

A - MEMORIA

ANEJO A1 - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE

1	VALIDACIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN SOPORTE SOP-PCI-1883.....	10
1.1	OBJETO	10
1.2	SOFTWARE EMPLEADO.....	10
1.3	CONSIDERACIONES.....	10
1.4	METODOLOGÍA.....	11
1.4.1	Definición geométrica.....	11
1.4.2	Verificación de rigideces	12
1.4.3	Cargas solicitantes y combinaciones.....	13
1.5	VERIFICACIÓN DE PERFILES	15
1.5.1	Perfil vertical.....	15
1.5.2	Perfil voladizo.....	16
1.5.3	Perfil apoyo tubería	17
1.6	VERIFICACIÓN DE PLACA BASE	18
1.7	VERIFICACIÓN DE ANCLAJES	19
1.8	CONCLUSIONES.....	26
2	VALIDACIÓN ESTRUCTURA DINTEL PARA PENETRACIONES MURO ESTE EDIFICIO DE TURBINA	26
2.1	OBJETO	26
2.2	SOFTWARE EMPLEADO.....	26
2.3	CONSIDERACIONES.....	27
2.4	VERIFICACIÓN	27
2.5	CONCLUSIONES.....	34
3	VALIDACIÓN DE LA RED DE CONDUCTOS DISEÑADA	34
3.1	OBJETO	34
3.2	SOFTWARE EMPLEADO.....	35

3.3	CONSIDERACIONES.....	35
3.4	CÁLCULO SECCIONES DE CONDUCTOS	37
3.4.1	Datos de partida y consideraciones particulares	37
3.4.2	Distribución de caudales	39
3.4.3	Método empleado dimensionamiento conductos.....	39
3.4.4	Obtención secciones	41
3.4.4.1	Ramal Unidad de Extracción y Filtración HVE-VTL-122A	41
3.4.4.2	Ramal Unidad de Extracción y Filtración HVE-VTL-122B	42
3.4.4.3	Conducto de descarga a la atmosfera de las unidades HVE-VTL-122A/B	42
3.5	METODOLOGÍA VALIDACIÓN MODELO	43
3.5.1	Esquema.....	43
3.5.2	Introducción de datos	45
3.5.2.1	Introducción de datos Escenario 1: VTL-HVE-122A/B funcionando a 90.000 m³/h.....	45
3.5.2.2	Introducción de datos Escenario 2: VTL-HVE-122A funcionando a 45.000 m³/h y VTL-HVE-122B a 90.000 m³/h	61
3.6	RESULTADOS	61
3.6.1	Resultados Escenario 1: VTL-HVE-122A/B funcionando a 90.000 m³/h.....	61
3.6.2	Resultados Escenario 2: VTL-HVE-122A funcionando a 45.000 m³/h y VTL-HVE-122B a 90.000 m³/h	82
3.6.3	Evaluación de resultados	103
3.6.3.1	Escenario 1: VTL-HVE-122A/B funcionando a 90.000 m³/h.....	103
3.6.3.2	Escenario 2: VTL-HVE-122A funcionando a 45.000 m³/h y VTL-HVE-122B a 90.000 m³/h.....	104
3.6.3.3	Mínimo régimen de funcionamiento	105
3.7	CONCLUSIÓN.....	106
4	VALIDACIÓN DE TIPOS DE SOPORTES A INSTALAR.....	107
4.1	OBJETO	107
4.2	SOFTWARE EMPLEADO.....	107
4.3	CONSIDERACIONES.....	107

4.4	METODOLOGÍA.....	108
4.4.1	Obtención de las cargas de diseño	108
4.4.1.1	Obtención de las cargas verticales por peso propio del conducto..	108
4.4.1.2	Obtención de las cargas verticales por la nieve que pudiera acumularse en los conductos en intemperie	108
4.4.1.3	Obtención de las cargas horizontales producidos por el viento en los conductos en intemperie	111
4.4.1.4	Tabla resumen cargas a considerar por cada tipo de soporte.....	113
4.4.2	Relación entre tipo de soporte y modelo de cálculo.....	114
4.5	RESULTADOS	116
4.5.1	Verificación elementos estructurales soportes.....	116
4.5.1.1	Soportes Tipo 1	116
4.5.1.2	Soportes Tipo 2	117
4.5.1.3	Soportes Tipo 3 a 14	117
4.5.1.4	Soportes Tipo 16 a 21	118
4.5.1.5	Soportes Tipo 15 y 22 a 25.....	118
4.5.1.6	Soportes Tipo 26 y 27.....	119
4.5.1.7	Soportes Tipo 28	119
4.5.1.8	Soportes Tipo 29	120
4.5.1.9	Soportes Tipo 30-31	120
4.5.1.10	Soportes Tipo 32	121
4.5.2	Verificación anclajes soportes	121
4.5.2.1	Soportes Tipo 1	121
4.5.2.2	Soportes Tipo 2	137
4.5.2.3	Soportes Tipo 3 a 14	151
4.5.2.4	Soportes Tipo 16 a 21	167
4.5.2.5	Soportes Tipo 15 y 22 a 25.....	184
4.5.2.6	Soportes Tipo 26 y 27.....	200
4.5.2.7	Soportes Tipo 28	216
4.5.2.8	Soportes Tipo 29	232
4.5.2.9	Soportes Tipo 30 y 31.....	248
4.5.2.10	Soportes Tipo 32	282

4.6	COMPROBACIÓN DE SOLDADURAS.....	295
4.6.1	Soporte Tipo 1. Soldadura perfil 80X5 a anclaje.....	295
4.6.2	Soporte Tipo 1. Soldaduras entre perfiles cuadrados 80X5.....	296
4.6.3	Soporte Tipo 2. Soldadura perfil 100X8 a anclaje.....	297
4.6.4	Soporte Tipo 2. Soldaduras entre perfiles cuadrados 100X8.....	298
4.6.5	Soportes Tipo 3 a 29. Soldadura perfil HEB 100 a anclaje	299
4.6.6	Soportes tipo 3 a 25. Soldaduras entre UPN80's y UPN80-HEB100	300
4.6.7	Soportes tipo 26 a 29. Soldaduras entre perfiles HEB100	301
4.6.8	Soporte tipo 30-31. Soldaduras perfiles HEB100	302
4.6.9	Soporte tipo 32. Soldaduras perfiles UPN80	303
4.7	CONCLUSIÓN.....	303
5	VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ESPESOR DEL CONDUCTO INSTALADO EN INTEMPERIE	304
5.1	OBJETO.....	304
5.2	CONSIDERACIONES.....	304
5.3	METODOLOGÍA.....	305
5.3.1	Obtención carga vertical (peso propio + nieve) en conducto	305
5.3.2	Obtención carga de viento conducto	305
5.3.3	Obtención CARGA CORTANTE Y MOMENTO	305
5.3.4	Obtención modulo de resistencia (W).....	305
5.3.5	Obtención tensionES PRINCIPALES	306
5.4	RESULTADOS	306
5.5	CONCLUSIÓN.....	306
6	VERIFICACIÓN DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN A LOS VARIADORES DE FRECUENCIA SC-27-153A/B	307
6.1	OBJETO.....	307
6.2	CONSIDERACIONES.....	307
6.3	VERIFICACIÓN DE CORRIENTE ADMISIBLE.....	307

6.4	VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS CABLES FRENTE AL CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO ESPERADO EN LAS BORNAS DE LOS VARIADORES DE FRECUENCIA	308
6.5	VERIFICACIÓN DE CAÍDA DE TENSIÓN (ΔV)	308
6.6	CONCLUSIÓN.....	309
7	AJUSTES DE LOS INTERRUPTORES SW-E2-50-10A Y SW-E2-50-10B DE ALIMENTACIÓN A LOS VARIADORES DE FRECUENCIA SC- 27- 153A/B	310
7.1	OBJETO	310
7.2	PROTECCIÓN TÉRMICA Y MAGNÉTICA CONSIDERADAS	310
7.3	VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS INTERRUPTORES SW-E2-50-10A/B FRENTE AL CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO ESPERADO EN EL PANEL PNLE-E2-50	310
7.4	CONCLUSIÓN.....	311

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Caudales asignados a ramales conducto existente	39
Tabla 3-2: Sección conducto norte POT de ramal unidad de extracción y filtración HVE-VTL-122A	41
Tabla 3-3: Sección conducto este-sur POT de ramal unidad de extracción y filtración HVE-VTL-122A	41
Tabla 3-4: Sección conducto ramal unidad de extracción y filtración HVE-VTL-122B.....	42
Tabla 3-5: Sección de descarga unidades de extracción y filtración HVE-VTL-122A/B.....	43
Tabla 4-1: Obtención de presión de velocidad máxima a diferentes alturas.....	113
Tabla 4-2: Cargas por tipo de soporte	114
Tabla 4-3: Relación tipos de soportes con modelos de cálculo.....	114
Tabla 5-1: Carga de viento por metro de conducto	305
Tabla 5-2: Tensiones por conducto y porcentaje de tensión admisible	306
Tabla 6-1: Determinación de la caída de tensión	309

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Definición geométrica SOP-PCI-1883.....	11
Figura 1-2: Medidas elementos requeridos SOP-PCI-1883	11
Figura 1-3: Croquis cálculo rigidez vertical	12
Figura 1-4: Croquis cálculo rigidez transversal	12
Figura 1-5: Croquis obtención cargas para el caso 1 (W)	13
Figura 1-6: Croquis obtención cargas para el caso 2 (F)	13
Figura 1-7: Croquis obtención cargas para el caso 3 (OBE)	14
Figura 1-8: Croquis obtención cargas para el caso 4 (SSE)	14
Figura 1-9: Verificación de placa base.....	19
Figura 1-10: Propiedades pernos de anclaje seleccionados	20
Figura 1-11: Consideraciones método de cálculo	21
Figura 1-12: Datos de entrada	21
Figura 1-13: Cargas obtenidas en cada perno.....	22
Figura 1-14: Cargas de tracción	23
Figura 1-15: Cargas cortantes	24
Figura 1-16: Cargas combinadas.....	25
Figura 1-17: Resultados y observaciones	26
Figura 3-1: Gráfica de fricción para conductos circulares de chapa galvanizada.	40
Figura 3-2: Resultados Esquema del modelo	44
Figura 4-1: fórmula obtención carga de nieve.....	109
Figura 4-2: Obtención coeficiente de forma de carga de nieve μ_i	109
Figura 4-3: Obtención coeficiente de exposición C_e	109
Figura 4-4: Obtención coeficiente térmico C_t	110
Figura 4-5: Obtención coeficiente S_k	110
Figura 4-6: Obtención factor de pendiente μ_{slope}	110
Figura 4-7: Obtención presión de velocidad máxima q_p	111
Figura 4-8: Obtención velocidad básica del viento v_b	111
Figura 4-9: Obtención de Z_o y Z_o,ii	112
Figura 4-10: Ratio de verificación del modelo SM-1.....	116
Figura 4-11: Ratio de verificación del modelo SM-2.....	117
Figura 4-12: Ratio de verificación del modelo SM-3.....	117
Figura 4-13: Ratio de verificación del modelo SM-4.....	118
Figura 4-14: Ratio de verificación del modelo SM-4'	118
Figura 4-15: Ratio de verificación del modelo SM-5.....	119
Figura 4-16: Ratio de verificación del modelo SM-6.....	119

Figura 4-17 Ratio de verificación del modelo SM-7	120
Figura 4-18: Ratio de verificación del modelo SM-8&9	120
Figura 4-19: Ratio de verificación del modelo SM-10.....	121
Figura 4-20: Geometría soporte peto coronación.....	265
Figura 4-21: Tensiones Von Misses. Soporte peto coronación	266
Figura 4-22: Esfuerzos axiales en las varillas roscadas. Soporte peto coronación	266
Figura 5-1: Obtención de fluencia de acero ASTM A653/A653M	304

1 VALIDACIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN SOPORTE SOP-PCI-1883

1.1 OBJETO

Tal y como se indica en la Separata A “Memoria” de este proyecto de obra, el rutado definido para el conducto de ventilación a instalar se encuentra como interferencia el soporte SOP-PCI-1883 de una tubería de 4” del Sistema PCI (plano 22.01.10/36) integrado en el anillo sísmico del Sistema Contraincendios de CNSMG.

Se requiere, por lo tanto, modificar el soporte SOP-PCI-1883. De la configuración actual no se modificará la ubicación del abarcón, es decir, el punto de soportado.

1.2 SOFTWARE EMPLEADO

Para la validación estructural del soporte (placa de anclaje y perfilería) se ha empleado “Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2022” y para los anclajes, “Indexfix V 5.1.8”.

1.3 CONSIDERACIONES

Para realizar la validación del diseño del soporte se ha tenido en cuenta que la nueva configuración debe ser capaz de soportar las mismas cargas que el soporte actualmente instalado y que debe tener una rigidez mínima equivalente a una rigidez frecuencial de 33HZ para que, en caso de producirse sismo, las amplificaciones dinámicas (incluida la resonancia) sean convenientemente atenuadas.

Las cargas que debe soportar son:

- Carga vertical correspondiente al peso de la tubería más el componente térmico, es decir dilataciones en el material: 58 kg.
- Carga transversal correspondiente al peso de la tubería más el componente térmico: 22 kg.
- Carga vertical por Terremoto Base de Operación (OBE): 18 kg.
- Carga transversal por Terremoto Base de Operación (OBE): 140 kg.
- Carga vertical por Terremoto Base de Diseño (SSE): 29 kg.
- Carga transversal por Terremoto Base de Diseño (SSE): 208 kg.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Teniendo en cuenta las interferencias presentes y la ubicación elegida, las dimensiones requeridas de los elementos que constituyen el soporte son las siguientes:

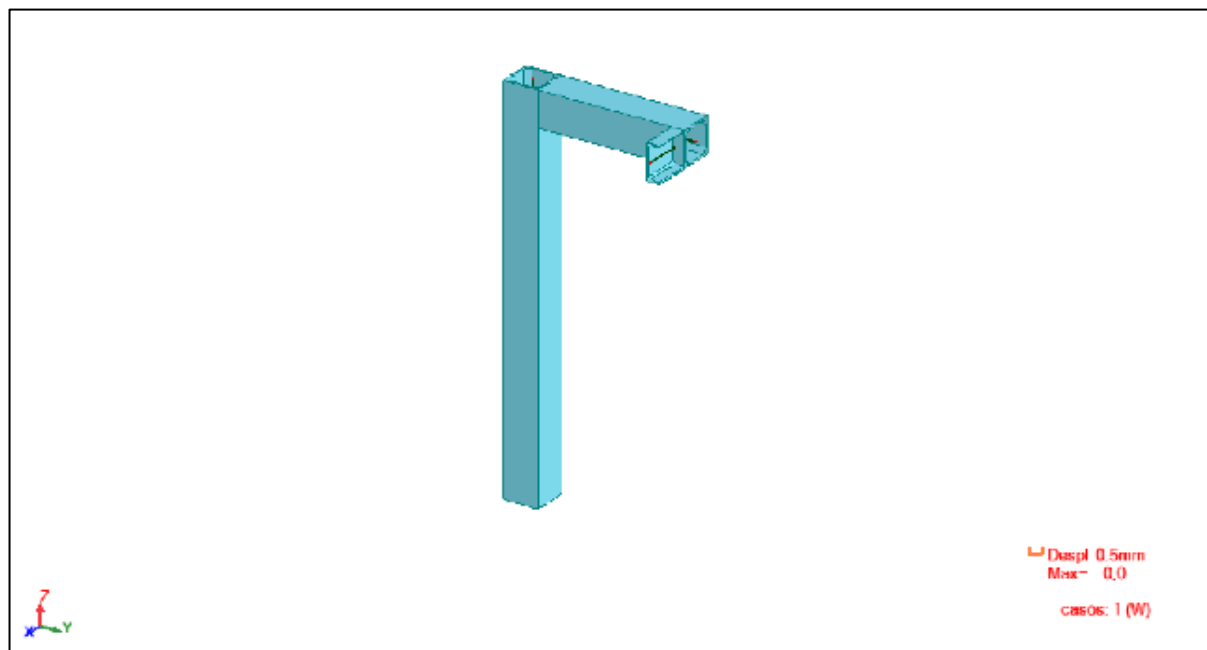


Figura 1-1: Definición geométrica SOP-PCI-1883

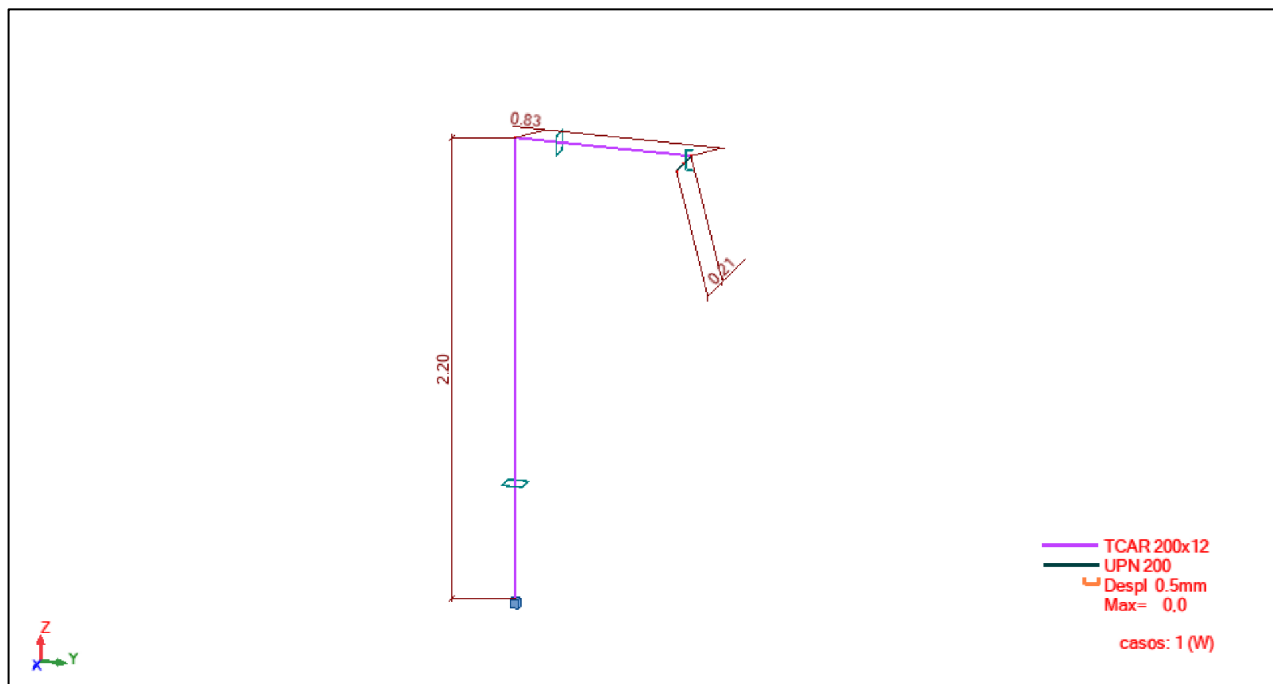


Figura 1-2: Medidas elementos requeridos SOP-PCI-1883

1.4.2 VERIFICACIÓN DE RIGIDECES

En los ejes vertical y transversal se ha verificado que la rigidez del diseño propuesto es mayor que 1681 N/mm. Este valor es equivalente a una rigidez frecuencial de 33 Hz, el cual asegura que el soporte no entre en resonancia en el caso de sismo.

El valor de referencia de 1681 N/mm es el considerado para una tubería de 4" en trabajos previos realizados por IDOM para ANAV (Asociación Nuclear Ascó Vandellós).

- a) Rigidez vertical = $1000\text{N}/0.26\text{mm} = 3846\text{N/mm} > 1681 \text{ N/mm}$

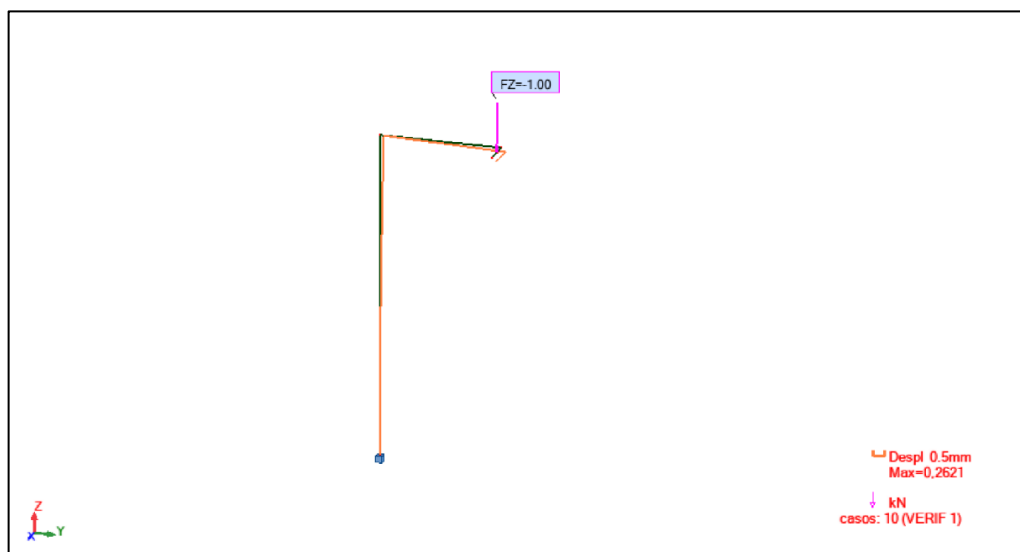


Figura 1-3: Croquis cálculo rigidez vertical

- b) Rigidez transversal = $1000\text{N}/0.59\text{mm} = 1694\text{N/mm} > 1681 \text{ N/mm}$

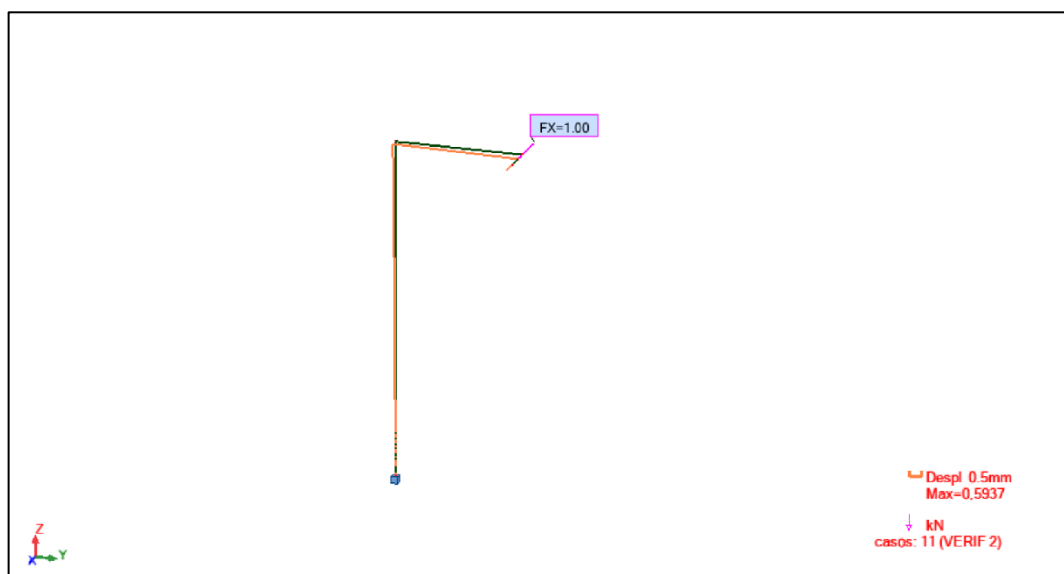


Figura 1-4: Croquis cálculo rigidez transversal

1.4.3 CARGAS SOLICITANTES Y COMBINACIONES

Con los valores de cargas indicados en el apartado de “Consideraciones” se obtienen los siguientes casos:

- Caso 1 (W): carga vertical por peso + componente térmico

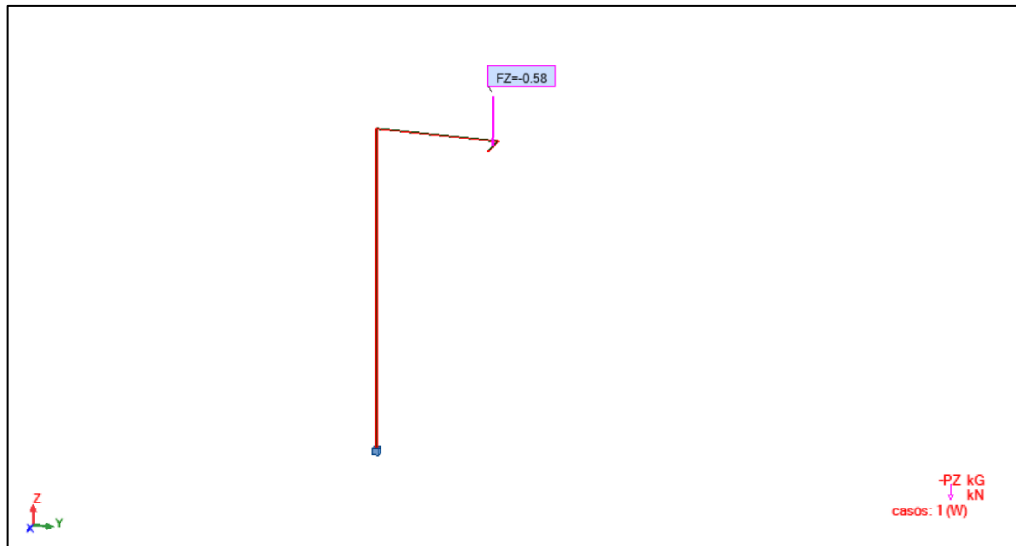


Figura 1-5: Croquis obtención cargas para el caso 1 (W)

- Caso 2 (F): carga transversal por peso + componente térmico W

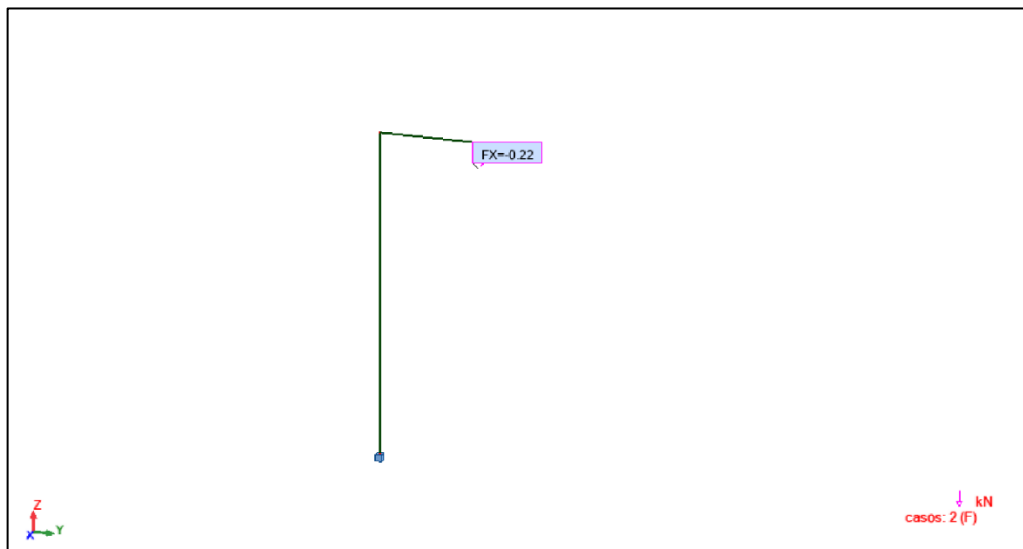


Figura 1-6: Croquis obtención cargas para el caso 2 (F)

- Caso 3 (OBE): carga vertical y transversal por Terremoto Base de Operación

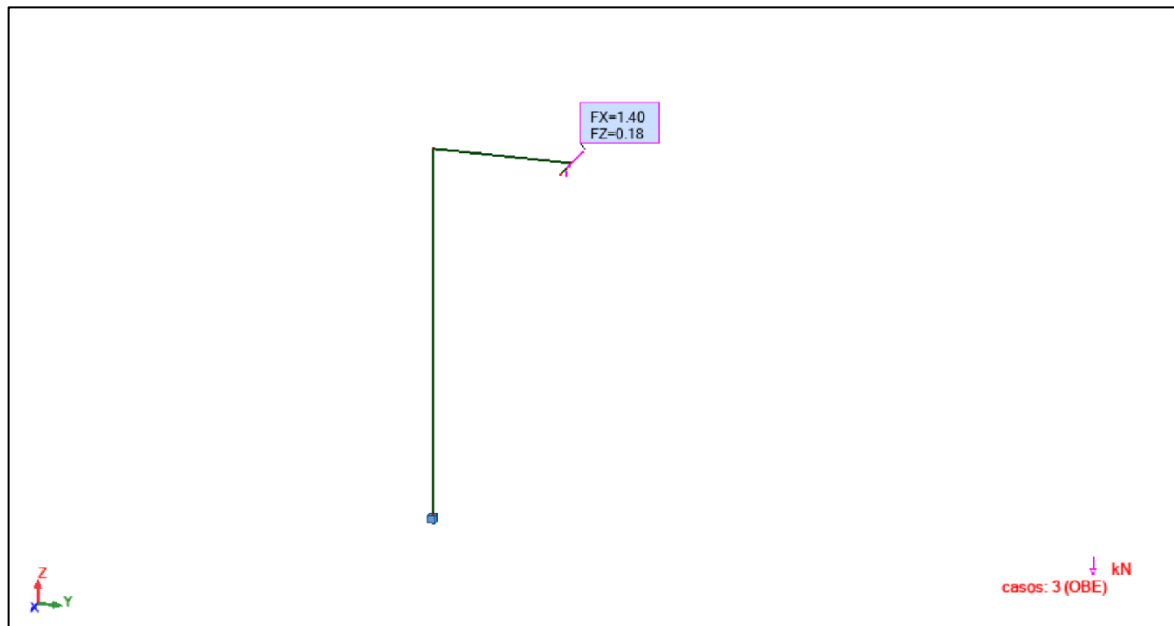


Figura 1-7: Croquis obtención cargas para el caso 3 (OBE)

- Caso 4 (SSE): carga vertical y transversal por Terremoto Base de Diseño

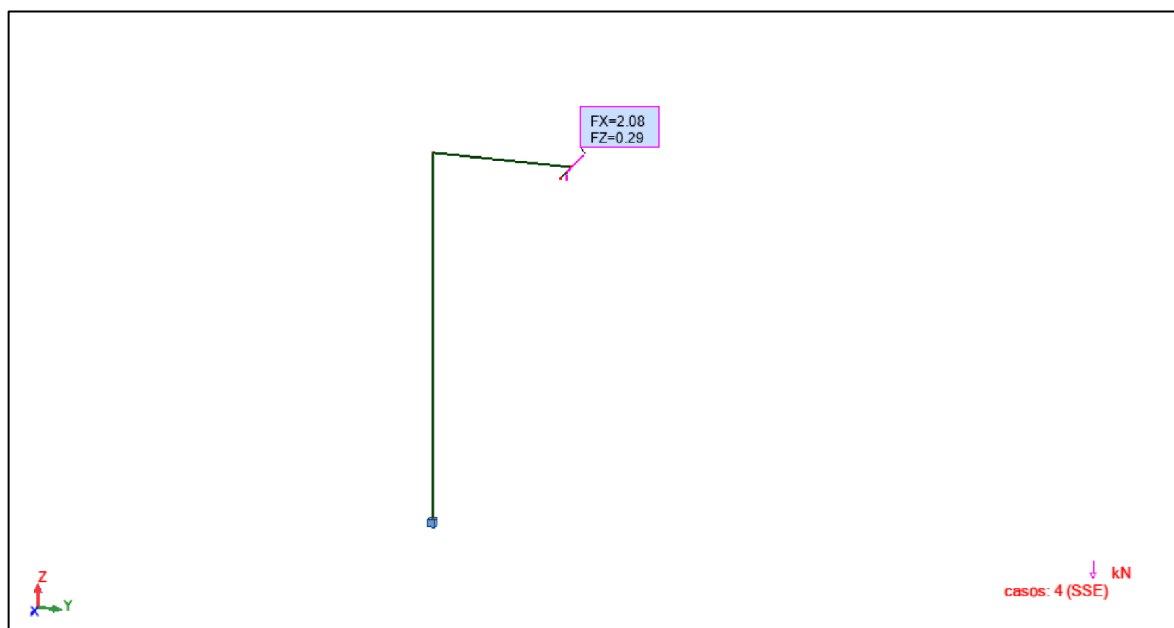


Figura 1-8: Croquis obtención cargas para el caso 4 (SSE)

Se han combinado estos 4 casos para obtener las combinaciones de cargas a probar, siendo éstas:

- 1.-W+F, para perfiles
- 2.-W+F+OBE, para perfiles
- 3.-W+F+SSE, para perfiles y placa de anclaje
- 4.- $1.4*(W+F)$, para la placa de anclaje
- 5.- $1.4*(W+F+OBE)$, para la placa de anclaje

1.5 VERIFICACIÓN DE PERFILES

Los perfiles de los que constará el soporte SOP-PCI-1883 se han verificado de acuerdo a UNE-EN 1993-1:2013/A1:2014, y "Eurocode 3: Design of steel structures". Estarán fabricados en acero al carbono estructural S235.

Para la verificación se ha escogido en todos los casos el caso más desfavorable.

1.5.1 PERFIL VERTICAL

Este elemento estará soldado a la placa de anclaje y tendrá una longitud de 2200 mm. Se ha elegido perfil cuadrado de 200 y espesor 12 mm

a) MATERIAL:

ACERO (S235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

b) PARAMETROS DE LA SECCION: TCAR 200x12

$h=20.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=20.0 \text{ cm}$	$A_y=42.89 \text{ cm}^2$	$A_z=42.89 \text{ cm}^2$	$A_x=85.79 \text{ cm}^2$
$t_w=1.2 \text{ cm}$	$I_y=4909.00 \text{ cm}^4$	$I_z=4909.00 \text{ cm}^4$	$I_x=8239.00 \text{ cm}^4$
$t_f=1.2 \text{ cm}$	$W_{ply}=637.06 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=637.06 \text{ cm}^3$	

c) FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{Ed} = 2.34 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -4.12 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = -0.51 \text{ kN*m}$	
$N_{c,Rd} = 2016.07 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -4.12 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = -0.51 \text{ kN*m}$	
$N_{b,Rd} = 1966.44 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 149.71 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 149.71 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = 1.86 \text{ kN}$
$MN_{y,Rd} = 149.71 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 149.71 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 574.18 \text{ kN}$	
$T_{t,Ed} = 1.54 \text{ kN*m}$			

CLASE DE LA SECCION = 1

d) FORMULAS DE VERIFICACION:**Control de la resistencia de la sección:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Control de estabilidad global de la barra:

$$\lambda_{y} = 29.02 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 29.02 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_L T \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.03 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_L T \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.02 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

e) RESULTADO:**Perfil correcto !!!****1.5.2 PERFIL VOLADIZO**

Este elemento horizontal estará soldado al perfil vertical y tendrá una longitud de 830 mm. Se ha elegido perfil cuadrado de 200 y espesor 12 mm

a) MATERIAL:

ACERO (S235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

b) PARAMETROS DE LA SECCION: TCAR 200x12

$h=20.0 \text{ cm}$	$g_{M0}=1.00$	$g_{M1}=1.00$	
$b=20.0 \text{ cm}$	$A_y=42.89 \text{ cm}^2$	$A_z=42.89 \text{ cm}^2$	$A_x=85.79 \text{ cm}^2$
$t_w=1.2 \text{ cm}$	$I_y=4909.00 \text{ cm}^4$	$I_z=4909.00 \text{ cm}^4$	$I_x=8239.00 \text{ cm}^4$
$t_f=1.2 \text{ cm}$	$W_{ply}=637.06 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=637.06 \text{ cm}^3$	

c) FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$$M_{y,Ed} = -0.85 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{z,Ed} = 1.37 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V_{y,Ed} = 1.65 \text{ kN}$$

$$M_{y,pl,Rd} = 149.71 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{z,pl,Rd} = 149.71 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V_{y,T,Rd} = 581.64 \text{ kN}$$

$$M_{y,c,Rd} = 149.71 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad M_{z,c,Rd} = 149.71 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V_{z,Ed} = 1.40 \text{ kN}$$

$$V_{z,T,Rd} = 581.64 \text{ kN}$$

$$T_{t,Ed} = -0.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

CLASE DE LA SECCION = 1

d) FORMULAS DE VERIFICACION:*Control de la resistencia de la sección:*

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Control de estabilidad global de la barra:

$$M_{y,Ed}/(XLT\cdot M_{y,Rk}/gM1) + M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.01 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

e) RESULTADO:**Perfil correcto !!!****1.5.3 PERFIL APOYO TUBERÍA**

Este elemento horizontal al elemento voladizo tendrá una longitud de 210 mm y en él ira atornillado el abarcón que envuelve la tubería. Se ha elegido perfil UPN 200.

a) MATERIAL:ACERO (S235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ **b) PARAMETROS DE LA SECCION: UPN 200**

$$h=20.0 \text{ cm}$$

$$gM0=1.00$$

$$gM1=1.00$$

$b=7.5 \text{ cm}$	$A_y=18.93 \text{ cm}^2$	$A_z=17.07 \text{ cm}^2$	$A_x=32.02 \text{ cm}^2$
$t_w=0.9 \text{ cm}$	$I_y=1910.50 \text{ cm}^4$	$I_z=147.81 \text{ cm}^4$	$I_x=11.03 \text{ cm}^4$
$t_f=1.1 \text{ cm}$	$W_{ply}=227.71 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=51.78 \text{ cm}^3$	

c) FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 0.31 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -0.10 \text{ kN}\cdot\text{m}$		
$N_{c,Rd} = 752.53 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -0.10 \text{ kN}\cdot\text{m}$		
$N_{b,Rd} = 752.53 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 53.51 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$V_{z,Ed} = 0.89 \text{ kN}$
$MN_{y,Rd} = 53.51 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$V_{z,c,Rd} = 231.64 \text{ kN}$	

CLASE DE LA SECCION = 1

d) FORMULAS DE VERIFICACION:**Control de la resistencia de la sección:**

$$N_{,Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$M_{y,Ed}/MN_{y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Control de estabilidad global de la barra:

$$\lambda_{y} = 2.78 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 10.01 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$N_{,Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{,Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

e) RESULTADO:**Perfil correcto !!!****1.6 VERIFICACIÓN DE PLACA BASE**

Se ha tenido en cuenta que la placa base irá anclada al forjado de la Planta de Operación de Turbina, de espesor 1000 mm. La placa base elegida y verificada será de acero al carbono de dimensiones 600 x 600 x 25 mm.

Dispondrá de 8 pernos de anclaje ubicados en las posiciones que se indica en la siguiente figura.

Base material

Concrete: Uncracked
Thickness of base material 1,000 mm
Strength Class C20/25
 $f_{c,cr}$ 20 N/mm²

Plate vertex

Vertex	x	y
1	-300,0	-300,0
2	-300,0	300,0
3	300,0	300,0
4	300,0	-300,0

Installation

No stand-off Installation.

Anchor plate

Assumed rigid plate
Thickness of the plate 25 mm
Plate shape Rectangle
Side length 600 x 600 mm

Anchors Position

Anchor	x	y	Slotted -x	Slotted -y
1	-250,0	250,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	0,0	250,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	250,0	250,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	-250,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	250,0	0,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	-250,0	-250,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	0,0	-250,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	250,0	-250,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

☒ = Slotted

Profile

Selected Profile SQUARE HOLLOW 200x200x12,5
Eccentricity X: 0,0 mm
 Y: 0,0 mm
Profile rotation 0,0°

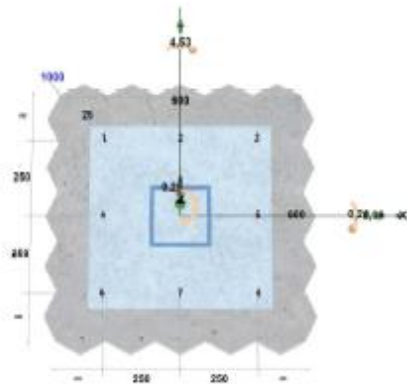
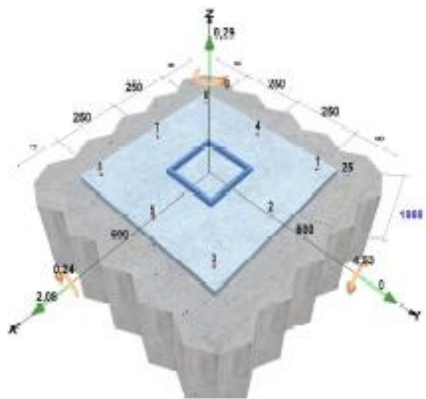


Figura 1-9: Verificación de placa base

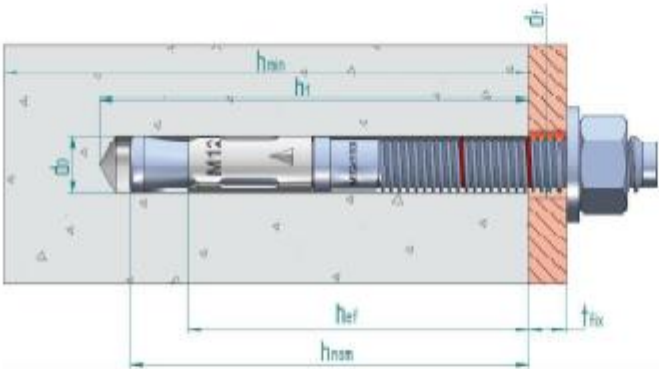
1.7 VERIFICACIÓN DE ANCLAJES

Los pernos de anclaje seleccionados serán de métrica 12 con las características que se muestran en la siguiente figura.

Selected Products

Anchor (name)	MTH anchor
Approval	ETA 05/0242
Size	M12 x 120
Article code	AH12120
Coating/Material	Zinc plated

-
-



US
Técnicas Expansivas S.L.
Segador 13. Logroño.
Spain
ETA 05/0242
1219
Structural fixings in non
cracked concrete

Anchor data

d	Anchor/thread diameter:	12,0	mm	t _{fix}	Thickness of fixture:	25,0	mm
d _{nom}	Outside diameter of anchor:	12,0	mm	SW	Spanner:	19,0	mm
d _o	Drill hole diameter:	12,0	mm	T _{inst}	Max setting torque	60,0	Nm
h ₁	Depth of drilled hole:	85,0	mm				
h _{nom}	Setting depth:	77,0	mm				
h _{ef}	Effective anchorage depth:	65,0	mm				
d _f	Diameter of clearance hole in fixture:	14,0	mm				

Figura 1-10: Propiedades pernos de anclaje seleccionados

PRODUCT:
MTH anchor in zinc plated,

CALCULATION METHOD:
This calculation method is based in specific values exclusively for MTH. Any modifications made —this being change of product brand or changes in physical conditions of design— require recalculation of the design

ANCHOR PLATE:
The design program assumes, in accordance with the design code, that the anchor plate does not deform as a result of applied actions. Thus, in accordance with the design code, the anchor plate shall be sufficiently stiff and its design should be carried out according to standards for steel structure ensuring elastic behavior.

INSTALLATION:
All conditions of the European Technical Assessment (ETA) and Index technical publications shall be complied with in all details,

ADDITIONAL PROOFS:
With regard to design of anchorages one shall to be aware of the additional proofs for ensuring the characteristics resistance of the concrete member (structural component) described in the design code.

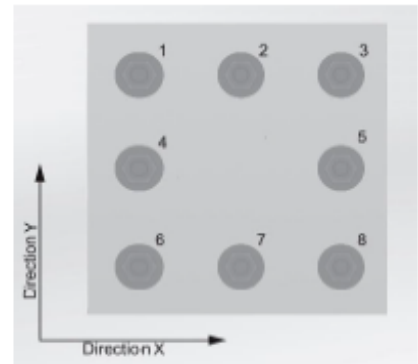


Figura 1-11: Consideraciones método de cálculo

Input Data			
Tension		Bending	
$N_{sd,z}$	0,29 kN	$M_{sd,x}$	0,24 kN·m
		$M_{sd,y}$	4,53 kN·m
Shear		Torsion	
$V_{sd,x}$	2,08 kN	$M_{sd,z}$	0,00 kN·m
$V_{sd,y}$	0,00 kN		
Edges		Reinforcement	
C_{xp}	∞ mm	Diameter	11 mm
C_{xn}	∞ mm	Distance rebars	200 mm
C_{yp}	∞ mm	Distance stirrups	200 mm
C_{yn}	∞ mm	Edge reinforcement	No
Design standard		Reinforcement to resist splitting and to limit crack	No
EN 1992-1			

Figura 1-12: Datos de entrada

Calculated design loads on anchor(s)				
Anchor	Tension force [kN]	Shear force [kN]	Shear force (x) [kN]	Shear force (y) [kN]
1	2,51	0,26	0,26	0,00
2	1,24	0,26	0,26	0,00
3	0,00	0,26	0,26	0,00
4	2,48	0,26	0,26	0,00
5	0,00	0,26	0,26	0,00
6	2,45	0,26	0,26	0,00
7	1,18	0,26	0,26	0,00
8	0,00	0,26	0,26	0,00
Resultant tension force:		9,86	[kN]	
Resultant compression force:		9,57	[kN]	
Resultant shear force:		2,08	[kN]	
Calculation of Utilizations according to: EN 1992-4				
(β is the ratio between design load and design resistance)				

Figura 1-13: Cargas obtenidas en cada perno

Se incluyen a continuación los resultados obtenidos por tipo de carga

a) Cargas de tracción

Calculation of Utilisations - Tension loads

Tension - Steel Failure

$N_{Rk,s}$ [kN]	$Y_{Rk,s}$ [-]	$N_{Ed,s}$ [kN]	Anchor	N_{Ed} [kN]	$\beta_{Rk,s}$ [%]
33,30	1,40	23,79	1	2,51	10,5%
			2	1,24	5,2%
			3	0,00	0,0%
			4	2,48	10,4%
			5	0,00	0,0%
			6	2,45	10,3%
			7	1,18	5,0%
			8	0,00	0,0%

The steel failure verification is performed for all forces active on anchors including compression. It is suggested to verify the buckling of the anchor and the punching of concrete slab separately, since they are not accounted in the verifications. When loaded by compression load, the fastener should be designed as a steel element according to EN 1993-1-8.

Tension - Pull Out Failure

Pull Out failure is not decisive.

Tension - Concrete Cone Failure

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ed,N} \cdot \psi_{c,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{H,N}$$

h_{ef} [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,yd}$ [N/mm ²]	Y_{Hc} [-]
65,0	195	98	20	1,5

The anchors are divided into 5 groups

Group No.	Anchor	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	h_{ef} [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	c_{ed} [mm]	c_{1x} [mm]	c_{1y} [mm]	c_{sy} [mm]
1	[1]	25,78	38,025	38,025	65,0	195	98	6,000	6,500	6,500	6,000
2	[2]	25,78	38,025	38,025	65,0	195	98	6,250	6,250	6,500	6,000
3	[4]	25,78	38,025	38,025	65,0	195	98	6,000	6,500	6,250	6,250
4	[6]	25,78	38,025	38,025	65,0	195	98	6,000	6,500	6,000	6,500

5	[7]	25,78	38,025	38,025	65,0	195	98	6,250	6,250	6,000	6,500
---	-----	-------	--------	--------	------	-----	----	-------	-------	-------	-------

Group No.	Anchor	$\psi_{s,N}$ [-]	$\psi_{re,N}$ [-]	$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	$\psi_{ec,N}$ [-]	$\psi_{M,N}$ [-]	$N_{Rk,c}$ [kN]	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{sd} [kN]	$\beta_{N,c}$ [%]
1	[1]	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	17,19	2,51	14,6%
2	[2]	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	17,19	1,24	7,2%
3	[4]	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	17,19	2,48	14,4%
4	[6]	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	17,19	2,45	14,3%
5	[7]	1,000	1,000	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	17,19	1,18	6,9%

Tension - Splitting Failure

As smallest edge distance exceeds $1,2 \times C_{cr,sp}$ and the thickness of concrete exceeds h_{min} , it is assumed, acc. to EC2-4 section 7.2.1.7.b.1, that splitting failure will not occur,

Figura 1-14: Cargas de tracción

b) Cargas cortantes

Calculation of Utilisations - Shear loads

Shear - Steel Failure Without Lever Arm

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7 [-]	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms} [-]	$V_{Rd,s}$ [kN]
20,60	1,00	20,60	1,25	16,48

	1	2	3	4	5	6	7	8
V_{sd} [kN]	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
$\beta_{v,c}$ [%]	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%

$V_{Rk,s}$ calculated acc. EN-1992-4: Eq.7.35

Shear - Steel Failure With Lever Arm

No lever arm has been applied

Shear - Pryout Failure(NRk,c)

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V,cp} \cdot \psi_{M,N}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c}$$

h_{ef} [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$C_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	k_8 [-]	γ_{Mc} [-]
65.0	195	98	20	2.00	1.5

The anchors are divided into 8 groups

Group No.	Anchor	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$\Psi_{s,N}$ [-]	$\Psi_{re,N}$ [-]	C_{-x} [mm]	C_{+x} [mm]	C_{-y} [mm]	C_{+y} [mm]
1	[1]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,000	6,500	6,500	6,000
2	[2]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,250	6,250	6,500	6,000
3	[3]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,500	6,000	6,500	6,000
4	[4]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,000	6,500	6,250	6,250
5	[5]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,500	6,000	6,250	6,250
6	[6]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,000	6,500	6,000	6,500
7	[7]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,250	6,250	6,000	6,500
8	[8]	25,78	38,025	38,025	1,000	1,000	6,500	6,000	6,000	6,500

Group No.	Anchor	$e_{N,x}$ [mm]	$e_{N,y}$ [mm]	$\Psi_{ec,N}$ [-]	$\Psi_{M,N}$ [-]	$N_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,cp}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{sd} [kN]	$\beta_{V,cp}$ [%]
1	[1]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%
2	[2]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%
3	[3]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%
4	[4]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%
5	[5]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%
6	[6]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%
7	[7]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%
8	[8]	0,0	0,0	1,000	1,000	25,78	51,56	34,37	0,26	0,8%

Shear - Concrete Edge Failure

As all edges are greater than 10 hef and 60 d, the proof for concrete edge failure is omitted,

Figura 1-15: Cargas cortantes

c) Cargas combinadas

Combined tension and shear

	Anchor	Tension (β_N)	Shear (β_V)	Condition	Utilisation	Status
Steel	1	10,5%	1,6%	$\beta = \beta_N^2 + \beta_V^2$	1,1%	✓
Concrete	1	14,6%	0,8%	$\beta = (\beta_N^{1.5} + \beta_V^{1.5})$	5,6%	✓

Anchor	$\beta_{N,s}$	$\beta_{N,p}$	$\beta_{N,comb}$	$\beta_{N,c}$	$\beta_{N,sp}$	$\beta_{V,s}$	$\beta_{V,sla}$	$\beta_{V,cp}$	$\beta_{V,c}$	$\beta_{N,s,max}$	$\beta_{V,s,max}$	$\beta_{N,c,max,E}$	$\beta_{V,c,max,E}$	$\beta_{comb,s,E}$	$\beta_{comb,c,E}$
1	10,5%	0,0%	0,0%	14,6%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	10,5%	1,6%	14,6%	0,8%	1,1%	5,6%
2	5,2%	0,0%	0,0%	7,2%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	5,2%	1,6%	7,2%	0,8%	0,3%	2,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	0,1%
4	10,4%	0,0%	0,0%	14,4%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	10,4%	1,6%	14,4%	0,8%	1,1%	5,5%
5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	0,1%
6	10,3%	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	10,3%	1,6%	14,3%	0,8%	1,1%	5,5%
7	5,0%	0,0%	0,0%	6,9%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	5,0%	1,6%	6,9%	0,8%	0,3%	1,9%
8	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	0,8%	0,0%	0,1%

Anchor	$\beta_{N,s}$	$\beta_{N,p}$	$\beta_{N,comb}$	$\beta_{N,c}$	$\beta_{N,sp}$	$\beta_{V,s}$	$\beta_{V,sla}$	$\beta_{V,cp}$	$\beta_{V,c}$	$\beta_{N,s,max}$	$\beta_{V,s,max}$	$\beta_{N,c,max,E}$	$\beta_{V,c,max,E}$	$\beta_{comb,s,E}$	$\beta_{comb,c,E}$
--------	---------------	---------------	------------------	---------------	----------------	---------------	-----------------	----------------	---------------	-------------------	-------------------	---------------------	---------------------	--------------------	--------------------

$\beta_{N,s,max} = \beta_{N,s}$
 $\beta_{V,s,max} = \max(\beta_{V,s}, \beta_{V,sla})$
 $\beta_{N,c,max,E} = \max(\beta_{N,p}, \beta_{N,c}, \beta_{N,sp}, \beta_{N,comb})$
 $\beta_{V,c,max,E} = \max(\beta_{V,cp}, \beta_{V,c})$
 $\beta_{comb,s,E} = \beta_{N,s}^2 + \beta_{V,s}^2$
 $\beta_{comb,c,E} = \min(\beta_{N,c,max,E}^{1.5} + \beta_{V,c,max,E}^{1.5}, (\beta_{N,c,max,E} + \beta_{V,c,max,E}) / 1.2)$

With consideration of related anchors and separation of steel and concrete failure

Figura 1-16: Cargas combinadas

d) Resultados

<p>RESULT</p> <p>Ok. The product meets the design criteria</p>
<p>REMARKS</p> <p>The verification of anchor design cases covered by EN 1992-4 is performed according to the selected Code. The verification of anchor design cases not covered is still based on the selected Code. Further information can be found inside ACP Design Guides. The loads acting on anchors are evaluated according to the theory of elasticity, assuming that the anchor plate does not deform under the design actions. To ensure the validity of this assumption the anchor plate shall be sufficiently stiff. The user must verify this condition, since the base plate stiffness is not automatically calculated by the software. The transfer of loads from anchors into base material must be verified in accordance with EN 1992-4, Annex A. The design method is valid only for clearance hole in the fixture with a diameter not larger than the values given in EN 1992-4, Table 6.1. Partial safety factors are applied according to product ETA and EN 1992-4, please verify according to national regulations and requirements.</p>
<p>IMPORTANT NOTICE</p> <p>The data input to this software, and the relative results, must be checked by the user under the responsibility of an engineer experienced in anchorages and concrete work. This is to ensure there are no errors and all data is complete and accurate and complies with all rules and regulations for the actual conditions and application. The data contained in this software relates only to the product illustrated therein and is based on principles, formulas and safety regulations according to the existing guidelines for anchorages into concrete, together with the knowledge of the manufacturer. The user must comply with these principles. The user is solely responsible for the data entered into the program and any errors or omissions are the responsibility of the user. The user must ensure that the most current version of the program is installed by way of the auto-updating function offered by the manufacturer. The user must update the program when instructed to do so. The aim of the program is to act as a calculation aid and to assist in complying with current regulations and guidelines, without any guarantee of suitability for any specific application.</p>

Figura 1-17: Resultados y observaciones

1.8 CONCLUSIONES

Se ha validado en este informe el diseño y elementos estructurales que constituirán el soporte SOP-PCI-1883 y, por consiguiente, el plano 062-IDG-DW-M-0632 incluido en la Separata B “Planos” de este proyecto de obra

2 VALIDACIÓN ESTRUCTURA DINTEL PARA PENETRACIONES MURO ESTE EDIFICICIO DE TURBINA

2.1 OBJETO

Tal y como se indica en la Separata A “Memoria”, de este proyecto de obra, los pasamuros PNT.T3.P06/07 a realizar en el muro este del Edificio de Turbina para, a su través, pasar conducto de ventilación de 1.267 x 1.267 mm, requieren de la instalación de una estructura metálica dintel para asegurar la integridad del muro.

La estructura está compuesta por perfiles metálicos UPN, de acero al carbono S235 JR o superior, a ambos lados del muro sujetos con varilla roscada de acero 8.8 L a modo de pasadores en el muro Ytong.

2.2 SOFTWARE EMPLEADO

Para la verificación de la solución definida se ha empleado la herramienta “Mathcad”.

2.3 CONSIDERACIONES

El muro este del Edificio de Turbina está fabricado en bloque comercial “Ytong” de espesor 250 mm. De catálogos comerciales se ha obtenido el valor de densidad (550 Kg/m^3) empleado en los cálculos.

Se asume que no existe ningún tipo de efecto arco que lleven las cargas fuera del hueco de la penetración y una resistencia a cortante nula del muro situado sobre el dintel, por lo que el peso que reciben los UPN es el 100% del peso del muro.

2.4 VERIFICACIÓN

$$PE_{\text{bloques}} := 550 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m}^{-3}$$

Peso específico del muro de bloques YTONG

$$h_{\text{faldon}} := 1.20 \cdot \text{m}$$

Altura de la pared sobre el borde superior del hueco que se va a practicar hasta cara inferior de forjado superior

$$e_{\text{pared}} := 25 \cdot \text{cm}$$

Espesor de la pared de bloques YTONG

$$q_{\text{faldon}} := PE_{\text{bloques}} \cdot h_{\text{faldon}} \cdot e_{\text{pared}} = 1.62 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$L_{\text{hueco}} := 1467 \cdot \text{mm}$$

Anchura (luz libre) del hueco que se va a practicar

$$L_{\text{calc}} := 1800 \cdot \text{mm}$$

Longitud del primer al último tornillo (luz de cálculo)

$$L_{\text{upn}} := 1900 \cdot \text{mm}$$

Longitud del perfil a efectos de su peso propio

$$s_{\text{pasadores}} := 300 \cdot \text{mm}$$

Separación entre pasadores

El dintel consiste en dos UPN-200 de acero S235 JR o superior, uno en cada paramento, dispuestos con tornillos M16 8.8 cada 300 mm que sirven como apoyo en los extremos del dintel y para retener los bloques sobre el hueco.

$f_y := 235 \cdot \text{MPa}$ Límite elástico (mínimo) del acero del perfil UPN 200

$h_{\text{upn_200}} := 200 \cdot \text{mm}$ Altura del perfil UPN 200

$PP_{\text{upn_200}} := 25.30 \cdot \text{kgf} \cdot \text{m}^{-1}$ Peso propio del perfil UPN 200

$A_{\text{upn_200}} := 32.2 \cdot \text{cm}^2$ Área del perfil UPN 200

$I_{\text{upn_200}} := 1910 \cdot \text{cm}^4$ Momento de inercia del perfil UPN 200

$W_{\text{upn_200}} := 191 \cdot \text{cm}^3$ Módulo resistente del perfil UPN 200

$e_{\text{web_upn_200}} := 8.5 \cdot \text{mm}$ Espesor del alma del perfil UPN 200

$\gamma_{\text{acc}} := 1.35$ Coeficiente de seguridad aplicable a las acciones

1. Comprobación del perfil UPN a flexión

$$q_{\text{upn_200}} := 2 \cdot PP_{\text{upn_200}} = 0.50 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

CASO DE VIGA BIAPOYADA

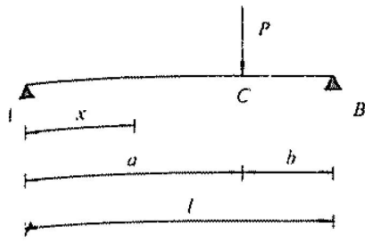
Esfuerzos debidos al peso propio de la viga

$$M_{d_upn} := \frac{\gamma_{\text{acc}}}{8} \cdot q_{\text{upn_200}} \cdot L_{\text{calc}}^2 = 0.27 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

Momento máximo debido a la carga uniformemente distribuida

Esfuerzos debidos al del muro Ytong a traves de los pasadores

$$Q_{\text{pasador}} := \frac{q_{\text{faldon}} \cdot L_{\text{hueco}}}{5} = 0.475 \text{ kN}$$



Momento máximo debido a la cargas puntuales de los pasadores

$$M_{d_pasador_1} := \frac{Q_{pasador} \cdot \frac{L_{calc}}{6}}{L_{calc}} \cdot \left(L_{calc} - \frac{L_{calc}}{2} \right) = 0.07 \cdot m \cdot kN$$

$$M_{d_pasador_2} := \frac{Q_{pasador} \cdot \frac{2L_{calc}}{6}}{L_{calc}} \cdot \left(L_{calc} - \frac{L_{calc}}{2} \right) = 0.14 \cdot m \cdot kN$$

$$M_{d_pasador_3} := \frac{Q_{pasador} \cdot \frac{3L_{calc}}{6}}{L_{calc}} \cdot \left(L_{calc} - \frac{L_{calc}}{2} \right) = 0.21 \cdot m \cdot kN$$

$$M_{d_pasador_4} := \frac{Q_{pasador} \cdot \frac{2L_{calc}}{6}}{L_{calc}} \cdot \left(L_{calc} - \frac{L_{calc}}{2} \right) = 0.14 \cdot m \cdot kN$$

$$M_{d_pasador_5} := \frac{Q_{pasador} \cdot \frac{1L_{calc}}{6}}{L_{calc}} \cdot \left(L_{calc} - \frac{L_{calc}}{2} \right) = 0.07 \cdot m \cdot kN$$

$$M_{d_pasadores} := \gamma_{acc} \left(\sum_{i=1}^5 M_{d_pasador_i} \right) = 0.865 \cdot m \cdot kN$$

$$M_d := M_{d_upn} + M_{d_pasadores} = 1.137 \cdot m \cdot kN$$

$$M_R := 2 \cdot W_{upn_200} \cdot f_y = 89.77 \cdot m \cdot kN$$

$$Ratio_M := \frac{M_d}{M_R} = 0.013$$

$$Check_M := \begin{cases} \text{"Acceptable"} & \text{if } Ratio_M < 1 \\ \text{"No aceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_M = "Acceptable"

2. Comprobación del perfil UPN a cortante

$$V_d := \frac{\gamma_{acc}}{2} \cdot (q_{faldon} \cdot L_{hueco} + q_{upn_200} \cdot L_{upn}) = 2.24 \cdot \text{kN} \quad \text{Cortante máximo}$$

$$A_{cortante} := 2 \cdot (e_{web_upn_200} \cdot h_{upn_200}) = 34 \cdot \text{cm}^2$$

$$\tau_d := \frac{V_d}{A_{cortante}} = 0.66 \text{ MPa}$$

$$\tau_{max} := \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 135.677 \text{ MPa}$$

$$\text{Ratio}_V := \frac{\tau_d}{\tau_{max}} = 0.005$$

$$\text{Check}_V := \begin{cases} \text{"Acceptable"} & \text{if } \text{Ratio}_V < 1 \\ \text{"No acceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_V = "Acceptable"

Tensión de Von Mises (Flexion + Cortante)

De forma conservadora, suponemos que las tensiones tangenciales maximas son concomitantes con las tensiones normales maximas en la misma seccion.

$$\sigma := \frac{M_d}{W_{upn_200}} = 5.95 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqv} := \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau_d^2} = 6.1 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Ratio}_{VM} := \frac{\sigma_{eqv}}{\left(\frac{f_y}{1.05} \right)} = 0.027$$

$$\text{Check}_{VM} := \begin{cases} \text{"Acceptable"} & \text{if } \text{Ratio}_{VM} < 1 \\ \text{"No acceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_{VM} = "Acceptable"

Comprobación de las varillas roscadas (pasadores)

Se dispondrán varillas roscadas separadas horizontalmente 300 mm. centradas en el canto de cada bloque de hormigón celular (a media altura). Varilla de rosca métrica de acero 8.8 galvanizado en caliente con arandela y tuerca en ambos extremos. La varilla se comporta como una viga biapoyada en las dos almas de los dos perfiles UPN 200 que están en ambas caras de la pared de bloques de hormigón.

$$f_{VR} := 800 \cdot \text{MPa}$$

Resistencia mecánica máxima de la varilla de acero 8.8

$$s_{bolt} := 300 \cdot \text{mm} \quad \text{aprox.}$$

Distancia entre varillas dentro de un bloque $L = 62,5 \text{ cm}$
Cabén dos varillas por bloque.

$$\phi_{VR} := 16 \cdot \text{mm}$$

Diámetro nominal de la varilla roscada Ø16

$$\phi_{minVR} := 13.19 \cdot \text{mm}$$

Diámetro mínimo de la varilla roscada Ø16

$$A_{VR} := \pi \cdot \left(\frac{\phi_{minVR}}{2} \right)^2 = 137 \cdot \text{mm}^2$$

Área mínima en la parte roscada

$$I_{\phi 16} := \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_{minVR}}{2} \right)^4 = 0.149 \cdot \text{cm}^4$$

Momento de inercia

$$W_{VR} := \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_{minVR}}{2} \right)^3 = 0.23 \cdot \text{cm}^3$$

Momento estático

1. Comprobación de los pasadores a flexión en el extremo de perfil UPN (apoyo)

$$\text{gap} := 1.5 \cdot \text{mm}$$

Hueco entre el perfil y la pared de bloques (gap)

Distancia entre almas de perfiles UPN 200

$$d_{webs} := 2 \cdot 0.5 \cdot e_{web_upn_200} + e_{pared} + 2 \cdot \text{gap} = 261.5 \cdot \text{mm}$$

$$q'_d := \frac{V_d}{d_{webs}} = 8.56 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$$

Como dos carga puntuales a 1/4 y 3/4

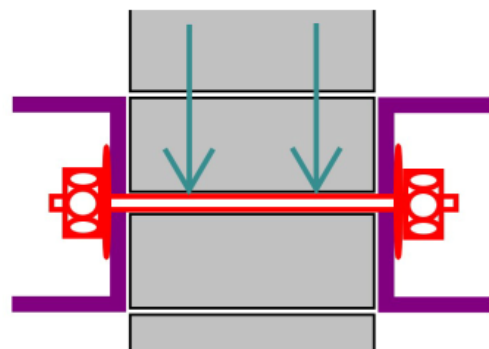
$$M_{punt} := \left(\frac{V_d}{2} \right) \cdot \frac{d_{webs}}{4} = 73.18 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Como carga uniforme en el perno

$$M_{unif} := \frac{1}{8} \cdot q'_d \cdot d_{webs}^2 = 73.18 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$M'_d := \max(M_{unif}, M_{punt}) = 73.18 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$M'_R := W_{VR} \cdot f_{VR} = 180.23 \cdot \text{m} \cdot \text{N}$$



$$\text{Ratio}_{VRf} := \frac{M'_d}{M'_R} = 0.41$$

$$\text{Check}_{VRf} := \begin{cases} \text{"Aceptable"} & \text{if } \text{Ratio}_{VRf} < 1 \\ \text{"No aceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_{VRf} = "Aceptable"

2. Comprobación de la varilla roscada a cortante en el extremo de perfil UPN (apoyo)

$$F_{VR_cortante} := \frac{A_{VR} \cdot f_{VR}}{\sqrt{3}} = 63.11 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Ratio}_{VRc} := \frac{V_d}{F_{VR_cortante}} = 0.035$$

$$\text{Check}_{VRc} := \begin{cases} \text{"Aceptable"} & \text{if } \text{Ratio}_{VRc} < 1 \\ \text{"No aceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_{VRc} = "Aceptable"

3. Tensión de Von Mises (cortante + flexion)

De forma conservadora, supondremos actuante en la misma seccion, la tension normal maxima y la tension tangencial maxima.

$$\sigma := \frac{M'_d}{W_{VR}} = 324.817 \text{ MPa}$$

$$\tau := \frac{V_d}{A_{VR}} = 16.384 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqv} := \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 326.054 \text{ MPa}$$

$$\text{Ratio}_{VMd} := \frac{\sigma_{eqv}}{f_{VR}} = 0.41$$

$$\text{Check}_{VMd} := \begin{cases} \text{"Aceptable"} & \text{if } \text{Ratio}_{VMd} < 1 \\ \text{"No aceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_{VMd} = "Aceptable"

Comprobación de los bloques Ytong donde apoyan los pasadores extremos

1. Comprobación que la carga concentrada no supera la resistencia del material de apoyo de acuerdo a CTE SE-F 5.2.7 Punto 1

$$f_{k_Ytong} := 2.47 \text{ MPa} \quad \gamma_M := 2.7$$

De acuerdo a lo establecido en la Guia Técnica de los Muros YTong (Pág 25)

$$f_{d_Ytong} := \frac{f_{k_Ytong}}{\gamma_M} = 0.915 \text{ MPa}$$

$$A_{\text{carga_concentrada}} := \phi_{VR} \cdot e_{\text{pared}} = 40 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{Ytong} := \frac{V_d}{A_{\text{carga_concentrada}}} = 0.56 \text{ MPa}$$

$$\text{Ratio}_{Ytong} := \frac{\sigma_{Ytong}}{f_{d_Ytong}} = 0.61$$

$$\text{Check}_{Ytong} := \begin{cases} \text{"Aceptable"} & \text{if } \text{Ratio}_{Ytong} < 1 \\ \text{"No aceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_{Ytong} = "Aceptable"

2. Comprobación que la carga de compresion repartida en la longitud eficaz de apoyo no supera la resistencia de la fabrica de bloques Ytong (de acuerdo a CTE SE-F 5.2.7 Punto 4)

$$a := \frac{L_{\text{upn}} - L_{\text{hueco}}}{2} - \frac{L_{\text{upn}} - s_{\text{pasadores}} \cdot 6}{2} - \frac{\phi_{VR}}{2} = 158.5 \text{ mm}$$

$$L_{\text{eff}} := 2a + \phi_{VR} = 0.333 \text{ m}$$

$$A_{\text{eff}} := L_{\text{eff}} \cdot e_{\text{pared}} = 832.5 \text{ cm}^2$$

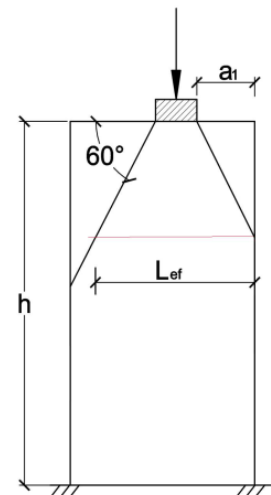
Profundidad de Leff desde apoyo:

$$h_{\text{eff}} := \frac{a}{\tan(30\text{deg})} = 0.275 \text{ m}$$

Carga propia del muro + carga concentrada a la altura de heff

$$h_{Ytong_heff} := h_{\text{faldon}} + h_{\text{eff}} = 1.475 \text{ m}$$

$$\sigma_{Ytong_Leff} := P_{E_{\text{bloques}}} \cdot h_{Ytong_heff} + \frac{V_d}{A_{\text{eff}}} = 0.035 \text{ MPa}$$



$$\text{Ratio}_{\text{Leff}} := \frac{\sigma_{Y_{\text{tong_Leff}}}}{f_{d_Y_{\text{tong}}}} = 0.04$$

$$\text{Check}_{\text{Leff}} := \begin{cases} \text{"Aceptable"} & \text{if } \text{Ratio}_{\text{Leff}} < 1 \\ \text{"No aceptable"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Check_{Leff} = "Aceptable"

2.5 CONCLUSIONES

La estructura definida en el apartado 8.2.3.4.1 de la Memoria de este proyecto de obra queda verificada.

3 VALIDACIÓN DE LA RED DE CONDUCTOS DISEÑADA

3.1 OBJETO

La modificación del Sistema HVAC del Edificio de Turbina descrito en este proyecto de obra se ha validado con el objeto de verificar que las unidades de extracción y filtración HVE-VTL-122A/B y la red de conductos están correctamente dimensionados para:

- Garantizar que el aire extraído de los diferentes recintos del Edificio de Turbina sea filtrado por las unidades de extracción y filtración VTL-HVE-122A/B y expulsado al exterior, venciendo la pérdida de carga inherente a la red de conductos diseñada, así como a la pérdida de carga máxima, situación más desfavorable, del conjunto de prefiltros y filtros HEPA que disponen las unidades.
- Garantizar la depresión mínima respecto al exterior que indica el Documento 062-EF-EN-002 "Manual de Requisitos. Fase 1 Desmantelamiento C.N. Santa María de Garoña ", en su revisión 1 en el Edificio de Turbina. Esta depresión mínima son 0,25 mm c.a. (2,45 Pa).
- Todos los compartimentos del Edificio de Turbina se clasifican radiológicamente como áreas C1, de acuerdo con ISO 17873:2004 "Nuclear Facilities-Criteria for the design and operation of ventilations systems for nuclear installations other than nuclear reactors". Pese a que la citada norma no indica un requisito de número de renovaciones/hora para recintos C1 que no sean vestuarios o áreas de cambio, se considera que se deben mantener en al menos 1 renovación/hora en el Edificio de Turbina.
- Asimismo, el sistema debe garantizar un confort acústico del edificio. Para ello, las velocidades del aire en los conductos deben ser inferiores a los límites marcados (< 12.5 m/s para locales industriales según Carrier, Manual de Aire Acondicionado, Ed. Marcombo, 2009).

3.2 SOFTWARE EMPLEADO

Para la simulación dinámica del aire en la red de conductos diseñada se ha utilizado el software AFT Arrow 9.0.

3.3 CONSIDERACIONES

- Empleando planos de disposición general de Nuclenor, se ha determinado de forma conservadora el volumen del Edificio de Turbina, considerando 95.990 m³.
- Pese a que existen cubículos que disponen de puertas de sectorización, se ha considerado el Edificio de Turbina como un único recinto con el volumen indicado anteriormente.
- Para el diseño de la nueva red de conductos se ha atendido a focalizar la extracción en áreas en las cuales se van a realizar trabajos de desmantelamiento.
- Para el diseño de la nueva red de conductos se han tenido presentes las restricciones físicas existentes en planta.
- Prácticamente todo el conducto de extracción de la unidad VTL-HVE-122B es el existente, o una réplica de él en el caso de que algún tramo tuviera que ser sustituido.
- Las unidades de extracción y filtración VTL-HVE-122A/B han sido adquiridas y son punto de partida de este proyecto. Como principales características tienen:
 - Su caudal nominal es de 90.000 m³/h, pero disponen de variadores de frecuencia, pudiendo funcionar a un caudal mínimo de 45.000 m³/h.
 - Su presión estática es de 137 mm.c.a. mientras que su presión dinámica es de 10,1 mm.c.a.
 - Se considera, basado en Documento 062-EF-EN-002 “Manual de Requisitos. Fase 1 Desmantelamiento C.N. Santa María de Garoña”, una pérdida de carga máxima de 90 mm.c.a. para el conjunto de prefiltros y filtros que disponen las unidades.
- Se ha tenido presente (ver plano 062-IDG-DW-M-0680 de la Separata B “Planos”) el ventilador de refuerzo VTL-HVT-2 que dispone la red de extracción existente. Este ventilador axial (Informe 062-IDG-IF-R-020 Rev. 0 “Guía Sistemas HVAC Fase 1 Desmantelamiento CNSMG”) dispone de un caudal de diseño de 20.740 m³/h. Sin embargo, con un criterio más conservador y realista, se ha considerado el caudal de diseño que muestra la curva característica de funcionamiento del equipo, indicada en el informe de Nuclenor 109-224 Rev. 0 “HVAC. Edificio de Turbinas”.

- Se ha considerado la operativa prevista de descarga a la atmosfera de ambas unidades de extracción y filtración, por lo que el punto J99 del modelo, se mantiene a una presión de 94.492 Pa, presión atmosférica considerada en la Central Nuclear de Santa María de Garoña dada la altitud a la que se encuentra la instalación.
- El sistema de suministro de aire exterior al Edificio de Turbina no se va a modificar, disponiendo éste de dos ventiladores VTL-HVS-1A/B redundantes (sólo uno de ellos en funcionamiento) con un caudal nominal de 99.025 m³/h. Con un criterio muy conservador va a considerarse este caudal de funcionamiento de los ventiladores de suministro.
- Teniendo en cuenta que el caudal nominal de los ventiladores VTL-HVE-122A/B de extracción es de 90.000 m³/h y que estos van a estar en funcionamiento simultáneo, caudal nominal de extracción total 180.000 m³/h, se ha considerado que en todos los puntos del Edificio de Turbina se alcanza una depresión de 0,25 mm c.a. (2,45 Pa). Este ambiente se ha representado en el modelo con varios elementos de tipo 'tanque' a presión constante (J1/ J501/J503/J513/J522/J525/J538/540).
- Como se ha comentado anteriormente, los motores de los ventiladores de las unidades de extracción y filtración VTL-HVE-122A/B disponen de variadores de frecuencia, pudiendo aportar, como mínimo un caudal de 45.000 m³/h. Para poder tener en todo momento una depresión mínima de 0,25 mm. c.a. en el Edificio de Turbina tal y como se ha expuesto en la consideración anterior, se ha determinado en este informe el mínimo caudal de extracción que debe mantenerse.
- No se han incluido las variaciones de temperatura en la evaluación, se ha considerado el aire ambiente a temperatura uniforme de 25°C.
- Para considerar la pérdida de carga en conductos rectos, se ha adoptado un valor de rugosidad de la superficie de los conductos de 0,09 mm para acero galvanizado, de acuerdo con lo que indica Carrier, Manual de Aire Acondicionado, Ed. Marcombo, 2009.
- Para considerar la pérdida de carga en conductos rectos, se ha adoptado un valor de rugosidad de la superficie de los conductos de 0,03 mm para aluminio, de acuerdo con lo que indica Carrier, Manual de Aire Acondicionado, Ed. Marcombo, 2009.
- Las compuertas de regulación en los conductos se introducen en el modelo como compuertas de lamas abiertas, desplazando la pérdida de carga para la regulación del caudal a los elementos terminales.
- En el caso de los filtros de las unidades VTL-HVE-122A/B, tal y como se ha comentado anteriormente, se ha considerado una pérdida de carga máxima de 90 mm.c.a. para el conjunto de prefiltros y filtros de acuerdo con el Manual de Requisitos. Con este valor se han generado curvas cuadráticas donde el caudal de diseño corresponde con la máxima pérdida de carga del conjunto (J94/J194).

- Como norma general, se han utilizado los elementos y la base de datos que incluye el programa AFT Arrow-9.0 para modelizar las pérdidas de carga en codos y piezas especiales de la red. Sin embargo, hay casos particulares:
 - En algún caso en el que el programa no contenga la pieza especial, o no sea posible definirla, se han adoptado los valores que indica el documento de referencia de Crane, “Technical Paper n. 410, Flow of fluids through valves, fittings and pipes” (2010)”. Este es el caso de los puntos J29, J30 y J541/J542/J543/J544/J545/J546/547.
 - En otros casos, se ha introducido un valor conservador. Este es el caso de los cambios de sección de los conductos rectangulares (J506/507/508/509/510/519/520/521/531/533/534/535/536/537) en los que se ha adoptado $K=1$.
 - En elementos de tipo “válvula sin control” como J3 a J22/J502/J504/J505/J514/J515/J525/J538/J541 a J547, se ha introducido un factor de pérdida k que tenga en cuenta cierto balanceo de caudales mediante el método prueba-error.
 - En virtud de no deformar el esquema se incluyen pérdidas de carga en codos en tramos de conductos y se diferencian con el símbolo “&” junto a la nomenclatura del tramo.
- En el esquema del modelo, las tuberías ficticias de longitud nula se diferencian con la letra “C” junto a la nomenclatura del tramo, con grafismos en gris claro y espesor bajo. Los conductos se representan con líneas gruesas y colores según el plano.
- En algún caso donde se han introducido en el modelo juntas en T, se ha adoptado un modelo sin pérdidas, al ser la geometría de la junta más compleja que la implementada en el programa.

3.4 CÁLCULO SECCIONES DE CONDUCTOS

Previamente a validar el modelo con el software y verificar el correcto dimensionamiento del sistema, se han determinado de forma teórica las secciones de los nuevos conductos a instalar.

3.4.1 DATOS DE PARTIDA Y CONSIDERACIONES PARTICULARES

- La distribución de rejillas en los nuevos conductos a instalar se basa en criterios de focalizar la extracción en áreas de trabajos de desmantelamiento. En el caso de la Planta de Operación de Turbina se ha considerado focalizar la extracción, aproximadamente 2/3 de la capacidad existente, en el conducto ubicado al norte de dicha área. El motivo ha sido por la proximidad del actual SAS de Corte, el cual se considera el principal recinto que, en un futuro se conectará al Sistema HVAC del Edificio de Turbina. Para cumplir con esta condición, se han dimensionado las rejillas del conducto de la POT.

Asimismo, también se ha tenido presente que cada ramal disponga rejillas de igual caudal y dimensiones, con el objeto de que las pérdidas de carga en cada tramo se encuentren homogéneamente distribuidas.

- En el caso del ramal de extracción de la unidad de extracción y filtración VTL-HVE-122B, la distribución y dimensiones de rejillas existente es:
 - Zona “Calentadores de Alta”: 7 rejillas 915 x 760
 - Zona “Eyectores”: 1 rejilla 300 x 1000 + 1 rejilla 700 x 600
 - Zona “Bombas de Vacío Condensador”: 1 rejilla 600 x 600
 - Zona “Tanques de Regeneración”: 1 rejilla 430 x 430
 - Zona “Desmineralizadores del Condemín”: 2 rejillas 450 x 450
 - Zona “Filtros de Condensado”: 1 rejillas 600 x 400
- En este ramal, va a instalarse un nuevo conducto y dos nuevas rejillas en la zona de “Calentadores de Baja”, de dimensiones 500 x 450.
- Las unidades VTL-HVE-122A/B funcionando a su caudal nominal, 90.000 m³/h.
- Por lo tanto, y a efectos del cálculo de la sección de conductos, en el caso del ramal de extracción de la unidad VTL-HVE-122A de la POT, se han considerado los valores teóricos de 52.200 m³/h de extracción del conducto ubicado al norte frente a 37.800 m³/h para el conducto ubicado en el área este/sur.
- En el caso del ramal de extracción de la unidad VTL-HVE-122B, se ha distribuido el caudal de extracción entre los elementos existentes de la instalación. Esto significa que los nuevos caudales en los diferentes tramos deberán verificar las características de las rejillas, no provocar aumentos significativos de pérdidas de carga por rozamiento en conductos, no generar altas velocidades de aire que provoquen ruidos excesivos, etc.
- Como se mencionó anteriormente, se considera el Edificio de Turbina como un bloque entero e intercomunicado, por lo que localmente cada zona mantendrá su condición de presión actual.
- La distribución de caudal se realiza tomando el caudal máximo que puede manejar una rejilla de las dimensiones mencionadas anteriormente, a una velocidad de paso de aire de 5 m/s (Carrier, Manual de Aire Acondicionado, Ed. Marcombo, 2009).

Aplicando las consideraciones indicadas, los datos de partida para el cálculo de la sección de cada tramo de conductos es su caudal teórico y la velocidad de circulación del aire.

3.4.2 DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

Debido al reemplazo de los equipos de extracción existentes y al aumento del caudal de diseño, es necesario redistribuir los caudales dentro de la instalación actual. Debido a que en el proyecto original no se indica el caudal parcial por rejilla o por ramal se debe adoptar un criterio que garantice el funcionamiento de la instalación. Se observa in situ un tipo de rejilla de retícula y algunas posiciones cerradas con tapas ciegas.

Como se mencionó en las consideraciones generales, para calcular el caudal máximo que puede extraer cada rejilla se estima una velocidad de paso máxima inferior a 5 m/s, y, además, no superar una velocidad de 12,5 m/s en los conductos interiores del edificio.

A su vez, se verifica que se mantiene el orden de magnitud de los caudales indicados en el Informe de Nuclenor 109-224 Rev. 0. "HVAC. Edificio de Turbinas", única referencia que se ha encontrado con medidas reales del sistema HVAC del Edificio de Turbina.

Tabla 3-1: Caudales asignados a ramales conducto existente			
	Dimensiones Rejillas (mm x mm)	Caudal máximo (m³/h)	Caudal Adoptado (m³/h)
Calentadores de Baja	450x500	3.000	3.000
	450x500	3.000	3.000
Calentadores de Alta	7 x 915x760	7 x 9.000	7 x 8.800
Filtros de condensado	600x400	3.370	3.000
Desmineralización de condensado	450x450	2.500	2.100
	450x450	2.500	2.100
Tanques de regeneración	430x430	2.500	2.500
Bomba vacío condensador	600x600	4.500	4.500
Eyectores	300x1000	3.890	3.500
	700x600	5.440	3.800

3.4.3 MÉTODO EMPLEADO DIMENSIONAMIENTO CONDUCTOS

Para el dimensionamiento de conductos en los ramales nuevos se utiliza el método ASHRAE de pérdida de carga unitaria constante. Debido a que la presión de los ventiladores de las unidades de extracción y filtración es un dato de partida, es necesario tener en consideración que la pérdida de carga unitaria objetivo fijado por el procedimiento debe tener relación con la capacidad disponible del equipo.

Para determinar el valor se debe aproximar todas las pérdidas de cargas intercaladas en la red de conductos, dejando solo como incógnita en la ecuación la pérdida de carga debido al rozamiento en los conductos. Para esta aproximación se utiliza el método de longitud equivalente desarrollado en Carrier, Manual de Aire Acondicionado, Ed. Marcombo 2009.

La longitud equivalente se determina multiplicando la longitud real de los conductos medidos en su eje por un coeficiente “k” que representa todas las pérdidas no puntuales de piezas especiales como codos, transformaciones de sección, pantalones o curvas. En este caso, la longitud del tramo más desfavorable (distancia aproximada entre el final del conducto en la POT y el punto de descarga al exterior) es 130 metros y el coeficiente “k” es 2, entonces la longitud equivalente de la aproximación es 260 metros.

Se estima la pérdida de carga de elementos puntuales como filtros de la unidad (90 mm c.a.), rejillas de extracción y de descarga de aire (5 mm c.a. cada una), plenums colectores (5 mm c.a.) y conexión a equipos mediante compuertas (3 mm c.a.) en un total de 108 mm c.a. Se considera un margen del 10% para redondeo, desviaciones y seguridad debido a cambios de sección por existencias o elementos no previstos en este precálculo.

Finalmente se fija la pérdida de carga constante unitaria objetivo como el resultado de dividir la pérdida de carga por rozamiento disponible con la longitud equivalente.

$$\Delta P_{\text{unitario}} = \frac{\Delta P_{\text{disponible}}}{L_{\text{equivalente}}} = \frac{(137 \text{ mmca}) \cdot 90\% - 108 \text{ mmca}}{260 \text{ m}} = 0,05 \frac{\text{mm c. a.}}{\text{m}} = 0,5 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

Una vez determinada la pérdida de carga unitaria constante objetivo para la red de conductos se procede a aplicar el método ASHRAE mediante la gráfica de fricción para conductos redondos y de chapa.

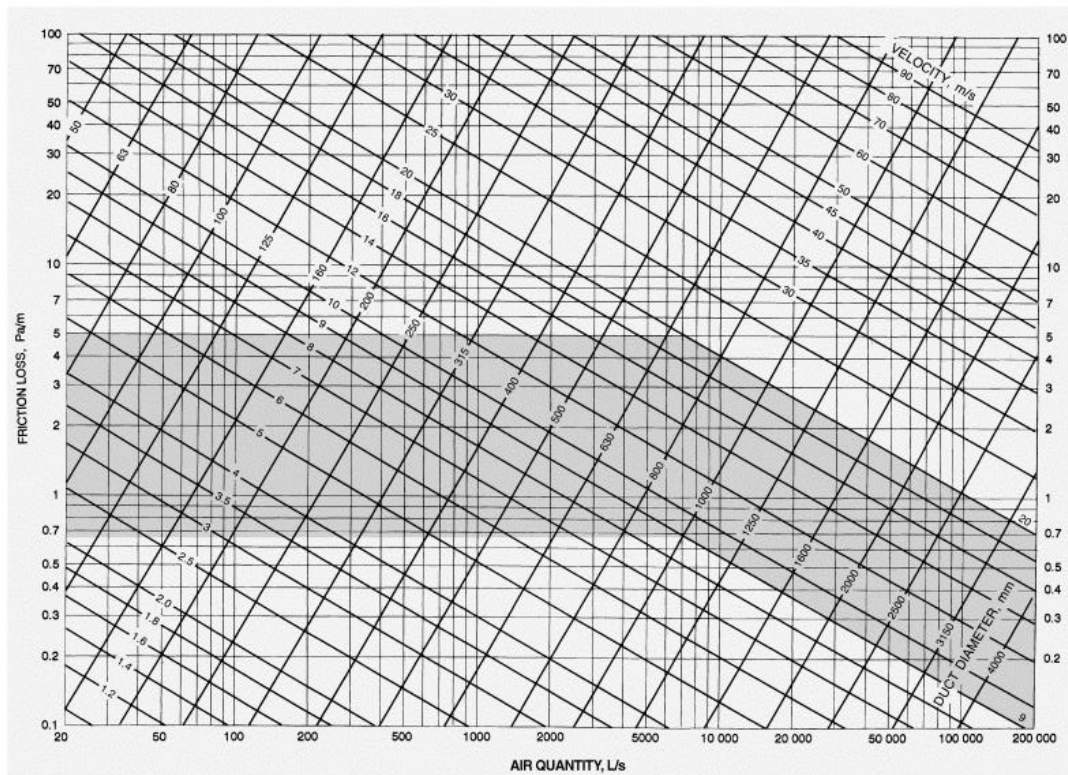


Figura 3-1: Gráfica de fricción para conductos circulares de chapa galvanizada.

Entrando en la gráfica con el caudal de aire del tramo en l/s y buscando la intersección con la pérdida de carga unitaria objetivo en Pa/m se obtiene el diámetro del conducto redondo y la velocidad de transporte de aire.

3.4.4 OBTENCIÓN SECCIONES

Una vez obtenidos el diámetro “D” mediante la gráfica de fricción y fijada una dimensión “a” del conducto rectangular, se obtiene la dimensión restante “b” mediante la siguiente ecuación:

$$b = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot a}$$

3.4.4.1 Ramal Unidad de Extracción y Filtración HVE-VTL-122A

Según el procedimiento explicado en el apartado 3.4.3 se indican los caudales, velocidades y secciones de los conductos. Cabe aclarar que por cuestiones de existencias algunos tramos tienen las dimensiones que las interferencias permiten, siendo penalizada la pérdida de carga en dicho segmento. También se redondean las dimensiones a valores enteros, facilitando la fabricación y ejecución en obra.

Para su seguimiento, se separa este ramal en conducto norte POT y conducto este-sur, manteniendo los códigos empleados en la simulación.

Ramal Norte POT

Tabla 3-2: Sección conducto norte POT de ramal unidad de extracción y filtración HVE-VTL-122A						
TRAMO	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	D (mm)	Pérdida de Carga (mm c.a/m)	B (mm)	A (mm)
P42/43	6.525,00	6	620	0,05	550	549
P44	13.050,00	6,9	818	0,05	700	751
P45	19.575,00	7,63	953	0,05	750	950
P47	26.100,00	8,05	1071	0,05	750	1201
P48	32.625,00	8,63	1157	0,05	750	1400
P49	39.150,00	9,05	1237	0,05	750	1602
P50/51	45.675,00	9,4	1311	0,05	750	1800
P53	52.200,00	10,1	1359	0,05	750	1916
P95	90.000,00	15,57	1430	0,12	1267	1267
UTA	90.000,00	1,561	4517	0,00	4400	3640

Ramal Este-Sur POT

Tabla 3-3: Sección conducto este-sur POT de ramal unidad de extracción y filtración HVE-VTL-122A						
TRAMO	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	D (mm)	Pérdida de Carga (mm c.a/m)	B (mm)	A (mm)
P54/55	3.150,00	4,85	479	0,05	450	401
P56	6.300,00	5,8	620	0,05	550	549
P57	9.450,00	6,25	731	0,05	700	600
P59	12.600,00	6,67	818	0,05	700	750

Tabla 3-3: Sección conducto este-sur POT de ramal unidad de extracción y filtración HVE-VTL-122A						
TRAMO	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	D (mm)	Pérdida de Carga (mm c.a./m)	B (mm)	A (mm)
P60	15.750,00	7,8	845	0,05	700	800
P61	18.900,00	7,37	953	0,05	750	950
P62/63	22.050,00	7,78	1001	0,05	750	1050
P64	25.200,00	7,79	1070	0,05	750	1198
P66	28.350,00	8,07	1115	0,05	750	1301
P67	31.500,00	8,33	1157	0,05	750	1401
P68	34.650,00	8,85	1177	0,05	750	1450
P69	37.800,00	9,03	1217	0,05	750	1550
P95	90.000,00	15,57	1430	0,12	1267	1267
UTA	90.000,00	1,561	4517	0,00	4400	3640

3.4.4.2 Ramal Unidad de Extracción y Filtración HVE-VTL-122B

En el caso de esta unidad, gran parte de la instalación existente se mantiene, modificando únicamente el tramo de conexión a la unidad HVE-VLT-122B y agregando un tramo de conducto rectangular que extrae el aire del área de “Calentadores de Baja”.

El tramo de conexión a la unidad se considera 1267 x 1267 ya que éstas son las dimensiones de la compuerta motorizada de entrada a dicho equipo.

En el caso del tramo de “Calentadores de Baja”, se mantiene el criterio establecido en el apartado anterior, estableciendo un valor de pérdida de carga unitario de 0,05 mm.c.a. / m.

Tabla 3-4: Sección conducto ramal unidad de extracción y filtración HVE-VTL-122B						
TRAMO	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	D (mm)	Pérdida de Carga (mm c.a./m)	B (mm)	A (mm)
P541	6.000,00	5,5	621	0,05	550	551

3.4.4.3 Conducto de descarga a la atmosfera de las unidades HVE-VTL-122A/B

Se han dimensionado los conductos de descarga, tanto para el caudal de cada unidad como el total una vez se unen ambas descargas, de acuerdo con:

- Se han tenido presentes las distancias indicadas en la Memoria de este proyecto de obra para la instalación de elementos primarios de medida de caudal y de las sondas isocinéticas de los equipos de monitorización y control de la radiactividad a instalar en el conducto de descarga general.
- Se ajusta el dimensionamiento mediante el diámetro inferior más cercano a la pérdida de carga unitaria objetivo respecto del punto de operación de la gráfica de fricción, a fin de optimizar la sección y, por consiguiente, la longitud, reducir costos y simplificar el montaje.
- Se mantienen velocidades aceptables en las salidas de los equipos.

- Se mantiene un diámetro de conducto aceptable para el montaje en obra.

Tabla 3-5: Sección de descarga unidades de extracción y filtración HVE-VTL-122A/B						
TRAMO	Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	D (mm)	Pérdida de Carga (mm c.a/m)	B (mm)	A (mm)
P99	90.000,00	12,42	1601	0,07	n/a	n/a
P100	180.000,00	18,62	1850	0,12	n/a	n/a

3.5 METODOLOGÍA VALIDACIÓN MODELO

3.5.1 ESQUEMA

Mediante los planos de conductos presentados en la Separata B “Planos” de este proyecto de obra, se han determinado las secciones y longitudes de los conductos, elevaciones, codos, compuertas y otros accesorios y se ha trazado el esquema de la red que se muestra a continuación. Asimismo, en estos planos se identifica el material de los conductos.

En lo referente a las secciones de los nuevos conductos, se han determinado tal y como se ha indicado en el apartado anterior.

El modelo se ha validado contemplando dos escenarios diferentes:

- Escenario 1: ambas unidades de extracción y filtración VTL-HVE-122A/B funcionando al caudal nominal, es decir, 90.000 m³/h.
- Escenario 2: la unidad VTL-HVE-122A funcionando a caudal mínimo, 45.000 m³/h, mientras que la unidad VTL-HVE-122B continúa funcionando a caudal nominal, 90.000 m³/h.

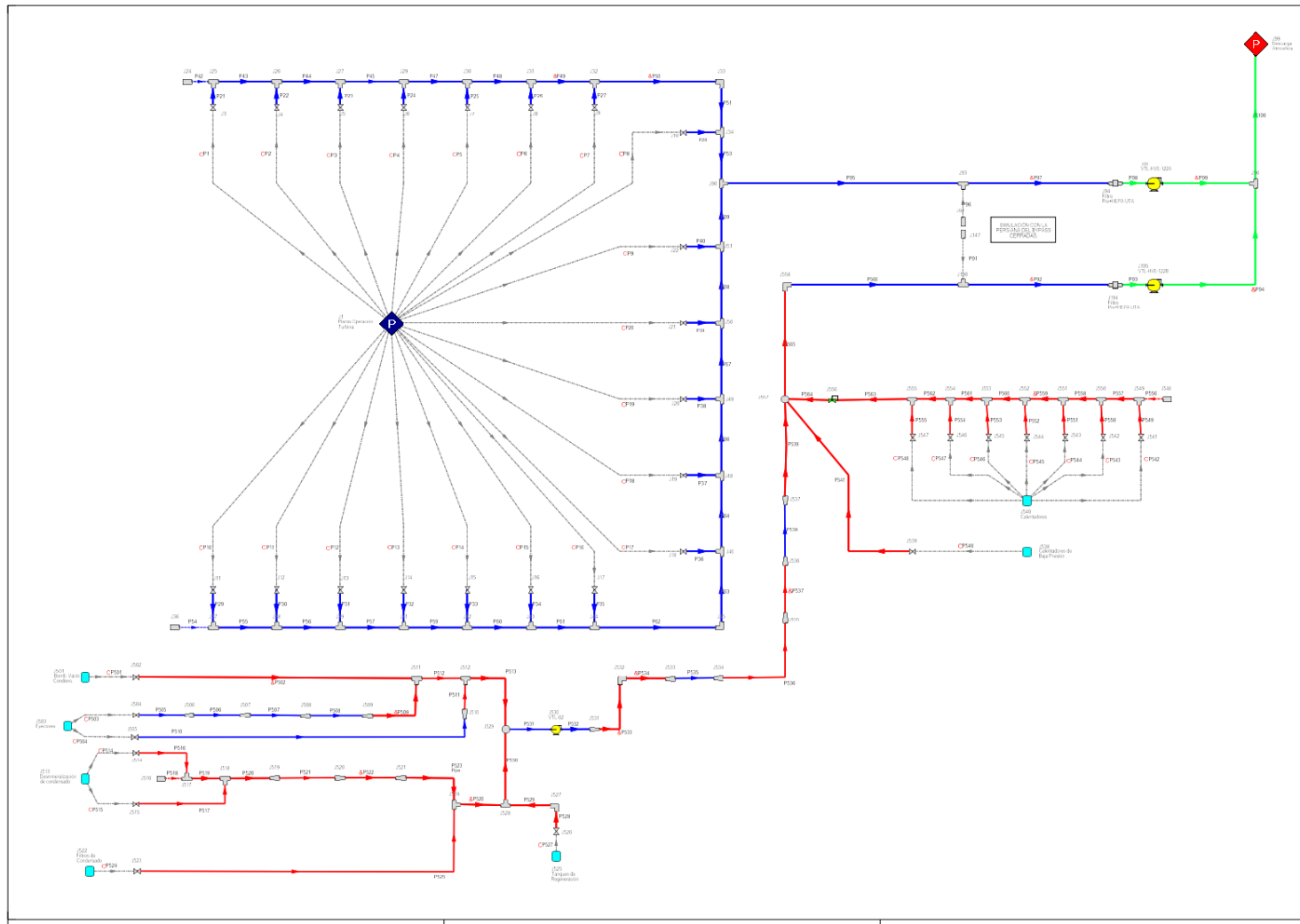


Figura 3-2: Resultados Esquema del modelo

3.5.2 INTRODUCCIÓN DE DATOS

Para cada uno de los elementos identificados en el modelo anterior y, teniendo en cuenta las consideraciones indicadas en el apartado 3.3, se han introducido los datos de entrada conocidos, siendo:

- “Pipes”: elementos para modelizar conductos rectos
- “Pipe fittings & losses”: pérdida de carga en derivaciones y pantalones en la red de conductos. Valores nulos corresponden a tapas ciegas para las rejillas.
- “Area Change Table”: piezas de transición de cambio de sección.
- “Assigned Pressure”: valores absolutos de presiones tanto para la POT como para la atmósfera exterior.
- “Bend Table”: codos de 90º incluidos y visibles en el modelo. (J33/45/527/532/558).
- “Branch Table”: para modelizar plenums.
- “Compressor/Fan Table”: ventiladores de las unidades de extracción y filtración VTL-HVE-122A/B (J95/J195) y ventilador existente de la instalación VTL-HVT-2 (J530).
- “Control valve table”: compuerta de regulación de caudal fijada a un valor determinado (J556).
- “Dead end table”: final de línea de conductos.
- “General component table”: módulos de filtrado de las unidades de extracción. Incluyen ambas etapas, es decir, prefiltros y filtros de alta eficiencia.
- “Tank table”: elementos para modelizar los diferentes recintos del Edificio de Turbina que disponen de rejillas de extracción (J501/J503/J513/J522/J525/J538/J540).
- “Tee or Wye Table”: derivaciones y pantalones en la red de conductos.
- “Valve Table”: elementos para modelizar las rejillas de extracción.

3.5.2.1 Introducción de datos Escenario 1: VTL-HVE-122A/B funcionando a 90.000 m³/h.

Pipes

Pipe	Name	Pipe Defined	Zero-Length Connector	Length	Length Units	Hydraulic Diameter	Hydraulic Diam. Units	Friction Data Set	Roughness	Roughness Units	Junctions (Up,Down)	Geometry	Material	Thermal Boundary	Duct Width	Duct Width Units	Duct Height	Duct Height Units	Special Condition
21	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	3, 25	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
22	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	4, 26	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
23	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	5, 27	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
24	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	6, 29	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
25	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	7, 30	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
26	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	8, 31	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
27	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	9, 32	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
28	Pipe	Yes	No	0,05	meters	669,8276	mm	Unspecified	0,09	mm	10, 34	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	925	mm	525	mm	None
29	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	11, 37	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
30	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	12, 38	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
31	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	13, 39	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
32	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	14, 41	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
33	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	15, 42	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
34	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	16, 43	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
35	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	17, 44	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
36	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	18, 46	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
37	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	19, 48	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
38	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	20, 49	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
39	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	21, 50	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
40	Pipe	Yes	No	0,05	meters	466,3044	mm	Unspecified	0,09	mm	22, 51	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	825	mm	325	mm	None
42	Pipe	Yes	No	0,1	meters	550	mm	Unspecified	0,09	mm	24, 25	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	550	mm	550	mm	None
43	Pipe	Yes	No	6,33	meters	550	mm	Unspecified	0,09	mm	25, 26	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	550	mm	550	mm	None
44	Pipe	Yes	No	6,75	meters	724,138	mm	Unspecified	0,09	mm	26, 27	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	700	mm	None
45	Pipe	Yes	No	6,15	meters	838,2354	mm	Unspecified	0,09	mm	27, 29	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	950	mm	None
47	Pipe	Yes	No	7,35	meters	923,077	mm	Unspecified	0,09	mm	29, 30	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1200	mm	None
48	Pipe	Yes	No	6,75	meters	976,7443	mm	Unspecified	0,09	mm	30, 31	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1400	mm	None
49	Pipe	Yes	No	5,2	meters	1021,277	mm	Unspecified	0,09	mm	31, 32	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1600	mm	None
50	Pipe	Yes	No	5,95	meters	1058,824	mm	Unspecified	0,09	mm	32, 33	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1800	mm	None
51	Pipe	Yes	No	2	meters	1058,824	mm	Unspecified	0,09	mm	33, 34	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1800	mm	None
53	Pipe	Yes	No	3,15	meters	1075,472	mm	Unspecified	0,09	mm	34, 90	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1900	mm	None
54	Pipe	Yes	No	0,1	meters	423,5294	mm	Unspecified	0,09	mm	36, 37	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	450	mm	400	mm	None
55	Pipe	Yes	No	6,45	meters	423,5294	mm	Unspecified	0,09	mm	37, 38	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	450	mm	400	mm	None
56	Pipe	Yes	No	6,75	meters	550	mm	Unspecified	0,09	mm	38, 39	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	550	mm	550	mm	None
57	Pipe	Yes	No	6,15	meters	646,1539	mm	Unspecified	0,09	mm	39, 41	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	700	mm	600	mm	None
59	Pipe	Yes	No	7,35	meters	724,138	mm	Unspecified	0,09	mm	41, 42	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	700	mm	750	mm	None
60	Pipe	Yes	No	6,75	meters	746,6667	mm	Unspecified	0,09	mm	42, 43	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	700	mm	800	mm	None
61	Pipe	Yes	No	6,75	meters	838,2354	mm	Unspecified	0,09	mm	43, 44	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	950	mm	None
62	Pipe	Yes	No	6,75	meters	875,0001	mm	Unspecified	0,09	mm	44, 45	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1050	mm	None
63	Pipe	Yes	No	3,65	meters	875,0001	mm	Unspecified	0,09	mm	45, 46	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1050	mm	None
64	Pipe	Yes	No	5,85	meters	923,077	mm	Unspecified	0,09	mm	46, 48	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1200	mm	None
66	Pipe	Yes	No	7,3	meters	951,2196	mm	Unspecified	0,09	mm	48, 49	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1300	mm	None

Pipe	Name	Pipe Defined	Zero-Length Connector	Length	Length Units	Hydraulic Diameter	Hydraulic Diam. Units	Friction Data Set	Roughness	Roughness Units	Junctions (Up,Down)	Geometry	Material	Thermal Boundary	Duct Width	Duct Width Units	Duct Height	Duct Height Units	Special Condition
67	Pipe	Yes	No	6,75	meters	976,7443	mm	Unspecified	0,09	mm	49, 50	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1400	mm	None
68	Pipe	Yes	No	5,95	meters	988,6364	mm	Unspecified	0,09	mm	50, 51	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1450	mm	None
69	Pipe	Yes	No	6,3	meters	1010,87	mm	Unspecified	0,09	mm	51, 90	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	750	mm	1550	mm	None
91	Pipe	Yes	No	0,44	meters	1267	mm	Unspecified	0,09	mm	147, 100	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1267	mm	1267	mm	None
92	Pipe	Yes	No	4	meters	1267	mm	Unspecified	0,09	mm	100, 194	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1267	mm	1267	mm	None
93	Pipe	Yes	No	5,8	meters	3984,08	mm	Unspecified	0,09	mm	194, 195	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	4400	mm	3640	mm	None
94	Pipe	Yes	No	32,97	meters	1600	mm	Unspecified	0,09	mm	195, 96	Cylindrical Pipe	User Specified	Adiabatic					None
95	Pipe	Yes	No	7,3	meters	1267	mm	Unspecified	0,09	mm	90, 93	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1267	mm	1267	mm	None
96	Pipe	Yes	No	0,4	meters	1267	mm	Unspecified	0,09	mm	92, 93	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1267	mm	1267	mm	None
97	Pipe	Yes	No	7	meters	1267	mm	Unspecified	0,09	mm	93, 94	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1267	mm	1267	mm	None
98	Pipe	Yes	No	5,8	meters	3984,08	mm	Unspecified	0,09	mm	94, 95	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	4400	mm	3640	mm	None
99	Pipe	Yes	No	34,9	meters	1600	mm	Unspecified	0,09	mm	95, 96	Cylindrical Pipe	User Specified	Adiabatic					None
100	Pipe	Yes	No	11,97	meters	1850	mm	Unspecified	0,09	mm	96, 99	Cylindrical Pipe	User Specified	Adiabatic					None
502	Pipe	Yes	No	0,05	meters	600	mm	Unspecified	0,03	mm	502, 511	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	600	mm	600	mm	None
505	Pipe	Yes	No	3,3	meters	610,3937	mm	Unspecified	0,09	mm	504, 506	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	510	mm	None
506	Pipe	Yes	No	2,6	meters	624,64	mm	Unspecified	0,09	mm	506, 507	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	640	mm	610	mm	None
507	Pipe	Yes	No	1,996	meters	555,5358	mm	Unspecified	0,09	mm	507, 508	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	610	mm	510	mm	None
508	Pipe	Yes	No	1,83	meters	610,3937	mm	Unspecified	0,09	mm	508, 509	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	510	mm	None
509	Pipe	Yes	No	2,51	meters	610,3937	mm	Unspecified	0,03	mm	509, 511	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	510	mm	None
510	Pipe	Yes	No	5,9	meters	452,1739	mm	Unspecified	0,09	mm	505, 510	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	520	mm	400	mm	None
511	Pipe	Yes	No	10,675	meters	418,6127	mm	Unspecified	0,03	mm	510, 512	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	510	mm	355	mm	None
512	Pipe	Yes	No	4,25	meters	533,8318	mm	Unspecified	0,03	mm	511, 512	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	560	mm	510	mm	None
513	Pipe	Yes	No	2,08	meters	610,3937	mm	Unspecified	0,03	mm	512, 529	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	510	mm	None
516	Pipe	Yes	No	0,05	meters	450	mm	Unspecified	0,03	mm	514, 517	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	450	mm	450	mm	None
517	Pipe	Yes	No	0,05	meters	450	mm	Unspecified	0,03	mm	515, 518	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	450	mm	450	mm	None
518	Pipe	Yes	No	0,1	meters	321,8588	mm	Unspecified	0,03	mm	516, 517	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	585	mm	222	mm	None
519	Pipe	Yes	No	4,15	meters	321,8588	mm	Unspecified	0,03	mm	517, 518	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	585	mm	222	mm	None
520	Pipe	Yes	No	2,17	meters	441,8617	mm	Unspecified	0,03	mm	518, 519	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	585	mm	355	mm	None
521	Pipe	Yes	No	3,85	meters	441,8617	mm	Unspecified	0,03	mm	519, 520	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	585	mm	355	mm	None
522	Pipe	Yes	No	3,685	meters	335,3797	mm	Unspecified	0,03	mm	520, 521	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1038	mm	200	mm	None
523	Pipe	Yes	No	4,615	meters	441,8617	mm	Unspecified	0,03	mm	521, 524	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	585	mm	355	mm	None
525	Pipe	Yes	No	8,5	meters	441,8617	mm	Unspecified	0,03	mm	523, 524	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	585	mm	355	mm	None
526	Pipe	Yes	No	2,93	meters	441,8617	mm	Unspecified	0,03	mm	524, 528	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	585	mm	355	mm	None
528	Pipe	Yes	No	4,9	meters	320,146	mm	Unspecified	0,09	mm	526, 527	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	430	mm	255	mm	None
529	Pipe	Yes	No	3,54	meters	320,146	mm	Unspecified	0,09	mm	527, 528	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	430	mm	255	mm	None
530	Pipe	Yes	No	2,3	meters	694,8572	mm	Unspecified	0,09	mm	528, 529	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	640	mm	None
531	Pipe	Yes	No	0,2	meters	900,0001	mm	Unspecified	0,09	mm	529, 530	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	900	mm	900	mm	None
532	Pipe	Yes	No	1,195	meters	900,0001	mm	Unspecified	0,09	mm	530, 531	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	900	mm	900	mm	None
533	Pipe	Yes	No	2,58	meters	900,0001	mm	Unspecified	0,03	mm	531, 532	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	900	mm	900	mm	None
534	Pipe	Yes	No	18,91	meters	760	mm	Unspecified	0,03	mm	532, 533	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	760	mm	None
535	Pipe	Yes	No	4,035	meters	760	mm	Unspecified	0,03	mm	533, 534	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	760	mm	None
536	Pipe	Yes	No	4,375	meters	760	mm	Unspecified	0,03	mm	534, 535	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	760	mm	None
537	Pipe	Yes	No	7,86	meters	721,875	mm	Unspecified	0,03	mm	535, 536	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1050	mm	550	mm	None

Pipe	Name	Pipe Defined	Zero-Length Connector	Length	Length Units	Hydraulic Diameter	Hydraulic Diam. Units	Friction Data Set	Roughness	Roughness Units	Junctions (Up,Down)	Geometry	Material	Thermal Boundary	Duct Width	Duct Width Units	Duct Height	Duct Height Units	Special Condition
538	Pipe	Yes	No	7,1	meters	721,875	mm	Unspecified	0,09	mm	536, 537	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1050	mm	550	mm	None
539	Pipe	Yes	No	3,47	meters	760	mm	Unspecified	0,09	mm	537, 557	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	760	mm	760	mm	None
541	Pipe	Yes	No	9,6	meters	500	mm	Unspecified	0,09	mm	568, 557	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	500	mm	500	mm	None
549	Pipe	Yes	No	0,05	meters	830,3284	mm	Unspecified	0,03	mm	541, 549	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	915	mm	760	mm	None
550	Pipe	Yes	No	0,05	meters	830,3284	mm	Unspecified	0,03	mm	542, 550	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	915	mm	760	mm	None
551	Pipe	Yes	No	0,05	meters	830,3284	mm	Unspecified	0,03	mm	543, 551	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	915	mm	760	mm	None
552	Pipe	Yes	No	0,05	meters	830,3284	mm	Unspecified	0,03	mm	544, 552	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	915	mm	760	mm	None
553	Pipe	Yes	No	0,05	meters	830,3284	mm	Unspecified	0,03	mm	545, 553	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	915	mm	760	mm	None
554	Pipe	Yes	No	0,05	meters	830,3284	mm	Unspecified	0,03	mm	546, 554	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	915	mm	760	mm	None
555	Pipe	Yes	No	0,05	meters	830,3284	mm	Unspecified	0,03	mm	547, 555	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	915	mm	760	mm	None
556	Pipe	Yes	No	0,1	meters	579,5	mm	Unspecified	0,03	mm	548, 549	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1220	mm	380	mm	None
557	Pipe	Yes	No	4,15	meters	579,5	mm	Unspecified	0,03	mm	549, 550	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1220	mm	380	mm	None
558	Pipe	Yes	No	3,7	meters	790,8033	mm	Unspecified	0,03	mm	550, 551	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1220	mm	585	mm	None
559	Pipe	Yes	No	6,4	meters	973,5961	mm	Unspecified	0,03	mm	551, 552	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1220	mm	810	mm	None
560	Pipe	Yes	No	4,86	meters	1045,733	mm	Unspecified	0,03	mm	552, 553	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1475	mm	810	mm	None
561	Pipe	Yes	No	5,73	meters	1181,199	mm	Unspecified	0,03	mm	553, 554	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1475	mm	985	mm	None
562	Pipe	Yes	No	5,7	meters	1240,275	mm	Unspecified	0,03	mm	554, 555	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1475	mm	1070	mm	None
563	Pipe	Yes	No	3,46	meters	1304,915	mm	Unspecified	0,03	mm	555, 556	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1475	mm	1170	mm	None
564	Pipe	Yes	No	2	meters	1304,915	mm	Unspecified	0,03	mm	556, 557	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1475	mm	1170	mm	None
565	Pipe	Yes	No	3,5	meters	1324,119	mm	Unspecified	0,09	mm	557, 558	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1525	mm	1170	mm	None
566	Pipe	Yes	No	1,5	meters	1267	mm	Unspecified	0,09	mm	558, 100	Rectangular Duct	User Specified	Adiabatic	1267	mm	1267	mm	None

Pipe fittings & losses

Pipe	Total K	Elbow/Bend Smooth Flanged
49	0,12	1 (0,12)
50	0,12	1 (0,12)
92	0,24	2 (0,24)
94	0,34	2 (0,34)
97	0,24	2 (0,24)
99	0,45	3 (0,45)
502	0,17	1 (0,17)
509	0,24	2 (0,24)
522	0,36	2 (0,36)
526	0,17	1 (0,17)
533	0,41	3 (0,41)
534	0,41	3 (0,41)
537	0,17	1 (0,17)
559	0,34	2 (0,34)

Area Change Table

Area Change	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Type	Geometry	Loss Factor
506	Area Change	Yes	518,4	meters	Custom	Unspecified	1
507	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
508	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
509	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
510	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
519	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
520	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
521	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
531	Area Change	Yes	515,8	meters	Custom	Unspecified	1
533	Area Change	Yes	521,6	meters	Custom	Unspecified	1
534	Area Change	Yes	521,6	meters	Custom	Unspecified	1
535	Area Change	Yes	521,6	meters	Custom	Unspecified	1
536	Area Change	Yes	521,6	meters	Custom	Unspecified	1
537	Area Change	Yes	521,6	meters	Custom	Unspecified	1

Assigned Pressure

Assigned Pressure	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Initial Pressure	Initial Pressure Units	Pressure	Pressure Units	Pressure Type	Temperature	Temperature Units	Balance Energy	Balance Concentration
1	Planta Operación Turbina	Yes	531,9	meters	94489	Pascals	94489	Pascals	Stagnation	25	deg. C	No	No
99	Descarga Atmosfera	Yes	525	meters	94492	Pascals	94492	Pascals	Stagnation	25	deg. C	No	No

Bend Table

Bend	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Type	Angle (Degrees)	R/D	Loss Factor
33	Bend	Yes	531,9	meters	Smooth Bend	90	2	0,144
45	Bend	Yes	531,9	meters	Smooth Bend	90	2	0,144
527	Bend	Yes	515,8	meters	Smooth Bend	90	1,5	0,182
532	Bend	Yes	517	meters	Smooth Bend	90	1,5	0,168
558	Bend	Yes	525	meters	Smooth Bend	90	1,5	0,168

Branch Table

Branch	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Special Condition
529	Plenum	Yes	515,8	meters	None
557	Pleno Montante	Yes	521,6	meters	None

Compressor/Fan Table”

Compressor/ Fan	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Special Condition	Comp./Fan Type	Flow Rate	Flow Rate Units	Current Configuration	Independent Variable	Ind. Variable Units	Dependent Variable	Dep. Variable Units	Comp./Fan Curve Constant a	Comp./Fan Curve Constant b	Comp./Fan Curve Constant c	Comp./Fan Curve Constant d	Comp./Fan Curve Constant e	Runout Flow Rate	Runout Flow Rate Units	Added Press. Type	Speed	Compression Process
95	VTL-HVE-122A	Yes	525	meters	None	Vol. Flow	90000	m3/hr	N/A												Static		Adiabatic
195	VTL-HVE-122B	Yes	525	meters	None	Vol. Flow	90000	m3/hr	N/A												Static		Adiabatic
530	VTL-02	Yes	515,8	meters	None	Comp./Fan Curve				Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Rise	mm H2O std.	15,44524	0,002716964	-7,78274E-08	0	0	30000	m3/hr	Static	100	Adiabatic

Control valve table

Control Valve	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Special Condition	Valve Type	Control Setting	Control Units	Pressure/ Head Type	Inlet Failure Type	Outlet Failure Type	Full Open Loss Type	Full Open Loss	Full Open Xt
556	Control Valve	Yes	521,6	meters	None	FCV	61600	m3/hr	N/A	Fully Open	N/A	None	N/A	N/A

Dead end table

Dead End	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units
24	Dead End	Yes	531,9	meters
36	Dead End	Yes	531,9	meters
92	Dead End	Yes	525	meters
147	Dead End	Yes	525	meters
516	Dead End	Yes	515,8	meters
548	Dead End	Yes	521,6	meters

General component table

General Component	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Special Condition	Loss Model	Loss Value	Independent Variable	Ind. Variable Units	Dependent Variable	Dep. Variable Units	Loss Constant a	Loss Constant b	Loss Constant c	Loss Constant d	Loss Constant e
94	Filtro Pre+HEPA UTA	Yes	525	meters	None	Resistance Curve	Variable	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	4,54747E-13	-0,002222222	1,35803E-07	0	0
194	Filtro Pre+HEPA UTA	Yes	525	meters	None	Resistance Curve	Variable	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-3,41061E-13	-0,01538018	2,82002E-07	0	0

Tank table

Tank	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Pressure	Pressure Units	Temperature	Temperature Units	Balance Energy	Balance Concentration	(Pipe #1) K In, K Out	(Pipe #2) K In, K Out	(Pipe #3) K In, K Out	(Pipe #4) K In, K Out	(Pipe #5) K In, K Out	(Pipe #6) K In, K Out	(Pipe #7) K In, K Out
501	Bomb. Vacío Condens.	Yes	515,8	meters	94489	Pascals	25	deg. C	Yes	No	(P501) 0, 0						
503	Eyectores	Yes	521,7	meters	94489	Pascals	25	deg. C	Yes	No	(P503) 0, 0	(P504) 0, 0					
513	Desmineralización de condensado	Yes	515,8	meters	94489	Pascals	25	deg. C	Yes	No	(P514) 0, 0	(P515) 0, 0					
522	Filtros de Condensado	Yes	515,8	meters	94489	Pascals	25	deg. C	No	No	(P524) 0, 0						
525	Tanques de Regeneración	Yes	515,8	meters	94489	Pascals	25	deg. C	Yes	No	(P527) 0, 0						
538	Calentadores de Baja Presión	Yes	512	meters	94489	Pascals	25	deg. C	Yes	No	(P540) 0, 0	(P568) 0, 0					
540	Calentadores	Yes	521,6	meters	94489	Pascals	25	deg. C	Yes	No	(P542) 0, 0	(P543) 0, 0	(P544) 0, 0	(P545) 0, 0	(P546) 0, 0	(P547) 0, 0	(P548) 0, 0

Tee or Wye Table

Tee or Wye	Name	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Tee/Wye Type	Loss Type	Angle	Pipes A, B, C
25	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	42, 43, 21
26	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	43, 44, 22
27	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	44, 45, 23
29	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	45, 47, 24
30	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	47, 48, 25
31	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	48, 49, 26
32	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	49, 50, 27
34	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	51, 53, 28
37	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	54, 55, 29
38	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	55, 56, 30
39	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	56, 57, 31
41	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	57, 59, 32
42	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	59, 60, 33
43	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	60, 61, 34
44	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	61, 62, 35
46	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	63, 64, 36
48	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	64, 66, 37
49	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	66, 67, 38
50	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	67, 68, 39
51	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	68, 69, 40
90	Tee or Wye	Yes	531,9	meters	Round Straight	Detailed	90	69, 53, 95
93	Tee or Wye	Yes	525	meters	Sharp Straight	Detailed	90	95, 97, 96
96	Tee or Wye	Yes	525	meters	Area Change	Detailed	90	94, 100, 99
100	Tee or Wye	Yes	525	meters	Sharp Straight	Detailed	90	566, 92, 91
511	Tee or Wye	Yes	515,8	meters	Round Straight	Simple (no loss)	90	502, 512, 509
512	Tee or Wye	Yes	515,8	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	513, 511, 512
517	Tee or Wye	Yes	515,8	meters	Round Straight	Simple (no loss)	90	518, 519, 516
518	Tee or Wye	Yes	515,8	meters	Round Straight	Simple (no loss)	90	519, 520, 517
524	Tee or Wye	Yes	515,8	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	525, 523, 526
528	Tee or Wye	Yes	515,8	meters	Round Straight	Simple (no loss)	90	526, 530, 529
549	Tee or Wye	Yes	521,6	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	549, 556, 557
550	Tee or Wye	Yes	521,6	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	550, 557, 558
551	Tee or Wye	Yes	521,6	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	558, 551, 559
552	Tee or Wye	Yes	521,6	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	560, 552, 559
553	Tee or Wye	Yes	521,6	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	553, 560, 561
554	Tee or Wye	Yes	521,6	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	561, 554, 562
555	Tee or Wye	Yes	521,6	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	562, 555, 563
568	Tee or Wye	Yes	512	meters	Sharp Straight	Simple (no loss)	90	541, 567, 569

Valve Table

Valve	Object Defined	Elevation	Elevation Units	Special Condition	Exit Valve	Loss Model	Loss Factor	Percent Open	Open Pct. Data Exists	Independent Variable	Ind. Variable Units	Dependent Variable	Dep. Variable Units	Loss Constant a	Loss Constant b	Loss Constant c	Loss Constant d	Loss Constant e
3	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	0,05		No									
4	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	0,1		No									
5	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	2		No									
6	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	3		No									
7	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	5		No									
8	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	7		No									
9	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	9		No									
10	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	10		No									
11	Yes	531,9	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	1,77636E-15	-1,04083E-17	2,92969E-06	0	0
12	Yes	531,9	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	1,77636E-15	-1,04083E-17	2,92969E-06	0	0
13	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	3		No									
14	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	4		No									
15	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	13		No									
16	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	10		No									
17	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	15		No									
18	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	15		No									
19	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	15		No									
20	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	16		No									
21	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	16		No									
22	Yes	531,9	meters	None	No	K Constant	18		No									
502	Yes	515,8	meters	None	No	K Constant	10,5		No									
504	Yes	521,7	meters	None	No	K Constant	7		No									
505	Yes	521,7	meters	None	No	K Constant	8		No									
514	Yes	515,8	meters	None	No	K Constant	0		No									
515	Yes	515,8	meters	None	No	K Constant	4		No									
523	Yes	515,8	meters	None	No	K Constant	9		No									
526	Yes	515,8	meters	None	No	K Constant	9		No									
539	Yes	512	meters	None	No	K Constant	7		No									
541	Yes	521,6	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-1,06581E-14	6,93889E-18	8,68002E-07	0	0
542	Yes	521,6	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-1,06581E-14	6,93889E-18	8,68002E-07	0	0
543	Yes	521,6	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-1,06581E-14	6,93889E-18	8,68002E-07	0	0
544	Yes	521,6	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-1,06581E-14	6,93889E-18	8,68002E-07	0	0
545	Yes	521,6	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-1,06581E-14	6,93889E-18	8,68002E-07	0	0
546	Yes	521,6	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-1,06581E-14	6,93889E-18	8,68002E-07	0	0
547	Yes	521,6	meters	None	No	Resistance Curve	Variable		No	Vol. Flow Rate	m3/hr	Pressure Loss	Pascals	-1,06581E-14	6,93889E-18	8,68002E-07	0	0
567	Yes	512	meters	None	No	K Constant	7		No									

3.5.2.2 Introducción de datos Escenario 2: VTL-HVE-122A funcionando a 45.000 m³/h y VTL-HVE-122B a 90.000 m³/h

Para este escenario, los inputs son los mismos, excepto que cambia a 45.000 m³/h el caudal de funcionamiento de la unidad VTL-HVE-122A, J95 en tabla “Compressor/Fan Table”.

3.6 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados para cada uno de los elementos calculados por el programa y para cada uno de los escenarios de estudio anteriormente planteados.

3.6.1 RESULTADOS ESCENARIO 1: VTL-HVE-122A/B FUNCIONANDO A 90.000 M³/H.

Compressor/Fan Summary

Empalme	Resultados Diagrama	Nombre	Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol. (m3/hr)	dP Stan. (mm H2O std.)	dP Estática (mm H2O std.)	dH Estático (meters)	Eficiencia General (Percent)	Velocidad (Percent)	Potencia General (kW)	Factor de Comp. Estancamiento (Percent)	BEP Q (m3/hr)	BEP Másico (kg/hr)	% de BEP (Percent)
95	Mostrar	VTL-HVE-122A	27,314	90000	132,99	124,59	113,51	N/D	N/D	32,38	101,4	N/D	N/D	N/D
195	Mostrar	VTL-HVE-122B	27,283	90000	143,67	135,29	123,34	N/D	N/D	34,965	101,5	N/D	N/D	N/D
530	Mostrar	VTL-02	6,392	20853	38,25	38,26	34,62	100	100	2,166	100,4	N/D	N/D	N/D

Valve Summary

Empalme	Tipo de válvula	Flujo de Masa (kg/sec)	dP Estan. (Pascals)	dP Está. (Pascals)	P Estática Entrada (Pascals)	K	Cv	Cv Est.	Estado de la válvula
3	REGULAR	1,7682	0,3	0,3	94483	0,05	N/D	127973	Abierto
4	REGULAR	1,8344	0,6459	0,6459	94483	0,1	N/D	90491	Abierto
5	REGULAR	1,7967	12,3905	12,3913	94483	2	N/D	20236	Abierto
6	REGULAR	2,072	24,7205	24,7226	94481	3	N/D	16524	Abierto
7	REGULAR	2,082	41,5966	41,6003	94481	5	N/D	12801	Abierto
8	REGULAR	2,082	58,2389	58,2441	94481	7	N/D	10820	Abierto
9	REGULAR	2,1279	78,2164	78,2236	94480	9	N/D	9544	Abierto
10	REGULAR	2,3682	107,6451	107,6574	94478	10	N/D	9056	Abierto
11	REGULAR	0,7424	17,1496	17,1502	94486	4,9418	N/D	7108	Abierto
12	REGULAR	0,7427	17,1603	17,1609	94486	4,9418	N/D	7108	Abierto
13	REGULAR	1,0014	18,9388	18,9401	94483	3	N/D	9123	Abierto
14	REGULAR	1,0986	30,3964	30,3989	94481	4	N/D	7901	Abierto
15	REGULAR	0,7819	50,041	50,043	94485	13	N/D	4384	Abierto
16	REGULAR	0,9505	56,8774	56,8808	94483	10	N/D	4998	Abierto
17	REGULAR	0,8532	68,7458	68,7491	94484	15	N/D	4082	Abierto
18	REGULAR	0,9218	80,2418	80,2463	94484	15	N/D	4082	Abierto
19	REGULAR	0,9713	89,0916	89,0972	94483	15	N/D	4082	Abierto
20	REGULAR	1,0006	100,8456	100,8523	94483	16	N/D	3953	Abierto
21	REGULAR	1,0614	113,4866	113,4951	94482	16	N/D	3953	Abierto
22	REGULAR	1,0578	126,8024	126,8119	94482	18	N/D	3727	Abierto
502	REGULAR	1,345	66,338	66,3424	94483	10,5	N/D	6550	Abierto
504	REGULAR	1,081	112,9655	100,3516	94473	7	N/D	4282	Abierto
505	REGULAR	1,1479	110,2968	110,313	94475	8	N/D	4337	Abierto
514	REGULAR	0,84	0	0	94481	0	N/D	N/D	Abierto
515	REGULAR	0,316	4,4079	4,4079	94488	4	N/D	5967	Abierto
523	REGULAR	0,9003	57,3251	59,4677	94483	9	N/D	4631	Abierto
526	REGULAR	0,7624	57,7371	73,2195	94483	9	N/D	3534	Abierto
539	REGULAR	1,0059	51,2943	53,0183	94482	7	N/D	5479	Abierto
541	REGULAR	2,476	56,5128	56,5163	94483	9,84887	N/D	13063	Abierto
542	REGULAR	2,5092	58,0407	58,0443	94483	9,84888	N/D	13063	Abierto
543	REGULAR	2,5421	59,5729	59,5767	94483	9,84889	N/D	13063	Abierto
544	REGULAR	2,7719	70,8306	70,836	94482	9,84898	N/D	13064	Abierto
545	REGULAR	2,8132	72,9554	72,9611	94482	9,84899	N/D	13064	Abierto
546	REGULAR	2,8583	75,3152	75,3214	94481	9,84901	N/D	13064	Abierto
547	REGULAR	2,9098	78,053	78,0596	94481	9,84903	N/D	13064	Abierto
567	REGULAR	1,0059	51,2943	53,0183	94482	7	N/D	5479	Abierto
556	FCV	18,8795	83,7238	83,772	94355	1,54371	N/D	81877	Abierto

Tank Summary

Empalme	Nombre	Type	Presión (Pascals)	Temperatura (deg. C)	Flujo de Masa Net (kg/sec)
501	Bomb. Vacío Condens.	Infinito	94489	25	-1,345
503	Eyectores	Infinito	94489	25	-2,229
513	Desmineralización de condensado	Infinito	94489	25	-1,156
522	Filtros de Condensado	Infinito	94489	25	-0,9003
525	Tanques de Regeneración	Infinito	94489	25	-0,7624
538	Calentadores de Baja Presión	Infinito	94489	25	-2,0118
540	Calentadores	Infinito	94489	25	-18,8806

Pipe Output Table

Tubería	Coefficient e de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/se c)	Vel. Sal (meters/se c)	#Mach En	#Mach # Sal	Longitu d (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascal s)	P Stanc. Sal (Pascal s)	P Estática En (Pascal s)	P Estática Sal (Pascal s)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrad a (deg. C)	T Estan. Salid a (deg. C)	T Estática a En (deg. C)	T Estática a Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estan c. En (kJ/kg)	H Estan c. Sal (kJ/kg)	H Estática a En (Arriba , Abajo) (kJ/kg)	H Estática a Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm 3)	Rho Estática Sal (gram/cm 3)	Modelo de Transfere ncia de Calor
21	1,7682	5762	3,296	3,296	0,00952 1	0,00952 1	0,05	0	94489	94489	94483	94483	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
22	1,8344	5978	3,42	3,42	0,00987 8	0,00987 8	0,05	0,000670 5	94488	94488	94482	94482	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
23	1,7967	5856	3,35	3,35	0,00967 6	0,00967 6	0,05	0,000670 5	94477	94477	94470	94470	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
24	2,072	6754	3,864	3,864	0,01116 1	0,01116 1	0,05	0	94464	94464	94456	94456	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
25	2,082	6788	3,883	3,883	0,01121 6	0,01121 6	0,05	0,000670 5	94447	94447	94439	94439	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
26	2,082	6789	3,884	3,884	0,01121 9	0,01121 9	0,05	0,000670 5	94431	94431	94422	94422	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
27	2,1279	6941	3,97	3,97	0,01146 9	0,01146 9	0,05	0,000670 5	94411	94411	94402	94402	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
28	2,3682	7727	4,42	4,42	0,01276 8	0,01276 8	0,05	0,000670 5	94381	94381	94371	94371	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
29	0,7424	2420	2,507	2,507	0,00724 2	0,00724 2	0,05	0,000670 5	94472	94472	94468	94468	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
30	0,7427	2421	2,508	2,508	0,00724 5	0,00724 5	0,05	0	94472	94472	94468	94468	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
31	1,0014	3264	3,381	3,381	0,00976 8	0,00976 8	0,05	0,000670 5	94470	94470	94464	94464	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
32	1,0986	3581	3,71	3,71	0,01071 9	0,01071 9	0,05	0,000670 5	94459	94459	94451	94451	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
33	0,7819	2549	2,641	2,641	0,00763	0,00763	0,05	0,000670 5	94439	94439	94435	94435	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
34	0,9505	3099	3,211	3,211	0,00927 6	0,00927 6	0,05	0,000670 5	94432	94432	94426	94426	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
35	0,8532	2782	2,883	2,883	0,00832 7	0,00832 7	0,05	0,000670 5	94420	94420	94416	94416	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
36	0,9218	3006	3,115	3,115	0,00899 8	0,00899 8	0,05	0,000670 5	94409	94409	94403	94403	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
37	0,9713	3168	3,282	3,282	0,00948 2	0,00948 2	0,05	0,000670 5	94400	94400	94394	94394	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
38	1,0006	3264	3,382	3,382	0,00976 9	0,00976 9	0,05	0,000670 5	94388	94388	94382	94382	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
39	1,0614	3463	3,588	3,588	0,01036 5	0,01036 5	0,05	0,001341	94376	94376	94368	94368	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
40	1,0578	3452	3,576	3,576	0,01033 1	0,01033 1	0,05	0,001341	94362	94362	94355	94355	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
42	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
43	1,7682	5763	5,292	5,292	0,01528 7	0,01528 7	6,33	0,311790 8	94489	94486	94473	94470	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
44	3,6027	11743	6,213	6,214	0,01795	0,01795	6,75	0,321178	94478	94475	94457	94454	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
45	5,3992	17602	6,862	6,863	0,01982 5	0,01982 5	6,15	0,295027 8	94468	94465	94442	94439	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
47	7,4713	24361	7,519	7,519	0,02172 1	0,02172 2	7,35	0,372807 9	94456	94453	94425	94421	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
48	9,5532	31155	8,242	8,242	0,02381 1	0,02381 2	6,75	0,380183 6	94444	94441	94407	94403	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
49	11,6352	37952	8,785	8,786	0,02537 9	0,02538 1	5,2	0,829430 5	94433	94424	94390	94382	0,0000343 3	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
50	13,7631	44903	9,239	9,24	0,02669 1	0,02669 3	5,95	0,948782 7	94417	94407	94370	94360	0,0000324 2	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático

Tubería	Coefficient e de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/se c)	Vel. Sal (meters/se c)	#Mach En	#Mach # Sal	Longitu d (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascal s)	P Stanc. Sal (Pascal s)	P Estática En (Pascal s)	P Estática Sal (Pascal s)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrad a (deg. C)	T Estan. Salid a (deg. C)	T Estática a En (deg. C)	T Estática a Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estan c. En (kJ/kg)	H Estan c. Sal (kJ/kg)	H Estática a En (Arriba , Abajo) (kJ/kg)	H Estática a Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm 3)	Rho Estática Sal (gram/cm 3)	Modelo de Transferenc ia de Calor
51	13,7631	44908	9,24	9,24	0,02669 5	0,02669 6	2	0,126727 9	94401	94399	94353	94352	0	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
53	16,1311	52645	10,262	10,262	0,02964 8	0,02964 8	3,15	0,238704 3	94390	94388	94332	94330	0,0000343 3	25	25	24,95	24,95	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001103	0,001103	Adiabático
54	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94472	94472	94472	94472	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
55	0,7424	2420	3,735	3,735	0,01078 8	0,01078 9	6,45	0,229317 1	94472	94470	94464	94462	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
56	1,485	4841	4,445	4,445	0,01284 2	0,01284 2	6,75	0,240715 9	94466	94464	94455	94453	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
57	2,4863	8106	5,361	5,361	0,01548 7	0,01548 8	6,15	0,254796 8	94459	94456	94443	94440	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
59	3,5849	11689	6,185	6,185	0,01786 7	0,01786 7	7,35	0,346657 7	94450	94447	94429	94425	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
60	4,3668	14241	7,064	7,064	0,02040 6	0,02040 7	6,75	0,392923 4	94441	94438	94414	94410	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
61	5,3173	17341	6,761	6,761	0,01953 1	0,01953 1	6,75	0,315143 4	94433	94430	94408	94404	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
62	6,1704	20126	7,099	7,099	0,02050 8	0,02050 9	6,75	0,327883 2	94425	94422	94398	94394	0	25	25	24,98	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
63	6,1704	20127	7,099	7,1	0,02051	0,02051	3,65	0,177016 7	94418	94417	94390	94389	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
64	7,0922	23135	7,14	7,141	0,02062 8	0,02062 9	5,85	0,268877 6	94412	94410	94384	94382	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
66	8,0634	26306	7,494	7,495	0,02165 1	0,02165 2	7,3	0,354703 9	94406	94402	94375	94371	0,0000324 2	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
67	9,0639	29573	7,823	7,824	0,02260 1	0,02260 2	6,75	0,344646 1	94398	94394	94364	94361	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
68	10,1253	33041	8,439	8,44	0,02438 1	0,02438 2	5,95	0,344646 1	94389	94386	94350	94347	0	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
69	11,1829	36496	8,72	8,721	0,02519 3	0,02519 4	6,3	0,378172	94381	94378	94339	94336	0,0000343 3	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
91	0	0	0	0	0	0	0,44	0	94264	94264	94264	94264	0	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001102	0,001102	Adiabático
92	27,2835	89236	15,438	15,444	0,04460 5	0,04462 2	4	3,727408	94264	94227	94133	94096	0,0000686 6	25,03	25,03	24,91	24,91	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001101	0,0011	Adiabático
93	27,2835	90000	1,561	1,561	0,00450 9	0,00450 9	5,8	0,001341	93354	93354	93352	93352	0	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001091	0,001091	Adiabático
94	27,2835	89122	12,309	12,316	0,03548 7	0,03550 5	32,97	5,06308	94763	94713	94679	94629	0,0007801 1	26,31	26,31	26,23	26,23	0	459,1	459,1	459	459	0,001102	0,001102	Adiabático
95	27,3137	89227	15,443	15,436	0,04462 1	0,04459 6	7,3	- 6,622705	94328	94393	94197	94262	0,0676116 9	25	25,07	24,88	24,95	0,0676 2	457,8	457,9	457,7	457,7	0,001102	0,001102	Adiabático
96	0	0	0	0	0	0	0,4	0	94393	94393	94393	94393	0	25,07	25,07	25,07	25,07	0	457,9	457,9	457,9	457,9	0,001103	0,001103	Adiabático
97	27,3137	89226	15,436	15,443	0,04459 6	0,04461 5	7	4,137095	94393	94352	94261	94221	0,0000667 6	25,07	25,07	24,95	24,95	0	457,9	457,9	457,7	457,7	0,001102	0,001102	Adiabático
98	27,3137	90000	1,561	1,561	0,00450 9	0,00450 9	5,8	0,001341	93469	93469	93467	93467	0	25,07	25,07	25,06	25,06	0	457,9	457,9	457,9	457,9	0,001093	0,001093	Adiabático
99	27,3137	89199	12,319	12,327	0,03551 9	0,03554 2	34,9	6,217041	94773	94712	94689	94628	- 0,0001010 9	26,25	26,25	26,18	26,18	0	459	459	459	459	0,001103	0,001102	Adiabático
100	54,5971	17891 6	18,488	18,49	0,05330 9	0,05331 7	11,97	1,457706	94506	94492	94318	94304	0,0000343 3	26,28	26,28	26,11	26,11	0	459,1	459,1	458,9	458,9	0,001099	0,001098	Adiabático
502	1,345	4386	3,384	3,384	0,00977 7	0,00977 7	0,05	0,109294 4	94423	94422	94416	94415	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
505	1,081	3527	2,528	2,527	0,00730 2	0,0073	3,3	- 3,604704	94376	94411	94373	94408	- 0,0323486 3	25	25,03	25	25,03	- 0,0323 4	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001104	Adiabático

Tubería	Coefficient e de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/se c)	Vel. Sal (meters/se c)	#Mach En	#Mach # Sal	Longitu d (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascal s)	P Stanc. Sal (Pascal s)	P Estática En (Pascal s)	P Estática Sal (Pascal s)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrad a (deg. C)	T Estan. Salid a (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática a Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estan c. En (kJ/kg)	H Estan c. Sal (kJ/kg)	H Estática a En (Arriba , Abajo) (kJ/kg)	H Estática a Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm 3)	Rho Estática Sal (gram/cm 3)	Modelo de Transferenc ia de Calor
506	1,081	3526	2,509	2,508	0,00724 8	0,00724 6	2,6	- 2,841654	94408	94436	94404	94432	- 0,0254974 4	25,03	25,06	25,03	25,05	- 0,0254 8	457,8	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
507	1,081	3526	3,148	3,148	0,00909 3	0,00909 3	1,996	0,037549	94432	94432	94427	94426	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
508	1,081	3526	2,527	2,527	0,00729 9	0,00729 9	1,83	0,020786 1	94426	94426	94423	94423	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
509	1,081	3526	2,527	2,527	0,00729 9	0,00729 9	2,51	0,112647	94423	94422	94419	94418	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
510	1,1479	3745	5,002	5	0,01445	0,01444 2	5,9	- 6,179492	94379	94439	94365	94426	- 0,0578460 7	25	25,06	24,99	25,05	- 0,0578 2	457,8	457,9	457,8	457,8	0,001103	0,001104	Adiabático
511	1,1479	3745	5,745	5,746	0,01659 5	0,01659 7	10,675	0,810656	94426	94418	94407	94399	0	25,06	25,06	25,04	25,04	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
512	2,426	7914	7,697	7,697	0,02223 5	0,02223 6	4,25	0,411027 4	94422	94418	94389	94385	0	25,03	25,03	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
513	3,5739	11660	8,356	8,356	0,02413 9	0,02414	2,08	0,199143 8	94418	94416	94379	94377	0,0000324 2	25,04	25,04	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
516	0,84	2738	3,755	3,755	0,01084 8	0,01084 8	0,05	0,000670 5	94489	94489	94481	94481	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
517	0,316	1030	1,413	1,413	0,00408	0,00408	0,05	0,000670 5	94485	94485	94483	94483	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
518	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
519	0,84	2738	5,856	5,856	0,01691 7	0,01691 7	4,15	0,449246 9	94489	94485	94470	94466	0,0000343 3	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
520	1,1559	3767	5,039	5,039	0,01455 8	0,01455 8	2,17	0,122034 2	94485	94483	94471	94469	0,0000343 3	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
521	1,1559	3768	5,04	5,04	0,01456	0,01456	3,85	0,215906 7	94469	94467	94455	94453	0,0000343 3	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
522	1,1559	3769	5,043	5,043	0,01456 8	0,01456 9	3,685	0,810656	94453	94445	94439	94431	0,0000324 2	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
523	1,1559	3770	5,042	5,042	0,01456 6	0,01456 6	4,615	0,258819 9	94431	94429	94417	94415	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
525	0,9003	2936	3,927	3,927	0,01134 4	0,01134 4	8,5	0,303744 6	94432	94429	94423	94420	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
526	2,0562	6708	8,971	8,972	0,02591 7	0,02592 1	2,93	1,251186	94429	94416	94384	94372	0,0000343 3	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
528	0,7624	2486	6,298	6,299	0,01819 6	0,01819 7	4,9	0,642356	94431	94425	94409	94403	0,0000343 3	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
529	0,7624	2487	6,299	6,299	0,01819 8	0,01819 8	3,54	0,463998 3	94421	94416	94399	94395	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
530	2,8186	9193	5,25	5,25	0,01516 7	0,01516 7	2,3	0,083814 7	94416	94416	94401	94400	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
531	6,3924	20853	7,151	7,151	0,02065 9	0,02065 9	0,2	0,005364 1	94416	94416	94387	94387	0	25,02	25,02	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
532	6,3924	20794	7,131	7,131	0,02058 9	0,02058 9	1,195	0,056994	94791	94790	94763	94762	- 0,0003395 1	25,36	25,36	25,33	25,33	0	458,2	458,2	458,1	458,1	0,001107	0,001107	Adiabático
533	6,3924	20803	7,133	7,135	0,02059 5	0,0206	2,58	2,610326	94762	94736	94734	94708	0,0118007 7	25,36	25,35	25,33	25,32	0,0117 6	458,2	458,1	458,1	458,1	0,001106	0,001106	Adiabático
534	6,3924	20819	10,008	10,016	0,02889 7	0,02892 3	18,91	9,330926	94732	94640	94676	94585	0,0452003 5	25,35	25,3	25,3	25,25	0,0450 8	458,1	458,1	458,1	458	0,001106	0,001105	Adiabático
535	6,3924	20840	10,022	10,023	0,02894	0,02894 1	4,035	0,417062 1	94585	94581	94529	94525	0	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001104	0,001104	Adiabático
536	6,3924	20854	10,029	10,029	0,02895 8	0,02896	4,375	0,451929	94525	94521	94470	94465	0	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001104	0,001104	Adiabático
537	6,3924	20868	10,037	10,039	0,02898 2	0,02898 7	7,86	1,815762	94465	94447	94410	94392	0,0000343 3	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001103	0,001103	Adiabático

Tubería	Coefficient e de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/se c)	Vel. Sal (meters/se c)	#Mach En	#Mach # Sal	Longitu d (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascal s)	P Stanc. Sal (Pascal s)	P Estática En (Pascal s)	P Estática Sal (Pascal s)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrad a (deg. C)	T Estan. Salid a (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática a Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estan c. En (kJ/kg)	H Estan c. Sal (kJ/kg)	H Estática En (Arriba , Abajo) (kJ/kg)	H Estática a Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm 3)	Rho Estática Sal (gram/cm 3)	Modelo de Transferenc ia de Calor
538	6,3924	20883	10,044	10,045	0,02900 4	0,02900 7	7,1	0,831442 1	94392	94384	94336	94328	0,0000343 3	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001102	0,001102	Adiabático
539	6,3924	20897	10,05	10,05	0,02901 9	0,02902	3,47	0,382195 1	94328	94324	94272	94269	0,0000343 3	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001101	0,001101	Adiabático
541	2,0117	6564	7,29	7,296	0,02105 9	0,02108 1	9,6	11,55839	94438	94324	94408	94295	0,0941295 6	25	24,91	24,97	24,88	0,0940 8	457,8	457,7	457,8	457,7	0,001104	0,001103	Adiabático
549	2,476	8074	3,225	3,225	0,00931 7	0,00931 7	0,05	0	94432	94432	94427	94427	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
550	2,5092	8182	3,268	3,268	0,00944 2	0,00944 2	0,05	0	94431	94431	94425	94425	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
551	2,5421	8290	3,311	3,311	0,00956 6	0,00956 6	0,05	0,000670 5	94429	94429	94423	94423	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
552	2,7719	9040	3,611	3,611	0,01043 2	0,01043 2	0,05	0,000670 5	94418	94418	94411	94411	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
553	2,8132	9175	3,665	3,665	0,01058 7	0,01058 7	0,05	0,000670 5	94416	94416	94409	94409	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
554	2,8583	9322	3,724	3,724	0,01075 7	0,01075 7	0,05	0,000670 5	94414	94414	94406	94406	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
555	2,9098	9491	3,791	3,791	0,01095 2	0,01095 2	0,05	0	94411	94411	94403	94403	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
556	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94432	94432	94432	94432	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
557	2,476	8074	4,838	4,838	0,01397 6	0,01397 6	4,15	0,156230 6	94432	94431	94420	94418	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
558	4,9851	16258	6,328	6,328	0,01828	0,01828	3,7	0,156230 6	94431	94429	94409	94407	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
559	7,5271	24550	6,901	6,901	0,01993 5	0,01993 7	6,4	1,148597	94429	94418	94403	94392	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
560	10,2989	33595	7,811	7,811	0,02256 5	0,02256 5	4,86	0,217247 8	94418	94416	94385	94382	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
561	13,112	42774	8,178	8,178	0,02362 5	0,02362 6	5,73	0,240715 9	94416	94414	94379	94377	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
562	15,9701	52103	9,17	9,17	0,02649 2	0,02649 3	5,7	0,278935 4	94414	94411	94367	94365	0,0000324 2	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
563	18,8795	61599	9,915	9,915	0,02864 5	0,02864 5	3,46	0,184392 4	94411	94409	94357	94355	0	25	25	24,95	24,95	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001103	0,001103	Adiabático
564	18,8795	61655	9,924	9,924	0,02867 1	0,02867 1	2	0,106612 3	94325	94324	94271	94270	0	25	25	24,95	24,95	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001102	0,001102	Adiabático
565	27,2835	89169	13,88	13,884	0,04009 8	0,04011 3	3,5	4,115638	94324	94284	94218	94178	0,0333328 2	25,06	25,03	24,97	24,93	0,0333 2	457,9	457,8	457,8	457,7	0,001102	0,001101	Adiabático
566	27,2835	89218	15,438	15,438	0,04460 4	0,04460 4	1,5	0,202496 4	94266	94264	94135	94133	0	25,03	25,03	24,91	24,91	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001101	0,001101	Adiabático

Area Change Table

Cambio de Área	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
506	1,081	0,35936	94411	94408	94408	94404	0,00003242	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00489	518,4	518,4
507	1,081	0,35416	94436	94432	94432	94427	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,004889	515,8	515,8
508	1,081	0,55776	94432	94426	94426	94423	0,00003242	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,004889	515,8	515,8
509	1,081	0,35934	94426	94423	94423	94419	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,004889	515,8	515,8
510	1,1479	1,40695	94439	94426	94426	94407	0,00006676	25,06	25,06	25,05	25,04	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,005191	515,8	515,8
519	1,1559	1,43016	94483	94469	94469	94455	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005224	515,8	515,8
520	1,1559	1,4304	94467	94453	94453	94439	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005225	515,8	515,8
521	1,1559	1,43177	94445	94431	94431	94417	0,00003433	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005226	515,8	515,8
531	6,3924	2,86948	94790	94762	94762	94734	0,00006676	25,36	25,36	25,33	25,33	0	458,2	458,2	458,1	458,1	0,028814	515,8	515,8
533	6,3924	5,65213	94640	94585	94585	94529	0,00010109	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028857	521,6	521,6
534	6,3924	5,65569	94581	94525	94525	94470	0,00013542	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028875	521,6	521,6
535	6,3924	5,65928	94521	94465	94465	94410	0,00013542	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028893	521,6	521,6
536	6,3924	5,66564	94447	94392	94392	94336	0,00010109	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028916	521,6	521,6
537	6,3924	5,66946	94384	94328	94328	94272	0,00010109	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028935	521,6	521,6

Assigned Pressure Table

Presión Asignada	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
1	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00799	531,9	531,9
99	54,5971	0	94492	94492	94304	94304	1,278957	26,28	25	26,11	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,247256	525	525

Bend Table

Codo	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estand. (deg. C)	T Estand. Entrada (deg. C)	T Estand. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
33	13,7631	0,69161	94407	94401	94360	94353	0	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,06225	531,9	531,9
45	6,1704	0,40841	94422	94418	94394	94390	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,027904	531,9	531,9
527	0,7624	0,4064	94425	94421	94403	94399	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003448	515,8	515,8
532	6,3924	0,48233	94736	94732	94708	94676	0,00003433	25,35	25,35	25,32	25,3	0	458,1	458,1	458,1	458,1	0,02883	517	517
558	27,2835	1,8186	94284	94266	94178	94135	0,00006676	25,03	25,03	24,93	24,91	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,123571	525	525

Branch Table

Rama	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
529	N/D	0	94416	94416	94388	94388	0	25,02	25,02	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
557	N/D	0	94324	94324	94247	94247	0	25,06	25,06	24,99	24,99	N/D	457,9	457,9	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6

Compressor/fan Table

Compresor Ventilador	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
95	27,3137	-132,9934	93469	94773	93467	94689	-1,185133	25,07	26,25	25,06	26,18	-1,1854	457,9	459	457,9	459	0,124794	525	525
195	27,2835	-143,6745	93354	94763	93352	94679	-1,280891	25,03	26,31	25,03	26,23	-1,2802	457,8	459,1	457,8	459	0,124802	525	525
530	6,3924	-38,2508	94416	94791	94387	94763	-0,3385754	25,02	25,36	24,99	25,33	-0,3388	457,8	458,2	457,8	458,1	0,028912	515,8	515,8

Control valve Table

Válvula de Control	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
556	18,8795	8,53769	94409	94325	94355	94271	0,00016975	25	25	24,95	24,95	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,08539	521,6	521,6

Dead end Table

Terminal Ciego	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
24	0	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	531,9	531,9
36	0	0	94472	94472	94472	94472	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	531,9	531,9
92	0	0	94393	94393	94393	94393	0	25,07	25,07	25,07	25,07	0	457,9	457,9	457,9	457,9	0	525	525
147	0	0	94264	94264	94264	94264	0	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	525	525
516	0	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	515,8	515,8
548	0	0	94432	94432	94432	94432	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	521,6	521,6

General Component Table

Componente General	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
94	27,3137	90,07484	94352	93469	94221	93467	0,00169563	25,07	25,07	24,95	25,06	0	457,9	457,9	457,7	457,9	0,123626	525	525
194	27,2835	89,09953	94227	93354	94096	93352	0,00169563	25,03	25,03	24,91	25,03	0	457,8	457,8	457,7	457,8	0,123645	525	525

Tank Table

Tanque	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
501	1,345	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,006078	515,8	515,8
503	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,7	521,7
513	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
522	0,9003	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004069	515,8	515,8
525	0,7624	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003445	515,8	515,8
538	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	512	512
540	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6

Tee or Wye Table

Te ó Y	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
25	N/D	0	94489	94489	94479	94479	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
26	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94478	94478	94463	94463	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
27	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94468	94468	94447	94447	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
29	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94456	94456	94431	94431	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
30	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94444	94444	94413	94413	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
31	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94433	94433	94396	94396	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
32	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94417	94417	94375	94375	0	25	25	24,96	24,96	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
34	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94390	94390	94341	94341	0	25	25	24,96	24,96	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
37	N/D	0	94472	94472	94466	94466	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
38	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94466	94466	94458	94458	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
39	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94459	94459	94446	94446	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
41	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94450	94450	94433	94433	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
42	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94441	94441	94419	94419	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
43	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94433	94433	94409	94409	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
44	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94425	94425	94401	94401	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
46	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94412	94412	94386	94386	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
48	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94406	94406	94378	94378	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
49	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94398	94398	94367	94367	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
50	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94389	94389	94355	94355	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
51	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94381	94381	94343	94343	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
90	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94328	94328	94241	94241	0	25	25	24,92	24,92	N/D	457,8	457,8	457,7	457,7	N/D	531,9	531,9
93	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94393	94393	94261	94261	0	25,07	25,07	24,95	24,95	N/D	457,9	457,9	457,7	457,7	N/D	525	525
96	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94506	94506	94376	94376	0	26,28	26,28	26,16	26,16	N/D	459,1	459,1	459	459	N/D	525	525
100	N/D	Ver Pérdidas Mult.	94264	94264	94133	94133	0	25,03	25,03	24,91	24,91	N/D	457,8	457,8	457,7	457,7	N/D	525	525
511	N/D	0	94422	94422	94406	94406	0	25,03	25,03	25,01	25,01	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
512	N/D	0	94418	94418	94385	94385	0	25,04	25,04	25,01	25,01	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
517	N/D	0	94489	94489	94476	94476	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
518	N/D	0	94485	94485	94472	94472	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
524	N/D	0	94429	94429	94403	94403	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
528	N/D	0	94416	94416	94391	94391	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
549	N/D	0	94432	94432	94424	94424	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
550	N/D	0	94431	94431	94416	94416	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6

Te ó Y	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
551	N/D	0	94429	94429	94409	94409	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
552	N/D	0	94418	94418	94392	94392	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
553	N/D	0	94416	94416	94385	94385	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
554	N/D	0	94414	94414	94376	94376	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
555	N/D	0	94411	94411	94365	94365	0	25	25	24,96	24,96	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
568	N/D	0	94438	94438	94420	94420	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	512	512

Valve Table

Válvula	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
3	1,7682	0,03059	94489	94489	94483	94483	- 0,00030518	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00799	531,9	531,9
4	1,8344	0,06586	94489	94488	94483	94482	- 0,00030518	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00829	531,9	531,9
5	1,7967	1,26352	94489	94477	94483	94470	- 0,00027084	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,008119	531,9	531,9
6	2,072	2,52086	94489	94464	94481	94456	- 0,00027084	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,009364	531,9	531,9
7	2,082	4,24179	94489	94447	94481	94439	- 0,00023651	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,009409	531,9	531,9
8	2,082	5,93888	94489	94431	94481	94422	- 0,00020409	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,009409	531,9	531,9
9	2,1279	7,97607	94489	94411	94480	94402	- 0,00013542	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,009616	531,9	531,9
10	2,3682	10,97704	94489	94381	94478	94371	- 0,00006866	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,010702	531,9	531,9
11	0,7424	1,74882	94489	94472	94486	94468	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003355	531,9	531,9
12	0,7427	1,74991	94489	94472	94486	94468	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003356	531,9	531,9
13	1,0014	1,93127	94489	94470	94483	94464	- 0,00027084	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004525	531,9	531,9
14	1,0986	3,09966	94489	94459	94481	94451	- 0,00023651	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004965	531,9	531,9
15	0,7819	5,1029	94489	94439	94485	94435	- 0,00020409	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003534	531,9	531,9
16	0,9505	5,80003	94489	94432	94483	94426	- 0,00020409	25	25	24,99	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004295	531,9	531,9
17	0,8532	7,01031	94489	94420	94484	94416	- 0,00016975	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003856	531,9	531,9
18	0,9218	8,18261	94489	94409	94484	94403	- 0,00013542	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004166	531,9	531,9
19	0,9713	9,08506	94489	94400	94483	94394	- 0,00013542	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004389	531,9	531,9
20	1,0006	10,28367	94489	94388	94483	94382	- 0,00010109	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004522	531,9	531,9
21	1,0614	11,57272	94489	94376	94482	94368	- 0,00006866	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004797	531,9	531,9
22	1,0578	12,9306	94489	94362	94482	94355	- 0,00003433	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00478	531,9	531,9
502	1,345	6,76477	94489	94423	94483	94416	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,006078	515,8	515,8
504	1,081	11,51959	94489	94376	94473	94373	- 0,00010109	25	25	24,99	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004885	521,7	521,7
505	1,1479	11,24745	94489	94379	94475	94365	- 0,00006866	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005188	521,7	521,7
514	0,84	0	94489	94489	94481	94481	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003796	515,8	515,8
515	0,316	0,44949	94489	94485	94488	94483	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001428	515,8	515,8
523	0,9003	5,8457	94489	94432	94483	94423	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004069	515,8	515,8
526	0,7624	5,88771	94489	94431	94483	94409	- 0,00016975	25	25	24,99	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003445	515,8	515,8
539	1,0059	5,2307	94489	94438	94482	94429	- 0,00020409	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004546	512	512
541	2,476	5,76286	94489	94432	94483	94427	- 0,00020409	25	25	24,99	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,011189	521,6	521,6
542	2,5092	5,91866	94489	94431	94483	94425	- 0,00020409	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,011339	521,6	521,6

Válvula	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
543	2,5421	6,07491	94489	94429	94483	94423	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,011488	521,6	521,6
544	2,7719	7,22291	94489	94418	94482	94411	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,012527	521,6	521,6
545	2,8132	7,43958	94489	94416	94482	94409	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,012713	521,6	521,6
546	2,8583	7,68023	94489	94414	94481	94406	- 0,00013542	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,012917	521,6	521,6
547	2,9098	7,95941	94489	94411	94481	94403	- 0,00013542	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,01315	521,6	521,6
567	1,0059	5,2307	94489	94438	94482	94429	- 0,00020409	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004546	512	512

3.6.2 RESULTADOS ESCENARIO 2: VTL-HVE-122A FUNCIONANDO A 45.000 M³/H Y VTL-HVE-122B A 90.000 M³/H

Compressor/Fan Summary

Empalme	Resultados Diagrama	Nombre	Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol. (m3/hr)	dP Stan. (mm H2O std.)	dP Estática (mm H2O std.)	dH Estático (meters)	Eficiencia General (Percent)	Velocidad (Percent)	Potencia General (kW)	Factor de Comp. Estancamiento (Percent)	BEP Q (m3/hr)	BEP Másico (kg/hr)	% de BEP (Percent)
95	Mostrar	VTL-HVE-122A	13,68	45000	95,54	93,44	85,08	N/D	N/D	11,647	101	N/D	N/D	N/D
195	Mostrar	VTL-HVE-122B	27,284	90000	132,92	124,53	113,57	N/D	N/D	32,362	101,4	N/D	N/D	N/D
530	Mostrar	VTL-02	6,377	20801	38,28	38,29	34,64	100	100	2,162	100,4	N/D	N/D	N/D

Valve Summary

Empalme	Tipo de válvula	Flujo de Masa (kg/sec)	dP Estan. (Pascals)	dP Está. (Pascals)	P Estática Entrada (Pascals)	K	Cv	Cv Est.	Estado de la válvula
3	REGULAR	0,8628	0,07144	0,07144	94488	0,05	N/D	127976	Abierto
4	REGULAR	0,9171	0,16142	0,16142	94487	0,1	N/D	90493	Abierto
5	REGULAR	0,8999	3,10847	3,10853	94487	2	N/D	20235	Abierto
6	REGULAR	1,0416	6,24707	6,24721	94487	3	N/D	16522	Abierto
7	REGULAR	1,0487	10,55325	10,55349	94487	5	N/D	12799	Abierto
8	REGULAR	1,0504	14,82156	14,8219	94487	7	N/D	10817	Abierto
9	REGULAR	1,074	19,92225	19,92272	94487	9	N/D	9540	Abierto
10	REGULAR	1,1957	27,4368	27,4376	94486	10	N/D	9051	Abierto
11	REGULAR	0,3643	4,12925	4,12929	94488	4,9417	N/D	7108	Abierto
12	REGULAR	0,3671	4,19208	4,19212	94488	4,9417	N/D	7108	Abierto
13	REGULAR	0,4971	4,66736	4,66743	94487	3	N/D	9122	Abierto
14	REGULAR	0,5467	7,52683	7,52698	94487	4	N/D	7900	Abierto
15	REGULAR	0,3902	12,46233	12,46246	94488	13	N/D	4383	Abierto
16	REGULAR	0,4758	14,2521	14,25232	94488	10	N/D	4997	Abierto
17	REGULAR	0,4278	17,27892	17,27913	94488	15	N/D	4080	Abierto
18	REGULAR	0,4629	20,23301	20,2333	94488	15	N/D	4080	Abierto
19	REGULAR	0,488	22,49323	22,49359	94488	15	N/D	4080	Abierto
20	REGULAR	0,5032	25,50312	25,50355	94487	16	N/D	3951	Abierto
21	REGULAR	0,5341	28,73605	28,7366	94487	16	N/D	3951	Abierto
22	REGULAR	0,5333	32,22473	32,22535	94487	18	N/D	3725	Abierto
502	REGULAR	1,3409	65,939	65,94339	94483	10,5	N/D	6550	Abierto
504	REGULAR	1,0794	112,616	100,0411	94473	7	N/D	4282	Abierto
505	REGULAR	1,1461	109,9489	109,9649	94475	8	N/D	4337	Abierto
514	REGULAR	0,8374	0	0	94481	0	N/D	N/D	Abierto
515	REGULAR	0,3151	4,38292	4,38297	94488	4	N/D	5967	Abierto
523	REGULAR	0,8977	56,98606	59,11594	94483	9	N/D	4631	Abierto
526	REGULAR	0,7601	57,39439	72,78469	94483	9	N/D	3534	Abierto
539	REGULAR	2,0283	44,69671	53,4005	94459	1,5	N/D	11009	Abierto
541	REGULAR	2,4759	56,50881	56,51225	94483	9,84887	N/D	13063	Abierto
542	REGULAR	2,5091	58,0367	58,04033	94483	9,84888	N/D	13063	Abierto
543	REGULAR	2,5421	59,5689	59,57272	94483	9,84889	N/D	13063	Abierto
544	REGULAR	2,7718	70,82633	70,83174	94482	9,84898	N/D	13064	Abierto
545	REGULAR	2,8131	72,95109	72,95682	94482	9,84899	N/D	13064	Abierto
546	REGULAR	2,8582	75,31097	75,31707	94481	9,84901	N/D	13064	Abierto
547	REGULAR	2,9097	78,04874	78,0553	94481	9,84903	N/D	13064	Abierto
556	FCV	18,8795	81,0461	81,09276	94355	1,49434	N/D	83217	Abierto

Tank Summary

Empalme	Nombre	Type	Presión (Pascals)	Temperatura (deg. C)	Flujo de Masa Net (kg/sec)
501	Bomb. Vacío Condens.	Infinito	94489	25	-1,3409
503	Eyectores	Infinito	94489	25	-2,2255
513	Desmineralización de condensado	Infinito	94489	25	-1,1525
522	Filtros de Condensado	Infinito	94489	25	-0,8977
525	Tanques de Regeneración	Infinito	94489	25	-0,7601
538	Calentadores de Baja Presión	Infinito	94489	25	-2,0283
540	Calentadores	Infinito	94489	25	-18,88

Pipe Output Table

Tubería	Coefficiente de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/sec)	Vel. Sal (meters/sec)	#Mach En	#Mach # Sal	Longitud (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stanc. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estación. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estand. En (kJ/kg)	H Estand. Sal (kJ/kg)	H Estática En (Arriba, Abajo) (kJ/kg)	H Estática Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm3)	Rho Estática Sal (gram/cm3)	Modelo de Transferencia de Calor
21	0,8628	2812	1,6083	1,6083	0,004646	0,004646	0,05	0	94489	94489	94488	94488	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
22	0,9171	2989	1,7095	1,7095	0,004938	0,004938	0,05	0	94489	94489	94487	94487	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
23	0,8999	2933	1,6775	1,6775	0,004846	0,004846	0,05	0	94486	94486	94484	94484	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
24	1,0416	3395	1,9418	1,9418	0,005609	0,005609	0,05	0	94483	94483	94481	94481	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
25	1,0487	3418	1,955	1,955	0,005648	0,005648	0,05	0	94478	94478	94476	94476	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
26	1,0504	3423	1,9582	1,9582	0,005657	0,005657	0,05	0	94474	94474	94472	94472	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
27	1,074	3501	2,0023	2,0023	0,005784	0,005784	0,05	0	94469	94469	94467	94467	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
28	1,1957	3898	2,2294	2,2294	0,00644	0,00644	0,05	0	94462	94462	94459	94459	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
29	0,3643	1187	1,23	1,23	0,003553	0,003553	0,05	0	94485	94485	94484	94484	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
30	0,3671	1196	1,2393	1,2393	0,00358	0,00358	0,05	0	94485	94485	94484	94484	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
31	0,4971	1620	1,6784	1,6784	0,004848	0,004848	0,05	0	94484	94484	94483	94483	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
32	0,5467	1782	1,8459	1,8459	0,005332	0,005332	0,05	0	94481	94481	94480	94480	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
33	0,3902	1272	1,3176	1,3176	0,003806	0,003806	0,05	0,0006705	94477	94477	94476	94476	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
34	0,4758	1551	1,6065	1,6065	0,004641	0,004641	0,05	0	94475	94475	94473	94473	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
35	0,4278	1394	1,4444	1,4444	0,004173	0,004173	0,05	0	94472	94472	94471	94471	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
36	0,4629	1509	1,563	1,563	0,004515	0,004515	0,05	0	94469	94469	94467	94467	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
37	0,488	1591	1,6481	1,6481	0,004761	0,004761	0,05	0	94467	94467	94465	94465	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
38	0,5032	1640	1,6992	1,6992	0,004909	0,004909	0,05	0	94464	94464	94462	94462	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
39	0,5341	1741	1,8037	1,8037	0,005211	0,005211	0,05	0,0006705	94460	94460	94458	94458	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
40	0,5333	1738	1,8009	1,8009	0,005203	0,005203	0,05	0	94457	94457	94455	94455	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
42	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
43	0,8628	2812	2,5819	2,582	0,007459	0,007459	6,33	0,0838147	94489	94488	94485	94484	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
44	1,7799	5801	3,0692	3,0692	0,008866	0,008866	6,75	0,0871673	94486	94485	94481	94480	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
45	2,6798	8734	3,4049	3,405	0,009836	0,009836	6,15	0,0804621	94484	94483	94477	94476	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
47	3,7215	12129	3,7435	3,7435	0,010814	0,010814	7,35	0,1019187	94481	94480	94473	94472	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
48	4,7701	15548	4,1131	4,1131	0,011882	0,011882	6,75	0,1046008	94478	94477	94468	94467	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
49	5,8205	18972	4,3916	4,3917	0,012687	0,012687	5,2	0,2152362	94475	94472	94464	94462	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
50	6,8944	22474	4,6241	4,6243	0,013358	0,013359	5,95	0,2474211	94470	94468	94459	94456	0,00003433	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
51	6,8944	22474	4,6243	4,6244	0,013359	0,013359	2	0,0348669	94466	94466	94455	94454	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático

Tubería	Coefficiente de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/sec)	Vel. Sal (meters/sec)	#Mach En	#Mach # Sal	Longitud (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stanc. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estación. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estand. En (kJ/kg)	H Estand. Sal (kJ/kg)	H Estática En (Arriba, Abajo) (kJ/kg)	H Estática Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm3)	Rho Estática Sal (gram/cm3)	Modelo de Transferencia de Calor
53	8,0899	26373	5,1409	5,1409	0,014851	0,014851	3,15	0,0657107	94464	94463	94449	94448	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
54	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94485	94485	94485	94485	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
55	0,3643	1187	1,8322	1,8322	0,005293	0,005293	6,45	0,0630287	94485	94484	94483	94482	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
56	0,7314	2383	2,1887	2,1887	0,006323	0,006323	6,75	0,0663813	94483	94483	94481	94480	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
57	1,2284	4004	2,6479	2,6479	0,007649	0,007649	6,15	0,0697339	94482	94481	94478	94477	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
59	1,7751	5786	3,0611	3,0611	0,008843	0,008843	7,35	0,094543	94479	94478	94474	94473	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
60	2,1653	7057	3,5007	3,5008	0,010113	0,010113	6,75	0,1072828	94477	94476	94470	94469	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
61	2,6411	8608	3,3561	3,3561	0,009695	0,009695	6,75	0,0858263	94475	94474	94469	94468	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
62	3,0688	10003	3,5283	3,5283	0,010193	0,010193	6,75	0,0891789	94473	94472	94466	94465	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
63	3,0688	10003	3,5283	3,5284	0,010193	0,010193	3,65	0,0482773	94471	94471	94464	94464	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
64	3,5317	11512	3,553	3,553	0,010264	0,010264	5,85	0,073757	94470	94469	94463	94462	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
66	4,0197	13103	3,733	3,733	0,010784	0,010784	7,3	0,0972251	94468	94467	94460	94459	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
67	4,5229	14743	3,9003	3,9004	0,011267	0,011267	6,75	0,094543	94466	94465	94457	94456	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
68	5,057	16485	4,2107	4,2107	0,012164	0,012164	5,95	0,094543	94464	94463	94454	94453	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
69	5,5901	18223	4,3544	4,3545	0,012579	0,012579	6,3	0,1032597	94462	94460	94451	94450	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
91	0	0	0	0	0	0	0,44	0	94267	94267	94267	94267	0	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001102	0,001102	Adiabático
92	27,2842	89236	15,4383	15,4443	0,044605	0,044622	4	3,727408	94267	94230	94135	94099	0,00006866	25,03	25,03	24,91	24,91	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001101	0,0011	Adiabático
93	27,2842	90000	1,5609	1,5609	0,004509	0,004509	5,8	0,001341	93356	93356	93355	93355	0	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001091	0,001091	Adiabático
94	27,2842	89193	12,3192	12,3257	0,035521	0,035539	32,97	5,067103	94660	94610	94576	94527	0,00078011	26,21	26,21	26,14	26,14	0	459	459	458,9	458,9	0,001102	0,001101	Adiabático
95	13,6799	44597	7,7192	7,715	0,0223	0,022286	7,3	- 7,354239	94448	94520	94415	94487	0,06764793	25	25,07	24,97	25,04	0,06762	457,8	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001105	Adiabático
96	0	0	0	0	0	0	0,4	0	94520	94520	94520	94520	0	25,07	25,07	25,07	25,07	0	457,9	457,9	457,9	457,9	0,001105	0,001105	Adiabático
97	13,6799	44588	7,715	7,7159	0,022286	0,022288	7	1,052713	94520	94510	94487	94477	0,00003433	25,07	25,07	25,04	25,04	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001105	0,001104	Adiabático
98	13,6799	45000	0,7805	0,7805	0,002254	0,002254	5,8	0	93626	93626	93626	93626	0	25,07	25,07	25,07	25,07	0	457,9	457,9	457,9	457,9	0,001094	0,001094	Adiabático
99	13,6799	44692	6,1739	6,175	0,017809	0,017812	34,9	1,608572	94563	94547	94542	94526	- 0,00020218	25,92	25,92	25,9	25,9	0	458,7	458,7	458,7	458,7	0,001102	0,001102	Adiabático
100	40,9642	134099	14,6374	14,6389	0,042214	0,042218	11,97	0,9635341	94501	94492	94384	94374	0	26,11	26,11	26,01	26,01	0	458,9	458,9	458,8	458,8	0,0011	0,0011	Adiabático
502	1,3409	4373	3,3742	3,3743	0,009748	0,009748	0,05	0,1086239	94423	94422	94417	94416	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
505	1,0794	3521	2,5238	2,5231	0,007291	0,007288	3,3	- 3,604704	94376	94412	94373	94408	- 0,03234863	25	25,03	25	25,03	- 0,03234	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001104	Adiabático
506	1,0794	3520	2,5051	2,5046	0,007236	0,007235	2,6	- 2,841654	94408	94436	94405	94433	- 0,02549744	25,03	25,06	25,03	25,05	- 0,02548	457,8	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático

Tubería	Coefficiente de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/sec)	Vel. Sal (meters/sec)	#Mach En	#Mach Sal	Longitud (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stanc. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estación Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estand. En (kJ/kg)	H Estand. Sal (kJ/kg)	H Estática En (Arriba, Abajo) (kJ/kg)	H Estática Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm3)	Rho Estática Sal (gram/cm3)	Modelo de Transferencia de Calor
507	1,0794	3520	3,1432	3,1432	0,009079	0,009079	1,996	0,037549	94433	94432	94427	94427	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
508	1,0794	3520	2,5229	2,523	0,007288	0,007288	1,83	0,0201155	94427	94427	94423	94423	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
509	1,0794	3521	2,523	2,5231	0,007288	0,007288	2,51	0,1119765	94423	94422	94420	94418	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
510	1,1461	3739	4,9942	4,992	0,014427	0,01442	5,9	-6,180162	94379	94440	94365	94426	0,05784607	25	25,06	24,99	25,05	0,05782	457,8	457,9	457,8	457,8	0,001103	0,001104	Adiabático
511	1,1461	3739	5,7361	5,7365	0,016569	0,01657	10,675	0,8086445	94426	94418	94408	94400	0	25,06	25,06	25,04	25,04	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
512	2,4203	7895	7,679	7,6793	0,022183	0,022184	4,25	0,4090159	94422	94418	94389	94385	0,00003242	25,03	25,03	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
513	3,5664	11636	8,3386	8,3388	0,024088	0,024089	2,08	0,1984733	94418	94416	94380	94378	0	25,04	25,04	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
516	0,8374	2729	3,7436	3,7436	0,010815	0,010815	0,05	0,0006705	94489	94489	94481	94481	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
517	0,3151	1027	1,4085	1,4085	0,004069	0,004069	0,05	0	94485	94485	94484	94484	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
518	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
519	0,8374	2729	5,8377	5,838	0,016864	0,016865	4,15	0,4465649	94489	94485	94470	94466	0,00003433	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
520	1,1525	3756	5,0241	5,0242	0,014514	0,014514	2,17	0,1206932	94485	94483	94471	94469	0,00003433	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001105	0,001105	Adiabático
521	1,1525	3757	5,0249	5,025	0,014516	0,014517	3,85	0,2152362	94469	94467	94456	94453	0,00003433	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
522	1,1525	3758	5,0276	5,028	0,014524	0,014525	3,685	0,8059624	94453	94446	94439	94432	0,00003242	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
523	1,1525	3758	5,027	5,0271	0,014522	0,014522	4,615	0,2574788	94432	94429	94418	94415	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
525	0,8977	2927	3,9152	3,9153	0,01131	0,011311	8,5	0,301733	94432	94429	94424	94421	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
526	2,0501	6688	8,9445	8,9457	0,02584	0,025844	2,93	1,244481	94429	94417	94385	94373	0,00003433	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
528	0,7601	2479	6,2797	6,2802	0,018141	0,018143	4,9	0,6383329	94432	94425	94410	94404	0,00003433	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
529	0,7601	2479	6,2804	6,2807	0,018143	0,018144	3,54	0,4613162	94421	94417	94400	94395	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
530	2,8102	9166	5,2344	5,2345	0,015122	0,015122	2,3	0,0831442	94417	94416	94402	94401	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
531	6,3766	20801	7,1335	7,1335	0,020607	0,020607	0,2	0,0053641	94416	94416	94388	94388	0	25,02	25,02	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
532	6,3766	20743	7,1134	7,1134	0,020538	0,020538	1,195	0,0563235	94791	94791	94763	94763	0,00030518	25,36	25,36	25,33	25,33	0	458,2	458,2	458,1	458,1	0,001107	0,001107	Adiabático
533	6,3766	20751	7,1155	7,1171	0,020544	0,020549	2,58	2,603621	94763	94737	94735	94709	0,01176643	25,36	25,35	25,33	25,32	0,01176	458,2	458,1	458,1	458,1	0,001106	0,001106	Adiabático
534	6,3766	20767	9,9833	9,9914	0,028825	0,028851	18,91	9,31014	94733	94641	94677	94586	0,04516602	25,35	25,3	25,3	25,25	0,04508	458,1	458,1	458,1	458	0,001106	0,001105	Adiabático
535	6,3766	20788	9,9973	9,9977	0,028868	0,028869	4,035	0,41438	94586	94582	94531	94527	0	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001104	0,001104	Adiabático
536	6,3766	20801	10,0035	10,004	0,028886	0,028887	4,375	0,4499174	94527	94522	94472	94467	0,00003433	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001104	0,001104	Adiabático
537	6,3766	20816	10,0116	10,0135	0,028909	0,028915	7,86	1,807716	94467	94450	94412	94394	0,00003433	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001103	0,001103	Adiabático
538	6,3766	20831	10,0193	10,0202	0,028932	0,028934	7,1	0,827419	94394	94386	94339	94331	0	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001102	0,001102	Adiabático

Tubería	Coefficiente de Flujo de Masa (kg/sec)	Flujo Vol Prom (m3/hr)	Vel. En (meters/sec)	Vel. Sal (meters/sec)	#Mach En	#Mach Sal	Longitud (meters)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stanc. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estan. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Estanc. (kJ/kg)	H Estanc. En (kJ/kg)	H Estanc. Sal (kJ/kg)	H Estática En (Arriba, Abajo) (kJ/kg)	H Estática Sal (kJ/kg)	Rho Estática En (gram/cm3)	Rho Estática Sal (gram/cm3)	Modelo de Transferencia de Calor
539	6,3766	20845	10,0243	10,0247	0,028946	0,028947	3,47	0,3801836	94331	94327	94275	94272	0	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,001101	0,001101	Adiabático
541	2,0283	6618	8,3518	8,3595	0,024128	0,024154	9,6	11,95667	94444	94327	94406	94289	0,09412956	25	24,91	24,97	24,87	0,09408	457,8	457,7	457,8	457,7	0,001104	0,001103	Adiabático
549	2,4759	8073	3,2249	3,2249	0,009316	0,009316	0,05	0	94432	94432	94427	94427	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
550	2,5091	8182	3,2683	3,2683	0,009441	0,009441	0,05	0,0006705	94431	94431	94425	94425	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
551	2,5421	8289	3,3112	3,3112	0,009565	0,009565	0,05	0,0006705	94429	94429	94423	94423	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
552	2,7718	9040	3,611	3,611	0,010431	0,010431	0,05	0,0006705	94418	94418	94411	94411	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
553	2,8131	9175	3,6648	3,6648	0,010587	0,010587	0,05	0	94416	94416	94409	94409	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
554	2,8582	9322	3,7237	3,7237	0,010757	0,010757	0,05	0	94414	94414	94406	94406	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
555	2,9097	9490	3,7909	3,7909	0,010951	0,010951	0,05	0,0006705	94411	94411	94403	94403	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
556	0	0	0	0	0	0	0,1	0	94432	94432	94432	94432	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
557	2,4759	8074	4,8377	4,8377	0,013975	0,013975	4,15	0,1562306	94432	94431	94420	94418	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
558	4,985	16257	6,3275	6,3276	0,018279	0,01828	3,7	0,1562306	94431	94429	94409	94407	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
559	7,527	24550	6,9005	6,9013	0,019935	0,019937	6,4	1,148597	94429	94418	94403	94392	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
560	10,2988	33595	7,8106	7,8108	0,022564	0,022565	4,86	0,2172478	94418	94416	94385	94382	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
561	13,1118	42773	8,1778	8,178	0,023625	0,023626	5,73	0,2407159	94416	94414	94379	94377	0	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001104	0,001104	Adiabático
562	15,97	52102	9,17	9,1703	0,026492	0,026493	5,7	0,2789354	94414	94411	94367	94365	0,00003242	25	25	24,96	24,96	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001103	0,001103	Adiabático
563	18,8795	61599	9,915	9,9152	0,028645	0,028645	3,46	0,1843924	94411	94409	94357	94355	0	25	25	24,95	24,95	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001103	0,001103	Adiabático
564	18,8795	61653	9,9237	9,9238	0,02867	0,02867	2	0,1066123	94328	94327	94274	94273	0	25	25	24,95	24,95	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001102	0,001102	Adiabático
565	27,2842	89169	13,8799	13,8843	0,040098	0,040113	3,5	4,114968	94327	94287	94221	94181	0,03333282	25,06	25,03	24,97	24,93	0,03332	457,9	457,8	457,8	457,7	0,001102	0,001101	Adiabático
566	27,2842	89218	15,438	15,4383	0,044604	0,044604	1,5	0,2024964	94269	94267	94138	94136	0	25,03	25,03	24,91	24,91	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,001101	0,001101	Adiabático

Area Change Table

Cambio de Área	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
506	1,0794	0,358248	94412	94408	94408	94405	0,00003242	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004882	518,4	518,4
507	1,0794	0,353067	94436	94433	94433	94427	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,004881	515,8	515,8
508	1,0794	0,556033	94432	94427	94427	94423	0,00003242	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,004881	515,8	515,8
509	1,0794	0,358223	94427	94423	94423	94420	0	25,06	25,06	25,05	25,05	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,004881	515,8	515,8
510	1,1461	1,402502	94440	94426	94426	94408	0,00006676	25,06	25,06	25,05	25,04	0	457,9	457,9	457,8	457,8	0,005183	515,8	515,8
519	1,1525	1,421606	94483	94469	94469	94456	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005209	515,8	515,8
520	1,1525	1,421848	94467	94453	94453	94439	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005209	515,8	515,8
521	1,1525	1,423204	94446	94432	94432	94418	0,00003433	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005211	515,8	515,8
531	6,3766	2,855246	94791	94763	94763	94735	0,00006866	25,36	25,36	25,33	25,33	0	458,2	458,2	458,1	458,1	0,028742	515,8	515,8
533	6,3766	5,624076	94641	94586	94586	94531	0,00013542	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028785	521,6	521,6
534	6,3766	5,627599	94582	94527	94527	94472	0,000103	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028803	521,6	521,6
535	6,3766	5,631149	94522	94467	94467	94412	0,00010109	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028821	521,6	521,6
536	6,3766	5,637453	94450	94394	94394	94339	0,00013542	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028843	521,6	521,6
537	6,3766	5,641242	94386	94331	94331	94275	0,00013542	25,3	25,3	25,25	25,25	0	458,1	458,1	458	458	0,028863	521,6	521,6

Assigned Pressure Table

Presión Asignada	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
1	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003899	531,9	531,9
99	40,9642	0	94492	94492	94374	94374	1,11396	26,11	25	26,01	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,185464	525	525

Bend Table

Codo	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
33	6,8944	0,173393	94468	94466	94456	94455	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,031163	531,9	531,9
45	3,0688	0,100952	94472	94471	94465	94464	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,013871	531,9	531,9
527	0,7601	0,403986	94425	94421	94404	94400	0	25	25	24,98	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003437	515,8	515,8
532	6,3766	0,479934	94737	94733	94709	94677	0,00006676	25,35	25,35	25,32	25,3	0	458,1	458,1	458,1	458,1	0,028758	517	517
558	27,2842	1,818655	94287	94269	94181	94138	0,00006676	25,03	25,03	24,93	24,91	0	457,8	457,8	457,7	457,7	0,123571	525	525

Branch Table

Rama	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
529	N/D	0	94416	94416	94389	94389	0	25,02	25,02	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
557	N/D	0	94327	94327	94250	94250	0	25,06	25,06	24,99	24,99	N/D	457,9	457,9	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6

Compressor/fan Table

Compresor Ventilador	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
95	13,6799	-95,54317	93626	94563	93626	94542	-0,8512039	25,07	25,92	25,07	25,9	-0,8513	457,9	458,7	457,9	458,7	0,062398	525	525
195	27,2842	-132,9235	93356	94660	93355	94576	-1,185575	25,03	26,21	25,03	26,14	-1,185	457,8	459	457,8	458,9	0,124802	525	525
530	6,3766	-38,27803	94416	94791	94388	94763	-0,3388138	25,02	25,36	24,99	25,33	-0,3391	457,8	458,2	457,8	458,1	0,02884	515,8	515,8

Control valve Table

Válvula de Control	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
556	18,8795	8,264627	94409	94328	94355	94274	0,00016975	25	25	24,95	24,95	-6,606E-14	457,8	457,8	457,7	457,7	0,08539	521,6	521,6

Dead end Table

Terminal Ciego	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
24	0	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	531,9	531,9
36	0	0	94485	94485	94485	94485	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	531,9	531,9
92	0	0	94520	94520	94520	94520	0	25,07	25,07	25,07	25,07	0	457,9	457,9	457,9	457,9	0	525	525
147	0	0	94267	94267	94267	94267	0	25,03	25,03	25,03	25,03	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	525	525
516	0	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	515,8	515,8
548	0	0	94432	94432	94432	94432	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0	521,6	521,6

General Component Table

Componente General	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
94	13,6799	90,11337	94510	93626	94477	93626	0,00186539	25,07	25,07	25,04	25,07	0	457,9	457,9	457,8	457,9	0,061814	525	525
194	27,2842	89,09959	94230	93356	94099	93355	0,00169563	25,03	25,03	24,91	25,03	0	457,8	457,8	457,7	457,8	0,123645	525	525

Tank Table

Tanque	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
501	1,3409	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00606	515,8	515,8
503	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,7	521,7
513	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
522	0,8977	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004057	515,8	515,8
525	0,7601	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003435	515,8	515,8
538	2,0283	0	94489	94489	94489	94489	0	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,009166	512	512
540	N/D	0	94489	94489	N/D	N/D	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6

Tee or Wye Table

Te ó Y	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
25	0	94489	94489	94487	94487	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
26	Ver Pérdidas Mult.	94486	94486	94483	94483	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
27	Ver Pérdidas Mult.	94484	94484	94479	94479	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
29	Ver Pérdidas Mult.	94481	94481	94474	94474	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
30	Ver Pérdidas Mult.	94478	94478	94470	94470	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
31	Ver Pérdidas Mult.	94475	94475	94465	94465	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
32	Ver Pérdidas Mult.	94470	94470	94460	94460	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
34	Ver Pérdidas Mult.	94464	94464	94451	94451	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
37	0	94485	94485	94484	94484	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
38	Ver Pérdidas Mult.	94483	94483	94481	94481	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
39	Ver Pérdidas Mult.	94482	94482	94479	94479	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
41	Ver Pérdidas Mult.	94479	94479	94475	94475	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
42	Ver Pérdidas Mult.	94477	94477	94472	94472	0	25	25	25	25	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
43	Ver Pérdidas Mult.	94475	94475	94469	94469	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
44	Ver Pérdidas Mult.	94473	94473	94467	94467	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
46	Ver Pérdidas Mult.	94470	94470	94463	94463	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
48	Ver Pérdidas Mult.	94468	94468	94461	94461	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
49	Ver Pérdidas Mult.	94466	94466	94458	94458	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
50	Ver Pérdidas Mult.	94464	94464	94455	94455	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
51	Ver Pérdidas Mult.	94462	94462	94452	94452	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
90	Ver Pérdidas Mult.	94448	94448	94426	94426	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	531,9	531,9
93	Ver Pérdidas Mult.	94520	94520	94487	94487	0	25,07	25,07	25,04	25,04	N/D	457,9	457,9	457,8	457,8	N/D	525	525
96	Ver Pérdidas Mult.	94501	94501	94416	94416	0	26,11	26,11	26,04	26,04	N/D	458,9	458,9	458,8	458,8	N/D	525	525
100	Ver Pérdidas Mult.	94267	94267	94135	94135	0	25,03	25,03	24,91	24,91	N/D	457,8	457,8	457,7	457,7	N/D	525	525
511	0	94422	94422	94406	94406	0	25,03	25,03	25,01	25,01	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
512	0	94418	94418	94385	94385	0	25,04	25,04	25,01	25,01	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
517	0	94489	94489	94476	94476	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
518	0	94485	94485	94472	94472	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
524	0	94429	94429	94404	94404	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
528	0	94417	94417	94392	94392	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	515,8	515,8
549	0	94432	94432	94424	94424	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
550	0	94431	94431	94416	94416	0	25	25	24,99	24,99	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6

Te ó Y	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
551	0	94429	94429	94409	94409	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
552	0	94418	94418	94392	94392	0	25	25	24,98	24,98	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
553	0	94416	94416	94385	94385	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
554	0	94414	94414	94376	94376	0	25	25	24,97	24,97	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6
555	0	94411	94411	94365	94365	0	25	25	24,96	24,96	N/D	457,8	457,8	457,8	457,8	N/D	521,6	521,6

Valve Table

Válvula	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
3	0,8628	0,007285	94489	94489	94488	94488	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003899	531,9	531,9
4	0,9171	0,01646	94489	94489	94487	94487	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004144	531,9	531,9
5	0,8999	0,316985	94489	94486	94487	94484	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004067	531,9	531,9
6	1,0416	0,637042	94489	94483	94487	94481	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004707	531,9	531,9
7	1,0487	1,076161	94489	94478	94487	94476	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004739	531,9	531,9
8	1,0504	1,51142	94489	94474	94487	94472	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004747	531,9	531,9
9	1,074	2,031559	94489	94469	94487	94467	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004853	531,9	531,9
10	1,1957	2,797851	94489	94462	94486	94459	- 0,00023651	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005403	531,9	531,9
11	0,3643	0,421078	94489	94485	94488	94484	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001646	531,9	531,9
12	0,3671	0,427485	94489	94485	94488	94484	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001659	531,9	531,9
13	0,4971	0,475951	94489	94484	94487	94483	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,002246	531,9	531,9
14	0,5467	0,767544	94489	94481	94487	94480	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,002471	531,9	531,9
15	0,3902	1,270839	94489	94477	94488	94476	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001763	531,9	531,9
16	0,4758	1,45335	94489	94475	94488	94473	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00215	531,9	531,9
17	0,4278	1,762008	94489	94472	94488	94471	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001933	531,9	531,9
18	0,4629	2,063249	94489	94469	94488	94467	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,002092	531,9	531,9
19	0,488	2,293734	94489	94467	94488	94465	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,002206	531,9	531,9
20	0,5032	2,600665	94489	94464	94487	94462	- 0,00027084	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,002274	531,9	531,9
21	0,5341	2,930341	94489	94460	94487	94458	- 0,00023651	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,002414	531,9	531,9
22	0,5333	3,286097	94489	94457	94487	94455	- 0,00023651	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00241	531,9	531,9
502	1,3409	6,724089	94489	94423	94483	94417	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,00606	515,8	515,8
504	1,0794	11,48395	94489	94376	94473	94373	- 0,00010109	25	25	24,99	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004878	521,7	521,7
505	1,1461	11,21197	94489	94379	94475	94365	- 0,00006866	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,005179	521,7	521,7
514	0,8374	0	94489	94489	94481	94481	0	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003784	515,8	515,8
515	0,3151	0,446946	94489	94485	94488	94484	- 0,00030518	25	25	25	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,001424	515,8	515,8
523	0,8977	5,811119	94489	94432	94483	94424	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,004057	515,8	515,8
526	0,7601	5,852758	94489	94432	94483	94410	- 0,00016975	25	25	24,99	24,98	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,003435	515,8	515,8
539	2,0283	4,55792	94489	94444	94459	94406	- 0,00020409	25	25	24,97	24,97	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,009166	512	512
541	2,4759	5,762451	94489	94432	94483	94427	- 0,00020409	25	25	24,99	25	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,011189	521,6	521,6

Válvula	Flujo de Masa a través del Emp (kg/sec)	dP Stag. Total (mm H2O std.)	P Stag. En (Pascals)	P Stag. Sal (Pascals)	P Estática En (Pascals)	P Estática Sal (Pascals)	dT Estanc. (deg. C)	T Estan. Entrada (deg. C)	T Estan. Salida (deg. C)	T Estática En (deg. C)	T Estática Sal (deg. C)	dH Stag. (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Entrada (kJ/kg)	Entalpía de Estancamiento en Salida (kJ/kg)	H Static En (kJ/kg)	H Static Sal (kJ/kg)	Área Sónica (meters2)	Elevación de Entrada (meters)	Elevación de Salida (meters)
542	2,5091	5,918257	94489	94431	94483	94425	- 0,00020409	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,011339	521,6	521,6
543	2,5421	6,074502	94489	94429	94483	94423	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,011488	521,6	521,6
544	2,7718	7,222473	94489	94418	94482	94411	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,012526	521,6	521,6
545	2,8131	7,439143	94489	94416	94482	94409	- 0,00016975	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,012713	521,6	521,6
546	2,8582	7,67979	94489	94414	94481	94406	- 0,00013542	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,012917	521,6	521,6
547	2,9097	7,958972	94489	94411	94481	94403	- 0,00013542	25	25	24,99	24,99	0	457,8	457,8	457,8	457,8	0,013149	521,6	521,6

3.6.3 Evaluación de resultados

3.6.3.1 Escenario 1: VTL-HVE-122A/B funcionando a 90.000 m³/h

3.6.3.1.1 Verificación fluidodinámica del modelo

Como se ha indicado en el apartado 3.1, debe garantizarse que el punto de funcionamiento de los ventiladores de las unidades de extracción y filtración corresponda al caudal y caída de presión del sistema. Los equipos deben ser capaces de funcionar en dicho punto de operación indicado: extraer un caudal aproximado de 90.000 m³/h cuando dispongan de una presión estática de 137 mm c.a. y presión total de 147,1 mm c.a.

VTL-HVE-122A: Sumando los valores de caudal en m³/h de las “tuberías” P21 a P40 (Tabla “Pipe output table”), se obtienen 89.064 m³/h, verificando el caudal de diseño de la unidad. En la tabla “CompressorFan Summary” se indica en J95 que la pérdida de presión estática del sistema es de 124,59 mm c.a. y la pérdida de presión total es de 132,99 mm c.a. verificando los valores requeridos.

VTL-HVE-122B: Sumando los valores de caudal en m³/h de las “tuberías” P502, P505, P510, P516, P517, P525, P528, P541 y P549 a P555 (Tabla “Pipe output table”), se obtienen 88.986 m³/h, verificando el caudal de diseño de la unidad. En la tabla “CompressorFan Summary” se indica en J195 que la pérdida de presión estática del sistema es de 135,29 mm c.a. y la pérdida de presión dinámica es de 143,67 mm c.a. verificando los valores requeridos.

3.6.3.1.2 Verificación de depresión mínima en Edificio de Turbina

Como se ha indicado en el apartado 3.1, se ha considerado una depresión mínima de 2,45 Pa como dato de partida.

Se verifica en los resultados que las presiones en los puntos J1 (tabla “Assigned Pressure Table”), J501, J503, J513, J522, J525, J538 y J540 (tabla “Tank Summary”) mantienen el valor de 94.989 Pa.

Además, por lo mencionado en el apartado 3.6.3.1.1, también se verifica que las unidades de extracción son capaces de conservar la diferencia de presión, considerando la diferencia entre el interior de Edificio de Turbina y la presión de referencia exterior J99 (tabla “Assigned Pressure Table”).

3.6.3.1.3 Verificación de renovaciones mínimas en Edificio de Turbina

Como se ha indicado en el apartado 3.1, debe garantizarse que el sistema de HVAC es capaz de generar un mínimo de 1 renovación por hora en Edificio de Turbina.

Considerando los caudales mencionados en el apartado 3.6.3.1.1, el caudal total de extracción del Edificio de Turbina es de 178.050 m³/h representando 1,85 renovaciones por hora del volumen total de aire (95.990 m³)

3.6.3.1.4 Verificación de confort acústico en Edificio de Turbina

Se ha verificado que la velocidad en los conductos (tabla "Pipe Output Table") dentro del Edificio de Turbina es inferior a 12,5 m/s, según lo indicado en el apartado 3.1. Sólo se excede teóricamente de esta velocidad en conductos exteriores y en los conductos de aspiración de las unidades de extracción y filtración.

3.6.3.2 Escenario 2: VTL-HVE-122A funcionando a 45.000 m³/h y VTL-HVE-122B a 90.000 m³/h

3.6.3.2.1 Verificación fluidodinámica del modelo

Como se ha indicado en el apartado 3.1, debe garantizarse que el punto de funcionamiento de los ventiladores de las unidades de extracción y filtración corresponda al caudal y caída de presión del sistema. Los equipos deben ser capaces de funcionar en dicho punto de operación indicado: la unidad VTL-HVE-122A extraer un caudal aproximado de 45.000 m³/h; y la unidad VTL-HVE-122B extraer un caudal aproximado de 90.000 m³/h cuando dispongan de una presión estática de 137 mm c.a. y presión total de 147,1 mm c.a.

VTL-HVE-122A: Sumando los valores de caudal en m³/h de las "tuberías" P21 a P40 (Tabla "Pipe output table"), se obtienen 44.590 m³/h, verificando el caudal de diseño de la unidad. En la tabla "CompressorFan Summary" se indica en J95 que la pérdida de presión estática del sistema es de 93,44 mm c.a. y la pérdida de presión total es de 95,54 mm c.a.

VTL-HVE-122B: Sumando los valores de caudal en m³/h de las "tuberías" P502, P505, P510, P516, P517, P525, P528, P541 y P549 a P555 (Tabla "Pipe output table"), se obtienen 88.984 m³/h, verificando el caudal de diseño de la unidad. En la tabla "CompressorFan Summary" se indica en J195 que la pérdida de presión estática del sistema es de 124,53 mm c.a. y la pérdida de presión total es de 132,92 mm c.a. verificando los valores requeridos.

3.6.3.2.2 Verificación de depresión mínima en Edificio de Turbina

Como se ha indicado en el apartado 3.1, se ha considerado una depresión mínima de 2,45 Pa como dato de partida.

Se verifica en los resultados que las presiones en los puntos J1 (tabla "Assigned Pressure Table"), J501, J503, J513, J522, J525, J538 y J540 (tabla "Tank Summary") mantienen el valor de 94.989 Pa.

Además, por lo mencionado en el apartado 3.6.3.2.1, también se verifica que las unidades de extracción son capaces de conservar la diferencia de presión, considerando la diferencia entre el interior de Edificio de Turbina y la presión de referencia exterior J99 (tabla "Assigned Pressure Table").

3.6.3.2.3 Verificación de renovaciones mínimas en Edificio de Turbina

Como se ha indicado en el apartado 3.1, debe garantizarse que el sistema de HVAC es capaz de generar un mínimo de 1 renovación por hora en Edificio de Turbina.

Considerando los caudales mencionados en el apartado 3.6.3.2.1, el caudal total de extracción del Edificio de Turbina es de 133.574 m³/h representando 1,39 renovaciones por hora del volumen total de aire (95.990 m³)

3.6.3.2.4 Verificación de confort acústico en Edificio de Turbina

Se ha verificado que la velocidad en los conductos (tabla "Pipe Output Table") dentro del Edificio de Turbina es inferior a 12,5 m/s, según lo indicado en el apartado 3.1. Sólo se excede teóricamente de esta velocidad en conductos exteriores y en los conductos de aspiración de las unidades de extracción y filtración.

3.6.3.3 Mínimo régimen de funcionamiento

Adicionalmente a la verificación de los dos escenarios planteados, se considera de interés determinar teóricamente las condiciones mínimas de funcionamiento de ambas unidades de extracción y filtración.

Se ha determinado teóricamente el caudal de aire de extracción mínimo que deben proporcionar ambas unidades en total para mantener el Edificio de Turbina con una depresión de 2.45 Pa por debajo de la presión atmosférica de referencia, 94.492 Pa según lo indicado en el apartado de consideraciones.

Nominalmente, los ventiladores redundantes VTL-HVS-1A/B tienen la capacidad de proporcionar un caudal de 99.025 m³/h, tomando este valor conservador como referencia. Por lo tanto, teóricamente no se mantendría el edificio en depresión funcionando con una única unidad de extracción/filtración VTL-HVE-122A/B a 90.000 m³/h.

El caso analizado forma parte de un modelo ideal estanco, donde no se tienen en cuenta las infiltraciones del edificio o cualquier fenómeno interior o exterior que pueda generar variaciones en los volúmenes de aire de extracción o de inyección globales del edificio.

$$Q_{aportación} = 99.025 \frac{m^3}{h}$$

$$P_{Referencia} = 94.492 Pa$$

$$P_{Objetivo} = P_{Referencia} - \Delta p = 94.492 Pa - 2.5 Pa = 94.489,5 Pa$$

$$Q_{Minimo extracción} = Q_{Aportación} \cdot \sqrt{\frac{P_{Referencia}}{P_{Objetivo}}} = 99.025 \frac{m^3}{h} \cdot \sqrt{\frac{94.492 Pa}{94.489,5 Pa}} = 99.026 \frac{m^3}{h}$$

Para tener en cuenta las infiltraciones, se considera aplicar un coeficiente de seguridad del 20%. Por lo tanto, teóricamente el caudal conjunto de extracción de ambas unidades VTL-HVE-122A/B para mantener la depresión requerida en el Edificio de Turbina de acuerdo con el Manual de Requisitos en fase 1 de desmantelamiento sería 118.831 m³/h.

Asimismo, la capacidad de extracción de las unidades, tal y como se ha indicado en el objeto de este informe, debe mantener en al menos 1 renovación/hora el Edificio de Turbina.

Considerando el volumen total del edificio 95.990 m³ y teniendo en cuenta el mismo coeficiente de seguridad (20%) para tener en cuenta infiltraciones, debe disponerse de una capacidad de extracción total de 115.188 m³/h para mantener la renovación horaria del aire.

En resumen, teóricamente un caudal de extracción de 120.000 m³/h aseguraría mantener una mínima depresión en el edificio, así como proporcionar una renovación horaria en su interior.

3.7 CONCLUSIÓN

Una vez evaluados los resultados, se concluye que, en base a los resultados de la simulación con AFT Arrow 9.0, el sistema de extracción y filtrado del Edificio de Turbina es capaz de proporcionar los caudales y las depresiones necesarias y, por lo tanto, conductos, ventiladores y accesorios están correctamente dimensionados para garantizar un adecuado confinamiento de las áreas.

4 VALIDACIÓN DE TIPOS DE SOPORTES A INSTALAR

4.1 OBJETO

En la Separata B “Planos” de este proyecto de obra, se presentan los planos 062-IDG-M-0633 a 0666 en los que se presentan los diferentes tipos de soportes a instalar en la red de conductos diseñada. La ubicación de cada uno de estos tipos de indica en los planos 062-IDG-M-0630/0631/0608

Estos soportes deben tener una configuración, así como disponer de los elementos necesarios que aseguren su integridad ante las cargas a las que van a estar sometidos.

4.2 SOFTWARE EMPLEADO

Para la validación de las estructuras que constituyen los soportes se ha empleado “SAP2000 v25.3.1 Ultimate 64 bit” mientras que para la validación de anclajes se ha empleado la herramienta “Hilti Profis Engineering 3.1.4”.

4.3 CONSIDERACIONES

- Se ha considerado una densidad de 7,9 ton/m³ para el material, acero galvanizado ASTM A653/A653M que constituyen tanto los conductos como sus respectivas bridas de unión y refuerzos.
- Para conductos de ventilación, dado el fluido circulante y las presiones de trabajo, se han considerado como cargas de los soportes el peso propio de los conductos (vertical) y para los soportes ubicados en intemperie se ha tenido presente la contribución de la nieve (vertical) y del viento (horizontal) que podría acumularse o existir en el entorno de la Central Nuclear de Santa María de Garoña.
- Para las cargas del peso propio de los conductos se ha considerado un incremento adicional del 20% que tiene en cuenta la contribución del peso propio de bridas, refuerzos, así como de los elementos primarios de caudal y sondas isocinéticas en los conductos en los que van insertados.
- Se han considerado las cargas adicionales que constituyen las compuertas a instalar en la red de conductos.
- Los tipos de soporte (32) se han agrupado en varios modelos estructurales por similitud y en el modelo se ha representado la geometría más desfavorable y se han aplicado las cargas más elevadas. Las placas de anclaje también se han agrupado según sus dimensiones.

- Para el diseño de los tipos de soporte se ha tenido presente las inferencias y restricciones físicas existentes en las áreas de trabajo.
- Los tipos de soportes tipo 16 a 21 se han diseñado teniendo presente que, en un futuro, se instalará el conducto de descarga del SAS de Corte de la Planta de Operación de Turbina. Por este motivo, se ha considerado que soportan un conducto (circular diámetro 710 mm y espesor 2 mm) con unas dimensiones muy conservadoras.
- Para el tramo de conducto 1.267 x 1.267 mm. soportado por dos soportes tipo 2, la carga que se ha tenido es conservadora ya que hay tramos ubicados a la intemperie (conexión con unidades VTL-HVE-122A/B) que realmente están soportados en los pasamuros y bridas de unión a las compuertas de entrada de las unidades. Para estos pequeños tramos ubicados a la intemperie, protegidos de las inclemencias del tiempo al estar entre el muro este del Edificio de Turbina y las unidades de extracción y filtración, no se ha considerado la contribución de nieve y viento.
- Se han consultado planos civiles de la instalación para obtener los espesores y características de los elementos (vigas, forjados) del Edificio de Turbina al que se anclarán los soportes.
- Con carácter general, los elementos estructurales que constituyen los soportes estarán contruidos de acero al carbono ASTM A36/A36M. Los cálculos para la verificación de los elementos estructurales han sido realizados tomando como referencia el acero al carbono de calidad S235, equivalente al ASTM A36/A36M.
- Se ha considerado el empleo de pernos de anclaje comerciales “Hilti”, pudiéndose emplear de marca análoga siempre que cumplan con las propiedades de los indicados.

4.4 METODOLOGÍA

4.4.1 OBTENCIÓN DE LAS CARGAS DE DISEÑO

4.4.1.1 Obtención de las cargas verticales por peso propio del conducto

Para obtener este valor para cada uno de los tipos de soportes se ha tenido presente la densidad del acero galvanizado indicada en el apartado anterior, el espesor definido para cada tramo de conducto de acuerdo con la documentación del Proyecto, la longitud (“span”) de cada uno de los tramos obtenida en los planos y el número de soportes de cada tipo requerido.

4.4.1.2 Obtención de las cargas verticales por la nieve que pudiera acumularse en los conductos en intemperie

Dado que la Central Nuclear de Santa María de Garoña se encuentra en un área geográfica en la que suele nevar en invierno, se debe tener presente la carga vertical con la que contribuiría esta capa de nieve.

Para definir la carga de nieve se ha empleado la norma EN 1991-1-3 “Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-3: Acciones generales. Cargas de nieve”.

La obtención de esta carga (en N/m) se obtiene con la siguiente fórmula:

$$s = \mu_i C_e C_t \cdot s_k D_k \mu_{slope}$$

μ_i is the snow load shape coefficient
 C_e is the exposure coefficient
 C_t is the thermal coefficient
 s_k is the characteristic value of snow load on the ground
 D_k - Insulation outer diameter
 μ_{slope} - Slope Factor

Figura 4-1: fórmula obtención carga de nieve

- El coeficiente de forma de carga de nieve μ_i se ha obtenido teniendo en cuenta la ubicación geográfica de la instalación:

Snow Shape Factor	<p>If snow shape factor is zero, then snow load will not be applied on this pipe element</p> <ul style="list-style-type: none"> ASCE 7-16 (USA), Ca - Snow Shape Factor. Recommended value is 0.55 IBC 2012 Same as ASCE 7-16 EN 1991-1-3:2003+A1:2015 (European Union), μ_i - snow shape factor. Recommended value is 0.5 TKP EN 1991-1-3:2003+A1:2015 (Belarus), Same as EN 1991-1-3:2003+A1:2015 GB 50009-2012 (China), μ - snow shape factor. Recommended value is 0.4 SP 20.13330.2016 (Russia), μ - snow shape factor. Recommended value is 0.4 NBC 2010 (Canada) Ca - snow shape factor. Recommended value is 0.4 KBC 2016 (Korea), Ca - Snow Shape Factor. Recommended value is 0.55

Figura 4-2: Obtención coeficiente de forma de carga de nieve μ_i

- El coeficiente de exposición C_e se ha obtenido teniendo en cuenta la topografía del área:

Table 5.1 Recommended values of C_e for different topographies	
Topography	C_e
Windswept ^a	0,8
Normal ^b	1,0
Sheltered ^c	1,2

^a Windswept topography: flat unobstructed areas exposed on all sides without, or little shelter afforded by terrain, higher construction works or trees.

^b Normal topography: areas where there is no significant removal of snow by wind on construction work, because of terrain, other construction works or trees.

^c Sheltered topography: areas in which the construction work being considered is considerably lower than the surrounding terrain or surrounded by high trees and/or surrounded by higher construction works.

Figura 4-3: Obtención coeficiente de exposición C_e

- Para estimar el valor del coeficiente térmico C_t no se ha tenido presente ningún tipo de reducción de la carga por usar un material con especial transmisión de calor.

(8) The thermal coefficient C_t should be used to account for the reduction of snow loads on roofs with high thermal transmittance ($> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$), in particular for some glass covered roofs, because of melting caused by heat loss.

For all other cases:

$$C_t = 1,0$$

Figura 4-4: Obtención coeficiente térmico C_t

- Para obtener el valor del coeficiente S_k (valor característico de la carga de nieve en el suelo), se ha tenido presente la especificación (civil) de diseño estructural JSD, 8000178-0000-JSD-1700-001.

7.3.8 Snow Loads (SL)

For snow parameters, refer to chapter §5.1.2 above.

Snow load consists of temporary forces generated by snow effects on structures. They shall be defined in accordance with DS/EN 1991-1-3 DK NA:2015.

Characteristic load of snow on the ground (S_k):

$$S_k = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Figura 4-5: Obtención coeficiente S_k

- Para obtener el factor de pendiente μ_{slope} :

μ_{slope} - Slope Factor

$$\mu_{slope} = \mu_1(0^\circ) \text{ if } \alpha \leq 30^\circ$$

$$\mu_{slope} = \mu_1(0^\circ) \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ \text{ if } 30^\circ < \alpha < 60^\circ$$

$$\mu_{slope} = 0 \text{ if } \alpha \geq 60^\circ$$

The recommended value is $\mu_1(0^\circ) = 0,8$

Figura 4-6: Obtención factor de pendiente μ_{slope}

- D_k es el diámetro externo del conducto, el cual no está calorifugado.

4.4.1.3 Obtención de las cargas horizontales producidos por el viento en los conductos en intemperie

Para definir la carga generada por el viento se ha empleado la norma BS EN 1991-1-4 “Eurocode 1. Actions on structures. General actions. Wind actions” y su anejo DS EN 1991-1-4 DK “National Danish Annex”.

Estas referencias indican una fórmula para determinar la presión de velocidad máxima $q_p(z)$ a una altura z , en N/m^2 .

4.5 Peak velocity pressure

(1) The peak velocity pressure $q_p(z)$ at height z , which includes mean and short-term velocity fluctuations, should be determined.

NOTE 1 The National Annex may give rules for the determination of $q_p(z)$. The recommended rule is given in Expression (4.8).

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b \quad (4.8)$$

Figura 4-7: Obtención presión de velocidad máxima q_p

- ρ es la densidad del aire y la recomendación del Eurocódigo BS EN 1991-1-4 (anejo DS EN 1991-1-4 DK “National Danish Annex”) es emplear $1,25 \text{ Kg/m}^3$.
- v_m es la velocidad media del viento calculada, $v_m = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$, con:
 - v_b es la velocidad básica del viento y, de acuerdo con el área geográfica de la Central Nuclear de Santa María de Garoña (área C) es 29 m/s según mapa presente en el documento SE-AE “Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación”.

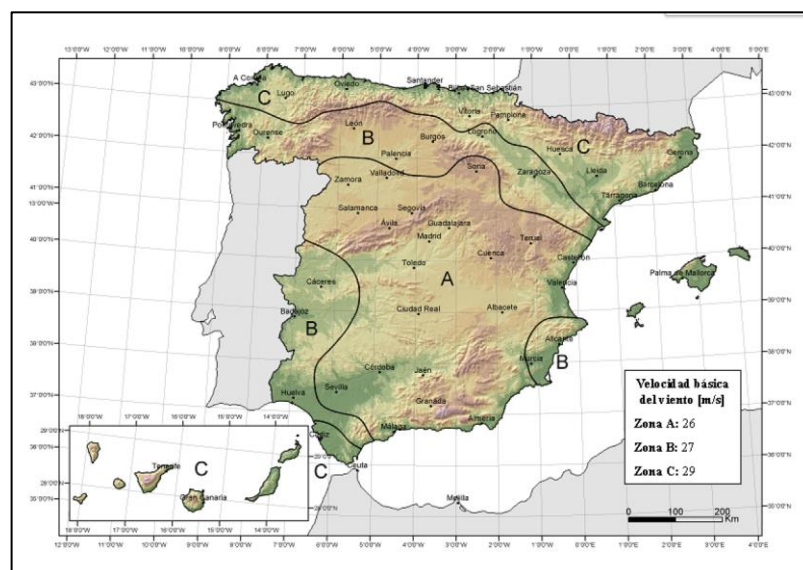


Figura 4-8: Obtención velocidad básica del viento v_b

- $c_o(z)$ es el factor orográfico y se ha considerado un valor de 1, no cambia de acuerdo con DS EN 1991-1-4 DK “National Danish Annex”.
- $c_r(z)$ es el factor de rugosidad, obtenido de acuerdo a la siguiente fórmula: $c_r(z) = K_r \cdot L_n(Z/Z_o)$

K_r es el factor del terreno calculado mediante $K_r = 0,19 \cdot (Z_o/Z_{o,ii})^{0,07}$.

Z_o se estima 0,01 considerando Santa María de Garoña como una categoría de terreno I y según la siguiente tabla.

$Z_{o,ii}$ corresponde a una categoría de terreno II, considerándose 0,05.

Table 4.1 — Terrain categories and terrain parameters

Terrain category		Z_o m	Z_{min} m
0	Sea or coastal area exposed to the open sea	0,003	1
I	Lakes or flat and horizontal area with negligible vegetation and without obstacles	0,01	1
II	Area with low vegetation such as grass and isolated obstacles (trees, buildings) with separations of at least 20 obstacle heights	0,05	2
III	Area with regular cover of vegetation or buildings or with isolated obstacles with separations of maximum 20 obstacle heights (such as villages, suburban terrain, permanent forest)	0,3	5
IV	Area in which at least 15 % of the surface is covered with buildings and their average height exceeds 15 m	1,0	10
NOTE: The terrain categories are illustrated in A.1.			

Figura 4-9: Obtención de Z_o y $Z_{o,ii}$

Con la fórmula anterior, se obtiene $K_r = 0,1698$.

- $L_v(z)$ es la intensidad de la turbulencia, calculada mediante fórmula $L_v(z) = K_i / (C_o(z) \cdot L_n(Z/Z_o))$.

K_i es el factor de turbulencia y se considera 1 en DS EN 1991-1-4 DK “National Danish Annex”.

Con todas estas variables y consideraciones, y mediante la fórmula indicada anteriormente se ha obtenido la presión de velocidad máxima $q_p(z)$ a diferentes alturas. Para determinar las cargas de viento en los conductos de intemperie se ha considerado una altura de 15 m y 18 m.

Tabla 4-1: Obtención de presión de velocidad máxima a diferentes alturas					
Z (m)	Iv(Z)	Cr(Z)	Vm(Z) [m/s]	q _p (Z) [N/m ²]	q _p (Z) [KN/m ²]
2	0,189	0,899	26,1	987	0,987
4	0,167	1,017	29,5	1179	1,179
6	0,156	1,086	31,5	1298	1,298
8	0,150	1,135	32,9	1386	1,386
10	0,145	1,173	34,0	1455	1,455
12	0,141	1,204	34,9	1513	1,513
14	0,138	1,230	35,7	1563	1,563
15	0,137	1,241	36,0	1586	1,586
16	0,136	1,252	36,3	1607	1,607
18	0,133	1,272	36,9	1646	1,646
20	0,132	1,290	37,4	1681	1,681
22	0,130	1,306	37,9	1713	1,713
24	0,128	1,321	38,3	1743	1,743
26	0,127	1,335	38,7	1770	1,770
28	0,126	1,347	39,1	1796	1,796
30	0,125	1,359	39,4	1820	1,820

4.4.1.4 Tabla resumen cargas a considerar por cada tipo de soporte

De acuerdo a las consideraciones indicadas y a la metodología empleada para la obtención de las cargas, se han obtenido las cargas de diseño de cada uno de los tipos de soportes.

Tabla 4-2: Cargas por tipo de soporte

TAG	Ducto	Espesor [mm]	Sección del Ducto	Ubicación	Densidad [kg/m³]	Peso Lineal [kg/m]	Factor de Seguridad	Span [m]	Carga [Kg]	Nieve [Kg]	Viento	Carga Adicional	Carga Total Peso Cond. x FS [kN]	Carga Total Vertical NIEVE [kN]	Carga Total Horizontal VIENTO [kN]	Qty
SOP-TIPO 1	1267x1267	2	Rectangular	Interior	7900	79,948	1,2	10,8	288	0	0	125	4,960	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 2	1267x1267	2	Rectangular	Interior	7900	79,948	1,2	10,8	288	0	0	55	4,120	0,00	0,00	1
SOP-TIPO 3	450x400	2	Rectangular	Interior	7900	26,734	1,2	6,4	57	0	0	0	0,688	0,00	0,00	3
SOP-TIPO 4	550x550	2	Rectangular	Interior	7900	34,634	1,2	6,7	78	0	0	0	0,932	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 5	700x600	2	Rectangular	Interior	7900	40,954	1,2	6,1	84	0	0	0	1,008	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 6	750x700	2	Rectangular	Interior	7900	45,694	1,2	7,3	112	0	0	0	1,340	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 7	800x700	2	Rectangular	Interior	7900	47,274	1,2	6,7	106	0	0	0	1,276	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 8	950x750	2	Rectangular	Interior	7900	53,594	1,2	6,7	120	0	0	0	1,444	0,00	0,00	3
SOP-TIPO 9	1050x750	2	Rectangular	Interior	7900	56,754	1,2	8,8	167	0	0	0	2,000	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 10	1200x750	2	Rectangular	Interior	7900	61,494	1,2	8,1	125	0	0	0	1,497	0,00	0,00	3
SOP-TIPO 11	1300x750	2	Rectangular	Interior	7900	64,654	1,2	7,6	164	0	0	0	1,968	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 12	1400x750	2	Rectangular	Interior	7900	67,814	1,2	6,9	156	0	0	0	1,872	0,00	0,00	3
SOP-TIPO 13	1450x750	2	Rectangular	Interior	7900	69,394	1,2	6,1	141	0	0	0	1,696	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 14	1550x750	2	Rectangular	Interior	7900	72,554	1,2	8,0	193	0	0	0	2,320	0,00	0,00	1
SOP-TIPO 15	1900x750	2	Rectangular	Interior	7900	83,614	1,2	3,8	159	0	0	0	1,902	0,00	0,00	1
	710x2	2	Circular	Interior	7900	35,143	1,2	3,8	67	0	0	0	0,804	0,00	0,00	
SOP-TIPO 16	1900x750	2	Rectangular	Interior	7900	83,614	1,2	3,8	159	0	0	0	1,908	0,00	0,00	1
	710x2	2	Circular	Interior	7900	35,143	1,2	3,8	67	0	0	0	0,804	0,00	0,00	
SOP-TIPO 17	1800x750	2	Rectangular	Interior	7900	80,454	1,2	5,4	145	0	0	0	1,740	0,00	0,00	2
	710x2	2	Circular	Interior	7900	35,143	1,2	5,4	63	0	0	0	0,760	0,00	0,00	
SOP-TIPO 18	1800x750	2	Rectangular	Interior	7900	80,454	1,2	5,6	150	0	0	0	1,804	0,00	0,00	1
	710x2	2	Circular	Interior	7900	35,143	1,2	5,6	79	0	0	0	0,948	0,00	0,00	
SOP-TIPO 19	1600x750	2	Rectangular	Interior	7900	74,134	1,2	4,6	169	0	0	0	2,028	0,00	0,00	2
	710x2	2	Circular	Interior	7900	35,143	1,2	4,6	81	0	0	0	0,966	0,00	0,00	
SOP-TIPO-20	1400x750	2	Rectangular	Interior	7900	67,814	1,2	6,3	142	0	0	0	1,704	0,00	0,00	2
	710x2	2	Circular	Interior	7900	35,143	1,2	6,3	74	0	0	0	0,884	0,00	0,00	
SOP-TIPO 21	1200x750	2	Rectangular	Interior	7900	61,494	1,2	7,3	150	0	0	0	1,800	0,00	0,00	2
	710x2	2	Circular	Interior	7900	35,143	1,2	7,3	86	0	0	0	1,032	0,00	0,00	
SOP-TIPO 22	1200x750	2	Rectangular	Interior	7900	61,494	1,2	4,1	126	0	0	0	1,512	0,00	0,00	1
SOP-TIPO 23	950x750	2	Rectangular	Interior	7900	53,594	1,2	6,1	110	0	0	0	1,320	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 24	750x700	2	Rectangular	Interior	7900	45,694	1,2	6,7	103	0	0	0	1,232	0,00	0,00	2
SOP-TIPO 25	550x550	2	Rectangular	Interior	7900	34,634	1,2	6,4	74	0	0	0	0,892	0,00	0,00	3
SOP-TIPO-26	1850x1.5	1,5	Circular	Exterior	7900	68,816	1,2	10,5	180,25	0	7,97	0	2,163	0,00	7,97	3
SOP-TIPO-27	1850x1.5	1,5	Circular	Exterior	7900	68,816	1,2	10,5	463,25	320	5,31	0	5,559	3,20	5,31	1
SOP-TIPO-28	1600x1.5	1,5	Circular	Exterior	7900	59,509	1,2	18,19	463,5	518	7,69	0	5,562	5,18	7,69	5
	1600x1.5	1,5	Circular	Exterior	7900	59,509	1,2	20,2	171,86	189	7,32	0	2,062	1,89	7,32	
SOP-TIPO-29	1600x1.5	1,5	Circular	Exterior	7900	59,509	1,2	10,91	216,67	238	9,23	0	2,600	2,38	9,23	1
SOP-TIPO-30	1600x1.5	1,5	Circular	Exterior	7900	59,509	1,2	15,47	230,25	253	9,81	0	2,763	2,53	9,81	1
SOP-TIPO-31	1600x1.5	1,5	Circular	Exterior	7900	59,509	1,2	14,01	208,5	229	8,88	0	2,502	2,29	8,88	1
SOP-TIPO 32	550x600	2	Rectangular	Interior	7900	36,214	1,2	6,8	82	0	0	44	1,508	0,00	0,00	3

4.4.2 RELACIÓN ENTRE TIPO DE SOPORTE Y MODELO DE CÁLCULO

La siguiente tabla muestra la relación entre cada tipo de soporte y los modelos de cálculo empleados, así como los anclajes utilizados:

Tabla 4-3: Relación tipos de soportes con modelos de cálculo			
SAP2000 Model	TAG	Placa de anclaje	Anclajes
SM-1	SOP-TIPO 1	PA-1	HST3 M16 x 145 45/25
SM-2	SOP-TIPO 2	PA-2	HDA-P M12x125/50 125mm
SM-3	SOP-TIPO 3	PA-2	HDA-P M12x125/50 125mm
	SOP-TIPO 4		
	SOP-TIPO 5		
	SOP-TIPO 6		
	SOP-TIPO 7		

Tabla 4-3: Relación tipos de soportes con modelos de cálculo			
SAP2000 Model	TAG	Placa de anclaje	Anclajes
	SOP-TIPO 8		
	SOP-TIPO 9		
	SOP-TIPO 10		
	SOP-TIPO 11		
	SOP-TIPO 12		
	SOP-TIPO 13		
	SOP-TIPO 14		
SM-4	SOP-TIPO 16	PA-3	HST3 M20x170 -/30
	SOP-TIPO 17		
	SOP-TIPO 18		
	SOP-TIPO 19		
	SOP-TIPO 20		
	SOP-TIPO 21		
SM-4'	SOP-TIPO 15	PA-2	HST3 M12x115
	SOP-TIPO 22		
	SOP-TIPO 23		
	SOP-TIPO 24		
	SOP-TIPO 25		
SM-5	SOP-TIPO-26	PA-2	HST3 M12x115 40/20
	SOP-TIPO-27		
SM-6	SOP-TIPO-28	PA-2	HDA-P M12x125/50
SM-7	SOP-TIPO-29	PA-2	HST3 M12x115 40/20
SM-8&9	SOP-TIPO-30	PA-3'	HDA-P M12x125/50 (SUELO)
	SOP-TIPO-31	PA-2'	HDA-P M12x125/50 (PARED)
		"U"	VARILLA ROSCADA M12
SM-10	SOP-TIPO 32	PA-2	HST3 M12x115 40/20

4.5 RESULTADOS

Una vez obtenidas las cargas de diseño para cada tipo de soporte se verifican sus elementos estructurales y anclajes definidos en los planos de diseño.

La verificación se ha realizado siguiendo las prescripciones del Eurocódigo.

En el presente estudio se presentan los cálculos de verificación de elementos que se incluirán en los diseños definitivos. Se han realizado otras iteraciones para llegar a ellos que no se adjuntan.

4.5.1 VERIFICACIÓN ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOPORTES

Mediante el software SAP2000 v25.3.1 Ultimate 64 bit, se han verificado los elementos estructurales planteados para cada tipo de soporte.

Se presentan a continuación, para cada uno de los tipos, el gráfico de verificación, de acuerdo a un código de colores indicado en el Eurocódigo 3, UNE-EN 1993-3-2:2005.

4.5.1.1 Soportes Tipo 1

Su modelo es el SM-1.

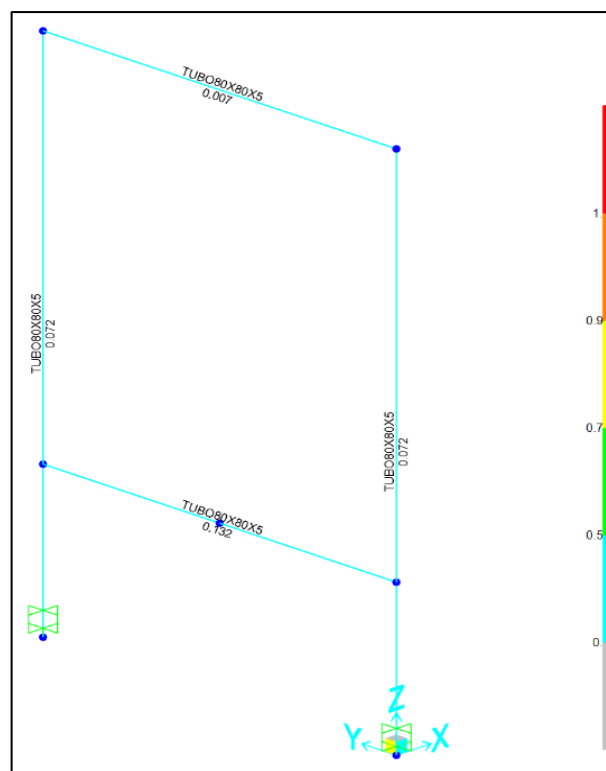


Figura 4-10: Ratio de verificación del modelo SM-1

4.5.1.2 Soportes Tipo 2

Su modelo es el SM-2.

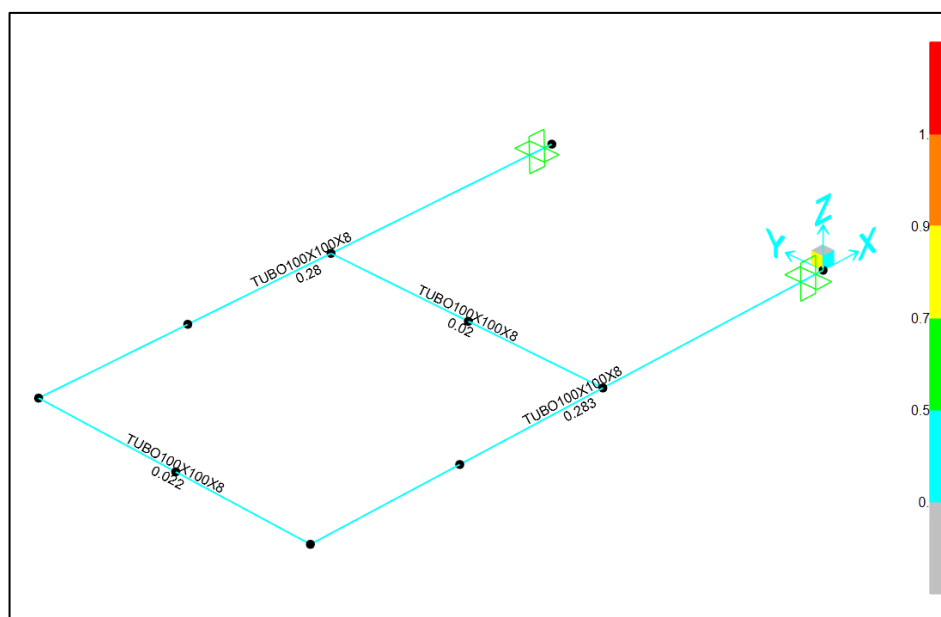


Figura 4-11: Ratio de verificación del modelo SM-2

4.5.1.3 Soportes Tipo 3 a 14

Su modelo es el SM-3.

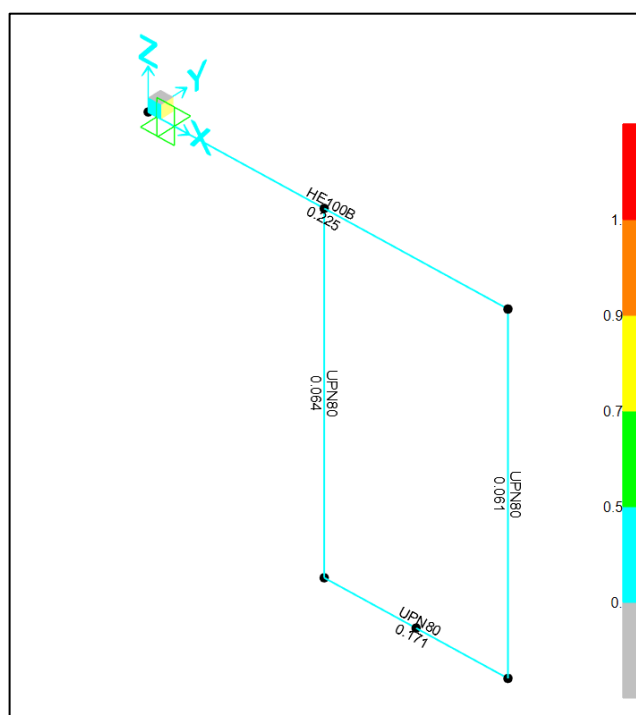


Figura 4-12: Ratio de verificación del modelo SM-3

4.5.1.4 Soportes Tipo 16 a 21

Su modelo es el SM-4.

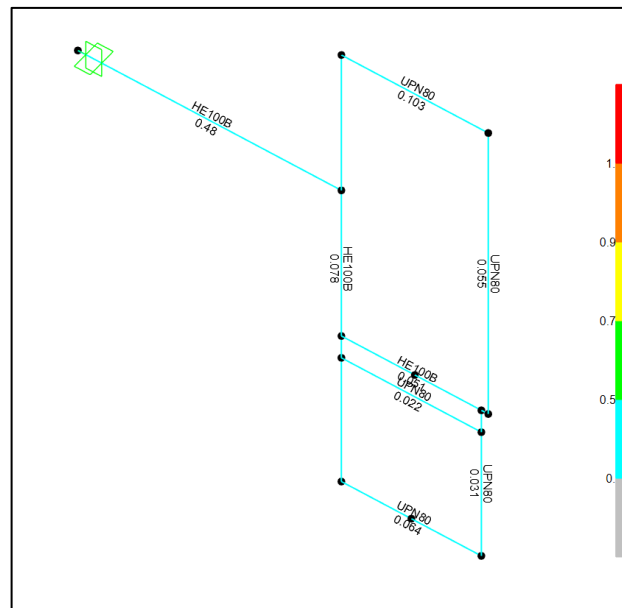


Figura 4-13: Ratio de verificación del modelo SM-4

4.5.1.5 Soportes Tipo 15 y 22 a 25

Su modelo es el SM-4'.

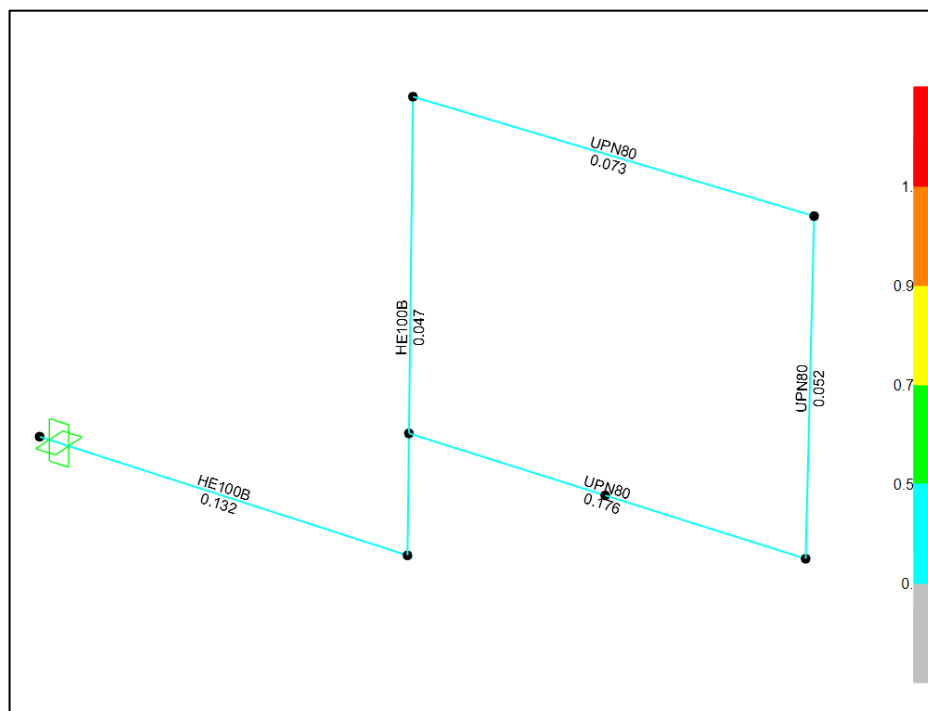


Figura 4-14: Ratio de verificación del modelo SM-4'

4.5.1.6 Soportes Tipo 26 y 27

Su modelo es el SM-5.

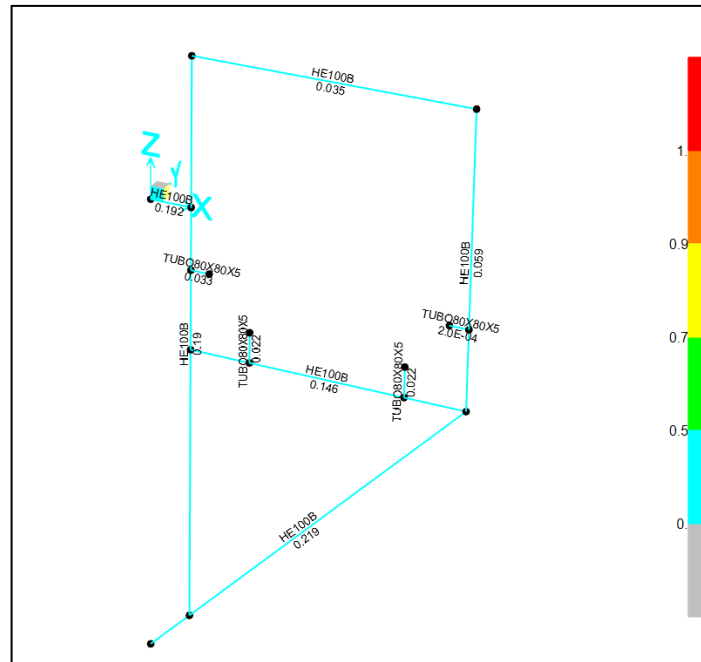


Figura 4-15: Ratio de verificación del modelo SM-5

4.5.1.7 Soportes Tipo 28

Su modelo es el SM-6.

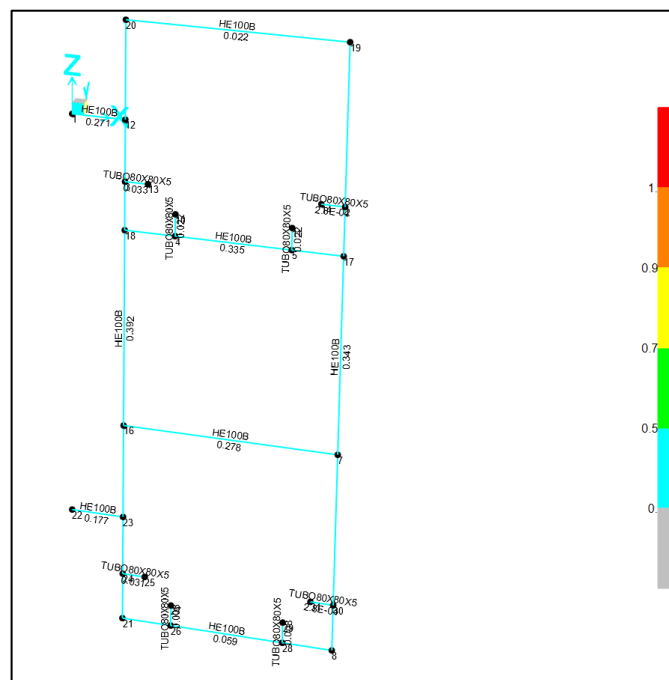


Figura 4-16: Ratio de verificación del modelo SM-6.

4.5.1.8 Soportes Tipo 29

Su modelo es el SM-7.

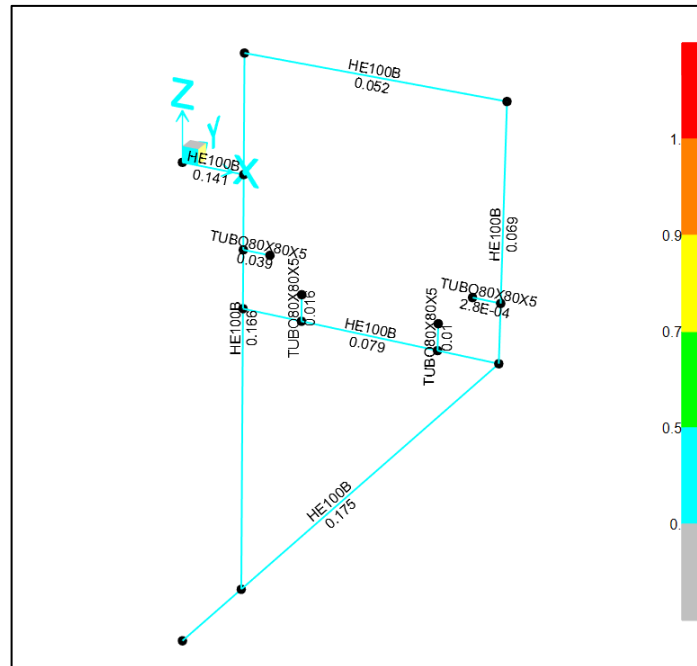


Figura 4-17 Ratio de verificación del modelo SM-7

4.5.1.9 Soportes Tipo 30-31

Su modelo es el SM-8&9.

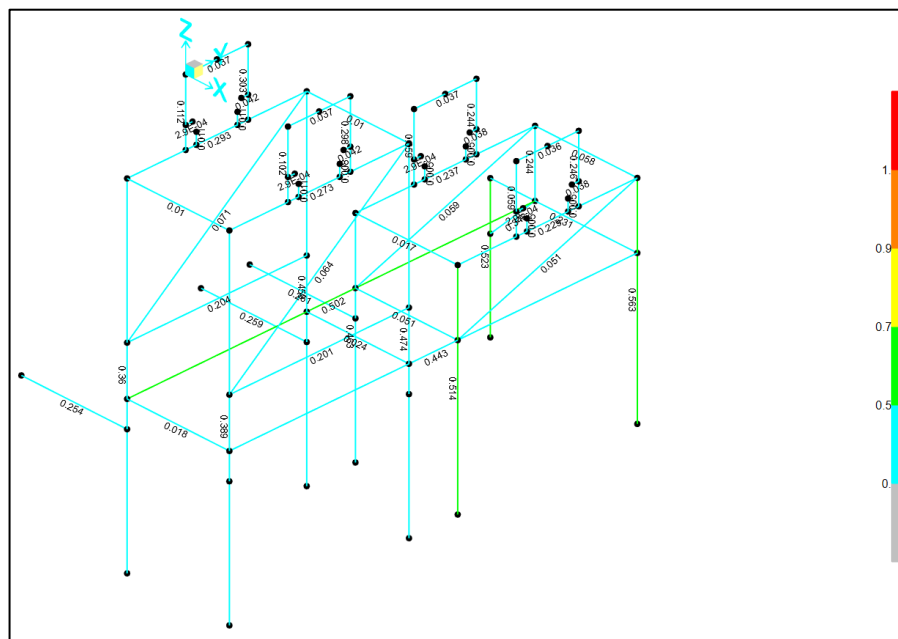


Figura 4-18: Ratio de verificación del modelo SM-8&9

4.5.1.10 Soportes Tipo 32

Su modelo es el SM-10.

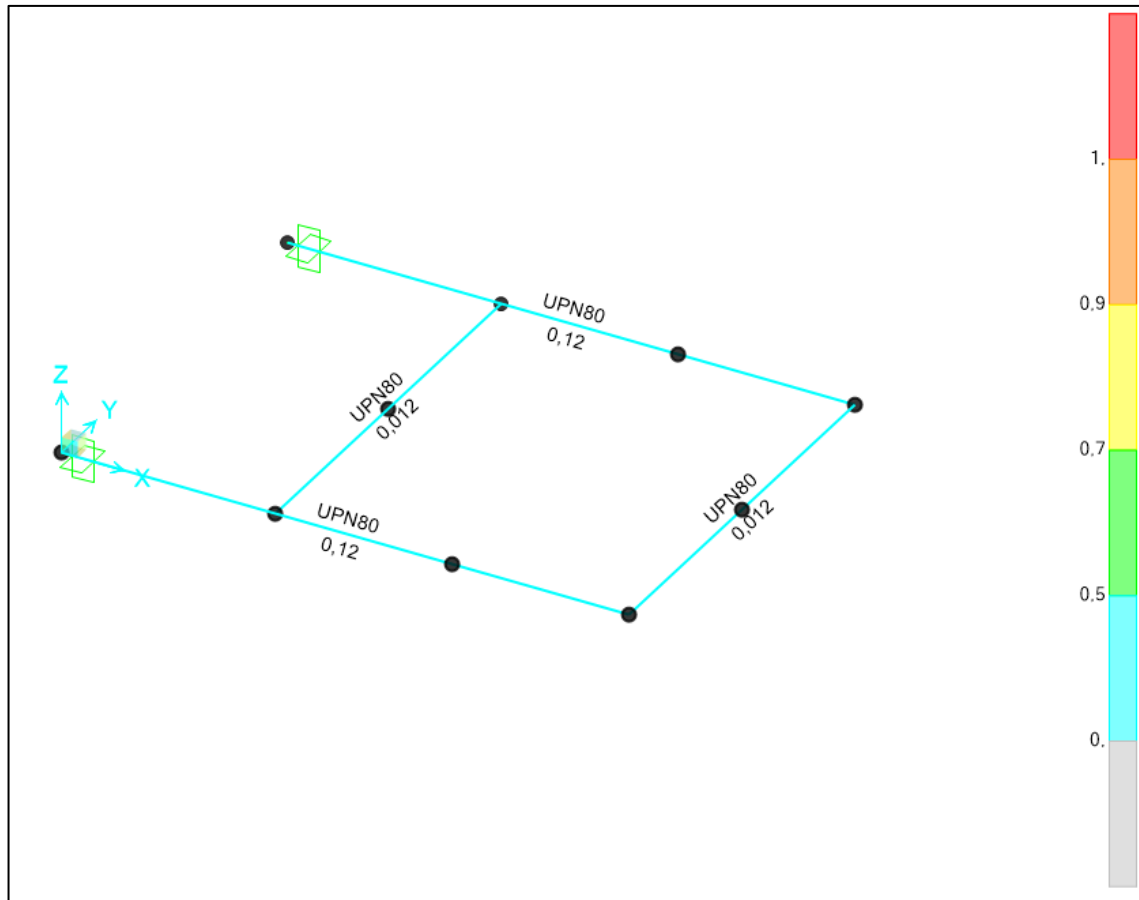


Figura 4-19: Ratio de verificación del modelo SM-10

4.5.2 VERIFICACIÓN ANCLAJES SOPORTES

Mediante el software “Hilti Profis Engineering 3.1.4”, se han verificado los anclajes, incluyendo pernos y placas, planteados para cada tipo de soporte.

4.5.2.1 Soportes Tipo 1

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (2) de 250 x 150 x 20 (PA-1) y pernos (4) modelo HST3 M16x145 45/25. El anclaje se realizará al forjado de la Planta de Operación de Turbina, de espesor 1.000 mm.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es


Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 1
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 30/10/2024

Comentarios del especificador:

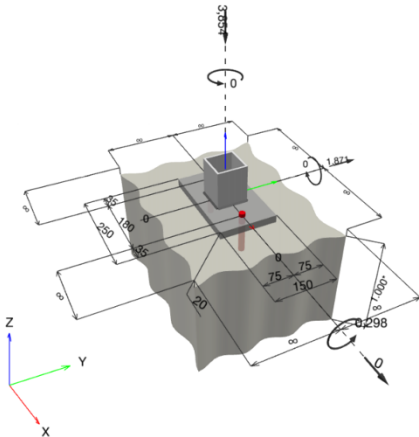
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M16 hef2	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	2105859 HST3 M16x145 45/25	
Specification text:	Hilti HST3 perno de expansión con 85 mm de empotramiento, M16 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef, opt} = 85,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 160,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 98,0 \text{ mm}$	
Material:		
Informe de Evaluación:	ETA 98/0001	
Establecidos / Válidos:	20/7/2023 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$	
Perfil:	Perfil Cuadrado, $80 \times 80 \times 5,0$; ($L \times W \times T$) = $80,0 \text{ mm} \times 80,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c, cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1.000,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

^{CBFEM} - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	N = -3,854; V _x = 0,000; V _y = -1,871; M _x = -0,298; M _y = 0,000; M _z = 0,000;	no	no	7
2	Combinación 2	N = -3,854; V _x = 0,000; V _y = 1,871; M _x = 0,298; M _y = 0,000; M _z = 0,000;	no	no	7

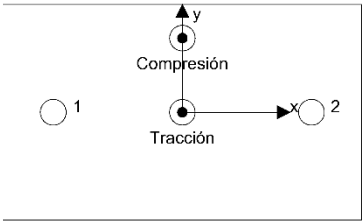
1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Control del caso de cargas: 2 Combinación 2

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	1,160	0,936	-0,000	-0,935
2	1,160	0,936	0,000	-0,935



Resulting tension force in (x/y)=(-0,0/0,0): 2.319 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(0,0/51,7): 6.217 [kN]

La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofía_PA-1_SOP_1	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	1,160	54,286	3	OK
Fallo por extracción*	1,160	18,000	7	OK
Rotura por cono de hormigón**	2,319	48,941	5	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
76,000	1,400	54,286	1,160

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
27,000	1,000	1,500	18,000	1,160



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 4
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 30/10/2024

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.1

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	$f_{c,gy} [N/mm^2]$		
110.925	65.025	127,5	255,0	20,00		
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [mm]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	51,7
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [kN]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$	
1,595	7,700	26.986	1,500	48.941	2,319	

ID grupo de anclajes
1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	5
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	0,936	44,240	3	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	1,871	104,652	2	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
55,300	1,000	55,300	1,250	44,240	0,936

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,gy}$ [N/mm ²]	
110.925	65.025	127,5	255,0	3,410	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	26,986	1,500	104,652	1,871		

ID grupo de anclajes
1, 2

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,021	0,021	2,000	1	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,064	0,018	1,500	2	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Please note that this design utilizes user defined material safety factor values that differ from the default values recommended in EN1992-4. Partial Safety factor value: $\gamma_c = 1,500$
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 7
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 30/10/2024

1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
Perfil: Perfil Cuadrado, $80 \times 80 \times 5,0$; $(L \times W \times T) = 80,0 \text{ mm} \times 80,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$
Diámetro de taladro en chapa: $d_f = 18,0 \text{ mm}$
Espesor de placa (introducir): $20,0 \text{ mm}$

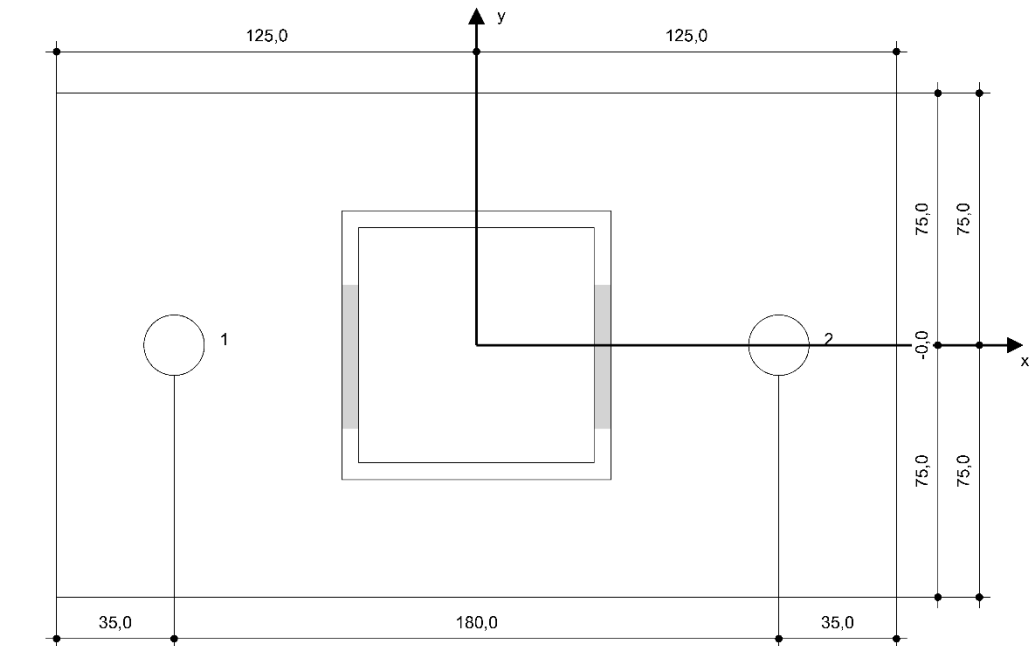
Tipo y tamaño de anclaje: HST3 M16 hef2
Número de artículo: 2105859 HST3 M16x145 45/25
Par de apriete máximo: 110 Nm
Diámetro de taladro en material base: 16,0 mm
Profundidad de taladro (min/max): 118,0 mm
Mínimo espesor del material base: 140,0 mm

Método de perforación: Taladro a rotoperación
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Hilti HST3 perno de expansión con 85 mm de empotramiento, M16 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
<ul style="list-style-type: none">Taladro a rotoperación adecuadoTamaño adecuado de broca	<ul style="list-style-type: none">No requiere accesorios	<ul style="list-style-type: none">Atornilladora de impacto con control de par de aprieteLlave dinamométricaPercusión



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c _x	c _{+x}	c _y	c _{+y}
1	-90,0	0,0	-	-	-	-
2	90,0	-0,0	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es







Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1

Página: 8
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 30/10/2024

1.8 Taladro e instalación

HST3 (-R) subject to:

	Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*		TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*		DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*		Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling*		-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**		Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)				-	
Impact Wrench and Adaptive Torque Module		Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	9
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufitec	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M16 hef2, $h_{ef} = 85,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	$80 \times 80 \times 5,0$; $(L \times W \times T \times FT) = 80,0 \text{ mm} \times 80,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm} \times -$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1.000,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

	Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
		$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$			
1	Combinación 1	17,61	0,00	9,70	0,00	1	11	3
2	Combinación 2	17,61	0,00	9,71	0,00	1	11	3

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 2

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	1,041 kN	1,159 kN
Anclaje	1,041 kN	1,159 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$	$f_y [\text{N/mm}^2]$	γ_{M0}	$f_y/\gamma_{M0} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{lim} [\%]$	Estado
Placa	Combinación 2	S 235	9,71	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 2	S 235	15,96	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

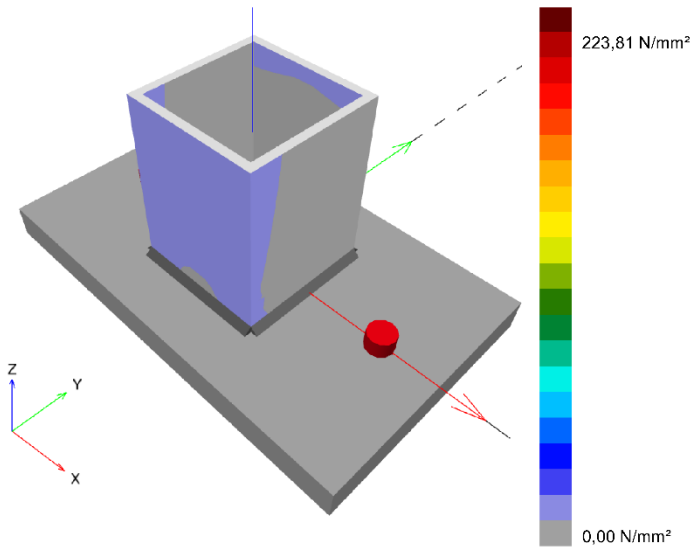
Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garona_PA-1_SOP_1
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 10
Proyectista:
Fecha: 30/10/2024

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm ²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm ²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Perfil	Combinación 2	S 235	15,95	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 2	S 235	12,49	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 2	S 235	17,61	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 2 - Combinación 2



[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

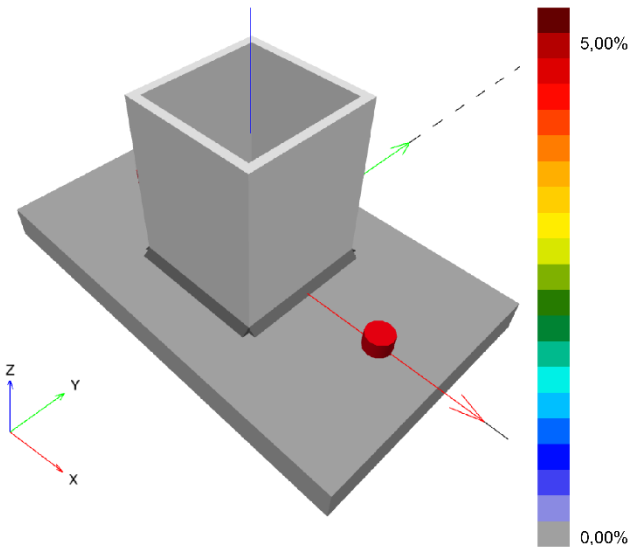


Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	11
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Fecha:	30/10/2024
Teléfono / Fax:			
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1		
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 2 - Combinación 2

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k_1	a_b	f_u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ_{M2}
Anclaje 1	2,50	1,00	360,00	16,0	20,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	16,0	20,0	1.25

Resultados

	V_{Ed} [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	0,936	230,400	1	VÁLIDO
Anclaje 2	0,936	230,400	1	VÁLIDO

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	12
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1	Alatranía:	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	30/10/2024

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Mínimo espesor de la placa de anclaje para la brida de perfil (a_{min}): 4,0 mm

Mínimo espesor de la placa de anclaje para la brida de perfil (a_{min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ε_{Pl} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-tfl 1	▲3,0	80,0	0,00	-17,72	-7,94	-10,15
Member 1-bfl 1	3,0▲	80,0	0,00	-17,67	7,97	10,11
Member 1-w 1	▲3,0	70,0	0,00	6,09	-4,19	5,98
Member 1-w 2	3,0▲	70,0	0,00	-23,45	-4,99	16,54

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-tfl 1	28,50	360,00	259,20	8	4	VÁLIDO
Member 1-bfl 1	28,45	360,00	259,20	8	4	VÁLIDO
Member 1-w 1	14,04	360,00	259,20	4	3	VÁLIDO
Member 1-w 2	38,02	360,00	259,20	11	8	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



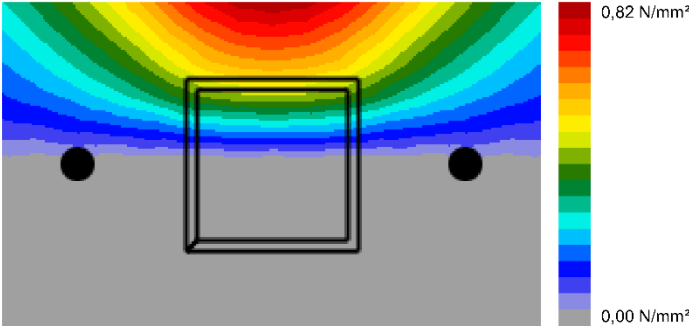
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garona_PA-1_SOP_1
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 13
Proyectista:
Fecha: 30/10/2024

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$

$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
6,217	9.798	0,67	3,00	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
0,63	26,80	3	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	14
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufiteu	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-1_SOP_1	Alarcón	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	30/10/2024

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
a_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
 PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	15
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-1_SOP_1	Alatranica	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	30/10/2024

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 2	7%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 2	5%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 1	11%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 1	3%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	8%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4.5.2.2 Soportes Tipo 2

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (2) de 250 x 250 x 20 (PA-2) y pernos (8) modelo HDA-P M12x125/50 125 mm. El anclaje se realizará a vigas del muro del muro este de la Planta de Operación de Turbina, de espesor 250 mm.




Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	1
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Correo electrónico:	
Teléfono / Fax:		Fecha:	30/10/2024
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2		
Sub Proyecto / Pos. No.:			

Comentarios del especificador:

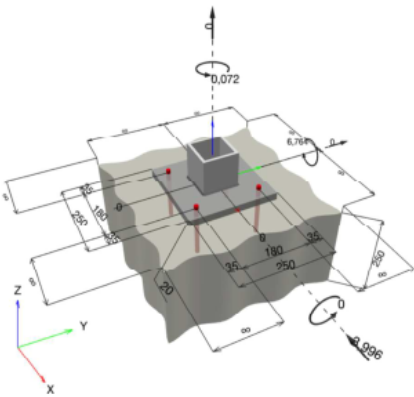
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	331547 HDA-P M12x125/50	
Specification text:	Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$, $h_{nom} = 125,0 \text{ mm}$	
Material:	8.8	
Informe de Evaluación:	ETA 99/0009	
Establecidos / Válidos:	6/1/2015 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$;	
Perfil:	Perfil Cuadrado, $100 \times 100 \times 8,0$; $(L \times W \times T) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,50t} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

CBFEM - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan, Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	$N = 0,000; V_x = -3,996; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 6,764; M_z = 0,072;$	no	no	83
2	Combinación 2	$N = 0,000; V_x = -3,935; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 6,710; M_z = -0,086;$	no	no	82

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Control del caso de cargas: 1 Combinación 1

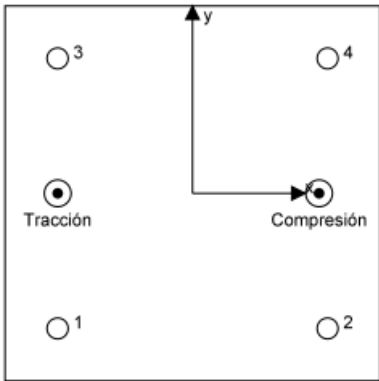
Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	19,231	0,899	-0,898	-0,035
2	-0,001	0,905	-0,901	0,090
3	19,230	1,110	-1,098	-0,164
4	-0,001	1,105	-1,099	0,110

Resulting tension force in (x/y)=(-90,0/-0,0): 38,458 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(84,4/0,0): 39,362 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOP-2	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	19,231	44,667	44	OK
Fallo por extracción*	19,231	23,333	83	OK
Rotura por cono de hormigón**	38,461	60,033	65	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,000	1,500	44,667	19,231

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
35,000	1,000	1,500	23,333	19,231

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	4
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.1

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	$f_{c,gy} [N/mm^2]$		
212.800	140.625	190,0	375,0	20,00		
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [mm]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	174,4
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [kN]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$	
1,070	8,900	55,625	1,500	60,033	38,461	

ID grupo de anclajes

1, 3



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	5
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	1,110	24,000	5	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	3,996	150,950	3	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
30,000	1,000	30,000	1,250	24,000	1,110

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_B \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_B	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
313.600	140.625	190,0	375,0	2,000	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	17,9	0,913	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
8,900	55,625	1,500	150,950	3,996		

ID grupo de anclajes
1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan, Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,431	0,046	2,000	19	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,824	0,026	1,000	71	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡Atención! En caso de cargas de compresión puede ser necesaria una verificación a pandeo
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,V}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Please note that this design utilizes user defined material safety factor values that differ from the default values recommended in EN1992-4. Partial Safety factor value: $\gamma_c = 1,500$
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del periodo de retorno (vida útil en años): 50

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan, Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

HILTI
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	7
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Correo electrónico:	
Teléfono I Fax:		Fecha:	30/10/2024
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2		
Sub Proyecto I Pos. No.:			

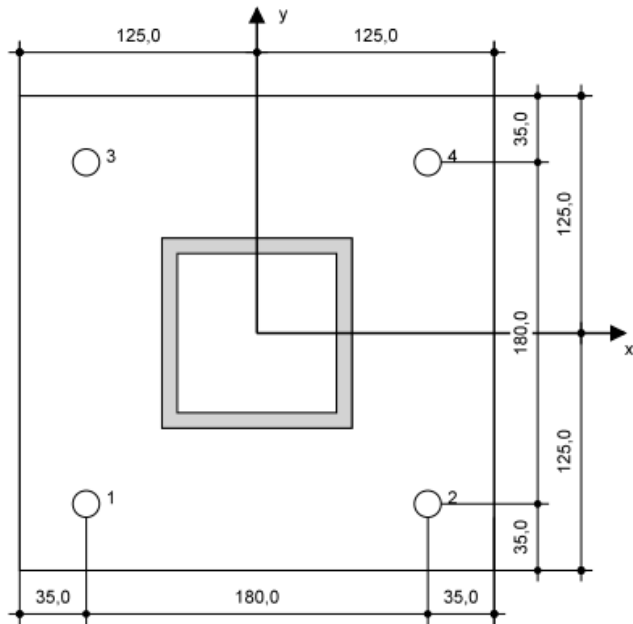
1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; E = 210.000,00 N/mm ² ; f _{yk} = 235,00 N/mm ²	Tipo y tamaño de anclaje: HDA-P M12x125/50
Perfil: Perfil Cuadrado, 100 x 100 x 8,0; (L x W x T) = 100,0 mm x 100,0 mm x 8,0 mm	Número de artículo: 331547 HDA-P M12x125/50
Diámetro de taladro en chapa: d _r = 14,0 mm	Par de apriete máximo: 80 Nm
Espesor de placa (introducir): 20,0 mm	Diámetro de taladro en material base: 22,0 mm
	Profundidad de taladro (min/max): 133,0 mm
Método de perforación: Taladro a rotoperusión	Mínimo espesor del material base: 200,0 mm
Limpieza: Se requiere limpieza manual del taladro de acuerdo a las instrucciones del fabricante	

Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
<ul style="list-style-type: none">Taladro a rotoperusión adecuadoTamaño apropiado del tope de broca para una profundidad de taladro dada	<ul style="list-style-type: none">Bombín de limpieza	<ul style="list-style-type: none">Util de instalación del HDA-STLlave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c _x	c _y	c _x	c _y
1	-90,0	-90,0	-	-	-	-
2	90,0	-90,0	-	-	-	-
3	-90,0	90,0	-	-	-	-
4	90,0	90,0	-	-	-	-

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan, Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	8
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Cálculo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	Fecha:	30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50, $h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	100 x 100 x 8,0; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 8,0 mm x - Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: 0,0 mm Excentricidad y: 0,0 mm
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: 10,0 mm máximo. tamaño del elemento: 50,0 mm

2.2 Resumen

Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$			
1 Combinación 1	119,15	0,00	120,64	0,00	1	99	20
2 Combinación 2	118,42	0,00	119,56	0,00	1	99	20

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 1

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	17,997 kN	19,231 kN
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN
Anclaje	17,997 kN	19,230 kN
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$f_y [\text{N/mm}^2]$	γ_{M0}	$f_y/\gamma_{M0} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{lim} [\%]$	Estado
Placa	Combinación 1	S 235	120,64	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

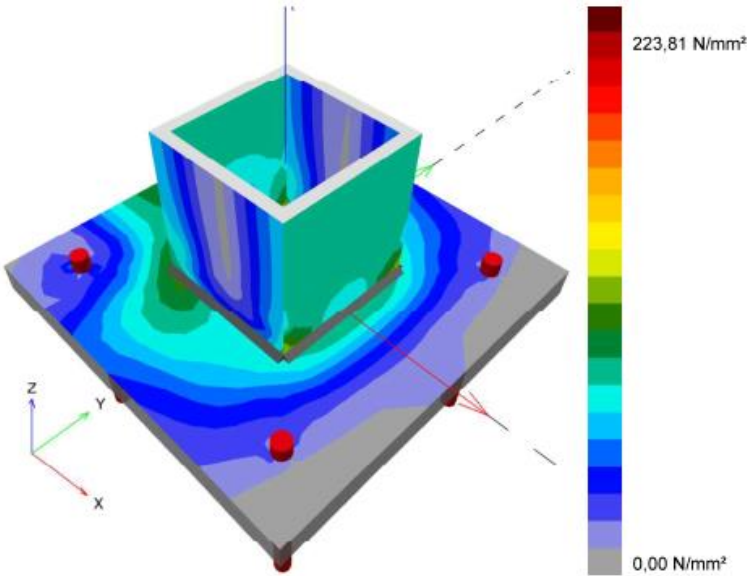
HILTI
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página: 9	
Empresa:		Proyectorista:	
Dirección:		Corteu	
Teléfono / Fax:		electrónica	
Diseño:		Fecha:	
Sub Proyecto / Pos. No.:		30/10/2024	
HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2			

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{Pl} [%]	f_y [N/mm²]	γ_{Mo}	f_y/γ_{Mo} [N/mm²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Perfil	Combinación 1	S 235	115,22	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	S 235	119,15	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	S 235	83,76	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	S 235	84,34	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan.



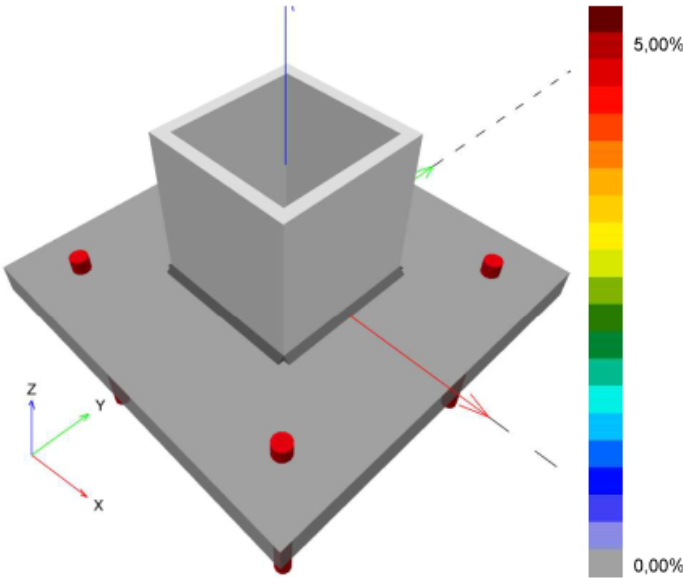
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	10
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Cuñeo	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	electrónico:	
Sub Proyecto I Pos. No.:		Fecha:	30/10/2024

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k_1	a_b	f_u [N/mm ²]	d [mm]	t [mm]	γ_{M2}
Anclaje 1	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 2	2,50	0,84	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 3	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 4	2,50	0,84	360,00	12,0	20,0	1.25

Resultados

	V_{Ed} [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	0,899	172,800	1	VÁLIDO
Anclaje 2	0,905	144,711	1	VÁLIDO
Anclaje 3	1,110	172,800	1	VÁLIDO
Anclaje 4	1,104	144,716	1	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		
Empresa:		Página: 11
Dirección:		Proyectista:
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	Fecha: 30/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:		

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Mínimo espesor de la placa de anclaje para la brida de perfil (a_{min}): 4,0 mm

Mínimo espesor de la placa de anclaje para la brida de perfil (a_{min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{Pl} [%]	σ_{\perp} [N/mm²]	τ_{\parallel} [N/mm²]	τ_{\perp} [N/mm²]
Member 1-tfl 1	▲3,0	100,0	0,31	212,24	84,42	139,47
Member 1-bfl 1	3,0▲	100,0	0,00	-207,67	-11,05	164,30
Member 1-w 1	▲3,0	84,0	0,08	252,12	64,11	112,19
Member 1-w 2	3,0▲	84,0	0,08	252,12	-65,31	-112,31

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-tfl 1	353,25	360,00	259,20	99	72	VÁLIDO
Member 1-bfl 1	352,81	360,00	259,20	99	88	VÁLIDO
Member 1-w 1	337,13	360,00	259,20	98	53	VÁLIDO
Member 1-w 2	337,94	360,00	259,20	98	54	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



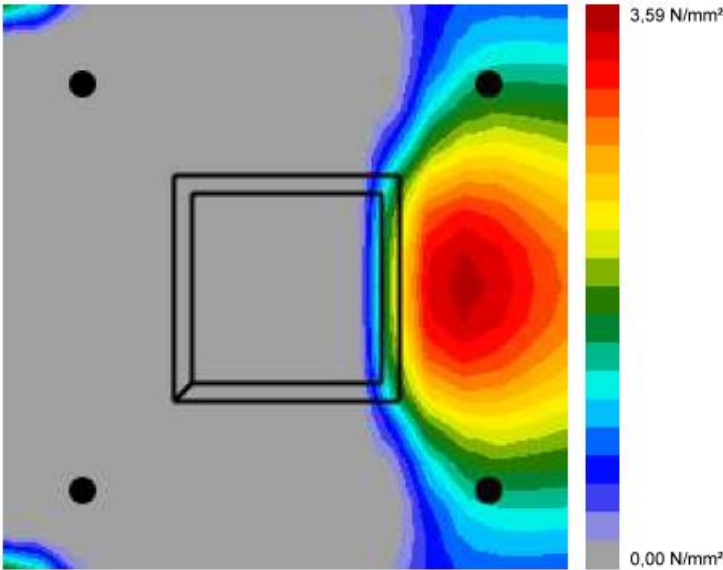
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 12
Proyectista:
Cálculo:
electrónico:
Fecha: 30/10/2024

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$

$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
39,362	7.593	0,67	3,00	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
5,18	26,80	20	VÁLIDO



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	13
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Código	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	electrónico	
Sub Proyecto I Pos. No.:		Fecha:	30/10/2024

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
a_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ϵ_{lim}	Límite de deformación plástica
ϵ_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN_1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	14
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Cuñe:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP-2	electrónico:	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	30/10/2024

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 1	83%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 1	52%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 1	99%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 1	20%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	51%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

4.5.2.3 Soportes Tipo 3 a 14

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (1) de 250 x 250 x 20 (PA-2) y pernos (4) modelo HDA-P M12x125/50 125 mm. El anclaje se realizará a vigas del muro sur (tipos 3 a 9) y del muro este (10 a 14) de la Planta de Operación de Turbina. Las vigas del muro sur tienen un espesor de 300 mm mientras que las del muro este, de 250 mm. De manera conservadora se ha considerado este último espesor para los cálculos.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es


Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_3-14
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 1
Proyektista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

Comentarios del especificador:

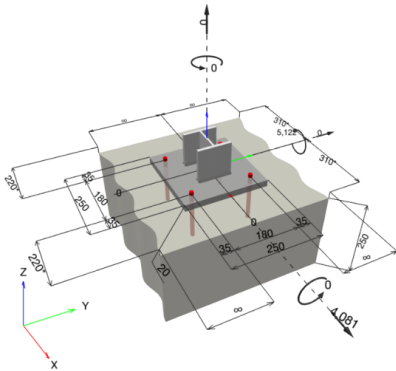
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50	
Período de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	331547 HDA-P M12x125/50	
Specification text:	Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$, $h_{nom} = 125,0 \text{ mm}$	
Material:	8.8	
Informe de Evaluación:	ETA 99/0009	
Establecidos / Válidos:	6/1/2015 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$	
Perfil:	IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

CBFEM - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	$N = 0,000; V_x = 4,081; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = -5,122; M_z = 0,000;$	no	no	77

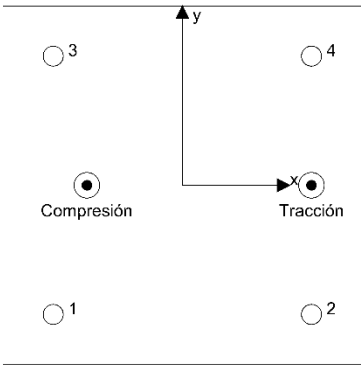
1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	-0,001	1,021	1,021	-0,007
2	15,605	1,021	1,019	0,052
3	-0,001	1,021	1,021	0,007
4	15,605	1,021	1,019	-0,052

Resulting tension force in (x/y)=(90,0/0,0): 31,207 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-66,5/0,0): 31,683 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_3-14	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	15,605	44,667	35	OK
Fallo por extracción*	15,605	23,333	67	OK
Rotura por cono de hormigón**	31,209	65,379	48	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	31,209	40,973	77	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,000	1,500	44,667	15,605

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
35,000	1,000	1,500	23,333	15,605



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 4
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,gy} [\text{N/mm}^2]$		
212.800	140.625	190,0	375,0	20,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	156,5
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$	
1,165	8,900	55.625	1,500	65.379	31.209	

ID grupo de anclajes
2, 4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 5
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.4 Fallo por fisuración (Splitting)

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$
$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.23)}$$
$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}, N_{Rk,c}^0)$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_t}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.24)}$$

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,sp} [mm]$	$s_{cr,sp} [mm]$	$h_{min} [mm]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [N/mm^2]$
212.800	140.625	190,0	375,0	200,0	1,160	20,00
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_t
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	8,900
$N_{Rk,sp}^0 [kN]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$			
35,000	1,500	40,973	31,209			

ID grupo de anclajes
2, 4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	1,021	24,000	5	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	4,081	165,395	3	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección x+**	4,082	29,393	14	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
30,000	1,000	30,000	1,250	24,000	1,021

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
313.600	140.625	190,0	375,0	2,000	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
8,900	55,625	1,500	165,395	4,081		

ID grupo de anclajes
1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 7
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección x*

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.2

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.40)

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_t^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.41)

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_t}{c_1} \right)^{0,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.42)

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.43)

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2$$
 EN 1992-4, Eq. (7.44)

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.45)

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.46)

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.47)

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_t [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
88,0	21,00	1,700	0,063	0,063	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
220,0	210.000	217.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,149	1,47	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
39,790	1,0	1,500	29,393	4,082		

ID grupo de anclajes

2, 4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	8
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,349	0,043	2,000	13	OK

$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,762	0,139	1,500	72	OK

$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡Atención! En caso de cargas de compresión puede ser necesaria una verificación a pandeo
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 9
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.7 Datos de instalación

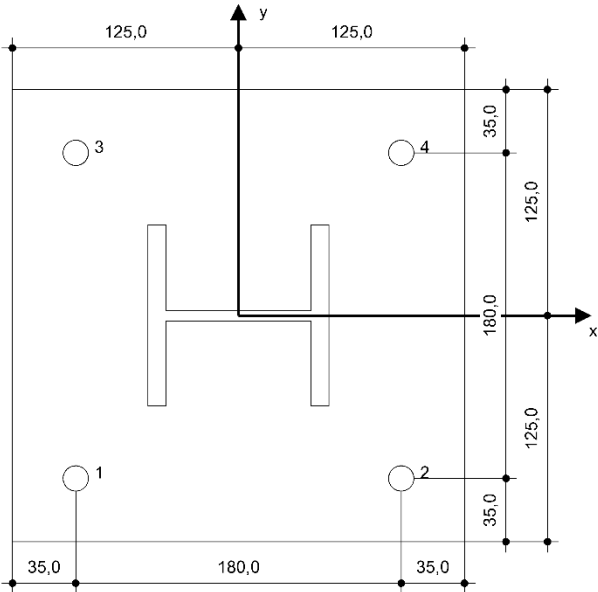
Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
Perfil: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$
Diámetro de taladro en chapa: $d_f = 14,0 \text{ mm}$
Espesor de placa (introducir): 20,0 mm
Método de perforación: Taladro a rotopercusión
Limpieza: Se requiere limpieza manual del taladro de acuerdo a las instrucciones del fabricante

Tipo y tamaño de anclaje: HDA-P M12x125/50
Número de artículo: 331547 HDA-P M12x125/50
Par de apriete máximo: 80 Nm
Diámetro de taladro en material base: 22,0 mm
Profundidad de taladro (min/max): 133,0 mm
Mínimo espesor del material base: 200,0 mm

Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009

1.7.1 Accesorios recomendados

- | | | |
|---|--|---|
| Taladro <ul style="list-style-type: none">Taladro a rotopercusión adecuadoTamaño apropiado del tope de broca para una profundidad de taladro dada | Limpieza <ul style="list-style-type: none">Bombín de limpieza | Instalación <ul style="list-style-type: none">Util de instalación del HDA-STLlave dinamométrica |
|---|--|---|



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c _x	c _{yx}	c _y	c _{xy}
1	-90,0	-90,0	220,0	400,0	-	-
2	90,0	-90,0	400,0	220,0	-	-
3	-90,0	90,0	220,0	400,0	-	-
4	90,0	90,0	400,0	220,0	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	10
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Ufitec	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50, $h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

Descripción	Perfil		Placa base		Soldaduras [%]	Hormigón [%]
	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$		
1 Combinación 1	135,80	0,00	90,28	0,00	1	75

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 1

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN
Anclaje	14,212 kN	15,605 kN
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN
Anclaje	14,212 kN	15,605 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$	$f_y [\text{N/mm}^2]$	γ_{M0}	$f_y/\gamma_{M0} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{lim} [\%]$	Estado
Placa	Combinación 1	S 235	90,28	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación	S 235	135,80	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



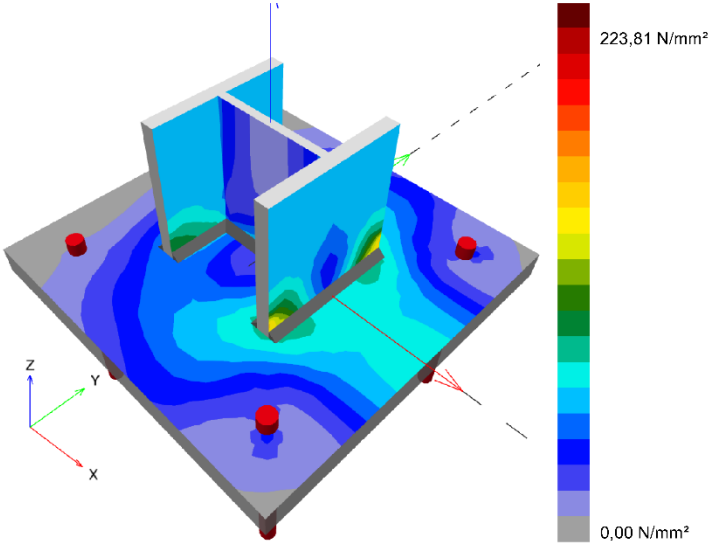
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es				
Empresa:			Página:	11
Dirección:			Proyectorista:	
Teléfono / Fax:			UITEU	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14		Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:				

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm ²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm ²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Perfil	1	S 235	101,89	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	1	S 235	65,28	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

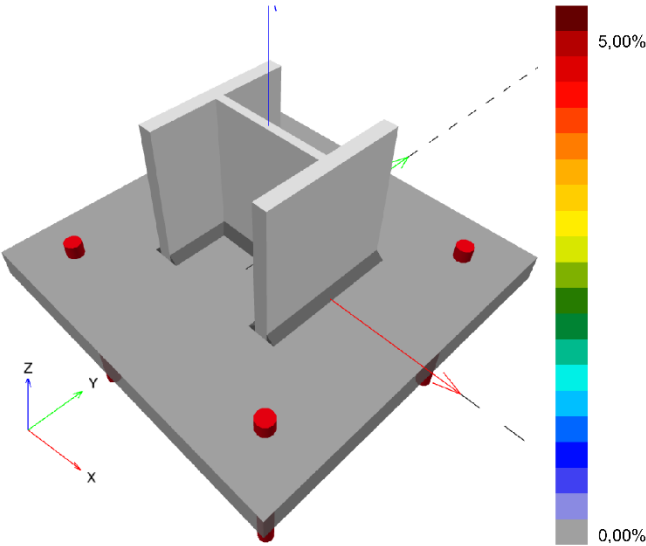


Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			Página:	12
Empresa:			Proyectista:	
Dirección:			Unidad:	
Teléfono / Fax:			Alatranica:	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2_SOPs_3-14		Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:				

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k ₁	a _b	f _u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ _{M2}
Anclaje 1	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 3	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 4	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25

Resultados

	V _{Ed} [kN]	F _{b,Rd} [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	1,021	144,003	1	VÁLIDO
Anclaje 2	1,020	172,800	1	VÁLIDO
Anclaje 3	1,021	144,003	1	VÁLIDO
Anclaje 4	1,020	172,800	1	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	13
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Calificado:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14	Alatranónico:	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$
$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{P1} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-bfl 1	4,0	100,0	0,00	83,72	-66,31	102,87
Member 1-bfl	4,0	100,0	0,00	121,17	93,77	-102,01
Member 1-tfl 1	4,0	100,0	0,00	-72,67	39,93	-62,66
Member 1-tfl	4,0	100,0	0,00	-44,14	-21,31	54,24
Member 1-w 1	4,0	90,0	0,00	5,53	-35,71	5,53
Member 1-w	4,0	90,0	0,00	5,53	35,70	-5,53

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	227,92	360,00	259,20	64	27	VÁLIDO
Member 1-bfl	268,84	360,00	259,20	75	40	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	147,80	360,00	259,20	42	35	VÁLIDO
Member 1-tfl	110,16	360,00	259,20	31	24	VÁLIDO
Member 1-w 1	62,83	360,00	259,20	18	12	VÁLIDO
Member 1-w	62,82	360,00	259,20	18	12	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

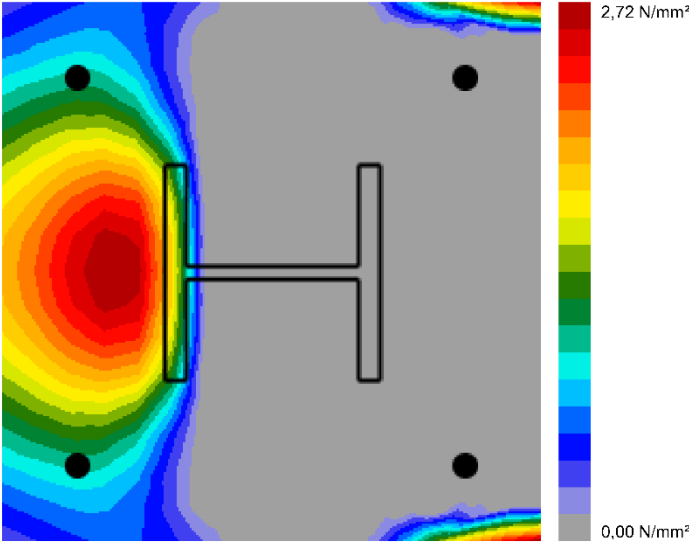
[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	14
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		UITEU	
Teléfono / Fax:		ALABRÁNCA	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$
$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
31,683	7.981	0,67	3,00	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
3,97	26,80	15	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	15
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufiteu	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_3-14	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
α_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	16
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2_SOPs_3-14	Alatranica	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 1	77%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 1	39%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 1	75%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 1	15%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	58%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4.5.2.4 Soportes Tipo 16 a 21

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (1) de 350 x 350 x 25 (PA-3) y pernos (4) modelo HST3 M20x170 -/30. El anclaje se realizará a vigas del muro norte de la Planta de Operación de Turbina. Las vigas del muro norte tienen un espesor de 300 mm pero, de manera conservadora, se ha considerado un espesor de 250 mm. para los cálculos.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es


Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax: |
Diseño: HVAC_Garofia_PA-3_SOP_16-21
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 1
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

Comentarios del especificador:

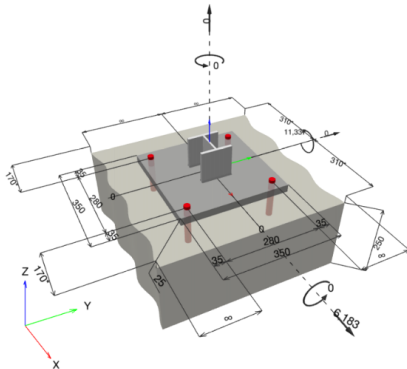
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M20 hef2	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	2105891 HST3 M20x170 -/30	
Specification text:	Hilti HST3 perno de expansión con 101 mm de empotramiento, M20 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef, opt} = 101,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 180,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 116,0 \text{ mm}$	
Material:		
Informe de Evaluación:	ETA 98/0001	
Establecidos I Válidos:	20/7/2023 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_o = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 25,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 350,0 \text{ mm} \times 350,0 \text{ mm} \times 25,0 \text{ mm}$;	
Perfil:	IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c, cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

^{CBFEM} - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan, Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	$N = 0,000; V_x = 6,183; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = -11,337; M_z = 0,000;$	no	no	96

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

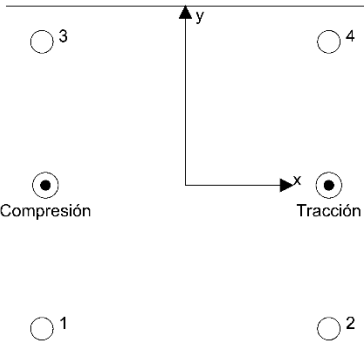
Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	-0,001	1,547	1,546	0,006
2	20,954	1,551	1,545	0,141
3	-0,001	1,547	1,547	-0,006
4	20,955	1,551	1,545	-0,141

Resulting tension force in (x/y)=(-140,0/0,0): 41,907 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(-136,5/0,0): 43,079 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	20,955	88,714	24	OK
Fallo por extracción*	20,955	23,333	90	OK
Rotura por cono de hormigón**	41,909	44,835	94	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	41,909	49,419	85	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
124,200	1,400	88,714	20,955

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
35,000	1,000	1,500	23,333	20,955

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garofia_PA-3_SOP_16-21
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 4
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.1

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 1$$
 EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	$f_{c,cm} [N/mm^2]$		
176.649	91.809	151,5	303,0	20,00		
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [mm]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	276,5
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [kN]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$	
1,000	7,700	34,953	1,500	44,835	41,909	

ID grupo de anclajes
2, 4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garofia_PA-3_SOP_16-21
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 5
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.4 Fallo por fisuración (Splitting)

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$
$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.23)}$$
$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}^0, N_{Rk,c}^0)$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_t}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.24)}$$

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,sp} [mm]$	$s_{cr,sp} [mm]$	$h_{min} [mm]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [N/mm^2]$
240.229	147.302	191,9	383,8	160,0	1,347	20,00
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_t
0,0	1,000	0,0	1,000	0,966	1,000	7,700
$N_{Rk,sp}^0 [kN]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$			
34,953	1,500	49,419	41,909			

ID grupo de anclajes
2, 4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	1,551	67,120	3	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	6,183	276,057	3	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección x+**	6,189	29,347	22	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
83,900	1,000	83,900	1,250	67,120	1,551

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
339.889	91.809	151,5	303,0	3,200	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cr}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	34.953	1,500	276.057	6,183		

ID grupo de anclajes
1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 7
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección x*

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.2

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.40)

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_t^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.41)

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_t}{c_1} \right)^{0,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.42)

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.43)

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2$$
 EN 1992-4, Eq. (7.44)

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.45)

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.46)

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.47)

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_t [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
101,0	20,00	1,700	0,077	0,065	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
170,0	197.500	130.050				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,010	2,62	1,001	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
28,679	1,0	1,500	29,347	6,189		

ID grupo de anclajes
2, 4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	8
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,236	0,023	2,000	6	OK

$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,935	0,211	1,000	96	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡Atención! En caso de cargas de compresión puede ser necesaria una verificación a pandeo
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del periodo de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	9
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

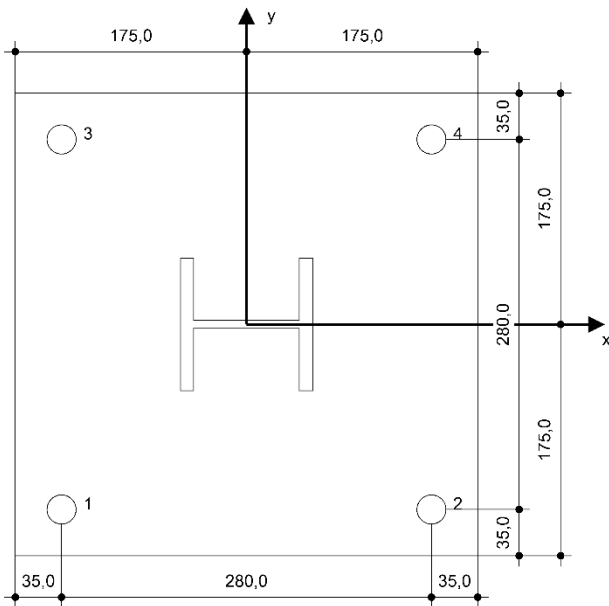
1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$	Tipo y tamaño de anclaje: HST3 M20 hef2
Perfil: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$	Número de artículo: 2105891 HST3 M20x170 -/30
Diámetro de taladro en chapa: $d_f = 22,0 \text{ mm}$	Par de apriete máximo: 180 Nm
Espesor de placa (introducir): 25,0 mm	Diámetro de taladro en material base: 20,0 mm
Método de perforación: Taladro a rotoperforación	Profundidad de taladro (min/max): 136,0 mm
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro	Mínimo espesor del material base: 160,0 mm

Hilti HST3 perno de expansión con 101 mm de empotramiento, M20 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
<ul style="list-style-type: none">Taladro a rotoperforación adecuadoTamaño adecuado de broca	<ul style="list-style-type: none">No requiere accesorios	<ul style="list-style-type: none">Atornilladora de impacto con control de par de aprieteLlave dinamométricaPercusión



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-140,0	-140,0	170,0	450,0	-	-
2	140,0	-140,0	450,0	170,0	-	-
3	-140,0	140,0	170,0	450,0	-	-
4	140,0	140,0	450,0	170,0	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es







Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21

Página: 10
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.8 Taladro e instalación

HST3 (-R) subject to:

	Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*		TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*		DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*		Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling*		-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**		Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)				-	
Impact Wrench and Adaptive Torque Module		Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	11
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Ufitec	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 350,0 \text{ mm} \times 350,0 \text{ mm} \times 25,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M20 hef2, $h_{ef} = 101,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 25,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

Descripción	Perfil		Placa base		Soldaduras [%]	Hormigón [%]
	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$		
1 Combinación 1	157,08	0,00	151,52	0,00	1	99

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 1

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN
Anclaje	19,629 kN	20,954 kN
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN
Anclaje	19,628 kN	20,955 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{pl} [\%]$	$f_y [\text{N/mm}^2]$	γ_{M0}	$f_y/\gamma_{M0} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{lim} [\%]$	Estado
Placa	Combinación 1	S 235	151,52	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación	S 235	157,08	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



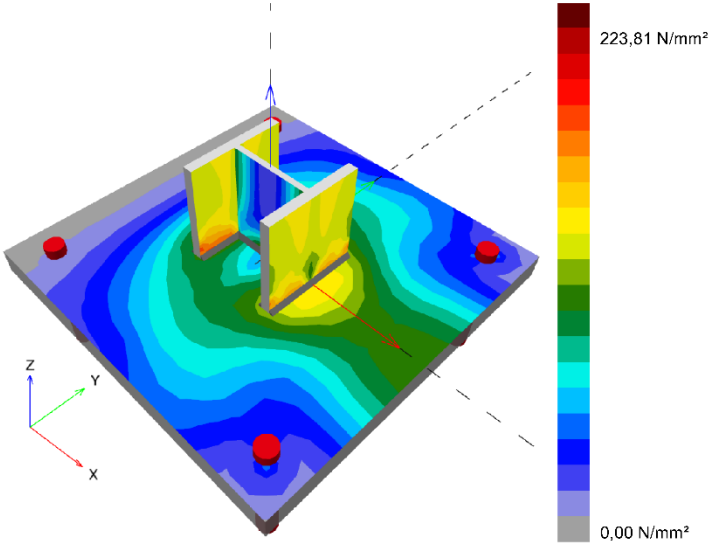
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página: 12	
Empresa:		Proyectorista:	
Dirección:		Fecha:	25/10/2024
Teléfono / Fax:			
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21		
Sub Proyecto / Pos. No.:			

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm ²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm ²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Perfil	Combinación 1	S 235	175,59	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	S 235	119,38	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño:
Sub Proyecto / Pos. No.:

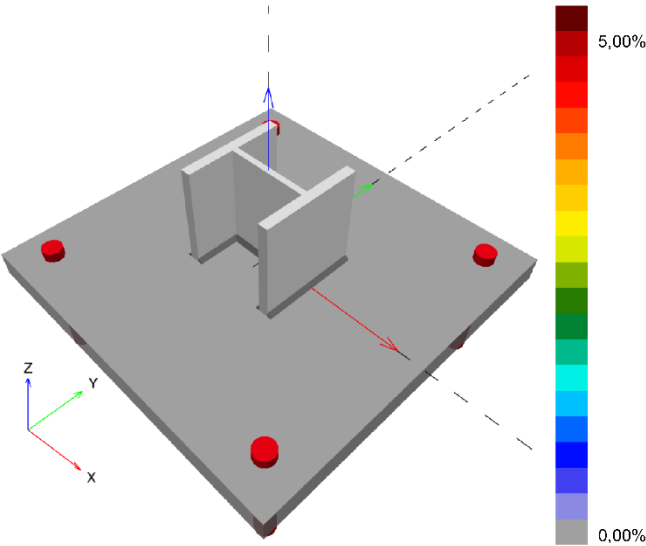
HVAC_Garona_PA-3_SOP_16-21

Página:
Proyectista:
Fecha:

13
25/10/2024

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1
Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k_1	a_b	f_u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ_{M2}
Anclaje 1	2,50	0,53	360,00	20,0	25,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	20,0	25,0	1.25
Anclaje 3	2,50	0,53	360,00	20,0	25,0	1.25
Anclaje 4	2,50	1,00	360,00	20,0	25,0	1.25

Resultados

	V_{Ed} [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	1,546	190,910	1	VÁLIDO
Anclaje 2	1,551	360,000	1	VÁLIDO
Anclaje 3	1,547	190,910	1	VÁLIDO
Anclaje 4	1,551	360,000	1	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	14
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	ALABRÁNCO	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,5 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,5 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$
$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{p1} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-bfl 1	▲3,0▲	100,0	0,48	157,58	105,86	148,90
Member 1-bfl	▲3,0▲	100,0	0,90	155,84	-87,95	-161,13
Member 1-tfl 1	▲3,0▲	100,0	0,18	-169,06	-74,84	-162,55
Member 1-tfl	▲3,0▲	100,0	0,00	-136,63	73,17	149,90
Member 1-w 1	▲3,0▲	90,0	0,00	0,37	-142,29	0,37
Member 1-w	▲3,0▲	90,0	0,00	0,36	142,30	-0,36

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	353,50	360,00	259,20	99	85	VÁLIDO
Member 1-bfl	354,10	360,00	259,20	99	98	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	353,06	360,00	259,20	99	98	VÁLIDO
Member 1-tfl	319,59	360,00	259,20	89	81	VÁLIDO
Member 1-w 1	246,46	360,00	259,20	69	47	VÁLIDO
Member 1-w	246,47	360,00	259,20	69	47	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

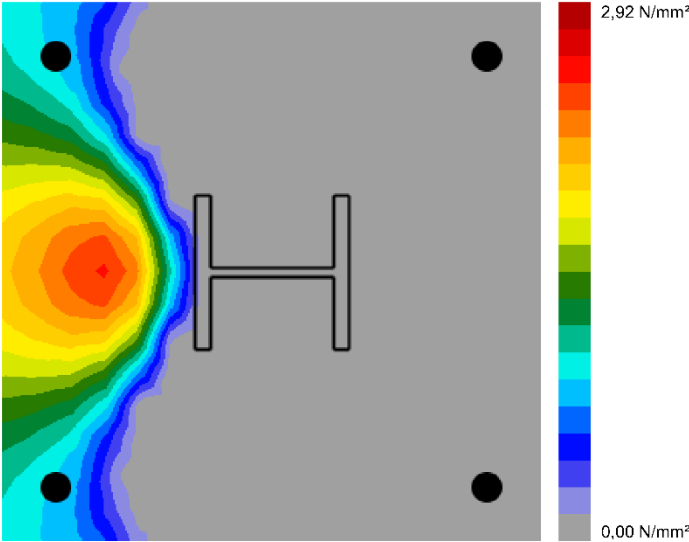
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	15
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Unidad:	
Teléfono / Fax:		Alatranónica:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$
$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
43,079	4.850	0,67	3,00	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
8,88	26,80	34	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	16
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Calificado:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3_SOP_16-21	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
a_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
 PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	17
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-3_SOP_16-21	Alarcon	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 1	96%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 1	65%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 1	99%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 1	34%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	67%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

4.5.2.5 Soportes Tipo 15 y 22 a 25

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (1) de 250 x 250 x 20 (PA-2) y pernos (4) modelo HST3 M12x115 40/20. El anclaje se realizará a vigas del muro este (tipo 15) y del muro norte (tipos 22 a 25) de la Planta de Operación de Turbina. Las vigas del muro norte tienen un espesor de 300 mm mientras que las del muro este, de 250 mm. De manera conservadora se ha considerado este último espesor para los cálculos.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 1
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

Comentarios del especificador:

1 Diseño de anclajes

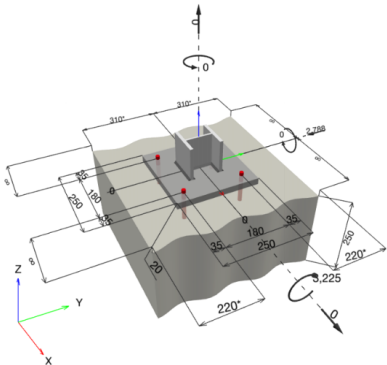
1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje: HST3 M12 hef2
Periodo de retorno (años de servicio): 50
Número de artículo: 2105719 HST3 M12x115 40/20
Specification text: Hilti HST3 perno de expansión con 70 mm de empotramiento, M12 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001
Profundidad efectiva de anclaje: $h_{ef, reqd} = 70,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 125,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 80,0 \text{ mm}$
Material:
Informe de Evaluación: ETA 98/0001
Establecidos / Válidos: 20/7/2023 | -
Prueba: método de cálculo EN 1992-4, mecánico
Fijación a distancia: $e_o = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Placa de anclaje^{CBFEM}: $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$
Perfil: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm
Material Base: fisurado hormigón, C20/25, $f_{c, cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$. Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$
Instalación: Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco
Armadura: sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$)
sin armadura de borde longitudinal



CBFEM - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	N = 0,000; V _x = 0,000; V _y = -2,788; M _x = -3,224; M _y = 0,000; M _z = 0,000;	no	no	74

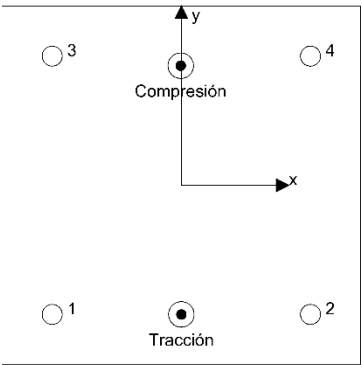
1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	9,211	0,698	0,034	-0,697
2	9,210	0,698	-0,034	-0,697
3	0,000	0,697	-0,004	-0,697
4	0,000	0,697	0,004	-0,697

Resulting tension force in (x/y)=(-0,0/-90,0): 18,421 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-0,5/83,3): 18,969 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	9,211	32,214	29	OK
Fallo por extracción*	9,211	13,333	70	OK
Rotura por cono de hormigón**	18,421	24,968	74	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
45,100	1,400	32,214	9,211

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
20,000	1,000	1,500	13,333	9,211



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	4
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cm} [\text{N/mm}^2]$		
81.900	44.100	105,0	210,0	20,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	173,3
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$	
1,000	7,700	20,168	1,500	24,968	18,421	

ID grupo de anclajes

1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	5
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	0,698	28,320	3	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	2,788	128,913	3	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección y-*	2,789	26,733	11	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_f \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_f	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
35,400	1,000	35,400	1,250	28,320	0,698

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_g \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,gyf}$ [N/mm ²]	
152,100	44,100	105,0	210,0	2,780	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{fe,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	20,168	1,500	128,913	2,788		

ID grupo de anclajes
1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección y-

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_t^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_t}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_t [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,ck}$ [N/mm ²]	
70,0	12,00	1,700	0,056	0,056	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
220,0	210.000	217.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,149	1,40	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
36,191	1,0	1,500	26,733	2,789		

ID grupo de anclajes

1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	7
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,286	0,025	2,000	9	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,738	0,104	1,500	67	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	8
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

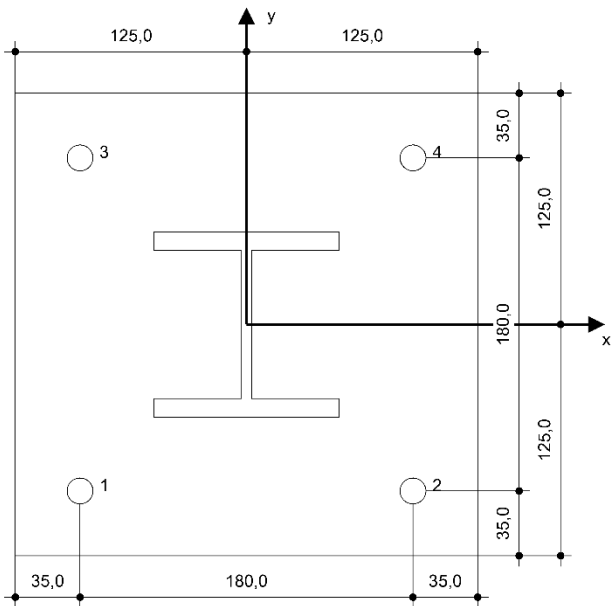
1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$	Tipo y tamaño de anclaje: HST3 M12 hef2
Perfil: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm	Número de artículo: 2105719 HST3 M12x115 40/20
Diámetro de taladro en chapa: $d_f = 14,0 \text{ mm}$	Par de apriete máximo: 60 Nm
Espesor de placa (introducir): 20,0 mm	Diámetro de taladro en material base: 12,0 mm
Método de perforación: Taladro a rotopercusión	Profundidad de taladro (min/max): 100,0 mm
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro	Mínimo espesor del material base: 120,0 mm

Hilti HST3 perno de expansión con 70 mm de empotramiento, M12 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
<ul style="list-style-type: none">Taladro a rotopercusión adecuadoTamaño adecuado de broca	<ul style="list-style-type: none">No requiere accesorios	<ul style="list-style-type: none">Atornilladora de impacto con control de par de aprieteLlave dinamométricaPercusión



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
2	90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
3	-90,0	90,0	-	-	400,0	220,0
4	90,0	90,0	-	-	400,0	220,0

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es







Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25

Página: 9
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.8 Taladro e instalación

HST3 (-R) subject to:

	Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*		TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*		DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*		Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling*		-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**		Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)				-	
Impact Wrench and Adaptive Torque Module		Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	10
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Ufiteo	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M12 hef2, $h_{ef} = 70,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$			
1 Combinación 1	85,43	0,00	57,40	0,00	1	48	10

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 1

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	8,650 kN	9,211 kN
Anclaje	8,650 kN	9,210 kN
Anclaje	-0,001 kN	0,000 kN
Anclaje	-0,001 kN	0,000 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$f_y [\text{N/mm}^2]$	γ_{M0}	$f_y/\gamma_{M0} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{lim} [\%]$	Estado
Placa	Combinación 1	S 235	57,40	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación	S 235	65,00	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



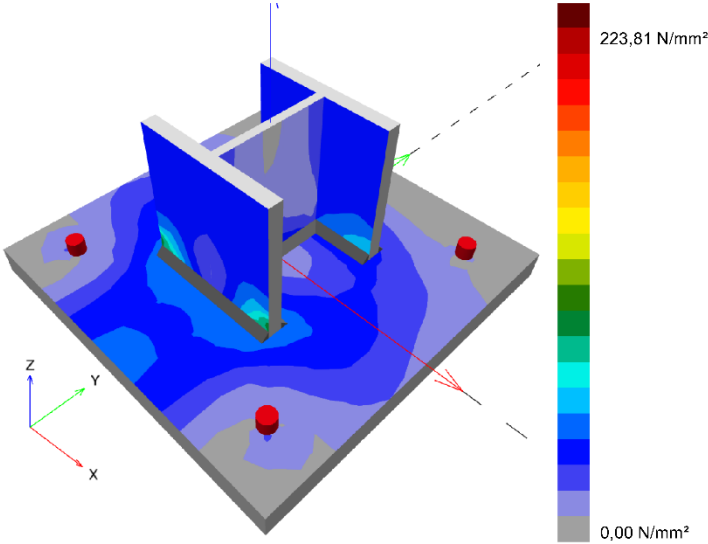
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es				
Empresa:		Página:		11
Dirección:		Proyectista:		
Teléfono / Fax:		Cálculo:		
Diseño:		Fecha:		25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:		HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25		

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm ²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm ²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm ²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Perfil	1	S 235	85,43	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	1	S 235	42,13	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

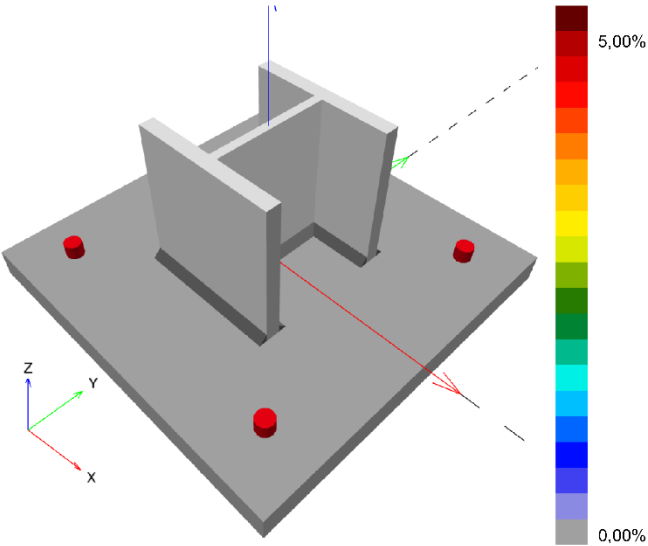


Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	12
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Fecha:	25/10/2024
Teléfono / Fax:			
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25		
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1
Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k_1	a_b	f_u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ_{M2}
Anclaje 1	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 3	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 4	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25

Resultados

	V_{Ed} [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	0,698	172,800	1	VÁLIDO
Anclaje 2	0,698	172,800	1	VÁLIDO
Anclaje 3	0,697	144,002	1	VÁLIDO
Anclaje 4	0,697	144,002	1	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	13
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Calificado:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Alatranáica:	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$
$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
$$\text{Utilización} = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{P1} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-bfl 1	4,0	100,0	0,00	-27,56	13,93	-34,23
Member 1-bfl	4,0	100,0	0,00	-46,33	26,19	39,66
Member 1-tfl 1	4,0	100,0	0,00	76,95	-60,33	64,85
Member 1-tfl	4,0	100,0	0,00	53,66	43,12	-65,85
Member 1-w 1	4,0	90,0	0,00	4,18	23,65	4,17
Member 1-w	4,0	90,0	0,00	4,15	-23,64	-4,17

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	69,69	360,00	259,20	20	15	VÁLIDO
Member 1-bfl	94,46	360,00	259,20	27	22	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	171,63	360,00	259,20	48	25	VÁLIDO
Member 1-tfl	146,52	360,00	259,20	41	17	VÁLIDO
Member 1-w 1	41,81	360,00	259,20	12	8	VÁLIDO
Member 1-w	41,79	360,00	259,20	12	8	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 1

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

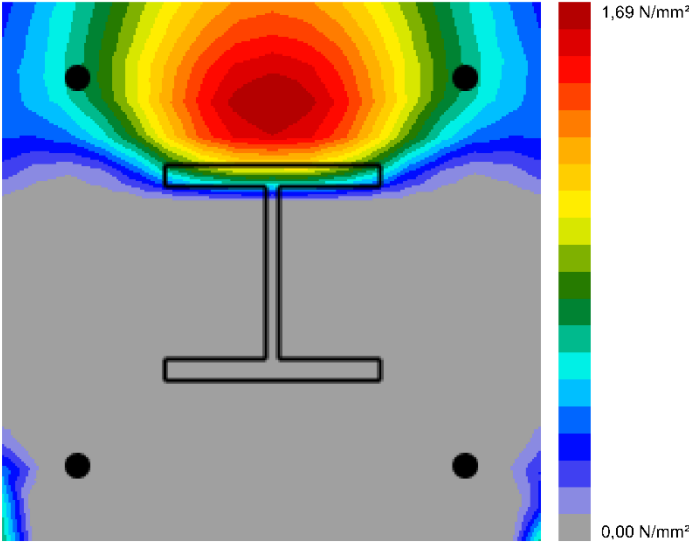
[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	14
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Fecha:	25/10/2024
Teléfono / Fax:			
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25		
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$
$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
18,969	7.757	0,67	3,00	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
2,45	26,80	10	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	15
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Calificado:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_15&22-25	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
α_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	16
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2_SOPs_15&22-25	Alatranica	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 1	74%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 1	25%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 1	48%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 1	10%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 1	37%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4.5.2.6 Soportes Tipo 26 y 27

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (2) de 250 x 250 x 20 (PA-2) y pernos (8) modelo HST3 M12x115 40/20. El anclaje se realizará a vigas del muro este de la Planta de Operación de Turbina, las cuales disponen de un espesor de 250 mm.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es


Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_26-27
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 1
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

Comentarios del especificador:

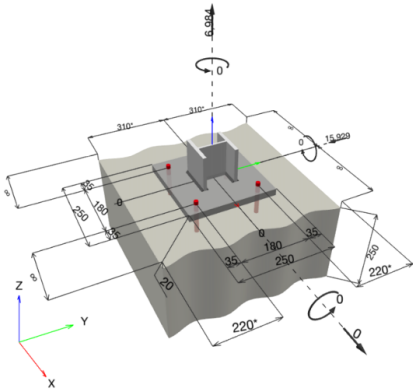
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M12 hef2	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	2105719 HST3 M12x115 40/20	
Specification text:	Hilti HST3 perno de expansión con 70 mm de empotramiento, M12 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef, opti} = 70,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 125,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 80,0 \text{ mm}$	
Material:		
Informe de Evaluación:	ETA 98/0001	
Establecidos / Válidos:	20/7/2023 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$;	
Perfil:	IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c, cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \emptyset) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

CBFEM - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27

Página: 2
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	0,00	$N = 0,947; V_x = 0,000; V_y = -13,139;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	50
2	0,00	$N = 6,984; V_x = 0,000; V_y = -15,929;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	60
3	0,00	$N = -4,544; V_x = 0,000; V_y = -9,093;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	35
4	0,00	$N = -7,061; V_x = 0,000; V_y = 8,357;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	32
5	0,00	$N = -7,061; V_x = 0,000; V_y = -0,136;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	1
6	0,00	$N = -9,687; V_x = 0,000; V_y = 1,516;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	6
7	0,00	$N = -7,051; V_x = 0,000; V_y = 2,826;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	11
8	0,00	$N = -9,233; V_x = 0,000; V_y = 0,781;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	3
9	0,00	$N = -15,015; V_x = 0,000; V_y = -8,560;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	33
10	0,00	$N = -9,009; V_x = 0,000; V_y = -2,554;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	10

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

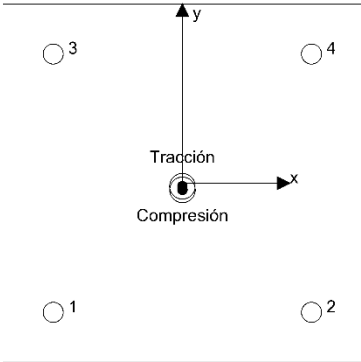
Control del caso de cargas: 2 0,00

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	2,511	3,984	-0,020	-3,984
2	2,512	3,984	0,020	-3,984
3	2,395	3,980	0,028	-3,980
4	2,394	3,980	-0,028	-3,980

Resulting tension force in (x/y)=(0,0/-2,1): 9,812 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(0,1/-4,7): 2,907 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_26-27	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	2,512	32,214	8	OK
Fallo por extracción*	2,512	13,333	19	OK
Rotura por cono de hormigón**	9,812	45,444	22	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
45,100	1,400	32,214	2,512

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
20,000	1,000	1,500	13,333	2,512

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono | Fax:
Diseño: HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_26-27
Sub Proyecto | Pos. No.:

Página: 4
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	$f_{c,cyl} [N/mm^2]$		
152.100	44.100	105,0	210,0	20,00		
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [mm]$
0,0	1,000	2,1	0,980	1,000	1,000	2,5
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [kN]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$	
1,000	7,700	20,168	1,500	45,444	9,812	

ID grupo de anclajes
1-4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono | Fax:
Diseño: HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_26-27
Sub Proyecto | Pos. No.:

Página: 5
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	3,984	28,320	15	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	15,929	128,913	13	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección y-*	15,929	26,727	60	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
35,400	1,000	35,400	1,250	28,320	3,984

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,chl}$ [N/mm ²]	
152.100	44.100	105,0	210,0	2,780	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	20,168	1,500	128,913	15,929		

ID grupo de anclajes
1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono | Fax:
Diseño: HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_26-27
Sub Proyecto | Pos. No.:

Página: 6
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección y-

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$
$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$
$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{C_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$
$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{C_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$
$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot C_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$
$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{C_2}{1,5 \cdot C_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$
$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot C_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$
$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_v}{3 \cdot C_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$
$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_v)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_v)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
70,0	12,00	1,700	0,056	0,056	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
220,0	210.000	217.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_v [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,149	0,15	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
36,191	1,0	1,500	26,727	15,929		

ID grupo de anclajes
1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 7
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,078	0,141	2,000	3	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,216	0,596	1,500	57	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,V}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del periodo de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		
Empresa:		Página: 8
Dirección:		Proyectista:
Teléfono Fax:		Correo electrónico:
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27	Fecha: 25/10/2024
Sub Proyecto Pos. No.:		

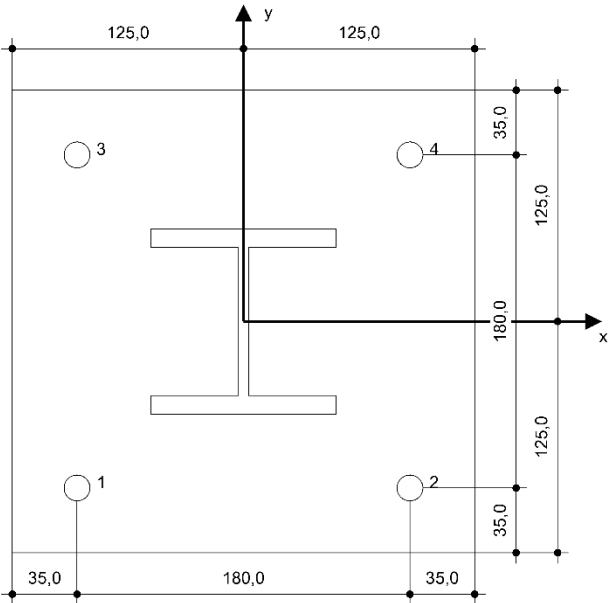
1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; E = 210.000,00 N/mm ² ; f _{yk} = 235,00 N/mm ²	Tipo y tamaño de anclaje: HST3 M12 hef2
Perfil: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm	Número de artículo: 2105719 HST3 M12x115 40/20
Diámetro de taladro en chapa: d _f = 14,0 mm	Par de apriete máximo: 60 Nm
Espesor de placa (introducir): 20,0 mm	Diámetro de taladro en material base: 12,0 mm
	Profundidad de taladro (min/max): 100,0 mm
Método de perforación: Taladro a rotopercusión	Mínimo espesor del material base: 120,0 mm
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro	

Hilti HST3 perno de expansión con 70 mm de empotramiento, M12 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Taladro a rotopercusión adecuado	• No requiere accesorios	• Atomilladora de impacto con control de par de apriete
• Tamaño adecuado de broca		• Llave dinamométrica
		• Percusión



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c _x	c _{yx}	c _y	c _{xy}
1	-90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
2	90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
3	-90,0	90,0	-	-	400,0	220,0
4	90,0	90,0	-	-	400,0	220,0

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4







www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono | Fax:
Diseño:
Sub Proyecto | Pos. No.:

HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_26-27

Página: 9
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.8 Taladro e instalación

HST3 (-R) subject to:						
Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling* 	TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling* 	DD-30W, DD-EC1					
Setting tool* 	Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling* 	-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set** 	Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)				-	
Impact Wrench and Adaptive Torque Module 	Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	10
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $I_x \times I_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M12 hef2, $h_{ef} = 70,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

Descripción		Perfil		Placa base			Soldaduras [%]	Hormigón [%]
		σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{Pl} [%]	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{Pl} [%]	Vástagos [%]		
1	0,00	44,49	0,00	11,01	0,00	3	8	0
2	0,00	53,99	0,00	15,13	0,00	3	11	0
3	0,00	30,85	0,00	7,83	0,00	2	6	1
4	0,00	28,70	0,00	7,46	0,00	2	6	2
5	0,00	5,37	0,00	2,41	0,00	1	3	2
6	0,00	8,21	0,00	3,55	0,00	1	5	2
7	0,00	10,78	0,00	3,00	0,00	1	4	2
8	0,00	7,40	0,00	3,28	0,00	1	4	2
9	0,00	31,10	0,00	8,40	0,00	2	9	3
10	0,00	10,44	0,00	3,47	0,00	1	5	2

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 0,00

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	1,768 kN	2,511 kN
Anclaje	1,768 kN	2,512 kN
Anclaje	1,724 kN	2,395 kN
Anclaje	1,724 kN	2,394 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			Página:		11
Empresa:			Proyectorista:		
Dirección:			Correo electrónico:		
Teléfono / Fax:			Fecha:		25/10/2024
Diseño:					
Sub Proyecto / Pos. No.:					

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

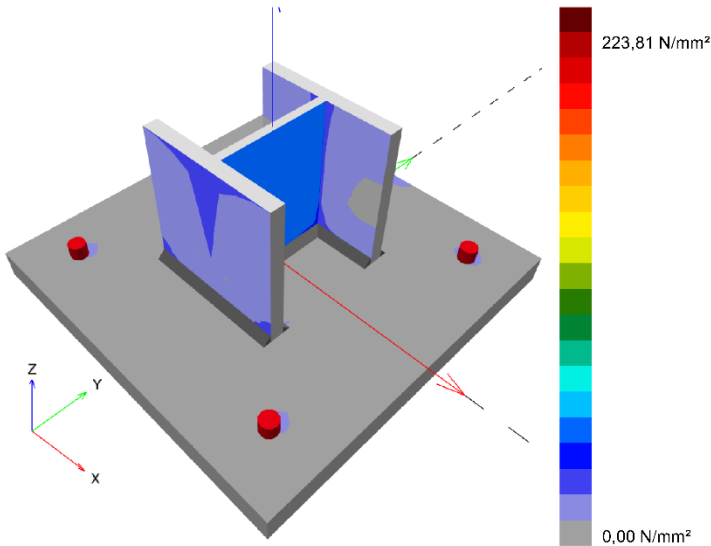
Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{Pl} [%]	f_y [N/mm²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Placa	0,00	S 235	15,13	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	0,00	S 235	29,94	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	0,00	S 235	34,97	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	0,00	S 235	53,99	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 2 - 0,00



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño:
Sub Proyecto / Pos. No.:

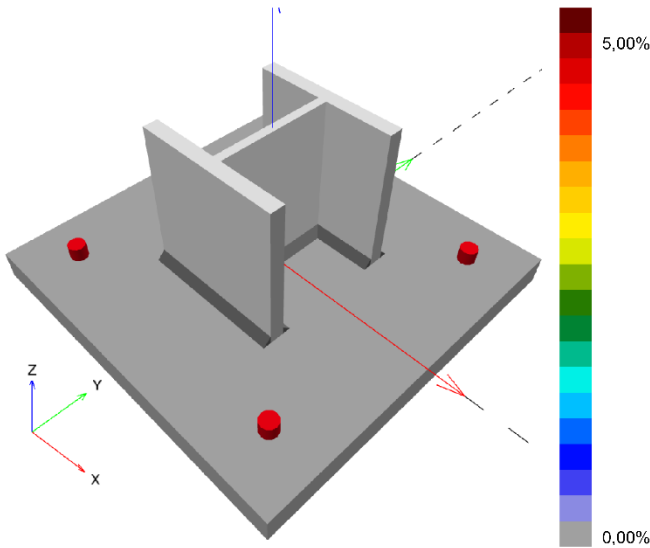
HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27

Página:
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha:

12
25/10/2024

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - 0,00



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 2 - 0,00

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$
$$\text{Utilización} = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k ₁	a _b	f _u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ _{M2}
Anclaje 1	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 3	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 4	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25

Resultados

	V _{Ed} [kN]	F _{b,Rd} [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	3,984	172,800	3	VÁLIDO
Anclaje 2	3,984	172,800	3	VÁLIDO
Anclaje 3	3,980	144,003	3	VÁLIDO
Anclaje 4	3,980	144,003	3	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 13
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 2 - 0,00

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{Pl} [%]	σ_{\perp} [N/mm²]	τ_{\parallel} [N/mm²]	τ_{\perp} [N/mm²]
Member 1-bfl 1	4,0	100,0	0,00	-12,08	-5,32	-7,67
Member 1-bfl	4,0	100,0	0,00	10,93	10,94	-8,87
Member 1-tfl 1	4,0	100,0	0,00	11,86	-8,88	11,62
Member 1-tfl	4,0	100,0	0,00	17,04	10,07	-17,30
Member 1-w 1	4,0	90,0	0,00	-1,96	18,69	-1,96
Member 1-w	4,0	90,0	0,00	-1,96	-18,69	1,96

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	20,18	360,00	259,20	6	4	VÁLIDO
Member 1-bfl	26,73	360,00	259,20	8	5	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	27,96	360,00	259,20	8	4	VÁLIDO
Member 1-tfl	38,64	360,00	259,20	11	6	VÁLIDO
Member 1-w 1	32,61	360,00	259,20	10	8	VÁLIDO
Member 1-w	32,61	360,00	259,20	10	8	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 2 - 0,00

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

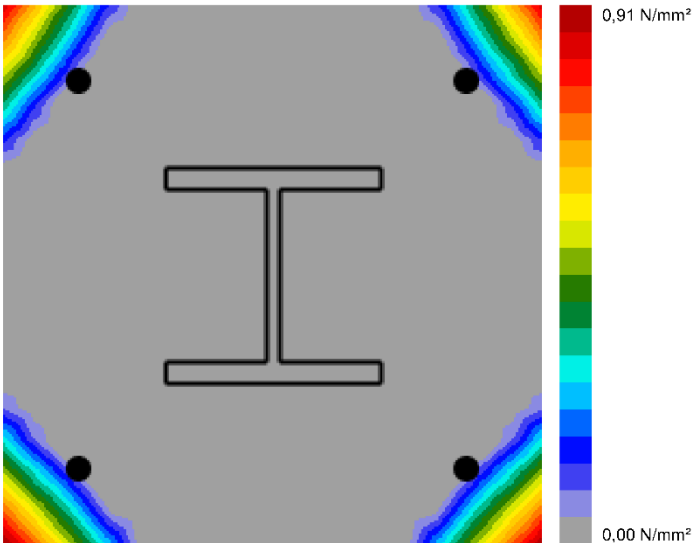
¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			
Empresa:		Página:	14
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$
$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
15,124	30,545	0,67	2,33	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
0,50	20,83	3	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	15
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
a_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ϵ_{lim}	Límite de deformación plástica
ϵ_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	16
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_26-27	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	0,00	60%	VÁLIDO
Placa Base	0,00	7%	VÁLIDO
Soldaduras	0,00	11%	VÁLIDO
Hormigón	0,00	3%	VÁLIDO
Perfil	0,00	23%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4.5.2.7 Soportes Tipo 28

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (2) de 250 x 250 x 20 (PA-2) y pernos (8) modelo HDA-P M12x125/50. El anclaje se realizará a vigas del muro este de la Planta de Operación de Turbina, las cuales disponen de un espesor de 250 mm.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:


HVAC_Garofia_PA-2_SOP_28

Página: 1
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

Comentarios del especificador:

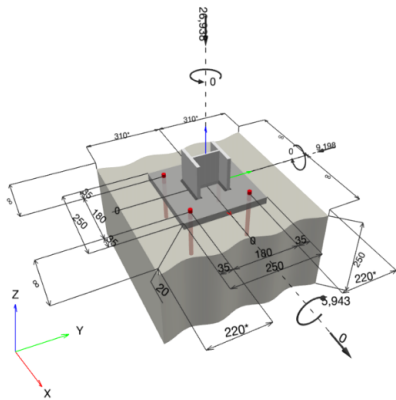
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	331547 HDA-P M12x125/50	
Specification text:	Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$, $h_{nom} = 125,0 \text{ mm}$	
Material:	8.8	
Informe de Evaluación:	ETA 99/0009	
Establecidos I Válidos:	6/1/2015 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$;	
Perfil:	IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

CBFEM - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28

Página: 2
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 0	$N = -26,938; V_x = 0,000; V_y = -9,198;$ $M_x = -5,943; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	75
2	Combinación 1	$N = -25,318; V_x = 0,000; V_y = -1,478;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	6
3	Combinación 2	$N = -12,120; V_x = 0,000; V_y = -1,531;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	6
4	Combinación 3	$N = -31,376; V_x = 0,000; V_y = -2,215;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	8
5	Combinación 4	$N = -26,914; V_x = 0,000; V_y = 4,569;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	16
6	Combinación 5	$N = -21,150; V_x = 0,000; V_y = -3,559;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	13
7	Combinación 6	$N = -12,532; V_x = 0,000; V_y = -3,506;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	12
8	Combinación 7	$N = -24,334; V_x = 0,000; V_y = -2,822;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	10
9	Combinación 8	$N = -19,851; V_x = 0,000; V_y = -8,301;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	29

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

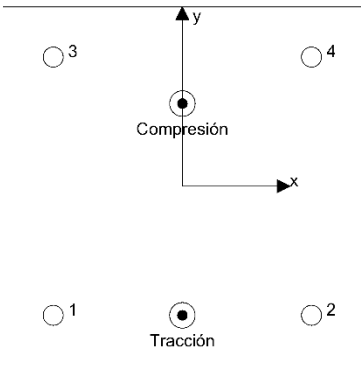
Control del caso de cargas: 1 Combinación 0

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	14,126	2,305	0,033	-2,305
2	14,126	2,305	-0,033	-2,305
3	-0,001	2,294	-0,009	-2,294
4	-0,001	2,294	0,009	-2,294

Resulting tension force in (x/y)=(-0,0/-90,0): 28,250 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(0,0/57,6): 56,309 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOP_28	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	14,126	44,667	32	OK
Fallo por extracción*	14,126	23,333	61	OK
Rotura por cono de hormigón**	28,252	68,068	42	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	28,252	40,972	69	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,000	1,500	44,667	14,126

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
35,000	1,000	1,500	23,333	14,126

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 4
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.1

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	$f_{c,gy} [N/mm^2]$		
212.800	140.625	190,0	375,0	20,00		
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [mm]$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	147,6
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [kN]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$	
1,213	8,900	55.625	1,500	68.068	28.252	

ID grupo de anclajes
1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 5
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.4 Fallo por fisuración (Splitting)

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.23)}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}, N_{Rk,c}^0)$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_t}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.24)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,sp} [\text{mm}]$	$s_{cr,sp} [\text{mm}]$	$h_{min} [\text{mm}]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
212.800	140.625	190,0	375,0	200,0	1,160	20,00
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_t
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	8,900
$N_{Rk,sp}^0 [\text{kN}]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$			
35,000	1,500	40,972	28,252			

ID grupo de anclajes

1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	2,305	24,000	10	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	9,198	165,395	6	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección y-*	9,198	29,386	32	OK

* anclaje más solicitado ** grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
30,000	1,000	30,000	1,250	24,000	2,305

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
313.600	140.625	190,0	375,0	2,000	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
8,900	55.625	1.500	165.395	9.198		

ID grupo de anclajes
1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

|
HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28

Página: 7
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección y-

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.2

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.40)

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_t^\beta \cdot \sqrt{f_{ctk}} \cdot c_1^{1,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.41)

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_t}{c_1} \right)^{0,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.42)

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.43)

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2$$
 EN 1992-4, Eq. (7.44)

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.45)

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.46)

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.47)

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_t [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	f_{ctk} [N/mm ²]	
88,0	21,00	1,700	0,063	0,063	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
220,0	210.000	217.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,149	0,41	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
39,790	1,0	1,500	29,386	9,198		

ID grupo de anclajes

1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	8
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,316	0,096	2,000	11	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,690	0,313	1,500	75	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡Atención! En caso de cargas de compresión puede ser necesaria una verificación a pandeo
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 9
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.7 Datos de instalación

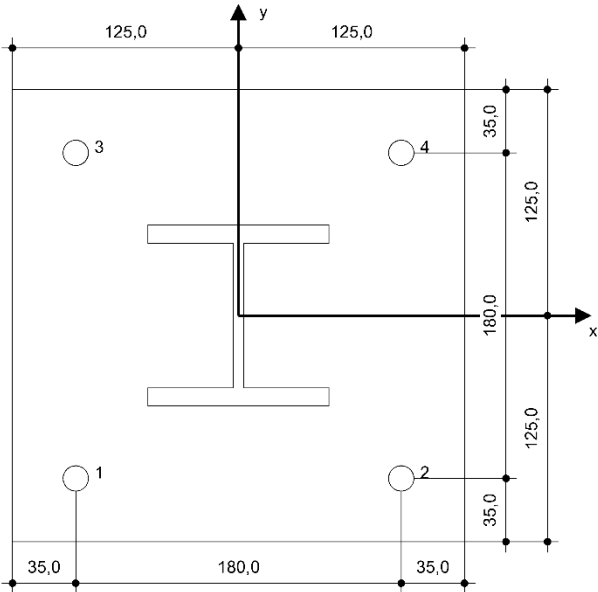
Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
Perfil: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$
Diámetro de taladro en chapa: $d_f = 14,0 \text{ mm}$
Espesor de placa (introducir): 20,0 mm
Método de perforación: Taladro a rotoperación
Limpieza: Se requiere limpieza manual del taladro de acuerdo a las instrucciones del fabricante

Tipo y tamaño de anclaje: HDA-P M12x125/50
Número de artículo: 331547 HDA-P M12x125/50
Par de apriete máximo: 80 Nm
Diámetro de taladro en material base: 22,0 mm
Profundidad de taladro (min/max): 133,0 mm
Mínimo espesor del material base: 200,0 mm

Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009

1.7.1 Accesorios recomendados

- | | | |
|---|--|--|
| Taladro | Limpieza | Instalación |
| <ul style="list-style-type: none">Taladro a rotoperación adecuadoTamaño apropiado del tope de broca para una profundidad de taladro dada | <ul style="list-style-type: none">Bombín de limpieza | <ul style="list-style-type: none">Util de instalación del HDA-STLlave dinamométrica |



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c _x	c _{yx}	c _y	c _{xy}
1	-90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
2	90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
3	-90,0	90,0	-	-	400,0	220,0
4	90,0	90,0	-	-	400,0	220,0

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	10
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Calificado:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50, $h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

	Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
		$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$			
1	Combinación 0	135,69	0,00	82,87	0,00	2	64	19
2	Combinación 1	19,89	0,00	8,81	0,00	1	11	5
3	Combinación 2	10,05	0,00	4,35	0,00	1	6	2
4	Combinación 3	24,90	0,00	10,97	0,00	1	14	5
5	Combinación 4	23,05	0,00	9,93	0,00	1	12	5
6	Combinación 5	18,11	0,00	7,73	0,00	1	10	4
7	Combinación 6	14,38	0,00	4,82	0,00	1	6	2
8	Combinación 7	20,02	0,00	8,68	0,00	1	11	4
9	Combinación 8	31,45	0,00	8,72	0,00	2	11	4

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 0

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	12,587 kN	14,126 kN
Anclaje	12,587 kN	14,126 kN
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN
Anclaje	-0,002 kN	-0,001 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



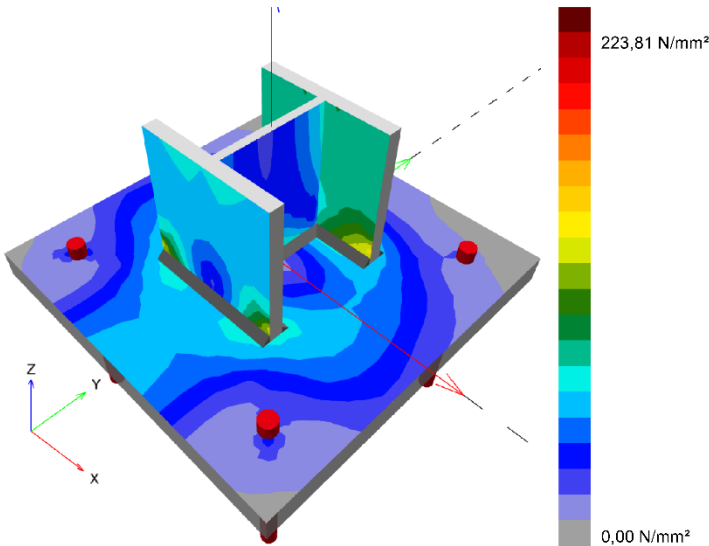
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			Página: 11		
Empresa:			Proyectorista:		
Dirección:			Cálculo:		
Teléfono / Fax:			Fecha:		
Diseño:			25/10/2024		
Sub Proyecto / Pos. No.:					

Resultados									
Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Placa	Combinación 0	S 235	82,87	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 0	S 235	135,69	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 0	S 235	115,86	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 0	S 235	82,56	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 0



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

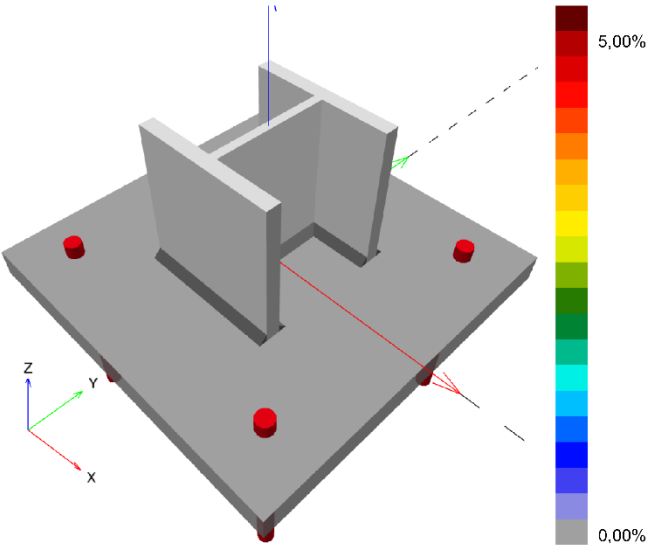
www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garona_PA-2_SOP_28
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 12
Proyectista:
Fecha: 25/10/2024

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 0



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 0
Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k ₁	a _b	f _u [N/mm ²]	d [mm]	t [mm]	γ _{M2}
Anclaje 1	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 3	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 4	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1.25

Resultados

	V _{Ed} [kN]	F _{b,Rd} [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	2,305	172,800	2	VÁLIDO
Anclaje 2	2,305	172,800	2	VÁLIDO
Anclaje 3	2,294	144,001	2	VÁLIDO
Anclaje 4	2,294	144,001	2	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	13
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Calificado:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28	Alatranónico:	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 0

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$
$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
$$\text{Utilización} = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{P1} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-bfl 1	▲4,0▲	100,0	0,00	-75,62	43,76	-84,42
Member 1-bfl	▲4,0▲	100,0	0,00	-104,17	62,08	95,38
Member 1-tfl 1	▲4,0▲	100,0	0,00	105,54	-79,43	87,52
Member 1-tfl	▲4,0▲	100,0	0,00	73,98	54,68	-92,13
Member 1-w 1	▲4,0▲	90,0	0,00	4,31	43,74	4,29
Member 1-w	▲4,0▲	90,0	0,00	4,27	-43,72	-4,29

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	181,22	360,00	259,20	51	35	VÁLIDO
Member 1-bfl	222,95	360,00	259,20	62	48	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	230,32	360,00	259,20	64	35	VÁLIDO
Member 1-tfl	199,77	360,00	259,20	56	26	VÁLIDO
Member 1-w 1	76,25	360,00	259,20	22	15	VÁLIDO
Member 1-w	76,20	360,00	259,20	22	15	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 1 - Combinación 0

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



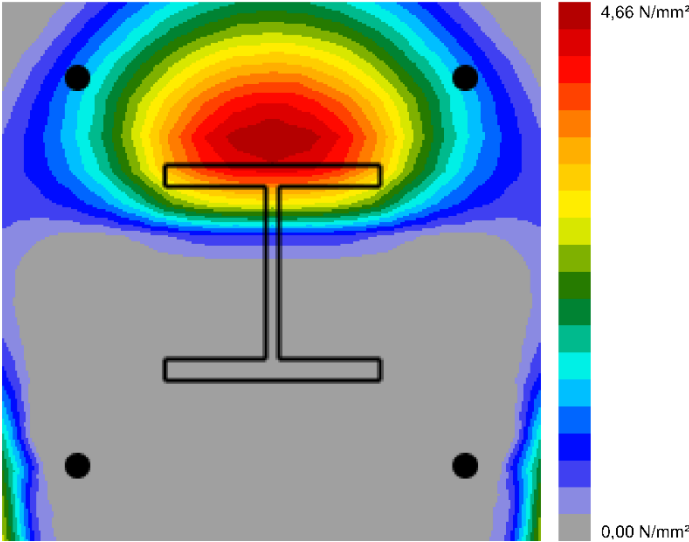
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garona_PA-2_SOP_28
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 14
Proyectista:
Fecha: 25/10/2024

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$
$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
56,309	11.608	0,67	3,00	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
4,85	26,80	19	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	15
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufiteu	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOP_28	Alambrados	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
a_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
 PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	16
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2_SOP_28	Alatranica	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 0	75%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 0	36%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 0	64%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 0	19%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 0	58%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

4.5.2.8 Soportes Tipo 29

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (2) de 250 x 250 x 20 (PA-2) y pernos (8) modelo HST3 M12x115 40/20. El anclaje se realizará a vigas del muro este de la Planta de Operación de Turbina, las cuales disponen de un espesor de 250 mm.




Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	1
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Correo electrónico:	
Teléfono / Fax:		Fecha:	25/10/2024
Diseño:	HVAC_Garofa_PA-2_SOPs_29		
Sub Proyecto / Pos. No.:			

Comentarios del especificador:

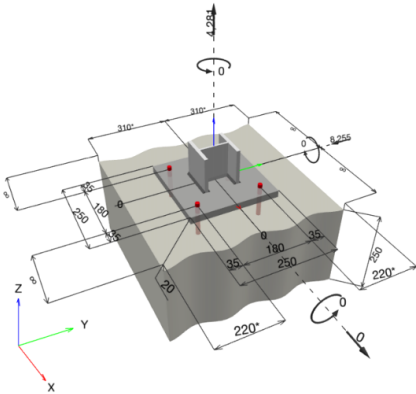
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M12 hef2		
Periodo de retorno (años de servicio):	50		
Número de artículo:	2105719 HST3 M12x115 40/20		
Specification text:	Hilti HST3 perno de expansión con 70 mm de empotramiento, M12 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001		
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef, opt} = 70,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 125,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 80,0 \text{ mm}$		
Material:			
Informe de Evaluación:	ETA 98/0001		
Establecidos / Válidos:	20/7/2023 -		
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico		
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$		
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$;		
Perfil:	IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm		
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c, cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$		
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco		
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal		

CBFEM - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	$N = -11,085; V_x = 0,000; V_y = -5,736;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	22
2	Combinación 2	$N = 4,281; V_x = 0,000; V_y = -8,255;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	31
3	Combinación 3	$N = -22,258; V_x = 0,000; V_y = -2,823;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	11
4	Combinación 4	$N = -23,815; V_x = 0,000; V_y = 6,248;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	24
5	Combinación 5	$N = -8,781; V_x = 0,000; V_y = -0,962;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	4
6	Combinación 6	$N = -6,118; V_x = 0,000; V_y = -0,063;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	1
7	Combinación 7	$N = -8,781; V_x = 0,000; V_y = -1,099;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	5
8	Combinación 8	$N = -10,821; V_x = 0,000; V_y = -5,341;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	20

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Control del caso de cargas: 2 Combinación 2

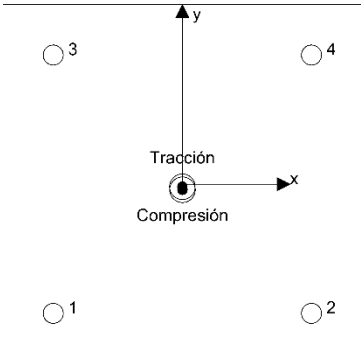
Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	1,533	2,064	-0,010	-2,064
2	1,534	2,064	0,010	-2,064
3	1,473	2,063	0,015	-2,063
4	1,473	2,063	-0,015	-2,063

Resulting tension force in (x/y)=(0,0/-1,8): 6,013 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(0,1/-3,9): 1,779 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_29	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	1,534	32,214	5	OK
Fallo por extracción*	1,534	13,333	12	OK
Rotura por cono de hormigón**	6,013	45,587	14	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
45,100	1,400	32,214	1,534

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
20,000	1,000	1,500	13,333	1,534



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 4
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.1

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 1$$
 EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	$f_{c,cm} [N/mm^2]$		
152.100	44.100	105,0	210,0	20,00		
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [mm]$
0,0	1,000	1,8	0,983	1,000	1,000	2,1
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [kN]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$	
1,000	7,700	20,168	1,500	45,587	6,013	

ID grupo de anclajes
1-4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	5
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	2,064	28,320	8	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	8,255	128,913	7	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección y-*	8,255	26,727	31	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
35,400	1,000	35,400	1,250	28,320	2,064

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
152,100	44,100	105,0	210,0	2,780	20,00	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	20,168	1,500	128,913	8,255		

ID grupo de anclajes

1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29
Sub Proyecto I Pos. No.:

Página: 6
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección y-

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.2

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.40)

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_t^\beta \cdot \sqrt{f_{ctk}} \cdot c_1^{1,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.41)

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_t}{c_1} \right)^{0,5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.42)

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.43)

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2$$
 EN 1992-4, Eq. (7.44)

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.45)

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.46)

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.47)

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_t [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
70,0	12,00	1,700	0,056	0,056	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
220,0	210.000	217.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_v [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,149	0,14	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
36,191	1,0	1,500	26,727	8,255		

ID grupo de anclajes
1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	7
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,048	0,073	2,000	1	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,132	0,309	1,500	22	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 8
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
Perfil: IPB/HEB, IPB 100 / HE 100 B; (L x W x T x FT) = 100,0 mm x 100,0 mm x 6,0 mm x 10,0 mm
Diámetro de taladro en chapa: $d_f = 14,0 \text{ mm}$
Espesor de placa (introducir): 20,0 mm

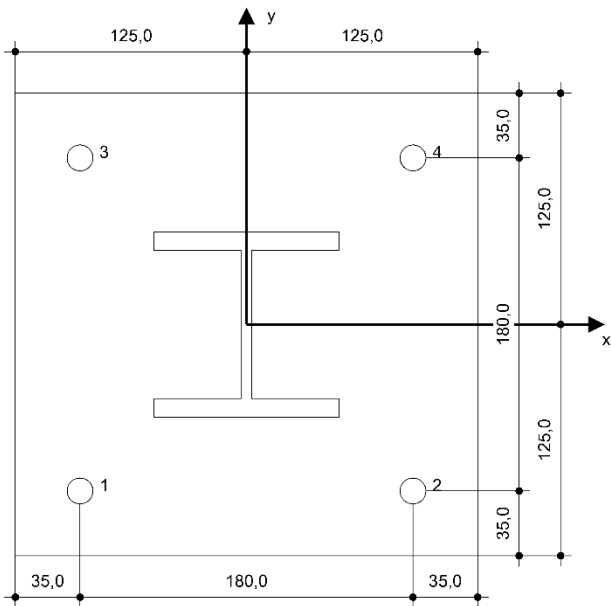
Tipo y tamaño de anclaje: HST3 M12 hef2
Número de artículo: 2105719 HST3 M12x115 40/20
Par de apriete máximo: 60 Nm
Diámetro de taladro en material base: 12,0 mm
Profundidad de taladro (min/max): 100,0 mm
Mínimo espesor del material base: 120,0 mm

Método de perforación: Taladro a rotopercusión
Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Hilti HST3 perno de expansión con 70 mm de empotramiento, M12 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
<ul style="list-style-type: none">Taladro a rotopercusión adecuadoTamaño adecuado de broca	<ul style="list-style-type: none">No requiere accesorios	<ul style="list-style-type: none">Atornilladora de impacto con control de par de aprieteLlave dinamométricaPercusión



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
2	90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
3	-90,0	90,0	-	-	400,0	220,0
4	90,0	90,0	-	-	400,0	220,0

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es







Empresa:
Dirección:
Teléfono I Fax:
Diseño:
Sub Proyecto I Pos. No.:

HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29

Página: 9
Proyectista:
Correo electrónico:
Fecha: 25/10/2024

1.8 Taladro e instalación

HST3 (-R) subject to:

	Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*		TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*		DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*		Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling*		-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**		Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)				-	
Impact Wrench and Adaptive Torque Module		Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	10
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufitec	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M12 hef2, $h_{ef} = 70,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 100 / HE 100 B; $(L \times W \times T \times FT) = 100,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad de y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

	Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
		$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$			
1	Combinación 1	21,08	0,00	5,74	0,00	1	6	2
2	Combinación 2	28,04	0,00	8,14	0,00	2	7	0
3	Combinación 3	18,46	0,00	7,98	0,00	1	10	4
4	Combinación 4	26,03	0,00	9,16	0,00	2	11	4
5	Combinación 5	7,19	0,00	3,12	0,00	1	4	2
6	Combinación 6	4,63	0,00	2,08	0,00	1	3	1
7	Combinación 7	7,28	0,00	3,15	0,00	1	4	2
8	Combinación 8	19,75	0,00	5,40	0,00	1	6	2

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 4

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	0,000 kN	0,005 kN
Anclaje	0,000 kN	0,005 kN
Anclaje	0,000 kN	0,023 kN
Anclaje	0,000 kN	0,022 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



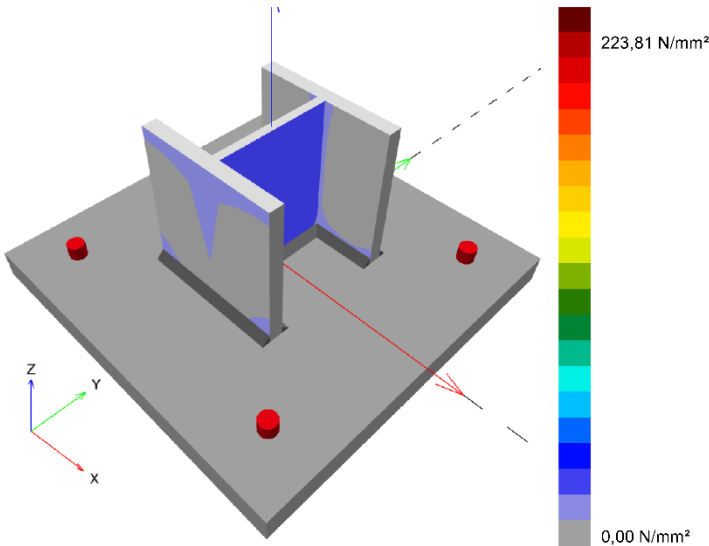
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			
Empresa:		Página:	11
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2_SOPs_29	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

Resultados									
Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Placa	Combinación 4	S 235	9,16	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 4	S 235	15,28	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 4	S 235	18,36	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 4	S 235	28,04	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 2 - Combinación 2



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

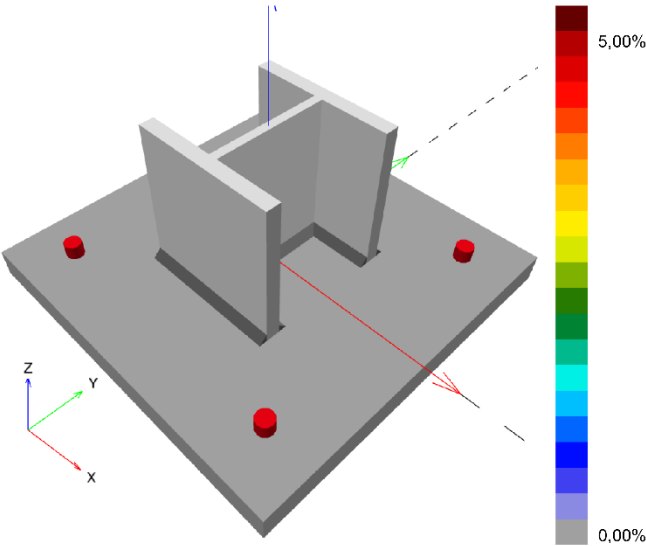


Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			
Empresa:		Página:	12
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 4 - Combinación 4

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k_1	a_b	f_u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ_{M2}
Anclaje 1	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1,25
Anclaje 2	2,50	0,83	360,00	12,0	20,0	1,25
Anclaje 3	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1,25
Anclaje 4	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1,25

Resultados

	V_{Ed} [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	1,557	144,000	2	VÁLIDO
Anclaje 2	1,557	144,000	2	VÁLIDO
Anclaje 3	1,567	172,800	1	VÁLIDO
Anclaje 4	1,567	172,800	1	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	13
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufiteu	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29	Alcantarilla	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 4 - Combinación 4

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$
$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{P1} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-bfl 1	4,0	100,0	0,00	-10,79	9,30	-10,48
Member 1-bfl	4,0	100,0	0,00	-14,94	-10,57	15,24
Member 1-tfl 1	4,0	100,0	0,00	-15,36	9,69	-16,33
Member 1-tfl	4,0	100,0	0,00	-17,94	-10,95	17,00
Member 1-w 1	4,0	90,0	0,00	-4,57	-7,85	-4,61
Member 1-w	4,0	90,0	0,00	-4,60	7,83	4,56

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	26,56	360,00	259,20	8	4	VÁLIDO
Member 1-bfl	35,43	360,00	259,20	10	7	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	36,30	360,00	259,20	11	6	VÁLIDO
Member 1-tfl	39,35	360,00	259,20	11	7	VÁLIDO
Member 1-w 1	16,42	360,00	259,20	5	3	VÁLIDO
Member 1-w	16,35	360,00	259,20	5	3	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 4 - Combinación 4

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



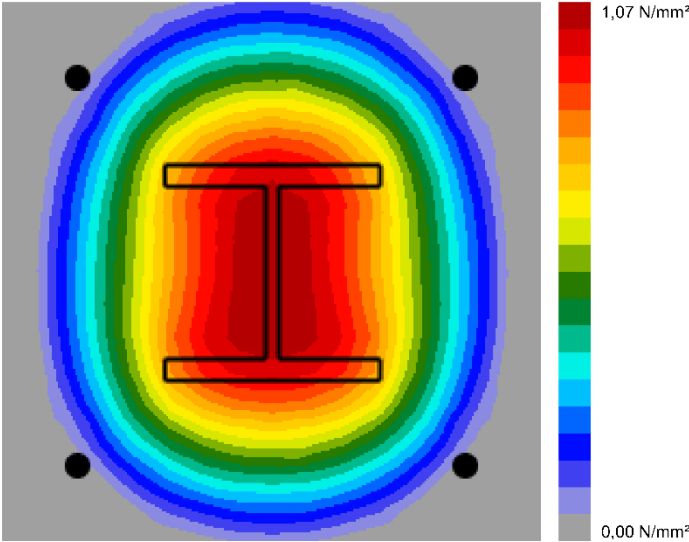
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:
Dirección:
Teléfono / Fax:
Diseño: HVAC_Garona_PA-2_SOPs_29
Sub Proyecto / Pos. No.:

Página: 14
Proyectista:
Fecha: 25/10/2024

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$

$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
22,396	30.496	0,67	2,33	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
0,73	20,84	4	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	15
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufiteu	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2_SOPs_29	Alambrados	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
a_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
 PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			
Empresa:		Página:	16
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2_SOPs_29	Alarcon	
Sub Proyecto / Pos. No.:		Fecha:	25/10/2024

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 2	31%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 4	4%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 4	11%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 3	4%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 2	12%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4.5.2.9 Soportes Tipo 30 y 31

Para estos soportes, existen diferentes placas de anclaje por lo que se verifican por separado.

4.5.2.9.1 Anclajes a pared

Los elementos a verificar son placas de anclaje (3) de 250 x 250 x 30 (PA-2') y pernos (12) modelo HDA-P M12x125/50. El anclaje se realizará a vigas del muro este de la Planta de Operación de Turbina, las cuales disponen de un espesor de 250 mm.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4


www.hilti.es

Empresa:		Página:	1
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

Comentarios del especificador:

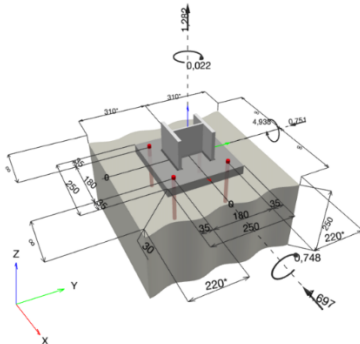
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	331547 HDA-P M12x125/50	
Specification text:	Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$, $h_{nom} = 125,0 \text{ mm}$	
Material:	8.8	
Informe de Evaluación:	ETA 99/0009	
Establecidos / Válidos:	6/1/2015 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_o = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 30,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 30,0 \text{ mm}$;	
Perfil:	IPB/HEB, IPB 120 / HE 120 B; (L x W x T x FT) = 120,0 mm x 120,0 mm x 6,5 mm x 11,0 mm	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,gy} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

^{CBFEM} - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!

PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan, Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 2	$N = 1,341; V_x = -1,027; V_y = -0,742;$ $M_x = -0,733; M_y = 2,986; M_z = -0,014;$	no	no	54
2	Combinación 3	$N = 1,347; V_x = -0,018; V_y = -0,739;$ $M_x = -0,720; M_y = 0,048; M_z = -0,001;$	no	no	14
3	<u>Combinación 4</u>	<u>$N = 1,282; V_x = -1,697; V_y = -0,751;$</u> <u>$M_x = -0,748; M_y = 4,938; M_z = -0,022;$</u>	<u>no</u>	<u>no</u>	<u>74</u>
4	Combinación 5	$N = -0,251; V_x = -1,705; V_y = 0,032;$ $M_x = 0,579; M_y = 4,964; M_z = -0,022;$	no	no	72
5	Combinación 6	$N = 0,229; V_x = -1,034; V_y = -0,861;$ $M_x = -0,826; M_y = 3,013; M_z = -0,017;$	no	no	54
6	Combinación 7	$N = 0,041; V_x = -0,094; V_y = -0,917;$ $M_x = -0,902; M_y = 0,271; M_z = -0,002;$	no	no	17
7	Combinación 8	$N = 0,362; V_x = -1,660; V_y = -0,820;$ $M_x = -0,770; M_y = 4,837; M_z = -0,028;$	no	no	72
8	Combinación 9	$N = -0,173; V_x = -1,473; V_y = 0,088;$ $M_x = 0,683; M_y = 4,296; M_z = -0,025;$	no	no	65
9	Combinación 10	$N = 0,225; V_x = -1,033; V_y = -0,883;$ $M_x = -0,866; M_y = 3,008; M_z = -0,014;$	no	no	54
10	Combinación 11	$N = -0,252; V_x = -0,047; V_y = -0,947;$ $M_x = -0,929; M_y = 0,134; M_z = -0,000;$	no	no	16
11	Combinación 12	$N = 0,564; V_x = -1,688; V_y = -0,835;$ $M_x = -0,818; M_y = 4,918; M_z = -0,023;$	no	no	73
12	Combinación 13	$N = 0,241; V_x = -1,652; V_y = 0,096;$ $M_x = 0,658; M_y = 4,816; M_z = -0,023;$	no	no	71



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:

Dirección:

Teléfono | Fax:

Diseño:

Sub Proyecto I Pos. No.:

HVAC_Garofía_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa

Página:

Proyectista:

Correo electrónico:

Fecha:

3

25/10/2024

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Control del caso de cargas: 3 Combinación 4

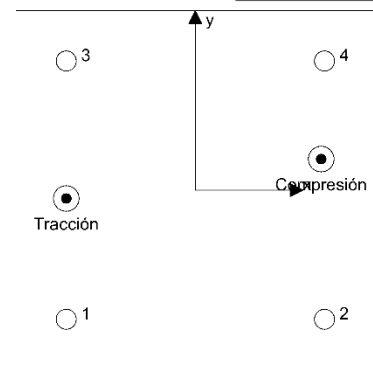
Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracci3n	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	15,509	0,477	-0,453	-0,150
2	-0,001	0,507	-0,459	-0,217
3	13,620	0,426	-0,393	-0,165
4	-0,002	0,449	-0,392	-0,219

Resulting tension force in (x/y)=(-90,0/-5,8): 29,126 [kN]

Resulting compression force in (x/y)=(87,7/21,6): 28,001 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!

PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	4
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofía_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	15,509	44,667	35	OK
Fallo por extracción*	15,509	23,333	67	OK
Rotura por cono de hormigón**	29,129	56,653	52	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	29,129	39,736	74	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,000	1,500	44,667	15,509

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
35,000	1,000	1,500	23,333	15,509



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:	Página:	5
Dirección:	Proyectista:	
Teléfono I Fax:	Correo electrónico:	
Diseño:	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:		

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$

EN 1992-4, Tabla 7.1

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$

EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$$

EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$

EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$$

EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$

EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$

EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00$$

EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,gy}$ [N/mm ²]		
212.800	140.625	190,0	375,0	20,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	5,8	0,970	1,000	1,000	179,8
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,041	8,900	55.625	1,500	56.653	29.129	

ID grupo de anclajes
1, 3



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

1.3.4 Fallo por fisuración (Splitting)

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.23)}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}^0, N_{Rk,c}^0) \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N1}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N2}}{s_{cr,sp}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 \cdot c_t}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.24)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,sp} [\text{mm}]$	$s_{cr,sp} [\text{mm}]$	$h_{min} [\text{mm}]$	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
212.800	140.625	190,0	375,0	200,0	1,160	20,00
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_t
0,0	1,000	5,8	0,970	1,000	1,000	8,900
$N_{Rk,sp}^0 [\text{kN}]$	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$			
35,000	1,500	39,736	29,129			

ID grupo de anclajes

1, 3



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:	Página:	7
Dirección:	Proyectista:	
Teléfono I Fax:	Correo electrónico:	
Diseño:	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:		

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	0,507	24,000	3	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	1,856	152,289	2	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección y-*	1,181	38,443	4	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
30,000	1,000	30,000	1,250	24,000	0,507

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
313.600	140.625	190,0	375,0	2,000	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
4,9	0,975	11,0	0,945	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
8,900	55,625	1,500	152,289	1,856		

ID grupo de anclajes
1-4

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	8
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección y-

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_t^\beta \cdot \sqrt{f_{ctk}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_t}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_t [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	f_{ctk} [N/mm ²]	
88,0	21,00	1,700	0,063	0,063	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
220,0	210.000	217.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,149	50,53	1,345	9,2	0,973	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
39,790	1,0	1,500	38,443	1,181		

ID grupo de anclajes

1, 2



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	9
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,347	0,020	2,000	13	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,733	0,031	1,500	64	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡Atención! En caso de cargas de compresión puede ser necesaria una verificación a pandeo
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:

Dirección:

Teléfono I Fax:

Diseño:

Sub Proyecto I Pos. No.:

Página:

Proyectista:

Correo electrónico:

Fecha:

10

25/10/2024

1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 Perfil: IPB/HEB, IPB 120 / HE 120 B; (L x W x T x FT) = 120,0 mm x 120,0 mm
 x 6,5 mm x 11,0 mm

Tipo y tamaño de anclaje: HDA-P M12x125/50

Número de artículo: 331547 HDA-P M12x125/50

Diámetro de taladro en chapa: $d_f = 14,0 \text{ mm}$

Par de apriete máximo: 80 Nm

Espesor de placa (introducir): 30,0 mm

Diámetro de taladro en material base: 22,0 mm

Profundidad de taladro (min/max): 133,0 mm

Método de perforación: Taladro a rotopercusión

Mínimo espesor del material base: 200,0 mm

Limpieza: Se requiere limpieza manual del taladro de acuerdo a las instrucciones del fabricante

Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro

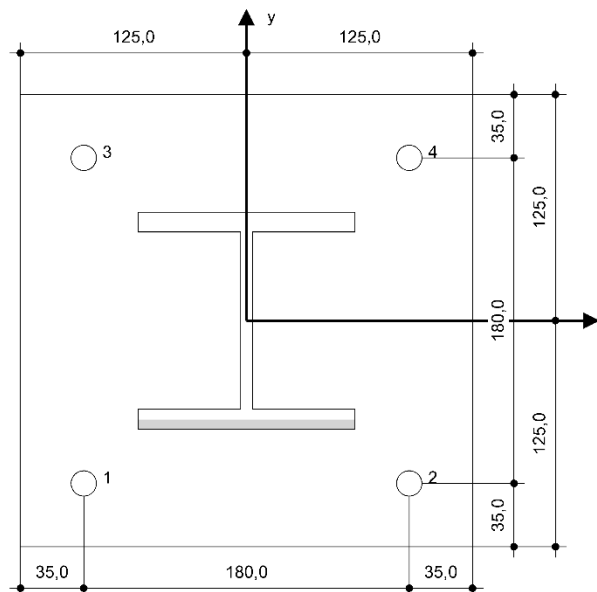
Limpieza

Instalación

- Taladro a rotopercusión adecuado
- Tamaño apropiado del tope de broca para una profundidad de taladro dada

- Bombín de limpieza

- Util de instalación del HDA-ST
- Llave dinamométrica

**Coordenadas del anclaje [mm]**

Anclaje	x	y	C _{-x}	C _{+x}	C _{-y}	C _{+y}
1	-90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
2	90,0	-90,0	-	-	220,0	400,0
3	-90,0	90,0	-	-	400,0	220,0
4	90,0	90,0	-	-	400,0	220,0

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!

PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	11
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufitec	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $I_x \times I_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 30,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50, $h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 30,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 120 / HE 120 B; $(L \times W \times T \times FT) = 120,0 \text{ mm} \times 120,0 \text{ mm} \times 6,5 \text{ mm} \times 11,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$			
1 Combinación 2	68,38	0,00	23,58	0,00	1	55	4
2 Combinación 3	11,13	0,00	5,12	0,00	1	10	1
3 Combinación 4	102,99	0,00	34,54	0,00	1	83	6
4 Combinación 5	101,90	0,00	33,91	0,00	1	82	6
5 Combinación 6	69,07	0,00	23,79	0,00	1	55	4
6 Combinación 7	16,63	0,00	7,01	0,00	1	15	2
7 Combinación 8	100,52	0,00	33,69	0,00	1	81	6
8 Combinación 9	90,73	0,00	30,67	0,00	1	73	5
9 Combinación 10	69,48	0,00	23,99	0,00	1	56	4
10 Combinación 11	14,13	0,00	6,25	0,00	1	13	2
11 Combinación 12	102,68	0,00	34,45	0,00	1	83	6
12 Combinación 13	100,12	0,00	33,56	0,00	1	80	6

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 4

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	14,811 kN	15,509 kN
Anclaje	-0,001 kN	-0,001 kN
Anclaje	13,712 kN	13,620 kN
Anclaje	-0,002 kN	-0,002 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es				
Empresa:			Página:	12
Dirección:			Proyectista:	
Teléfono / Fax:			Uso:	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa		Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:				

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

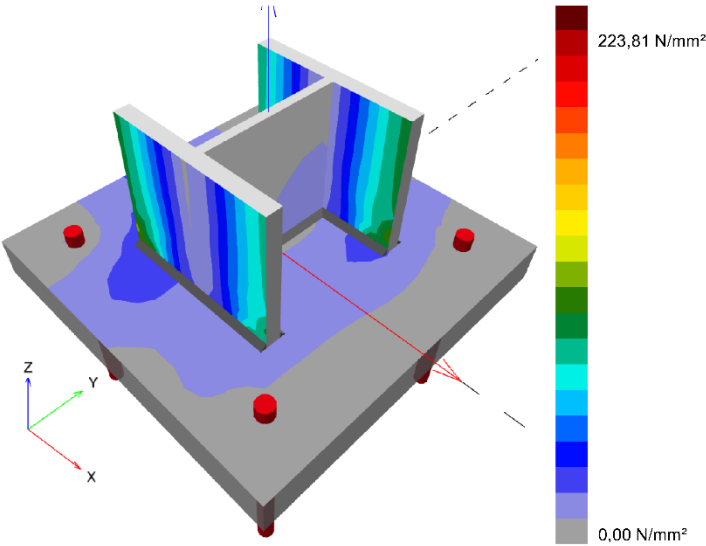
Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Placa	Combinación 4	S 235	34,54	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 4	S 235	96,68	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 4	S 235	102,99	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 4	S 235	14,49	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 3 - Combinación 4



[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



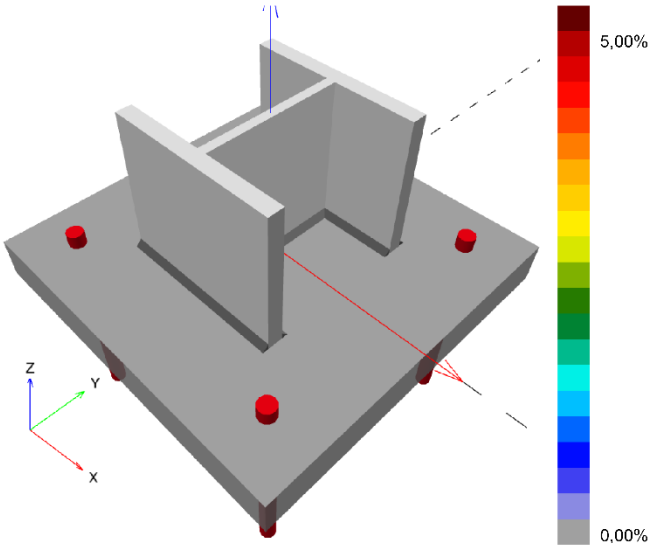
Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	13
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 2



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 3 - Combinación 4

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k_1	a_b	f_u [N/mm ²]	d [mm]	t [mm]	γ_{M2}
Anclaje 1	2,50	1,00	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 2	2,50	0,92	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 3	2,50	1,00	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 4	2,50	0,95	360,00	12,0	30,0	1.25

Resultados

	V_{Ed} [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	0,477	259,200	1	VÁLIDO
Anclaje 2	0,508	238,839	1	VÁLIDO
Anclaje 3	0,426	259,200	1	VÁLIDO
Anclaje 4	0,449	247,515	1	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	14
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 3 - Combinación 4

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 5,0 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 5,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$
$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
$$Utilización = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ϵ_{P1} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-bfl 1	▲3,0▲	120,0	0,00	-121,76	69,07	-127,78
Member 1-bfl	▲3,0▲	120,0	0,00	-128,80	-77,17	122,78
Member 1-tfl 1	▲3,0▲	120,0	0,00	136,35	84,90	126,24
Member 1-tfl	▲3,0▲	120,0	0,00	117,64	-69,71	-127,63
Member 1-w 1	▲3,0▲	109,0	0,00	-3,96	7,41	-0,83
Member 1-w	▲3,0▲	109,0	0,00	-2,32	6,19	-4,41

Resultados

Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	279,50	360,00	259,20	78	41	VÁLIDO
Member 1-bfl	282,27	360,00	259,20	79	39	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	296,70	360,00	259,20	83	38	VÁLIDO
Member 1-tfl	278,01	360,00	259,20	78	40	VÁLIDO
Member 1-w 1	13,51	360,00	259,20	4	3	VÁLIDO
Member 1-w	13,36	360,00	259,20	4	3	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 3 - Combinación 4

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

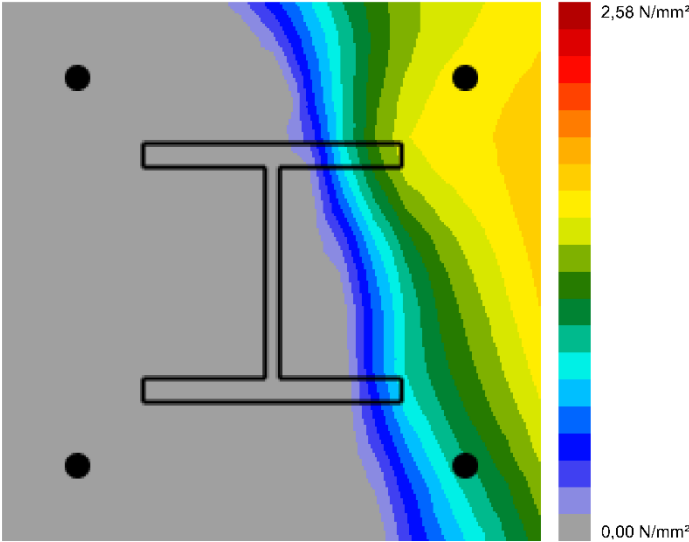
[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		Página:	15
Empresa:		Proyectista:	
Dirección:		Utebo	
Teléfono / Fax:		Alarcón	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$

Utilización = $\frac{\sigma}{f_{jd}}$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
28,001	18.575	0,67	2,85	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
1,51	25,50	6	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	16
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Fecha:	25/10/2024
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa		
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
α_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	17
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-2'_SOP_30+31_(ALL-COMB)_pa	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 4	74%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 4	15%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 4	83%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 4	6%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 4	44%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

4.5.2.9.2 Anclaje a peto de coronación

Los elementos a verificar son placa de anclaje (1) en forma de “U” (constituida por 3 placas soldadas (dos de 300 x 300 x 30 y una de 250 x 300 x 30). El anclaje se realizará al peto de coronación de la terraza del edificio SBTG mediante 4 varillas roscadas pasantes de M12.

En este caso ha utilizado SAP2000 en lugar de HILTI Profis. Se trata de un submodelo donde las cargas se aplican en el perfil HEB120. La geometría modelada es la siguiente:

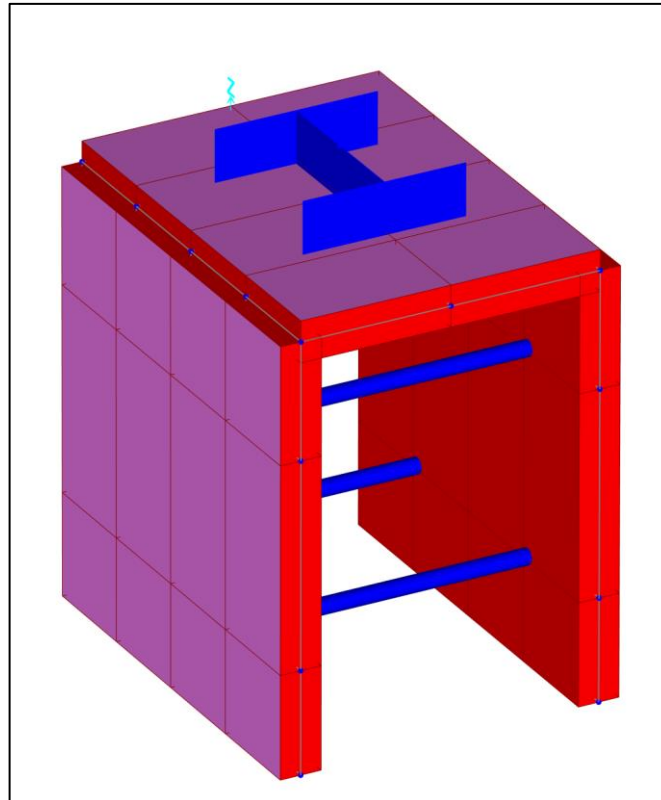


Figura 4-20: Geometría soporte peto coronación

En la siguiente imagen se muestran las tensiones de Von Mises de las 3 placas soldadas, observándose valores máximos de aproximadamente 150 (no se toman los valores en la zona de apoyo del perfil HEB120, por considerarse no representativos dada la discretización del modelo).

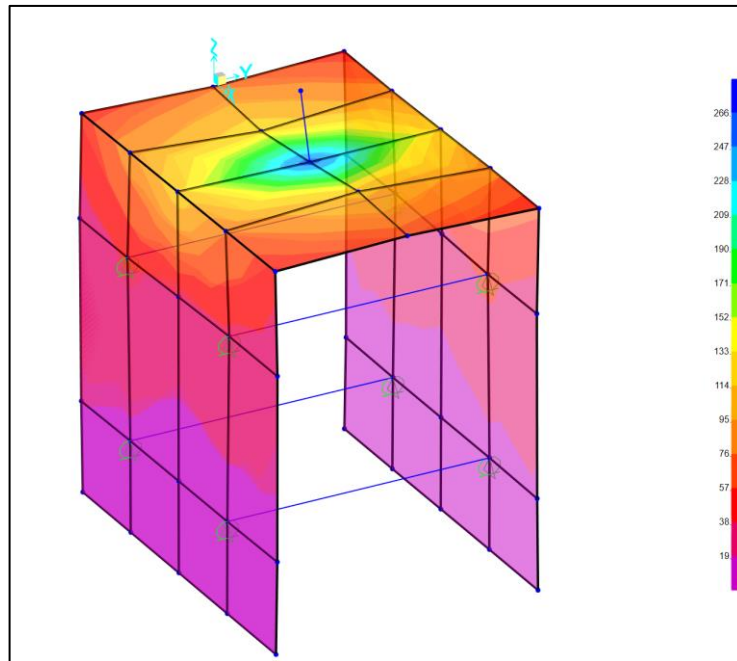


Figura 4-21: Tensiones Von Misses. Soporte peto coronación

Por último, se muestran las tensiones axiales de las varillas roscadas de M12. En este caso se observa que trabajan al 8% de su capacidad máxima. Se ha considerado las mayores cargas obtenidas en este apoyo, según el análisis de la estructura Tipo 30-31 completa.

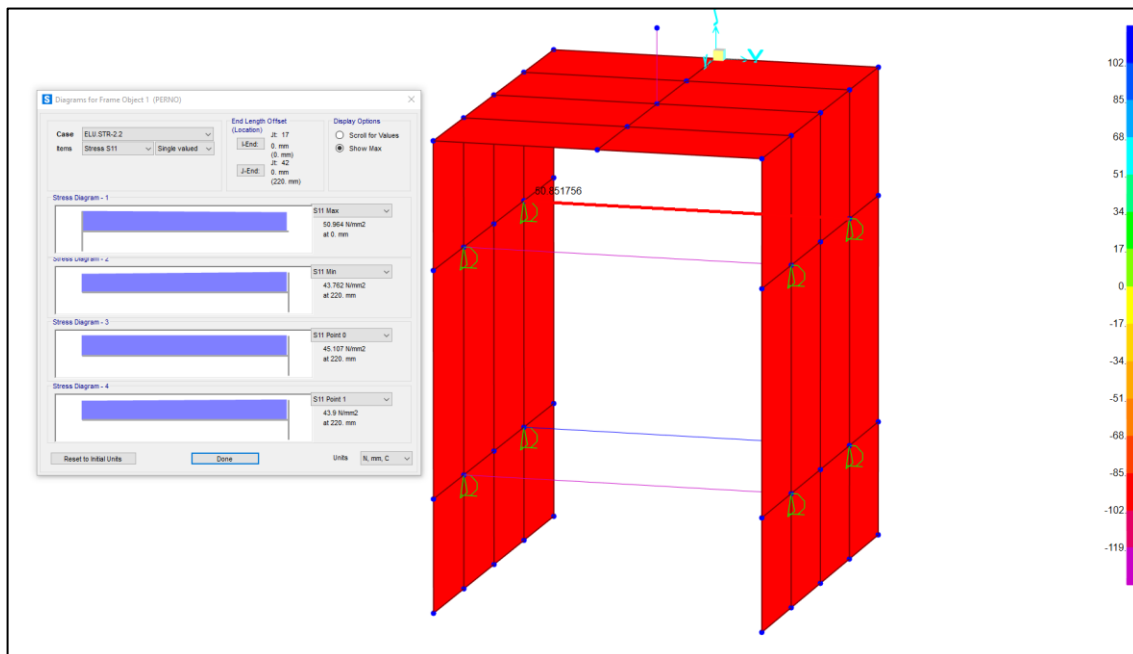


Figura 4-22: Esfuerzos axiales en las varillas roscadas. Soporte peto coronación

4.5.2.9.3 Anclajes a suelo

Para este tipo de anclajes se muestran sólo los resultados para las dos combinaciones de cargas más restrictivas.

Los elementos a verificar son placas de anclaje (7) de 250 x 350 x 30 (PA-3') y pernos (42) modelo HDA-P M12x125/50. El anclaje se realizará a la bancada dispuesta en la terraza del edificio SBTG. Se considera un espesor de 250 mm.



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4


www.hilti.es

Empresa:		Página:	1
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofia_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

Comentarios del especificador:

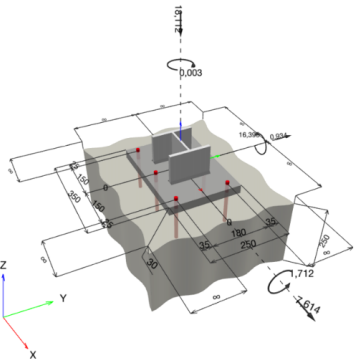
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	331547 HDA-P M12x125/50	
Specification text:	Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$, $h_{nom} = 125,0 \text{ mm}$	
Material:	8.8	
Informe de Evaluación:	ETA 99/0009	
Establecidos / Válidos:	6/1/2015 -	
Prueba:	SOFA basado en la norma EN 1992-4, mecánica	
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 30,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje CBFEM:	$l_x \times l_y \times t = 350,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 30,0 \text{ mm}$;	
Perfil:	IPB/HEB, IPB 140 / HE 140 B; $(L \times W \times T \times FT) = 140,0 \text{ mm} \times 140,0 \text{ mm} \times 7,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$	
Material Base:	fisurado hormigón, C30/37, $f_{c,gy} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	Hammer drilled hole, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

CBFEM - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	2
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garóna_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	N = 6,902; V _x = 5,333; V _y = -0,155; M _x = -0,236; M _y = -12,963; M _z = 0,035;	no	no	79
2	Combinación 2	N = -11,351; V _x = 6,647; V _y = -0,171; M _x = -0,253; M _y = -14,518; M _z = 0,036;	no	no	79
3	Combinación 3	N = 7,170; V _x = 5,729; V _y = -0,052; M _x = -0,145; M _y = -13,639; M _z = 0,000;	no	no	83
4	Combinación 4	N = -13,178; V _x = 6,959; V _y = -0,036; M _x = -0,121; M _y = -15,079; M _z = 0,000;	no	no	81
5	Combinación 5	N = -18,972; V _x = 6,976; V _y = -0,205; M _x = -0,291; M _y = -14,902; M _z = 0,036;	no	no	78
6	Combinación 6	N = -15,149; V _x = 7,752; V _y = -0,078; M _x = -0,169; M _y = -16,079; M _z = -0,000;	no	no	86
7	Combinación 7	N = -20,180; V _x = 6,787; V _y = 1,021; M _x = 1,865; M _y = -14,631; M _z = -0,003;	no	no	80
8	Combinación 8	N = 9,834; V _x = 4,674; V _y = 0,281; M _x = 0,418; M _y = -11,446; M _z = 0,032;	no	no	73
9	Combinación 9	N = -8,394; V _x = 6,505; V _y = 0,259; M _x = 0,393; M _y = -14,214; M _z = 0,035;	no	no	79
10	Combinación 10	N = 10,283; V _x = 5,169; V _y = 0,159; M _x = 0,351; M _y = -12,363; M _z = 0,001;	no	no	78
11	Combinación 11	N = -9,552; V _x = 6,962; V _y = 0,187; M _x = 0,392; M _y = -15,077; M _z = 0,001;	no	no	83
12	Combinación 12	N = -16,692; V _x = 7,035; V _y = 0,269; M _x = 0,405; M _y = -15,007; M _z = 0,036;	no	no	80
13	Combinación 13	N = -12,273; V _x = 7,935; V _y = 0,164; M _x = 0,358; M _y = -16,460; M _z = 0,000;	no	no	89
14	Combinación 14	N = -18,112; V _x = 7,614; V _y = 0,934; M _x = 1,712; M _y = -16,395; M _z = -0,003;	no	no	89

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	3
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

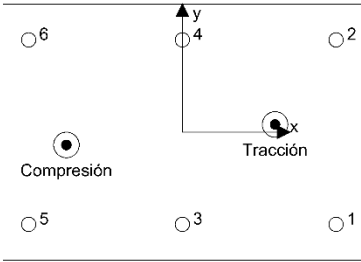
1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Control del caso de cargas: 14 Combinación 14

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	21,157	1,267	1,255	0,174
2	24,434	1,268	1,261	0,133
3	13,496	1,308	1,297	0,172
4	16,510	1,313	1,305	0,143
5	-0,003	1,254	1,246	0,148
6	-0,002	1,260	1,249	0,165



Resulting tension force in (x/y)=(90,5/7,5): 75,593 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-113,2/-12,5): 94,667 [kN]

La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	4
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garofía_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	24,434	44,667	55	OK
Fallo por extracción*	24,434	28,577	86	OK
Rotura por cono de hormigón**	75,598	85,154	89	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67,000	1,500	44,667	24,434

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
35,000	1,225	1,500	28,577	24,434



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	5
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$
 EN 1992-4, Tabla 7.1

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$
 EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00$$
 EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 1$$
 EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N} [mm^2]$	$A_{c,N}^0 [mm^2]$	$c_{cr,N} [mm]$	$s_{cr,N} [mm]$	$f_{c,cm} [N/mm^2]$		
296.800	140.625	190,0	375,0	30,00		
$e_{c1,N} [mm]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [mm]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [mm]$
15,5	0,924	7,5	0,962	1,000	1,000	204,6
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [kN]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [kN]$	$N_{Ed} [kN]$	
1,000	8,900	68,126	1,500	85,154	75,598	

ID grupo de anclajes
1-4



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	6
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	1,313	24,000	6	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	7,671	245,479	4	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección **	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado ** grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
30,000	1,000	30,000	1,250	24,000	1,313

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$
$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$
$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$
$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$
$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$
$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$
$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$
$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cr}$ [N/mm ²]	
380.800	140.625	190,0	375,0	2,000	30,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,3	0,998	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
8,900	68,126	1,500	245,479	7,671		

ID grupo de anclajes
1-6

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	7
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,547	0,053	2,000	31	OK

$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,888	0,031	1,000	77	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡Atención! En caso de cargas de compresión puede ser necesaria una verificación a pandeo
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,v}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del periodo de retorno (vida útil en años): 50



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	8
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono I Fax:		Correo electrónico:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto I Pos. No.:			

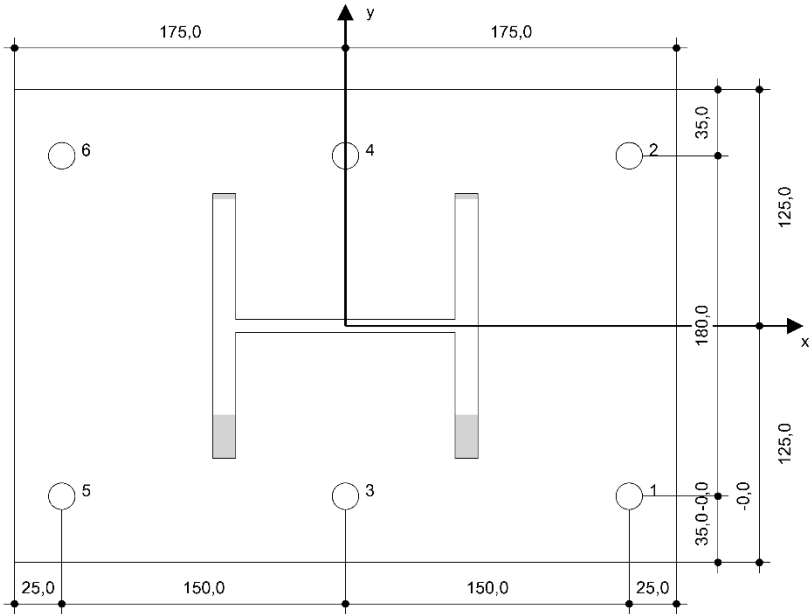
1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; E = 210.000,00 N/mm ² ; f _{yk} = 235,00 N/mm ²	Tipo y tamaño de anclaje: HDA-P M12x125/50
Perfil: IPB/HEB, IPB 140 / HE 140 B; (L x W x T x FT) = 140,0 mm x 140,0 mm x 7,0 mm x 12,0 mm	Número de artículo: 331547 HDA-P M12x125/50
Diámetro de taladro en chapa: d _r = 14,0 mm	Par de apriete máximo: 80 Nm
Espesor de placa (introducir): 30,0 mm	Diámetro de taladro en material base: 22,0 mm
	Profundidad de taladro (min/max): 133,0 mm
Método de perforación: Taladro a rotopercusión	Mínimo espesor del material base: 200,0 mm
Limpieza: Se requiere limpieza manual del taladro de acuerdo a las instrucciones del fabricante	

Hilti HDA anclaje de excavado con 125 mm de empotramiento, M12x125/50, Acero Galvanizado, instalado según ETA 99/0009

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Taladro a rotopercusión adecuado	• Bombín de limpieza	• Util de instalación del HDA-ST
• Tamaño apropiado del tope de broca para una profundidad de taladro dada		• Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}	Anclaje	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	150,0	-90,0	-	-	-	-	4	0,0	90,0	-	-	-	-
2	150,0	90,0	-	-	-	-	5	-150,0	-90,0	-	-	-	-
3	0,0	-90,0	-	-	-	-	6	-150,0	90,0	-	-	-	-

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	9
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufitec	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 350,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 30,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HDA-P M12x125/50, $h_{ef} = 125,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 30,0 \text{ mm}$
Perfil:	IPB 140 / HE 140 B; $(L \times W \times T \times FT) = 140,0 \text{ mm} \times 140,0 \text{ mm} \times 7,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: $0,0 \text{ mm}$ Excentricidad y: $0,0 \text{ mm}$
Material Base:	Hormigón fisurado; C30/37; $f_{c,cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 33.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 13.750,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: $10,0 \text{ mm}$ máximo. tamaño del elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Resumen

	Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
		$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$	$\sigma_{Ed} [\text{N/mm}^2]$	$\epsilon_{Pl} [\%]$			
1	Combinación 1	115,38	0,00	71,86	0,00	1	62	10
2	Combinación 2	119,11	0,00	73,21	0,00	1	62	12
3	Combinación 3	120,05	0,00	75,31	0,00	1	64	10
4	Combinación 4	123,07	0,00	75,15	0,00	1	63	13
5	Combinación 5	125,48	0,00	72,51	0,00	1	62	13
6	Combinación 6	132,45	0,00	79,82	0,00	1	67	13
7	Combinación 7	142,86	0,00	73,56	0,00	1	68	13
8	Combinación 8	105,37	0,00	64,96	0,00	1	56	9
9	Combinación 9	117,74	0,00	72,68	0,00	1	62	12
10	Combinación 10	113,01	0,00	70,00	0,00	1	60	9
11	Combinación 11	124,88	0,00	76,93	0,00	1	66	12
12	Combinación 12	127,43	0,00	73,81	0,00	1	63	13
13	Combinación	136,65	0,00	83,20	0,00	1	70	14
14	Combinación	154,84	0,00	83,31	0,00	1	76	14

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 14

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	18,561 kN	21,157 kN
Anclaje	20,277 kN	24,434 kN
Anclaje	12,308 kN	13,496 kN
Anclaje	14,023 kN	16,510 kN
Anclaje	-0,006 kN	-0,003 kN
Anclaje	-0,004 kN	-0,002 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			Página: 10	
Empresa:			Proyectorista:	
Dirección:			Fecha:	25/10/2024
Teléfono / Fax:				
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &			
Sub Proyecto / Pos. No.:				

diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rgldizadores/ placa

Los perfiles y rgldizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

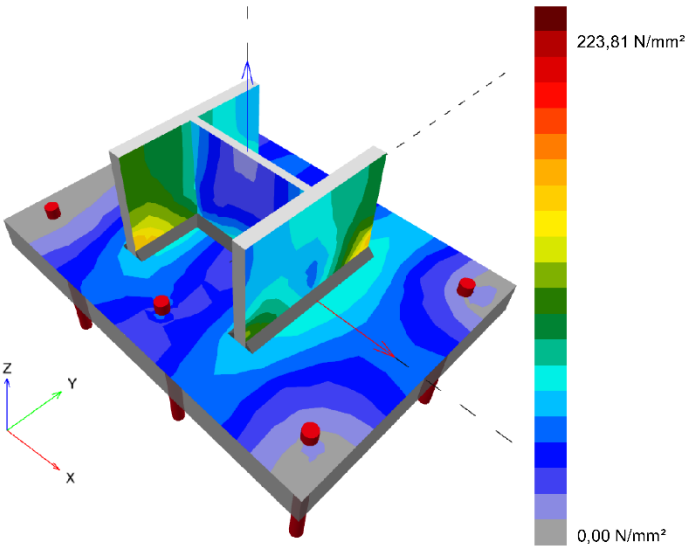
Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{pl} [%]	f_y [N/mm²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Placa	Combinación 14	S 235	83,31	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 14	S 235	141,08	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 14	S 235	154,84	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 14	S 235	76,12	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 14 - Combinación 14



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

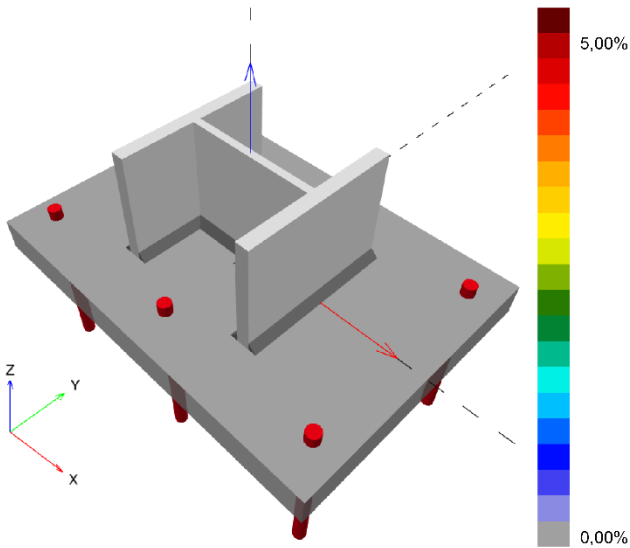


Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es			
Empresa:		Página:	11
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 14 - Combinación 14

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k ₁	a _b	f _u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ _{M2}
Anclaje 1	2,50	1,00	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 3	2,50	1,00	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 4	2,50	1,00	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 5	2,50	0,60	360,00	12,0	30,0	1.25
Anclaje 6	2,50	0,60	360,00	12,0	30,0	1.25

Resultados

	V _{Ed} [kN]	F _{b,Rd} [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	1,267	259,200	1	VÁLIDO
Anclaje 2	1,268	259,200	1	VÁLIDO
Anclaje 3	1,308	259,200	1	VÁLIDO
Anclaje 4	1,313	259,200	1	VÁLIDO

[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	12
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Unidad:	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

	V _{Ed} [kN]	F _{b,Rd} [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 5	1,255	155,366	1	VÁLIDO
Anclaje 6	1,260	155,625	1	VÁLIDO

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 14 - Combinación 14

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 5,0 mm

Espesor mínimo de la soldadura (a_{min}): 5,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3 (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$
$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$
$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
$$\text{Utilización} = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β _w	f _u [N/mm²]	γ _{M2}
Web		0,80	490,00	1,25
Ala		0,80	490,00	1,25

Borde	a [mm]	L [mm]	ε _{Pl} [%]	σ _⊥ [N/mm²]	τ _∥ [N/mm²]	τ _⊥ [N/mm²]
Member 1-bfl 1	▲5,0▲	140,0	0,00	97,16	76,39	103,77
Member 1-bfl	▲5,0▲	140,0	0,00	115,45	-90,07	-108,84
Member 1-tfl 1	▲5,0▲	140,0	0,00	-111,77	68,06	-102,07
Member 1-tfl	▲5,0▲	140,0	0,00	-82,28	-48,27	92,20
Member 1-w 1	▲5,0▲	128,0	0,00	-3,39	-39,25	-2,89
Member 1-w	▲5,0▲	128,0	0,00	-3,73	36,27	4,22

Resultados

Borde	σ _{w,Ed} [N/mm²]	σ _{w,Rd} [N/mm²]	σ _{⊥,Rd} [N/mm²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	243,41	360,00	259,20	68	32	VÁLIDO
Member 1-bfl	270,57	360,00	259,20	76	41	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	240,09	360,00	259,20	67	46	VÁLIDO
Member 1-tfl	198,14	360,00	259,20	56	34	VÁLIDO
Member 1-w 1	68,25	360,00	259,20	19	14	VÁLIDO
Member 1-w	63,35	360,00	259,20	18	12	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 14 - Combinación 14

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

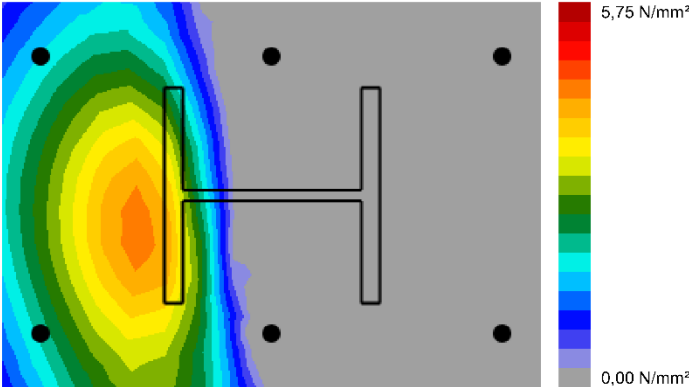
[La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud]
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es		
Empresa:		Página: 13
Dirección:		Proyectista:
Teléfono / Fax:		Unifon
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha: 25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:		

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$
$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _j	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
90,982	18,271	0,67	2,84	1,00	30,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
4,98	38,07	14	VÁLIDO

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	14
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		Ufitec	
Diseño:	HVAC_Garoña_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
α_b	Coefficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coefficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN 1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
 PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan



Hilti PROFIS Engineering 3.1.4

www.hilti.es

Empresa:		Página:	15
Dirección:		Proyectista:	
Teléfono / Fax:		UITEU	
Diseño:	HVAC_Garona_PA-3'_SOP_30+31_(ELU.STR-2.1 &	Fecha:	25/10/2024
Sub Proyecto / Pos. No.:			

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 14	89%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 14	36%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 14	76%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 13	14%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 14	66%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!


¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Engineering (c) 2003-2024, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

4.5.2.10 Soportes Tipo 32

Los elementos a verificar para este tipo de soportes son placas de anclaje (2) de 250 x 250 x 20 (PA-2) y pernos (8) modelo HST3 M12x115 40/20. El anclaje se realizará a paramentos internos del Edificio de Turbina pero con un criterio muy conservador se ha considerado un espesor de 250 mm.

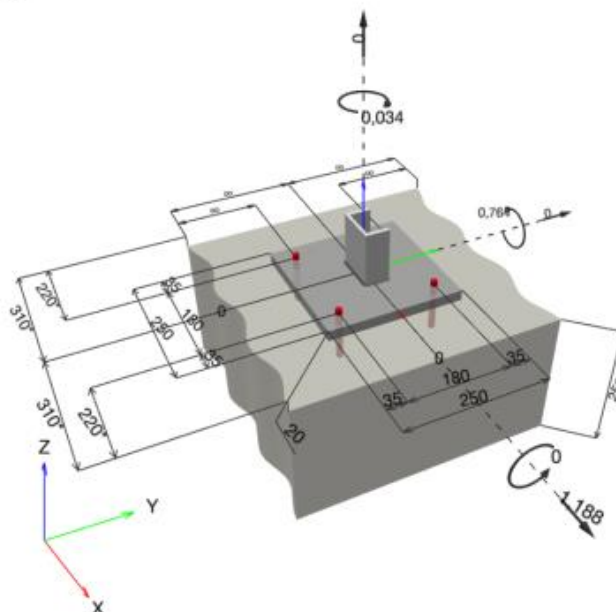
1 Diseño de anclajes

1.1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M12 hef2	
Periodo de retorno (años de servicio):	50	
Número de artículo:	2105719 HST3 M12x115 40/20	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,act} = 70,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$), $h_{nom} = 80,0 \text{ mm}$	
Material:		
Informe de Evaluación:	ETA 98/0001	
Establecidos / Válidos:	20/7/2023 -	
Prueba:	método de cálculo EN 1992-4, mecánico	
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Placa de anclaje ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$;	
Perfil:	Perfil en U, U 80; (L x W x T x FT) = 80,0 mm x 45,0 mm x 6,0 mm x 8,0 mm	
Material Base:	fisurado hormigón, C20/25, $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$, Factor de seguridad parcial del material definido por el usuario $\gamma_c = 1,500$	
Instalación:	taladro con martillo, Condición de instalación: seco	
Armadura:	sin armadura o con armadura separada $\geq 150 \text{ mm}$ (cualquier \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ (para $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) sin armadura de borde longitudinal	

^{CBFEM} - El cálculo de anclajes se basa en un Método de Elementos Finitos basado en componentes (CBFEM)

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



1.1.1 Combinación de cargas

Caso	Descripción	Fuerzas [kN] / Momentos [kNm]	Sismo	Fuego	Max. Útil. Anclaje [%]
1	Combinación 1	$N = 0,000; V_x = 1,188; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = -0,764; M_z = 0,034;$	no	no	26
<u>2</u>	<u>Combinación 2</u>	<u>$N = 0,000; V_x = 1,188; V_y = 0,000;$</u> <u>$M_x = 0,000; M_y = -0,764; M_z = -0,034;$</u>	<u>no</u>	<u>no</u>	<u>28</u>

1.2 Caso de carga/Resultante de cargas en los anclajes

Control del caso de cargas: 2 Combinación 2

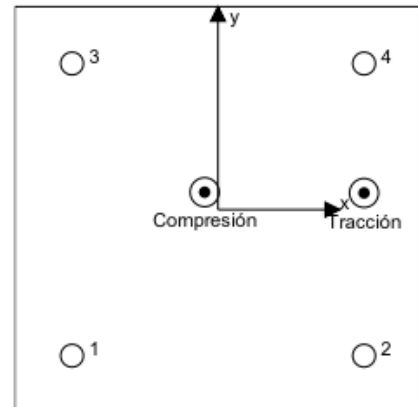
Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Fuerza de cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	0,000	0,256	0,251	0,049
2	2,897	0,255	0,251	-0,044
3	0,000	0,347	0,343	0,048
4	3,642	0,347	0,343	-0,053

Tracción resultante en (x/y)=(90,0/10,3): 6,539 [kN]

Compresión resultante en (x/y)=(-8,3/10,7): 6,699 [kN]



La fuerza de anclaje se calcula en base a un método de elementos finitos basado en componentes (CBFEM)

1.3 Carga a tracción (EN 1992-4, sección 7.2.1)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Estado
Fallo por Acero*	3,642	32,214	12	OK
Fallo por extracción*	3,642	13,333	28	OK
Rotura por cono de hormigón**	6,539	24,208	28	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1.3.1 Fallo por Acero

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
45,100	1,400	32,214	3,642

1.3.2 Fallo por extracción

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
20,000	1,000	1,500	13,333	3,642

1.3.3 Rotura por cono de hormigón

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
81.900	44.100	105,0	210,0	20,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	10,3	0,911	1,000	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
98,3	1,064	7,700	20,168	1,500	24,208	6,539

ID grupo de anclajes

2, 4

1.4 Carga de cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_v [%]	Estado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	0,347	28,320	2	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	1,188	101,302	2	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección x+**	1,192	25,711	5	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

1.4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
35,400	1,000	35,400	1,250	28,320	0,347

1.4.2 Fallo por desconchamiento

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_B \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_B	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
152.100	44.100	105,0	210,0	2,780	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	28,6	0,786	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	20,168	1,500	101,302	1,188		

ID grupo de anclajes

1-4

1.4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabla 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l}{c_1} \right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_v}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{a,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_v)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_v)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_i [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,SYI}$ [N/mm ²]	
70,0	12,00	1,700	0,056	0,056	20,00	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]				
220,0	210.000	217.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	α_v [°]	$\psi_{a,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,149	4,66	1,002	13,9	0,960	1,000
$V_{Rd,c}^3$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
36,191	1,0	1,500	25,711	1,192		

1.5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EN 1992-4, Sección 7.2.3)

Fallo del acero

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,113	0,012	2,000	2	OK

$$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$$

Fallo del hormigón

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Estado
0,273	0,046	1,500	16	OK

$$\beta_N^a + \beta_V^a \leq 1,0$$

1.6 Avisos

- Los métodos de diseño de anclajes en PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas según las normas vigentes (ETAG 001 / Anexo C, EOTA TR029, etc.). Esto significa que no se considera la re-distribución de la carga en los anclajes debido a deformaciones elásticas de la placa de anclaje - se supone que la placa de anclaje es suficientemente rígida para no deformarse cuando se somete a la carga de diseño. PROFIS Engineering calcula el espesor de placa de anclaje mínimo requerido con CBFEM (Método de Elementos Finitos Basado en Componentes) para limitar la tensión de la placa de anclaje en base a los supuestos explicados anteriormente. La prueba de que la suposición de la placa base rígida es válida no es llevada a cabo por PROFIS Engineering. Los datos de entrada y los resultados deben ser verificados de acuerdo a las condiciones existentes!
- ¡Verificación de la transferencia de cargas al material base es necesaria según fiEN 1992-4, Anexo A!
- ¡El diseño solo es válido si la holgura en la instalación no es mayor que los valores dados en la Tabla 6.1 de la EN 1992-4! Para holguras mayores ver sección 6.2.2 de la EN 1992-4!
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- Para la determinación del $\psi_{re,V}$ (fallo del borde del hormigón) se utiliza el recubrimiento mínimo de hormigón definido en los ajustes de diseño como recubrimiento de hormigón de la armadura de borde.
- Los métodos de diseño de anclaje de PROFIS Engineering requieren placas de anclaje rígidas, según la normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/Anexo C, TR029 EOTA, etcetera.). Esto significa que la placa de anclaje debe ser lo suficientemente rígida para evitar la redistribución de la carga a los anclajes debido a desplazamientos elásticos y plásticos. El usuario acepta que la placa de anclaje se considere casi rígida por juicio de ingeniería."
- Las resistencias de adherencia características dependen del período de retorno (vida útil en años): 50

1.7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
 Perfil: Perfil en U, U 80; (L x W x T x FT) = 80,0 mm x 45,0 mm x 6,0 mm x 8,0 mm

Diámetro de taladro en chapa: $d_t = 14,0 \text{ mm}$

Espesor de placa (introducir): 20,0 mm

Método de perforación: Taladro a rotoperación

Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: HST3 M12 hef2

Número de artículo: 2105719 HST3 M12x115 40/20

Par de apriete máximo: 60 Nm

Diámetro de taladro en material base: 12,0 mm

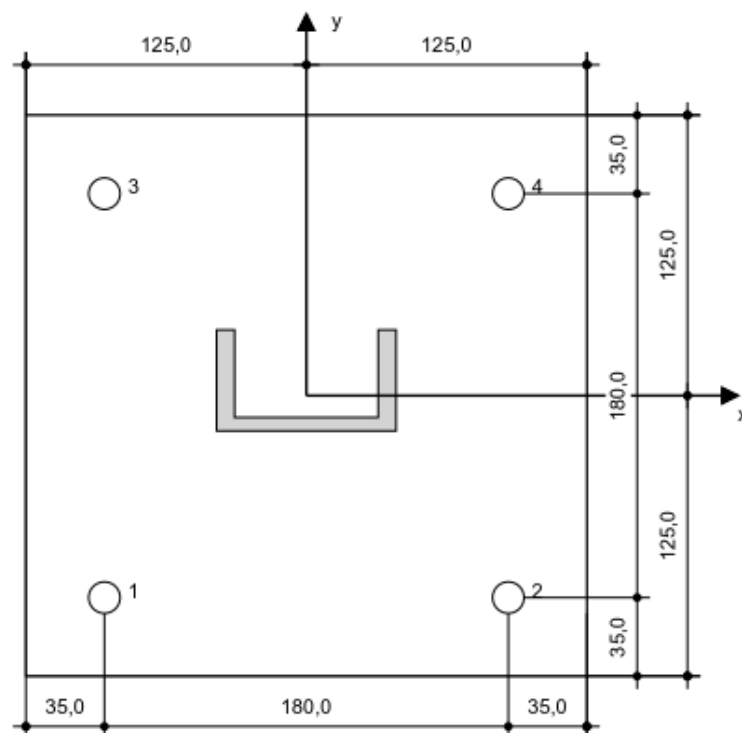
Profundidad de taladro (min/max): 100,0 mm

Mínimo espesor del material base: 120,0 mm

Hilti HST3 perno de expansión con 70 mm de empotramiento, M12 hef2, Acero Galvanizado, instalado según ETA 98/0001

1.7.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
<ul style="list-style-type: none"> Taladro a rotoperación adecuado Tamaño adecuado de broca 	<ul style="list-style-type: none"> No requiere accesorios 	<ul style="list-style-type: none"> Atomilladora de impacto con control de par de apriete Llave dinamométrica Percusión



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-90,0	-90,0	220,0	400,0	-	-
2	90,0	-90,0	400,0	220,0	-	-
3	-90,0	90,0	220,0	400,0	-	-
4	90,0	90,0	400,0	220,0	-	-

1.8 Taladro e instalación

HST3 (-R) subject to:

	Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*		TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*		DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*		Setting tool HS-SC					
Hollow drill bit drilling*			TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**		Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)					
Impact Wrench and Adaptive Torque Module		Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22					

*Installation methods provided in ETA-98/0001

**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture.
No annular gap, double design resistance (xgap=1)

2 Diseño de la placa base

2.1 Datos de entrada

Placa Base:	Forma: Rectangular $l_x \times l_y \times t = 250,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ Cálculo: FEM Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
Tipo y tamaño de anclaje:	HST3 M12 hef2, $h_{ef} = 70,0 \text{ mm}$
Rigidez de anclaje:	El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.
Método de diseño:	Diseño basado EN utilizando componentes basados en FEM
Fijación a distancia:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Enrasado); $t = 20,0 \text{ mm}$
Perfil:	U 80; $(L \times W \times T \times FT) = 80,0 \text{ mm} \times 45,0 \text{ mm} \times 6,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$ Material: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$ Excentricidad de x: 0,0 mm Excentricidad y: 0,0 mm
Material Base:	Hormigón fisurado; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 250,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$
Soldaduras (Perfil a placa base):	Tipo de redistribución: Plástico Material: S 355
Tamaño de la malla:	Número de elementos de borde: 8 Tamaño mínimo del elemento: 10,0 mm máximo. tamaño del elemento: 50,0 mm

2.2 Resumen

	Descripción	Perfil		Placa base		Vástagos [%]	Soldaduras [%]	Hormigón [%]
		$\sigma_{Ed} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$\epsilon_{Pl} \text{ [%]}$	$\sigma_{Ed} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$\epsilon_{Pl} \text{ [%]}$			
1	Combinación 1	38,68	0,00	23,03	0,00	1	23	5
2	Combinación 2	47,38	0,00	23,73	0,00	1	30	5

2.3 Clasificación de la placa base

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: Combinación 2

Cargas de tensión del anclaje	Placa base rígida equivalente (FEM)	Placa base flexible (FEM)
Anclaje	0,000 kN	0,000 kN
Anclaje	2,544 kN	2,897 kN
Anclaje	0,000 kN	0,000 kN
Anclaje	2,545 kN	3,642 kN

El usuario aceptó la consideración de la placa base como rígida de acuerdo con su juicio de ingeniería. Esto significa que las normativas de diseño de anclajes son aplicables para este cálculo

2.4 Perfil/ Rigidizadores/ placa

Los perfiles y rigidizadores son verificados a nivel de conexión del acero al hormigón. El diseño de la conexión no sustituye el diseño de las conexiones críticas acero-acero, que debe realizarse aparte de PROFIS Engineering.

2.4.1 Tensión equivalente y tensión plástica

Limitar los criterios según EN1993-1-5 Anexo C.8, (1) 2.

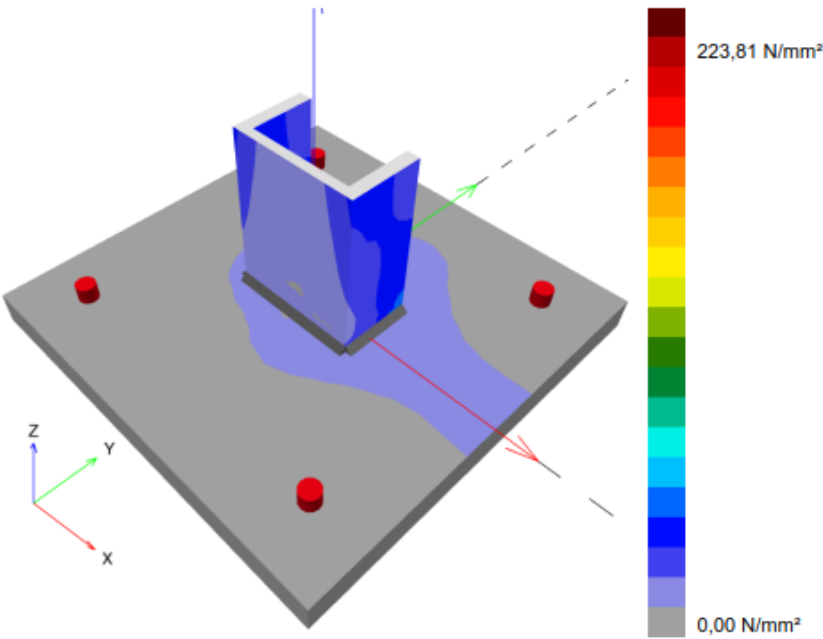
Resultados

Parte	Combinación de cargas	Material	$\sigma_{Ed} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$\epsilon_{Pl} \text{ [%]}$	$f_y \text{ [N/mm}^2\text{]}$	γ_{M0}	$f_y/\gamma_{M0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$\epsilon_{lim} \text{ [%]}$	Estado
Placa	Combinación 2	S 235	23,73	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

Parte	Combinación de cargas	Material	σ_{Ed} [N/mm²]	ϵ_{Pl} [%]	f_y [N/mm²]	γ_{M0}	f_y/γ_{M0} [N/mm²]	ϵ_{lim} [%]	Estado
Perfil	Combinación 2	S 235	47,38	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 2	S 235	45,50	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO
Perfil	Combinación 2	S 235	34,82	0,00	235,00	1,05	223,81	5,00	VÁLIDO

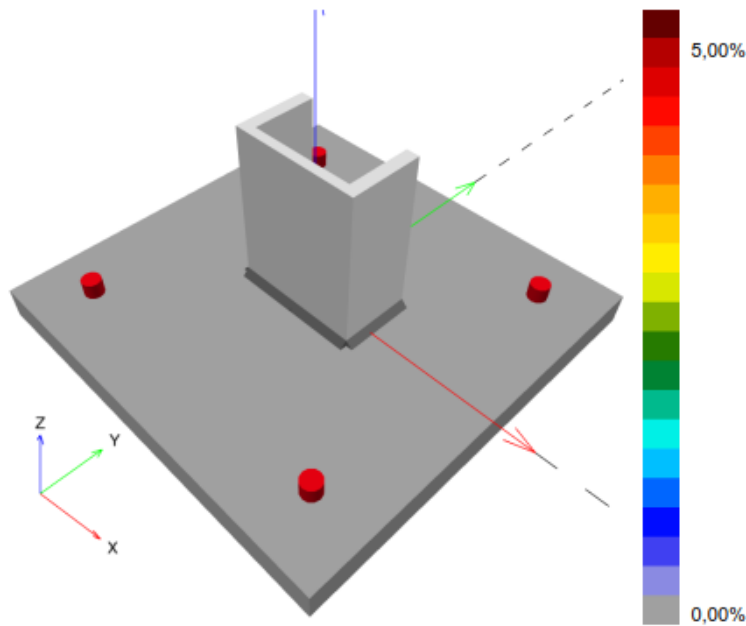
2.4.1.1 Tensión equivalente

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 2 - Combinación 2



2.4.1.2 Tensión plástica

Los resultados de abajo se muestran para combinaciones de carga decisivas: 1 - Combinación 1



2.4.2 Vástago

Combinación de carga seleccionada: 2 - Combinación 2

Resistencia de vástagos, EN1993-1 - 8 sección 3.6.1:

Ecuaciones

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{V_{Ed}}{F_{b,Rd}}$$

Variables

	k_1	a_b	f_u [N/mm²]	d [mm]	t [mm]	γ_{M2}
Anclaje 1	2,50	0,85	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 2	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 3	2,50	0,84	360,00	12,0	20,0	1.25
Anclaje 4	2,50	1,00	360,00	12,0	20,0	1.25

Resultados

	V_{Ed} [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Utilización [%]	Estado
Anclaje 1	0,256	146,672	1	VÁLIDO
Anclaje 2	0,255	172,800	1	VÁLIDO
Anclaje 3	0,346	145,415	1	VÁLIDO
Anclaje 4	0,347	172,800	1	VÁLIDO

2.5 Soldaduras

Los perfiles son modelados sin tener en cuenta el radio de la esquina. Reglas especiales para soldar (e.g. para perfiles formados en frío ...) no se tienen en cuenta por el software.

2.5.1 Placa de anclaje al perfil

Combinación de carga seleccionada: 2 - Combinación 2

Diseño soldadura, EN 1993-1-8 sección 4.5.3.2

Mínimo grosor del perfil para soldadura de la placa de anclaje (a_{\min}): 4,0 mm

Mínimo espesor de la placa de anclaje para la brida de perfil (a_{\min}): 4,0 mm

Ecuaciones

$$\sigma_{w,Ed} = (\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))^{0.5}$$

$$\sigma_{w,Rd} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0.9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\text{Utilización} = \max \left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}} ; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}} \right)$$

Variables

Soldaduras		β_w	f_u [N/mm ²]		γ_{M2}	
Web		0,80	490,00		1,25	
Ala		0,80	490,00		1,25	
Borde	a [mm]	L [mm]	ε_{Pl} [%]	σ_{\perp} [N/mm ²]	τ_{\parallel} [N/mm ²]	τ_{\perp} [N/mm ²]
Member 1-bfl 1	▲3,0▲	42,0	0,00	45,68	31,28	45,77
Member 1-bfl	▲3,0▲	42,0	0,00	44,14	-34,99	-44,05
Member 1-tfl 1	▲3,0▲	42,0	0,00	-39,23	-25,11	-39,97
Member 1-tfl	▲3,0▲	42,0	0,00	-42,24	22,43	41,46
Member 1-w 1	▲3,0▲	72,0	0,00	-1,31	-16,75	-1,39
Member 1-w	▲3,0▲	72,0	0,00	0,59	7,66	-0,11

Resultados

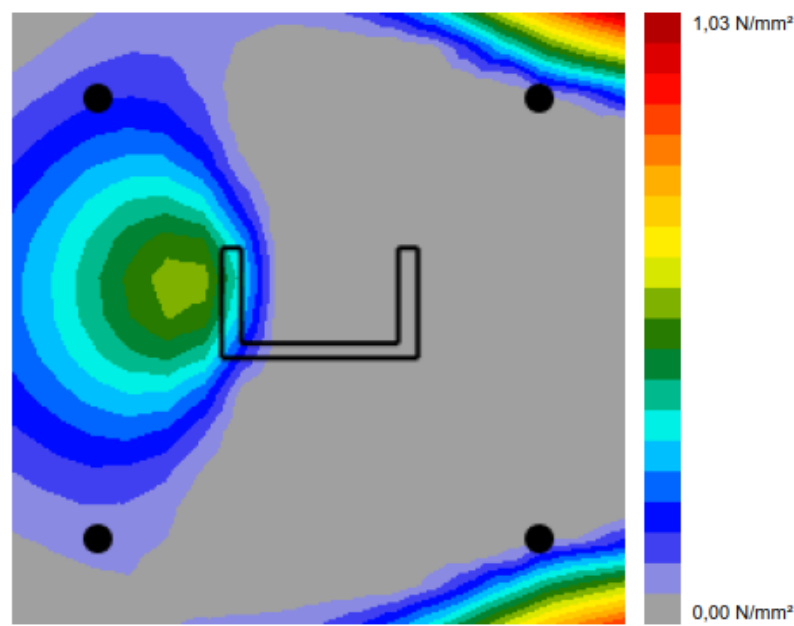
Borde	$\sigma_{w,Ed}$ [N/mm ²]	$\sigma_{w,Rd}$ [N/mm ²]	$\sigma_{\perp,Rd}$ [N/mm ²]	Utilización [%]	Utilización _c [%]	Estado
Member 1-bfl 1	106,33	360,00	259,20	30	18	VÁLIDO
Member 1-bfl	106,98	360,00	259,20	30	18	VÁLIDO
Member 1-tfl 1	90,68	360,00	259,20	26	17	VÁLIDO
Member 1-tfl	91,93	360,00	259,20	26	17	VÁLIDO
Member 1-w 1	29,14	360,00	259,20	9	6	VÁLIDO
Member 1-w	13,29	360,00	259,20	4	3	VÁLIDO

2.6 Hormigón

Combinación de carga seleccionada: 2 - Combinación 2

Según EN1992-1-1 sección 6.7(4), el hormigón debe tener suficiente armado para tomar en consideración las fuerzas de tracción que se transmiten a través de la fijación. La definición de la armadura del hormigón está fuera de alcance de PROFIS Engineering.

2.6.1 Compresión en el hormigón bajo la placa base



2.6.2 Verificación de compresión del hormigón bajo la placa base alrededor del perfil según EN1992-1 sección 6.7 y EN1993-1-8, sección 6.2.5

Ecuaciones

$$f_{jd} = \frac{\beta_l k_j \alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c}$$
$$\sigma = \frac{N}{A_{eff}}$$
$$Utilización = \frac{\sigma}{f_{jd}}$$

Variables

N [kN]	A _{eff} [mm²]	β _l	k _j	α _{cc}	f _{ck} [N/mm²]	γ _c
6,705	5.084	0,67	3,00	1,00	20,00	1,50

Resultados

σ [N/mm²]	f _{jd} [N/mm²]	Utilización [%]	Estado
1,32	26,80	5	VÁLIDO

2.7 Explicación del símbolo

a	Espesor de garganta de soldadura
a_b	Coeficiente
α_{cc}	Efectos a largo plazo sobre la resistencia máxima del hormigón
A_{eff}	Área eficaz
a_{min}	Espesor mínimo de la soldadura
β_j	Coeficiente de junta β_j
β_w	Factor de correlación EN 1993-1-8 Tabla 4.1
d	Diámetro nominal del anclaje
ε_{lim}	Límite de deformación plástica
ε_{pl}	Deformación plástica de los resultados de la CBFEM
$F_{b,Rd}$	Resistencia a cortante del anclaje según EN_1993-1-8 table 3.4
f_{ck}	Resistencia característica a compresión del hormigón
f_{jd}	Resistencia última de los bloques de hormigón
f_u	Fuerza última
f_y	Límite elástico
γ_c	Factor de servicio - SP 16, Tabla 41
γ_{M0}	Factor de seguridad Gamma del acero M0
γ_{M2}	Factor de seguridad Gamma M2
k_1	Factor para la distancia de borde y espaciamiento perpendicular del anclaje en la dirección de transferencia de carga - EN 1993-1-8 - Tabla 3.4
k_j	Factor de concentración
L	Longitud de la soldadura
N	Carga de compresión resultante
σ	Tensión media en hormigón
σ_{\perp}	Tensión perpendicular
$\sigma_{\perp,Rd}$	Resistencia tensión perpendicular
σ_{Ed}	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Ed}$	Tensión equivalente
$\sigma_{w,Rd}$	Resistencia a tensión equivalente
t	Espesor de la placa base
τ_{\perp}	Cortante perpendicular al eje de soldadura
τ_{\parallel}	Cortante paralelo al eje de soldadura
Utilización _c	Utilización de capacidad de la soldadura
V_{Ed}	Fuerza de cortante del anclaje

2.8 Avisos

- Al usar la funcionalidad de cálculo flexible del PROFIS Engineering, puedes actuar fuera de los códigos de diseño aplicables y tu placa base especificada puede que no se mantenga rígida. Por favor, valida los resultados con un diseñador profesional y/o ingeniero de estructuras para asegurar la idoneidad y adecuación para su jurisdicción específica y los requisitos del proyecto.
- El anclaje es modelado considerando valores de rigidez determinados a partir de curvas de desplazamiento de carga ensayadas en un laboratorio independiente. Tenga en cuenta que no es posible el reemplazo simple del anclaje ya que la rigidez del anclaje tiene un mayor impacto en los resultados de distribución de carga.

3 Resumen de resultados

El diseño de la placa base, anclaje, soldaduras y otros elementos se basan en CBFEM (basado en método de elemento finito) y Eurocódigo.

	Combinación de cargas	Utilización máxima	Estado
Anclajes	Combinación 2	28%	VÁLIDO
Placa Base	Combinación 2	11%	VÁLIDO
Soldaduras	Combinación 2	30%	VÁLIDO
Hormigón	Combinación 1	5%	VÁLIDO
Perfil	Combinación 2	21%	VÁLIDO

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

4.6 COMPROBACIÓN DE SOLDADURAS

Las soldaduras no se han agrupado por soportes sino por tipos de perfiles componentes de la misma. A continuación, se relacionan con los resultados correspondientes.

Como conclusión a las evaluaciones de las mismas, se determina que en todos los casos las soldaduras soportan las cargas a las que han sido sometidas.

4.6.1 SOPORTE TIPO 1. SOLDADURA PERFIL 80X5 A ANCLAJE

SOP1. SOLDADURA A PLACA DE ANCLAJE. QRO 80X5

Tironeos en el plano de garganta.

Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil	
h	80
b	80
e	5
Parametros fuerzas	
Vy (N)	-1871
Vz (N)	0
Mtx (Nmm)	0
Nx (N)	-3854
My (Nmm)	0
Mz (Nmm)	-297926
Parametros de soldadura (mm)	
l1 (mm)	60
s1 (mm)	4.9
l2 (mm)	60
s2 (mm)	4.9
l3 (mm)	60
s3 (mm)	4.9
l4 (mm)	60
s4 (mm)	4.9
Parametros de sección soldadura (mm)	
Area de soldadura (mm2)	1187.939392
Yg (mm)	40
Zg (mm)	40
Iy (mm4)	1249780.487
Iz (mm4)	1249780.487
Ip=Iy+Iz (mm4)	2499560.974

Parametros de comprobación EC3		
Factor parcial seguridad	gamma_mw	1.25
Resistencia última del acero	f_u (N/mm2)	490.00
Coefficiente correlación función tipo acero	beta_w	1.00
Tensión max. direccional permitida	f_u / (beta_w * gamma_mw) (N/mm2)	392.00
Condición de tensión normal	(0.9 * f_u) / (gamma_m2) (N/mm2) +/-	352.80
Tensión max. tangencial	(f_u / (3 * (1/2))) / (beta_w * gamma_mw) (N/mm2)	226.32

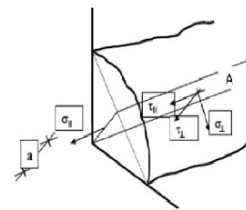
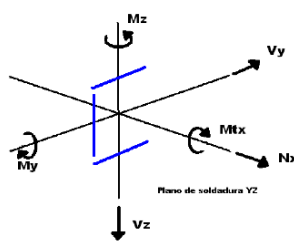
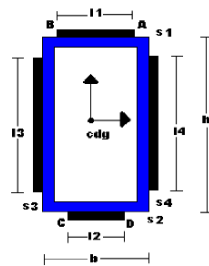
Comprobación metodo direccional	Tensión normal o comparación(N/mm2)	Tensión tangencial tau (N/mm2)	Tensión tangencial tauII (N/mm2)	Tensión comparación (N/mm2)
Punto a	2.76	-2.76	-1.57	6.16
Punto b	-7.35	7.35	-1.57	14.95
Punto c	7.35	-7.35	1.57	14.95
Punto d	-2.76	2.76	1.57	6.16

Comprobación max. Tension tangencial	Tensión comparación tangencial (N/mm2)
Punto a	3.18
Punto b	7.52
Punto c	7.52
Punto d	3.18

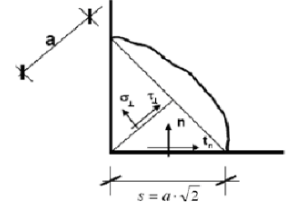
Tensiones tangenciales tn y ta			
Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)	-1.574996176
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)	0
Por efecto Mtx	Punto a	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto b	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto c	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto d	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Total punto a	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	-1.574996176
	Total punto b	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	-1.574996176
	Total punto c	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	-1.574996176
	Total punto d	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	-1.574996176
Por efecto tensión normal n	Punto a	n (N/mm2)	3.907206618
	Punto b	n (N/mm2)	-10.39575313
	Punto c	n (N/mm2)	-10.39575313
	Punto d	n (N/mm2)	3.907206618

4.6.2 SOPORTE TIPO 1. SOLDADURAS ENTRE PERFILES CUADRADOS 80X5

SOP 1- SOLDADURA ENTRE PERFILES QRO 80X5



Tensiones en el plano de garganta.



Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil	
h	80
b	80
e	5
Parametros fuerzas	
Vy (N)	0
Vz (N)	-3454
Mtx (Nmm)	0
Nx (N)	-1610
My (Nmm)	-994750
Mz (Nmm)	0
Parametros de soldadura (mm)	
l1 (mm)	60
s1 (mm)	4.9
l2 (mm)	0
s2 (mm)	0.0
l3 (mm)	60
s3 (mm)	4.9
l4 (mm)	60
s4 (mm)	4.9
Parametros de sección soldadura (mm)	
Area de soldadura (mm2)	890.9545443
Yg (mm)	40
Zg (mm)	54.15829124
Iy (mm4)	833051.2067
Iz (mm4)	1160685.033
Ip=Iy+Iz (mm4)	1993736.239

sin cordón
sin cordón

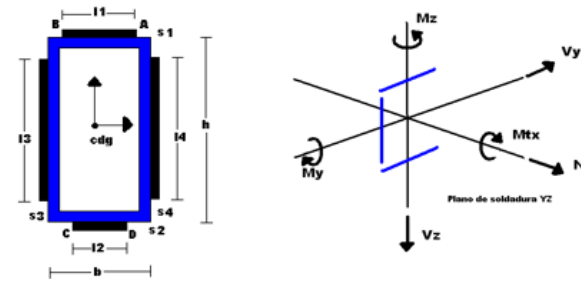
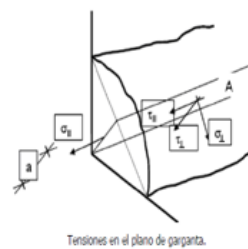

Tensiones tangenciales tn y ta			
Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)	0
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)	-3.876740988
Por efecto Mtx	Punto a	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto b	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto c	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto d	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Total punto a	tn (N/mm2)	-3.876740988
		ta (N/mm2)	0
	Total punto b	tn (N/mm2)	-3.876740988
		ta (N/mm2)	0
	Total punto c	tn (N/mm2)	-3.876740988
		ta (N/mm2)	0
	Total punto d	tn (N/mm2)	-3.876740988
		ta (N/mm2)	0
Por efecto tension normal n	Punto a	n (N/mm2)	-35.62000262
	Punto b	n (N/mm2)	-35.62000262
	Punto c	n (N/mm2)	62.86359597
	Punto d	n (N/mm2)	62.86359597

Parametros de comprobación EC3		
Factor parcial seguridad	γ _{Mw}	1.25
Resistencia última del acero	f _u (N/mm2)	490.00
Coefficiente correlación función tipo acero	β _w	1.00
Tensión max. direccional permitida	f _u /[(β _w *γ _{Mw})] (N/mm2)	392.00
Condición de tensión normal	{0.9*f _u }/(γ _{M2}) (N/mm2) +/-	352.80
Tensión max. tangencial	{f _u /(3*{1/2})}/[(β _w *γ _{Mw})] (N/mm2)	226.32

Comprobación metodo direccional	Tensión normal σ _t comparación(N/mm2)	Tensión tangencial τ _t (N/mm2)	Tensión tangencial τ _{tl} (N/mm2)	Tensión comparación (N/mm2)
Punto a	-27.93	22.45	0.00	47.87
Punto b	-27.93	22.45	0.00	47.87
Punto c	-47.19	41.71	0.00	86.29
Punto d	-47.19	41.71	0.00	86.29

Comprobación max. Tension tangencial	Tensión comparación tangencial (N/mm2)
Punto a	22.45
Punto b	22.45
Punto c	41.71
Punto d	41.71

4.6.3 SOPORTE TIPO 2. SOLDADURA PERFIL 100X8 A ANCLAJE

SOLDADURA PERFILES QRO 100X1008 A ANCLAJE			
  			
Parametros de perfil			
h		100	
b		100	
e		8	
Parametros fuerzas			
Vy (N)		0	
Vz (N)		-3996	
Mtx (Nmm)		-85707	
Nx (N)		0	
My (Nmm)		-6744376	
Mz (Nmm)		0	
Parametros de soldadura (mm)			
l1 (mm)		80	
s1 (mm)		7.0	
l2 (mm)		80	
s2 (mm)		7.0	
l3 (mm)		80	
s3 (mm)		7.0	
l4 (mm)		80	
s4 (mm)		7.0	
Parametros de sección soldadura (mm)			
Area de soldadura (mm2)		2244.54834	
Yg (mm)		50	
Zg (mm)		50	
Iy (mm4)		3811628.93	
Iz (mm4)		3811628.93	
Ip=Iy+Iz (mm4)		7623257.859	
Parametros de comprobación EC3			
Factor parcial seguridad	γMw	1.25	
Resistencia última del acero	fu (N/mm2)	490.00	
Coefficiente correlación función tipo acero	βw	1.00	
Tensión max. direccional permitida	fu/(βw*γMw) (N/mm2)	392.00	
Condición de tensión normal	(0.9*fu)/(γM2) (N/mm2) +/-	352.80	
Tensión max. tangencial	(fu/(3)^(1/2))/(βw*γMw) (N/mm2)	226.32	
Tensiones tangenciales tn y ta			
Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)	0
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)	-1.780313629
Por efecto Mtx	Punto a	ty (N/mm2)	-0.60157136
		tz (N/mm2)	-0.449713241
	Punto b	ty (N/mm2)	-0.60157136
		tz (N/mm2)	0.449713241
	Punto c	ty (N/mm2)	0.60157136
		tz (N/mm2)	0.449713241
	Punto d	ty (N/mm2)	0.60157136
		tz (N/mm2)	-0.449713241
	Total punto a	tn (N/mm2)	-2.23002687
		ta (N/mm2)	-0.60157136
	Total punto b	tn (N/mm2)	-1.330600388
		ta (N/mm2)	-0.60157136
	Total punto c	tn (N/mm2)	-1.330600388
		ta (N/mm2)	0.60157136
	Total punto d	tn (N/mm2)	-2.23002687
		ta (N/mm2)	0.60157136
Por efecto tensión normal n	Punto a	n (N/mm2)	-94.67659456
	Punto b	n (N/mm2)	-94.67659456
	Punto c	n (N/mm2)	94.67659456
	Punto d	n (N/mm2)	94.67659456
Comprobación metodo direccional			
	Tensión normal σ comparación(N/mm2)	Tensión tangencial τt (N/mm2)	Tensión tangencial τll (N/mm2)
Punto a	-68.52	65.37	-0.60
Punto b	-67.89	66.01	-0.60
Punto c	-67.89	66.01	-0.60
Punto d	-68.52	65.37	-0.60
Comprobación max. Tensión tangencial			
	Tensión comparación tangencial (N/mm2)		
Punto a	65.37		
Punto b	66.01		
Punto c	66.01		
Punto d	65.37		

4.6.4 SOPORTE TIPO 2. SOLDADURAS ENTRE PERFILES CUADRADOS 100X8

SOP2-SOLDADURA ENTRE PERFILES QRO 100X8

Tensiones en el plano de garganta.

Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil	
h	100
b	100
e	8
Parametros fuerzas	
Vy (N)	928
Vz (N)	0
Mtx (Nmm)	9711
Nx (N)	0
My (Nmm)	0
Mz (Nmm)	65930
Parametros de soldadura (mm)	
l1 (mm)	80
s1 (mm)	7.9
l2 (mm)	80
s2 (mm)	7.9
l3 (mm)	80
s3 (mm)	7.9
l4 (mm)	0 sin cordón
s4 (mm)	0.0 sin cordón
Parametros de sección soldadura (mm)	
Area de soldadura (mm2)	1900.703028
Yg (mm)	32.01340068
Zg (mm)	50
Iy (mm4)	4027369.823
Iz (mm4)	1905627.875
Ip=Iy+Iz (mm4)	5932997.698

Tensiones tangenciales tn y ta			
Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)	0.488240397
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)	0
Por efecto Mtx	Punto a	ty (N/mm2)	0.088320209
		tz (N/mm2)	0.065471119
	Punto b	ty (N/mm2)	0.088320209
		tz (N/mm2)	-0.065471119
	Punto c	ty (N/mm2)	-0.088320209
		tz (N/mm2)	-0.065471119
	Punto d	ty (N/mm2)	-0.088320209
		tz (N/mm2)	0.065471119
	Total punto a	tn (N/mm2)	0.065471119
		ta (N/mm2)	0.576560606
	Total punto b	tn (N/mm2)	-0.065471119
		ta (N/mm2)	0.576560606
	Total punto c	tn (N/mm2)	-0.065471119
		ta (N/mm2)	0.399920187
	Total punto d	tn (N/mm2)	0.065471119
		ta (N/mm2)	0.399920187
Por efecto tension normal n	Punto a	n (N/mm2)	-1.383900831
	Punto b	n (N/mm2)	1.383900831
	Punto c	n (N/mm2)	1.383900831
	Punto d	n (N/mm2)	-1.383900831

Parametros de comprobación EC3		
Factor parcial seguridad	γMw	1.25
Resistencia última del acero	fu (N/mm2)	490.00
Coefficiente correlación función tipo acero	βw	1.00
Tensión max. direccional permitida	fu/(βw*γMw) (N/mm2)	392.00
Condición de tensión normal	(0.9*fu)/(γM2) (N/mm2) +/-	352.80
Tensión max. tangencial	(fu/(3)^(1/2))/(βw*γMw) (N/mm2)	226.32

Comprobación metodo direccional	Tensión normal α. comparación(N/mm2)	Tensión tangencial τ. (N/mm2)	Tensión tangencial τII (N/mm2)	Tensión comparación (N/mm2)
Punto a	-0.93	1.02	0.58	2.24
Punto b	0.93	-1.02	0.58	2.24
Punto c	-1.02	0.93	-0.40	2.03
Punto d	1.02	-0.93	-0.40	2.03

Comprobación max. Tension tangencial	Tensión comparación tangencial (N/mm2)
Punto a	1.18
Punto b	1.18
Punto c	1.01
Punto d	1.01

4.6.5 SOPORTES TIPO 3 A 29. SOLDADURA PERFIL HEB 100 A ANCLAJE

SOLDADURA SOPORTES 3-29 - HEB 100 A ANCLAJE

Tensiones en el plano de garganta.

Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil

h (mm)	100
b (mm)	100
e (mm) alma	6
e1 (mm) alas	10

Parametros fuerzas

Vy (N)	0
Vz (N)	-15312
Mtx (Nmm)	0
Nx (N)	22100
My (Nmm)	6619461
Mz (Nmm)	0

Parametros de soldadura (mm)

l1 (mm)	100
s1 (mm)	5.9
l2 (mm)	94
s2 (mm)	5.9
l3 (mm)	94
s3 (mm)	5.9
l4 (mm)	100
s4 (mm)	5.9
l5 (mm)	80
s5 (mm)	5.9
l6 (mm)	80
s2 (mm)	5.9

Parametros de sección soldadura (mm)

Area de soldadura (mm2)	3254.953935
Yg (mm)	50
Zg (mm)	50
Iy (mm4)	5371184.461
Iz (mm4)	1846055.368
Ip=Iz+Iy (mm4)	7217239.829

Parametros de comprobación EC3 - Tensiones admisibles

Factor parcial seguridad	gamma_Mw	1.25
Resistencia última del acero	f_u (N/mm2)	490
Coefficiente correlación función tipo acero	beta_w	1
Tensión max. direccional permitida	f_u/(beta_w * gamma_Mw) (N/mm2)	392.0
Condición de tensión normal	(0.9 * f_u)/(gamma_Mw) (N/mm2) +/-	352.8
Tensión max. tangencial	(f_u/(3 * (1/2)))/(beta_w * gamma_Mw) (N/mm2)	226.3

Tensiones tangenciales tn y ta

Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)	0
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)	-4.88855
Por efecto Mtx	Punto a	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto b	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto c	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto d	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Total punto a	tn (N/mm2)	-4.88855
		ta (N/mm2)	0
	Total punto b	tn (N/mm2)	-4.88855
		ta (N/mm2)	0
	Total punto c	tn (N/mm2)	-4.88855
		ta (N/mm2)	0
	Total punto d	tn (N/mm2)	-4.88855
		ta (N/mm2)	0

Por efecto tension normal n	Punto a	n (N/mm2)	72.06982
	Punto b	n (N/mm2)	72.06982
	Punto c	n (N/mm2)	-58.4905
	Punto d	n (N/mm2)	-58.4905

Comprobación metodo direccional - Tensiones solicitantes

Comprobación metodo direccional - Tensiones solicitantes	Tensión normal sigma (N/mm2)	Tensión tangencial tau (N/mm2)	Tensión tangencial tII (N/mm2)	Tensión direccional comparación (N/mm2)
Punto a	47.5	-54.4	0.0	105.5
Punto b	47.5	-54.4	0.0	105.5
Punto c	37.9	-44.8	0.0	86.4
Punto d	37.9	-44.8	0.0	86.4

Comprobación max. Tension tangencial

Tensión comparación tangencial (N/mm2)

Punto a	54.4
Punto b	54.4
Punto c	44.8
Punto d	44.8

4.6.6 SOPORTES TIPO 3 A 25. SOLDADURAS ENTRE UPN80'S Y UPN80-HEB100

SOPORTES TIPO 3 A 25 - SOLDADURAS ENTRE UPN80-UPN80 Y UPN80-HEB100.

Tensiones en el plano de garganta.

Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil UPN		
h		45
b		80
e		6
Parametros fuerzas		
Vy (N)		1813
Vz (N)		0
Mtx (Nmm)		0
Nx (N)		1813
My (Nmm)		0
Mz (Nmm)		-548810
Parametros de soldadura (mm)		
l1 (mm)		40
s1 (mm)		5.9
l2 (mm)		40
s2 (mm)		5.9
l3 (mm)		75
s3 (mm)		5.9
Parametros de sección soldadura (mm)		
Area de soldadura (mm2)		920.6530291
Yg (mm)		19.20813783
Zg (mm)		22.5
Iy (mm4)		517070.2485
Iz (mm4)		487889.7973
Ip=Iy+Iz (mm4)		1004960.046

Parametros de comprobación EC3		
Factor parcial seguridad	YM2	1.25
Resistencia última del acero	fu (N/mm2)	490
Coefficiente correlación función tipo acero	βw	1
Tensión max. direccional permitida	fu/(βw*YMw) (N/mm2)	392.0
Condición de tensión normal	(0.9*fu)/(YM2) (N/mm2) +/-	352.8
Tensión max. tangencial	(fu/(3*(1/2)))/(βw*YMw) (N/mm2)	226.3

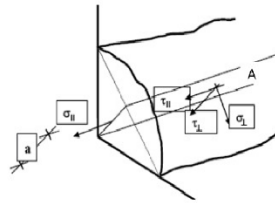
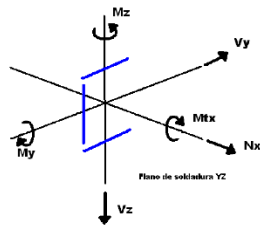
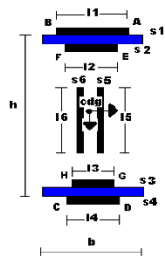
Comprobación metodo direccional	Tensión normal α (N/mm2)	Tensión tangencial τ _I (N/mm2)	Tensión tangencial τ _{II} (N/mm2)	Tensión comparación (N/mm2)
Punto a	33.8	-33.84	1.97	67.8
Punto b	2.0	-2.02	1.97	5.3
Punto c	-2.0	2.02	-1.97	5.3
Punto d	-33.8	33.84	-1.97	67.8

Comprobación max. Tension tangencial	Tensión comparación tangencial (N/mm2)
Punto a	33.9
Punto b	2.8
Punto c	2.8
Punto d	33.9

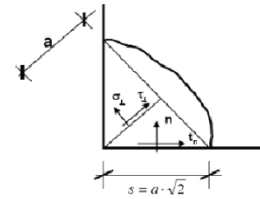
Tensiones tangenciales tn y ta			
Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)	1.969254369
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)	0
Por efecto Mtx	Punto a	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto b	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto c	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Punto d	ty (N/mm2)	0
		tz (N/mm2)	0
	Total punto a	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	1.969254369
	Total punto b	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	1.969254369
Por efecto tension normal n	Total punto c	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	1.969254369
	Total punto d	tn (N/mm2)	0
		ta (N/mm2)	1.969254369
	Punto a	n (N/mm2)	47.8545793
		n (N/mm2)	2.859992152
	Punto b	n (N/mm2)	2.859992152
	Punto d	n (N/mm2)	47.8545793

4.6.7 SOPORTES TIPO 26 A 29. SOLDADURAS ENTRE PERFILES HEB100

SOLDADURA SOPORTES 26-29 - ENTRE PERFILES HEB-100



Tensiones en el plano de garganta.



Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil	
h (mm)	100
b (mm)	100
e (mm) alma	6
e1 (mm) alas	10
Parametros fuerzas	
Vy (N)	0
Vz (N)	-14062
Mtx (Nmm)	0
Nx (N)	-23817
My (Nmm)	-7505588
Mz (Nmm)	0
Parametros de soldadura (mm)	
l1 (mm)	100
s1 (mm)	5.9
l2 (mm)	94
s2 (mm)	5.9
l3 (mm)	94
s3 (mm)	5.9
l4 (mm)	100
s4 (mm)	5.9
l5 (mm)	80
s5 (mm)	5.9
l6 (mm)	80
s2 (mm)	5.9
Parametros de sección soldadura (mm)	
Area de soldadura (mm2)	3254.953935
Yg (mm)	50
Zg (mm)	50
Iy (mm4)	5371184.461
Iz (mm4)	1846055.368
Ip=Iz+Iy (mm4)	7217239.829

Tensiones tangenciales tn y ta			
Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)	0
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)	-4.32018403
Por efecto Mtx	Punto a	tz (N/mm2)	0
	Punto b	ty (N/mm2)	0
	Punto b	tz (N/mm2)	0
	Punto c	ty (N/mm2)	0
	Punto c	tz (N/mm2)	0
	Punto d	ty (N/mm2)	0
	Punto d	tz (N/mm2)	0
	Total punto a	tn (N/mm2)	-4.32018403
	Total punto a	ta (N/mm2)	0
	Total punto b	tn (N/mm2)	-4.32018403
	Total punto b	ta (N/mm2)	0
	Total punto c	tn (N/mm2)	-4.32018403
	Total punto c	ta (N/mm2)	0
	Total punto d	tn (N/mm2)	-4.32018403
	Total punto d	ta (N/mm2)	0
Por efecto tension normal n	Punto a	n (N/mm2)	-81.3361834
	Punto b	n (N/mm2)	-81.3361834
	Punto c	n (N/mm2)	66.7018749
	Punto d	n (N/mm2)	66.7018749

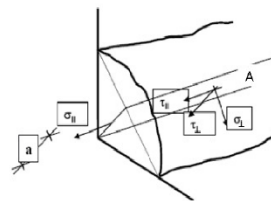
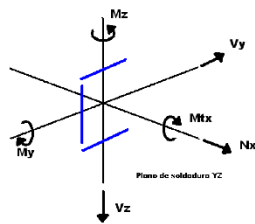
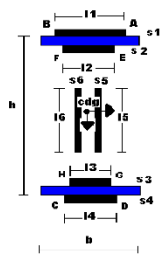
Parametros de comprobación EC3 - Tensiones admisibles		
Factor parcial seguridad	γ_{Mw}	1.25
Resistencia última del acero	f_u (N/mm2)	490
Coefficiente correlación función tipo acero	β_w	1
Tensión max. direccional permitida	$f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{Mw})$ (N/mm2)	392.0
Condición de tensión normal	$(0.9 \cdot f_u) / (\gamma_{M2})$ (N/mm2) +/-	352.8
Tensión max. tangencial	$(f_u / (3 \cdot \sqrt{1/2})) / (\beta_w \cdot \gamma_{Mw})$ (N/mm2)	226.3

Comprobación metodo direccional - Tensiones solicitantes	Tensión normal σ_{\perp} comparación (N/mm2)	Tensión tangencial τ_{\perp} (N/mm2)	Tensión tangencial τ_{\parallel} (N/mm2)	Tensión direccional comparación (N/mm2)
Punto a	-60.6	54.5	0.0	112.1
Punto b	-60.6	54.5	0.0	112.1
Punto c	-50.2	44.1	0.0	91.4
Punto d	-50.2	44.1	0.0	91.4

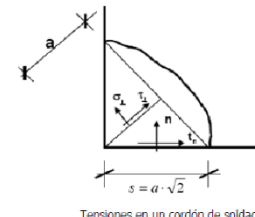
Comprobación max. Tension tangencial	Tensión comparación tangencial (N/mm2)
Punto a	54.5
Punto b	54.5
Punto c	44.1
Punto d	44.1

4.6.8 SOPORTE TIPO 30-31. SOLDADURAS PERFILES HEB100

SOLDADURA SOPORTES 30 y 31 - HEB 120



Tensiones en el plano de garganta.



Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil	
h (mm)	120
b (mm)	120
e (mm) alma	6.5
e1 (mm) alas	11
Parametros fuerzas	
Vy (N)	-2531
Vz (N)	7614
Mtx (Nmm)	36415
Nx (N)	-20180
My (Nmm)	-16394684
Mz (Nmm)	-1865069
Parametros de soldadura (mm)	
l1 (mm)	115
s1 (mm)	6.4
l2 (mm)	80
s2 (mm)	6.4
l3 (mm)	80
s3 (mm)	6.4
l4 (mm)	115
s4 (mm)	6.4
l5 (mm)	80
s5 (mm)	6.4
l6 (mm)	80
s2 (mm)	6.4
Parametros de sección soldadura (mm)	
Area de soldadura (mm2)	3539.06944
Yg (mm)	60
Zg (mm)	60
Iy (mm4)	8621694.134
Iz (mm4)	2223209.507
Ip=Iy+Iz (mm4)	10844903.64

Parametros de comprobación EC3 - Tensiones admisibles		
Factor parcial seguridad	γ_{Mw}	1.25
Resistencia última del acero	f_u (N/mm2)	490
Coefficiente correlación función tipo acero	β_w	1
Tensión max. direccional permitida	$f_u/(\beta_w \cdot \gamma_{Mw})$ (N/mm2)	392.0
Condición de tensión normal	$(0.9 \cdot f_u)/(\gamma_{M2})$ (N/mm2) +/-	352.8
Tensión max. tangencial	$(f_u/(3 \cdot \sqrt{1/2}))/(\beta_w \cdot \gamma_{Mw})$ (N/mm2)	226.3

Comprobación metodo direccional - Tensiones solicitantes	Tensión normal σ_L comparación (N/mm2)	Tensión tangencial τ_L (N/mm2)	Tensión tangencial τ_{II} (N/mm2)	Tensión direccional comparación (N/mm2)
Punto a	-53.3	56.6	-0.5	111.6
Punto b	-121.8	124.5	-0.5	247.7
Punto c	-45.5	48.2	-0.9	95.2
Punto d	-113.4	116.7	-0.9	95.2

Comprobación max. Tension tangencial	Tensión comparación tangencial (N/mm2)
Punto a	56.6
Punto b	124.5
Punto c	48.3
Punto d	116.7

Tensiones tangenciales t_n y t_a			
Por efecto Vy	Toda sección	t_y (N/mm2)	-0.71515975
Por efecto Vz	Toda sección	t_z (N/mm2)	2.151413
Por efecto Mtx	Punto a	t_y (N/mm2)	0.21227107
		t_z (N/mm2)	0.19307341
	Punto b	t_y (N/mm2)	0.21227107
		t_z (N/mm2)	-0.19307341
	Punto c	t_y (N/mm2)	-0.21227107
		t_z (N/mm2)	-0.19307341
	Punto d	t_y (N/mm2)	-0.21227107
		t_z (N/mm2)	0.19307341
	Total punto a	t_n (N/mm2)	2.34448641
		t_a (N/mm2)	-0.50288868
	Total punto b	t_n (N/mm2)	1.95833959
		t_a (N/mm2)	-0.50288868
	Total punto c	t_n (N/mm2)	1.95833959
		t_a (N/mm2)	-0.92743081
	Total punto d	t_n (N/mm2)	2.34448641
		t_a (N/mm2)	-0.92743081
Por efecto tension normal n	Punto a	n (N/mm2)	-77.6765036
	Punto b	n (N/mm2)	-174.150963
	Punto c	n (N/mm2)	66.2723759
	Punto d	n (N/mm2)	162.746835

4.6.9 SOPORTE TIPO 32. SOLDADURAS PERFILES UPN80

SOPORTE TIPO 32 - SOLDADURAS ENTRE UPN80 Y PLACA, y UPN80-UPN80

Tensiones en el plano de garganta.

Tensiones en un cordón de soldadura.

Parametros de perfil UPN	
h	45
b	80
e	6
Parametros fuerzas	
Vy (N)	0
Vz (N)	1188
Mtx (Nmm)	8312
Nx (N)	0
My (Nmm)	0
Mz (Nmm)	0
Parametros de soldadura (mm)	
l1 (mm)	40
s1 (mm)	5.9
l2 (mm)	40
s2 (mm)	5.9
l3 (mm)	75
s3 (mm)	5.9
Parametros de sección soldadura (mm)	
Area de soldadura (mm2)	920.6530291
Yg (mm)	19.20813783
Zg (mm)	22.5
Iy (mm4)	517070.2485
Iz (mm4)	487889.7973
Ip=Iz+Iy (mm4)	1004960.046

Parametros de comprobación EC3		
Factor parcial seguridad	YM2	1.25
Resistencia última del acero	fu (N/mm2)	490
Coefficiente correlación función tipo acero	βw	1
Tensión max. direccional permitida	fu/(βw*YMw) (N/mm2)	392.0
Condición de tensión normal	(0.9*fu)/(YM2) (N/mm2) +/-	352.8
Tensión max. tangencial	(fu/(3)^(1/2))/(βw*YMw) (N/mm2)	226.3

Comprobación metodo direccional	Tensión normal α. (N/mm2)	Tensión tangencial τt. (N/mm2)	Tensión tangencial tII (N/mm2)	Tensión comparación (N/mm2)
Punto a	1.2	1.15	0.21	2.3
Punto b	0.9	0.92	0.21	1.9
Punto c	0.9	0.92	0.21	1.9
Punto d	1.2	1.15	0.21	2.3

Comprobación max. Tension tangencial	Tensión comparación tangencial (N/mm2)
Punto a	1.2
Punto b	0.9
Punto c	0.9
Punto d	1.2

Tensiones tangenciales tn y ta				
Por efecto Vy	Toda sección	ty (N/mm2)		0
Por efecto Vz	Toda sección	tz (N/mm2)		1.290388412
Por efecto Mtx	Punto a	ty (N/mm2)		0.210660495
		tz (N/mm2)		0.337388496
	Punto b	ty (N/mm2)		0.210660495
		tz (N/mm2)		0.006549473
	Punto c	ty (N/mm2)		-0.210660495
		tz (N/mm2)		0.006549473
	Punto d	ty (N/mm2)		-0.210660495
		tz (N/mm2)		0.337388496
	Total punto a	tn (N/mm2)		1.627776908
		ta (N/mm2)		0.210660495
	Total punto b	tn (N/mm2)		1.296937884
		ta (N/mm2)		0.210660495
	Total punto c	tn (N/mm2)		1.296937884
		ta (N/mm2)		-0.210660495
	Total punto d	tn (N/mm2)		1.627776908
		ta (N/mm2)		-0.210660495
Por efecto tension normal n	Punto a	n (N/mm2)		0
	Punto b	n (N/mm2)		0
	Punto c	n (N/mm2)		0
	Punto d	n (N/mm2)		0

4.7 CONCLUSIÓN

De acuerdo a los cálculos presentados en los apartados anteriores, quedan verificados y justificados los elementos estructurales y dimensiones que constituyen el diseño final de cada tipo de soporte.

Por lo tanto, se verifican y justifican los planos 062-IDG-DW-M-0633 a 062-IDG-DW-M-0663 incluidos en la Separata B "Planos" de este proyecto de obra.

5 VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL ESPESOR DEL CONDUCTO INSTALADO EN INTEMPERIE

5.1 OBJETO

Para los tramos de conductos a instalar ubicados en intemperie, se ha determinado que su espesor es apto y no se van a producir deformaciones en los conductos provocados por la carga vertical, peso propio y de nieve sobre ellos y/o por la carga horizontal generada por el viento.

En concreto, se ha realizado la verificación para conducto circular de diámetro 1.600/1.800 y espesor 1,5 mm. y para conducto cuadrado de 1.267 x 1.1267 y espesor 2 mm.

5.2 CONSIDERACIONES

- Se han obtenido las propiedades requeridas del material de los conductos, acero galvanizado ASTM A653/A653M a partir de su ficha ASTM, "designation A 653/A 653M-00".

En concreto, se considera un valor de tensión de fluencia de 170 MPa obtenido de la figura siguiente:

TABLE 5 Typical Ranges of Mechanical Properties ^{A,B} (Nonmandatory)					
Designation	(Longitudinal Direction)			<i>r_m</i> Value ^C	<i>n</i> Value ^D
	Yield Strength		Elongation in 2 in. [50 mm], %		
	ksi	[MPa]			
CS Type A	25/55	[170/380]	≥20	<i>E</i>	<i>E</i>
CS Type B	30/55	[205/380]	≥20	<i>E</i>	<i>E</i>
CS Type C	25/60	[170/410]	≥15	<i>E</i>	<i>E</i>
FS Types A and B ^F	25/45	[170/310]	≥26	1.0/1.4	0.17/0.21
DDS ^G	20/35	[140/240]	≥32	1.4/1.8	0.19/0.24
EDDS ^H	15/25	[105/170]	≥40	1.6/2.1	0.22/0.27

Figura 5-1: Obtención de fluencia de acero ASTM A653/A653M

- Para determinar la tensión admisible, se sigue el criterio general de que un material no tiene deformación plástica cuando se alcanza un valor de 2/3 del límite de fluencia. Asimismo, se ha aplicado un factor de seguridad de 2 a este valor.
- Se ha considerado, de forma conservadora, la máxima distancia entre soportes en los conductos de estudio para la verificación realizada.

5.3 METODOLOGÍA

5.3.1 OBTENCIÓN CARGA VERTICAL (PESO PROPIO + NIEVE) EN CONDUCTO

Se ha obtenido la carga vertical por metro en cada uno de los conductos a verificar. Para ello se ha considerado la presión de velocidad máxima $q_p(z)$ a una altura de 15 y 18 metros, y se ha tenido en cuenta la contribución del peso propio y la nieve, tal y como se ha determinado en los apartados 4.4.1.1/4.4.1.2.

5.3.2 OBTENCIÓN CARGA DE VIENTO CONDUCTO

Se ha obtenido la carga de viento por metro de cada uno de los conductos a verificar. Para ello se ha considerado la presión de velocidad máxima $q_p(z)$ a una altura de 15 y 18 metros, tal y como se indicó en el apartado 4.4.1.3.

Tabla 5-1: Carga de viento por metro de conducto

Conducto	Diametr [mm]	Largo [mm]	$q_p(z)$ [KN/m ²]	Area [mm ²]	Area [m ²]	Carga Viento[KN]	Carga Viento[KN/m]
1600x1.5	1600	21641	1.586	34625600	34.63	54.92	2.54
1850x1.5	1800	11719	1.646	21094200	21.09	34.72	2.96
1267X1267x2	1267	4130	1.586	5232710	5.23	8.30	2.01


5.3.3 OBTENCIÓN CARGA CORTANTE Y MOMENTO

Para cada conducto, se ha obtenido la carga cortante máxima mediante la formula $V_{\text{Max}} = q \cdot L/2$ y el momento máximo mediante la fórmula $M_{\text{Max}} = q \cdot L^2/8$, con:

- q es la carga lineal de peso propio, nieve y viento
- L es la distancia entre soportes

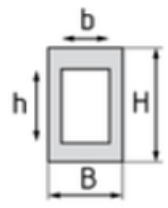
5.3.4 OBTENCIÓN MODULO DE RESISTENCIA (W)

- Para los conductos circulares:



$$W = \frac{(D^4 - d^4) \cdot \pi}{32D}$$

- Para los conductos rectangulares/cuadrados:



$$W = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$$

5.3.5 OBTENCIÓN TENSIONES PRINCIPALES

- Tensión Normal: Se obtiene al dividir el momento máximo entre el módulo de resistencia de la sección.
- Tensión Tangencial: Se obtiene al dividir la carga máxima cortante entre de área de la sección.

Mediante la teoría de fallo elástico de Von Mises se combinan estas tensiones mediante la siguiente formula:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2)} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

5.4 RESULTADOS

Tabla 5-2: Tensiones por conducto y porcentaje de tensión admisible

	Conducto	Momento (N/mm)	Modulo de resistencia (mm ³)	s (N/mm ²)	Fuerza de Corte (N)	Area (mm ²)	t (N/mm ²)	s VM (N/mm ²)	Tension Admisibl e	Ratio (%)
Peso + Nieve	1850	11369576,718	4022240,760	2,827	6229,905	8710,851	0,715			
Viento	1850	19717300,000	4022240,760	4,902	10804,000	8710,851	1,240			
Peso+Nieve+Viento				7,729			2,050	8,505	56,667	15,009
Peso + Nieve	1600	9973536,225	3007457,245	3,316	5464,951	7532,754	0,725			
Viento	1600	16919575,000	3007457,245	5,626	9271,000	7532,754	1,231			
Peso+Nieve+Viento				8,942			2,041	9,616	56,667	16,969
Peso + Nieve	1267 x 1267	3923962,497	4260541,300	0,921	3800,448	10120,000	0,376			
Viento	1267 x 1267	5142655,350	4260541,300	1,207	4150,650	10120,000	0,410			
Peso+Nieve+Viento				2,128			0,309	2,194	56,667	3,873

5.5 CONCLUSIÓN

A la vista de los resultados obtenidos, se obtiene para todos los conductos unos valores de tensión muy por debajo de las tensiones admisibles. Por lo tanto, se descartan deformaciones en los conductos de intemperie.

6 VERIFICACIÓN DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN A LOS VARIADORES DE FRECUENCIA SC-27-153A/B

6.1 OBJETO

Verificar la idoneidad de las características de los cables de alimentación (C11802C y C11802AG) a tender entre el PNLE-E2-50 (zona E1.50.00) y los variadores de frecuencia SC-27-153A/B de los motores de los ventiladores de las unidades de extracción VTL-HVE-122A/B.

6.2 CONSIDERACIONES

Los cables a tender son del fabricante HELUKABEL tipo N2XCH de 3 x 95 mm² / 50 mm² (part number 53216) y han sido seleccionado por ABB, fabricante de los variadores de frecuencia SC-27-153A/B, por ser un cable idóneo para este uso.

6.3 VERIFICACIÓN DE CORRIENTE ADMISIBLE

La corriente admisible para los cables propuestos de cobre al aire de 1 x (3 x 95 mm²) con cubierta EPR, con temperatura ambiente de 40°C y tendido en montaje superficial o empotrado en obra (método de instalación B2) es de 216 A (UNE-HD 60364-5-52).

La corriente admisible para el cable de neutro propuesto de cobre al aire de 1 x (1 x 50 mm²) con cubierta EPR, con temperatura ambiente de 40°C y tendido en montaje superficial o empotrado en obra (método de instalación B2) es de 139 A (UNE-HD 60364-5-52).

Como coeficiente de corrección por agrupamiento o por temperatura ambiente se ha tomado 0,8 (de acuerdo a UNE-HD 60364-5-52).

Corresponde con 2 circuitos o cables multiconductores próximos activos, con cables tendidos por canalizaciones empotradas, embutidas (dentro de un mismo tubo, canal o grapados sobre una superficie al aire). Esta aproximación a la realidad es consecuencia de la situación actual de la planta donde persisten cables tendidos actualmente por las canalizaciones eléctricas de la planta desactivados y sin tensión, por lo que no es posible determinar con exactitud la proximidad de cables activos junto a los cables propuestos.

Se considera que esta es la situación más desfavorable a la que se verá sometidos los nuevos cables de alimentación al atravesar las penetraciones eléctricas propuestas afectadas en muros de la planta.

Teniendo en cuenta el factor de corrección, la corriente admisible de forma continua por los cables será:

- Fases: $216 \text{ A} \times 0,8 = 172,8 \text{ A}$
- Neutro $139 \text{ A} \times 0,8 = 111,2 \text{ A}$.

Conclusión: La corriente admisible de los cables de alimentación C11802C y C11802AG (172,8 A), es superior a la corriente nominal demandada por los sistemas de ventilación ($\cong 140 \text{ A}$).

6.4 VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS CABLES FRENTE AL CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO ESPERADO EN LAS BORNAS DE LOS VARIADORES DE FRECUENCIA

Sin necesidad de realizar más cálculos se puede afirmar que el valor de cortocircuito en bornas de los variadores de velocidad será inferior a la corriente de cortocircuito de 14 kA obtenidos en el panel PNLE-E2-50. Esto es debido a la reducción de la corriente de cortocircuito como consecuencia de la impedancia de los cables C11802C y C11802AG de 60 m de longitud.

La capacidad típica de los cables de cobre de 90 mm² de sección con cubierta de etileno propileno se sitúa en torno a 10 kA (1s) / 32 kA (0,1s).

Conclusión: La capacidad 10 kA (1s) / 32 kA (0,1s) de los cables C11802C y C11802AG frente al cortocircuito está por encima de la corriente de cortocircuito esperada de 14 kA mantenida durante 0,01s ÷ 0,02s hasta ser despejada la falta por los interruptores de cabecera.

6.5 VERIFICACIÓN DE CAÍDA DE TENSIÓN (ΔV)

De acuerdo con ITC-BT-19, para instalaciones industriales que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

La tensión nominal del panel PNLE-E2-50 es de 400Vca.

La longitud aproximada de los cables C11802C y C11802AG es similar y se acerca a los 60 m.

Intensidad de ajuste de la protección térmica de los interruptores de alimentación se ajustará a 144 A.

De acuerdo con el anexo G de la norma UNE-HD 60364-5-52 “Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones”, la caída de tensión en un cable tripolar es:

$$\Delta V = \sqrt{3} (\rho \times l/s \cos\varphi + \lambda \operatorname{sen}\varphi) \times I$$

Siendo:

$\rho \times l/s = R$, que es la resistencia de fase (Ohm/Km) a la temperatura de trabajo del cable propuesto.

λ ó X que es la reactancia de fase (Ohm/Km) del cable propuesto.

Luego la expresión queda:

$$\Delta V = \sqrt{3} (R \cos\varphi + X \operatorname{sen}\varphi) \times I$$

Los valores aproximados de caída de tensión a $\cos\varphi = 0,8$ expresados en mV/Am, pueden obtenerse de la T4/4 "Determinación de la caída de tensión" de la guía para la selección de aparata de baja tensión del fabricante ABB.

Tabla 6-1: Determinación de la caída de tensión

T4/4 - Determinación de la caída de tensión														
Cables unipolares							Cables bipolares				Cables tripolares			
S	R	X	ΔU				R	X	ΔU		R	X	ΔU	
			Monofásico		Trifásico				Monofásico				Trifásico	
[mm²]	(80 °C) [Ω/km]	[Ω/km]	cosφ1 [mV/A/m]	cosφ0.8 [mV/A/m]	cosφ1 [mV/A/m]	cosφ0.8 [mV/A/m]	(80 °C) [Ω/km]	[Ω/km]	cosφ1 [mV/A/m]	cosφ0.8 [mV/A/m]	(80 °C) [Ω/km]	[Ω/km]	cosφ1 [mV/A/m]	cosφ0.8 [mV/A/m]
1	22,1	0,176	44,2	35,6	38,3	30,8	22,5	0,125	45,0	36,1	22,5	0,125	39,0	31,3
1,5	14,8	0,168	29,7	23,9	25,7	20,7	15,1	0,118	30,2	24,3	15,1	0,118	26,1	21,0
2,5	8,91	0,155	17,8	14,4	15,4	12,5	9,08	0,109	18,2	14,7	9,08	0,109	15,7	12,7
4	5,57	0,143	11,1	9,08	9,65	7,87	5,68	0,101	11,4	9,21	5,68	0,101	9,85	7,98
6	3,71	0,135	7,41	6,10	6,42	5,28	3,78	0,0955	7,56	6,16	3,78	0,0955	6,54	5,34
10	2,24	0,119	4,47	3,72	3,87	3,22	2,27	0,0861	4,55	3,73	2,27	0,0861	3,94	3,24
16	1,41	0,112	2,82	2,39	2,44	2,07	1,43	0,0817	2,87	2,39	1,43	0,0817	2,48	2,07
25	0,889	0,106	1,78	1,55	1,54	1,34	0,907	0,0813	1,81	1,55	0,907	0,0813	1,57	1,34
35	0,641	0,101	1,28	1,15	1,11	0,993	0,654	0,0783	1,31	1,14	0,654	0,0783	1,13	0,988
50	0,473	0,101	0,947	0,878	0,820	0,760	0,483	0,0779	0,967	0,866	0,483	0,0779	0,838	0,750
70	0,328	0,0975	0,656	0,641	0,568	0,555	0,334	0,0762	0,699	0,624	0,334	0,0762	0,579	0,541
95	0,236	0,0965	0,473	0,494	0,410	0,428	0,241	0,0751	0,484	0,476	0,241	0,0751	0,419	0,412
120	0,188	0,0939	0,375	0,413	0,325	0,358	0,191	0,0740	0,383	0,394	0,191	0,0740	0,332	0,342
150	0,153	0,0928	0,306	0,356	0,265	0,308	0,157	0,0745	0,314	0,341	0,157	0,0745	0,272	0,295
185	0,123	0,0908	0,246	0,306	0,213	0,265	0,125	0,0742	0,251	0,289	0,125	0,0742	0,217	0,250
240	0,0943	0,0902	0,189	0,259	0,163	0,244	0,0966	0,0752	0,193	0,245	0,0966	0,0752	0,167	0,212
300	0,0761	0,0895	0,152	0,229	0,132	0,198	0,0780	0,0750	0,156	0,215	0,0780	0,0750	0,135	0,186

De acuerdo con lo anterior la caída de tensión ΔV queda:

$$\Delta V = 0,412 \text{ (mV/A)} \times 144 \text{ (A)} \times 60 \text{ (m)} / 1000 \cong 3,56 \text{ V.}$$

Luego el porcentaje de caída de tensión (%) de los cables de alimentación a los variadores de velocidad es:

$$\Delta V (\%) = (3,559 \text{ V} \times 100) / 400 \cong 0,88\%$$

Conclusión: La caída de tensión en los cables C11802C y C11802AG para la alimentación a los variadores de velocidad, SC-27-151A/B, de los ventiladores VTL-HVE-122A/B de turbina de 0,88%, inferior a 6,5% requerido por la ITC-BT-19.

6.6 CONCLUSIÓN

El cable HELUKABEL tipo N2XCH de 3 x 95 mm² / 50 mm² (part number 53216) es apto para la función designada.

7 AJUSTES DE LOS INTERRUPTORES SW-E2-50-10A Y SW-E2-50-10B DE ALIMENTACIÓN A LOS VARIADORES DE FRECUENCIA SC- 27- 153A/B

7.1 OBJETO

Verificar la idoneidad de las características de los interruptores magnetotérmicos SW-E2-50-10A/B, definidas en el apartado 8.2.7.4 de la Memoria, a instalar en el PNLE-E2-50 (zona E1.50.00) para alimentar los variadores de frecuencia SC-27-153A/B de los motores de los ventiladores de las unidades de extracción VTL-HVE-122A/B.

7.2 PROTECCIÓN TÉRMICA Y MAGNÉTICA CONSIDERADAS

Teniendo en cuenta las características típicas de los interruptores de caja moldeada SW- E2- 50- 10A y 10B del PNLE-E2-50 y la capacidad de los cables nuevos de fuerza (172,8 A fases y 111,2 A neutro), el ajuste de las protecciones de los interruptores debería ser la siguiente:

- Rango de ajuste del elemento térmico de los interruptores:
 - Fases L1, L2, L3 = 112 A÷160 A.
 - Neutro = 70 A÷100 A.
- Rango de ajuste del elemento magnético de los interruptores:
 - Estándar: $I_m = 10 \times I_{th}$ (depende del ajuste del térmico I_{th} , con un mínimo de 500 A según modelos = 1.120÷1.600 A).
 - Neutro: $I_m = 1.000$ A.

Ajustes propuestos:

- Protección térmica $I_{th} = 0,9 \times 160 \text{ A} = \underline{144 \text{ A}}$.
- Protección magnética: $I_m = 10 I_{th} = \underline{1.440 \text{ A}}$.

7.3 VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS INTERRUPTORES SW-E2-50-10A/B FRENTE AL CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO ESPERADO EN EL PANEL PNLE-E2-50

El nivel de corriente “ I_{cc} ” de cortocircuito trifásico calculado en el panel PNLE-E2-50, donde se instalarán los nuevos interruptores SW-E2-50-10A y SW-E2-50-10B, alcanzará el valor siguiente:

$$I_{CC \text{ PNLE-E2-50}} = 420 / [1,73 \times (Z_{\text{del trafo TRF-E2-5I}} + Z_{\text{del cable alimentación al PNLE-E2-50}})]$$

Siendo “U” la tensión de vacío del transformador estimada en un 5% de la Unominal de 400 V = 420 V.

a) Impedancia del transformador TRF-E2-5I (sección “B” del PNLE-E2-50).

$$- I_{cc} = (I_n / Z_{cc}) \times 100 = (1.160 / 7,44) \times 100 \cong 15.591 \text{ A.}$$

$$- Z_{\text{equivalente}} = 420 \text{ V} / (15.591 \text{ A} \sqrt{3}) = 0,0159 \Omega$$

b) Impedancia del cable C11801B de 6 x (1 x 300 mm²) de alimentación sección “B” del PNLE-E2-50.

$$- Z_{\text{C11801B}} = 0,11 \text{ m}\Omega \times L / 2 = 0,11 \times 27 / 2 = 1,485 \text{ m}\Omega$$

c) Corriente de cortocircuito I_{cc} trifásico en PNLE-E2-50 (sección “B”).

$$- I_{cc} \text{ PNLE-E2-50} = 420 / [1,73 \times (Z_{\text{TRF-E2-5I}} + Z_{\text{C11801B}})] =$$

$$- I_{cc} \text{ PNLE-E2-50} = 420 / 1,73 (0,0159 + 0,001485) = 13.964 \text{ A} (\cong 14 \text{ kA})$$

Nota: Las características de impedancia del transformador TRF-E2-5H y la impedancia del cable C11801A de alimentación a la sección “A” del PNLE-E2-50 es similar, por lo que la corriente de cortocircuito I_{cc} trifásico es similar a la obtenida para la sección “B”.

Conclusión: Una corriente de cortocircuito de 14 kA provocaría el disparo de la protección magnética de los interruptores en torno a 0,01s ÷ 0,02s. Este valor es inferior a la potencia de corte que pueden soportar los interruptores de caja moldeada propuestos SW-E2-50-10A y 10B, cuyo poder de corte último requerido es de 35 KA.

7.4 CONCLUSIÓN

Los interruptores magnetotérmicos SW-E2-50-10A/B tendrán las características indicadas en el apartado 8.2.7.4 de la Memoria.