones en la ejecución de las obras y condiciones del edificio

Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.

Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio, por el que se modifica, en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, aprobadas por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre.

Control de calidad de movimiento de tierras. Autora: Valiente Ochoa, Esther. Entidad: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación - Escola Tècnica Superior de Gestió en l'Edificació. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/569>

Control de calidad de movimiento de tierras. Autora: Valiente Ochoa, Esther. Entidad: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación - Escola Tècnica Superior de Gestió en l'Edificació. Disponible en:

<http://www.upv.es/visorv/media/4f58cb19-6984-4846-bd6d-6c65d9bcffdd/c>

Control de calidad de las estructuras metálicas. Tuv Sud, marca líder a escala mundial en soluciones de alta calidad, seguridad y sostenibilidad que aportan un valor tangible a su empresa. Disponible en: <https://www.tuv-sud.es/es-es/servicios/actividades/ndt-y-materiales/control-de-calidad-de-estructuras-metalicas>

Control de calidad del pavimento. Construmática, portal de ingeniería, arquitectura y construcción. Disponible en:

https://www.construmatica.com/construpedia/Ejecuci%C3%B3n_de_Cimentaciones_Superficiales_por_Losa

Control de calidad del forjado. Autora: Valiente Ochoa, Esther. Entidad: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación - Escola Tècnica Superior de Gestió en l'Edificació. Disponible en:

<http://www.upv.es/visorv/media/32771c1d-9a7b-2743-a5d0-0e61ea13088c/c>

Control de calidad de la red eléctrica. Autora: Valiente Ochoa, Esther. Entidad: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación - Escola Tècnica Superior de Gestió en l'Edificació. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/handle/10251/30797>

Control de calidad de la fontanería. Autora: Valiente Ochoa, Esther. Entidad: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación - Escola Tècnica Superior de Gestió en l'Edificació. Disponible en:

<https://riunet.upv.es/handle/10251/30798>



Control de calidad en la red de saneamiento. Autora: Valiente Ochoa, Esther. Entidad: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación - Escola Tècnica Superior de Gestió en l'Edificació. Disponible en:

<http://www.upv.es/visorv/media/57c8d7e8-f4af-1848-8522-9b78e01cef9f/c>

Control de calidad en la tabiquería. Autora: Valiente Ochoa, Esther. Entidad: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación - Escola Tècnica Superior de Gestió en l'Edificació. Disponible en:

<http://www.upv.es/visorv/media/709dbb2d-3b0d-0e4d-ad87-c8b182062920/v>

CE: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1993-3344>