




	TIPO DE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO.: IPE-2025-2977-S-MC-008
	PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA E°C° COLPA	HOJA: 1 de 35
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	

ÍNDICE DE REVISIONES


Fecha	Revisión	Observaciones
11-10-2025	A	Para Revisión del Cliente
05-11-2025	B	Para Aprobación del Cliente

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

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	2 de 35
		REV:
		B

ÍNDICE

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE.....	3
3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA, NORMAS Y ABREVIATURAS.....	3
3.1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	3
3.2. NORMAS DE REFERENCIA	3
4. PARAMETROS DE DISEÑO.....	4
4.1. HORMIGÓN	4
4.2. RECUBRIMIENTO.....	4
4.3. PARÁMETROS DEL SUELO DEL SUELO	5
5. ANÁLISIS DE CARGA.....	5
5.1. GEOMETRÍA	5
5.2. COMBINACIONES DE CARGA.....	7
5.3. CARGA MUERTA.....	8
5.4. CARGA VIVA.....	9
5.5. CARGA DE VIENTO.....	9
6. CARGAS SÍSMICAS (S).....	13
7. RESULTADOS DE ANALISIS	19
7.1. VERIFICACIÓN DE PARTICIPACIÓN DE MASAS.....	19
7.2. VERIFICACIÓN ESCTRUCUTRA METALICA.....	20
7.3. DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS	21
8. diseño de fundación.....	22
9. DISEÑO DE PLACA DE ANCLAJE	28
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	3 de 35
		REV:
		B

1. OBJETIVO

Realizar el análisis, cálculo estructural y la verificación de la fundación y estructura de postes de luminarias, de tal forma que sea capaz de soportar los esfuerzos y demás cargas sobre la estructura 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 de la fundación y estructura de postes de luminarias, que será instalado 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 01	Plan General de Ubicación de Obras Civiles - Área Instalación 4ta y 5ta UCG
[Ref. 3.]	SC-E30-TO-00-05-01 de 01	Planos Topográficos
[Ref. 4.]	IPE-2025-2977-S-EG-001	Informe de Estudio Geotécnico y Ensayos realizados (SPT)
[Ref. 5.]	SC-E30-CI-00-08-26 de 40	Planos de Fundación y Estructura Luminarias - Vista en Planta, Cortes, Elevaciones y Detalles.

3.2. NORMAS DE REFERENCIA

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

[Ref. 6.]	NB 1225001	Norma Boliviana de Hormigón Estructural
[Ref. 7.]	NBDS-2023	Norma Boliviana de Diseño Sísmico 2023
[Ref. 8.]	ACI 318-19	Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural
[Ref. 9.]	AISC 360-16	Especificación para Construcciones de Acero
[Ref. 10.]	ASCE 7-16	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles
[Ref. 11.]	AWS-D1.1-C1M-2020	American welding society

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	4 de 35
		REV:
		B

4. PARAMETROS DE DISEÑO

4.1. HORMIGÓN

Tabla 1. Características del hormigón.


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

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:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	5 de 35
		REV:
		B

Se asumirán los siguientes recubrimientos:

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

4.3. PARÁMETROS DEL SUELO 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.

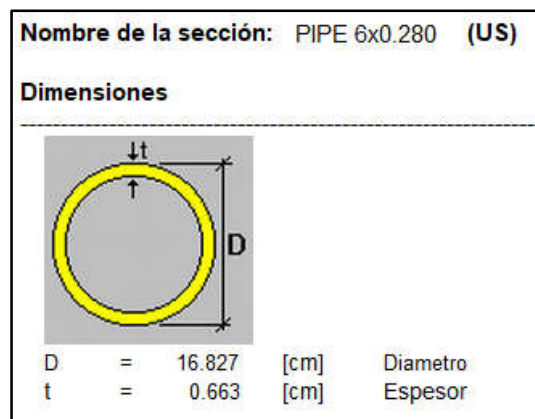
Características Suelo de Fundación	Valores
Ángulo de Fricción	20 (°)
Densidad Natural	1860 kg/m ³
Coeficiente de Balasto (K30)	3.15 kg/cm ³
Tensión Admisible (qadm)	1.50 kg/cm ²

5. ANÁLISIS DE CARGA

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

5.1. GEOMETRÍA

Figura 1. Tubería Ø6".




	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	6 de 35
		REV:
		B

Figura 2. Tubería Ø4".

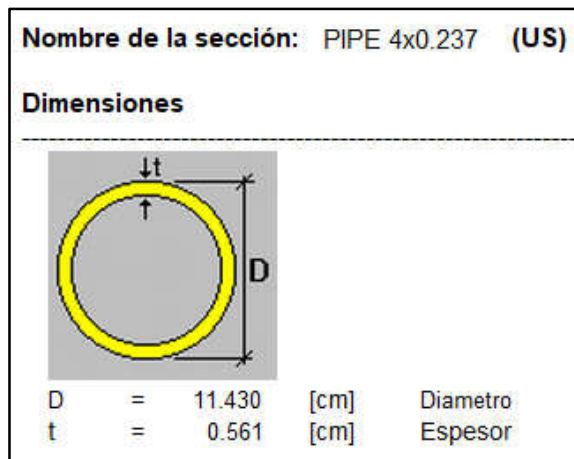


Figura 3. Tubería Ø3".

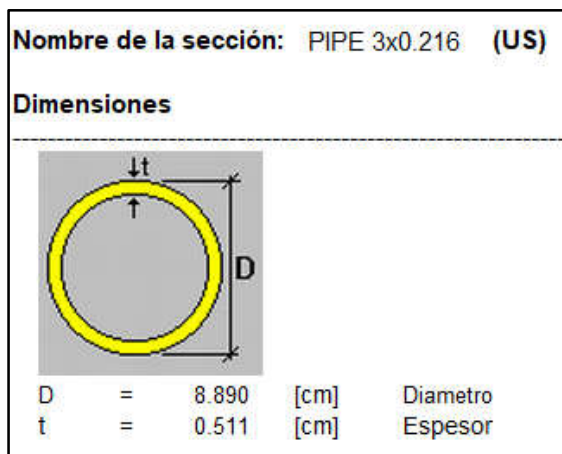
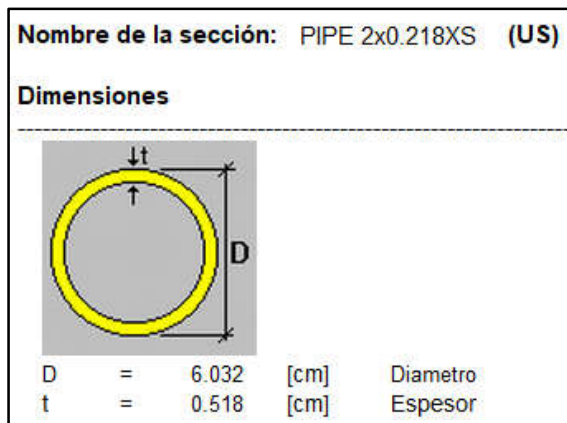



Figura 4. Tubería Ø2".



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IP-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	7 de 35
		REV:
		B

5.2. COMBINACIONES DE CARGA

Tabla 4. Estados de carga.


Condición	Descripción	Comb.	Categoría
CM	Carga Muerta	No	DL
LL	Live Load	No	LL
Wx	Wind in X	No	WIND
Wz	Wind in Z	No	WIND
EQx	Seismic in X	No	EQ
EQz	Seismic in Z	No	EQ

Tabla 5. Combinaciones de diseño.

Condición	Descripción	Comb.	Categoría
D1	1.4CM	Si	
D2	1.2CM+1.6LL	Si	
D3	1.2CM+0.5Wx	Si	
D4	1.2CM+0.5Wz	Si	
D5	1.2CM+Wx	Si	
D6	1.2CM+Wz	Si	
D7	1.2CM+Wx+LL	Si	
D8	1.2CM+Wz+LL	Si	
D9	0.9CM+Wx	Si	
D10	0.9CM+Wz	Si	
D11	1.2CM+EQx	Si	
D12	1.2CM+EQz	Si	
D13	1.2CM+EQx+LL	Si	
D14	1.2CM+EQz+LL	Si	
D15	0.9CM+EQx	Si	
D16	0.9CM+EQz	Si	

Tabla 6. Combinaciones de servicio.

Condición	Descripción	Comb.	Categoría
S1	CM	Si	
S2	CM+LL	Si	
S3	CM+0.75LL	Si	
S4	CM+0.6Wx	Si	
S5	CM+0.6Wz	Si	
S6	CM+0.7EQx	Si	
S7	CM+0.7EQz	Si	
S8	CM+0.75LL+0.45Wx	Si	
S9	CM+0.75LL+0.45Wz	Si	
S10	0.6CM+0.6Wx	Si	
S11	0.6CM+0.6Wz	Si	
S12	CM+EQx	Si	
S13	CM+EQz	Si	
S14	CM+0.75LL+0.525EQx	Si	
S15	CM+0.75LL+0.525EQz	Si	
S16	CM+0.525EQx	Si	
S17	CM+0.525EQz	Si	
S18	0.6CM+0.7EQx	Si	
S19	0.6CM+0.7EQz	Si	

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	8 de 35
		REV:
		B

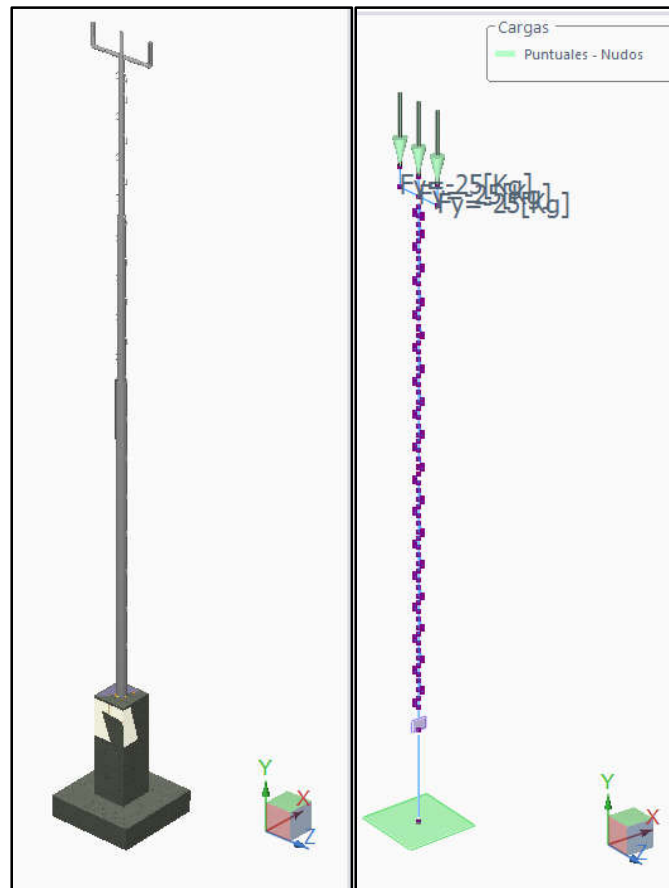
5.3. CARGA MUERTA


En este estado de carga se consideró el peso propio de la estructura, esta carga es calculada de forma automática por el programa a partir de su peso específico y geometría

$P = 25 \text{ kg}$

Peso Luminaria

Figura 5. Carga muerta.



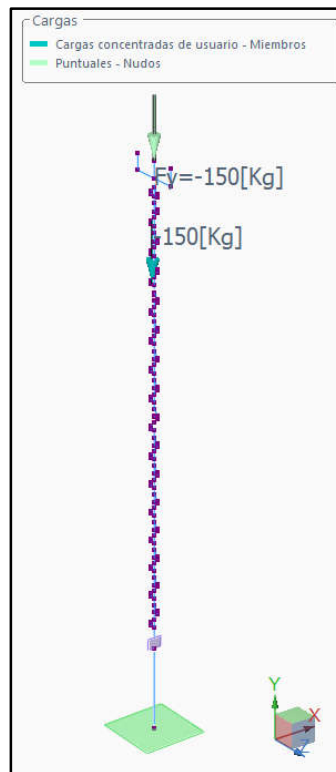
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	9 de 35
		REV:
		B

5.4. CARGA VIVA

Para este estado de carga se consideró una carga sobre la estructura de 150 kg, por operación y/o mantenimiento.

$$P = 150 \text{ kg}$$

Figura 6. Carga viva de mantenimiento.



5.5. 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:

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IFE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	10 de 35
		REV:
		B

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

Determinación del factor direccional Kd

Tabla 7. Factor de direccionalidad del viento, K_d (ASCE 7-16, tabla 26.6-1).

Structure Type	Directionality Factor <i>K_d</i>
Buildings	
Main Wind Force Resisting System	0.85
Components and Cladding	0.85
Arched Roofs	0.85
Circular Domes	1.0 ^a
Chimneys, Tanks, and Similar Structures	
Square	0.90
Hexagonal	0.95
Octagonal	1.0 ^a
Round	1.0 ^a
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
^a Directionality factor <i>K_d</i> =0.95 shall be permitted for round or octagonal structures with nonaxisymmetric structural systems.	


$$K_d = 0.95$$

Determinación del factor de elevación del terreno Ke

Tabla 8. Factor elevación del terreno, Ke (ASCE 7-16, tabla 26.9-1).

Table 26.9-1 Ground Elevation Factor, <i>K_e</i>		
Ground Elevation above Sea Level		Ground Elevation Factor <i>K_e</i>
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 1. The conservative approximation <i>K_e</i> = 1.00 is permitted in all cases. 2. The factor <i>K_e</i> shall be determined from the above table using interpolation or from the following formula for all elevations: <i>K_e</i> = <i>e</i> ^{−0.000362<i>z_g</i>} (<i>z_g</i> = ground elevation above sea level in ft). <i>K_e</i> = <i>e</i> ^{−0.000119<i>z_g</i>} (<i>z_g</i> = ground elevation above sea level in m). 3. <i>K_e</i> is permitted to be take as 1.00 in all cases.		

$$K_e = 1$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-008 HOJA: 11 de 35
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	REV: B

Determinación de categoría de exposición Kz

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 9. Coeficientes de exposición de presión de la velocidad, K_h y K_z (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) ^a	0.85	1.03
20	6.1	0.62 (0.70) ^a	0.90	1.08
25	7.6	0.66 (0.70) ^a	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

^aUse 0.70 in Chapter 28, Exposure B, when $z < 30$ ft (9.1 m).

Notes

- The velocity pressure exposure coefficient K_z may be determined from the following formula:
 For $15 \text{ ft (4.6 m)} \leq z \leq z_g$ $K_z = 2.01(z/z_g)^{2/\alpha}$
 For $z < 15 \text{ ft (4.6 m)}$ $K_z = 2.01(15/z_g)^{2/\alpha}$
- α and z_g 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.

$$K_z = 1.001$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	12 de 35
		REV:
		B

Determinación de efecto topográfico K_z

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:

$$K_d = 0.95$$

$$K_z = 1.001$$

$$K_{zt} = 1.00$$

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

$$K_e = 1.00$$

$$q_z = 0.613 * 1.00 * 1.001 * 0.95 * 1 * (42.60)^2 = 1057.883 \text{ N/m}^2 = 107.874 \text{ kg/m}^2$$

Se adopta: $q_z = 108 \text{ kg/m}^2$


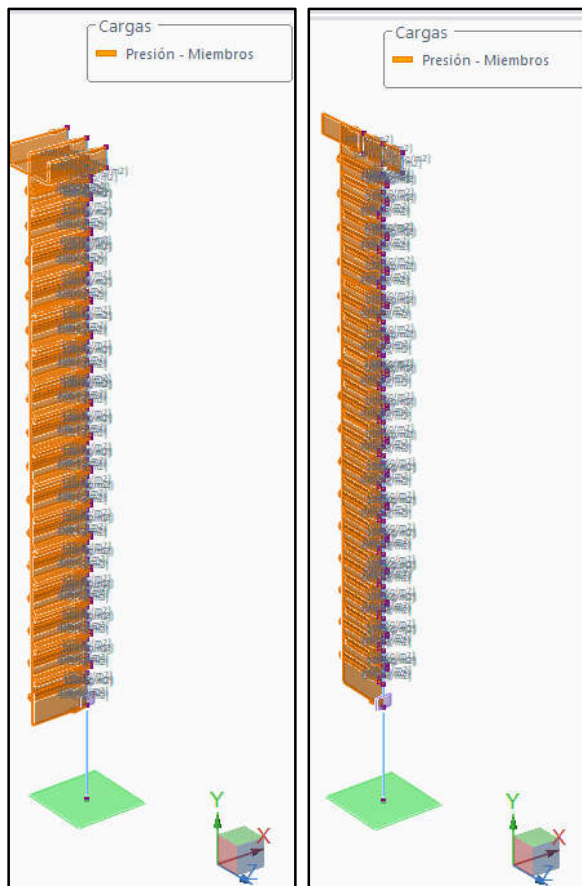
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	13 de 35
		REV:
		B

Figura 7. Carga de viento en X y Z



6. CARGAS SÍSMICAS (S)

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.

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


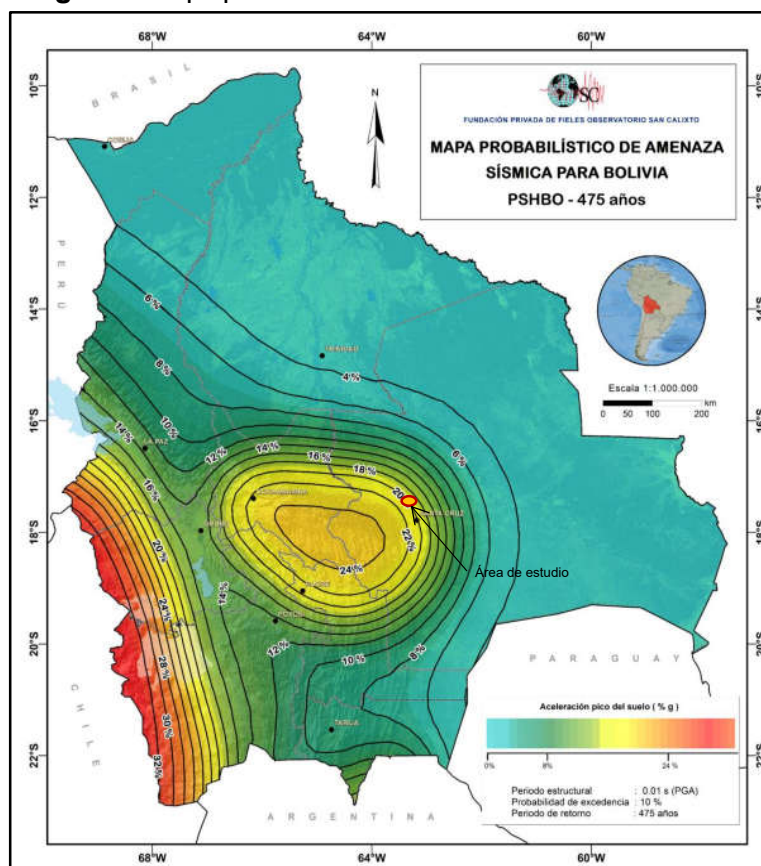
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	14 de 35
		REV:
		B

Figura 8. Mapa probabilístico de amenaza sísmica.




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

- Factor de Importancia I_e

Tabla 10. Factor de Importancia, I_e .

Tipo	I_e
IV	1.5
III	1.3
II	1.0
I	Nota ¹

Nota¹: Edificaciones cuya resistencia y rigidez sean adecuadas para resistir acciones laterales a criterio del proyectista.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPÉ-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	HOJA: 15 de 35 REV: B

➤ Clasificación de suelo de fundación

Tabla 11. 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 12. 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 13. 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 $\tau = 1$

➤ Espectros de respuestas

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	16 de 35
		REV:
		B

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 9. Espectro elástico de pseudoaceleración en unidades de, g.

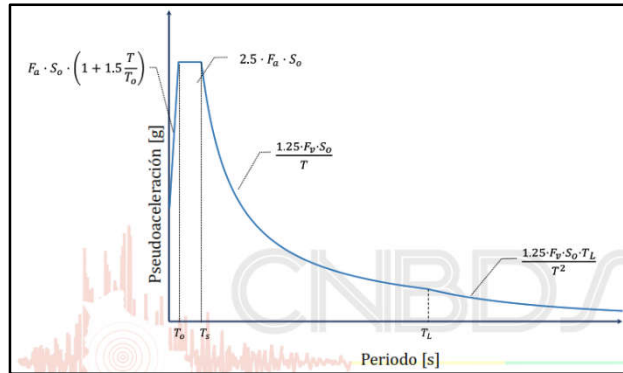


Tabla 14. Parametrización del espectro elástico de pseudoaceleración.

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 15. 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 τ , 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:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IP-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	17 de 35
		REV:
		B

Tabla 16. Coeficientes de reducción, R, amplificación, Cd y valores de distorsión Δ^1 .

Sistema Estructural	R	C _d	Δ^1
Hormigón²			
Sistema de Pórticos			
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
Sistema de Entrepiso sin Viga			
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
Sistema de Entrepiso con Vigas Planas			
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
Sistema de Muros			
Muros estructurales Especiales	6	5	0.009
Muros estructurales Ordinarios	5	4.5	0.008
Sistemas Duales			
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
Acero			
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 17. Coeficientes de reducción, R, amplificación, Cd y valores de distorsión Δ^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:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	18 de 35
		REV:
		B

Tabla 18. Coeficientes de reducción, R, amplificación, Cd y valores de distorsión Δ^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:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	19 de 35
		REV:
		B

7. RESULTADOS DE ANALISIS

7.1. VERIFICACIÓN DE PARTICIPACIÓN DE MASAS

Tabla 19. Porcentaje de participación de masas.

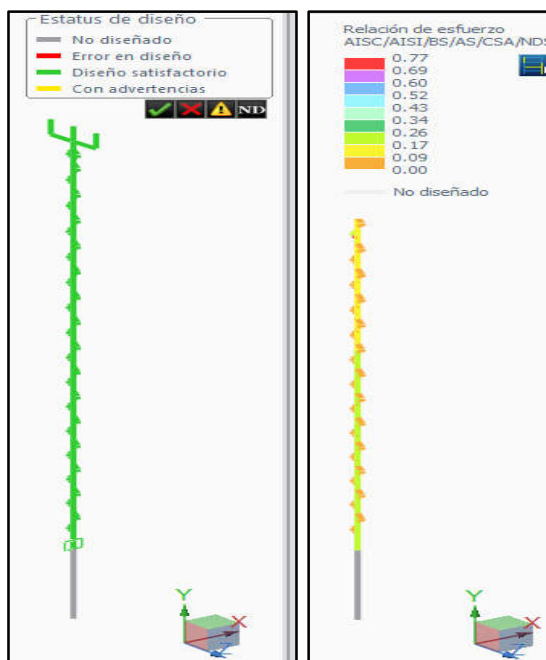
Participación Modal						
MODO	Part.X	Part.Y	Part.Z	Rot.X	Rot.Y	Rot.Z
1	0	0	13.37	0	0	0
2	13.4	0	0	0	0	0
3	0	0	6.82	0	0	0
4	6.88	0	0	0	0	0
5	0	0	3.78	0	0	0
6	3.99	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	6.41	0	0	0
9	7.61	0	0	0	0	0
10	0	0	17.96	0	0	0
11	43.94	0	0.01	0	0	0
12	0.05	0	46.16	0	0	0
13	20.78	0	0.02	0	0	0
14	0.04	0.72	2.17	0	0	0
15	1.6	0.44	0.09	0	0	0
16	0.05	25.11	0.05	0	0	0
17	0.02	68.71	0.01	0	0	0
TOTAL:	98.34	94.97	96.85	0	0	0

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	20 de 35
		REV:
		B

7.2. VERIFICACIÓN ESTRUCTURA METALICA

El diseño y verificación de todos los elementos se realiza mediante el software RAM Elements, Norma de diseño AISC 360 LRFD a continuación, se muestra el estatus de diseño y la relación de esfuerzos para el poste de iluminación.


Figura 10. Estatus de diseño y relación de esfuerzos.



Descripción	Sección	Miembro	Ec. ctrl	Relación	Estatus
APOYO Ø1/2"	RndBar 1_2	45	D2 en 100.00%	0.77	Bien
TUBO Ø2"	PIPE 2x0.218XS	5	D1 en 0.00%	0.06	Bien
TUBO Ø3"	PIPE 3x0.216	3	D7 en 0.00%	0.10	Bien
TUBO Ø4"	PIPE 4x0.237	2	D7 en 0.00%	0.15	Bien
TUBO Ø6"	PIPE 6x0.280	1	D7 en 0.00%	0.22	Bien

Todas las estructuras de acero deben cumplir una relación de esfuerzos < 1.00 .

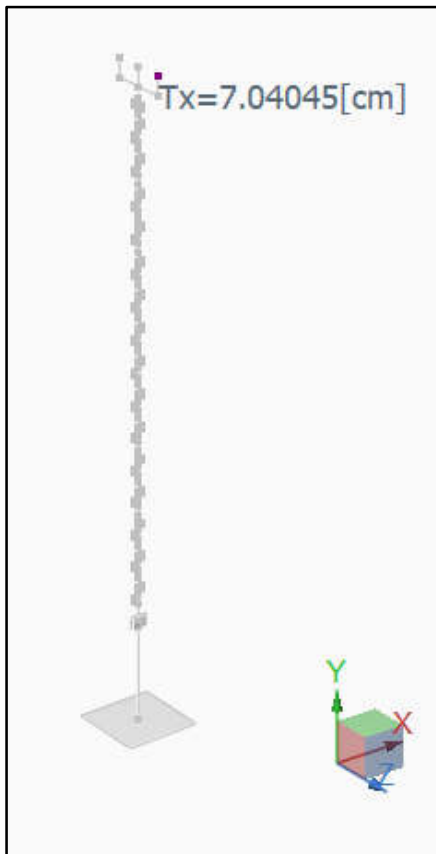
El miembro de mayor solicitación, tiene una relación de esfuerzos de 0.77.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	21 de 35
		REV:
		B

7.3. DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS

A continuación, se detalla los desplazamientos máximos generados por la carga de servicio desfavorable $S_4 = CM + 0.6W_x$.

Figura 11. Estatus de diseño y relación de esfuerzos.



El máximo desplazamiento horizontal producido en la dirección X es de 7.04045 cm.


Las deformaciones máximas establecidas de acuerdo a la norma AISC 360-16 es de $H/120$.

Se tiene una altura de poste $H = 10.190 \text{ m} = 1019 \text{ cm}$.

Deformación máxima $\Delta = H/120$.

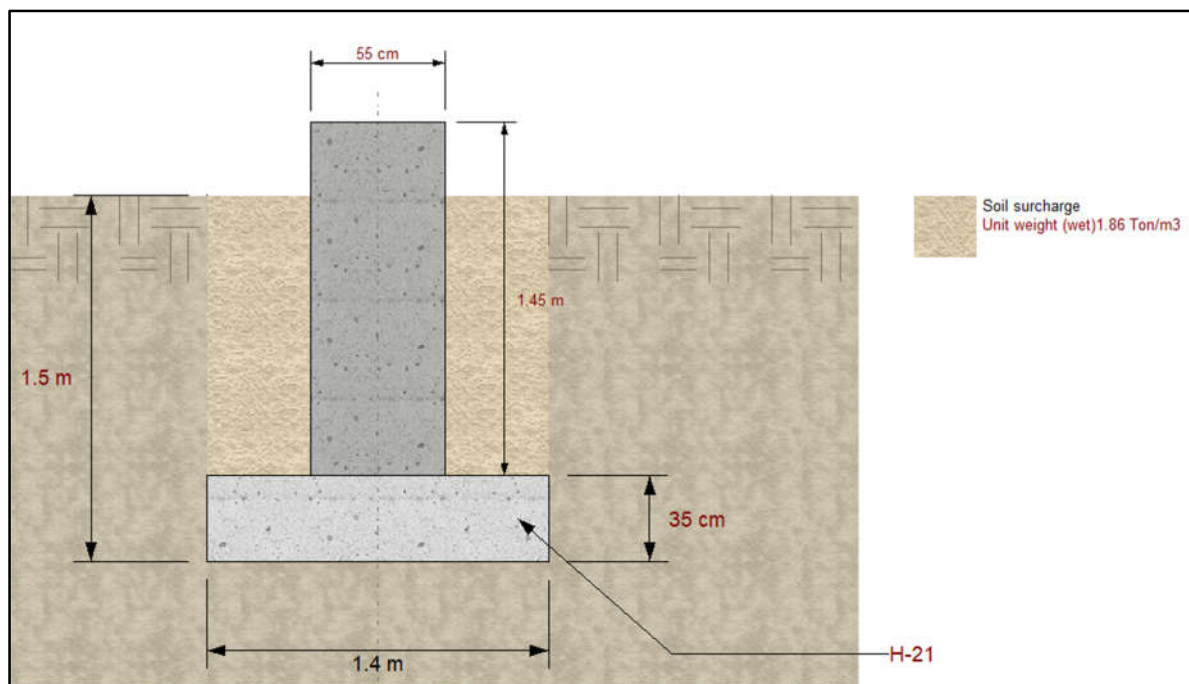
$$\Delta = 1019 \text{ cm} / 120 = 8.49 \text{ cm}.$$

$7.04 \text{ cm} \leq 8.49 \text{ cm}$ Cumple con la verificación!!

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	22 de 35
		REV:
		B

8. DISEÑO DE FUNDACIÓN

Figura 12. Estatus de diseño y relación de esfuerzos.



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	:	2100000.00 [Kg/m ²]	Acero, f_y	:	4.2E07 [Kg/m ²]
Tipo de concreto	:	Normal	Recubrimiento epóxico	:	No
Módulo de elasticidad hormigón	:	2.14E09 [Kg/m ²]	Módulo de elasticidad acero	:	2.9E11 [Kg/m ²]
Peso unitario	:	2100.00 [Kg/m ³]			

Suelo

Coefficiente de balasto	:	3150000.00 [Kg/m ²]
Peso unitario (húmedo)	:	1860.00 [Kg/m ³]

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	23 de 35
		REV:
		B

Geometría

Longitud	:	1.40 [m]	
Ancho	:	1.40 [m]	
Espesor	:	0.35 [m]	
Profundidad de la base	:	1.50 [m]	
Área de la base	:	1.96 [m2]	
Volumen de la zapata	:	0.69 [m3]	
Longitud del pedestal	:	55.00 [cm]	
Ancho del pedestal	:	55.00 [cm]	
Alto del pedestal	:	145.00 [cm]	
Posición del pedestal respecto al c.g. de la zapata	:		Centrada


Reinforcement

Armadura longitudinal

Recubrimiento libre	:	8.00 [cm]
Relación máxima permitida entre Rho/Rho balanceo	:	0.75
Armadura // a L (xx) inferior	:	10-R12 c/ 13.00cm
Armadura // a L (xx) superior	:	10-R12 c/ 13.00cm
Armadura // a B (zz) inferior	:	10-R12 c/ 13.00cm (Zona 1)
Armadura // a B (zz) superior	:	10-R12 c/ 13.00cm

Armadura del pedestal

Longitudinal	:	16 - 16mm
Recubrimiento libre	:	5.00 [cm]
Área provista	:	32.16 [cm2]
Número de barras // al eje x	:	5
Número de barras // al eje z	:	5
Transversal	:	8mm c/ 25.00cm
Número de ramas // al eje x	:	4
Número de ramas // al eje z	:	4

	TIPO DE DOCUMENTO:		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO		IFE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:		HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS		24 de 35
			REV:
			B

Condiciones de carga

Servicio:


S1	:	CM
S2	:	CM+LL
S3	:	CM+0.75LL
S4	:	CM+0.6Wx
S5	:	CM+0.6Wz
S6	:	CM+0.7EQx
S7	:	CM+0.7EQz
S8	:	CM+0.75LL+0.45Wx
S9	:	CM+0.75LL+0.45Wz
S10	:	0.6CM+0.6Wx
S11	:	0.6CM+0.6Wz
S12	:	CM+EQx
S13	:	CM+EQz
S14	:	CM+0.75LL+0.525EQx
S15	:	CM+0.75LL+0.525EQz
S16	:	CM+0.525EQx
S17	:	CM+0.525EQz
S18	:	0.6CM+0.7EQx
S19	:	0.6CM+0.7EQz

Límite último:

D1	:	1.4CM
D2	:	1.2CM+1.6LL
D3	:	1.2CM+0.5Wx
D4	:	1.2CM+0.5Wz
D5	:	1.2CM+Wx
D6	:	1.2CM+Wz
D7	:	1.2CM+Wx+LL
D8	:	1.2CM+Wz+LL
D9	:	0.9CM+Wx
D10	:	0.9CM+Wz
D11	:	1.2CM+EQx
D12	:	1.2CM+EQz
D13	:	1.2CM+EQx+LL
D14	:	1.2CM+EQz+LL
D15	:	0.9CM+EQx
D16	:	0.9CM+EQz

Cargas

Estado	Zapata	Nudo	Axial [Kg]	Mxx [Kg*m]	Mzz [Kg*m]	Vx [Kg]	Vz [Kg]
CM	1	136	1437.28	0.00	0.00	0.00	0.00
LL	1	136	300.00	-7.35	0.00	0.00	0.00
Wx	1	136	0.00	0.00	1145.14	174.06	0.00
Wz	1	136	0.00	1024.31	0.00	0.00	-161.18
EQx	1	136	4.28	-2.70	288.02	-56.59	1.54
EQz	1	136	2.59	-287.49	3.44	-2.21	57.13

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-008 HOJA: 25 de 35
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	REV: B

Diseño

Estatus : Bien

Interacción suelo - fundación

Presión admisible : 1.5E04 [Kg/m2]
 Factor de seguridad min. para deslizamiento : 1.50
 Factor de seguridad min. a vuelco : 1.50
 Estado gobernante : S10 - 1

Estado	qprom [Kg/m2]	qmax [Kg/m2]	Δmax [cm]	Área en compresión		Volteo		FS
				[m2]	(%)	FSx	FSz	desliz.
S10 - 1	2.16E03	3.75E03	0.119	1.96	100	1000.00	4.10	64.37

Flexión

Factor ϕ : 0.90
 Cuantía mínima : 0.00213
 Longitud de desarrollo


Longitud de desarrollo



Eje	Pos.	ld [cm]	lhd [cm]	Dist1 [cm]	Dist2 [cm]
z	Inf.	45.50	15.93	34.50	34.50
x	Inf.	45.50	15.93	34.50	34.50
z	Sup.	30.48	15.24	34.50	34.50
x	Sup.	30.48	15.24	34.50	34.50

Eje	Pos.	Estado Zapata	Mu [Kg*m]	ϕ *Mn [Kg*m]	Asreq [cm2]	Asprov [cm2]	Asreq/Asprov	Mu/(ϕ *Mn)
zz	Sup.	D9 - 1	-182.51	-10870.89	0.18	11.30	0.016	0.017
zz	Inf.	D7 - 1	396.57	10870.89	9.66	11.30	0.855	0.036
xx	Sup.	D10 - 1	-154.87	-10358.32	0.16	11.30	0.014	0.015
xx	Inf.	D8 - 1	367.31	10358.32	9.69	11.30	0.857	0.035

Cortantes


Factor ϕ : 0.75
 Área de corte plano zz : 0.37 [m2]
 Área de corte plano xx : 0.35 [m2]

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA: 26 de 35
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	REV: B

Plano	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/(ϕ *Vn)	
xy	D8 - 1	748.41	15986.11	0.062	
yz	D7 - 1	758.90	16489.66	0.061	

Corte por punzonamiento


Factor ϕ	:	0.75
Perímetro de corte (bo 1)	:	3.23 [m]
Área de punzonamiento	:	0.83 [m2]

Columna	Estado Zapata	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vu/(ϕ *Vn)	
columna 1	D2 - 1	1470.35	128161.80	0.015	


Diseño del Pedestal

Pedestal	Asreq [cm2]	Asprov [cm2]	Asreq/Asprov
1	30.25	32.16	0.94

Flexión biaxial:

Pedestal	Estado Zapata	Muxx [Kg*m]	Muzz [Kg*m]	ϕ *Mnxx [Kg*m]	ϕ *Mnzz [Kg*m]	Mc/(ϕ *Mn)	
1	D9 - 1	0.00	1145.14	0.00	27409.44	0.04	



Axial:

Pedestal	Estado Zapata	Pu [Kg]	ϕ *Pn [Kg]	Pu/(ϕ *Pn)	
1	D2 - 1	-2204.74	-348032.80	0.01	

Corte:

Pedestal 1:

S adoptado	:	25.00 [cm]
S calculado	:	25.60 [cm]

Estado	Dir.	Vu [Kg]	Vc [Kg]	Vs [Kg]	ϕ *Vn [Kg]	Vu/(ϕ *Vn)	
D9	x	174.06	20519.39	16359.97	27659.52	0.01	
D9	z	0.00	20519.39	16359.97	27659.52	0.00	


	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	27 de 35
		REV:
		B

Figura 13. Armadura de fundación.

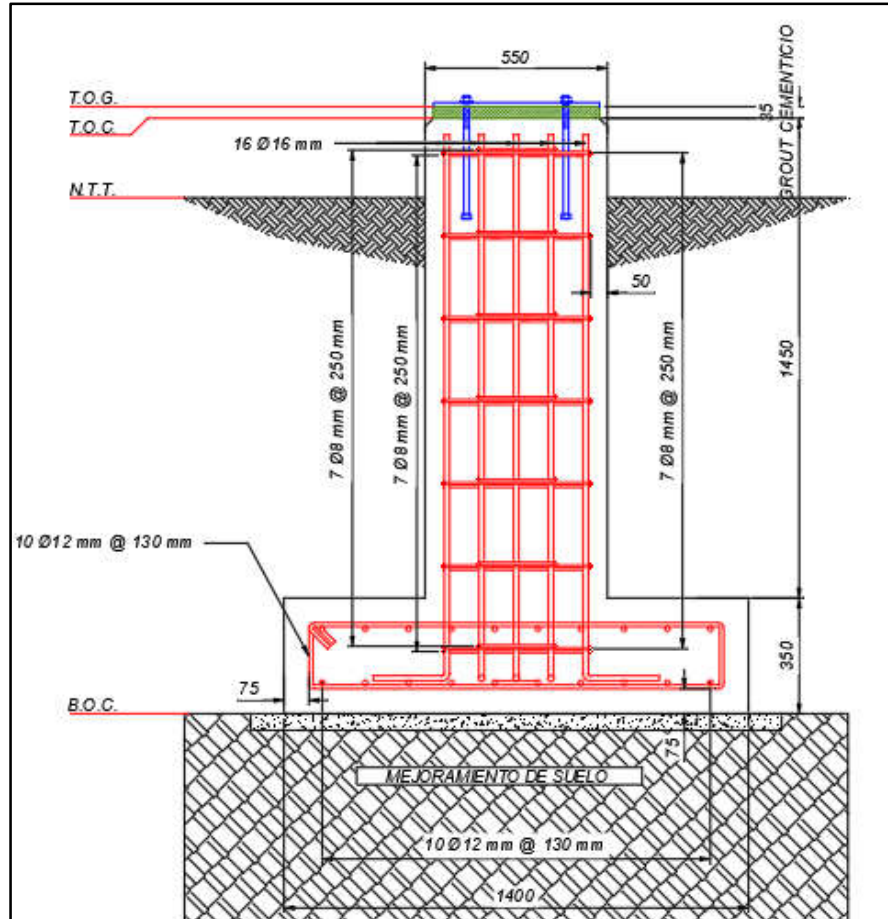
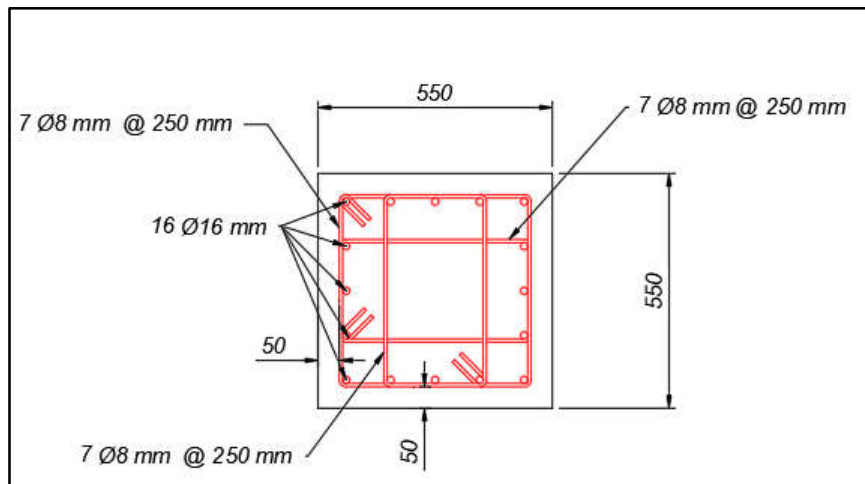



Figura 14. Armadura de pedestal.



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	28 de 35
		REV:
		B

9. DISEÑO DE PLACA DE ANCLAJE

Datos generales

Miembros

Columna

Tipo de columna	:	Miembro prismático
Sección	:	PIPE 6x0.280
Material	:	A36
Excentricidad longitudinal	:	0 cm
Excentricidad transversal	:	0 cm

Placa base

Placa base


Forma de placa	:	Rectangular
Posición respecto al apoyo	:	Centro
N: Dimensión longitudinal	:	50 cm
B: Dimensión transversal	:	50 cm
Espesor	:	1,27 cm
Material	:	A36
Soldadura de la columna	:	E70XX
D: Tamaño de soldadura a la columna (1/16 in)	:	5
Sobrescribir relación A2/A1	:	No
Incluir llave de corte	:	No

Soporte

Con pedestal	:	No
Dimensión longitudinal	:	55 cm
Dimensión transversal	:	55 cm
Espesor	:	145 cm
Material	:	H-21
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	:	10 cm
Distancia transversal al borde de la placa	:	10 cm
Tipo de ancla	:	Con cabeza
Tipo de cabeza	:	Hexagonal
Incluir tuerca de seguridad	:	No
Ancla	:	5/8"
Profundidad efectiva de embebido	:	30 cm

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	29 de 35
		REV:
		B

Longitud total	:	37,5 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

Solicitaciones

Descripción	Pu [T]	Mu22 [T*m]	Mu33 [T*m]	Vu2 [T]	Vu3 [T]	Tipo de carga
D1	-0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
D2	-0.83	0.01	0.00	0.00	0.00	Design
D3	-0.35	0.00	0.42	-0.09	0.00	Design
D4	-0.35	-0.37	0.00	0.00	-0.08	Design
D5	-0.35	0.00	0.83	-0.17	0.00	Design
D6	-0.35	-0.73	0.00	0.00	-0.16	Design
D7	-0.65	0.01	0.83	-0.17	0.00	Design
D8	-0.65	-0.73	0.00	0.00	-0.16	Design
D9	-0.26	0.00	0.83	-0.17	0.00	Design
D10	-0.26	-0.73	0.00	0.00	-0.16	Design
D11	-0.36	0.00	0.22	-0.03	0.00	Design
D12	-0.37	-0.22	0.00	0.00	0.03	Design
D13	-0.66	0.01	0.22	-0.03	0.00	Design
D14	-0.67	-0.21	0.00	0.00	0.03	Design
D15	-0.27	0.00	0.22	-0.03	0.00	Design
D16	-0.28	-0.22	0.00	0.00	0.03	Design


Cálculos de diseño

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

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Referencias					
Placa base					
Distancia del ancla al borde	[cm]	9.21	0.64	--	✓
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	3	--	✓ table J2.4

Verificación de diseño

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA: 30 de 35
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	REV: B

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación
Base de concreto					
Aplastamiento por axial	[Kg/m2]	1276275.00	127659.70	D9	0.10 DG1 3.1.1
Placa base					
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	918.52	783.41	D7	0.85 DG1 Sec
3.1.2 Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	918.52	508.41	D9	0.55 DG1 Eq.
3.3.13					
Columna					
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	186451.80	8006.50	D9	0.04 HSS
Manual p. 7-10					
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	658.50	D5	0.01 Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	186451.80	36902.83	D9	0.20 Sec. J2.4

Relación 0.85


Anclas

Consideraciones geométricas

Dimensiones Referencias	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.
Anclas					
Espaciamiento entre anclas	[cm]	30.00	6.35	--	✓ Sec.
17.9.2					
Recubrimiento de concreto	[cm]	11.71	7.62	--	✓ Sec.
20.5.1.3.1					
Longitud efectiva	[cm]	31.03	--	143.97	✓

Verificación de diseño

Verificación Referencias	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación
Tensión en anclas	[Kg]	4459.28	1016.83	D9	0.23 Eq.
17.6.1.2					
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	6378.53	1016.83	D9	0.16 Sec.
17.5.2					
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	6962.15	2180.71	D9	0.31 Sec.
17.5.2					
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	4824.00	1016.83	D9	0.21 Sec.
17.5.2					
Corte en el ancla	[Kg]	1855.06	43.51	D5	0.02 Eq.
17.7.1.2b,					
					Sec.
17.7.1.2.1					
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	1668.53	43.51	D5	0.03 Sec.
17.5.2					
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	4565.46	174.06	D5	0.04 Sec.
17.5.2					

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-008 HOJA: 31 de 35
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	REV: B

Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	12757.07	43.51	D5	0.00	Sec.
17.5.2						
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	25970.57	174.06	D5	0.01	Sec.
17.5.2						
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	D3	0.00	Sec.
17.8.1						
Relación		0.31				

Diseño en el eje menor

Placa base (AISC 360-16 LRFD)

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Referencias						
Placa base						
Distancia del ancla al borde	[cm]	9.21	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	3	--	✓	table J2.4


Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación	
Referencias						
Base de concreto						
Aplastamiento por axial	[Kg/m2]	1276275.00	127659.70	D9	0.10	DG1 3.1.1
Placa base						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Kg*m/m]	918.52	800.18	D7	0.87	DG1 Sec
3.1.2						
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Kg*m/m]	918.52	508.41	D9	0.55	DG1 Eq.
3.3.13						
Columna						
Resistencia de la soldadura	[Kg/m]	186451.80	8006.50	D9	0.04	HSS
Manual p. 7-10						
Resistencia de la soldadura a corte método elástico	[Kg/m]	124301.20	609.79	D6	0.00	Sec. J2.4
Resistencia de la soldadura a axial método elástico	[Kg/m]	186451.80	32511.90	D10	0.17	Sec. J2.4
Relación		0.87				

Anclas

Consideraciones geométricas

Dimensiones	Unidad	Valor	Min.	Max.	Est.	
Referencias						
Anclas						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	30.00	6.35	--	✓	Sec.
17.9.2						

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	32 de 35
		REV:
		B

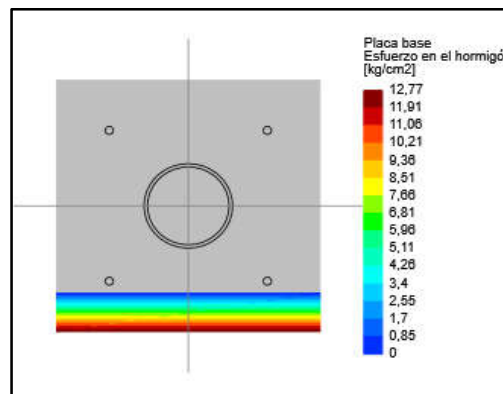
Recubrimiento de concreto	[cm]	11.71	7.62	--	✓	Sec.
20.5.1.3.1						
Longitud efectiva	[cm]	31.03	--	143.97	✓	

Verificación de diseño

Verificación	Unidad	Capacidad	Demanda	EC ctrl	Relación
Referencias					
Tensión en anclas	[Kg]	4459.28	1016.83	D9	0.23 Eq.
17.6.1.2					
Arrancamiento de ancla en tensión	[Kg]	6378.53	1016.83	D9	0.16 Sec.
17.5.2					
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Kg]	6962.15	2180.71	D9	0.31 Sec.
17.5.2					
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Kg]	4824.00	1016.83	D9	0.21 Sec.
17.5.2					
Corte en el ancla	[Kg]	1855.06	40.30	D6	0.02 Eq.
17.7.1.2b,					
					Sec.
17.7.1.2.1					
Arrancamiento de ancla a corte	[Kg]	1668.53	40.30	D6	0.02 Sec.
17.5.2					
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	4565.46	161.18	D6	0.04 Sec.
17.5.2					
Desprendimiento de ancla a corte	[Kg]	12757.07	40.30	D6	0.00 Sec.
17.5.2					
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Kg]	25970.57	161.18	D6	0.01 Sec.
17.5.2					
Interacción tensión corte	[Kg]	1.20	0.00	D4	0.00 Sec.
17.8.1					
Relación	0.31				
Relación de resistencia crítica global	0.87				

Biaxial

Figura 15. Máximas compresión (D9)




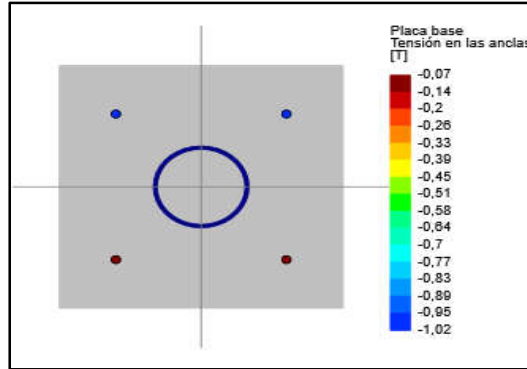
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA: 33 de 35
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	REV: B

Figura 16. Máximas tensión (D9)



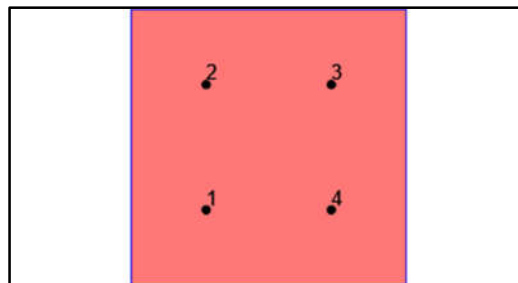
Máximo esfuerzo en el concreto	12.90	[kg/cm2]
Mínimo esfuerzo en el concreto	0.00	[kg/cm2]
Máxima tensión en las anclas	1.09	[T]
Mínima tensión en las anclas	0.09	[T]
Ángulo del eje neutro	-180.00	[deg]
Ubicación del eje neutro	7.66	[cm]
Longitud de aplastamiento	7.66	[cm]

Tensiones en anclas

Ancla	Transversal [cm]	Longitudinal [cm]	Corte [T]	Tensión [T]
1	-15.00	-15.00	-0.04	0.09
2	-15.00	-15.00	-0.04	1.09
3	-15.00	-15.00	-0.04	1.09
4	-15.00	-15.00	-0.04	0.09

Eje mayor

Figura 17. Resultados para arrancamiento en tensión (D9)



Grupo	Área [cm2]	Tensión [T]	Anclas
1	3025.00	2.18	1, 2, 3, 4


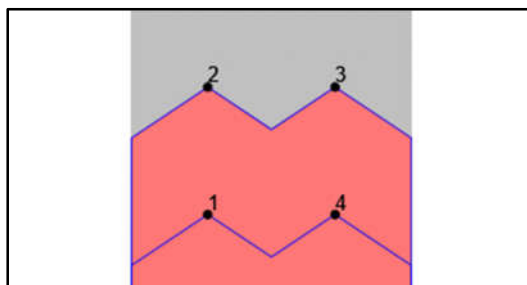
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	34 de 35
		REV:
		B

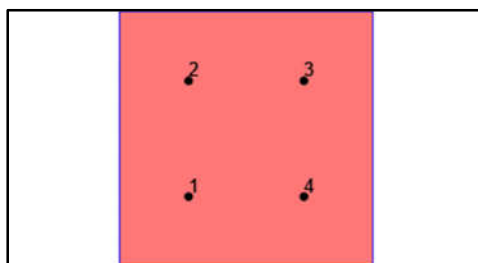
Figura 18. Resultados para arrancamiento a corte (D5)



Grupo	Área [cm ²]	Corte [T]	Ancias
1	1031.25	0.09	1, 4
2	3506.25	0.17	1, 2, 3, 4

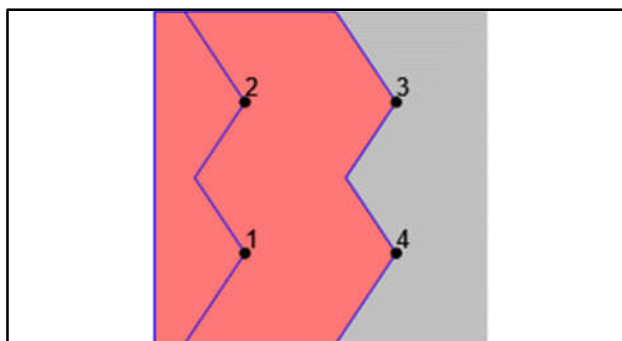
Eje menor

Figura 19. Resultados para arrancamiento en tensión (D9).



Grupo	Área [cm ²]	Tensión [T]	Ancias
1	3025.00	2.18	1, 2, 3, 4

Figura 20. Resultados para arrancamiento a corte (D6)



Grupo	Área [cm ²]	Corte [T]	Ancias
1	1031.25	0.08	1, 2
2	3506.25	0.16	1, 2, 3, 4


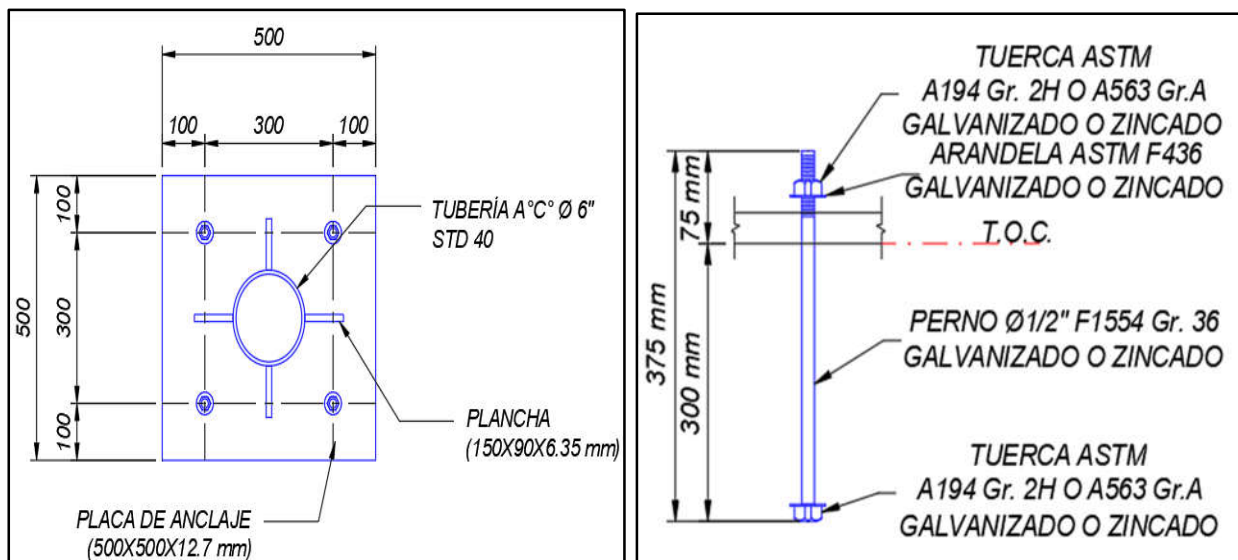
	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-008
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO FUNDACIÓN Y ESTRUCTURA DE LUMINARIAS EXTERNAS	35 de 35
		REV:
		B

Figura 21. Detalle de placa y perno de anclaje



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis demuestra que las dimensiones propuestas para el Poste de Iluminación y su fundación, así mismo la placa de anclaje, resisten satisfactoriamente todas las solicitaciones a la que estará sometida.

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.

La tensión producida en la zona de contacto de la fundación con el suelo es de 0.39 kg/cm² inferior a la tensión admisible del suelo de 1.5 kg/cm².

Para la construcción se debe verificar la buena calidad de los materiales, los recubrimientos especificados, las resistencias del hormigón, del acero corrugado y todos aquellos factores que puedan influir en la calidad de la obra.