
	TIPO DE DOCUMENTO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	CÓDIGO DEL DOCUMENTO.: <b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	PROYECTO: <b>INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA</b>	HOJA:  1 de 114
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	


## ÍNDICE DE REVISIONES

Fecha	Revisión	Observaciones
19-11-2025	A	Para Revisión del Cliente

Ing. Victor H. Perez <b>Ingeniero de Proyecto</b>	Ing. Juan Carlos Lino <b>Especialista Civil</b>	Ing. Andrés Aguilar Ll. <b>Gerente de Proyecto</b>
<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>


ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE YPFB TRANSPORTE S.A. Y NO PODRÁ SER REPRODUCIDO O UTILIZADO PARA CUALQUIER FINALIDAD DIFERENTE DE AQUELLA PARA LA QUE HA SIDO SUMINISTRADO.

Archivo: IPE-2025-2977-S-MC-007-RA


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	2 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## ÍNDICE


<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ALCANCE.....</b>	<b>5</b>
<b>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA, NORMAS Y ABREVIATURAS.....</b>	<b>5</b>
3.1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA .....	5
3.2. NORMAS DE REFERENCIA.....	5
<b>4. PARÁMETROS DE DISEÑO.....</b>	<b>6</b>
4.1. HORMIGÓN .....	6
4.2. RECUBRIMIENTO .....	6
4.3. PARÁMETROS DEL SUELO .....	7
<b>5. GEOMETRÍA SOPORTES .....</b>	<b>7</b>
5.1. SOPORTE TIPO CPS-01 .....	7
5.1. SOPORTE TIPO CPS-02 .....	8
5.2. SOPORTE TIPO PSS-01 .....	8
5.3. SOPORTE TIPO PSS-03 .....	9
5.4. SOPORTE TIPO PSS-06 .....	9
5.5. SOPORTE TIPO PSS-08 .....	10
<b>6. ANÁLISIS DE CARGAS .....</b>	<b>10</b>
6.1. ESTADOS DE CARGA.....	10
6.1. COMBINACIONES DE CARGA .....	11
6.3. CARGA PERMANENTE.....	12
6.4. CARGA DE FLUIDO.....	15
6.5. CARGA VIVA POR FRICCIÓN.....	16
6.6. CARGA DE VIENTO .....	18
6.7. CARGA DE SISMO .....	21
<b>7. CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE CPS-01.....</b>	<b>27</b>

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	3 de 114
		REV:
		<b>A</b>

7.1.	IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	27
7.2.	DISEÑO Y VERIFICACIÓN .....	29
7.3.	CÁLCULO DE LA FUNDACIÓN .....	31
7.3.1.	Geometría de la Fundación .....	31
7.3.2.	Verificación de la Tensión Admisible.....	32
7.3.3.	Cálculo de Armadura para Fundación.....	33
<b>8.</b>	<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE CPS-02.....</b>	<b>34</b>
8.1.	IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	34
8.2.	DISEÑO Y VERIFICACIÓN .....	36
8.3.	CÁLCULO DE LA FUNDACIÓN .....	39
8.3.1.	Geometría de la Fundación .....	39
8.3.2.	Verificación de la Tensión Admisible.....	40
8.3.3.	Cálculo de Armadura para Fundación.....	41
<b>9.</b>	<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-01 .....</b>	<b>42</b>
9.1.	IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	42
9.2.	DISEÑO Y VERIFICACIÓN .....	44
9.3.	CÁLCULO Y DISEÑO DE PLACA, PERNO DE ANCLAJE Y ZAPATA DE FUNDACIÓN 47	
<b>10.</b>	<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-03.....</b>	<b>64</b>
10.1.	IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	64
10.2.	DISEÑO Y VERIFICACIÓN .....	66
10.3.	CÁLCULO DE LA FUNDACIÓN .....	68
10.3.1.	Geometría de la Fundación .....	68
10.3.2.	Verificación de la Tensión Admisible.....	69
10.3.3.	Cálculo de Armadura para Fundación.....	70
<b>11.</b>	<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-06.....</b>	<b>71</b>
11.1.	IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	71

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	4 de 114
		REV:
		<b>A</b>

11.2.	DISEÑO Y VERIFICACIÓN .....	73
11.3.	CÁLCULO Y DISEÑO DE PLACA, PERNO DE ANCLAJE Y ZAPATA DE FUNDACIÓN	
	76	
<b>12.</b>	<b>CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-08.....</b>	<b>93</b>
12.1.	IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	93
12.2.	DISEÑO Y VERIFICACIÓN .....	95
12.3.	CÁLCULO Y DISEÑO DE PLACA, PERNO DE ANCLAJE Y ZAPATA DE FUNDACIÓN	
	97	
<b>13.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>114</b>

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	5 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## 1. OBJETIVO

Realizar el análisis, cálculo estructural para Soportes de Cañerías y Válvulas, siendo capaz de soportar los pesos y demás cargas que originan las tuberías, para el proyecto "INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA".

## 2. ALCANCE

El alcance del presente documento se limita al análisis, cálculo estructural y la verificación para soportes de Cañerías y Válvulas, que se instalaron en Estación de Compresión Colpa, para YPFB Transporte S.A.

## 3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA, NORMAS Y ABREVIATURAS

### 3.1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA


A continuación, se detalla la documentación de referencia asociada a este documento:

[Ref. 1.]	IPE-2025-2977-G-MD-003	Bases de Diseño
[Ref. 2.]	SC-E30-CI-00-05-01 de 02	Plot Plan Ampliación e Instalaciones Existentes Estación de Compresión Colpa
[Ref. 3.]	SC-E30-TO-00-05-01 de 01	Plano Topográfico e Instalaciones Existentes
[Ref. 4.]	IPE-2025-2977-S-EG-001	Informe de Estudio Geotécnico y Ensayos realizados (SPT)
[Ref. 5.]	SC-E30-CI-00-08-23 de 40	Soporte de Tubería - Vista en Planta, Cortes y Detalles.
[Ref. 6.]	SC-E30-CI-00-08-24 de 40	Soporte de Tubería y Fundación - Vista en Planta, Cortes y Detalles.

### 3.2. NORMAS DE REFERENCIA

A continuación, se detallan las normas de referencia asociadas a este documento:

[Ref. 7.]	NB 1225001	Norma Boliviana de Hormigón Estructural
[Ref. 8.]	NBDS-2023	Norma Boliviana de Diseño Sísmico 2023
[Ref. 9.]	ACI 318-19	Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural
[Ref. 10.]	AISC 360-16	Especificación para Construcciones de Acero
[Ref. 11.]	ASCE 7-16	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	6 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## 4. PARÁMETROS DE DISEÑO

### 4.1. HORMIGÓN

**Tabla 1.** Características del Hormigón.


Características Hormigón	Valores
Coeficiente de Poisson	0.2
Peso Unitario	2400.0 kg/m <sup>3</sup>
Coeficiente de Dilatación Térmica	9.90E-06 1/C
Módulo de Elasticidad (Es)	2.14E+05 kg/cm <sup>2</sup>
Tensión de Fluencia del Acero Longitudinal (Fy)	4200.0 kg/cm <sup>2</sup>
Tensión de Fluencia del Acero Transversal (Fy)	4200.0 kg/cm <sup>2</sup>
Factor Cte. Torsión J (0.05)	0.05
Tensión de Rotura del Hormigón (f'c)	210.0 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad del Acero (Es)	2.04E+06 kg/cm <sup>2</sup>

### 4.2. RECUBRIMIENTO

Los recubrimientos para la armadura serán los especificados en la norma ACI 318-19, y se listan en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Recubrimiento Mecánico.

7.7.1 concreto construido en sitio (no preesforzado)	
Estado	Recubrimiento mínimo, mm
a) Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él	75
b) Concreto expuesto a suelo o a la intemperie:	
Barras 19 mm (3/4") a 57 mm (2-1/4")	50
Barras 16 mm (5/8"), alambre MW200 ó MD200 (16 mm (5/8") de diámetro) y menores	40
c) Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:	
* Losas, muros, viguetas:	
Barras 43 mm (1-3/4") y 57 mm (2-1/4")	40
Barras 36 mm (1-5/16") y menores	20
* Vigas, columnas:	
Armadura principal, estribos, espirales	40
* Cáscaras y placas plegadas:	
Barra 19 mm (3/4") y mayores	20
Barras 16 mm (5/8"), alambre MW200 ó MD200 (16 mm (5/8") de diámetro) y menores	15

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	7 de 114
		REV:
		<b>A</b>

Se asumirán los siguientes recubrimientos:

- 75 mm en Hormigón colocado contra el suelo y permanentemente en él.
- 50 mm en Hormigón colocado en suelo o a la intemperie.

### 4.3. PARÁMETROS DEL SUELO

Para realizar el cálculo de la fundación y comprender mejor el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo se realizaron estudios geotécnicos en puntos establecidos, con la finalidad de obtener parámetros referidos especialmente a la resistencia al corte y presión admisible del suelo de fundación, las siguientes características fueron obtenidas de los SPT1 Y SPT2 del estudio de suelos IPE-2025-2977-S-EG-001.

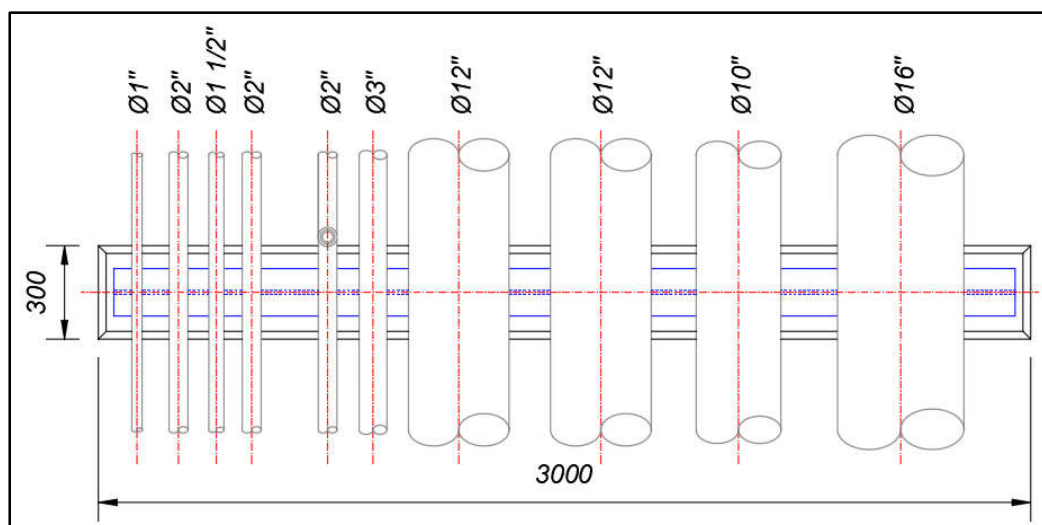
**Tabla 3.** Características del Suelo.


Características Suelo de Fundación	Valores
Ángulo de Fricción	20 (°)
Densidad Natural	1860 kg/m <sup>3</sup>
Coeficiente de Balasto (K30)	3.15 kg/cm <sup>3</sup>
Tensión Admisible (qadm)	1.50 kg/cm <sup>2</sup>

## 5. GEOMETRÍA SOPORTES

### 5.1. SOPORTE TIPO CPS-01

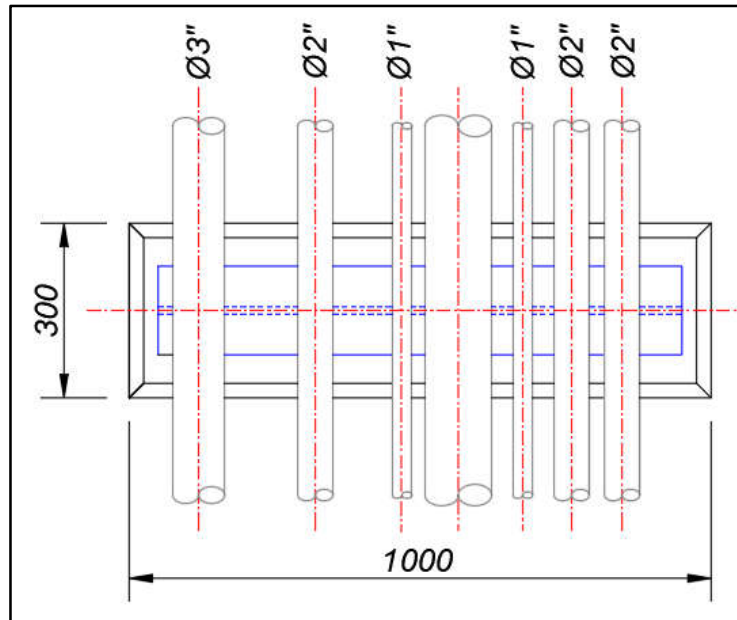
**Figura 1.** Soporte Tipo CPS-01



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	8 de 114
		REV:
		<b>A</b>

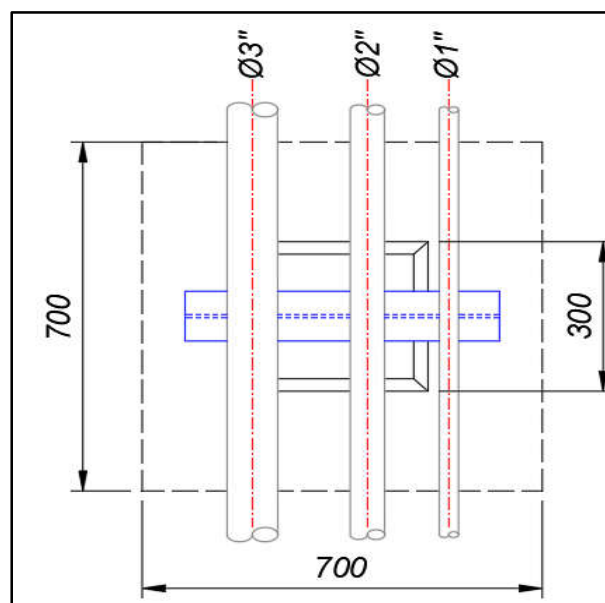
## 5.1. SOPORTE TIPO CPS-02

**Figura 2.** Soporte Tipo CPS-02




## 5.2. SOPORTE TIPO PSS-01

**Figura 3.** Soporte Tipo PSS-01

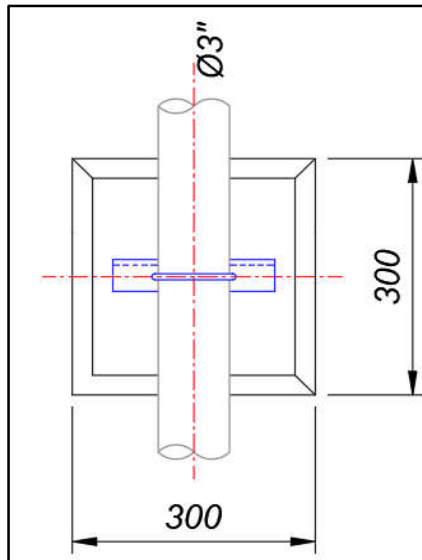




	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	9 de 114
		REV:
		<b>A</b>

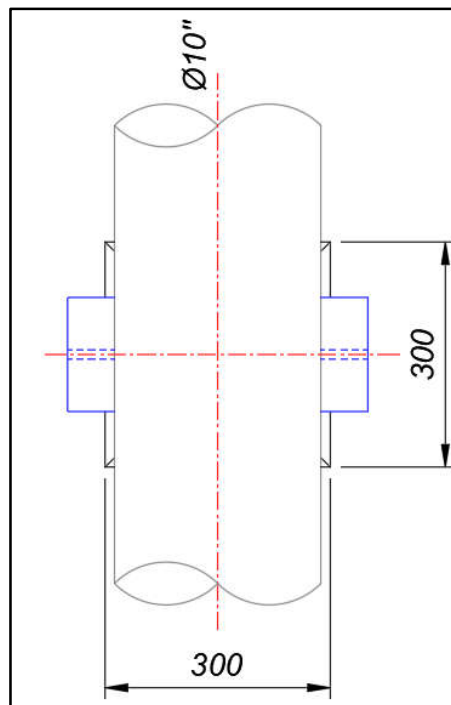
### 5.3. SOPORTE TIPO PSS-03


**Figura 4.** Soporte Tipo PSS-03



### 5.4. SOPORTE TIPO PSS-06

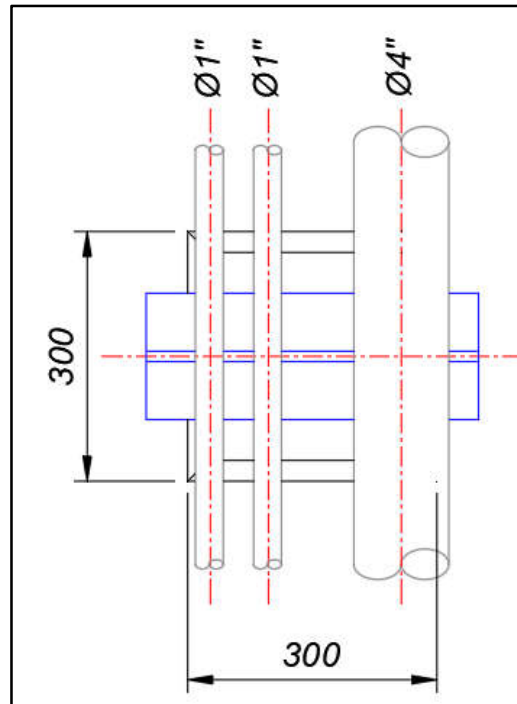
**Figura 5.** Soporte Tipo PSS-06



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	10 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## 5.5. SOPORTE TIPO PSS-08

**Figura 6.** Soporte Tipo PSS-08




## 6. ANÁLISIS DE CARGAS

Para el análisis de carga y los efectos que producen las mismas, se analizaron con la ayuda del Software Ram Elements v23.

### 6.1. ESTADOS DE CARGA

**Figura 7.** Estados de carga.


Condiciones de carga			
Condición	Descripción	Comb.	Categoría
D	Carga permanente	No	DL
F	Carga de fluido	No	FLUID
LL	Carga viva por fricción	No	LL
Wx	Carga de viento en X	No	WIND
Wz	Carga de viento en Z	No	WIND
Ex	Carga sísmica en X	No	EQ
Ez	Carga sísmica en Z	No	EQ

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	11 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## 6.1.COMBINACIONES DE CARGA

**Figura 8.** Combinaciones de Diseño.

Condiciones de carga			
Condición	Descripción	Comb.	Categoría
D1	1.4D	Si	
D2	1.4D+1.4F	Si	
D3	1.2D+1.6LL	Si	
D4	1.2D+1.2F+1.6LL	Si	
D5	1.2D+0.5Wx	Si	
D6	1.2D+0.5Wz	Si	
D7	1.2D+1.2F+LL	Si	
D8	1.2D+1.2F+0.5Wx	Si	
D9	1.2D+1.2F+0.5Wz	Si	
D10	1.2D+Wx	Si	
D11	1.2D+Wz	Si	
D12	1.2D+Wx+LL	Si	
D13	1.2D+Wz+LL	Si	
D14	1.2D+1.2F+Wx	Si	
D15	1.2D+1.2F+Wz	Si	
D16	1.2D+1.2F+Wx+LL	Si	
D17	1.2D+1.2F+Wz+LL	Si	
D18	0.9D+Wx	Si	
D19	0.9D+Wz	Si	
D20	1.2D+Ex	Si	
D21	1.2D+Ez	Si	
D22	1.2D+Ex+LL	Si	
D23	1.2D+Ez+LL	Si	
D24	1.2D+1.2F+Ex	Si	
D25	1.2D+1.2F+Ez	Si	
D26	1.2D+1.2F+Ex+LL	Si	
D27	1.2D+1.2F+Ez+LL	Si	
D28	1.2D+1.2F+Ex	Si	
D29	1.2D+1.2F+Ez	Si	
D30	1.2D+1.2F+Ex+LL	Si	
D31	1.2D+1.2F+Ez+LL	Si	
D32	1.2D+1.2F+Ex	Si	
D33	1.2D+1.2F+Ez	Si	
D34	1.2D+1.2F+Ex+LL	Si	
D35	1.2D+1.2F+Ez+LL	Si	
D36	0.9D+Ex	Si	
D37	0.9D+Ez	Si	
D38	0.9D+0.9F+Ex	Si	
D39	0.9D+0.9F+Ez	Si	


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>ipe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	12 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Figura 9.** Combinaciones de Servicio.

Condiciones de carga			
Condición	Descripción	Comb.	Categoría
S1	D	Si	
S2	D+F	Si	
S3	D+LL	Si	
S4	D+F+LL	Si	
S5	D+0.75LL	Si	
S6	D+F+0.75LL	Si	
S7	D+0.6Wx	Si	
S8	D+0.6Wz	Si	
S9	D+0.7Ex	Si	
S10	D+0.7Ez	Si	
S11	D+F+0.6Wx	Si	
S12	D+F+0.6Wz	Si	
S13	D+F+0.7Ex	Si	
S14	D+F+0.7Ez	Si	
S15	D+0.75LL+0.45Wx	Si	
S16	D+0.75LL+0.45Wz	Si	
S17	0.6D+0.6Wx	Si	
S18	0.6D+0.6Wz	Si	
S19	D+Ex	Si	
S20	D+Ez	Si	
S21	D+F+Ex	Si	
S22	D+F+Ez	Si	
S23	D+0.75LL+0.525Ex	Si	
S24	D+0.75LL+0.525Ez	Si	
S25	D+0.525Ex	Si	
S26	D+0.525Ez	Si	
S27	D+F+0.525Ex	Si	
S28	D+F+0.525Ez	Si	
S29	0.6D+0.7Ex	Si	
S30	0.6D+0.7Ez	Si	
S31	0.6D+F+0.7Ex	Si	
S32	0.6D+F+0.7Ez	Si	

### 6.3. CARGA PERMANENTE

Se consideran cargas muertas a todas aquellas fuerzas que actúan sobre la estructura de manera permanente. El peso propio es calculado por el software RAM Elements con las características de la sección y material que conforma la estructura.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA:
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	13 de 114 REV: <b>A</b>

**Tabla 4.** Carga Permanente en Soporte CPS-01.


SOPORTE (TAG)	PIPING GUIDE				Peso Válvula + Accesorios	Peso Total (kg)
	DIÁMETRO (in)	Longitud de Influenci a (m)	PESO			
			Vacío (kg/m)	Peso Tubería (kg)		
CPS-01	Tubería Ø1" SCH 80	4	3,24	12,96	15	27,96
	Tubería Ø2" SCH STD	4	5,44	21,76	32	53,76
	Tubería Ø1 1/2", SCH XS	4	5,41	21,64	22	43,64
	Tubería Ø3" SCH STD	4	11,29	45,16	56	101,16
	Tubería Ø12" SCH STD	4	73,78	295,12	780	1075,12
	Tubería Ø10" SCH STD	4	60,29	241,16	515	756,16
	Tubería Ø16" SCH STD	4	93,17	372,68	1893	2265,68

**Tabla 5.** Carga Permanente en Soporte CPS-02.

SOPORTE (TAG)	PIPING GUIDE				Peso Válvula + Accesorios	Peso Total (kg)
	DIÁMETRO (in)	Longitud de Influenci a (m)	PESO			
			Vacío (kg/m)	Peso Tubería (kg)		
CPS-02	Tubería Ø3" SCH 80	4	15,27	61,08	62	123,08
	Tubería Ø2" SCH 80	4	7,48	29,92	43	72,92
	Tubería Ø1" SCH 80	4	3,24	12,96	15	27,96
	Tubería Ø4" SCH 40	4	16,07	64,28	76	140,28

**Tabla 6.** Carga Permanente en Soporte PSS-01.

SOPORTE (TAG)	PIPING GUIDE				Peso Válvula + Accesorios	Peso Total (kg)
	DIÁMETRO (in)	Longitud de Influencia (m)	PESO			
			Vacío (kg/m)	Peso Tubería (kg)		
PSS-01	Tubería Ø3", SCH 80	2	15,27	30,54	62	92,54
	Tubería Ø2", SCH 80	2	7,48	14,96	43	57,96
	Tubería Ø1", SCH 80	2	3,24	6,48	15	21,48

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	14 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Tabla 7.** Carga Permanente en Soporte PSS-03.


SOPORTE (TAG)	PIPING GUIDE				Peso Válvula + Accesorios	Peso Total (kg)
	DIÁMETRO (in)	Longitud de Influencia (m)	PESO			
			Vacío (kg/m)	Peso Tubería (kg)		
PSS-03	Tubería Ø3", SCH 80	2	15,27	30,54	62	92,54

**Tabla 8.** Carga Permanente en Soporte PSS-06.

SOPORTE (TAG)	PIPING GUIDE				Peso Válvula + Accesorios	Peso Total (kg)
	DIÁMETRO (in)	Longitud de Influencia (m)	PESO			
			Vacío (kg/m)	Peso Tubería (kg)		
PSS-06	Tubería Ø8", SCH 80	4,5	64,64	290,88	1348,878	1639,758

**Tabla 9.** Carga Permanente en Soporte PSS-08.

SOPORTE (TAG)	PIPING GUIDE				Peso Válvula + Accesorios	Peso Total (kg)
	DIÁMETRO (in)	Longitud de Influencia (m)	PESO			
			Vacío (kg/m)	Peso Tubería (kg)		
PSS-08	Tubería Ø1", SCH 80	3	3,24	9,72	15	24,72
	Tubería Ø4", SCH 40	5	16,07	80,35	140,356	220,706

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	15 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## 6.4. CARGA DE FLUIDO

Se toma en cuenta como carga Viva, al peso en operación de tubería llena de agua.

**Tabla 10.** Carga de Fluido en Soporte CPS-01.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
CPS-01	Tubería Ø1", SCH 80	1,86
	Tubería Ø2", SCH STD	8,65
	Tubería Ø1 1/2", SCH XS	4,57
	Tubería Ø3", SCH STD	19,07
	Tubería Ø12", SCH STD	291,79
	Tubería Ø10", SCH STD	203,42
	Tubería Ø16", SCH STD	471,39

**Tabla 11.** Carga de Fluido en Soporte CPS-02.


SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
CPS-02	Tubería Ø3", SCH 80	17,05
	Tubería Ø2", SCH 80	7,61
	Tubería Ø1", SCH 80	1,86
	Tubería Ø4", SCH 40	32,85

**Tabla 12.** Carga de Fluido en Soporte PSS-01.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-01	Tubería Ø3", SCH 80	8,52
	Tubería Ø2", SCH 80	3,81
	Tubería Ø1", SCH 80	0,93

**Tabla 13.** Carga de Fluido en Soporte PSS-03.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-03	Tubería Ø3", SCH 80	8,52

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	16 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Tabla 14.** Carga de Fluido en Soporte PSS-06.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-06	Tubería Ø8", SCH 80	132,61

**Tabla 15.** Carga de Fluido en Soporte PSS-08.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-08	Tubería vacía Ø1", SCH 80	1,39
	Tubería vacía Ø4", SCH 40	41,06

## 6.5. CARGA VIVA POR FRICCIÓN

Se considera en el diseño una carga horizontal de fricción transferida al soporte causadas por la expansión térmica de las tuberías, este valor está de acuerdo a la norma Process Industry Practices Structural PIP STC01015:

**Tabla 16.** Valores de Coeficiente de Fricción.

TABLE 2. COEFFICIENTS OF FRICTION	
Steel to Steel	0.4
Steel to Concrete	0.6
Proprietary Sliding Surfaces or Coatings (e.g., "Teflon")	According to Manufacturer's Instructions

**Tabla 17.** Carga Viva por Fricción en Soporte CPS-01.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
CPS-01	Tubería Ø1", SCH 80	5,93
	Tubería Ø2", SCH STD	12,16
	Tubería Ø1 1/2", SCH XS	10,48
	Tubería Ø3", SCH STD	25,69
	Tubería Ø12", SCH STD	234,76
	Tubería Ø10", SCH STD	177,83
	Tubería Ø16", SCH STD	337,63



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	17 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Tabla 18.** Carga Viva por Fricción en Soporte CPS-02.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
CPS-02	Tubería vacía Ø3", SCH 80	31,25
	Tubería vacía Ø2", SCH 80	15,01
	Tubería vacía Ø1", SCH 80	5,93
	Tubería vacía Ø4", SCH 40	38,85

**Tabla 19.** Carga Viva por Fricción en Soporte PSS-01.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-01	Tubería vacía Ø3", SCH 80	15,63
	Tubería vacía Ø2", SCH 80	7,51
	Tubería vacía Ø1", SCH 80	2,96

**Tabla 20.** Carga Viva por Fricción en Soporte PSS-03.


SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-03	Tubería Ø3", SCH 80	15,63

**Tabla 21.** Carga Viva por Fricción en Soporte PSS-06.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-06	Tubería Ø8", SCH 80	169,39

**Tabla 22.** Carga Viva por Fricción en Soporte PSS-08.

SOPORTE (TAG)	DIÁMETRO (in)	Peso Puntual (kg)
PSS-08	Tubería vacía Ø1", SCH 80	4,44
	Tubería vacía Ø4", SCH 40	48,57

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	18 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## 6.6. CARGA DE VIENTO

Para la obtención de la presión del viento ( $q_z$ ) se utilizará la siguiente ecuación de acuerdo a la ASCE 7-16 (Eq 26. 10-1):

$$q_z = 0.613 * K_z * K_{ZT} * K_d * K_e * V^2 \quad [N/m^2]$$

### Velocidad básica del viento

El efecto del viento se considera en general en los ejes principales de una construcción.

La velocidad básica del viento según la Norma Boliviana APNB 1225003-1 para Santa Cruz es:


$$V = 42.60 \text{ m/s}$$

### ➤ Determinación del factor direccional $K_d$

**Tabla 23.** Factor de Direccionalidad del Viento,  $K_d$  (ASCE 7-16, tabla 26.6-1).

Structure Type	Directionality Factor $K_d$
<b>Buildings</b>	
Main Wind Force Resisting System	0.85
Components and Cladding	0.85
Arched Roofs	0.85
Circular Domes	1.0 <sup>a</sup>
Chimneys, Tanks, and Similar Structures	
Square	0.90
Hexagonal	0.95
Octagonal	1.0 <sup>a</sup>
Round	1.0 <sup>a</sup>
Solid Freestanding Walls, Roof Top Equipment, and Solid Freestanding and Attached Signs	0.85
Open Signs and Single-Plane Open Frames	0.85
Trussed Towers	
Triangular, square, or rectangular	0.85
All other cross sections	0.95
<sup>a</sup> Directionality factor $K_d=0.95$ shall be permitted for round or octagonal structures with nonaxisymmetric structural systems.	

$$K_d = 0.95$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	19 de 114
		REV:
		<b>A</b>

➤ **Determinación del factor de elevación del terreno  $K_e$**


**Tabla 24.** Factor Elevación del Terreno,  $K_e$  (ASCE 7-16, tabla 26.9-1).

Table 26.9-1 Ground Elevation Factor, $K_e$		
Ground Elevation above Sea Level		Ground Elevation Factor $K_e$
ft	m	
<0	<0	See note 2
0	0	1.00
1,000	305	0.96
2,000	610	0.93
3,000	914	0.90
4,000	1,219	0.86
5,000	1,524	0.83
6,000	1,829	0.80
>6,000	>1,829	See note 2

*Notes*

- The conservative approximation  $K_e = 1.00$  is permitted in all cases.
- The factor  $K_e$  shall be determined from the above table using interpolation or from the following formula for all elevations:  
 $K_e = e^{-0.000362z_g}$  ( $z_g$  = ground elevation above sea level in ft).  
 $K_e = e^{-0.000119z_g}$  ( $z_g$  = ground elevation above sea level in m).
- $K_e$  is permitted to be take as 1.00 in all cases.

$$K_e = 1$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	20 de 114
		REV:
		<b>A</b>

➤ **Determinación de categoría de exposición K<sub>z</sub>**

**Exposición C.** Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que **10.00 m**. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

**Tabla 25.** Coeficientes de Exposición de Presión de la Velocidad, K<sub>h</sub> y K<sub>z</sub> (ASCE 7-16, tabla 26.10-1).


Height above Ground Level, z		Exposure		
ft	m	B	C	D
0-15	0-4.6	0.57 (0.70) <sup>a</sup>	0.85	1.03
20	6.1	0.62 (0.70) <sup>a</sup>	0.90	1.08
25	7.6	0.66 (0.70) <sup>a</sup>	0.94	1.12
30	9.1	0.70	0.98	1.16
40	12.2	0.76	1.04	1.22
50	15.2	0.81	1.09	1.27
60	18.0	0.85	1.13	1.31
70	21.3	0.89	1.17	1.34
80	24.4	0.93	1.21	1.38
90	27.4	0.96	1.24	1.40
100	30.5	0.99	1.26	1.43
120	36.6	1.04	1.31	1.48
140	42.7	1.09	1.36	1.52
160	48.8	1.13	1.39	1.55
180	54.9	1.17	1.43	1.58
200	61.0	1.20	1.46	1.61
250	76.2	1.28	1.53	1.68
300	91.4	1.35	1.59	1.73
350	106.7	1.41	1.64	1.78
400	121.9	1.47	1.69	1.82
450	137.2	1.52	1.73	1.86
500	152.4	1.56	1.77	1.89

<sup>a</sup>Use 0.70 in Chapter 28, Exposure B, when z < 30 ft (9.1 m).

**Notes**

- The velocity pressure exposure coefficient K<sub>z</sub> may be determined from the following formula:  
For 15 ft (4.6 m) ≤ z ≤ z<sub>g</sub>     $K_z = 2.01(z/z_g)^{2/\alpha}$   
For z < 15 ft (4.6 m)     $K_z = 2.01(15/z_g)^{2/\alpha}$
- α and z<sub>g</sub> are tabulated in Table 26.11-1.
- Linear interpolation for intermediate values of height z is acceptable.
- Exposure categories are defined in Section 26.7.

$$K_z = 0.85$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	21 de 114
		REV:
		<b>A</b>

### ➤ **Determinación de efecto topográfico Kzt**

Los efectos del aumento de la velocidad del viento sobre lomas, escarpas y colinas aisladas que constituyen cambios abruptos en la topografía general en cualquier categoría de exposición, se consideraron para el caso específico de nuestro proyecto un terreno plano con un valor de:

$$K_{ZT} = 1 \text{ Terreno plano}$$

### ➤ **Presión dinámica**

La presión dinámica  $q_z$ , evaluada a la altura  $z$ , se debe calcular mediante la siguiente ecuación:

$$q_z = 0.613 * K_z * K_{ZT} * K_d * K_e * V^2 \quad [N/m^2]$$

Donde:

$$K_d = 0.95$$

$$K_z = 0.85$$

$$K_{zt} = 1.00$$

$$V = 42.60 \text{ m/s}$$

$$K_e = 1.00$$

$$q_z = 0.613 * 0.85 * 1 * 0.95 * 1 * 42.60^2 \quad [N/m^2]$$

$$q_z = 898.302 \quad [N/m^2]$$


$$q_z = 91.601 \quad [Kg/m^2]$$

## **6.7. CARGA DE SISMO**

De acuerdo con la Norma Boliviana de diseño sísmico 2023, la sollicitación sísmica se determina mediante el método de análisis estático o modal espectral según conveniencia en función al tipo de estructura.

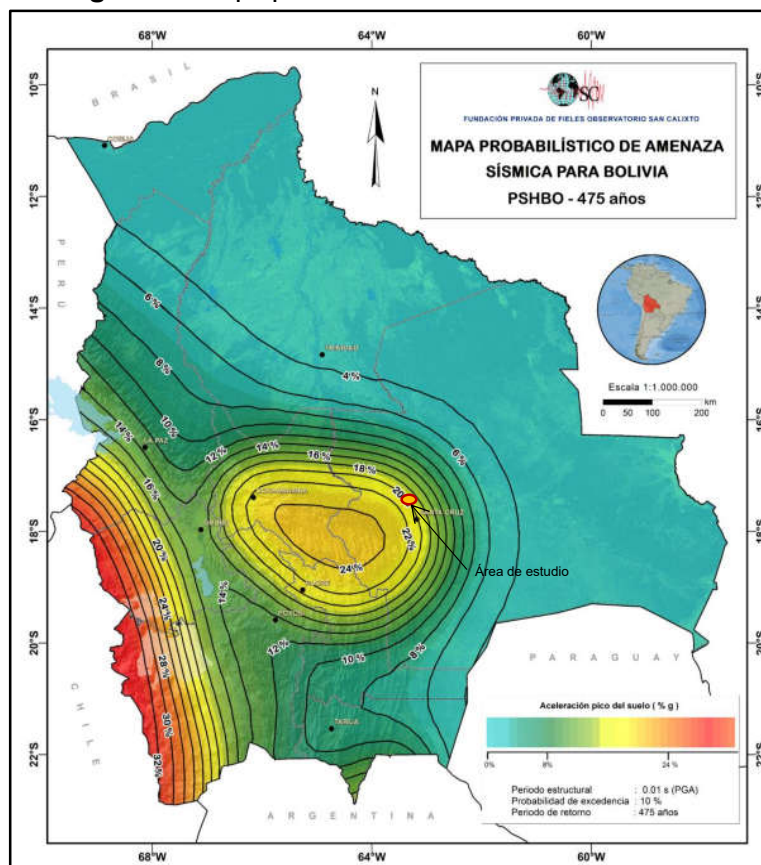
El lugar donde se encuentra el proyecto la actividad sísmica en estas regiones es moderado-alto en comparación en otras zonas morfotectónicas.

Para la determinación Peak Ground Aceleración – PGA, se usó el registro histórico y el mapa probabilístico de amenazas sísmicas, para un periodo de retorno de 475 años, con 10% de probabilidad de excedencia en 10 años.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	22 de 114
		REV:
		<b>A</b>

Para el punto del proyecto fue considerado el rango de excedencia desfavorable de  $PGA=20\%$ .

**Figura 10.** Mapa probabilístico de amenaza sísmica.




Para determinar los espectros de diseño aceleración se determinan los siguientes valores:

- Factor de Importancia  $I_e$

**Tabla 26.** Factor de Importancia,  $I_e$ .

Tipo	$I_e$
IV	1.5
III	1.3
II	1.0
I	Nota <sup>1</sup>

Nota<sup>1</sup>: Edificaciones cuya resistencia y rigidez sean adecuadas para resistir acciones laterales a criterio del proyectista.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	23 de 114
		REV:
		<b>A</b>

➤ Clasificación de suelo de fundación

**Tabla 27.** Tipo de Suelo.

Suelo	Descripción
S0	Roca dura
S1	Roca
S2	Suelo muy rígido - roca blanda
S3	Suelo rígido
S4	Suelo blando
S5	Requiere un análisis de respuesta de sitio

➤ Coeficiente,  $F_a$  y  $F_v$

Los efectos del tipo de suelo en la acción sísmica se pueden considerar a partir de la aplicación de los factores,  $F_a$  y  $F_v$ , en función de la aceleración máxima del suelo,  $S_0$ , (PGA).

**Tabla 28.** Coeficiente de sitio de periodo corto,  $F_a$ .

Tipo de suelo	$S_0$					
	< 0.067	0.133	0.200	0.267	0.333	> 0.400
S0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
S1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
S2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1
S3	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1
S4	2.4	1.7	1.3	1.2	1.2	1.2

*Nota:* Se permite interpolación lineal para valores intermedios.

**Tabla 29.** Coeficiente de sitio de periodo largo  $F_v$


Tipo de suelo	$S_0$					
	< 0.053	0.107	0.160	0.213	0.267	> 0.320
S0	0.64	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
S1	0.64	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
S2	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.4
S3	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7
S4	3.5	3.0	2.8	2.4	2.4	2.4

*Nota:* Se permite interpolación lineal para valores intermedios.

➤ Efecto de topografía y pendientes

Se considera la ubicación topográfica >D, donde el factor será  $\tau = 1$

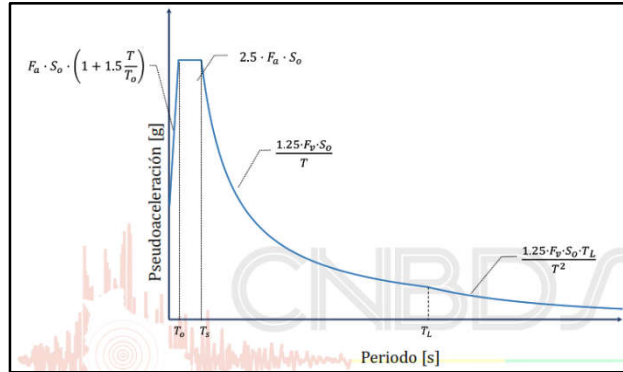


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	24 de 114
		REV:
		<b>A</b>

➤ Espectros de respuestas

La parametrización del espectro elástico,  $S_{ae}$  (Figura 3) se realizará mediante las ecuaciones de las tablas (Tabla 13 y Tabla 14), ramas y periodos de regiones, respectivamente.

**Figura 11.** Espectro elástico de pseudoaceleración en unidades de, g.



**Tabla 30.** Parametrización del espectro elástico de pseudoaceleración.

Rama	Pseudoaceleración ( $S_{ae}$ )
$T < T_0$	$F_a \cdot S_0 \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{T}{T_0}\right)$
$T_0 \leq T \leq T_s$	$2.5 \cdot F_a \cdot S_0$
$T_s < T \leq T_L$	$\frac{1.25 \cdot F_v \cdot S_0}{T}$
$T_L < T$	$\frac{1.25 \cdot F_v \cdot S_0 \cdot T_L}{T^2}$

**Tabla 31.** Periodo límite inicial, corto y largo.

$T_0$	$T_s$	$T_L$
$0.15 \cdot \frac{F_v}{F_a}$	$0.5 \cdot \frac{F_v}{F_a}$	$4 \cdot \frac{F_v}{F_a}$


➤ Espectro de diseño

El espectro de diseño  $S_a$ , es el espectro elástico afectado por los factores, de reducción  $R$  de importancia  $I_e$  y topografía  $\tau$ , definido por:

$$S_a = \frac{S_{ae} \cdot I_e \cdot \tau}{R}$$

$S_{ae}$ = Espectro elástico de Pseudoaceleración definido.




	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	25 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Tabla 32.** Coeficientes de reducción, R, amplificación, Cd y valores de distorsión  $\Delta^1$ .

Sistema Estructural	R	C <sub>d</sub>	$\Delta^1$
<b>Hormigón<sup>2</sup></b>			
<b>Sistema de Pórticos</b>			
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos	8	5.5	0.012
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos	5	4.5	0.011
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos	3	2.5	0.010
<b>Sistema de Entrepiso sin Viga</b>			
Entrepisos planos compuestos por losas macizas o nervadas bidireccionales con ábacos, apoyados en columnas con o sin capiteles. Altura máxima, 30 m.	2.5	1.8	0.007
Entrepisos planos compuestos por losas macizas o nervadas bidireccionales con ábacos, apoyados en columnas con o sin capiteles y muros de corte ordinarios. Altura máxima, 30 m.	4	3.6	0.008
<b>Sistema de Entrepiso con Vigas Planas</b>			
Entrepisos planos apoyados en vigas planas y columnas. Altura máxima, 30 m.	2.5	1.8	0.007
Entrepisos planos apoyados en vigas planas (b ≥ 400 mm) y columnas. Altura máxima, 30 m.	4	3.6	0.008
Entrepisos planos de losas macizas o nervadas bidireccionales con ábacos apoyados en un sistema dual de columnas especiales con o sin capiteles y muros de corte especiales y vigas planas (b ≥ 400 mm).	5.5	4.5	0.009
<b>Sistema de Muros</b>			
Muros estructurales Especiales	6	5	0.009
Muros estructurales Ordinarios	5	4.5	0.008
<b>Sistemas Duales</b>			
Pórticos Especiales con Muros Especiales	7	5.5	0.010
Pórticos Especiales con Muros Especiales acoplados	8	8	0.010
Pórticos Especiales con Muros Ordinarios	6	5	0.009
Pórticos Intermedios con Muros Especiales	6.5	5	0.009
Pórticos Intermedios con Muros Ordinarios	5.5	4.5	0.008
Pórticos Ordinarios con Muros Ordinarios	4.5	4	0.007
Sistemas de muros de ductilidad limitada	4	3.6	0.006
<b>Acero</b>			
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos	8	5.5	0.010
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos	4.5	4	0.009
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos	3.5	3	0.008
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados	6	5	0.009
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados	3.25	3.25	0.008
Pórticos Excéntricamente Arriostrados	8	4	0.010


**Tabla 33.** Coeficientes de reducción, R, amplificación, Cd y valores de distorsión  $\Delta^1$ .

DATOS	PARÁMETROS
PGA (So) (%g)	20
Tipo de suelo	S4
Tipo de edificación	IV
Coeficiente de sitio de periodo corto "Fa"	1.300
Coeficiente de sitio de periodo largo "Fv"	2.498
Periodo limite inicial "To" (Seg)	0.288
Periodo limite corto "Ts" (Seg)	0.961
Periodo limite largo "TL" (Seg)	7.686
Factor de importancia "Ie"	1.500
Topografía "τ"	1.000
Factor de Reducción "R"	3.500

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	26 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Tabla 34.** Coeficientes de reducción, R, amplificación, Cd y valores de distorsión  $\Delta^1$ .

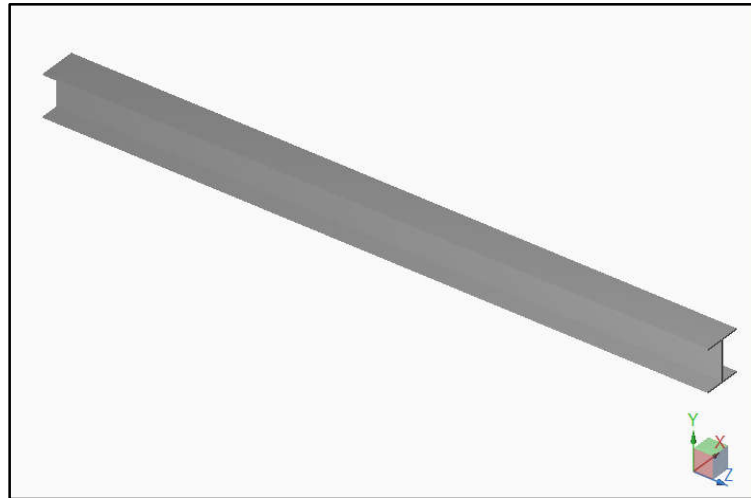
PUNTOS	PERIODO	ESPECTRO DE DISEÑO ACCELERACIÓN
	seg	Sa [g]
1	0	0.1114
2	0.05	0.1404
3	0.1	0.1694
4	0.15	0.1984
5	0.2	0.2274
6	0.25	0.2564
7	0.3	0.2786
8	0.4	0.2786
9	0.45	0.2786
10	0.6	0.2786
11	0.7	0.2786
12	0.8	0.2786
13	1	0.2677
14	1.2	0.223
15	1.5	0.1784
16	2	0.1338
17	2.5	0.1071
18	3	0.0892
19	3.5	0.0765
20	4	0.0669
21	4.5	0.0595
22	5	0.0535
23	5.5	0.0487
24	6	0.0446
25	6.5	0.0412
26	7	0.0382
27	7.5	0.0357
28	8	0.0321
29	8.5	0.0285
30	9	0.0254
31	9.5	0.0228
32	10	0.0206

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	27 de 114
		REV:
		<b>A</b>

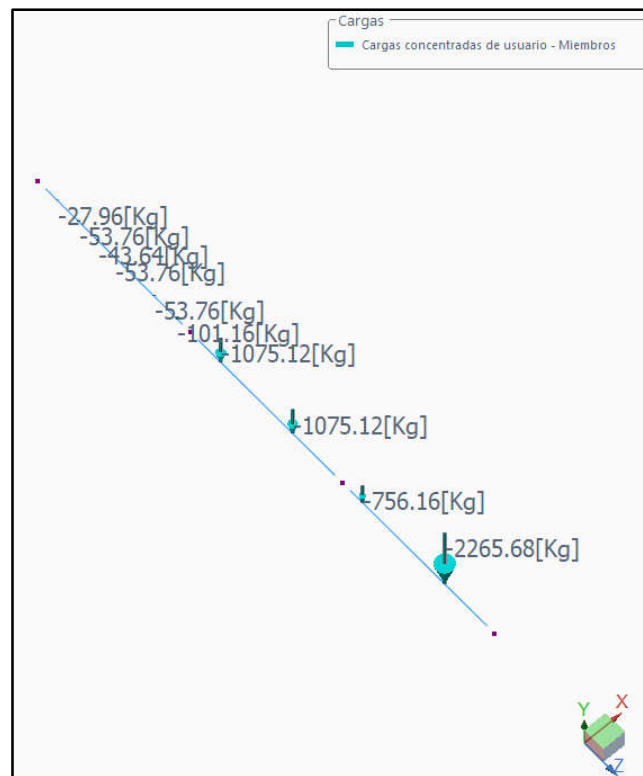
## 7. CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE CPS-01


### 7.1. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**Figura 12.** Vista Isométrica 3D.

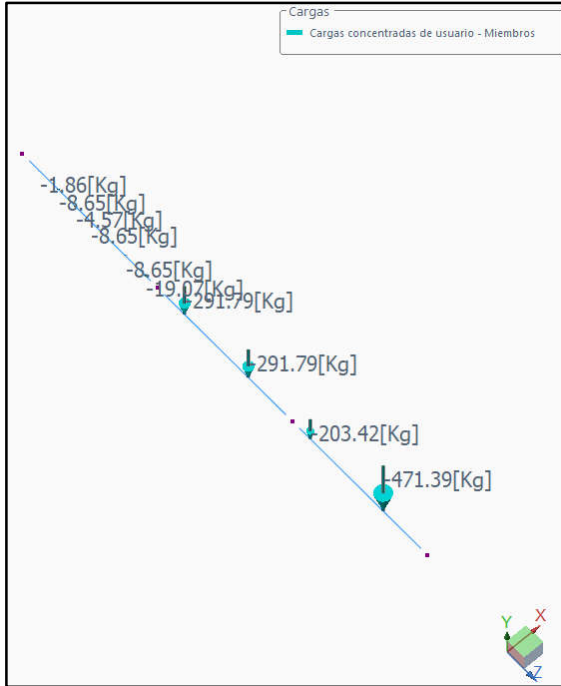


**Figura 13.** Carga Permanente

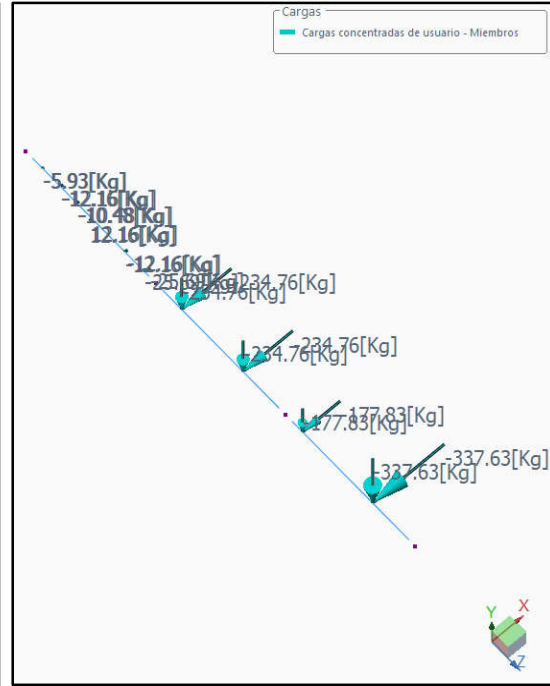


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	28 de 114
		REV:
		<b>A</b>

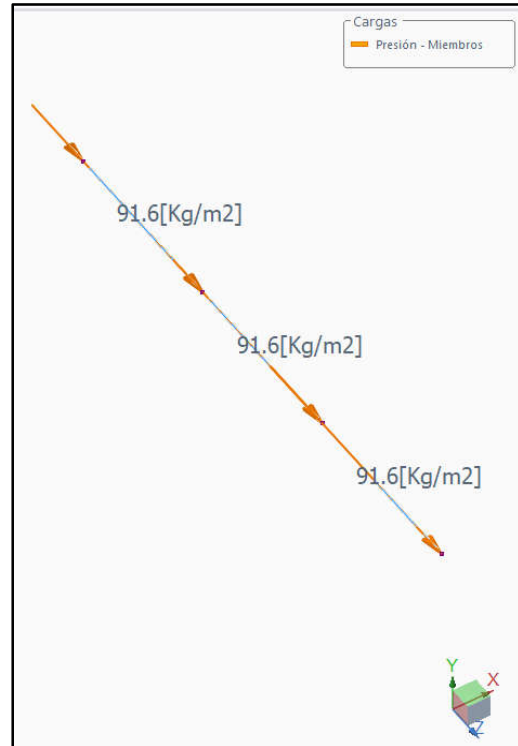
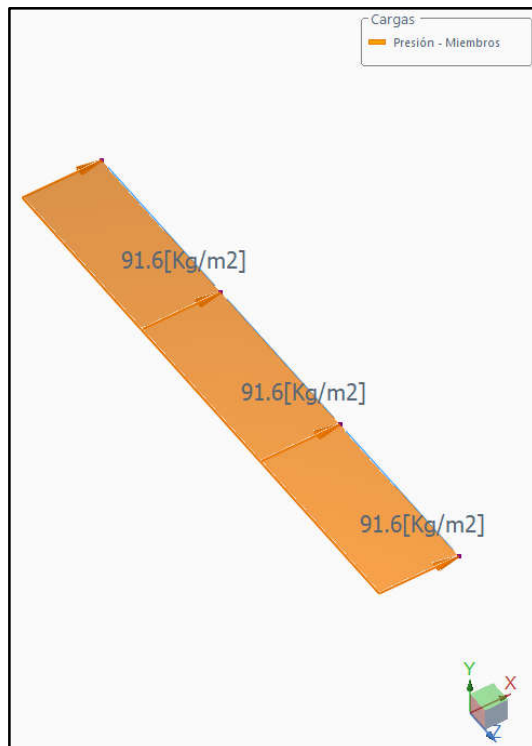
**Figura 14. Carga de Fluido**




**Figura 15. Carga Viva por Fricción**



**Figura 16. Carga de Viento en Dirección X y Z**

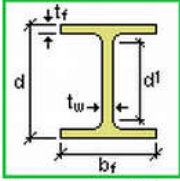


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	29 de 114
		REV:
		<b>A</b>

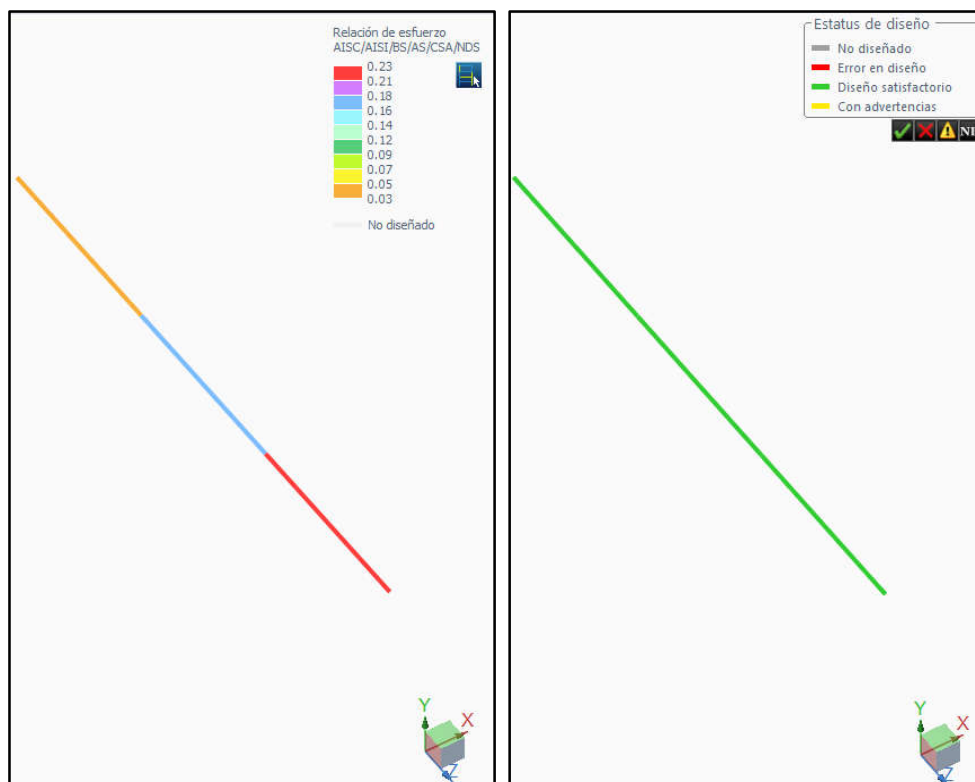
## 7.2. DISEÑO Y VERIFICACIÓN


La geometría del soporte metálico, sección y material serán verificadas con todos los estados de carga y combinaciones actuantes. Todos los elementos deben cumplir que su relación de tensiones sea inferior a 1 ( $Rel < 1$ ).

**Figura 17. Perfil W150x22.5**

Nombre de la sección: <b>W150X22.5 (BR)</b>			
Dimensiones			
			
bf	=	15.200	[cm] Width
d	=	15.200	[cm] Depth
d1	=	11.900	[cm] Web Depth
tf	=	0.660	[cm] Flange thickness
tw	=	0.580	[cm] Web thickness

**Figura 18. Relación de esfuerzos < 1.00.**



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	30 de 114
		REV:
		<b>A</b>


## Diseño de Acero

### Resumen - Máximo por sección

**Estados de carga considerados :**

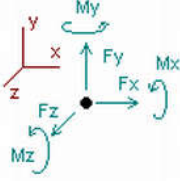
D1=1.4D  
 D2=1.4D+1.4F  
 D3=1.2D+1.6LL  
 D4=1.2D+1.2F+1.6LL  
 D5=1.2D+0.5Wx  
 D6=1.2D+0.5Wz  
 D7=1.2D+1.2F+LL  
 D8=1.2D+1.2F+0.5Wx  
 D9=1.2D+1.2F+0.5Wz  
 D10=1.2D+Wx  
 D11=1.2D+Wz  
 D12=1.2D+Wx+LL  
 D13=1.2D+Wz+LL  
 D14=1.2D+1.2F+Wx  
 D15=1.2D+1.2F+Wz  
 D16=1.2D+1.2F+Wx+LL  
 D17=1.2D+1.2F+Wz+LL  
 D18=0.9D+Wx  
 D19=0.9D+Wz  
 D20=1.2D+Ex  
 D21=1.2D+Ez  
 D22=1.2D+Ex+LL  
 D23=1.2D+Ez+LL  
 D24=1.2D+1.2F+Ex  
 D25=1.2D+1.2F+Ez  
 D26=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D27=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D28=1.2D+1.2F+Ex  
 D29=1.2D+1.2F+Ez  
 D30=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D31=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D32=1.2D+1.2F+Ex  
 D33=1.2D+1.2F+Ez  
 D34=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D35=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D36=0.9D+Ex  
 D37=0.9D+Ez  
 D38=0.9D+0.9F+Ex  
 D39=0.9D+0.9F+Ez

Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
	<b>W150X22.5</b>	<b>3</b>	<b>D2 en 100.00%</b>	<b>0.23</b>	<b>Bien</b>	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 31 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

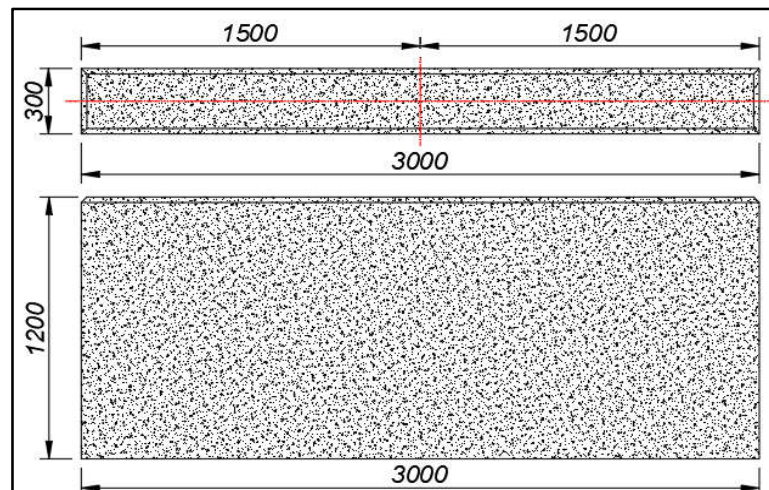
### 7.3. CÁLCULO DE LA FUNDACIÓN


Para el cálculo de la fundación se realizó con la combinación de carga más desfavorable y en los nodos más solicitados.

Resultados del Análisis						
Nudos						
Reacciones						
 <p>Direcciones de fuerzas y momentos positivos</p>						
Nudo	Fuerzas [Kg]			Momentos [Kg*m]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Estado D4=1.2D+1.2F+1.6LL						
1	30.29462	227.37880	0.00000	-41.57902	4.70489	0.00000
2	416.66548	2936.03600	0.00000	570.50461	-81.45681	0.00000
3	487.41837	2674.28980	0.00000	-345.45174	66.96337	0.00000
4	728.40552	4083.56520	0.00000	-54.85046	-0.26210	0.00000
SUM	1662.78400	9921.26970	0.00000	128.62339	-10.05065	0.00000

#### 7.3.1. Geometría de la Fundación

Figura 19. Geometría de la Fundación



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	32 de 114
		REV:
		<b>A</b>

#### DATOS:

A = 0.30 m Ancho de la Fundación

B = 3.00 m Largo de la Fundación

H = 1.200 m Altura de la Fundación

$\gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$  = 2500 kg/m<sup>3</sup> Peso Específico H<sup>°</sup>A<sup>°</sup>

$W_F$  =  $A * B * H * \gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$

$W_F$  = 0.30 m \* 3.00 m \* 1.200 m \* 2500 kg/m<sup>3</sup>

$W_F$  = 2700 kg Peso Fundación

#### 7.3.2. Verificación de la Tensión Admisible

$\sigma_{adm}$  = 1.50 kg/cm<sup>2</sup> Tensión Admisible

$F_y$  = 9921.27 kg Fuerza Axial

$W_F$  = 2700 kg Peso Fundación

$W_T$  =  $F_y + W_F$

$W_T$  = 9921.27 kg + 2700 kg


$W_T$  = 12621.27 kg Peso Total

$A_c$  =  $A * B$

$A_c$  = 30 cm \* 300 cm

$A_c$  = 9000 cm<sup>2</sup> Área de Contacto Suelo Fundación



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	33 de 114
		REV:
		<b>A</b>

$$\sigma_1 = W_T / A_c$$

$$\sigma_1 = 12621.27 \text{ kg} / 9000 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_1 = 1.402 \text{ kg/cm}^2$$

#### VERIFICACIÓN

$$\sigma_1 < \sigma_{adm}$$

$$1.402 \text{ kg/cm}^2 < 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

**Ok. ¡Cumple...!!**

### 7.3.3. Cálculo de Armadura para Fundación

Cuantía mínima para fundación ( $\varphi = 0.0045$ )

Considerando la sección de hormigón:

$$A = 30 \text{ cm}$$

$$B = 300 \text{ cm}$$

$$A_s = \varphi * A * B = 0.0045 * 30 \text{ cm} * 300 \text{ cm}$$

$$A_s = 40.500 \text{ cm}^2$$

Considerando como refuerzo la barra de Ø12 mm (1/2") de diámetro se tiene:


$$\text{Área } (\text{Ø}12) = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$N^{\circ} \text{ Barras} = A_s / \text{Área } (\text{Ø}12) = 40.500 / 1.13 = 35.84 \text{ barras} \approx 36 \text{ barras}$$

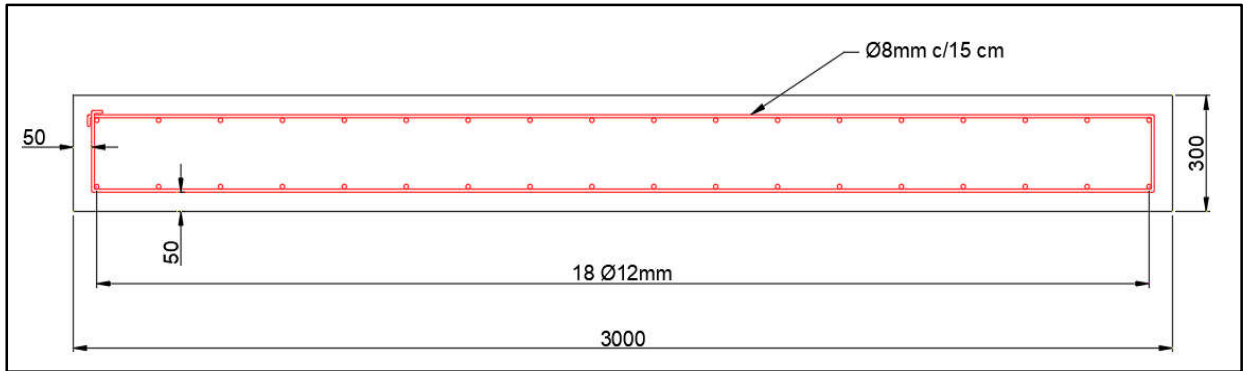
Para cubrir el área requerida se adoptó 36 barras Ø12 mm (1/2"), distribuidos uniformemente en toda la cara de la fundación.

Se colocó armadura de estribo:

$$A_s (\text{estribo}) = \text{Ø}8 \text{ mm c/15 cm}$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	34 de 114
		REV:
		<b>A</b>

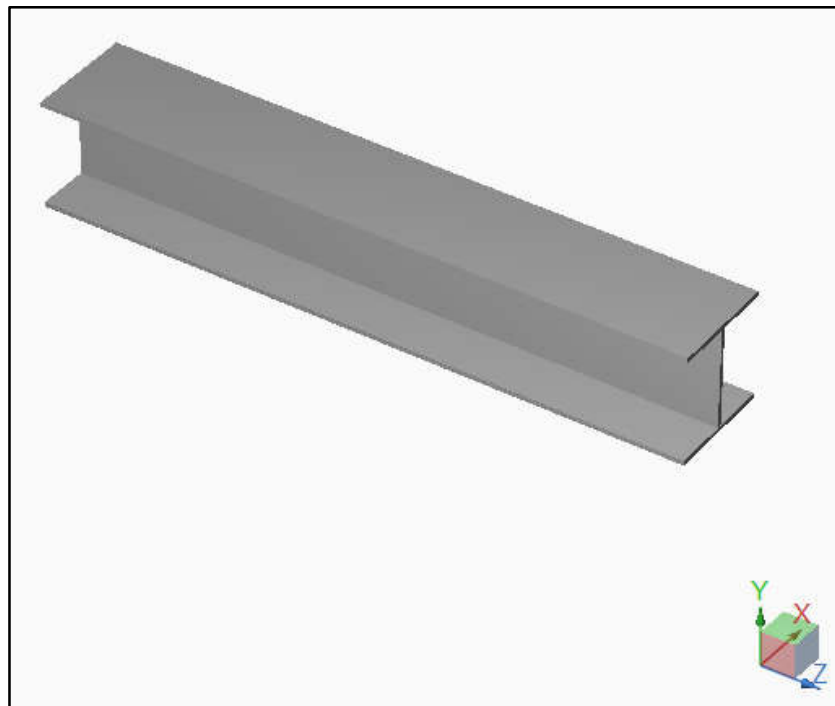
**Figura 20.** Detalle de Armadura




## 8. CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE CPS-02

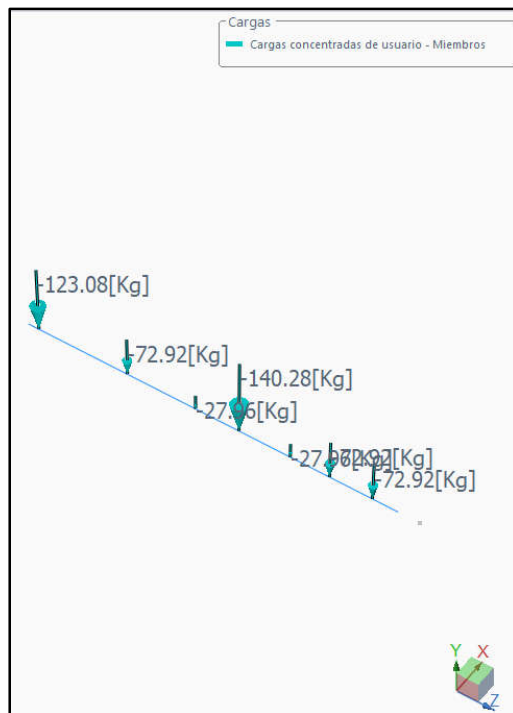
### 8.1. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**Figura 21.** Vista Isométrica 3D.

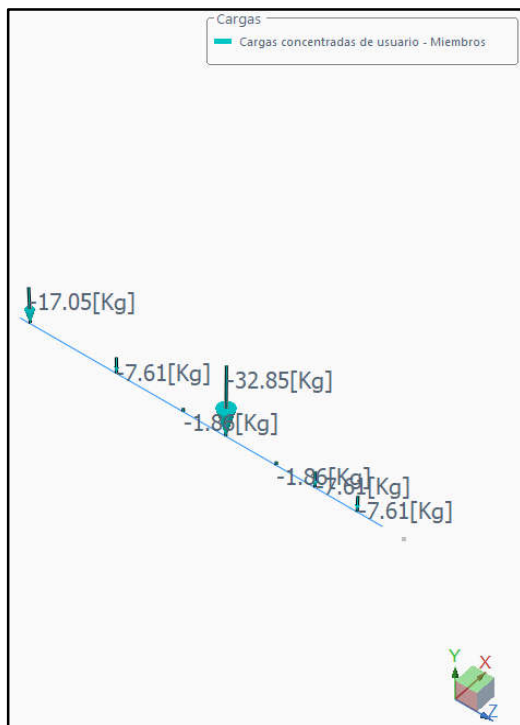


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	35 de 114
		REV:
		<b>A</b>

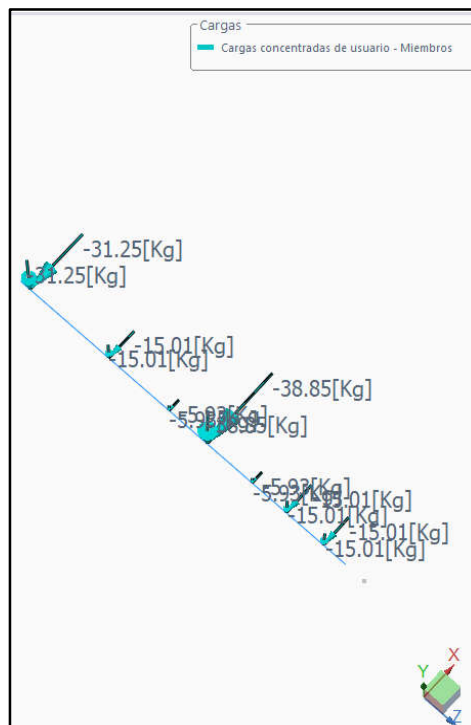
**Figura 22. Carga Permanente**




**Figura 23. Carga de Fluido**

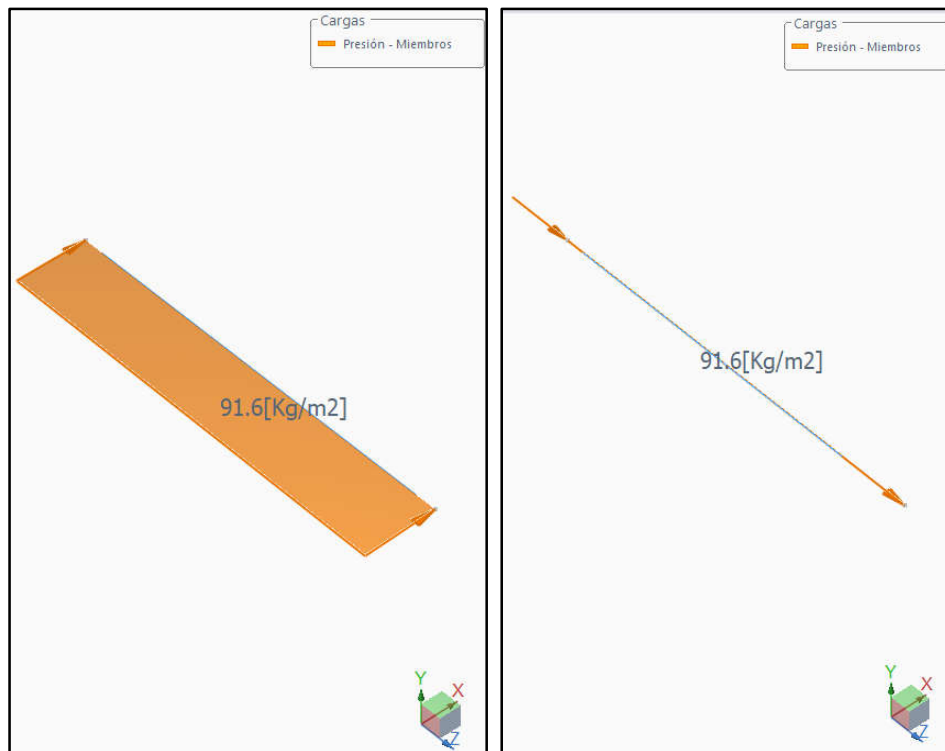


**Figura 24. Carga Viva por Fricción**



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	36 de 114
		REV:
		<b>A</b>

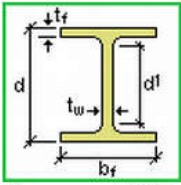
**Figura 25.** Carga de Viento en Dirección X y Z




## 8.2. DISEÑO Y VERIFICACIÓN

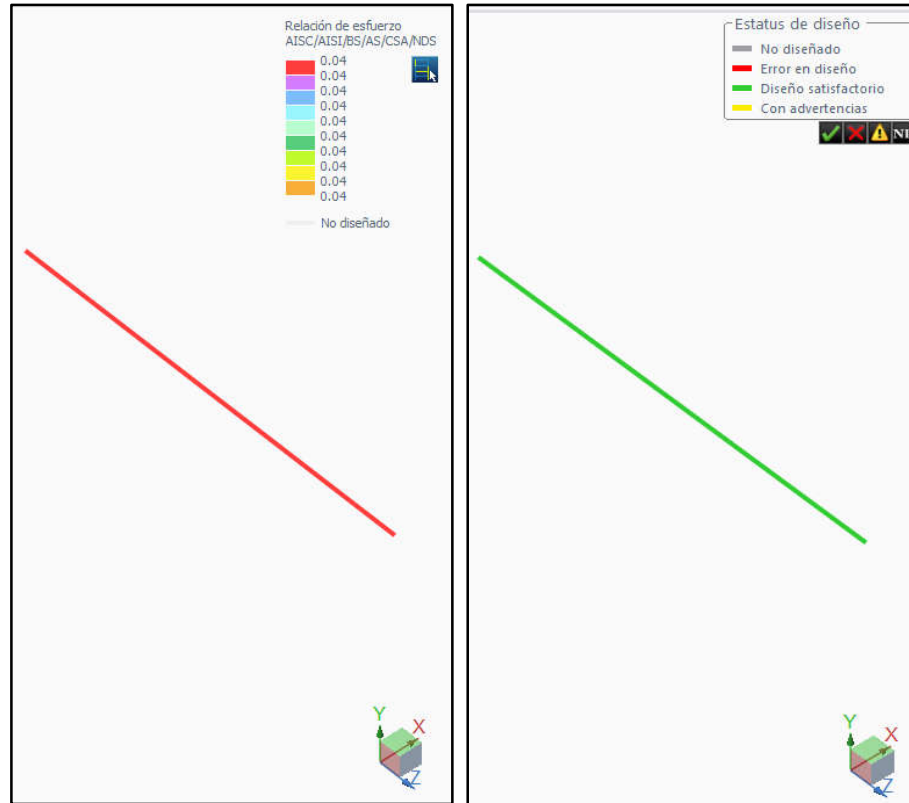
La geometría del soporte metálico, sección y material serán verificadas con todos los estados de carga y combinaciones actuantes. Todos los elementos deben cumplir que su relación de tensiones sea inferior a 1 ( $Rel < 1$ ).


**Figura 26.** Perfil W150x22.5

Nombre de la sección: W150X22.5 (BR)			
Dimensiones			
			
bf	=	15.200	[cm] Width
d	=	15.200	[cm] Depth
d1	=	11.900	[cm] Web Depth
tf	=	0.660	[cm] Flange thickness
tw	=	0.580	[cm] Web thickness

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	37 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Figura 27.** Relación de esfuerzos < 1.00.



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	38 de 114
		REV:
		<b>A</b>


## Diseño de Acero

### Resumen - Máximo por sección

**Estados de carga considerados :**

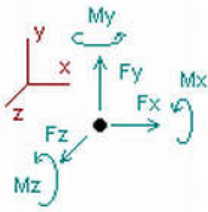
D1=1.4D  
 D2=1.4D+1.4F  
 D3=1.2D+1.6LL  
 D4=1.2D+1.2F+1.6LL  
 D5=1.2D+0.5Wx  
 D6=1.2D+0.5Wz  
 D7=1.2D+1.2F+LL  
 D8=1.2D+1.2F+0.5Wx  
 D9=1.2D+1.2F+0.5Wz  
 D10=1.2D+Wx  
 D11=1.2D+Wz  
 D12=1.2D+Wx+LL  
 D13=1.2D+Wz+LL  
 D14=1.2D+1.2F+Wx  
 D15=1.2D+1.2F+Wz  
 D16=1.2D+1.2F+Wx+LL  
 D17=1.2D+1.2F+Wz+LL  
 D18=0.9D+Wx  
 D19=0.9D+Wz  
 D20=1.2D+Ex  
 D21=1.2D+Ez  
 D22=1.2D+Ex+LL  
 D23=1.2D+Ez+LL  
 D24=1.2D+1.2F+Ex  
 D25=1.2D+1.2F+Ez  
 D26=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D27=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D28=1.2D+1.2F+Ex  
 D29=1.2D+1.2F+Ez  
 D30=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D31=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D32=1.2D+1.2F+Ex  
 D33=1.2D+1.2F+Ez  
 D34=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D35=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D36=0.9D+Ex  
 D37=0.9D+Ez  
 D38=0.9D+0.9F+Ex  
 D39=0.9D+0.9F+Ez

Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
	<b>W150X22.5</b>	<b>1</b>	D4 en 100.00%	<b>0.04</b>	<b>Bien</b>	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 39 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

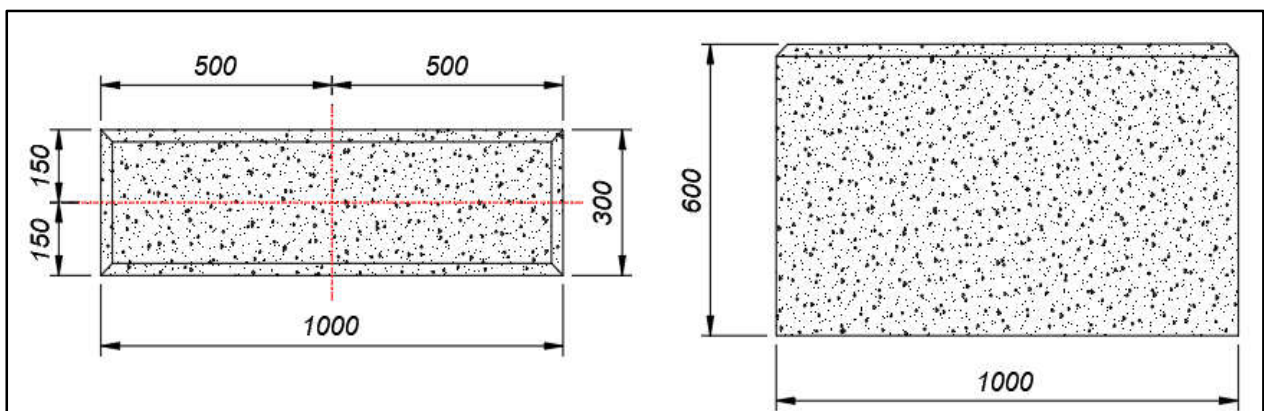
### 8.3. CÁLCULO DE LA FUNDACIÓN


Para el cálculo de la fundación se realizó con la combinación de carga más desfavorable y en los nodos más solicitados.

Resultados del Análisis						
Nudos						
Reacciones						
						
Direcciones de fuerzas y momentos positivos						
Nudo	Fuerzas [Kg]			Momentos [Kg*m]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Estado D4=1.2D+1.2F+1.6LL						
1	103.30578	480.34589	0.00000	-69.09319	14.65167	0.00000
2	99.87822	484.84692	0.00000	78.20148	-16.40675	0.00000
SUM	203.18400	965.19282	0.00000	9.10829	-1.75507	0.00000

#### 8.3.1. Geometría de la Fundación

Figura 28. Geometría de la Fundación



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	40 de 114
		REV:
		<b>A</b>

#### DATOS:

A = 0.30 m Ancho de la Fundación

B = 1.00 m Largo de la Fundación

H = 0.600 m Altura de la Fundación

$\gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$  = 2500 kg/m<sup>3</sup> Peso Específico H<sup>°</sup>A<sup>°</sup>

$W_F$  =  $A * B * H * \gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$

$W_F$  = 0.30 m \* 1.00 m \* 0.600 m \* 2500 kg/m<sup>3</sup>

$W_F$  = 450 kg Peso Fundación

#### 8.3.2. Verificación de la Tensión Admisible

$\sigma_{adm}$  = 1.50 kg/cm<sup>2</sup> Tensión Admisible

$F_y$  = 965.19 kg Fuerza Axial

$W_F$  = 450 kg Peso Fundación

$W_T$  =  $F_y + W_F$

$W_T$  = 965.19 kg + 450 kg


$W_T$  = 1415.19 kg Peso Total

$A_c$  =  $A * B$

$A_c$  = 30 cm \* 100 cm

$A_c$  = 3000 cm<sup>2</sup> Área de Contacto Suelo Fundación



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	41 de 114
		REV:
		<b>A</b>

$$\sigma_1 = W_T / A_c$$

$$\sigma_1 = 1415.19 \text{ kg} / 3000 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_1 = 0.472 \text{ kg/cm}^2$$

#### VERIFICACIÓN

$$\sigma_1 < \sigma_{adm}$$

$$0.472 \text{ kg/cm}^2 < 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

**Ok. ¡Cumple...!!**

### 8.3.3. Cálculo de Armadura para Fundación

Cuantía mínima para fundación ( $\phi = 0.0045$ )

Considerando la sección de hormigón:

$$A = 30 \text{ cm}$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$A_s = \phi * A * B = 0.0045 * 30 \text{ cm} * 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 13.500 \text{ cm}^2$$

Considerando como refuerzo la barra de Ø12 mm (1/2") de diámetro se tiene:


$$\text{Área } (\text{Ø}12) = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$N^\circ \text{ Barras} = A_s / \text{Área } (\text{Ø}12) = 13.500 / 1.13 = 11.947 \text{ barras} \approx 12 \text{ barras}$$

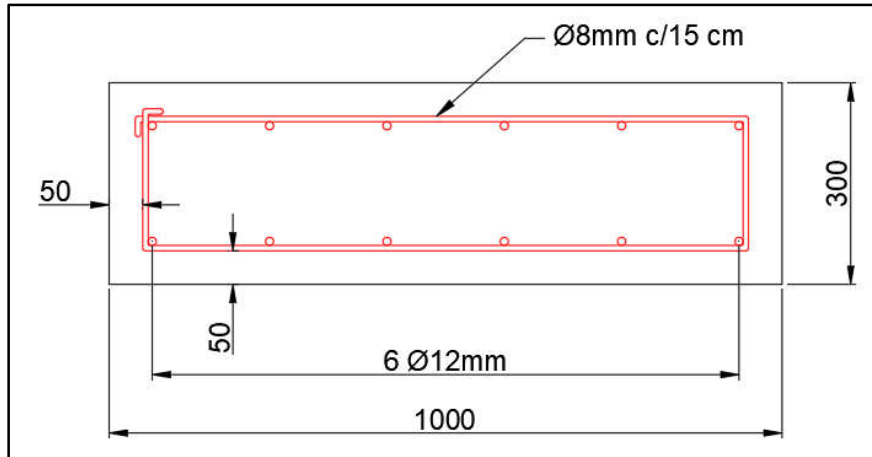
Para cubrir el área requerida se adoptó 12 barras Ø12 mm (1/2"), distribuidos uniformemente en toda la cara de la fundación.

Se colocó armadura de estribo:

$$A_s (\text{estribo}) = \text{Ø}8 \text{ mm c/15 cm}$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	42 de 114
		REV:
		<b>A</b>

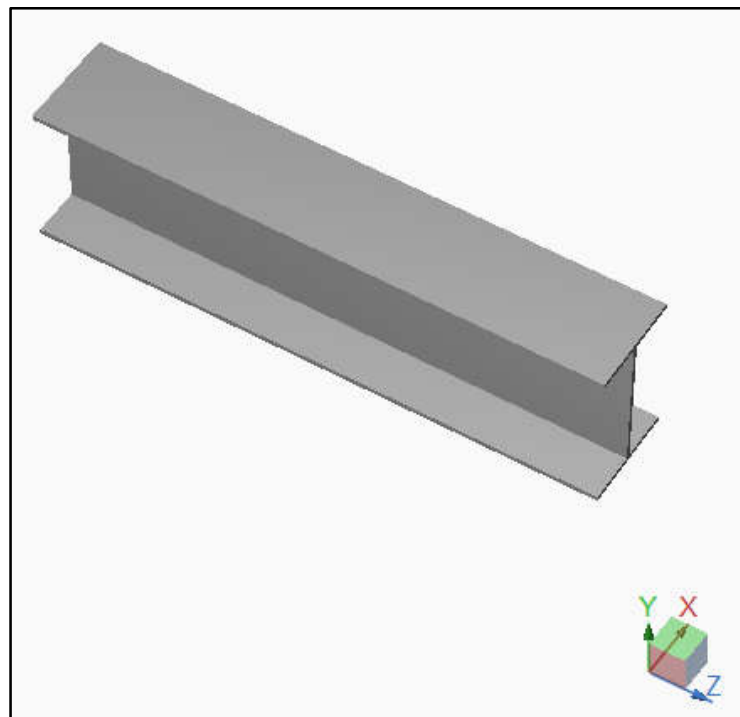
**Figura 29.** Detalle de Armadura




## 9. CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-01

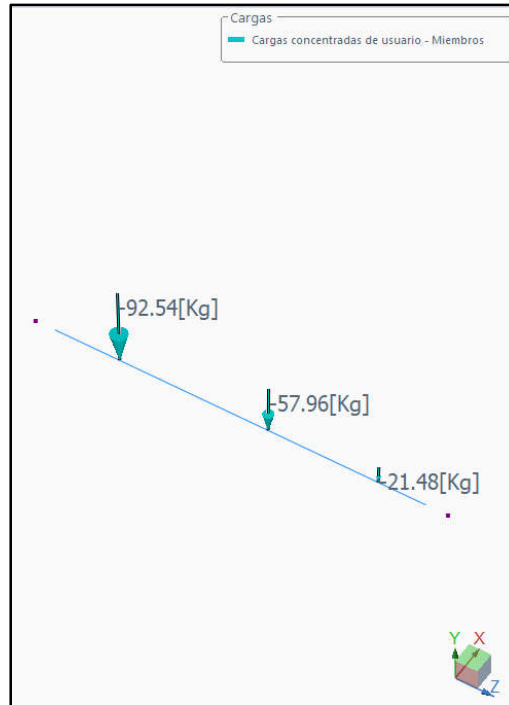
### 9.1. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**Figura 30.** Vista Isométrica 3D.

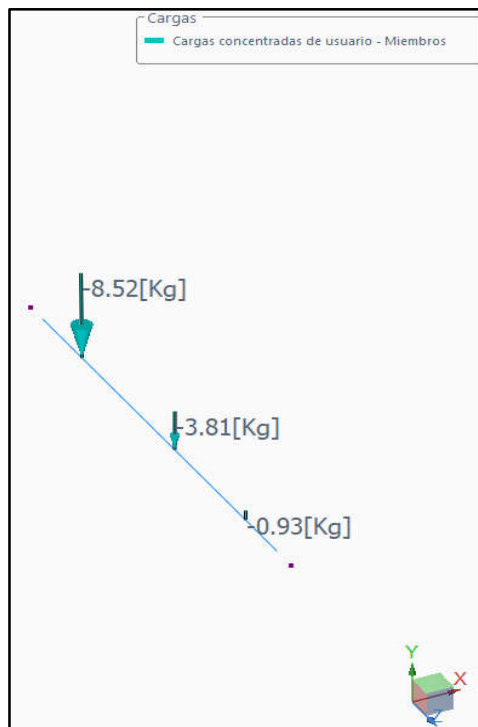


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	43 de 114
		REV:
		<b>A</b>

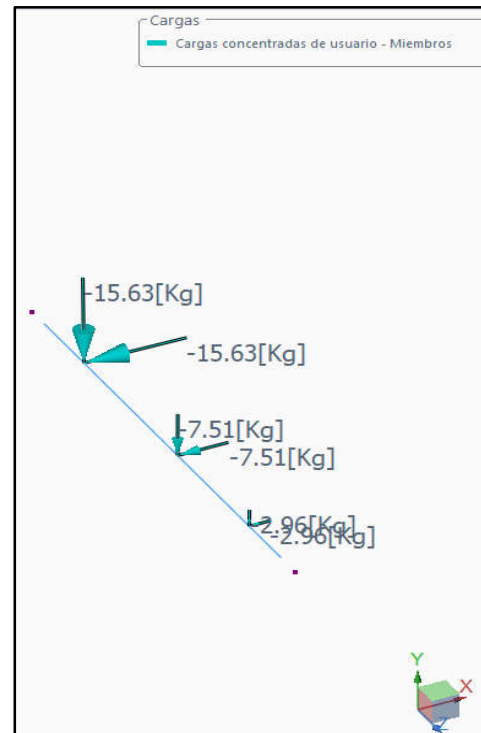
**Figura 31. Carga Permanente**




**Figura 32. Carga de Fluido**

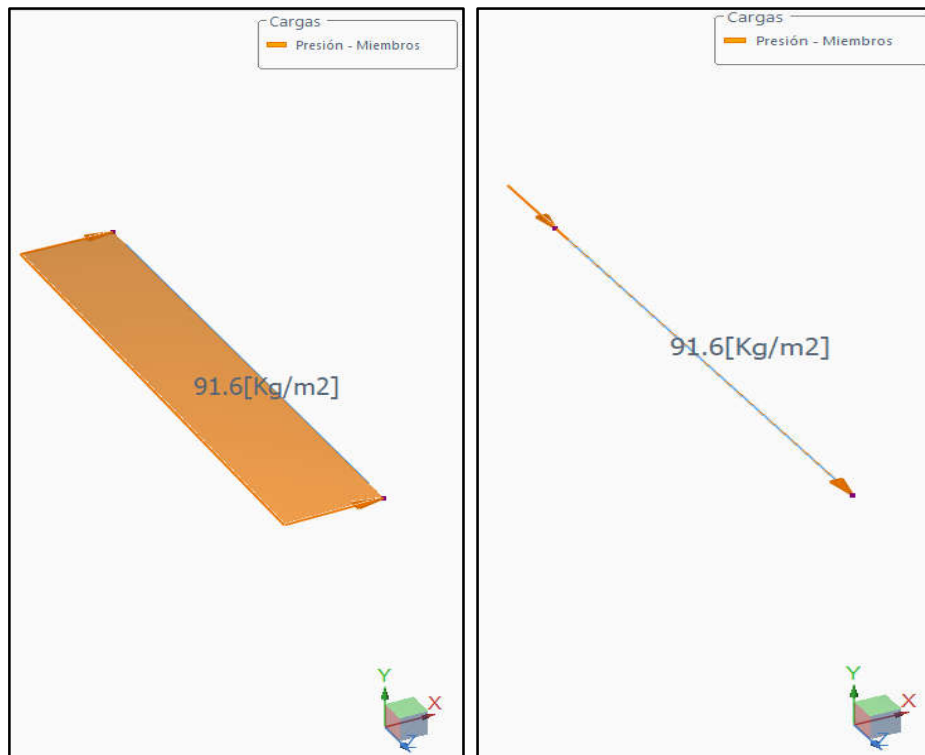


**Figura 33. Carga Viva por Fricción**



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	44 de 114
		REV:
		<b>A</b>

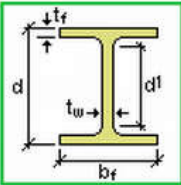
**Figura 34.** Carga de Viento en Dirección X y Z




## 9.2. DISEÑO Y VERIFICACIÓN

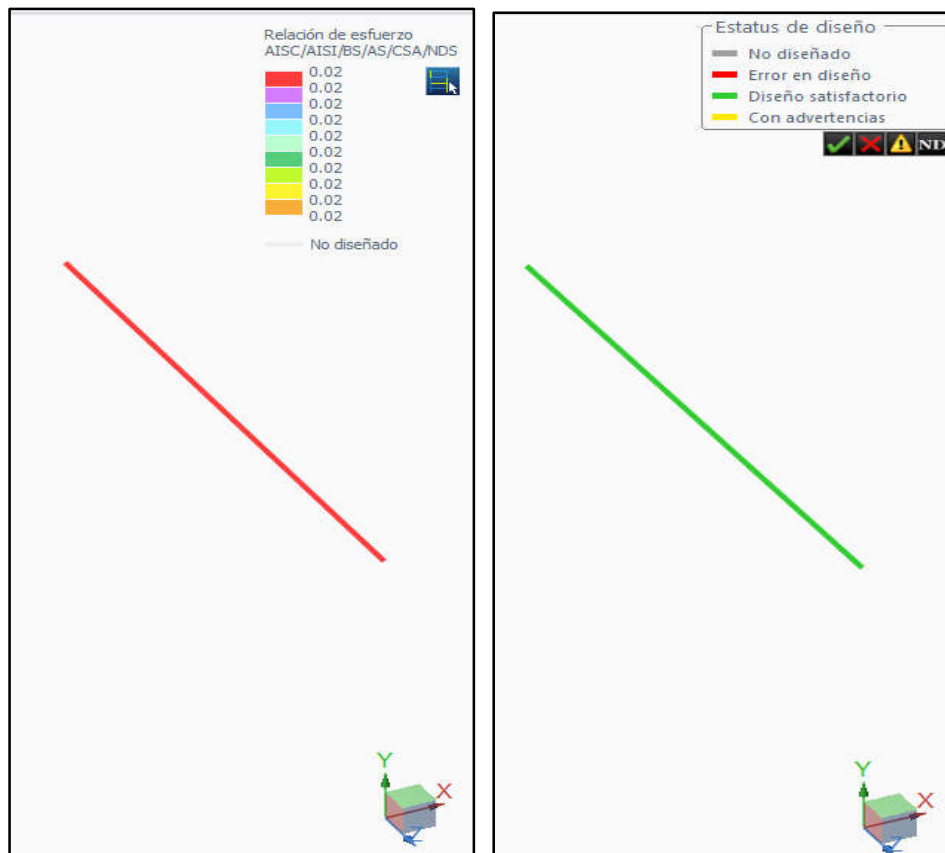
La geometría del soporte metálico, sección y material serán verificadas con todos los estados de carga y combinaciones actuantes. Todos los elementos deben cumplir que su relación de tensiones sea inferior a 1 ( $Rel < 1$ ).


**Figura 35.** Perfil W150x13

Nombre de la sección: W150X13.0 (BR)			
Dimensiones			
			
bf	=	10.000	[cm] Width
d	=	14.800	[cm] Depth
d1	=	11.800	[cm] Web Depth
tf	=	0.490	[cm] Flange thickness
tw	=	0.430	[cm] Web thickness

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	45 de 114
		REV:
		A

**Figura 36.** Relación de esfuerzos < 1.00.



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA: 46 de 114
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS            ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	REV: <b>A</b>


## Diseño de Acero

### Resumen - Máximo por sección

**Estados de carga considerados :**

D1=1.4D  
 D2=1.4D+1.4F  
 D3=1.2D+1.6LL  
 D4=1.2D+1.2F+1.6LL  
 D5=1.2D+0.5Wx  
 D6=1.2D+0.5Wz  
 D7=1.2D+1.2F+LL  
 D8=1.2D+1.2F+0.5Wx  
 D9=1.2D+1.2F+0.5Wz  
 D10=1.2D+Wx  
 D11=1.2D+Wz  
 D12=1.2D+Wx+LL  
 D13=1.2D+Wz+LL  
 D14=1.2D+1.2F+Wx  
 D15=1.2D+1.2F+Wz  
 D16=1.2D+1.2F+Wx+LL  
 D17=1.2D+1.2F+Wz+LL  
 D18=0.9D+Wx  
 D19=0.9D+Wz  
 D20=1.2D+Ex  
 D21=1.2D+Ez  
 D22=1.2D+Ex+LL  
 D23=1.2D+Ez+LL  
 D24=1.2D+1.2F+Ex  
 D25=1.2D+1.2F+Ez  
 D26=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D27=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D28=1.2D+1.2F+Ex  
 D29=1.2D+1.2F+Ez  
 D30=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D31=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D32=1.2D+1.2F+Ex  
 D33=1.2D+1.2F+Ez  
 D34=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D35=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D36=0.9D+Ex  
 D37=0.9D+Ez  
 D38=0.9D+0.9F+Ex  
 D39=0.9D+0.9F+Ez

Descripción	Sección	Miembro	<del>Ec.</del> <del>ctrl.</del>	Relación	Estatus	Referencia
	<b>W150X13.0</b>	<b>1</b>	D4 en 0.00%	<b>0.02</b>	<b>Bien</b>	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	47 de 114
		REV:
		<b>A</b>

### 9.3.CÁLCULO Y DISEÑO DE PLACA, PERNO DE ANCLAJE Y ZAPATA DE FUNDACIÓN

Las fuerzas predominantes en todos los soportes son verticales (peso propio, peso de fluido) fuerzas horizontales y momentos son mínimas (carga por fricción, viento en dirección X y Z).

Las dimensiones de la fundación y la verificación de la tensión admisible serán realizadas con las combinaciones de carga en estado de servicio.

La sección de la placa de anclaje será de 25 cm x 25 cm x 0.953 cm, ASTM A36.

La sección del perno de anclaje será de Ø3/8" x 25 cm, F1554 Gr. 36, galvanizado o zincado.

## Conexiones Metálicas

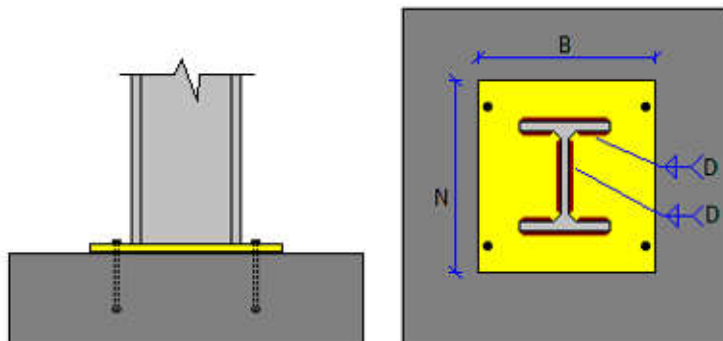
### Datos

#### Conexión: 1 - Fixed uniaxial both axis BP

Familia: Columna - Base (CB)  
 Tipo: Base plate  
 Descripción: Smart Fixed Uniaxial Both Axis Base Plate 1

#### Datos generales

Conector




#### Miembros

Columna

Tipo de columna  
 Sección  
 Material

: Miembro prismático  
 : W150X22.5  
 : A36

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	48 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Placa base

### Placa base

Forma de placa	:	Rectangular
Tipo de conexión	:	No rigidizada
Posición respecto al apoyo	:	Centro
N: Dimensión longitudinal	:	25 cm
B: Dimensión transversal	:	25 cm
Espesor	:	0,953 cm
Material	:	A36
Soldadura de la columna	:	E70XX
Solo soldadura exterior en las alas	:	No
D: Tamaño de soldadura a la columna (1/16 in)	:	5
Sobrescribir relación A2/A1	:	No
Incluir llave de corte	:	No

### Soporte

Con pedestal	:	Si
Dimensión longitudinal (del pedestal)	:	30 cm
Dimensión transversal (del pedestal)	:	30 cm
Espesor	:	50 cm
Material	:	H254x4200
Incluir lechada	:	Si
Espesor de lechada	:	2,5 cm

### Ancla


Posición de las anclas	:	Posición longitudinal
------------------------	---	-----------------------

Número de filas por lado	:	1
Número anclas por fila	:	2
Distancia longitudinal al borde de la placa	:	3,5 cm
Distancia transversal al borde de la placa	:	3,5 cm
Tipo de ancla	:	Con cabeza
Tipo de cabeza	:	Hexagonal
Incluir tuerca de seguridad	:	No
Ancla	:	3/8"
Profundidad efectiva de embebido	:	20 cm
Longitud total	:	24,71 cm
Material	:	F1554 Gr36
Fy	:	2,531 T/cm <sup>2</sup>
Fu	:	4,078 T/cm <sup>2</sup>
Concreto agrietado	:	No
Acero frágil	:	No
Anclas soldadas a la placa	:	No

### Refuerzo para ancla

Tipo de refuerzo	:	Primaria
Refuerzo para tensión	:	No
Refuerzo para corte	:	No



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	49 de 114
		REV:
		<b>A</b>

# Conexiones Metálicas Resultados


## Conexión: 1 - Fixed uniaxial both axis BP

Familia: Columna - Base (CB)  
 Tipo: Base plate  
 Descripción: Smart Fixed Uniaxial Both Axis Base Plate 1

Código de diseño: AISC 360-16 LRFD, ACI 318-08

### Solicitaciones

Descripción	Pu [T]	Mu22 [T*m]	Mu33 [T*m]	Vu2 [T]	Vu3 [T]	Tipo de carga
D	-1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
F	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
LL	-0.17	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
Wx	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
Wz	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D1	-2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D2	-2.51	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D3	-2.28	-0.13	0.00	0.00	-0.27	Design
D4	-2.42	-0.13	0.00	0.00	-0.27	Design
D5	-1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D6	-1.99	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D7	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D8	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D9	-2.15	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D10	-1.99	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
D11	-1.99	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D12	-2.16	-0.08	0.00	-0.01	-0.17	Design
D13	-2.16	-0.08	0.00	0.00	-0.18	Design
D14	-2.15	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
D15	-2.15	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D16	-2.32	-0.08	0.00	-0.01	-0.17	Design
D17	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.18	Design
D18	-1.49	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
D19	-1.49	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D20	-1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D21	-1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D22	-2.16	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D23	-2.16	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D24	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D25	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D26	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D27	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D28	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D29	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D30	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D31	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design

	TIPO DE DOCUMENTO:					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO					IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:					HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES					50 de 114
						REV:
						A

D32	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D33	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D34	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D35	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D36	-1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D37	-1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D38	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D39	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	Design

## Cálculos de diseño

### Diseño en el eje mayor Placa base (AISC 360-16 LRFD)

#### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Placa base</b>						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.02	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✓	table J2.4

#### Verificación de diseño


Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
<b>Pedestal</b>						
Aplastamiento por axial	[Kg/cm2]	168.40	4.01	D2	0.02	DG1 3.1.1
<b>Placa base</b>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	516.67	82.73	D2	0.16	DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	516.67	1.90	Wx	0.00	DG1 Eq. 3.3.13
<b>Columna</b>						
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	186451.80	96.17	Wx	0.00	DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	27.55	Wx	0.00	Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	186451.80	36.07	Wx	0.00	Sec. J2.4

**Relación** 0.16

### Anclas

#### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Anclas</b>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	18.00	3.81	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	5.52	5.08	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.62	--	49.38	✓	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA:
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	51 de 114 REV: <b>A</b>

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
Tensión en anclas	[Kg]	1528.96	3.81	Wx	0.00	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	2740.27	3.81	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	2716.53	7.96	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	2107.19	3.81	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de ancla en tensión	[Kg]	1460.60	3.81	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de grupo de anclas en tensión	[Kg]	4381.80	7.62	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Kg]	636.05	1.64	Wx	0.00	Eq. D-20, Sec. D.6.1.3
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	472.69	1.64	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	1575.64	6.56	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	5480.55	1.64	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	10393.19	6.56	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	Wx	0.00	Sec. D.7
<b>Relación</b>		<b>0.00</b>				


Diseño en el eje menor  
Placa base (AISC 360-16 LRFD)

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Placa base</b>						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.02	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✓	table J2.4

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
<b>Pedestal</b>						
Aplastamiento por axial	[Kg/cm2]	168.40	6.63	D4	0.04	DG1 3.1.1
<b>Placa base</b>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	516.67	136.66	D4	0.26	DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	516.67	76.87	LL	0.15	DG1 Eq. 3.3.13
<b>Columna</b>						
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	186451.80	3882.67	LL	0.02	DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	486.75	D3	0.00	Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	186451.80	4879.10	LL	0.03	Sec. J2.4
<b>Relación</b>		<b>0.26</b>				

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	52 de 114
		REV:
		<b>A</b>

Anclas

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Anclas</b>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	18.00	3.81	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	5.52	5.08	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.62	--	49.38	✓	

Verificación de diseño

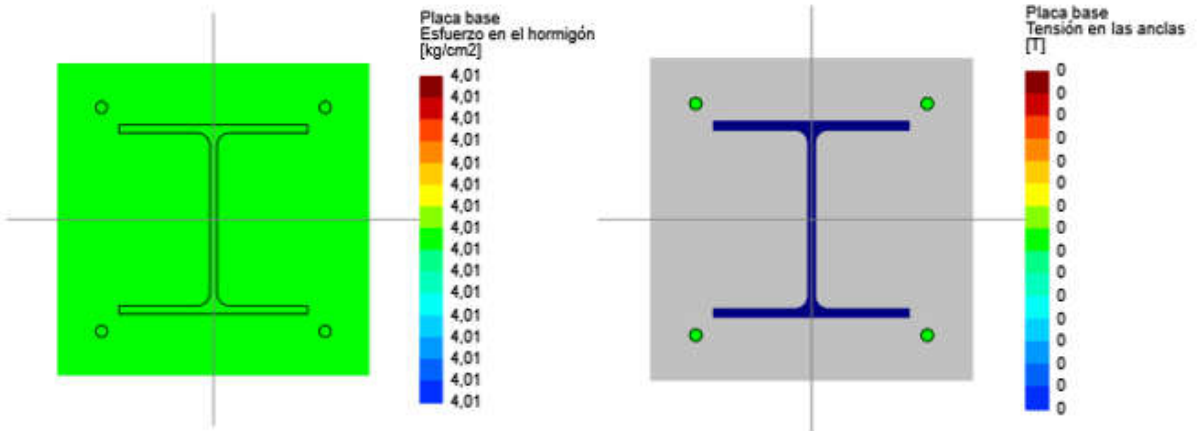
Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
Tensión en anclas	[Kg]	1528.96	153.75	LL	0.10	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	2740.27	153.75	LL	0.06	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	2642.56	312.73	LL	0.12	Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	2107.19	153.75	LL	0.07	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de ancla en tensión	[Kg]	1480.80	153.75	LL	0.11	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de grupo de anclas en tensión	[Kg]	4381.80	307.49	LL	0.07	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Kg]	636.05	67.76	D3	0.11	Eq. D-20, Sec. D.6.1.3
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	472.69	67.76	D3	0.14	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	1575.64	271.02	D3	0.17	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	5480.55	67.76	D3	0.01	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	10393.19	271.02	D3	0.03	Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	LL	0.00	Sec. D.7


Relación 0.17

Relación de resistencia crítica global 0.26

Eje mayor

Máxima compresión (D2)



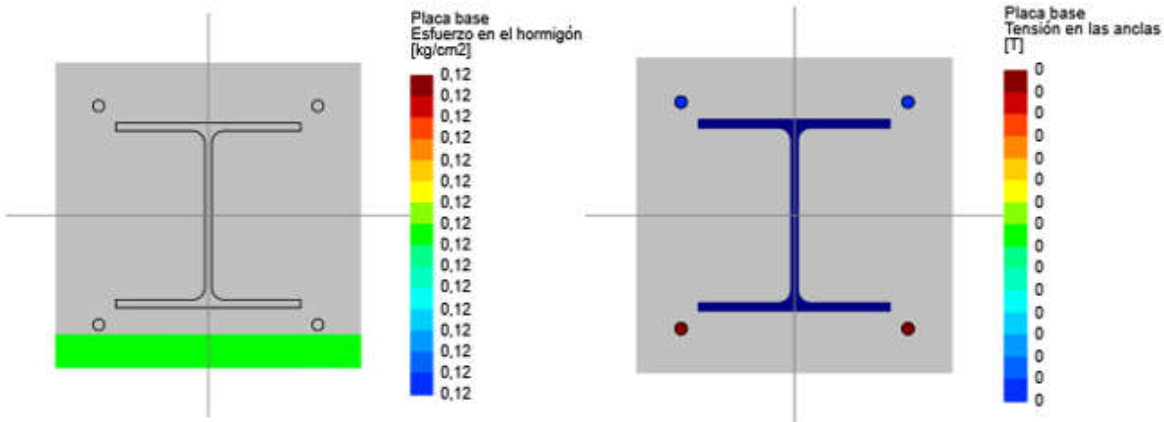
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 53 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

Máximo esfuerzo en el concreto	4.01	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	4.01	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.00	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	1E32	[cm]
Longitud de aplastamiento	25.00	[cm]

**Tensiones en anclas**

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	0.00	0.00
2	-9.00	9.00	0.00	0.00
3	9.00	9.00	0.00	0.00
4	9.00	-9.00	0.00	0.00


**Máxima tensión (Wx)**



Máximo esfuerzo en el concreto	0.12	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.12	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.00	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	2.64	[cm]
Longitud de aplastamiento	2.64	[cm]

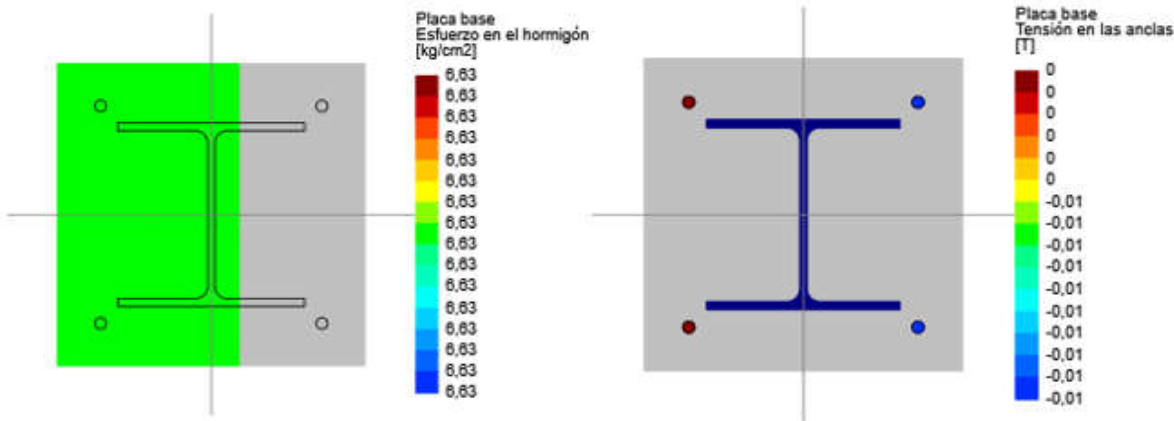
**Tensiones en anclas**

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	0.00	0.00
2	-9.00	9.00	0.00	0.00
3	9.00	9.00	0.00	0.00
4	9.00	-9.00	0.00	0.00

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	54 de 114
		REV:
		A

Eje menor

Máxima compresión (D4)

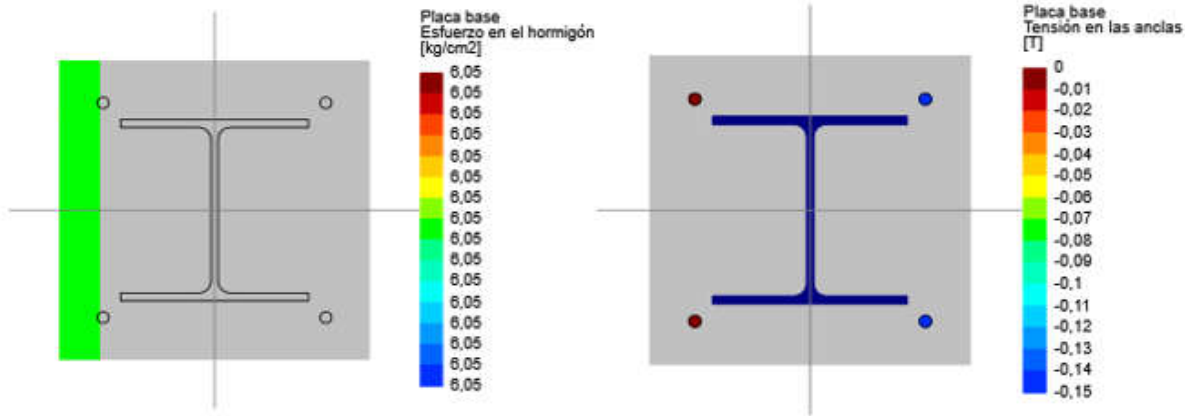



Máximo esfuerzo en el concreto	0.63	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.63	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.01	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	14.77	[cm]
Longitud de aplastamiento	14.77	[cm]

Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	-0.07	0.00
2	-9.00	9.00	-0.07	0.00
3	9.00	9.00	-0.07	0.01
4	9.00	-9.00	-0.07	0.01

Máxima tensión (LL)



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA:
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	55 de 114 REV: <b>A</b>

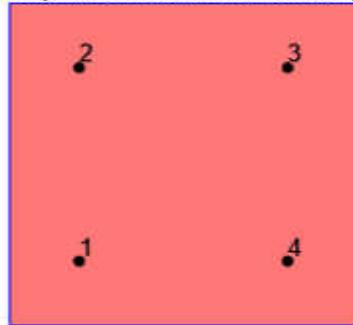
Máximo esfuerzo en el concreto	8.05	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	8.05	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.15	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	3.19	[cm]
Longitud de aplastamiento	3.19	[cm]

#### Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	-0.04	0.00
2	-9.00	9.00	-0.04	0.00
3	9.00	9.00	-0.04	0.15
4	9.00	-9.00	-0.04	0.15

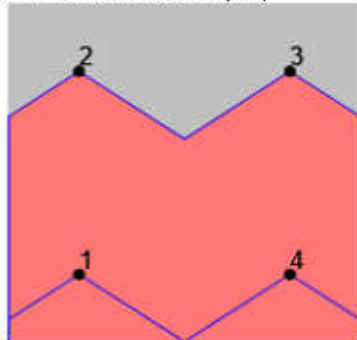
### Eje mayor

#### Resultados para arrancamiento en tensión (Wx)




Grupo	Área [cm2]	Tensión [T]	Anclas
1	900.00	0.01	1, 2, 3, 4

#### Resultados para arrancamiento a corte (Wx)



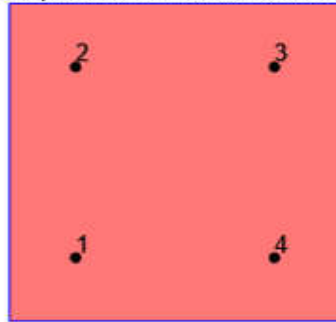
Grupo	Área [cm2]	Corte [T]	Anclas
1	270.00	0.00	1, 4
2	1080.00	0.01	1, 2, 3, 4



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	56 de 114
		REV:
		A

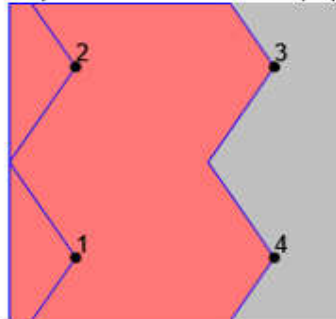
Eje menor

Resultados para arrancamiento en tensión (LL)



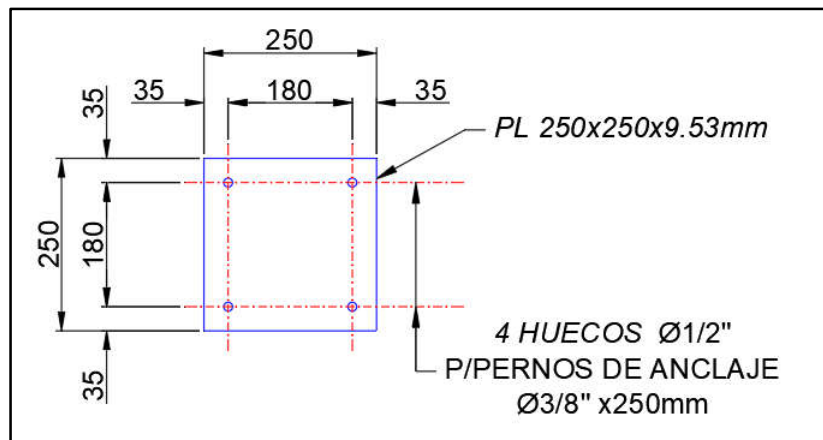
Grupo	Área [cm2]	Tensión [T]	Anclas
1	900.00	0.31	1, 2, 3, 4

Resultados para arrancamiento a corte (D3)



Grupo	Área [cm2]	Corte [T]	Anclas
1	270.00	0.14	1, 2
2	1080.00	0.27	1, 2, 3, 4

Figura 37. Detalle Placa.






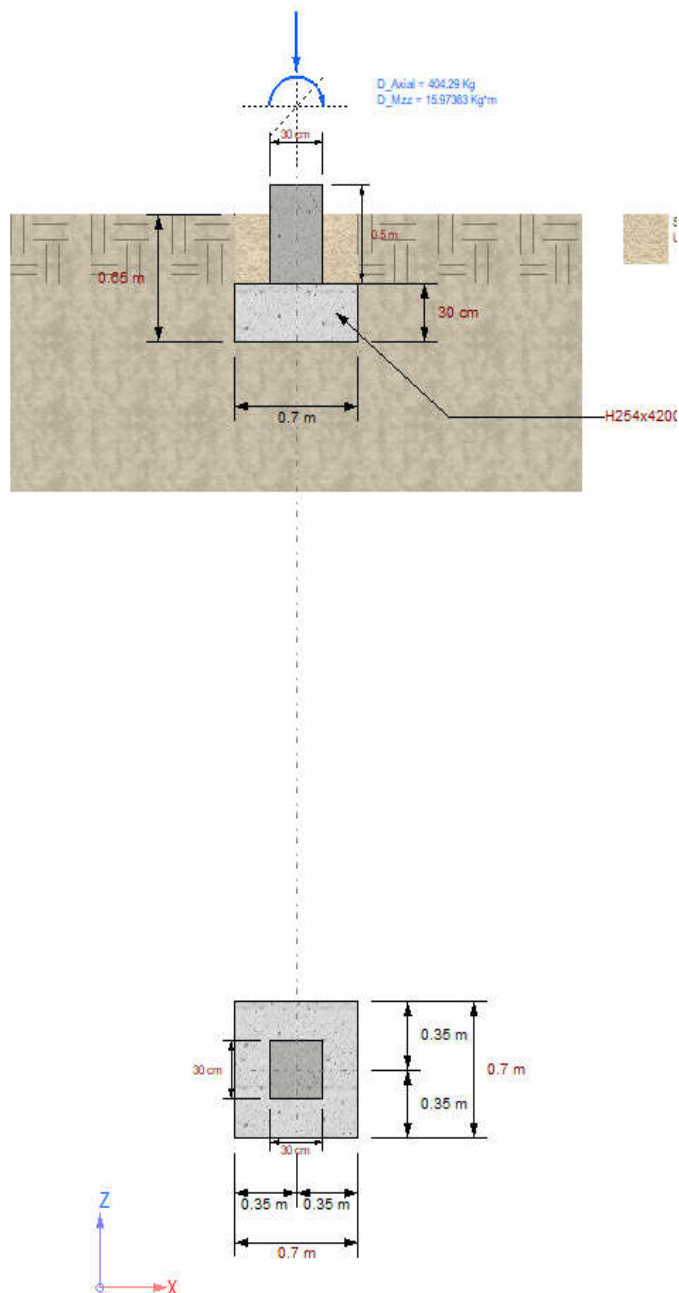

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	57 de 114
		REV:
		A

Figura 38. Información para el Diseño y Cálculo de Fundación.

Propiedad	Valor
Sistema de unidades	Métrico
Código de diseño	ACI 318-19
Tipo de fundación	Zapata aislada
Tipo de columna	Pedestal
<b>Geometría</b>	
<b>Datos Zapata</b>	
Material	H254x4200
Profundidad de la base (Df)	0.65 m
Ancho (Z)	0.7 m
Longitud (X)	0.7 m
Altura de la base	30 cm
<b>Datos pedestal</b>	
Posición del pedestal respecto al c.g. de la zapata	Centrada
<b>Pedestal 1</b>	
Altura	0.5 m
Ancho X	30 cm
Ancho Z	30 cm
La altura del pedestal afecta al momento de diseño	<input type="checkbox"/>
<b>Datos suelo</b>	
Calcular capacidad portante	<input type="checkbox"/>
Presión admisible del terreno	15 Ton/m <sup>2</sup>
Peso unitario (húmedo)	1.86 Ton/m <sup>3</sup>
Peso unitario saturado	2.25 Ton/m <sup>3</sup>
Coefficiente de balasto	3150 Ton/m <sup>3</sup>
Cohesión	0 Ton/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna	20
Inclinación del terreno	0
Profundidad del nivel freático	30 m
Coefficiente de presión lateral (Ku)	1.24
<b>Cargas</b>	
Cargas por estado	<Cargas>
Momento de diseño	M+V*Alt.zap.
<b>Datos de diseño</b>	
Criterio de diseño de las dimensiones de la zapata	Relación Largo/Ancho
Relación Largo/Ancho	1
Altura de base restringida	<input type="checkbox"/>
Tamaño de barras para la optimización de la zapata	8mm, 12mm
Tamaño de barras para la optimización del pedestal	8mm, 12mm



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	58 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Resultados de Diseño

### Zapatas de Hormigón Armado

#### Datos Generales

Estatus global	: Bien
Código de diseño	: ACI 318-2019
Tipo de zapata	: Aislada
Tipo de columna	: Pedestal

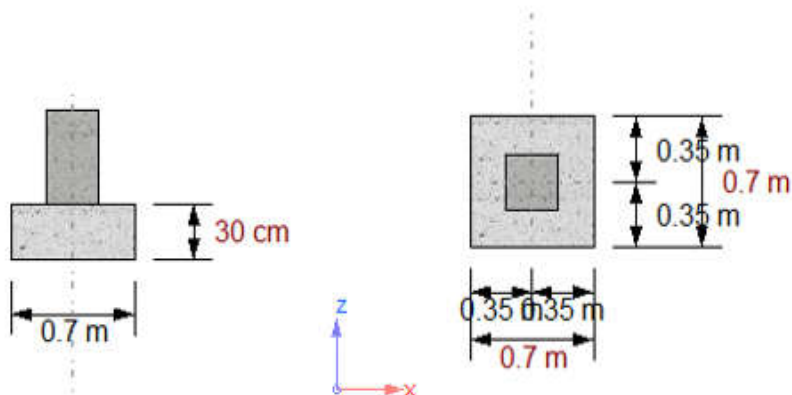
#### Materiales

Hormigón, $f_c$	: 254.00 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Acero, $f_y$	: 4200.00 [Kg/cm <sup>2</sup> ]
Tipo de concreto	: Normal	Recubrimiento epóxico	: No
Módulo de elasticidad hormigón	: 327000.00 [Kg/...	Módulo de elasticidad acero	: 2040000.00 [Kg/...
Peso unitario	: 0.00 [Kg/cm <sup>3</sup> ]		


#### Suelo

Coefficiente de balasto	: 3.15 [Kg/cm <sup>3</sup> ]
Peso unitario (húmedo)	: 0.00 [Kg/cm <sup>3</sup> ]

#### Geometría



Longitud	: 0.70 [m]
Ancho	: 0.70 [m]
Espesor	: 0.30 [m]
Profundidad de la base	: 0.60 [m]
Área de la base	: 0.49 [m <sup>2</sup> ]
Volumen de la zapata	: 0.15 [m <sup>3</sup> ]
Longitud del pedestal	: 30.00 [cm]
Ancho del pedestal	: 30.00 [cm]
Alto del pedestal	: 50.00 [cm]
Posición del pedestal respecto al c.g. de la zapata	: Centrada

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	59 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Reinforcement

### Armadura longitudinal

Recubrimiento libre	:	7.50 [cm]
Relación máxima permitida entre $Rho/Rho_{balanceo}$	:	0.75
Armadura // a L (xx) inferior	:	5-R12 c/ 12.50cm
Armadura // a L (xx) superior	:	5-R12 c/ 12.50cm
Armadura // a B (zz) inferior	:	5-R12 c/ 12.50cm (Zona 1)
Armadura // a B (zz) superior	:	5-R12 c/ 12.50cm


### Armadura del pedestal

Longitudinal	:	8 - 12mm
Recubrimiento libre	:	5.00 [cm]
Área provista	:	9.04 [cm <sup>2</sup> ]
Número de barras // al eje x	:	3
Número de barras // al eje z	:	3
Transversal	:	8mm c/ 15.00cm
Número de ramas // al eje x	:	3
Número de ramas // al eje z	:	3

## Condiciones de carga

### Servicio:

S1	:	D
S2	:	D+F
S3	:	D+LL
S4	:	D+F+LL
S5	:	D+0.75LL
S6	:	D+F+0.75LL
S7	:	D+0.6Wx
S8	:	D+0.6Wz
S9	:	D+0.7Ex
S10	:	D+0.7Ez
S11	:	D+F+0.6Wx
S12	:	D+F+0.6Wz
S13	:	D+F+0.7Ex
S14	:	D+F+0.7Ez
S15	:	D+0.75LL+0.45Wx
S16	:	D+0.75LL+0.45Wz
S17	:	0.6D+0.6Wx
S18	:	0.6D+0.6Wz
S19	:	D+Ex
S20	:	D+Ez
S21	:	D+F+Ex
S22	:	D+F+Ez
S23	:	D+0.75LL+0.525Ex
S24	:	D+0.75LL+0.525Ez
S25	:	D+0.525Ex
S26	:	D+0.525Ez
S27	:	D+F+0.525Ex
S28	:	D+F+0.525Ez
S29	:	0.6D+0.7Ex
S30	:	0.6D+0.7Ez
S31	:	0.6D+F+0.7Ex
S32	:	0.6D+F+0.7Ez


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA: 60 de 114
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	REV: <b>A</b>

**Límite ultimo:**

D1	:	1.4D
D2	:	1.4D+1.4F
D3	:	1.2D+1.6LL
D4	:	1.2D+1.2F+1.6LL
D5	:	1.2D+0.5Wx
D6	:	1.2D+0.5Wz
D7	:	1.2D+1.2F+LL
D8	:	1.2D+1.2F+0.5Wx
D9	:	1.2D+1.2F+0.5Wz
D10	:	1.2D+Wx
D11	:	1.2D+Wz
D12	:	1.2D+Wx+LL
D13	:	1.2D+Wz+LL
D14	:	1.2D+1.2F+Wx
D15	:	1.2D+1.2F+Wz
D16	:	1.2D+1.2F+Wx+LL
D17	:	1.2D+1.2F+Wz+LL
D18	:	0.9D+Wx
D19	:	0.9D+Wz
D20	:	1.2D+Ex
D21	:	1.2D+Ez
D22	:	1.2D+Ex+LL
D23	:	1.2D+Ez+LL
D24	:	1.2D+1.2F+Ex
D25	:	1.2D+1.2F+Ez
D26	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D27	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D28	:	1.2D+1.2F+Ex
D29	:	1.2D+1.2F+Ez
D30	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D31	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D32	:	1.2D+1.2F+Ex
D33	:	1.2D+1.2F+Ez
D34	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D35	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D36	:	0.9D+Ex
D37	:	0.9D+Ez
D38	:	0.9D+0.9F+Ex
D39	:	0.9D+0.9F+Ez

**Cargas**

Estado	Zapata	Nudo	Axial [Kg]	Mxx [Kg*m]	Mzz [Kg*m]	Vx [Kg]	Vz [Kg]
D	1	5	1778.41	0.00	0.00	0.00	0.00
F	1	5	132.61	0.00	0.00	0.00	0.00
LL	1	5	169.39	172.95	0.00	0.00	-169.39
Wx	1	5	0.00	0.00	5.15	6.56	0.00
Wz	1	5	0.00	10.84	0.00	0.00	-12.13
Ex	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 61 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

## Diseño

Estatus : Bien

### Interacción suelo - fundación

Presión admisible : 1.5E04 [Kg/m2]  
Factor de seguridad min. para deslizamiento : 1.25  
Factor de seguridad min. a vuelco : 1.25

Estado gobernante : S4 - 1

Estado Zapata	qprom [Kg/m2]	qmax [Kg/m2]	Δmax [cm]	Área en compresión		Volteo		FS desliz.
				[m2]	(%)	FSx	FSz	
S4 - 1	5.52E03	9.44E03	0.3	0.49	100	4.23	1000.00	5.64

### Flexión

Factor  $\phi$  : 0.90  
Cuantía mínima : 0.00200

Longitud de desarrollo


Eje	Pos.	ld [cm]	lhd [cm]	Dist1 [cm]	Dist2 [cm]
z	Inf.	35.46	15.24	12.00	12.00
x	Inf.	35.46	15.24	12.00	12.00
z	Sup.	30.48	15.24	12.00	12.00
x	Sup.	30.48	15.24	12.00	12.00

Eje	Pos.	Estado Zapata	Mu [Kg*m]	$\phi$ *Mn [Kg*m]	Asreq [cm2]	Asprov [cm2]	Asreq/Asprov	Mu/( $\phi$ *Mn)	
zz	Sup.	D1 - 1	0.00	0.00	0.00	5.65	0.000	0.000	<input type="text"/>
zz	Inf.	D2 - 1	78.44	4402.73	4.20	5.65	0.743	0.017	<input type="text"/>
xx	Sup.	D3 - 1	-2.26	-4146.44	0.00	5.65	0.001	0.001	<input type="text"/>
xx	Inf.	D4 - 1	144.24	4146.44	4.20	5.65	0.743	0.035	<input type="text"/>

### Cortantes

Factor  $\phi$  : 0.75  
Área de corte plano zz : 0.15 [m2]  
Área de corte plano xx : 0.14 [m2]

Plano	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
xy	D1 - 1	0.00	7585.55	0.000	<input type="text"/>
yz	D1 - 1	0.00	7883.07	0.000	<input type="text"/>

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	62 de 114
		REV:
		A

### Corte por punzonamiento

Factor  $\phi$  : 0.75  
 Perímetro de corte (bo 1) : 2.03 [m]  
 Área de punzonamiento : 0.42 [m<sup>2</sup>]

Columna	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
columna 1	D2 - 1	1266.39	71443.37	0.024	<input type="text"/>

### Diseño del Pedestal

Armadura:

Pedestal	Asreq [cm <sup>2</sup> ]	Asprov [cm <sup>2</sup> ]	Asreq/Asprov
1	9.00	9.04	1.00

Flexión biaxial:

Pedestal	Estado Zapata	Muxx [Kg*m]	Muzz [Kg*m]	$\phi$ *Mnxx [Kg*m]	$\phi$ *Mnzz [Kg*m]	Mc/( $\phi$ *Mn)
1	D3 - 1	276.72	0.00	4243.60	0.00	0.07

Axial:


Pedestal	Estado Zapata	Pu [Kg]	$\phi$ *Pn [Kg]	Pu/( $\phi$ *Pn)	
1	D2 - 1	-2675.43	-119769.70	0.02	<input type="text"/>

Corte:

Pedestal 1:

S adoptado : 15.00 [cm]  
 S calculado : 19.20 [cm]

Estado	Dir.	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vs [Kg]	$\phi$ *Vn [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
D3	x	0.00	6097.54	9971.47	12051.76	0.00	<input type="text"/>
D3	z	271.02	6097.54	9971.47	12051.76	0.02	<input type="text"/>

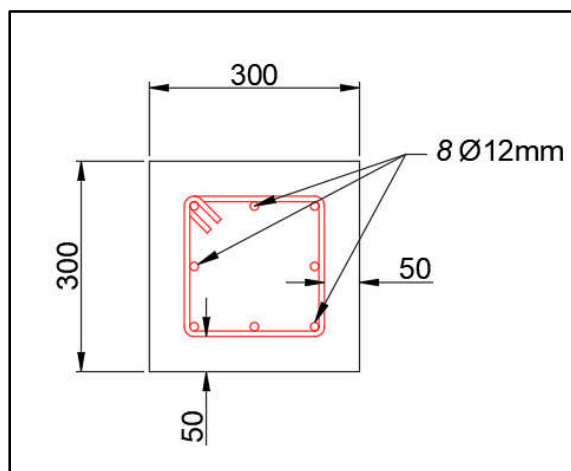
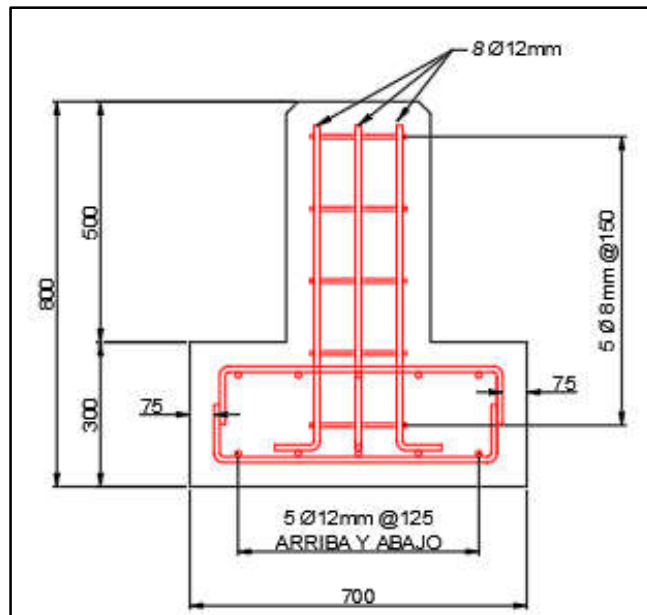
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	63 de 114
		REV:
		<b>A</b>


El armado de la fundación será dispuesto de la siguiente manera:

Zapata: 5 Ø 12 mm @ 125 mm, armadura inferior y superior dirección longitudinal  
5 Ø 12 mm @ 125 mm, armadura inferior y superior dirección transversal

Fuste: 8 Ø 12 mm armadura longitudinal distribuidos uniformemente.  
Ø 8 mm c/15 cm para armadura transversal (estribos).

**Figura 39.** Disposición de Armadura.

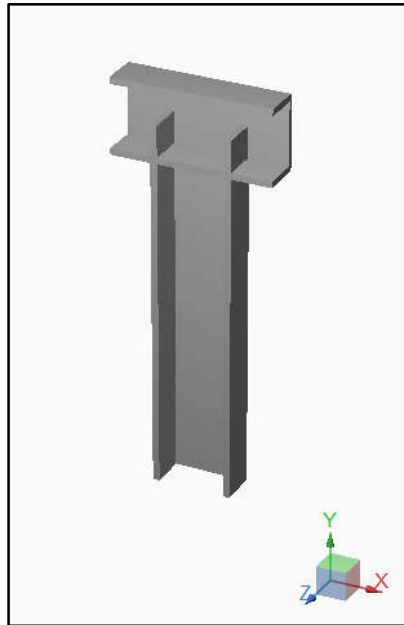


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	64 de 114
		REV:
		<b>A</b>

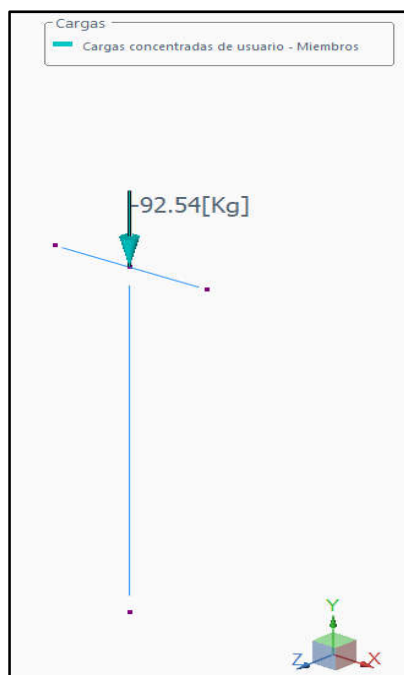
## 10. CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-03

### 10.1. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA


**Figura 40.** Vista Isométrica 3D.



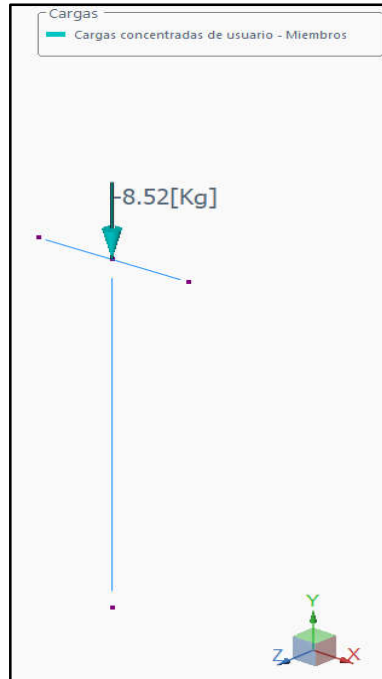
**Figura 41.** Carga Permanente



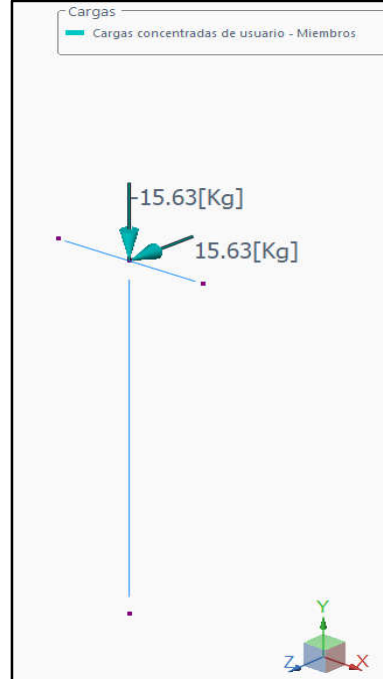


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	65 de 114
		REV:
		<b>A</b>

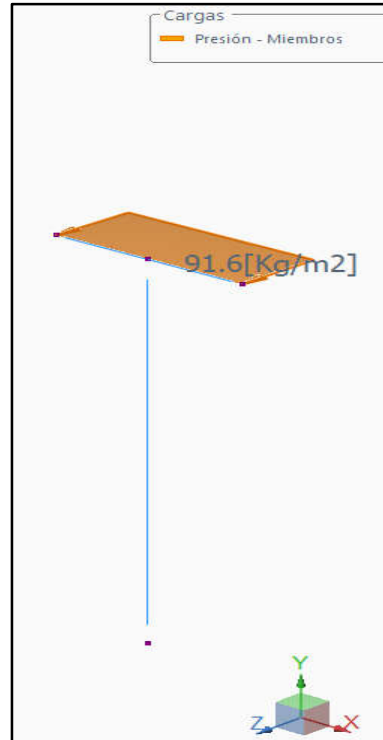
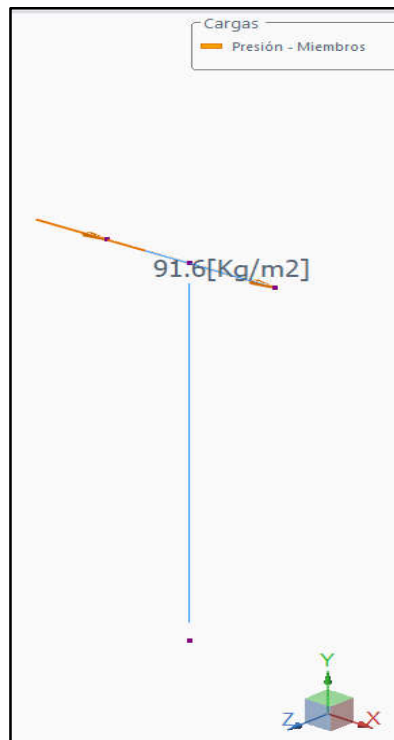
**Figura 42. Carga de Fluido**




**Figura 43. Carga Viva por Fricción**



**Figura 44. Carga de Viento en Dirección X y Z**



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	66 de 114
		REV:
		A

## 10.2. DISEÑO Y VERIFICACIÓN

La geometría del soporte metálico, sección y material serán verificadas con todos los estados de carga y combinaciones actuantes. Todos los elementos deben cumplir que su relación de tensiones sea inferior a 1 ( $Rel < 1$ ).

Figura 45. Perfil UPN 100

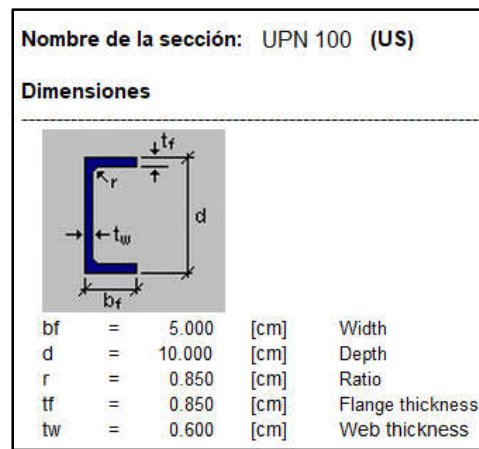
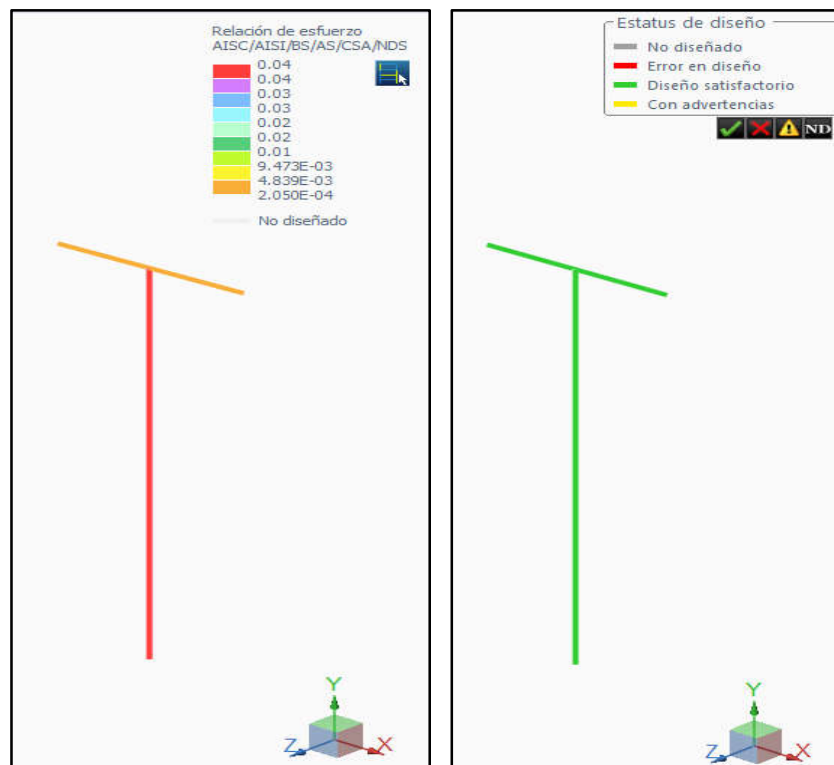



Figura 46. Relación de esfuerzos < 1.00.



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	67 de 114
		REV:
		<b>A</b>


## Diseño de Acero

### Resumen - Máximo por sección

**Estados de carga considerados :**

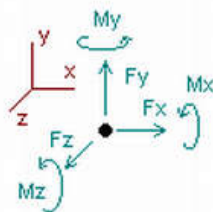
D1=1.4D  
 D2=1.4D+1.4F  
 D3=1.2D+1.6LL  
 D4=1.2D+1.2F+1.6LL  
 D5=1.2D+0.5Wx  
 D6=1.2D+0.5Wz  
 D7=1.2D+1.2F+LL  
 D8=1.2D+1.2F+0.5Wx  
 D9=1.2D+1.2F+0.5Wz  
 D10=1.2D+Wx  
 D11=1.2D+Wz  
 D12=1.2D+Wx+LL  
 D13=1.2D+Wz+LL  
 D14=1.2D+1.2F+Wx  
 D15=1.2D+1.2F+Wz  
 D16=1.2D+1.2F+Wx+LL  
 D17=1.2D+1.2F+Wz+LL  
 D18=0.9D+Wx  
 D19=0.9D+Wz  
 D20=1.2D+Ex  
 D21=1.2D+Ez  
 D22=1.2D+Ex+LL  
 D23=1.2D+Ez+LL  
 D24=1.2D+1.2F+Ex  
 D25=1.2D+1.2F+Ez  
 D26=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D27=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D28=1.2D+1.2F+Ex  
 D29=1.2D+1.2F+Ez  
 D30=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D31=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D32=1.2D+1.2F+Ex  
 D33=1.2D+1.2F+Ez  
 D34=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D35=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D36=0.9D+Ex  
 D37=0.9D+Ez  
 D38=0.9D+0.9F+Ex  
 D39=0.9D+0.9F+Ez

Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
	<b>UPN 100</b>	<b>1</b>	D4 en 0.00%	<b>0.04</b>	<b>Bien</b>	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	68 de 114
		REV:
		A

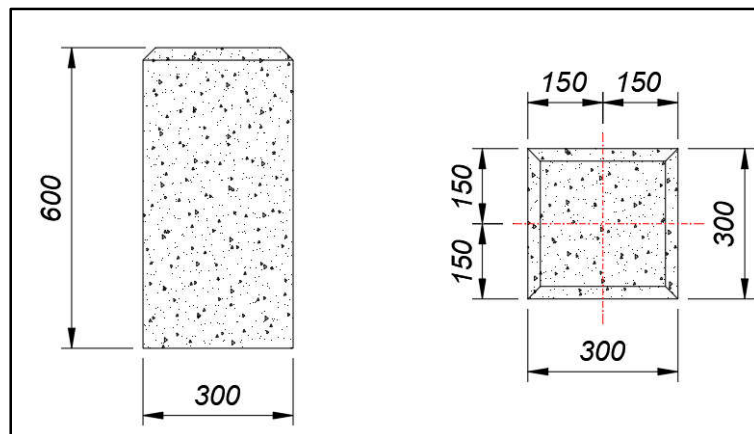
### 10.3. CÁLCULO DE LA FUNDACIÓN


Para el cálculo de la fundación se realizó con la combinación de carga más desfavorable y en los nodos más solicitados.

Resultados del Análisis						
Nudos						
Reacciones						
 <p>Direcciones de fuerzas y momentos positivos</p>						
Nudo	Fuerzas [Kg]			Momentos [Kg*m]		
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Estado D4=1.2D+1.2F+1.6LL						
1	0.00000	155.00341	-25.00800	-12.12888	0.00000	0.00000
SUM	0.00000	155.00341	-25.00800	-12.12888	0.00000	0.00000

#### 10.3.1. Geometría de la Fundación

Figura 47. Geometría de la Fundación



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	69 de 114
		REV:
		<b>A</b>

#### DATOS:

A = 0.30 m Ancho de la Fundación

B = 0.30 m Largo de la Fundación

H = 0.600 m Altura de la Fundación

$\gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$  = 2500 kg/m<sup>3</sup> Peso Específico H<sup>°</sup>A<sup>°</sup>

$W_F$  =  $A * B * H * \gamma_{H^{\circ}A^{\circ}}$

$W_F$  = 0.30 m \* 0.30 m \* 0.600 m \* 2500 kg/m<sup>3</sup>

$W_F$  = 135 kg Peso Fundación

#### 10.3.2.Verificación de la Tensión Admisible

$\sigma_{adm}$  = 1.50 kg/cm<sup>2</sup> Tensión Admisible

$F_y$  = 155.00 kg Fuerza Axial

$W_F$  = 135 kg Peso Fundación

$W_T$  =  $F_y + W_F$


$W_T$  = 155.00 kg + 135 kg

$W_T$  = 290.00 kg Peso Total

$A_c$  =  $A * B$

$A_c$  = 30 cm \* 30 cm

$A_c$  = 900 cm<sup>2</sup> Área de Contacto Suelo Fundación

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	70 de 114
		REV:
		<b>A</b>

$$\sigma_1 = W_T / A_c$$

$$\sigma_1 = 290.00 \text{ kg} / 900 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_1 = 0.322 \text{ kg/cm}^2$$

#### VERIFICACIÓN

$$\sigma_1 < \sigma_{adm}$$

$$0.322 \text{ kg/cm}^2 < 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

**Ok. ¡Cumple...!!**

### 10.3.3.Cálculo de Armadura para Fundación

Cuantía mínima para fundación ( $\varphi = 0.0045$ )

Considerando la sección de hormigón:

$$A = 30 \text{ cm}$$

$$B = 30 \text{ cm}$$

$$A_s = \varphi * A * B = 0.0045 * 30 \text{ cm} * 30 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.050 \text{ cm}^2$$

Considerando como refuerzo la barra de Ø12 mm (1/2") de diámetro se tiene:


$$\text{Área } (\text{Ø}12) = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$N^\circ \text{ Barras} = A_s / \text{Área } (\text{Ø}12) = 4.050 / 1.13 = 3.584 \text{ barras} \approx 4 \text{ barras}$$

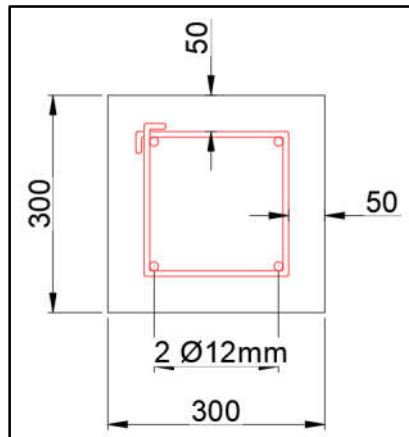
Para cubrir el área requerida se adoptó 4 barras Ø12 mm (1/2"), distribuidos uniformemente en toda la cara de la fundación.

Se colocó armadura de estribo:

$$A_s (\text{estribo}) = \text{Ø}8 \text{ mm c/15 cm}$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	71 de 114
		REV:
		<b>A</b>

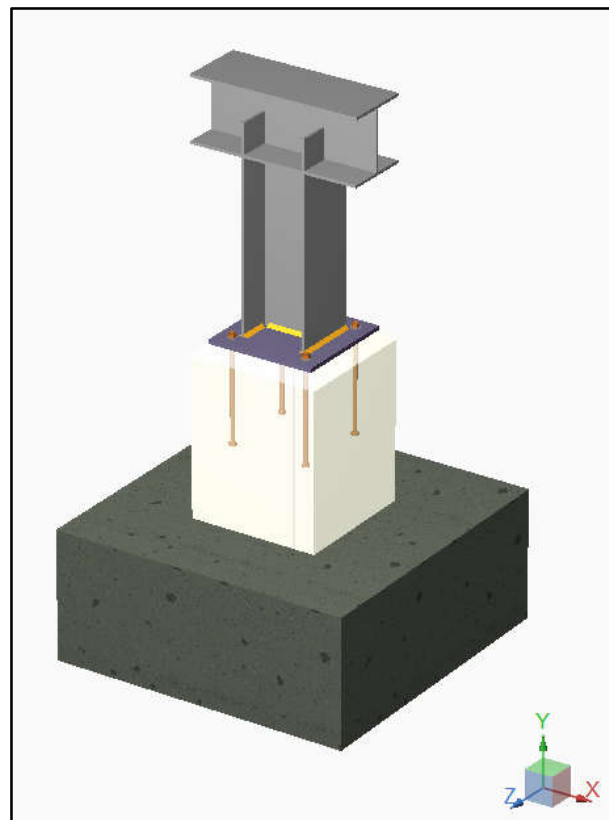
**Figura 48.** Detalle de Armadura




## 11. CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-06

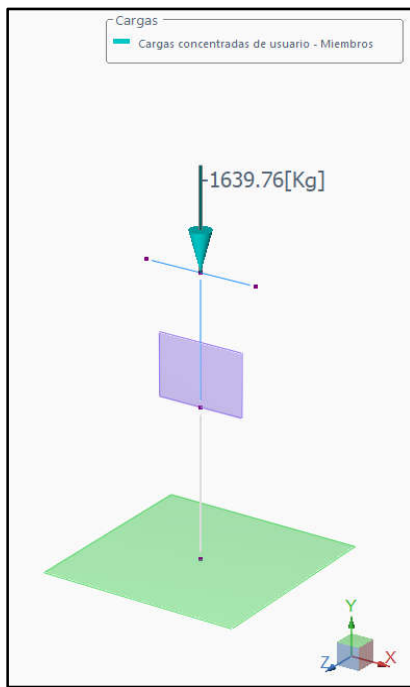
### 11.1. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**Figura 49.** Vista Isométrica 3D.

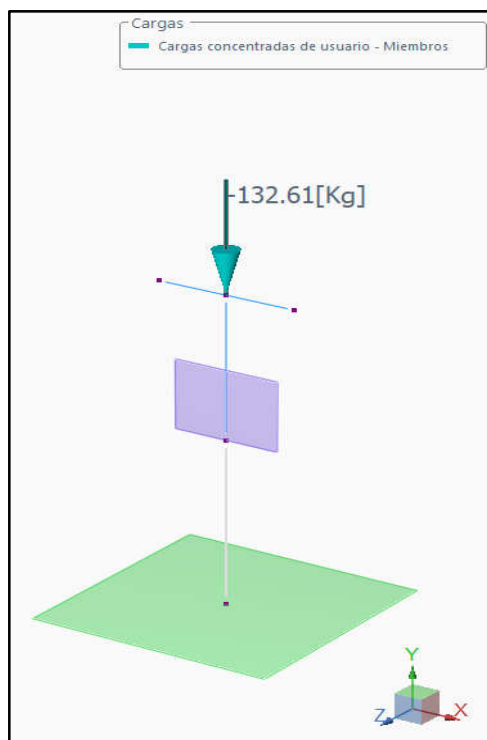


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 72 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

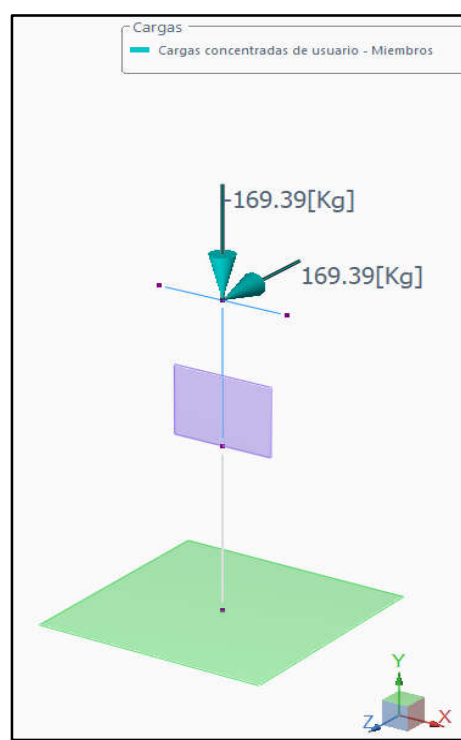
**Figura 50. Carga Permanente**




**Figura 51. Carga de Fluido**



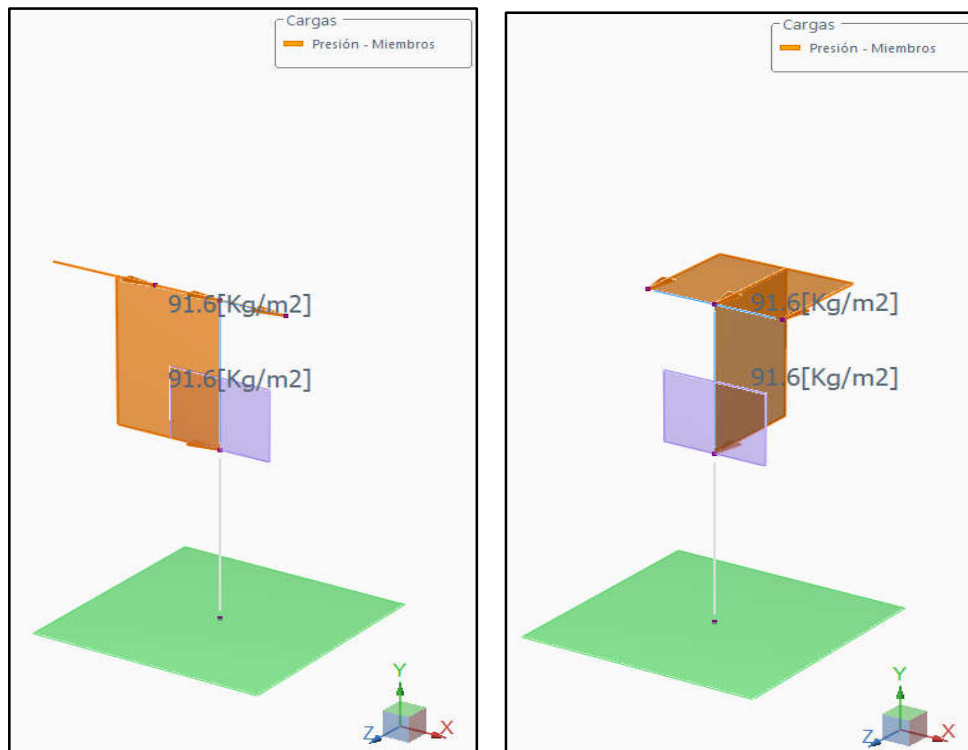
**Figura 52. Carga Viva por Fricción**





	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	73 de 114
		REV:
		<b>A</b>

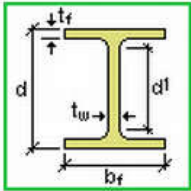
**Figura 53.** Carga de Viento en Dirección X y Z




## 11.2. DISEÑO Y VERIFICACIÓN

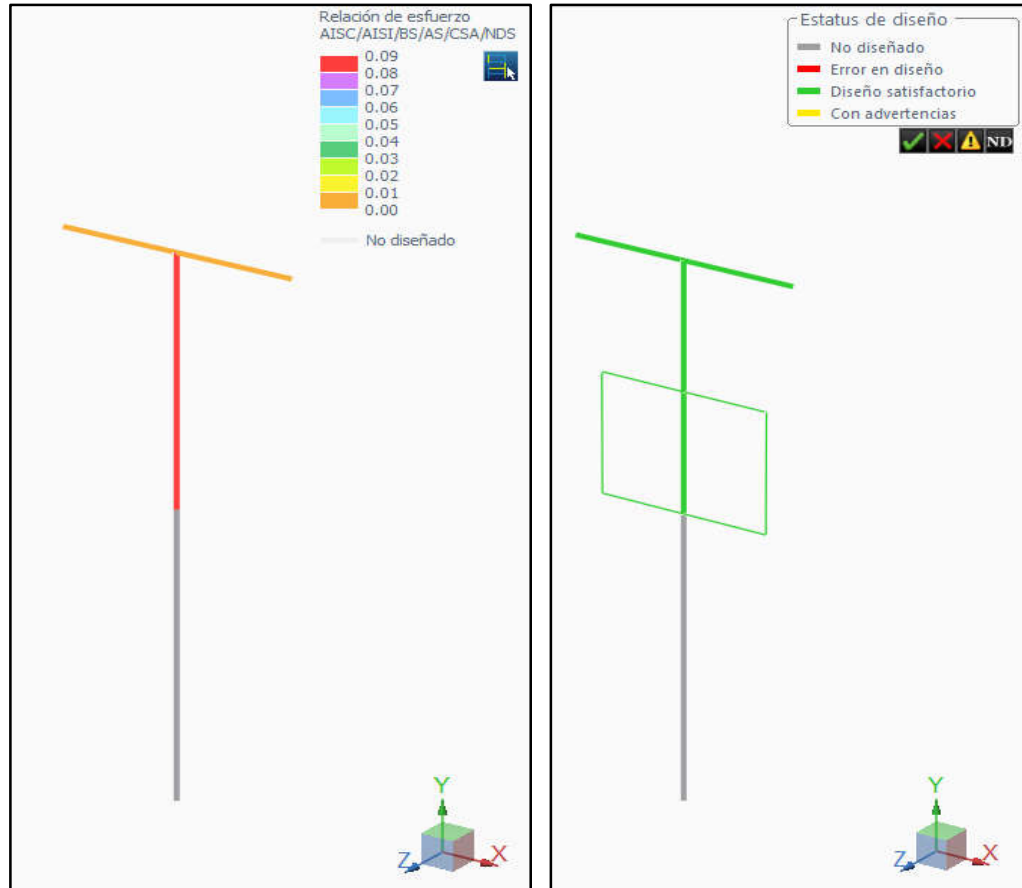
La geometría del soporte metálico, sección y material serán verificadas con todos los estados de carga y combinaciones actuantes. Todos los elementos deben cumplir que su relación de tensiones sea inferior a 1 ( $Rel < 1$ ).


**Figura 54.** Perfil W150x22.5

Nombre de la sección: W150X22.5 (BR)			
Dimensiones			
			
bf	=	15.200	[cm] Width
d	=	15.200	[cm] Depth
d1	=	11.900	[cm] Web Depth
tf	=	0.660	[cm] Flange thickness
tw	=	0.580	[cm] Web thickness

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	74 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Figura 55.** Relación de esfuerzos < 1.00.



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	75 de 114
		REV:
		<b>A</b>


## Diseño de Acero

### Resumen - Máximo por sección

**Estados de carga considerados :**

D1=1.4D  
 D2=1.4D+1.4F  
 D3=1.2D+1.6LL  
 D4=1.2D+1.2F+1.6LL  
 D5=1.2D+0.5Wx  
 D6=1.2D+0.5Wz  
 D7=1.2D+1.2F+LL  
 D8=1.2D+1.2F+0.5Wx  
 D9=1.2D+1.2F+0.5Wz  
 D10=1.2D+Wx  
 D11=1.2D+Wz  
 D12=1.2D+Wx+LL  
 D13=1.2D+Wz+LL  
 D14=1.2D+1.2F+Wx  
 D15=1.2D+1.2F+Wz  
 D16=1.2D+1.2F+Wx+LL  
 D17=1.2D+1.2F+Wz+LL  
 D18=0.9D+Wx  
 D19=0.9D+Wz  
 D20=1.2D+Ex  
 D21=1.2D+Ez  
 D22=1.2D+Ex+LL  
 D23=1.2D+Ez+LL  
 D24=1.2D+1.2F+Ex  
 D25=1.2D+1.2F+Ez  
 D26=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D27=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D28=1.2D+1.2F+Ex  
 D29=1.2D+1.2F+Ez  
 D30=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D31=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D32=1.2D+1.2F+Ex  
 D33=1.2D+1.2F+Ez  
 D34=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D35=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D36=0.9D+Ex  
 D37=0.9D+Ez  
 D38=0.9D+0.9F+Ex  
 D39=0.9D+0.9F+Ez

Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
	<b>W150X22.5</b>	<b>1</b>	D4 en 0.00%	<b>0.09</b>	<b>Bien</b>	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA:
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	76 de 114 REV: <b>A</b>

### 11.3. CÁLCULO Y DISEÑO DE PLACA, PERNO DE ANCLAJE Y ZAPATA DE FUNDACIÓN

Las fuerzas predominantes en todos los soportes son verticales (peso propio, peso de fluido) fuerzas horizontales y momentos son mínimas (carga por fricción, viento en dirección X y Z).

Las dimensiones de la fundación y la verificación de la tensión admisible serán realizadas con las combinaciones de carga en estado de servicio.

La sección de la placa de anclaje será de 25 cm x 25 cm x 0.953 cm, ASTM A36.

La sección del perno de anclaje será de Ø3/8" x 25 cm, F1554 Gr. 36, galvanizado o zincado.

## Conexiones Metálicas

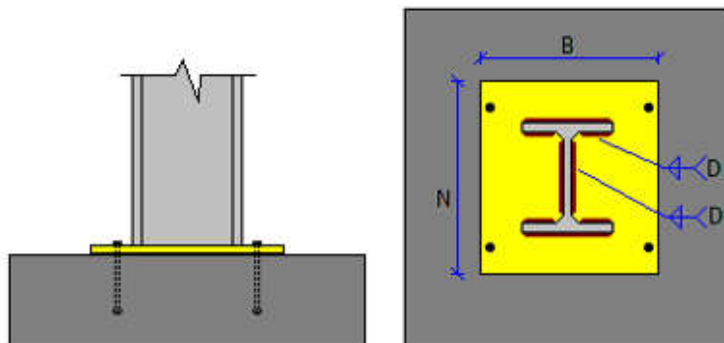
### Datos

#### Conexión: 1 - Fixed uniaxial both axis BP

Familia: Columna - Base (CB)  
Tipo: Base plate  
Descripción: Smart Fixed Uniaxial Both Axis Base Plate 1

#### Datos generales

##### Conector




#### Miembros

##### Columna

Tipo de columna  
Sección  
Material

: Miembro prismático  
: W150X22.5  
: A36

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IFE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	77 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Placa base

### Placa base

Forma de placa	:	Rectangular
Tipo de conexión	:	No rigidizada
Posición respecto al apoyo	:	Centro
N: Dimensión longitudinal	:	25 cm
B: Dimensión transversal	:	25 cm
Espesor	:	0,953 cm
Material	:	A36
Soldadura de la columna	:	E70XX
Solo soldadura exterior en las alas	:	No
D: Tamaño de soldadura a la columna (1/16 in)	:	5
Sobrescribir relación A2/A1	:	No
Incluir llave de corte	:	No

### Soporte

Con pedestal	:	Si
Dimensión longitudinal (del pedestal)	:	30 cm
Dimensión transversal (del pedestal)	:	30 cm
Espesor	:	50 cm
Material	:	H254x4200
Incluir lechada	:	Si
Espesor de lechada	:	2,5 cm


### Ancla

Posición de las anclas	:	Posición longitudinal
------------------------	---	-----------------------

Número de filas por lado	:	1
Número anclas por fila	:	2
Distancia longitudinal al borde de la placa	:	3,5 cm
Distancia transversal al borde de la placa	:	3,5 cm
Tipo de ancla	:	Con cabeza
Tipo de cabeza	:	Hexagonal
Incluir tuerca de seguridad	:	No
Ancla	:	3/8"
Profundidad efectiva de embebido	:	20 cm
Longitud total	:	24,71 cm
Material	:	F1554 Gr36
Fy	:	2,531 T/cm2
Fu	:	4,078 T/cm2
Concreto agrietado	:	No
Acero frágil	:	No
Anclas soldadas a la placa	:	No

### Refuerzo para ancla

Tipo de refuerzo	:	Primaria
Refuerzo para tensión	:	No
Refuerzo para corte	:	No

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	78 de 114
		REV:
		A

## Conexiones Metálicas

### Resultados


#### Conexión: 1 - Fixed uniaxial both axis BP

Familia: Columna - Base (CB)  
 Tipo: Base plate  
 Descripción: Smart Fixed Uniaxial Both Axis Base Plate 1

Código de diseño: AISC 360-16 LRFD, ACI 318-08

#### Solicitaciones

Descripción	Pu [T]	Mu22 [T*m]	Mu33 [T*m]	Vu2 [T]	Vu3 [T]	Tipo de carga
D	-1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
F	-0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
LL	-0.17	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
Wx	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
Wz	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D1	-2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D2	-2.51	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D3	-2.28	-0.13	0.00	0.00	-0.27	Design
D4	-2.42	-0.13	0.00	0.00	-0.27	Design
D5	-1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D6	-1.99	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D7	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D8	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D9	-2.15	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D10	-1.99	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
D11	-1.99	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D12	-2.16	-0.08	0.00	-0.01	-0.17	Design
D13	-2.16	-0.08	0.00	0.00	-0.18	Design
D14	-2.15	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
D15	-2.15	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D16	-2.32	-0.08	0.00	-0.01	-0.17	Design
D17	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.18	Design
D18	-1.49	0.00	0.00	-0.01	0.00	Design
D19	-1.49	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
D20	-1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D21	-1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D22	-2.16	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D23	-2.16	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D24	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D25	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D26	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D27	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D28	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D29	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D30	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D31	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design

	TIPO DE DOCUMENTO:					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO					IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:					HOJA:
MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES					79 de 114	
					REV:	
					A	

D32	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D33	-2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D34	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D35	-2.32	-0.08	0.00	0.00	-0.17	Design
D36	-1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D37	-1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D38	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D39	-1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	Design

## Cálculos de diseño

### Diseño en el eje mayor Placa base (AISC 360-16 LRFD)

#### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Placa base</b>						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.02	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✓	table J2.4

## Verificación de diseño


Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
<b>Pedestal</b>						
Aplastamiento por axial	[Kg/cm2]	168.40	4.01	D2	0.02	DG1 3.1.1
<b>Placa base</b>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	516.67	82.73	D2	0.16	DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	516.67	1.90	Wx	0.00	DG1 Eq. 3.3.13
<b>Columna</b>						
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	186451.80	96.17	Wx	0.00	DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	27.55	Wx	0.00	Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	186451.80	36.07	Wx	0.00	Sec. J2.4

**Relación** 0.16

### Anclas

#### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Anclas</b>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	18.00	3.81	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	5.62	5.08	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.62	--	49.38	✓	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA:
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	80 de 114 REV: <b>A</b>

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
Tensión en anclas	[Kg]	1528.96	3.81	Wx	0.00	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	2740.27	3.81	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	2716.53	7.96	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	2107.19	3.81	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de ancla en tensión	[Kg]	1460.60	3.81	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de grupo de anclas en tensión	[Kg]	4381.80	7.62	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Kg]	636.05	1.64	Wx	0.00	Eq. D-20, Sec. D.6.1.3
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	472.69	1.64	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	1575.64	6.56	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	5480.55	1.64	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	10393.19	6.56	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	Wx	0.00	Sec. D.7
<b>Relación</b>		<b>0.00</b>				

Diseño en el eje menor  
Placa base (AISC 360-16 LRFD)


Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Placa base</b>						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.02	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✓	table J2.4

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
<b>Pedestal</b>						
Aplastamiento por axial	[Kg/cm2]	168.40	6.63	D4	0.04	DG1 3.1.1
<b>Placa base</b>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	516.67	136.66	D4	0.26	DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	516.67	76.87	LL	0.15	DG1 Eq. 3.3.13
<b>Columna</b>						
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	186451.80	3882.67	LL	0.02	DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	486.75	D3	0.00	Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	186451.80	4879.10	LL	0.03	Sec. J2.4
<b>Relación</b>		<b>0.26</b>				



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA: 81 de 114
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	REV: <b>A</b>

### Anclas

#### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Anclas</b>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	18.00	3.81	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	5.52	5.08	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.62	--	49.38	✓	

#### Verificación de diseño

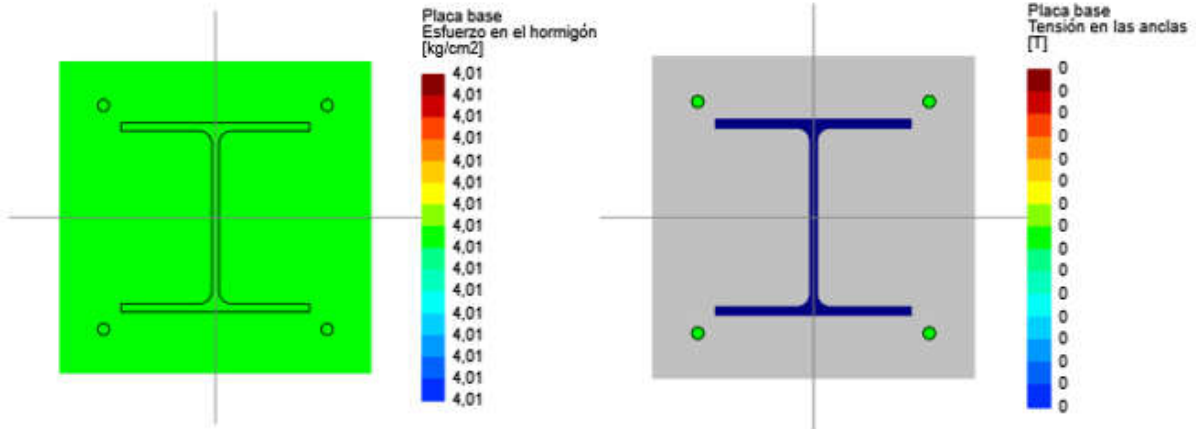
Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
Tensión en anclas	[Kg]	1528.96	153.75	LL	0.10	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	2740.27	153.75	LL	0.06	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	2642.56	312.73	LL	0.12	Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	2107.19	153.75	LL	0.07	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de ancla en tensión	[Kg]	1480.80	153.75	LL	0.11	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de grupo de anclas en tensión	[Kg]	4381.80	307.49	LL	0.07	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Kg]	636.05	67.76	D3	0.11	Eq. D-20, Sec. D.6.1.3
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	472.69	67.76	D3	0.14	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	1575.64	271.02	D3	0.17	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	5480.55	67.76	D3	0.01	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	10393.19	271.02	D3	0.03	Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	LL	0.00	Sec. D.7


**Relación** 0.17

**Relación de resistencia crítica global** 0.26

#### Eje mayor

*Máxima compresión (D2)*



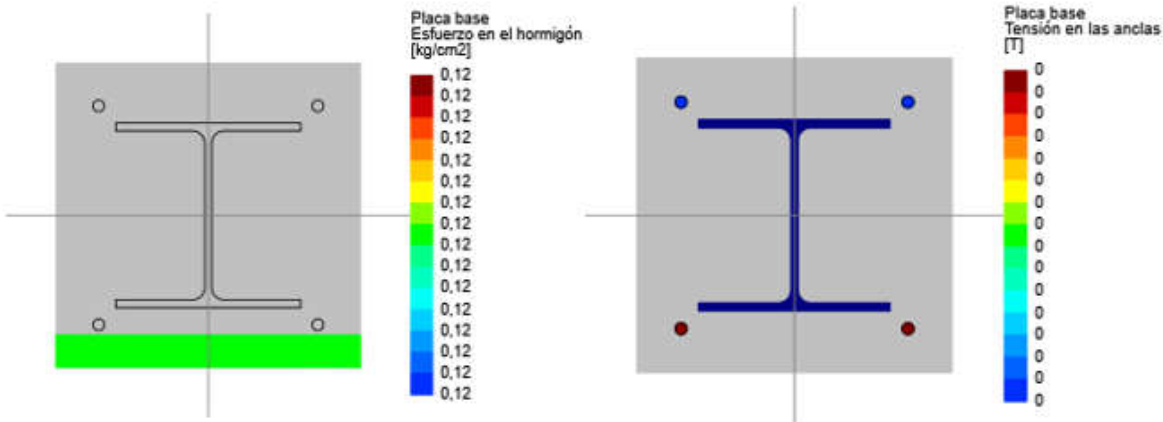
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 82 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

Máximo esfuerzo en el concreto	4.01	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	4.01	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.00	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	1E32	[cm]
Longitud de aplastamiento	25.00	[cm]

**Tensiones en anclas**

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	0.00	0.00
2	-9.00	9.00	0.00	0.00
3	9.00	9.00	0.00	0.00
4	9.00	-9.00	0.00	0.00


**Máxima tensión (Wx)**



Máximo esfuerzo en el concreto	0.12	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.12	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.00	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	2.64	[cm]
Longitud de aplastamiento	2.64	[cm]

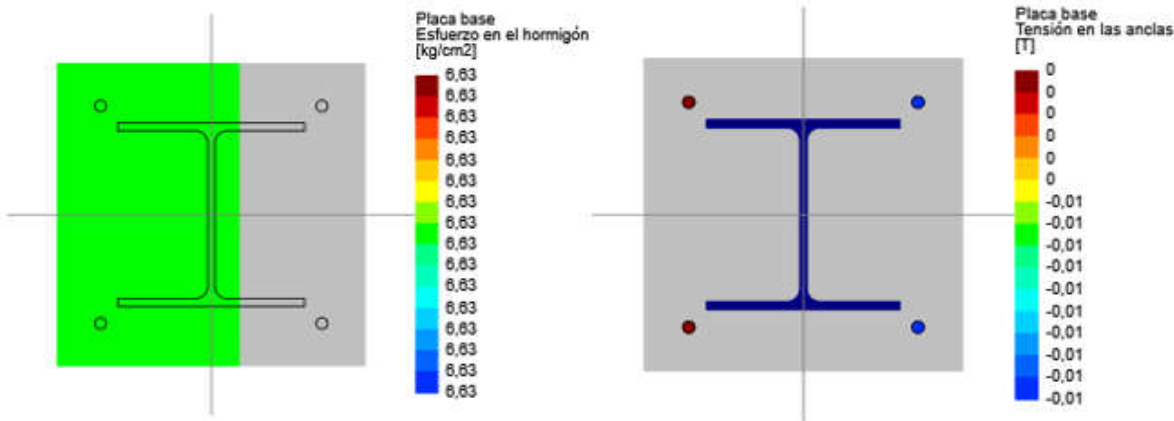
**Tensiones en anclas**

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	0.00	0.00
2	-9.00	9.00	0.00	0.00
3	9.00	9.00	0.00	0.00
4	9.00	-9.00	0.00	0.00

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 83 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

Eje menor

Máxima compresión (D4)

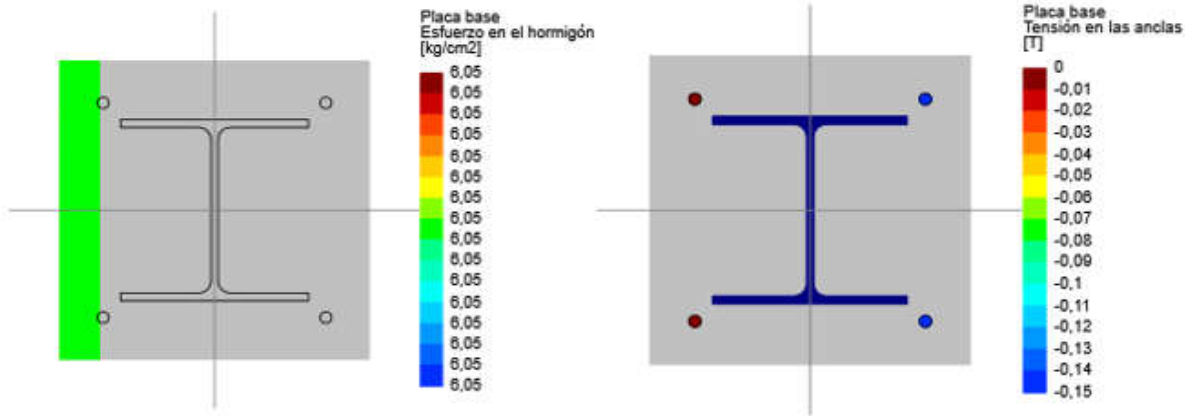



Máximo esfuerzo en el concreto	0.63	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.63	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.01	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	14.77	[cm]
Longitud de aplastamiento	14.77	[cm]

Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	-0.07	0.00
2	-9.00	9.00	-0.07	0.00
3	9.00	9.00	-0.07	0.01
4	9.00	-9.00	-0.07	0.01

Máxima tensión (LL)



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA: 84 de 114
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	REV: <b>A</b>

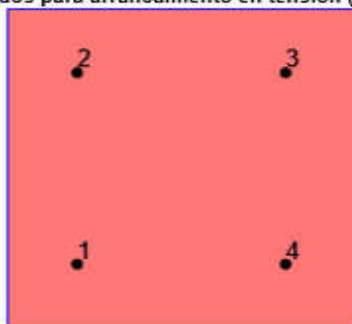
Máximo esfuerzo en el concreto	8.05	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	8.05	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	0.15	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	3.19	[cm]
Longitud de aplastamiento	3.19	[cm]

#### Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	-0.04	0.00
2	-9.00	9.00	-0.04	0.00
3	9.00	9.00	-0.04	0.15
4	9.00	-9.00	-0.04	0.15

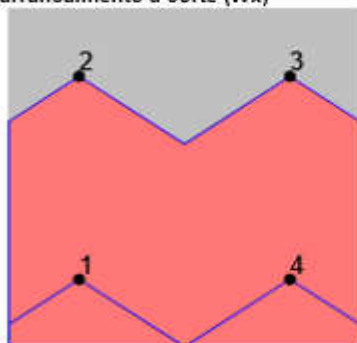
### Eje mayor

#### Resultados para arrancamiento en tensión (Wx)




Grupo	Área [cm2]	Tensión [T]	Anclas
1	900.00	0.01	1, 2, 3, 4

#### Resultados para arrancamiento a corte (Wx)



Grupo	Área [cm2]	Corte [T]	Anclas
1	270.00	0.00	1, 4
2	1080.00	0.01	1, 2, 3, 4

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	85 de 114
		REV:
		A

Eje menor

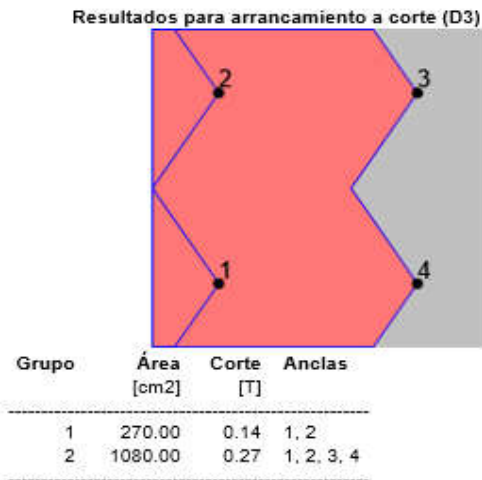
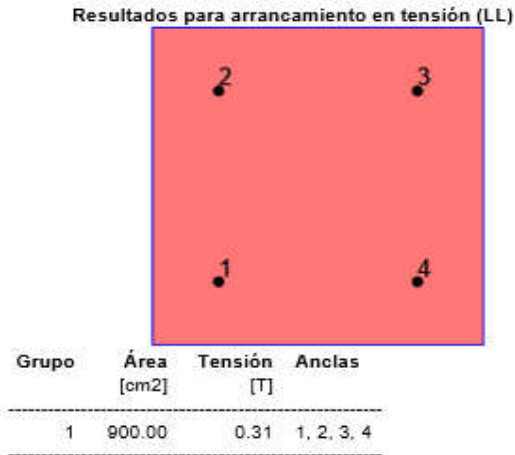
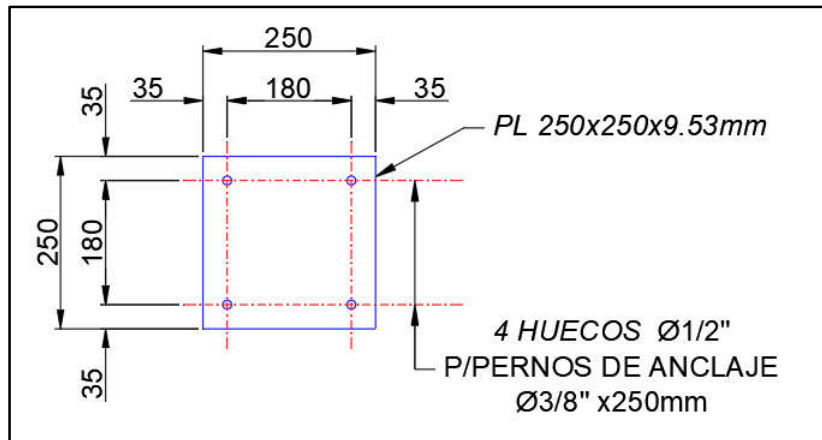


Figura 56. Detalle Placa.




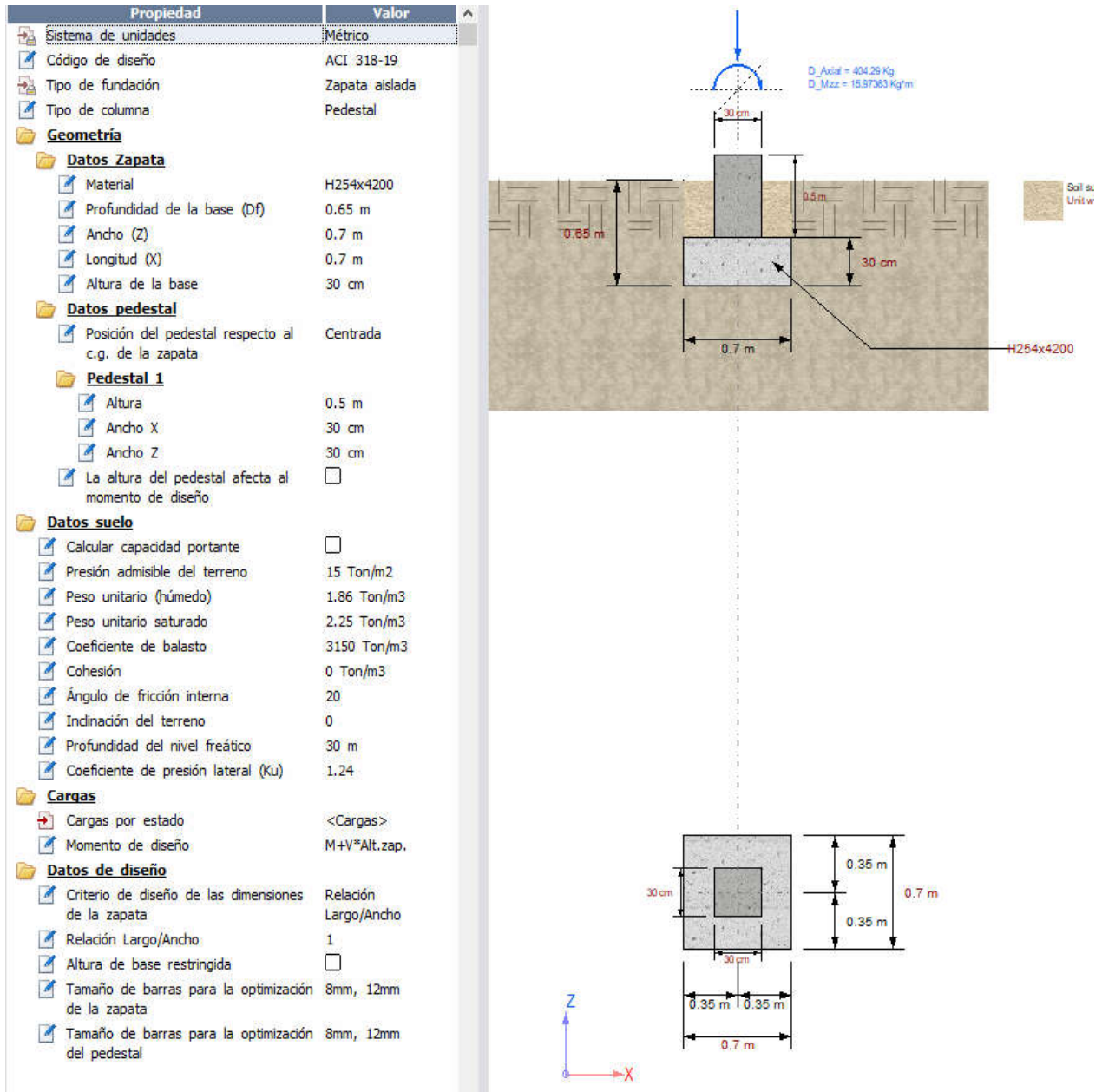

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	86 de 114
		REV:
		A

Figura 57. Información para el Diseño y Cálculo de Fundación.





	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	87 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Resultados de Diseño

### Zapatas de Hormigón Armado

#### Datos Generales

Estatus global	: Bien
Código de diseño	: ACI 318-2019
Tipo de zapata	: Aislada
Tipo de columna	: Pedestal

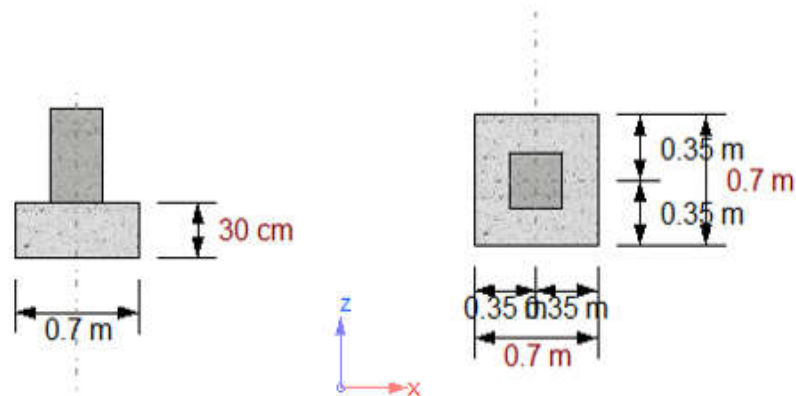
#### Materiales

Hormigón, $f_c$	: 254.00 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Acero, $f_y$	: 4200.00 [Kg/cm <sup>2</sup> ]
Tipo de concreto	: Normal	Recubrimiento epóxico	: No
Módulo de elasticidad hormigón	: 327000.00 [Kg/...]	Módulo de elasticidad acero	: 2040000.00 [Kg/...]
Peso unitario	: 0.00 [Kg/cm <sup>3</sup> ]		

#### Suelo

Coefficiente de balasto	: 3.15 [Kg/cm <sup>3</sup> ]
Peso unitario (húmedo)	: 0.00 [Kg/cm <sup>3</sup> ]

#### Geometría




Longitud	: 0.70 [m]
Ancho	: 0.70 [m]
Espesor	: 0.30 [m]
Profundidad de la base	: 0.60 [m]
Área de la base	: 0.49 [m <sup>2</sup> ]
Volumen de la zapata	: 0.15 [m <sup>3</sup> ]

Longitud del pedestal	: 30.00 [cm]
Ancho del pedestal	: 30.00 [cm]
Alto del pedestal	: 50.00 [cm]

Posición del pedestal respecto al c.g. de la zapata

: Centrada

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	88 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Reinforcement

### Armadura longitudinal

Recubrimiento libre	:	7.50 [cm]
Relación máxima permitida entre $\rho/\rho_{balanceo}$	:	0.75
Armadura // a L (xx) inferior	:	5-R12 c/ 12.50cm
Armadura // a L (xx) superior	:	5-R12 c/ 12.50cm
Armadura // a B (zz) inferior	:	5-R12 c/ 12.50cm (Zona 1)
Armadura // a B (zz) superior	:	5-R12 c/ 12.50cm

### Armadura del pedestal


Longitudinal	:	8 - 12mm
Recubrimiento libre	:	5.00 [cm]
Área provista	:	9.04 [cm <sup>2</sup> ]
Número de barras // al eje x	:	3
Número de barras // al eje z	:	3
Transversal	:	8mm c/ 15.00cm
Número de ramas // al eje x	:	3
Número de ramas // al eje z	:	3

## Condiciones de carga

### Servicio:

S1	:	D
S2	:	D+F
S3	:	D+LL
S4	:	D+F+LL
S5	:	D+0.75LL
S6	:	D+F+0.75LL
S7	:	D+0.6Wx
S8	:	D+0.6Wz
S9	:	D+0.7Ex
S10	:	D+0.7Ez
S11	:	D+F+0.6Wx
S12	:	D+F+0.6Wz
S13	:	D+F+0.7Ex
S14	:	D+F+0.7Ez
S15	:	D+0.75LL+0.45Wx
S16	:	D+0.75LL+0.45Wz
S17	:	0.6D+0.6Wx
S18	:	0.6D+0.6Wz
S19	:	D+Ex
S20	:	D+Ez
S21	:	D+F+Ex
S22	:	D+F+Ez
S23	:	D+0.75LL+0.525Ex
S24	:	D+0.75LL+0.525Ez
S25	:	D+0.525Ex
S26	:	D+0.525Ez
S27	:	D+F+0.525Ex
S28	:	D+F+0.525Ez
S29	:	0.6D+0.7Ex
S30	:	0.6D+0.7Ez
S31	:	0.6D+F+0.7Ex
S32	:	0.6D+F+0.7Ez




	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	89 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Límite ultimo:**

D1	:	1.4D
D2	:	1.4D+1.4F
D3	:	1.2D+1.6LL
D4	:	1.2D+1.2F+1.6LL
D5	:	1.2D+0.5Wx
D6	:	1.2D+0.5Wz
D7	:	1.2D+1.2F+LL
D8	:	1.2D+1.2F+0.5Wx
D9	:	1.2D+1.2F+0.5Wz
D10	:	1.2D+Wx
D11	:	1.2D+Wz
D12	:	1.2D+Wx+LL
D13	:	1.2D+Wz+LL
D14	:	1.2D+1.2F+Wx
D15	:	1.2D+1.2F+Wz
D16	:	1.2D+1.2F+Wx+LL
D17	:	1.2D+1.2F+Wz+LL
D18	:	0.9D+Wx
D19	:	0.9D+Wz
D20	:	1.2D+Ex
D21	:	1.2D+Ez
D22	:	1.2D+Ex+LL
D23	:	1.2D+Ez+LL
D24	:	1.2D+1.2F+Ex
D25	:	1.2D+1.2F+Ez
D26	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D27	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D28	:	1.2D+1.2F+Ex
D29	:	1.2D+1.2F+Ez
D30	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D31	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D32	:	1.2D+1.2F+Ex
D33	:	1.2D+1.2F+Ez
D34	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D35	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D36	:	0.9D+Ex
D37	:	0.9D+Ez
D38	:	0.9D+0.9F+Ex
D39	:	0.9D+0.9F+Ez

**Cargas**

Estado	Zapata	Nudo	Axial [Kg]	Mxx [Kg*m]	Mzz [Kg*m]	Vx [Kg]	Vz [Kg]
D	1	5	1778.41	0.00	0.00	0.00	0.00
F	1	5	132.61	0.00	0.00	0.00	0.00
LL	1	5	169.39	172.95	0.00	0.00	-169.39
Wx	1	5	0.00	0.00	5.15	6.56	0.00
Wz	1	5	0.00	10.84	0.00	0.00	-12.13
Ex	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 90 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

## Diseño

Estatus : Bien

### Interacción suelo - fundación

Presión admisible : 1.5E04 [Kg/m2]  
Factor de seguridad min. para deslizamiento : 1.25  
Factor de seguridad min. a vuelco : 1.25  
Estado gobernante : S4 - 1

Estado Zapata	qprom [Kg/m2]	qmax [Kg/m2]	$\Delta$ max [cm]	Área en compresión		Volteo		FS desliz.
				[m2]	(%)	FSx	FSz	
S4 - 1	5.52E03	9.44E03	0.3	0.49	100	4.23	1000.00	5.64

### Flexión

Factor  $\phi$  : 0.90  
Cuantía mínima : 0.00200

Longitud de desarrollo


Eje	Pos.	ld [cm]	lhd [cm]	Dist1 [cm]	Dist2 [cm]
z	Inf.	35.46	15.24	12.00	12.00
x	Inf.	35.46	15.24	12.00	12.00
z	Sup.	30.48	15.24	12.00	12.00
x	Sup.	30.48	15.24	12.00	12.00

Eje	Pos.	Estado Zapata	Mu [Kg*m]	$\phi$ *Mn [Kg*m]	Asreq [cm2]	Asprov [cm2]	Asreq/Asprov	Mu/( $\phi$ *Mn)	
zz	Sup.	D1 - 1	0.00	0.00	0.00	5.65	0.000	0.000	<input type="text"/>
zz	Inf.	D2 - 1	78.44	4402.73	4.20	5.65	0.743	0.017	<input type="text"/>
xx	Sup.	D3 - 1	-2.26	-4146.44	0.00	5.65	0.001	0.001	<input type="text"/>
xx	Inf.	D4 - 1	144.24	4146.44	4.20	5.65	0.743	0.035	<input type="text"/>

### Cortantes

Factor  $\phi$  : 0.75  
Área de corte plano zz : 0.15 [m2]  
Área de corte plano xx : 0.14 [m2]

Plano	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
xy	D1 - 1	0.00	7585.55	0.000	<input type="text"/>
yz	D1 - 1	0.00	7883.07	0.000	<input type="text"/>

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	91 de 114
		REV:
		A

### Corte por punzonamiento

Factor  $\phi$  : 0.75  
 Perímetro de corte (bo 1) : 2.03 [m]  
 Área de punzonamiento : 0.42 [m<sup>2</sup>]

Columna	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
columna 1	D2 - 1	1266.39	71443.37	0.024	<input type="text"/>

### Diseño del Pedestal

Armadura:

Pedestal	Asreq [cm <sup>2</sup> ]	Asprov [cm <sup>2</sup> ]	Asreq/Asprov
1	9.00	9.04	1.00

#### Flexión biaxial:

Pedestal	Estado Zapata	Muxx [Kg*m]	Muzz [Kg*m]	$\phi$ *Mnxx [Kg*m]	$\phi$ *Mnzz [Kg*m]	Mc/( $\phi$ *Mn)
1	D3 - 1	276.72	0.00	4243.60	0.00	0.07 <input type="text"/>

#### Axial:


Pedestal	Estado Zapata	Pu [Kg]	$\phi$ *Pn [Kg]	Pu/( $\phi$ *Pn)	
1	D2 - 1	-2675.43	-119769.70	0.02	<input type="text"/>

#### Corte:

##### Pedestal 1:

S adoptado : 15.00 [cm]  
 S calculado : 19.20 [cm]

Estado	Dir.	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vs [Kg]	$\phi$ *Vn [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
D3	x	0.00	6097.54	9971.47	12051.76	0.00	<input type="text"/>
D3	z	271.02	6097.54	9971.47	12051.76	0.02	<input type="text"/>

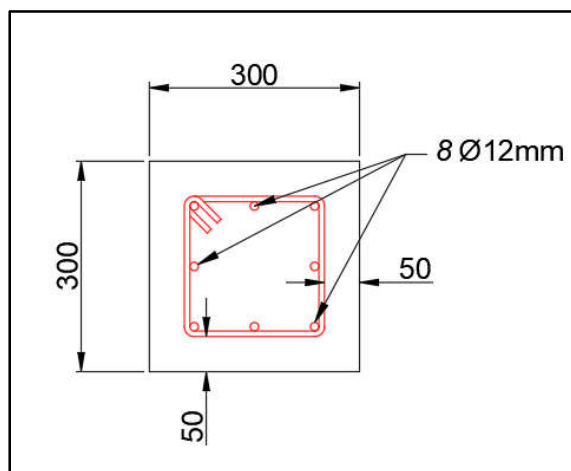
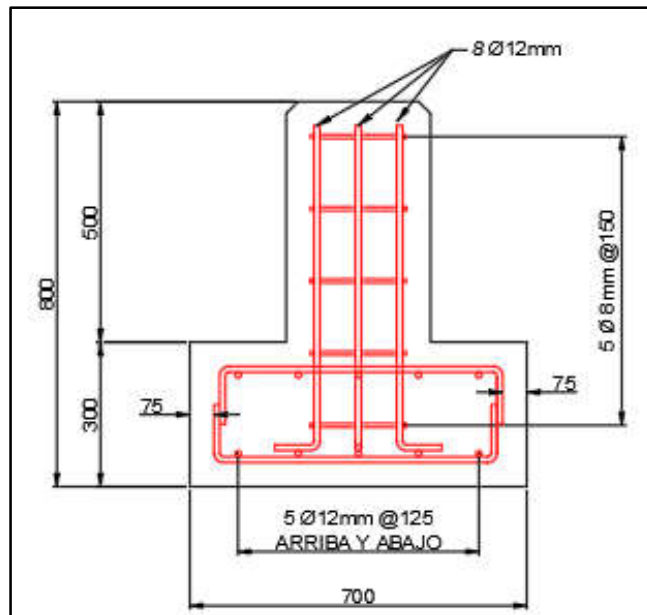
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	92 de 114
		REV:
		<b>A</b>


El armado de la fundación será dispuesto de la siguiente manera:

Zapata: 5 Ø 12 mm @ 125 mm, armadura inferior y superior dirección longitudinal  
5 Ø 12 mm @ 125 mm, armadura inferior y superior dirección transversal

Fuste: 8 Ø 12 mm armadura longitudinal distribuidos uniformemente.  
Ø 8 mm c/15 cm para armadura transversal (estribos).

**Figura 58.** Disposición de Armadura.

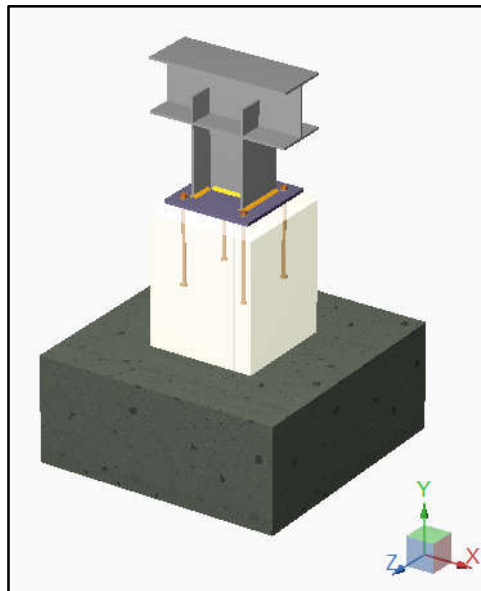


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	93 de 114
		REV:
		<b>A</b>

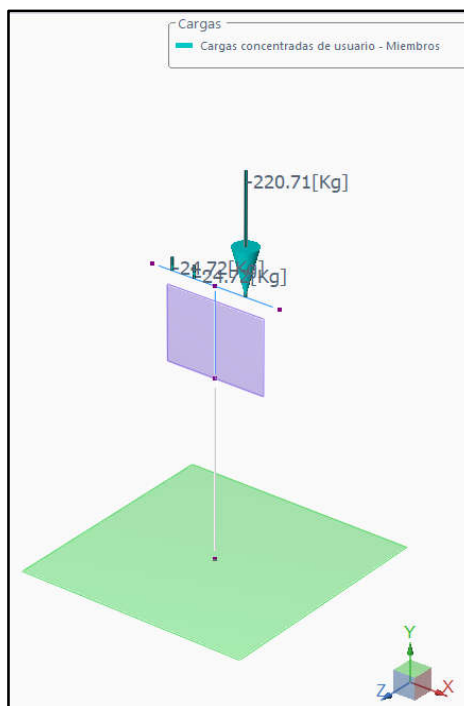
## 12. CÁLCULO ESTRUCTURAL SOPORTE PSS-08


### 12.1. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

**Figura 59.** Vista Isométrica 3D.

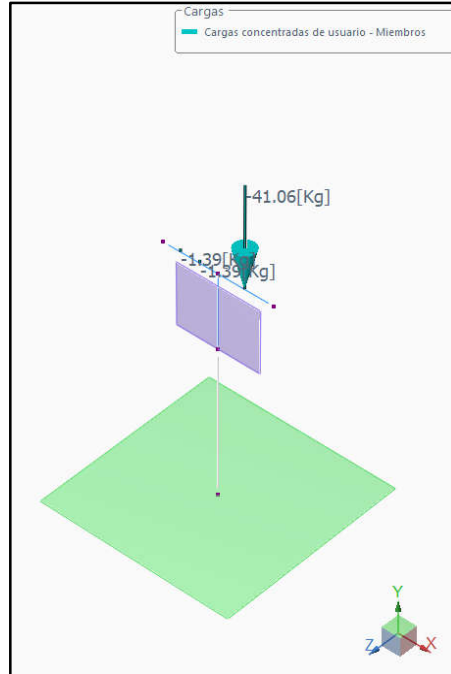


**Figura 60.** Carga Permanente

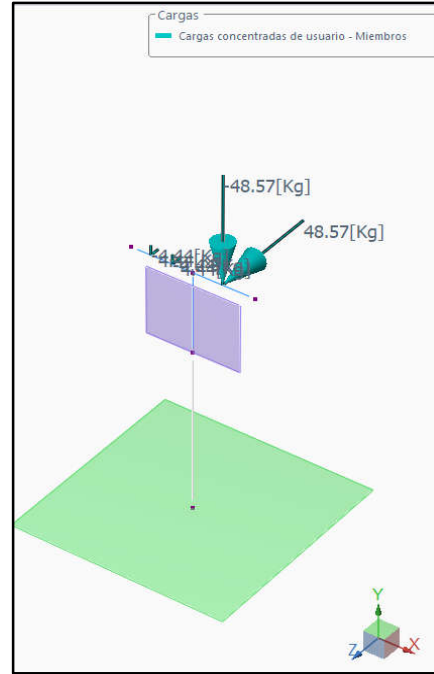


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	94 de 114
		REV:
		<b>A</b>

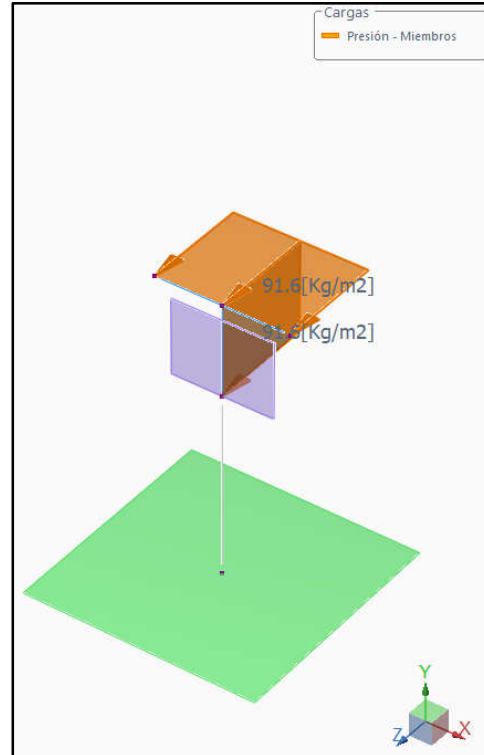
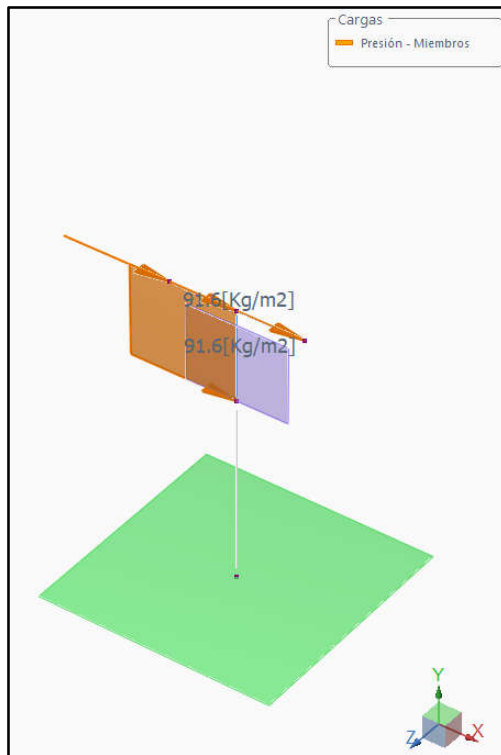
**Figura 61. Carga de Fluido**




**Figura 62. Carga Viva por Fricción**



**Figura 63. Carga de Viento en Dirección X y Z**





	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	96 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Diseño de Acero


### Resumen - Máximo por sección

**Estados de carga considerados :**

D1=1.4D  
 D2=1.4D+1.4F  
 D3=1.2D+1.6LL  
 D4=1.2D+1.2F+1.6LL  
 D5=1.2D+0.5Wx  
 D6=1.2D+0.5Wz  
 D7=1.2D+1.2F+LL  
 D8=1.2D+1.2F+0.5Wx  
 D9=1.2D+1.2F+0.5Wz  
 D10=1.2D+Wx  
 D11=1.2D+Wz  
 D12=1.2D+Wx+LL  
 D13=1.2D+Wz+LL  
 D14=1.2D+1.2F+Wx  
 D15=1.2D+1.2F+Wz  
 D16=1.2D+1.2F+Wx+LL  
 D17=1.2D+1.2F+Wz+LL  
 D18=0.9D+Wx  
 D19=0.9D+Wz  
 D20=1.2D+Ex  
 D21=1.2D+Ez  
 D22=1.2D+Ex+LL  
 D23=1.2D+Ez+LL  
 D24=1.2D+1.2F+Ex  
 D25=1.2D+1.2F+Ez  
 D26=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D27=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D28=1.2D+1.2F+Ex  
 D29=1.2D+1.2F+Ez  
 D30=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D31=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D32=1.2D+1.2F+Ex  
 D33=1.2D+1.2F+Ez  
 D34=1.2D+1.2F+Ex+LL  
 D35=1.2D+1.2F+Ez+LL  
 D36=0.9D+Ex  
 D37=0.9D+Ez  
 D38=0.9D+0.9F+Ex  
 D39=0.9D+0.9F+Ez

Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus	Referencia
	<b>W150X22.5</b>	<b>1</b>	D4 en 0.00%	<b>0.09</b>	<b>Bien</b>	



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	97 de 114
		REV:
		<b>A</b>

### 12.3. CÁLCULO Y DISEÑO DE PLACA, PERNO DE ANCLAJE Y ZAPATA DE FUNDACIÓN

Las fuerzas predominantes en todos los soportes son verticales (peso propio, peso de fluido) fuerzas horizontales y momentos son mínimas (carga por fricción, viento en dirección X y Z).

Las dimensiones de la fundación y la verificación de la tensión admisible serán realizadas con las combinaciones de carga en estado de servicio.

La sección de la placa de anclaje será de 25 cm x 25 cm x 0.953 cm, ASTM A36.

La sección del perno de anclaje será de Ø3/8" x 25 cm, F1554 Gr. 36, galvanizado o zincado.

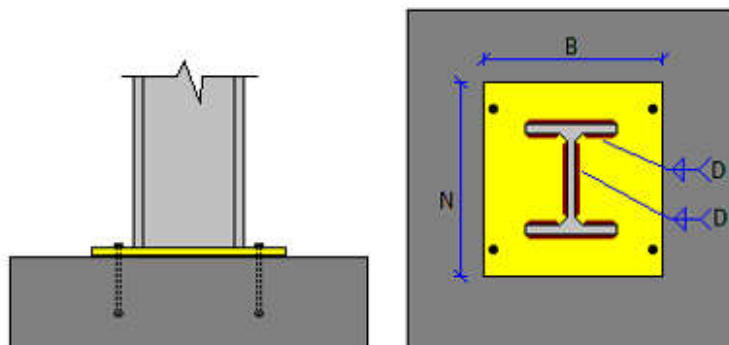
## Conexiones Metálicas Datos

### Conexión: 1 - Fixed uniaxial both axis BP

Familia: Columna - Base (CB)  
Tipo: Base plate  
Descripción: Smart Fixed Uniaxial Both Axis Base Plate 1

### Datos generales


#### Conector



### Miembros

#### Columna

Tipo de columna : Miembro prismático  
Sección : W150X22.5  
Material : A36

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	98 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Placa base

### Placa base

Forma de placa	:	Rectangular
Tipo de conexión	:	No rigidizada
Posición respecto al apoyo	:	Centro
N: Dimensión longitudinal	:	25 cm
B: Dimensión transversal	:	25 cm
Espesor	:	0,953 cm
Material	:	A36
Soldadura de la columna	:	E70XX
Solo soldadura exterior en las alas	:	No
D: Tamaño de soldadura a la columna (1/16 in)	:	5
Sobrescribir relación A2/A1	:	No
Incluir llave de corte	:	No

### Soporte

Con pedestal	:	Si
Dimensión longitudinal (del pedestal)	:	30 cm
Dimensión transversal (del pedestal)	:	30 cm
Espesor	:	50 cm
Material	:	H254x4200
Incluir lechada	:	Si
Espesor de lechada	:	2,5 cm


### Ancla

Posición de las anclas	:	Posición longitudinal
------------------------	---	-----------------------

Número de filas por lado	:	1
Número anclas por fila	:	2
Distancia longitudinal al borde de la placa	:	3,5 cm
Distancia transversal al borde de la placa	:	3,5 cm
Tipo de ancla	:	Con cabeza
Tipo de cabeza	:	Hexagonal
Incluir tuerca de seguridad	:	No
Ancla	:	3/8"
Profundidad efectiva de embebido	:	20 cm
Longitud total	:	24,71 cm
Material	:	F1554 Gr36
Fy	:	2,531 T/cm <sup>2</sup>
Fu	:	4,078 T/cm <sup>2</sup>
Concreto agrietado	:	No
Acero frágil	:	No
Anclas soldadas a la placa	:	No

### Refuerzo para ancla

Tipo de refuerzo	:	Primaria
Refuerzo para tensión	:	No
Refuerzo para corte	:	No

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	99 de 114
		REV:
		A

## Conexiones Metálicas Resultados


### Conexión: 1 - Fixed uniaxial both axis BP

Familia: Columna - Base (CB)  
 Tipo: Base plate  
 Descripción: Smart Fixed Uniaxial Both Axis Base Plate 1

Código de diseño: AISC 360-16 LRFD, ACI 318-08

### Solicitaciones

Descripción	Pu [T]	Mu22 [T*m]	Mu33 [T*m]	Vu2 [T]	Vu3 [T]	Tipo de carga
D	-0.29	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
F	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
LL	-0.06	-0.02	0.00	0.00	-0.06	Design
Wx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
Wz	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	Design
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D1	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D2	-0.48	0.00	0.03	0.00	0.00	Design
D3	-0.43	-0.03	0.03	0.00	-0.09	Design
D4	-0.49	-0.03	0.03	0.00	-0.09	Design
D5	-0.34	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D6	-0.34	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D7	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design
D8	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D9	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D10	-0.34	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D11	-0.34	0.00	0.02	0.00	-0.01	Design
D12	-0.40	-0.02	0.02	0.00	-0.06	Design
D13	-0.40	-0.02	0.02	0.00	-0.07	Design
D14	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D15	-0.40	0.00	0.02	0.00	-0.01	Design
D16	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design
D17	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.07	Design
D18	-0.28	0.00	0.01	0.00	0.00	Design
D19	-0.28	0.00	0.01	0.00	-0.01	Design
D20	-0.34	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D21	-0.34	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D22	-0.40	-0.02	0.02	0.00	-0.08	Design
D23	-0.40	-0.02	0.02	0.00	-0.08	Design
D24	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D25	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D26	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design
D27	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design
D28	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D29	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D30	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design
D31	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	100 de 114
		REV:
		A

D32	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D33	-0.40	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D34	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design
D35	-0.45	-0.02	0.03	0.00	-0.08	Design
D36	-0.28	0.00	0.01	0.00	0.00	Design
D37	-0.28	0.00	0.01	0.00	0.00	Design
D38	-0.30	0.00	0.02	0.00	0.00	Design
D39	-0.30	0.00	0.02	0.00	0.00	Design

## Cálculos de diseño

### Diseño en el eje mayor Placa base (AISC 360-16 LRFD)

#### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Placa base</b>						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.02	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✓	table J2.4


## Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
<b>Pedestal</b>						
Aplastamiento por axial	[Kg/cm2]	168.40	1.48	D4	0.01	DG1 3.1.1
<b>Placa base</b>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	516.67	30.48	D4	0.06	DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	516.67	1.98	D4	0.00	DG1 Eq. 3.3.13
<b>Columna</b>						
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	188451.80	100.18	D4	0.00	DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	15.97	Wx	0.00	Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	188451.80	12.12	Wx	0.00	Sec. J2.4
<b>Relación</b>		<b>0.06</b>				

### Anclas

#### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Anclas</b>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	18.00	3.81	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	5.52	5.08	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.62	--	49.38	✓	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	101 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
Tensión en anclas	[Kg]	1528.98	3.97	D4	0.00	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	2740.27	3.97	D4	0.00	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	2740.27	7.93	D4	0.00	Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	2107.19	3.97	D4	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de ancla en tensión	[Kg]	1460.60	3.97	D4	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de grupo de anclas en tensión	[Kg]	4381.80	7.93	D4	0.00	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Kg]	636.05	0.95	Wx	0.00	Eq. D-20, Sec. D.6.1.3
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	472.69	0.95	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	1575.64	3.80	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	5480.55	0.95	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	10393.19	3.80	Wx	0.00	Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	Wx	0.00	Sec. D.7
<b>Relación</b>			<b>0.00</b>			


## Diseño en el eje menor Placa base (AISC 360-16 LRFD)

### Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Placa base</b>						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.02	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✓	table J2.4

## Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
<b>Pedestal</b>						
Aplastamiento por axial	[Kg/cm2]	168.40	1.31	D4	0.01	DG1 3.1.1
<b>Placa base</b>						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	516.67	27.07	D4	0.05	DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	516.67	12.17	LL	0.02	DG1 Eq. 3.3.13
<b>Columna</b>						
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	188451.80	614.85	LL	0.00	DG1 p. 35
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	165.09	D3	0.00	Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	188451.80	915.77	LL	0.00	Sec. J2.4
<b>Relación</b>			<b>0.05</b>			

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPe-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA: 102 de 114
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	REV: <b>A</b>

*Ancias*

Consideraciones geométricas

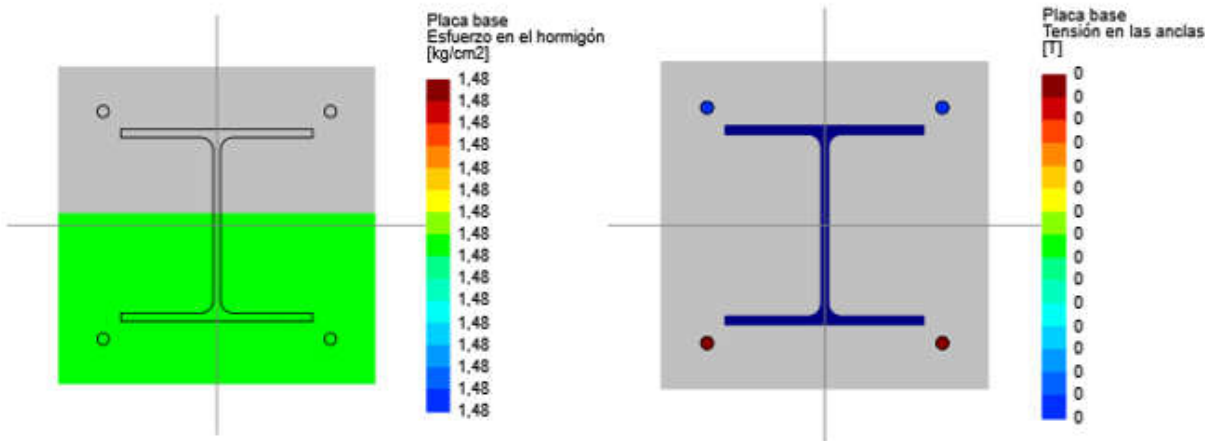
Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	Referencias
<b>Ancias</b>						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	18.00	3.81	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	5.52	5.08	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	20.62	--	49.38	✓	


Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	Referencias
Tensión en anclas	[Kg]	1528.96	24.35	LL	0.02	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	2740.27	24.35	LL	0.01	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	2740.27	48.69	LL	0.02	Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	2107.19	24.35	LL	0.01	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de ancla en tensión	[Kg]	1460.60	24.35	LL	0.02	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento lateral de grupo de anclas en tensión	[Kg]	4381.80	48.69	LL	0.01	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Kg]	636.05	22.98	D3	0.04	Eq. D-20, Sec. D.8.1.3
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	472.69	22.98	D3	0.05	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	1575.64	91.92	D3	0.06	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	5480.55	22.98	D3	0.00	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	10393.19	91.92	D3	0.01	Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	LL	0.00	Sec. D.7
<b>Relación</b>	<b>0.06</b>					
<b>Relación de resistencia crítica global</b>	<b>0.06</b>					

Eje mayor

Máximas compresión y tensión (D4)



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 103 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

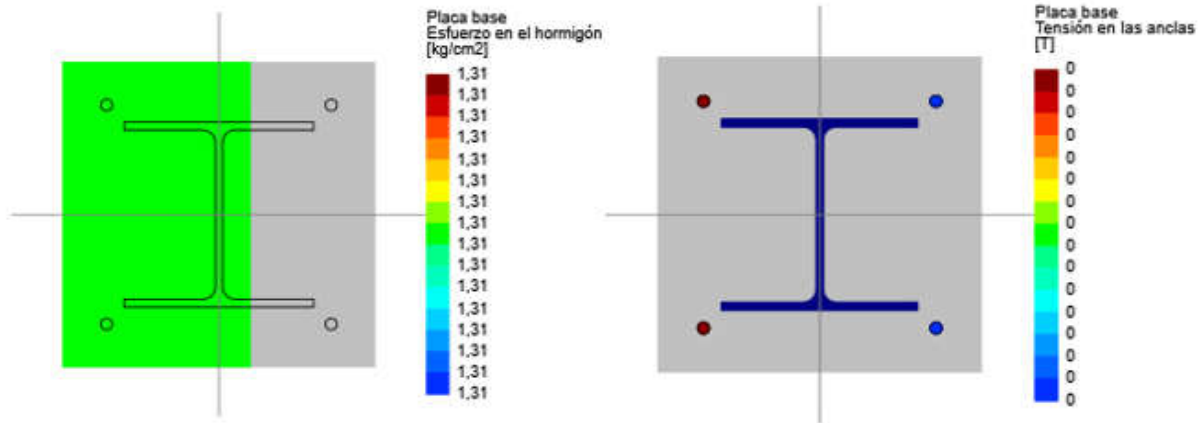
Máximo esfuerzo en el concreto	1.48	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Mínimo esfuerzo en el concreto	1.48	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Máxima tensión en las anclas	0.00	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	13.39	[cm]
Longitud de aplastamiento	13.39	[cm]

**Tensiones en anclas**

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	0.00	0.00
2	-9.00	9.00	0.00	0.00
3	9.00	9.00	0.00	0.00
4	9.00	-9.00	0.00	0.00

**Eje menor**

*Máxima compresión (D4)*




Máximo esfuerzo en el concreto	1.31	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Mínimo esfuerzo en el concreto	1.31	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Máxima tensión en las anclas	0.00	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	14.99	[cm]
Longitud de aplastamiento	14.99	[cm]

Longitud de aplastamiento 14.99 [cm]

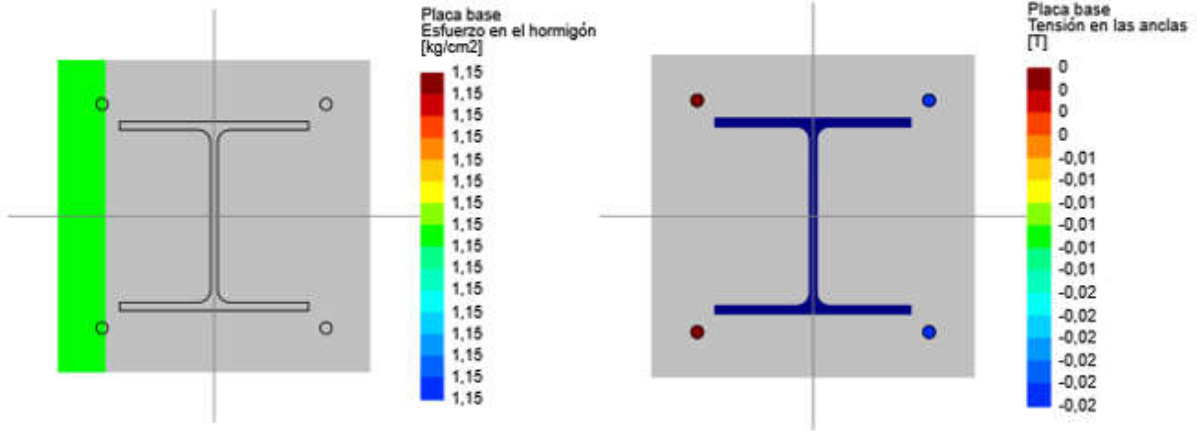
**Tensiones en anclas**

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	-0.02	0.00
2	-9.00	9.00	-0.02	0.00
3	9.00	9.00	-0.02	0.00
4	9.00	-9.00	-0.02	0.00



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	104 de 114
		REV:
		A

Máxima tensión (LL)



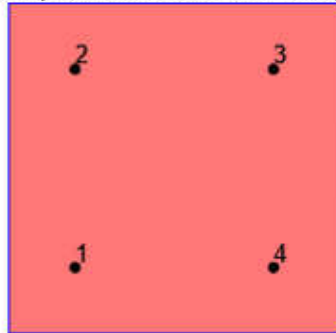
Máximo esfuerzo en el concreto	1.15	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Mínimo esfuerzo en el concreto	1.15	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Máxima tensión en las anclas	0.02	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.00	[T]
Ángulo del eje neutro	0.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	3.71	[cm]
Longitud de aplastamiento	3.71	[cm]

Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-9.00	-9.00	-0.01	0.00
2	-9.00	9.00	-0.01	0.00
3	9.00	9.00	-0.01	0.02
4	9.00	-9.00	-0.01	0.02


Eje mayor

Resultados para arrancamiento en tensión (D4)

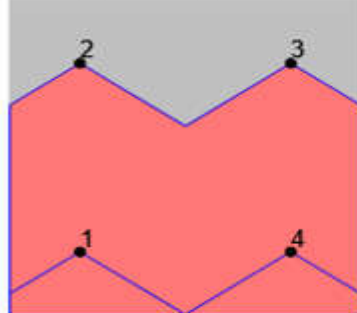


Grupo	Área [cm <sup>2</sup> ]	Tensión [T]	Anclas
1	900.00	0.01	2, 3



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	105 de 114
		REV:
		<b>A</b>

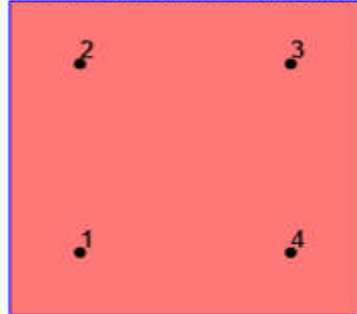
Resultados para arrancamiento a corte (Wx)



Grupo	Área [cm <sup>2</sup> ]	Corte [T]	Anclas
1	270.00	0.00	1, 4
2	1080.00	0.00	1, 2, 3, 4

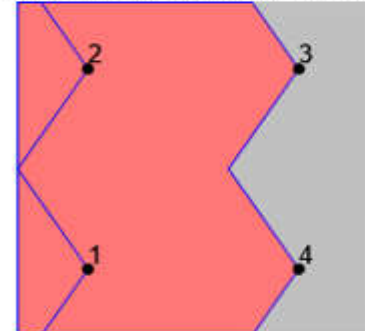
## Eje menor

Resultados para arrancamiento en tensión (LL)




Grupo	Área [cm <sup>2</sup> ]	Tensión [T]	Anclas
1	900.00	0.05	3, 4

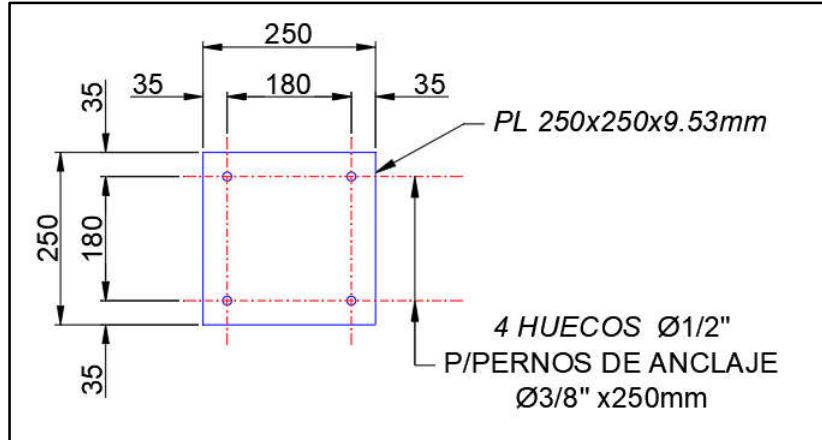
Resultados para arrancamiento a corte (D3)



Grupo	Área [cm <sup>2</sup> ]	Corte [T]	Anclas
1	270.00	0.05	1, 2
2	1080.00	0.09	1, 2, 3, 4

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	106 de 114
		REV:
		<b>A</b>

**Figura 66.** Detalle Placa.




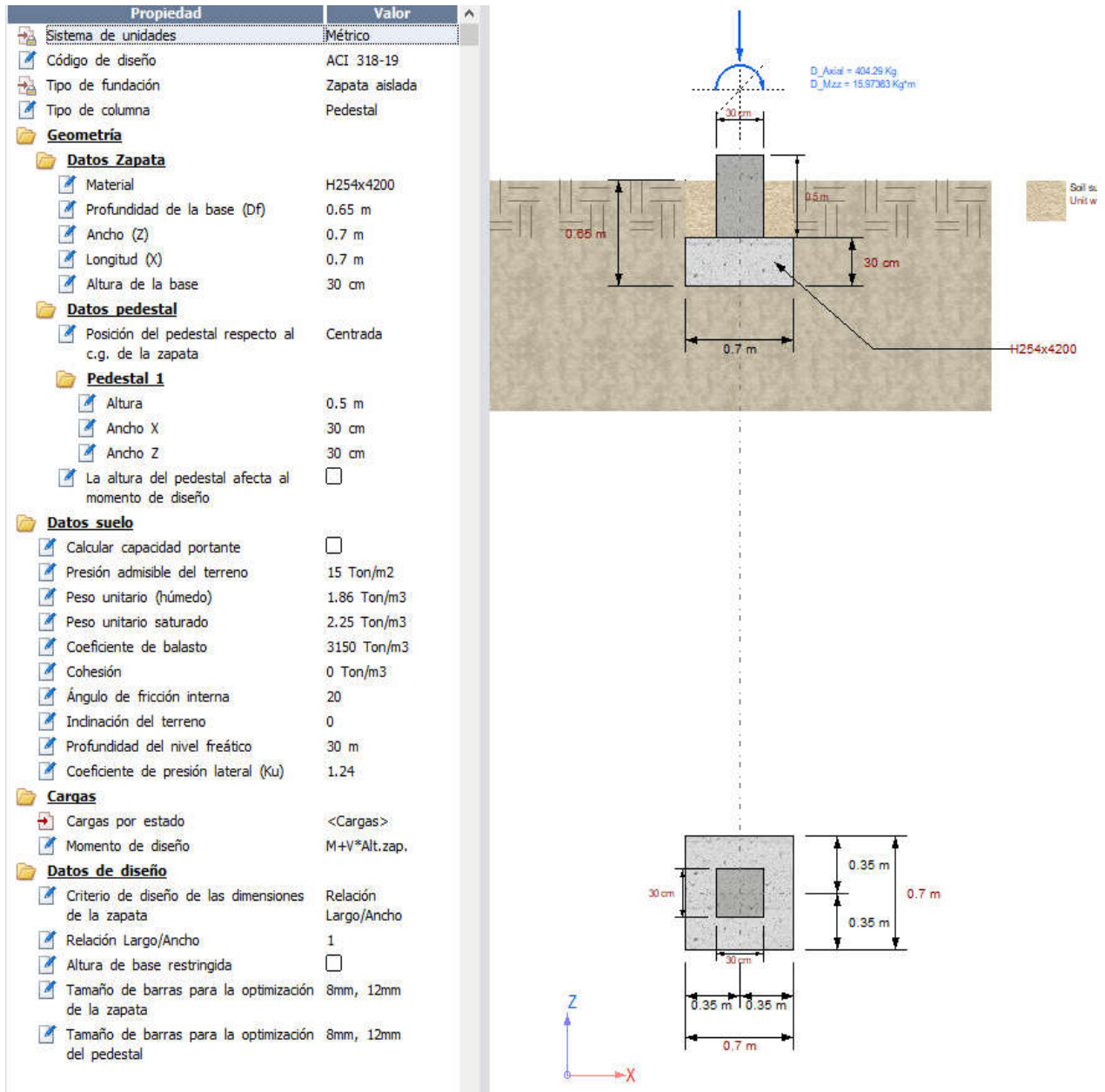

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	107 de 114
		REV:
		A

Figura 67. Información para el Diseño y Cálculo de Fundación.



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA: 108 de 114
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	REV: <b>A</b>

## Resultados de Diseño

### Zapatas de Hormigón Armado

#### Datos Generales

Estatus global	: Bien
Código de diseño	: ACI 318-2019
Tipo de zapata	: Aislada
Tipo de columna	: Pedestal

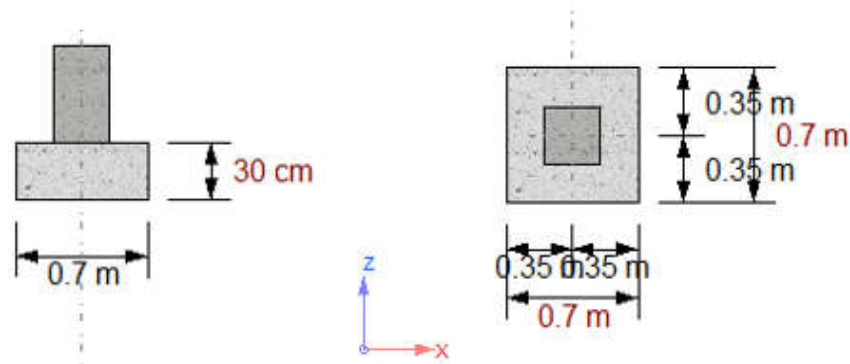
#### Materiales

Hormigón, $f_c$	: 254.00 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Acero, $f_y$	: 4200.00 [Kg/cm <sup>2</sup> ]
Tipo de concreto	: Normal	Recubrimiento epóxico	: No
Módulo de elasticidad hormigón	: 327000.00 [Kg/...	Módulo de elasticidad acero	: 2040000.00 [Kg/...
Peso unitario	: 0.00 [Kg/cm <sup>3</sup> ]		


#### Suelo

Coefficiente de balasto	: 3.15 [Kg/cm <sup>3</sup> ]
Peso unitario (húmedo)	: 0.00 [Kg/cm <sup>3</sup> ]

#### Geometría



Longitud	: 0.70 [m]
Ancho	: 0.70 [m]
Espesor	: 0.30 [m]
Profundidad de la base	: 0.65 [m]
Área de la base	: 0.49 [m <sup>2</sup> ]
Volumen de la zapata	: 0.15 [m <sup>3</sup> ]
Longitud del pedestal	: 30.00 [cm]
Ancho del pedestal	: 30.00 [cm]
Alto del pedestal	: 50.00 [cm]
Posición del pedestal respecto al c.g. de la zapata	: Centrada

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	109 de 114
		REV:
		<b>A</b>

## Reinforcement

### Armadura longitudinal

Recubrimiento libre	: 7.50 [cm]
Relación máxima permitida entre Rho/Rho balanceo	: 0.75
Armadura // a L (xx) inferior	: 5-R12 c/ 12.50cm
Armadura // a L (xx) superior	: 5-R12 c/ 12.50cm
Armadura // a B (zz) inferior	: 5-R12 c/ 12.50cm (Zona 1)
Armadura // a B (zz) superior	: 5-R12 c/ 12.50cm


### Armadura del pedestal

Longitudinal	: 8 - 12mm
Recubrimiento libre	: 5.00 [cm]
Área provista	: 9.04 [cm <sup>2</sup> ]
Número de barras // al eje x	: 3
Número de barras // al eje z	: 3
Transversal	: 8mm c/ 15.00cm
Número de ramas // al eje x	: 3
Número de ramas // al eje z	: 3

## Condiciones de carga

### Servicio:

S1	:	D
S2	:	D+F
S3	:	D+LL
S4	:	D+F+LL
S5	:	D+0.75LL
S6	:	D+F+0.75LL
S7	:	D+0.6Wx
S8	:	D+0.6Wz
S9	:	D+0.7Ex
S10	:	D+0.7Ez
S11	:	D+F+0.6Wx
S12	:	D+F+0.6Wz
S13	:	D+F+0.7Ex
S14	:	D+F+0.7Ez
S15	:	D+0.75LL+0.45Wx
S16	:	D+0.75LL+0.45Wz
S17	:	0.6D+0.6Wx
S18	:	0.6D+0.6Wz
S19	:	D+Ex
S20	:	D+Ez
S21	:	D+F+Ex
S22	:	D+F+Ez
S23	:	D+0.75LL+0.525Ex
S24	:	D+0.75LL+0.525Ez
S25	:	D+0.525Ex
S26	:	D+0.525Ez
S27	:	D+F+0.525Ex
S28	:	D+F+0.525Ez
S29	:	0.6D+0.7Ex
S30	:	0.6D+0.7Ez
S31	:	0.6D+F+0.7Ex
S32	:	0.6D+F+0.7Ez


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 110 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

**Límite ultimo:**

D1	:	1.4D
D2	:	1.4D+1.4F
D3	:	1.2D+1.6LL
D4	:	1.2D+1.2F+1.6LL
D5	:	1.2D+0.5Wx
D6	:	1.2D+0.5Wz
D7	:	1.2D+1.2F+LL
D8	:	1.2D+1.2F+0.5Wx
D9	:	1.2D+1.2F+0.5Wz
D10	:	1.2D+Wx
D11	:	1.2D+Wz
D12	:	1.2D+Wx+LL
D13	:	1.2D+Wz+LL
D14	:	1.2D+1.2F+Wx
D15	:	1.2D+1.2F+Wz
D16	:	1.2D+1.2F+Wx+LL
D17	:	1.2D+1.2F+Wz+LL
D18	:	0.9D+Wx
D19	:	0.9D+Wz
D20	:	1.2D+Ex
D21	:	1.2D+Ez
D22	:	1.2D+Ex+LL
D23	:	1.2D+Ez+LL
D24	:	1.2D+1.2F+Ex
D25	:	1.2D+1.2F+Ez
D26	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D27	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D28	:	1.2D+1.2F+Ex
D29	:	1.2D+1.2F+Ez
D30	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D31	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D32	:	1.2D+1.2F+Ex
D33	:	1.2D+1.2F+Ez
D34	:	1.2D+1.2F+Ex+LL
D35	:	1.2D+1.2F+Ez+LL
D36	:	0.9D+Ex
D37	:	0.9D+Ez
D38	:	0.9D+0.9F+Ex
D39	:	0.9D+0.9F+Ez

**Cargas**

Estado	Zapata	Nudo	Axial [Kg]	Mxx [Kg*m]	Mzz [Kg*m]	Vx [Kg]	Vz [Kg]
D	1	5	404.29	0.00	15.97	0.00	0.00
F	1	5	43.84	0.00	3.62	0.00	0.00
LL	1	5	57.45	47.28	3.72	0.00	-57.45
Wx	1	5	0.00	0.00	2.61	3.80	0.00
Wz	1	5	0.00	7.19	0.00	0.00	-9.37
Ex	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b> HOJA:
	TÍTULO: <b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	111 de 114 REV: <b>A</b>

Diseño

Estatus : Bien

Interacción suelo - fundación

Presión admisible : 1.5E04 [Kg/m2]  
 Factor de seguridad min. para deslizamiento : 1.25  
 Factor de seguridad min. a vuelco : 1.25  
  
 Estado gobernante : S3 - 1

Estado Zapata	qprom [Kg/m2]	qmax [Kg/m2]	Δmax [cm]	Área en compresión		Volteo		FS desliz.
				[m2]	(%)	FSx	FSz	
S3 - 1	2.31E03	3.79E03	0.12	0.49	100	6.15	20.15	13.24

Flexión

Factor  $\phi$  : 0.90  
 Cuantía mínima : 0.00200

Longitud de desarrollo


Eje	Pos.	ld [cm]	lhd [cm]	Dist1 [cm]	Dist2 [cm]
z	Inf.	35.46	15.24	12.00	12.00
x	Inf.	35.46	15.24	12.00	12.00
z	Sup.	30.48	15.24	12.00	12.00
x	Sup.	30.48	15.24	12.00	12.00

Eje	Pos.	Estado Zapata	Mu [Kg*m]	$\phi \cdot Mn$ [Kg*m]	Asreq [cm2]	Asprov [cm2]	Asreq/Asprov	Mu/( $\phi \cdot Mn$ )	
zz	Sup.	D1 - 1	0.00	0.00	0.00	5.65	0.000	0.000	<div></div>
zz	Inf.	D4 - 1	23.83	4402.73	4.20	5.65	0.743	0.005	<div></div>
xx	Sup.	D3 - 1	-3.98	-4146.44	0.01	5.65	0.001	0.001	<div></div>
xx	Inf.	D4 - 1	38.46	4146.44	4.20	5.65	0.743	0.009	<div></div>

Cortantes

Factor  $\phi$  : 0.75  
 Área de corte plano zz : 0.15 [m2]  
 Área de corte plano xx : 0.14 [m2]

Plano	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/( $\phi \cdot Vn$ )	
xy	D1 - 1	0.00	7585.55	0.000	<div></div>
yz	D1 - 1	0.00	7883.07	0.000	<div></div>

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-007
	TÍTULO:	HOJA: 112 de 114
	MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES	REV: A

### Corte por punzonamiento

Factor $\phi$	:	0.75
Perímetro de corte (bo 1)	:	2.03 [m]
Área de punzonamiento	:	0.42 [m <sup>2</sup> ]

Columna	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
columna 1	D4 - 1	298.05	71443.37	0.006	<input type="text"/>

### Diseño del Pedestal

Pedestal	Asreq [cm <sup>2</sup> ]	Asprov [cm <sup>2</sup> ]	Asreq/Asprov
1	9.00	9.04	1.00

#### Flexión biaxial:

Pedestal	Estado Zapata	Muxx [Kg*m]	Muzz [Kg*m]	$\phi$ *Mnxx [Kg*m]	$\phi$ *Mnzz [Kg*m]	Mc/( $\phi$ *Mn)	
1	D4 - 1	75.65	29.46	3806.64	1482.39	0.02	<input type="text"/>

#### Axial:

Pedestal	Estado Zapata	Pu [Kg]	$\phi$ *Pn [Kg]	Pu/( $\phi$ *Pn)	
1	D4 - 1	-629.67	-119769.70	0.01	<input type="text"/>


#### Corte:

##### Pedestal 1:

S adoptado	:	15.00 [cm]
S calculado	:	19.20 [cm]

Estado	Dir.	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vs [Kg]	$\phi$ *Vn [Kg]	Vu/( $\phi$ *Vn)	
D4	x	0.00	6013.59	9971.47	11988.80	0.00	<input type="text"/>
D4	z	91.92	6013.59	9971.47	11988.80	0.01	<input type="text"/>



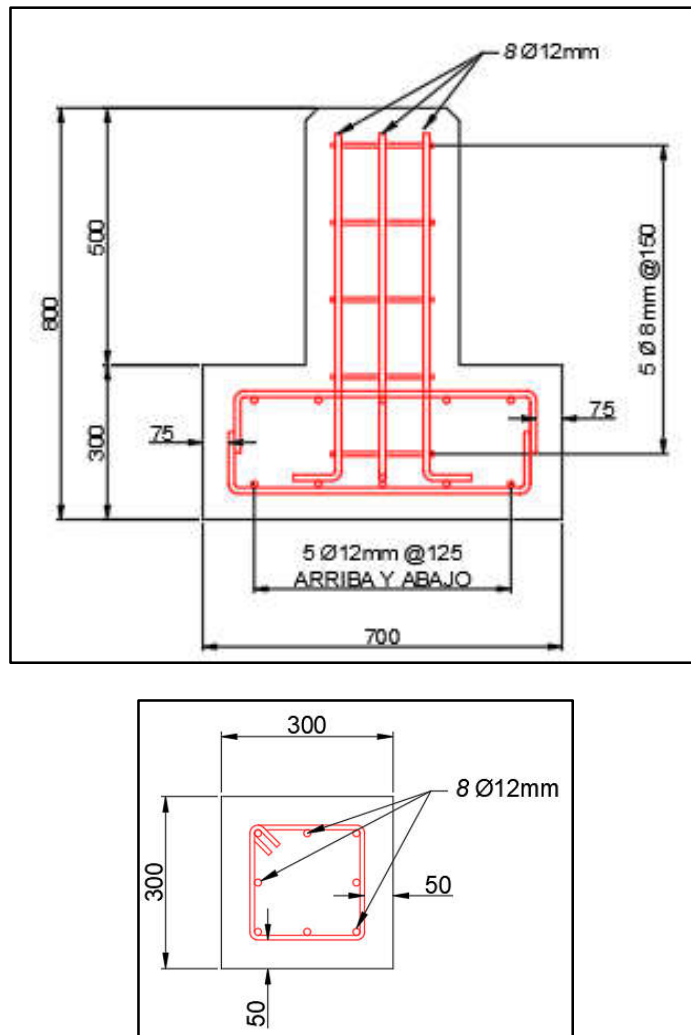
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	113 de 114
		REV:
		<b>A</b>


El armado de la fundación será dispuesto de la siguiente manera:

Zapata: 5 Ø 12 mm @ 125 mm, armadura inferior y superior dirección longitudinal  
5 Ø 12 mm @ 125 mm, armadura inferior y superior dirección transversal

Fuste: 8 Ø 12 mm armadura longitudinal distribuidos uniformemente.  
Ø 8 mm c/15 cm para armadura transversal (estribos).

**Figura 68.** Disposición de Armadura.



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>IPE-2025-2977-S-MC-007</b>
	TÍTULO:	HOJA:
	<b>MEMORIA DE CÁLCULO - SOPORTES DE TUBERÍAS ESTRUCTURA METÁLICA Y FUNDACIONES</b>	114 de 114
		REV:
		<b>A</b>

### 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis demuestra que los soportes propuestos tienen un comportamiento satisfactorio para todos los estados y combinaciones de carga a los que han sido sometidos durante el análisis estructural.

La dimensión de los soportes se adecuó de acuerdo a la geometría del diámetro de cada tubería.

Se deberá realizar un mejoramiento del suelo con un espesor de 0.60 m por debajo de la fundación y un sobreancho de 0.30 m a los lados del área de vaciado como se indica en el plano. Para el suelo mejorado se utilizará materiales granulares desde gw hasta gp-gm o arenas limosas con gravas desde sp-sm hasta sm. esta camada deberá ser debidamente compactada al 95% de la densidad máxima según Proctor T-180 modificado, en capas de 0.20 m hasta el nivel de cota de fundación con la finalidad de uniformizar la compacidad del suelo.

Antes de asentar las fundaciones, se deberá colocar una capa de hormigón pobre con un espesor mínimo de 50 mm y con un sobreancho de 100 mm a todos los lados del área de vaciado, con una resistencia de 15 MPa a los 28 días.

Durante la conformación el hormigón, el constructor deberá verificar el buen estado de todos los materiales tanto en dosificación y calidad. En caso de utilizar algún aditivo para mejorar las características del hormigón, prever que, en su confección, no se altere la durabilidad ni resistencia de este, realizar las pruebas respectivas.