




	TIPO DE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO.: IPE-2025-2977-S-MC-002
	PROYECTO: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA UCG EN LA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN COLPA	HOJA: 1 de 20
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	

ÍNDICE DE REVISIONES


Fecha	Revisión	Observaciones
24-10-2025	A	Para Revisión del Cliente
05-11-2025	B	Para Revisión del Cliente

		
Ing. Victor Hugo Perez Ingeniero de Proyecto	Ing. Juan Carlos Lino Coordinador de Ingeniería	Ing. Andres Aguilar Ll. Gerente de Proyecto
ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
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.		

	TIPO DE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ipe-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	HOJA: 2 de 20
		REV: A

ÍNDICE

1. OBJETIVO	3
2. ALCANCE.....	3
3. NORMAS DE REFERENCIA.....	3
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIAS	3
5. PARÁMETROS DE DISEÑO.....	4
5.1. Hormigón Estructural:	4
5.2. Suelo De Fundación : Recomendaciones Para Fundación De Maquinarias	4
6. ANÁLISIS DE CARGAS PARA FUNDACIÓN DE COMPRESOR	8
6.1. Carga por Peso y Funcionamiento del Equipo:	8
7. MOMENTOS EN EJE Y-Y POR FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES EN LA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR	8
8. MOMENTOS EN PLANO X-X POR FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES EN LA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR.....	9
8.1. Momento Por Cargas De Funcionamiento	9
8.2. Carga Por Peso Propio De La Fundación Del Compresor	9
9. verificaciÓn de la TENSIÓN admisible del suelo.-	10
10. CÁLCULO DE CORTANTE PARA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR	10
11. CÁLCULO DE ARMADURAS PARA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR	11
11.1. Idealización Soporte Elástico	11
11.2. Cálculo Por Software Ram Element	13
11.3. Cálculo Por Cuantía Mínima.....	18
12. ANÁLISIS DE CARGAS PARA FUNDACIÓN DE ENFRIADOR (COOLER).....	18
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	19

	TIPO DE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	HOJA: 3 de 20
		REV: A

1. OBJETIVO

El objetivo es calcular y diseñar, la fundación para un compresor y su respectivo cooler (C-2300) que serán instalados en la estación de compresión de Colpa como **5ta**. Unidad. El diseño de la fundación se hará de tal forma que la presión producida por las cargas no sobrepase la tensión admisible del terreno, y que esta presión se distribuya uniformemente en el terreno para asegurar que no existan asentamientos diferenciales.

2. ALCANCE

El presente documento tiene como alcance realizar lo siguiente:


- Análisis de Cargas.
- Diseño y Verificación de la fundación.
- Dimensionamiento de la enfierradura para fundación.

3. NORMAS DE REFERENCIA

Referencia	Descripción
NB 1225001-1	Hormigón Estructural – Parte 1: Especificaciones.
NB 1225001-2	Hormigón Estructural – Parte 2: Comentarios
NBDS-2023	Norma Boliviana de Diseño Sísmico 2023
ACI 318-19	Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.
ASCE 7-16	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.
ACI 351.3R-04	Foundations for Dynamic Equipment.
API 686	Recommended Practices for Machinery Installation and Installation Design
ISO 10816-3	Vibración Mecánica, Evaluación de la Vibración en Maquinas no giratorias

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIAS

Código	Título
--------	--------

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	4 de 20
		REV:
		A

IPE-2025-2977-G-MD-003	Bases de Diseño de Obras Civiles
SC-E30-CI-00-05-01 de 01	Plan General de Ubicación de Obras Civiles - Área Instalación 4ta y 5ta UCG.
SC-E30-CI-00-09-06 de 16	Fundación Compresor y Cooler 5ta unidad Cortes y Detalles (Sica Sica)
IPE-2025-2977-S-EG-001	Informe de Estudio Geotécnico y Ensayos realizados (SPT)
IPE-2025-2977-S-IT-001	Informe de Relevamiento de Datos Topográficos
SC-E30-TO-00-05-01 de 01	Planos Topográficos

5. PARÁMETROS DE DISEÑO

5.1. Hormigón Estructural:


Hormigón Estructural	Valores
Hormigón Estructural	H-21
Resistencia a la Compresión	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Peso Especifico	$\gamma \text{ H}^\circ\text{A}^\circ = 2400 \text{ kg/m}^3$
Módulo de Elasticidad del hormigón (E_c)	$2.10\text{E}+05 \text{ kg/cm}^2$
Barras de Acero para Armaduras	
Límite de Fluencia de diseño del Acero (F_y)	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
Recubrimiento	
Barra de Acero en contacto con el suelo	75 mm
Barra de Acero cuando se use encofrado	50 mm

5.2. Suelo De Fundación : Recomendaciones Para Fundación De Maquinarias

La siguiente descripción fue extraída del informe de Estudio Geotécnico, realizado en el área de proyecto por una empresa en estudios de suelo, y recomienda lo siguiente:

Se recomienda fundaciones superficiales tipo plateas o si la maquinaria vibra mucho serian macizos de cimentación (tipo cabezal) esto para que las vibraciones parte las absorba el macizo, cuando las vibraciones son excesivas las fuerzas de inercia adquieren importancia en relación a las estáticas y se deben aplicar criterios especiales en el diseño de estas fundaciones y para analizar el comportamiento y la deformación del suelo.

Pero por lo general el tipo de cimientos por lo general son superficiales y asentados de forma

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IFE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	5 de 20
		REV:
		A

superficial, se recomienda una profundidad no menor de 0.50 metros de tal manera para no asentar sobre materiales con restos orgánicos (raíces) o evitar posibles erosiones. .

La capacidad portante del subsuelo recomendable o tensión admisible de trabajo máximo se recomienda adopta:

$q_{adm} = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$, si se asienta en el suelo natural y se realiza un drenaje

Para el diseño de la fundación, se utilizará el método empírico o regla de oro, donde establece aumentar el peso o masa del equipo por 3 veces , para determinar un área de macizo resistente a la carga propia del equipo como a su vez a las vibraciones que pudieran presentarse de acuerdo a las características del equipo.

Podría realizarse una estabilización del suelo, hoy día existen soluciones desarrolladas con ingeniería y tecnología para cada caso, como los GEO SINTÉTICOS, otros no tan recientes como suelo cemento, o las más antiguas y más conocidas que es el mejoramiento de suelos mediante un retiro más cambio y compactación por otro suelo más estable al agua, para poder optar por este tipo de fundaciones superficial del tipo zapata.

A continuación, se presenta la tabla 9 es un resumen de los coeficientes de suelos recomendados, donde muchos son hallados indirectamente (no por ensayo) en función al suelo y al número de golpes del SPT, como por ejemplo el coeficiente de balasto, el cual es hallado “tensión admisible vs coeficiente de balasto” por el trabajo en mecánica de suelos que han realizado el Prof. Terzaghi y otros ingenieros connotados (en diferentes épocas). La cual se extrajo de la Tesis de maestría “Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler”, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona- España. 1993 (Autor Ing. Nelson Morrison).

CUADRO DE RESUMEN DEL COEFICIENTE RECOMENDADOS								
CLASIFICACION	COEF. BALASTO		Angulo de Friccion Interna	Cohesion (kg/cm ²)	Coef. de Poisson	Modulo Transversal "Gs" (kg/cm ²)	Densidad Natural "γm" (gr/cm ³ o tn/m ³)	MODULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL
SUSC	Tension Adm (kg/cm ²)	K30 (kg/cm ³)						Es (kg/cm ²)
Arenas arcillosas de baja plasticidad	1.50	3.15	20°	0.120	0.30	99	1.860	175
Arenas limosas con gravas (Cambio de material)	1.80	3.82	30°	0.00	0.25	160	1.960	280



	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-002 HOJA: 6 de 20
	TÍTULO:	REV: A
MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD		

Tabla 1: Rúmenes de coeficientes recomendados

Si el Ingeniero calculista opta por diferentes alternativas de solución deberá basarse en los perfiles geotécnicos.

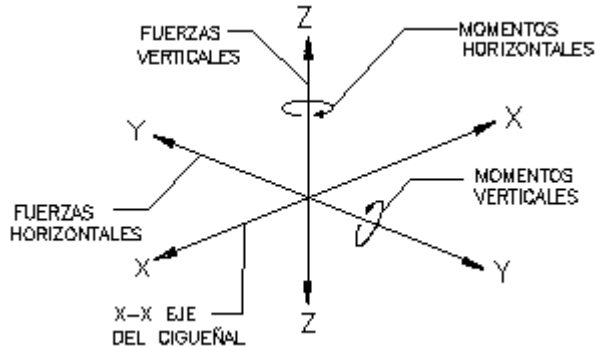
<div>Transporte S.A.</div> <div>ipe</div> <div>SITECAL</div>			REGISTRO DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO										REV: 00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			(PERFIL GEOTÉCNICO)										FECHA: 2-sep-25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
													REPORTE: POS-245/2025																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
													PAG: 01 de 02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
CLIENTE / Client:			YPFB TRANSPORTE SA - IPE BOLIVIA SRL		PROGRESIVA / Progresion:		0.00		ELEVACION / Elevacion:		0.000 m.		S.P.T. N° 01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
PROYECTO / Project:			INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA 4TA Y 5TA COORDENADAS / Coordinatcd.										Coordinad 20 K= 0471164.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
UBICACIÓN / Location:			ESTACION DE COMPRESION DE COLPA, MUNICIPIO DE COLPA BELGICA, PROVINCIA SARA A 17 KM DE LA LOCALIDAD UTM= 09062389.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PERFORACION																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
DIAMETRO EXTERNO			2 PULG			PESO DEL MARTINETE						140 LB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
DIAMETRO INTERNO			1.38 PULG			ALTURA DE CAIDA LIBRE						30 PULG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
REGISTRO DE CAMPO			REGISTRO DE LABORATORIO			LIMITES DE CONSISTENCIA			REGISTRO DE GABINETE			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
ESCALA	PROF (m)	PERFIL GEOTEC.	DESCRIPCION VISUAL DEL MATERIAL	% HUMEDAD NATURAL	GRAFICO DE VARIACION % HUM. V. PROF.	ANALISIS GRANULOMETRICO				CLASIF. DE SUELOS SISTEMA S.U.C.S. Y A.A.S.B.T.O.	PARAMETROS DE RESIST. DE LOS SUELOS	Numero de Golpes	GRAFICO DE RESIS. A LA PENETRACION NUM DE GOLPES V. PROF.	(Kg/cm²)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
						% MAS FINO 75µ	% MAS FINO 200µ	% MAS FINO 4µ	% MAS FINO 2µ						% DE LIQUIDEZ	INDICE PLASTICO	AV. PREC. (mm)	CONDICION (seg/m²)	Densidad del suelo Natural (kg/m³)	Pesón Estand. (kg/cm²)	Factor de Correccion N. c.	15 cm Hirtiles (N)	30 cm Fines (N)	FC a plato de argilla N1	FC longitud de la barra N2	FC N3 y N4	FC por numero de Golpes N5	N calculado N6	PROF (m)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
0.00			Capa Vegetal			0	2	8	12	20	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	8 de 20
		REV:
		A

6. ANÁLISIS DE CARGAS PARA FUNDACIÓN DE COMPRESOR

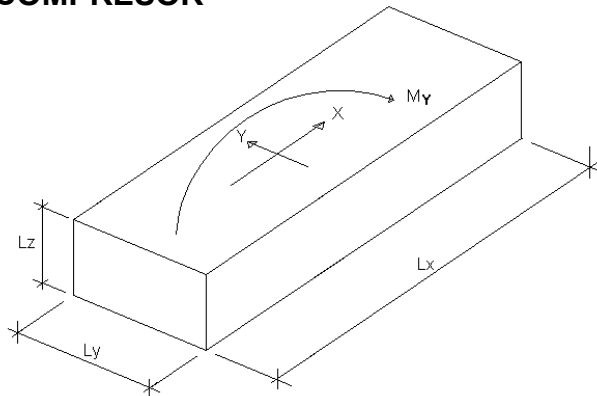
6.1. Carga por Peso y Funcionamiento del Equipo:

Peso Compresor	= 3935 kg
Engine	= 9525 kg
Scrubbers	= 900 kg
Otros	= 4295 kg
Total, peso (W_1)	= 18655 kg



Máxima fuerza primaria horizontal	FH = 55.7 kg
Máxima fuerza secundaria horizontal	10.41 kg
Máxima fuerza primaria vertical	0
Máxima fuerza secundaria vertical	0
Momento horizontal primario	356 kg m
Momento horizontal secundario	446 kg m
Momento vertical primario	My1 = 2022 kg m
Momento vertical secundario	0 kg m


7. MOMENTOS EN EJE Y-Y POR FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES EN LA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR



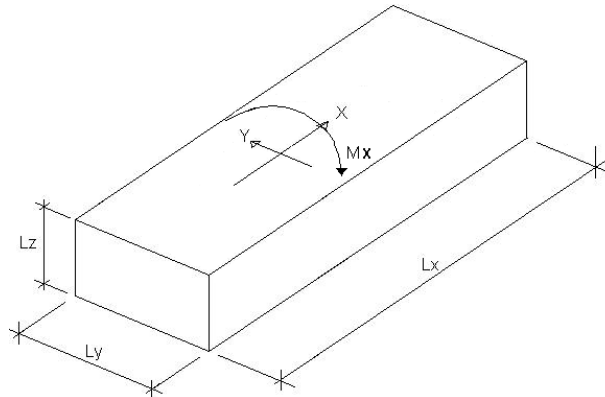
G_z = centro de gravedad en el plano Z

M_y = momento en el eje Y-Y

$$M_y = W_1 \cdot 0.167 + M_{y1} = 18.65 \text{ tn} \cdot 0.167 \text{ m} + 2.022 \text{ tn m} = 5.13 \text{ tn m}$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	9 de 20
		REV:
		A

8. MOMENTOS EN PLANO X-X POR FUERZAS HORIZONTALES ACTUANTES EN LA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR.



8.1. Momento Por Cargas De Funcionamiento

M_{x2} = momento en el plano y-y producido por fuerzas de funcionamiento

$$M_{x2} = F_H * (G_z + L_z)$$

$$M_{x2} = 0.055 \text{ tn} * (1.27 \text{ m} + 0.6 \text{ m}) = 0.10 \text{ tn} \cdot \text{m}$$

8.2. Carga Por Peso Propio De La Fundación Del Compresor

P_p = Peso propio de fundación

L_x = Lado paralelo al eje X = 8.61 m

L_y = Lado paralelo al eje Y = 4.55 m

L_z = Altura de Fundación = a determinar

γ = Peso Específico del Hormigón = 2400 kg/m³


Considerando que la fundación del equipo sea igual a 3 veces el peso propio del equipo, es decir:

$$P_p = 3 * (W_1)$$

$$P_p = (8.61 \text{ m}) * (4.55 \text{ m}) * (L_z) * (2400 \text{ Kg/m}^3) = 3 * (18655 \text{ kg})$$

De la anterior expresión matemática ,encontramos el valor de L_z :

$L_z = 0.595 \text{ m}$, adoptamos **$L_z = 0.60 \text{ m}$** .

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IP-2025-2977-S-MC-002 HOJA: 10 de 20
	TÍTULO: MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	REV: A

9. VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN ADMISIBLE DEL SUELO.-

Se realizó una verificación de la tensión admisible del suelo de fundación con el peso del equipo + el peso propio de la fundación.

Datos :

$W1 = 18655 \text{ kg}$ (Peso del Equipo)

$Pp = 56412.72 \text{ kg}$ (Peso Propio de la Fundación)

Peso Total = $W1 + Pp = 75067.72 \text{ kg}$

$B = 4.55 \text{ m}$ (ancho de la fundación – L_y)

$L = 8.61 \text{ m}$ (largo de la fundación – L_x)

$Z = 0.60 \text{ m}$ (Espesor o altura de la fundación).

$q_{adm} = 0.80 \text{ kg/cm}^2$

$q_{adm}/3 = 0.26 \text{ kg/cm}^2$

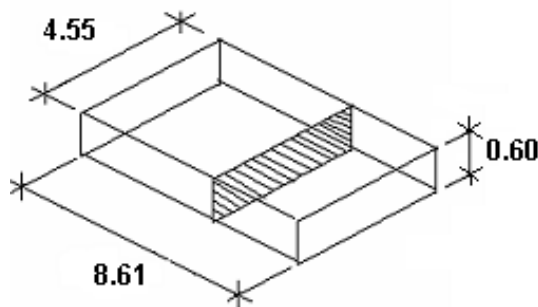
Verificación de la presión ejercida por el equipo + pp fundación sobre el suelo:

$q_o = 75067.72 \text{ kg} / (455 \text{ cm} * 861 \text{ cm})$

$q_o = 0.191 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto : $q_o < q_{adm}/3$ ($0.191 \text{ kg/cm}^2 < 0.26 \text{ kg/cm}^2$) , ok cumple.

10. CÁLCULO DE CORTANTE PARA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR



$$f_{vd} = 0.5 \times \sqrt{f_c d}$$


$$f_{vd} = 0.5 \times \sqrt{140} = 5.92 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{N \times \gamma_f}{A} \leq f_{vd}$$

$$d = 52.5 \text{ cm}$$

$$(18655 * 1.6) / (455 * 52.5) \leq 5.92$$

$$1.24 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 5.92 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ cumple!!}$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	11 de 20
		REV:
		A

$$N = 18655 \text{ kg}$$

$$V_d = 1.6 \times N = 1.6 (18655 \text{ kg}) = 29848 \text{ kg}$$

$$V_{cu} = 0.3 f_{cd} \times b \times d$$

$$V_{cu} = 0.3 \times 140 \text{ kg/cm}^2 \times 455 \text{ cm} \times 52.5 \text{ cm}$$

$$V_{cu} = 1003275 \text{ kg}$$

La condición para que no exista compresión oblicua del hormigón es que $V_d \leq V_{cu}$, lo cual se satisface.


11. CÁLCULO DE ARMADURAS PARA FUNDACIÓN DEL COMPRESOR

11.1. Idealización Soporte Elástico

La losa de fundación se analizará como losa flexible discretizado en placas de 0.95 cm x 0.91 cm aprox, usando el coeficiente de balasto de 7 kg/cm³.

Tabla 2. Valores del módulo de balasto o reacción.

Visión primaria	Grupo de suelos y descripción típica	Símbolo	K (kgs/cm ³)
Gravas y Suelos con grava	Gravas con buena granulometría o mezclas de arena y grava. Pocos finos.	GW	14-20
	Mezclas de arcillas-arena-grava, con buena granulometría, excelente trabazón.	GC	11-20
	Gravas con pobre granulometría y mezclas de arena y grava. Pocos finos.	GP	8-14
	Gravas con finos, gravas limosas, gravas arcillosas. Mezclas arcilla, arena y grava con mala granulometría.	GF	7-14
Arenas y suelos Arenosos	Arenas con buena granulometría y arenas con grava. Pocos finos.	SW	7-16
	Mezclas de arenas y arcillas con buena granulometría. Excelente trabazón.	SC	7-16
	Arenas con mala granulometría. Pocos finos.	SP	5,5-9
	Arenas con finos, arenas limosas, arenas arcillosas. Mezclas arena-arcilla con mala granulometría.	SF	5-9
Suelos de grano fino con baja o media plasticidad.	Limos inorgánicos y arenas finas. Polvo rocoso, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad.	ML	4-8,5
	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	3,5-6
	Limos orgánicos y limo-arcillas de baja plasticidad.	OL	3-5
Suelos con grano Fino de plasticidad alta	Suelos arenosos finos, con mica o tierra de diatomeas, limos elásticos.	MH	1,5-5
	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta, arcilla gruesas.	CH	1,5-4
	Arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta.	OH	1,5-3,5

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	12 de 20
		REV:
		A

Ancho LY =4.55 m

Largo LX =8.61 m

$$KS_{(rectangular)} = \frac{2}{3} KS_{(cuadrado)} \left(1 + \frac{B}{2L}\right)$$

$$KS_{(cuadrado)} = KS_{(30)} * \left[\frac{(b+0,30)}{2b}\right]^2$$

Dónde:

$KS_{(cuadrado)}$ = Valor del módulo de balasto para una sección cuadrada en KN/m³. De la tabla 2 se obtiene el valor de $KS_{(30)}$

$$KS_{(30)} = 7.00 \text{ kg/cm}^3 [7000000 \text{ kg/m}^3]$$

- Para calcular el valor $KS_{(cuadrado)}$, se usará expresión para suelos arenosos:

$$KS_{(cuadrado)} = KS_{(30)} * \left[\frac{(b+0,30)}{2b}\right]^2$$

$$- KS_{(cuadrado)} = 7000000 \text{ kg/m}^3 [(4.55 + 0.30) / (2 \times 4.55)]^2 = 1988377.01 \text{ kg/m}^3$$

$$KS_{(rectangular)} = \frac{2}{3} KS_{(cuadrado)} \left(1 + \frac{B}{2L}\right)$$


$$- KS_{(Rectangular)} = 2/3 \times (409974.64) \times [1 + 4.55 / (2 \times 8.61)] = 1675840.78 \text{ kg/m}^3$$

- Entonces el valor de Ty que usaremos en el programa de cálculo estructural RAM Elements será:

Área Apoyo Elástico 0.95 m x 0.91 m

$$Ty = KS_{(Rectangular)} \times \text{Área Apoyo Elástico} = 1675840.78 \text{ kg/m}^3 \times (0.95 \text{ m} \times 0.91 \text{ m})$$

$$Ty = 1448764.36 \text{ kg/m} \quad (14.487 \text{ t/cm})$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-002 HOJA:
	TÍTULO:	13 de 20
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	REV: A

11.2. Cálculo Por Software Ram Element

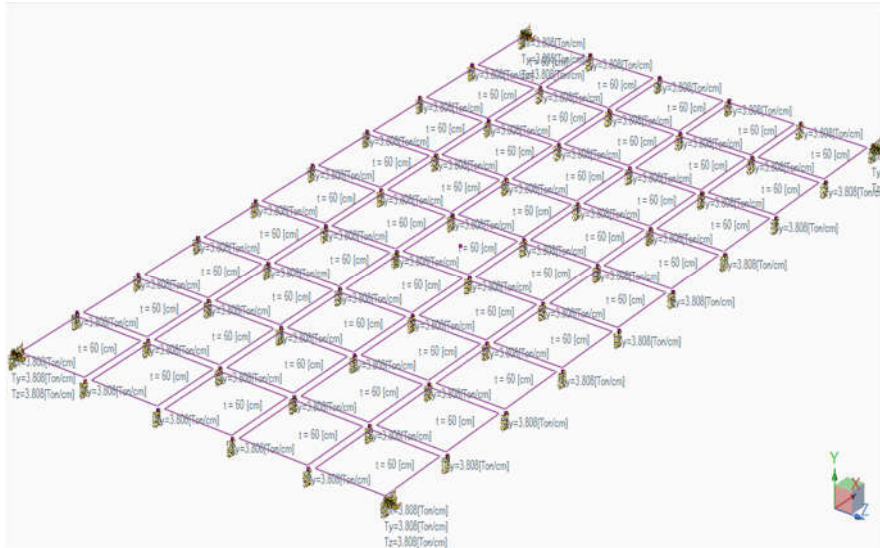


Figura N° 1 – Losa de Fundación Idealizada en Ram Element

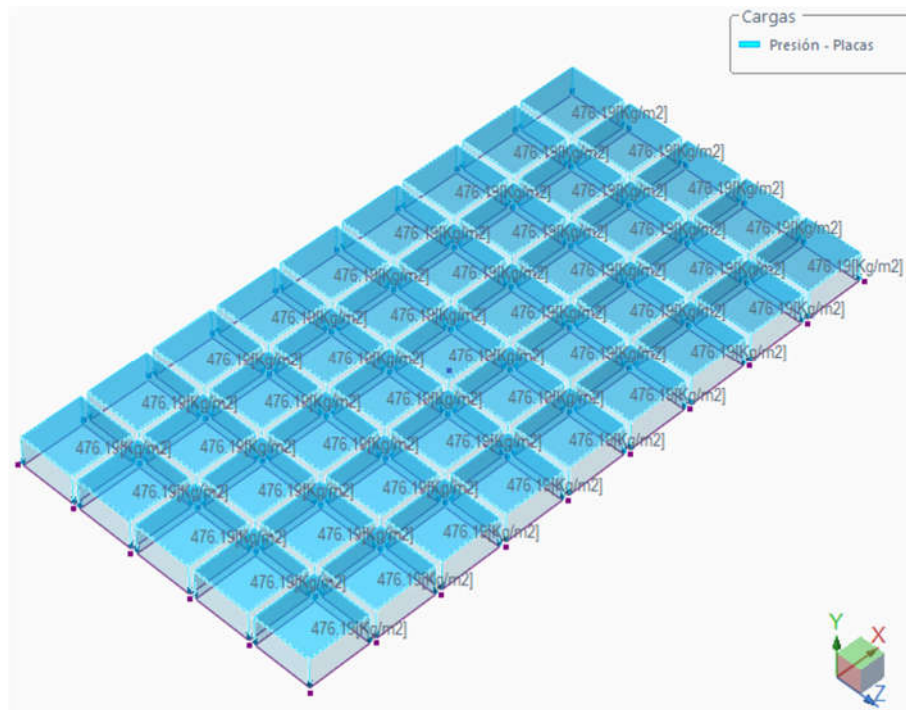



Figura N° 2 – Cargas Vivas (LL – Peso Equipo Compresor)

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPe-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	15 de 20
		REV:
		A

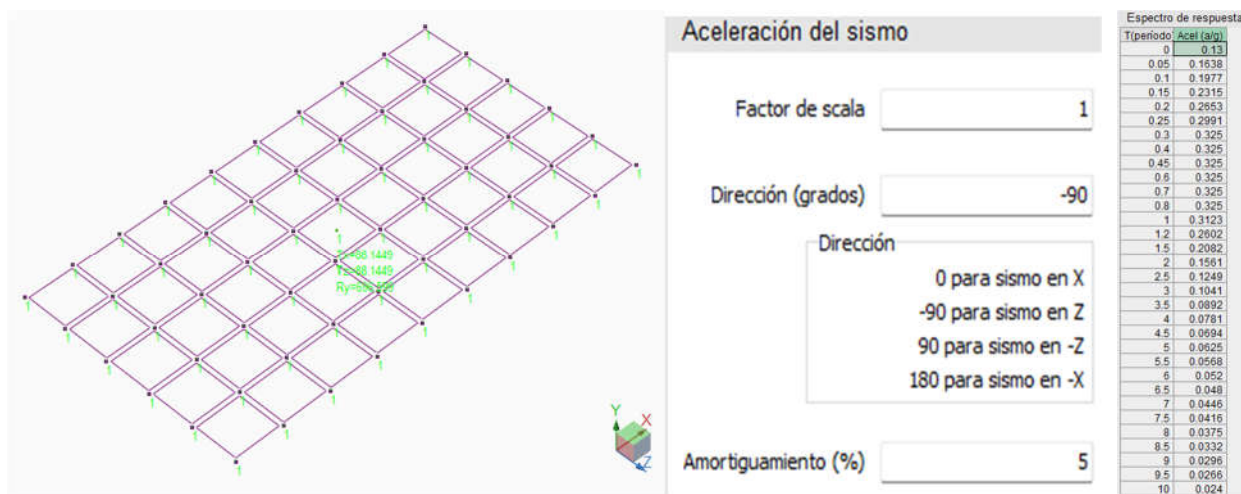


Figura N° 5 – Carga Sísmica en Z

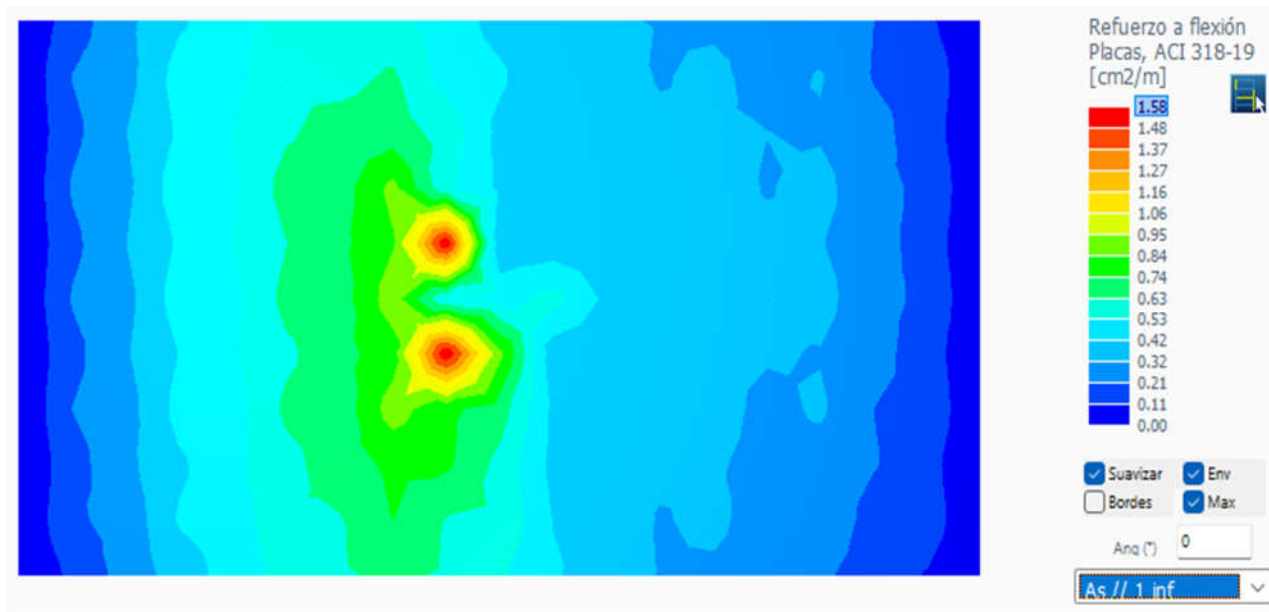



Figura N° 6 – Armadura As // 1 Inf

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA: 16 de 20
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	REV: A

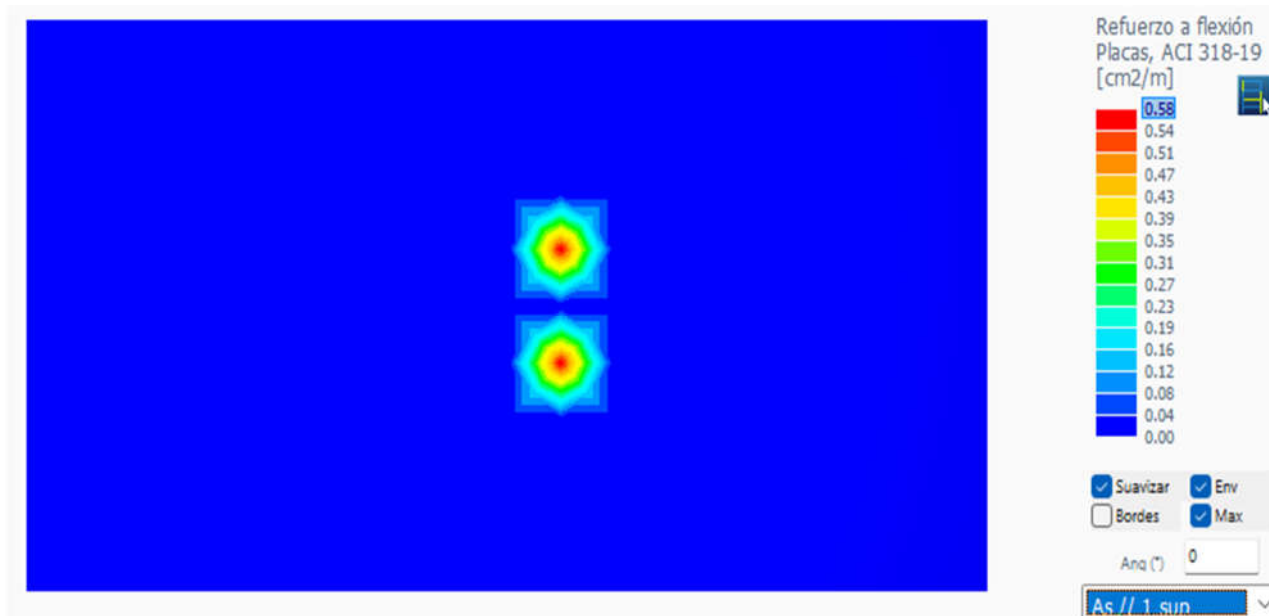


Figura N° 7 – Armadura As // 1 Sup.

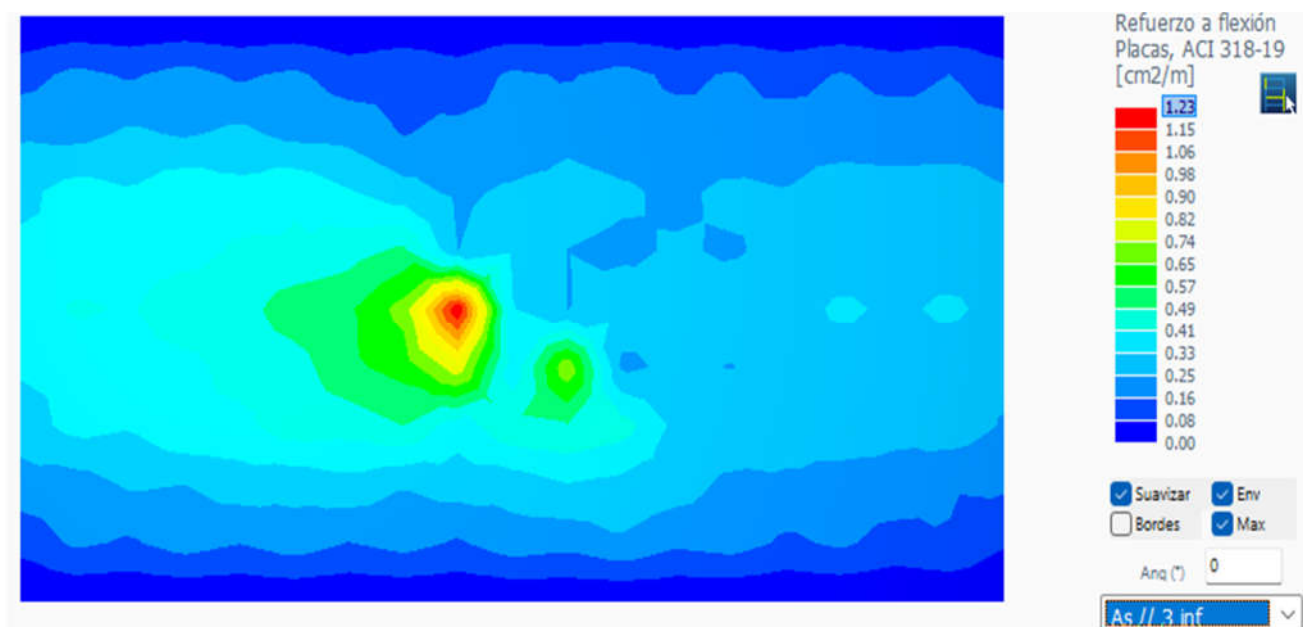



Figura N° 8 – Armadura As // 3 Inf.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	17 de 20
		REV:
		A

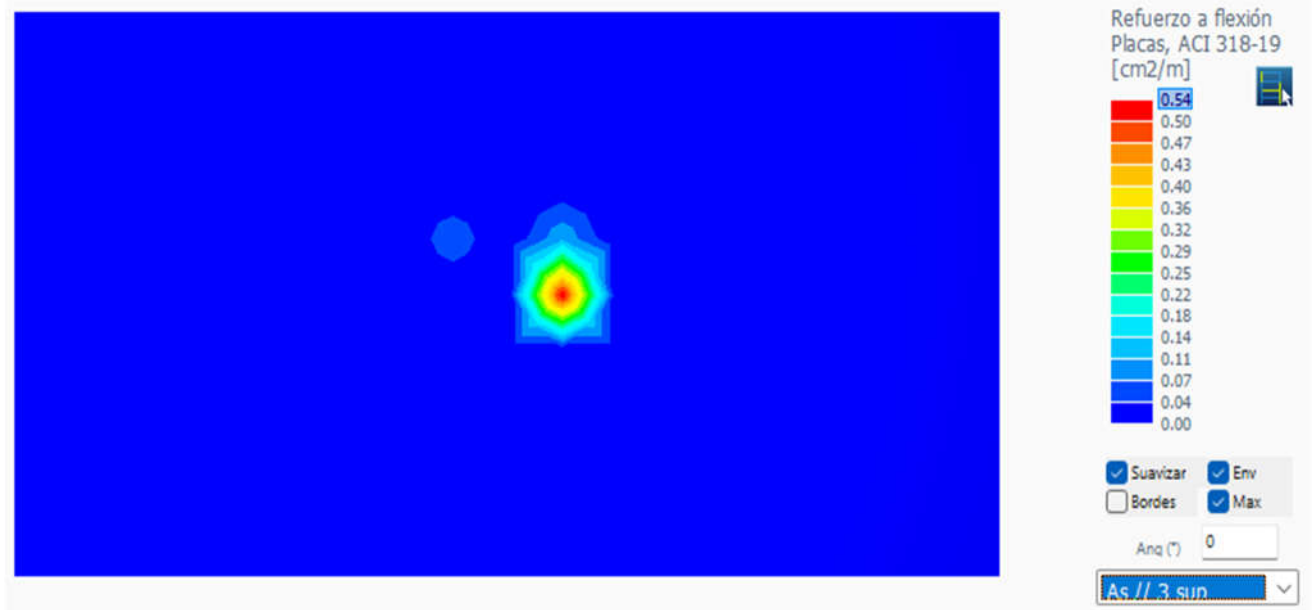


Figura N° 9 – Armadura As // 3 Sup.

Detallamiento de Armadura según Reporte Ram Element:

Máximo Armadura = $1.58 \text{ cm}^2/\text{m}$

Utilizando barras corrugadas de

Ø 16 mm:


N° Barra = $1.58 \text{ cm}^2 / 2.01 \text{ cm}^2 = 0.78$ Barras.

Ø 12 mm:

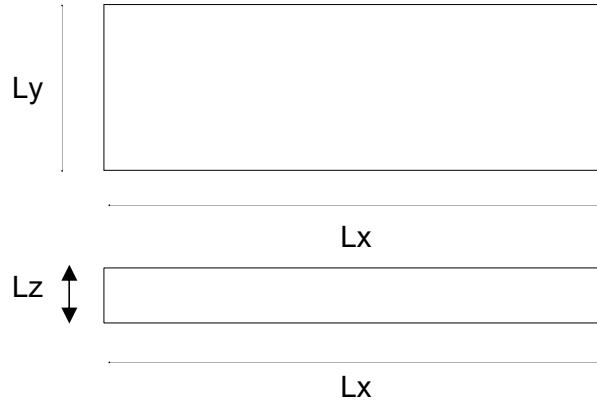
N° Barra = $1.58 \text{ cm}^2 / 1.22 \text{ cm}^2 = 1.29$ Barras.

Ø 10 mm:

N° Barra = $1.58 \text{ cm}^2 / 0.785 \text{ cm}^2 = 2.01$ Barras.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IFE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	18 de 20
		REV:
		A

11.3. Cálculo Por Cuantía Mínima



Para el plano x-x

$$A_{sx} = \phi * L_x * L_z$$

$$\phi = 0.0015$$

$$L_x = 861 \text{ cm}$$

$$L_z = 60 \text{ cm}$$

$$A_{sx} = 77.49 \text{ cm}^2$$

$$N^{\circ} \text{ Barras } (\varnothing 16) = 77.49 \text{ cm}^2 / 2.01 \text{ cm}^2 = 38.55 \text{ barras}$$

Se adopta 1 Ø 16 c/20 cm

Para el plano y-y

$$A_{sy} = \phi * L_y * L_z$$

$$\phi = 0.0015$$

$$L_y = 455 \text{ cm}$$

$$L_z = 60 \text{ cm}$$

$$A_{sy} = 40.95 \text{ cm}^2$$

$$N^{\circ} \text{ Barras } (\varnothing 16) = 40.95 \text{ cm}^2 / 2.01 \text{ cm}^2 = 20.37 \text{ barras}$$


Se adopta 1 Ø 16 c/20 cm

12. ANALÍISIS DE CARGAS PARA FUNDACIÓN DE ENFRIADOR (COOLER)

$$\text{Peso del Enfriador } (W_2) = 10230 \text{ kg}$$

Asumiendo el ancho y largo de la fundación Calculamos el alto de la losa:

$$\mathbf{A = 4.05 \text{ m}}$$

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	19 de 20
		REV:
		A

B = 7.63 m

PE = 2400 kg/m³ (Peso específico del hormigón)

$h = 3 (W2)/(PE \times A \times B) = (3 \times 10230 \text{ kg}) / (2400 \text{ kg/m}^3 \times 4.05 \text{ m} \times 7.63 \text{ m})$

$h = 0.39 \text{ m}$

$h = 0.4 \text{ m}$ (Asumido)

El peso de la fundación será:

$W4 = PE \times A \times B \times h = (2400 \text{ kg/m}^3) (4.05 \text{ m}) (7.63 \text{ m}) (0.4 \text{ m})$

$W4 = 29665 \text{ kg}$

La presión sobre el terreno será:

$Pt = (W2 + W4)/(AB) = (10230 \text{ kg} + 29665 \text{ kg}) / (4.71 \text{ m} \times 7.468 \text{ m})$

$Pt = 1291 \text{ kg/m}^2 = 0.13 \text{ kg / cm}^2 < \text{Presión Admisible del terreno } (0.80 \text{ kg / cm}^2)$

Dadas las características de la fundación, las solicitaciones a la que estará sometida son mínimas, requiriendo para su armado las limitaciones de cuantía mínima permitida.

$Ac = b \times H = (100 \text{ cm})(40 \text{ cm}) = 4000 \text{ cm}^2$

$\rho = 0.0015$ (cuantía geométrica mínima según ACI 318)

$Ao = \rho \cdot Ac = 0.0015(4000 \text{ cm}^2) = 6 \text{ cm}^2$

$Ao(\varnothing 12 \text{ mm}) = 1.27 \text{ cm}^2$

No barras = $Ao/Ao(1/2") = (6 \text{ cm}^2)/(1.22 \text{ cm}^2) = 5 \text{ pzas.}$

Separación = $b/\text{No barras} = (100 \text{ cm})/(5 \text{ pza}) = 20 \text{ cm}$

$Ao(\varnothing 16 \text{ mm}) = 2.01 \text{ cm}^2$

No barras = $Ao/Ao(\varnothing 16) = (6 \text{ cm}^2)/(2.01 \text{ cm}^2) = 3 \text{ pzas.}$

Separación = $b/\text{No barras} = (100 \text{ cm})/(3 \text{ pzas}) = 33 \text{ cm}$


Se asume:

$Ao = \text{barra de } \varnothing 16 \text{ cada } 20 \text{ cm}$

Armado en ambos sentidos arriba y abajo.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las fundaciones para las Compresor C-2300 y Enfriador diseñadas resisten satisfactoriamente las solicitaciones actuantes.

	TIPO DE DOCUMENTO:	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	MEMORIA DE CÁLCULO	IPE-2025-2977-S-MC-002
	TÍTULO:	HOJA:
	MEMORIA DE CÁLCULO DE FUNDACIÓN PARA COMPRESOR Y COOLER 5TA UNIDAD	20 de 20
		REV:
		A

Para la construcción de las fundaciones se debe verificar la buena calidad de los materiales, la compactación del nivel de desplante, los recubrimientos especificados, las resistencias del hormigón y el acero, el correcto vaciado del hormigón y todos aquellos factores que puedan influir en la calidad de la obra.

De acuerdo al diseño presentado, se deberá realizar un cambio de material para el compresor como para el enfriador (cooler), retirando el material existente entre 0.50 a 0.60 metros, reemplazando este por otro de mejores características. Se recomienda utilizar un suelo A-1-3, o A-2-4 , haciendo una compactación hasta el 98 % de Proctor Modificado, en capas de 20 cm de espesor, hasta completar la profundidad requerida.