

INFORME ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO:
CONDOMINIO PALERMO

SOLICITANTE:
ING. CHRISTIAN ECHART

UBICACIÓN:
CALLE MARIO COSSIO CORTEZ, BARRIO
LUIS DE FUENTES, CIUDAD DE TARIJA



TARIJA - BOLIVIA
JUNIO 2024



Tarija - B° San Jorge I
Calle 1 esq. pasaje Salomón Casal



(+591) 65804566
ingeosud@gmail.com

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARACTERISTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
3.	TRABAJO DE CAMPO	5
4.	MÉTODO DE TRABAJO.....	6
5.	NIVEL FREÁTICO	15
6.	CLASIFICACION DE SUELOS DE CIMENTACION SEGÚN LA GUIA BOLIVIANA DE DISEÑO SISMICO.....	16
7.	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	17
8.	CONCLUSIONES	17
9.	RECOMENDACIONES	18

ANEXOS

Anexo A: Registro de investigación del subsuelo

Anexo B: Trabajo de Laboratorio

Anexo C: Reporte fotográfico

 **INGEOSUD**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INFORME

1 INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El presente informe contiene los resultados y conclusiones del Estudio Geotécnico solicitado a nuestra Empresa de **Laboratorio de Mecánica de Suelos “INGEOSUD”** por el Ing. Christian Echart para el proyecto de grado denominado **“CONDOMINIO PALERMO”**, el estudio fue realizado de acuerdo con los requerimientos del proyecto de referencia.

1.2. Objetivo

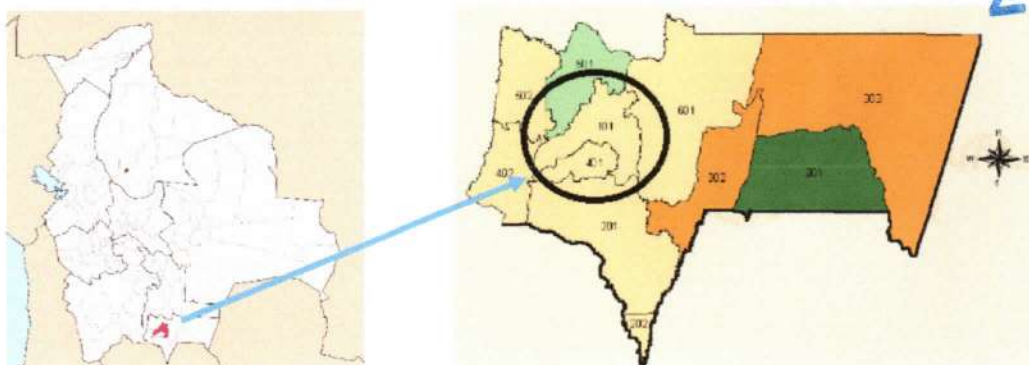
Determinar las características físicas y mecánicas del suelo a partir de sondeos de campo y ensayos de laboratorio en puntos preestablecidos por el peticionario (cliente).

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Geografía, delimitación y área del municipio de Tarija

El municipio de Tarija está ubicado en el sur de Bolivia y ocupa el mismo territorio de la provincia Cercado, limita al norte y oeste con los municipios de San Lorenzo y El Puente de la provincia de Eustaquio Méndez, al suroeste con el municipio de Yunchará y al sur con el municipio de Uriondo, ambos de la provincia de José María Avilés, al sureste con el municipio de Padcaya de la provincia de Aniceto Arce. y al este con el municipio de Entre Ríos de la provincia O'Connor.

Figura 1. Ubicación del municipio de Tarija



2.2. Ubicación del punto de estudio

El punto de estudio se encuentra ubicado en la Calle Mario Cossio Cortez, barrio Luis de Fuentes, ciudad de Tarija, municipio de Tarija, Provincia Cercado, Departamento de Tarija. (Fig. 2).

Figura 2: Ubicación del punto de Estudio



De acuerdo a los requerimientos del proyecto se utilizó un GPS marca Garmin Vista para la ubicación del Sondeo. A continuación, se muestra las siguientes coordenadas del estudio (sistema WGS-84, huso 20) del lugar.

Tabla 1. Datos geográficos del punto de sondeo

SONDEO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ZONA	COTA m.s.n.m
	E	S		
P1	319366,91	7617147,68	20K	1913,2

2.3. Fundamentos geológicos

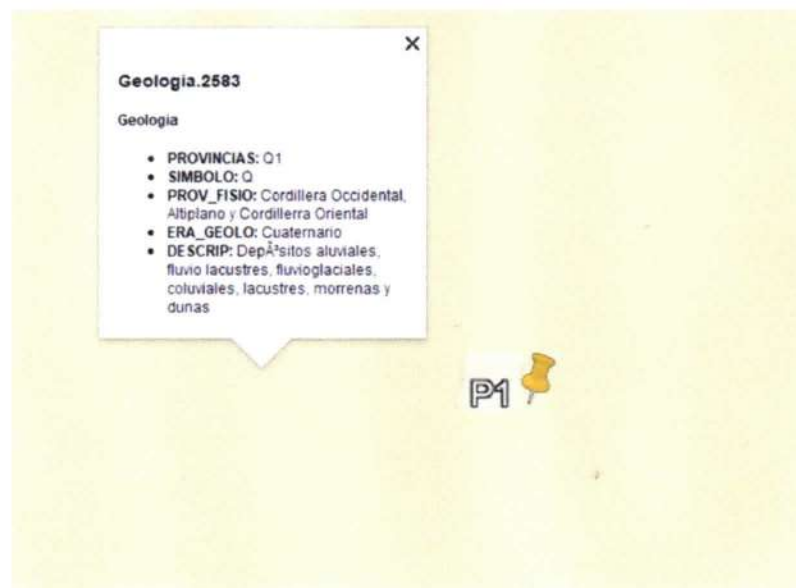
2.3.1. Geología general del área

Según mapa geológico proporcionado por SERGEOMIN la zona está compuesta por sedimentos pertenecientes al periodo cuaternario. (Fig. 3)

Las cubiertas de sedimentos cuaternarios existentes en la cuenca Tarijeña sufren grandes variaciones, se compone de materiales aluviales y coluviales procedentes del altiplano y cordillera oriental. Estos sedimentos se presentan como capas estratigráficas, compuestas en su gran mayoría por arenas finas, limos y arcillas; también se han encontrado algunos niveles con arenas gruesas, intercaladas con conglomerados.

Los mismos que han sido afectados por un intenso transporte, eólico y fluvial siendo re trabajados y seleccionados durante su deposición.

Figura 3. Ubicación geológica del área de estudio



2.3.2. Fallas geológicas

El empuje de la placa Sudamericana ha generado y puede generar sismos de magnitud. El límite entre las placas Altiplano y Sudamericana divide al país en dos partes, el empuje de la placa Sudamericana es muy fuerte y está activo, genera la concentración de grandes esfuerzos, los cuales pueden ocasionar grandes roturas y desplazamientos del suelo, liberando gran cantidad de energía sísmica.

La ciudad de Tarija está ubicada entre la cordillera oriental y la faja subandina, presenta una falla llamada falla Tarija que se halla ubicada al este de la ciudad de Tarija. Esta falla está ubicada dentro del cuadro de coordenadas -21,824 S -64,709 O y -21,477 S -64,551 O; de norte a sur la Falla Tarija es cercana a los poblados Carlaso, Cieneguillas, Tunal, y Padcaya.

(Fig. 4)

Según el reporte del USGS (2000) La Falla Tarija está dividida en tres segmentos, un segmento inferido u oculto al norte (segmento amarillo), falla continua al centro (segmento verde), y un segmento inferido u oculto al sur (segmento amarillo).

Figura 4. Falla Tarija cerca de zona de estudio



Esta falla tiene una longitud cumulativa de 56.1 km, rumbo promedio de $22.6^{\circ} \pm 22^{\circ}$, e inclinación promedio de 70° O. El sentido general de movimiento es normal (USGS, 2000). La tasa de movimiento de este sistema de fallas es desconocida, aunque se le atribuye un movimiento (USGS, 2000). La edad del último movimiento se estima sea del Cuaternario (<1.6 Ma) (USGS, 2000).

Figura 5. Falla Tarija cerca de zona de estudio



3. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se realizó el 29 de mayo de 2024, consistió en la realización de un sondeo dinámico con recuperación de muestra con el ensayo SPT (Standard Penetration Test) de penetrómetro automático, en el punto el sondeo se realizó desde la cota -0,00 m hasta -8,45m, el ensayo S.P.T. se realizó en las cotas -4,00m, -5,00m, -6,00m, -7,00m y -8,00m se considera como cota 0,00m nivel de terreno natural. En anexo C se presenta el reporte fotográfico.

3.1. EQUIPO DE ENSAYO

Se utilizó una máquina de sondeo ARCA 01 Kuarso. Las características de esta máquina de sondeo se presentan en la Figura 6.

Figura 6. Penetrómetro SPT Automático, ARCA 01 Kuarso



Características del muestreador - Cuchara de Terzaghi:

- Saca muestras bipartido punta de acero con cabeza de acoplamiento con dos orificios y válvula de retención de bola.
- Diámetro externo 2 pulg.
- Diámetro interno 1 3/8 pulg.
- Longitud de cuchara 27 pulg.

4. MÉTODO DE TRABAJO

La metodología de trabajo fue convencionalmente dividida en las siguientes tres etapas:

4.1. Trabajo de Campo

4.1.1. Reconocimiento Preliminar del Terreno

Se realizó el reconocimiento del terreno y la realización del sondeo de acuerdo a la ubicación dada por el peticionario (Cliente).

Tabla 2. Datos del sondeo

SONDEO	COORDENADAS GEOGRAFICAS		COTA INICIAL m.s.n.m	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	NIVEL FREÁTICO (m)
	E	S			
P1	319366,91	7617147,68	1913,2	8,45 m	No

4.1.2. Toma de Muestras

En la perforación fueron extraídas 5 muestras con el empleo de muestreador cuchara Terzaghi en las cotas -4,00m, -5,00m, -6,00m, -7,00m y -8,00m. Las muestras retiradas en todo caso han sido representativas.

Las muestras extraídas fueron descritas, debidamente identificadas y protegidas, remitiéndose a laboratorio para su análisis correspondiente.

4.1.3. Ensayo de Penetración Estándar

Se realizó un ensayo de penetración estándar S.P.T. (Standard Penetration Test) en las cotas indicadas en el punto 3. de acuerdo con las normas internacionales ASTM-1586 (AASHTO T-206-70). El ensayo consistió en hacer penetrar en el suelo un Muestreador (o cuchara de Terzaghi) por medio de Golpes dados por el martillo (de peso 63.5 kg) en caída libre desde 75 cm. El valor " N_{SPT} " corresponde al número de golpes necesarios para que el muestreador penetre en el suelo 30 cm.

4.2. Trabajo de Laboratorio

A partir de las muestras extraídas se realizaron los diferentes ensayos de laboratorio, cuya relación nominal es la siguiente:

- Contenido de Humedad Natural según ASTM D-2216-71
- Análisis granulométrico según ASTM D-422
- Límites de consistencia:
 - Limite líquido según ASTM D-4318
 - Limite plástico según ASTM D-4318
 - Índice de plasticidad
- Clasificación Unificada de Suelos (S.U.C.S.) ASTM D-2487-66

Tabla 3. Resumen caracterización de las muestras

PUNTO N°	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ				CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318		
			SUCS - ASTM D 2487	AASHTO M-145	N°4	N°10	N°40	N°200	W%	LL	LP	IP
1	P1-01	4,00	CL	A-6 (8)	100,00	100,00	99,64	77,72	17,0	31,18	20,18	11,00
	P1-02	5,00	SM	A-2-4 (0)	100,00	100,00	94,29	16,10	9,5	0,00	0,00	0,00
	P1-03	6,00	SC	A-2-6 (1)	100,00	99,88	83,71	31,93	19,2	33,57	20,42	13,15
	P1-04	7,00	CL	A-6 (9)	100,00	99,94	94,82	80,05	24,8	35,67	23,54	12,14
	P1-05	8,00	CL	A-7-6 (12)	100,00	100,00	98,37	91,48	24,8	42,82	23,35	19,47

4.3. Trabajo de Gabinete

En gabinete se han realizado diversos trabajos, conjugando los resultados de los trabajos de Campo y Laboratorio los que nos han permitido determinar los siguientes aspectos:

- Perfiles individuales de los sondeos, en los cuales se puede apreciar las propiedades tanto físicas como mecánicas.
- Corrección del número N_{SPT} de campo.
- Variación de esfuerzos efectivos verticales.
- Correlación ángulo de fricción interna y cohesión no drenada.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

4.3.1. Correcciones N_{SPT} campo.

N_{SPT} = valor SPT medido

ER_f = eficiencia del martillo

C_B = corrección por diámetro del orificio

C_s = corrección por muestreador

C_R = corrección por largo de barra

$$N_{60} = C_B \times C_s \times C_R \times \frac{ER_f \times N_{SPT}}{60}$$

Los valores ER_f , C_B , C_s , C_R y C_N (arenas) son calculados de las tablas mostradas en la siguiente tabla:

Table 3. Recommended corrections for SPT blowcount values, taken from Robertson and Wride (1997), as modified from Skempton (1986).

Factor	Equipment Variable	Term	Correction
Overburden Pressure		C_N	$(P_a / \sigma'_{vo})^{0.5}$ but $C_N \leq 2$
Energy ratio	Donut Hammer Safety Hammer Automatic Hammer	C_E	0.5 to 1.0 0.7 to 1.2 0.8 to 1.5
Borehole diameter	65 mm to 115 mm 150 mm 200 mm	C_B	1.0 1.05 1.15
Rod length	3 m to 4 m 4 m to 6 m 6 m to 10 m 10 m to 30 m >30 m	C_R	0.75 0.85 0.95 1.0 <1.0
Sampling method	Standard sampler Sampler without liners	C_s	1.0 1.1 to 1.3

Se adoptaron los siguientes valores:

$ER_f = 70$ Dato ya proporcionado.
 $C_B = 1,00$ Para orificio de 100 mm.
 $C_s = 1,10$ Para muestreador sin camisa interior
 $C_R = 0.75 - 1.00$ Varía Según profundidad:

CR =	3m a 4 m	0,75
	4m a 6m	0,85
	6m a 10m	0,95
	10m a 30m	1,00
	> 30m	< 1

Tabla 4. Corrección por energía N_{60}

Prof. (m)	USCS	Suelos de:	Comportamiento	N SPT (golpes)	N 60
4,00	CL	Cohesion alta	No Drenado	19	20,7
5,00	SM	Cohesion baja	No Drenado	18	19,6
6,00	SC	Cohesion baja	No Drenado	14	15,3
7,00	CL	Cohesion alta		17	20,7
8,00	CL			20	24,4

4.3.2. Peso Unitario del Suelo y Esfuerzo Efectivo Vertical.

Para los pesos unitarios utilizaremos las siguientes ecuaciones propuestas por Rahman (2017) y Bowles (1997):

Para suelos de cohesión baja:

$$\begin{aligned} \text{Arriba del N.F.} \quad \gamma_{moist} &= 16 + 0,1 * N_{60} \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ \text{Abajo del N.F.} \quad \gamma_{submerged} &= 8,8 + 0,01 * N_{60} \left(\frac{kN}{m^3} \right) \end{aligned}$$

Para suelos de cohesión alta:

$$\begin{aligned} \text{Arriba del N.F.} \\ 0 > N > 19 \quad \gamma_{moist} &= (80 + 2 * N) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ 20 > N > 40 \quad \gamma_{moist} &= (120) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ 41 > N > 51 \quad \gamma_{moist} &= (120 + 2 * N) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \\ N > 51 \quad \gamma_{moist} &= (140) * 0,1571 \left(\frac{kN}{m^3} \right) \end{aligned}$$

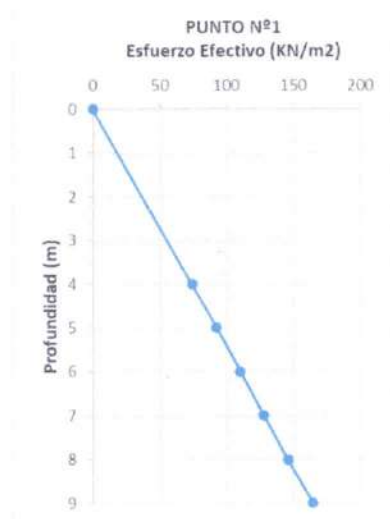
$$\text{Abajo del N.F.} \quad \gamma_{submerged} = (16,8 + 0,15 * N_{60}) - 9,806 \left(\frac{kN}{m^3} \right)$$

Tabla 5. Pesos Unitarios y esfuerzo efectivo vertical

Prof. (m)	USCS	N SPT (golpes)	N 60	P.U. Humedo (KN/m3)	P.U. Sumergido (KN/m3)	Esf. Efectivo Vertical (KN/m2)
4,00	CL	19	20,73	18,54	-	74,15
5,00	SM	18	19,64	17,96	-	92,69
6,00	SC	14	15,27	17,53	-	110,65
7,00	CL	17	20,73	17,91	-	128,18
8,00	CL	20	24,38	18,85	-	146,09



Figura 7. Variación de Esfuerzos Efectivos Verticales con respecto a la profundidad



4.3.3. Cálculo de $(N_1)_{60}$ en Arenas

El número N_{60} puede ser también corregido por efectos del esfuerzo efectivo en suelos arenosos calculando de factor de corrección por sobrecarga y reemplazo en la siguiente ecuación:

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60} \quad \text{donde } (N_1)_{60} = \text{valor } N \text{ para un valor estándar de presión atmosférica } p_a \text{ de 100 kPa}$$

$$C_N = \sqrt{\frac{98}{\sigma'_v}} \quad \text{Liao \& Whitman (1986)}$$

Tabla 6. Corrección por sobrecarga en Arenas

Prof. (m)	USCS	N ₆₀	Esf. Efectivo Vertical (KN/m²)	CN	$(N_1)_{60}$
4,00	CL	20,73	74,15	-	-
5,00	SM	19,64	92,69	1,03	20,19
6,00	SC	15,27	110,65	-	-
7,00	CL	20,73	128,18	-	-
8,00	CL	24,38	146,09	-	-

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Se observa con la ecuación que el factor de sobrecarga CN incrementa cuando los esfuerzos efectivos son menores a 100Kpa por lo tanto se adoptó un valor límite de CN=1,20 para la corrección por sobrecarga (F. Schnaid, 2012).

4.3.4. Corrección por Nivel Freático en arenas

Cuando los valores N_{spt} superan los 15 golpes en arena saturada, fina o limosa, densa o muy densa pueden ser anormalmente altos debido a la tendencia de dichos materiales a dilatarse durante el cizallamiento en condiciones sin drenaje.

La presión intersticial afecta la resistencia del suelo y por lo tanto el valor de N_{spt} . En esos casos, se recomienda la siguiente corrección (Terzaghi y Peck, 1948).

$$(N_1)_{60 (CORR)} = 15 + \frac{1}{2}[(N_1)_{60} - 15] \quad \text{Terzaghi and Peck (1948)}$$

LOS PUNTOS DE ANALISIS NO PRESENTA NIVEL FREATICO, POR LO TANTO, ESTA CORRECCION NO SE APLICA.

4.3.5. Angulo de fricción interna y cohesión no drenada

Se utilizaron las siguientes ecuaciones de correlación:

$$\varphi' = 27 + 0.3(N_1)_{60} \quad \text{Peck et al. (1974)}$$

Correlación previa entre S_u - N (SPT) Nassaji and Kalantari (2011).

Researchers	Explanation	S_u (kPa)
Sivrikaya & Toğrol (2002)	Highly plastic soil	$4.85N_{field}$
		$6.82N_{60}$
	Low plastic soil	$3.35N_{field}$
		$4.93N_{60}$
	Fine-grained soil	$4.32N_{field}$
		$6.18N_{60}$

Por lo tanto, la cohesión no drenada:

$$c_u(kPa) = \frac{q_u}{2} = 4,93 * N_{60} \quad \text{Suelos de baja plasticidad}$$

Tabla 7. Valores de Angulo de fricción interna y cohesión no drenada

Profundidad (m)	USCS	N_{60}	$(N_1)_{60}$	Angulo de fricción interna (°)	Cohesion no drenada C_u (Kpa)
4,00	CL	20,73	-	-	102,18
5,00	SM	19,64	20,19	32,94	-
6,00	SC	15,27	-	-	75,29
7,00	CL	20,73	-	-	102,18
8,00	CL	24,38	-	-	120,21

4.4. Cálculo de Capacidad de Carga Admisible

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno basados en teorías o fórmulas universalmente conocidas, **pero se deja a criterio del calculista si las considera** ya que existen distintas fórmulas para el cálculo de este valor.

4.4.1. Cálculo de N_{spt} de diseño.

Se calculó el número de golpes de diseño en función al bulbo de presiones generados por la estructura con los datos de numero de golpes corregidos, mediante la siguiente fórmula propuesta por Rahman (2017):

$$N_{Design} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{i^2}}$$

Donde:

- n = Número de capas en las que los valores N están disponibles desde la base de la zapata hasta 2B o a una profundidad en la cual los tipos de suelo son aproximadamente iguales.
- N = Numero de golpes corregido de cada capa desde la base de la zapata.

Tabla 8. Valores de N_{Design}

Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing	Peso Unitario Humedo (kN/m ³)	Cohesion no drenada Desing (kPa)	Angulo de friccion interna efectivo Desing (°)
	SUCS - ASTM D 2487					
4,00	CL	NO DRENADO	20,00	18,54	98,60	-
5,00	SM	DRENADO	19,00	17,96	-	32,99
6,00	SC	NO DRENADO	16,00	17,53	78,88	-
7,00	CL		21,00	17,91	103,53	-
8,00	CL		23,00	18,85	113,39	-



4.4.2. Terzaghi (1942)

Se ha determinado la capacidad de carga admisible en suelos de comportamiento No drenado, mediante la Teoría de capacidad portante de Terzaghi (1942):

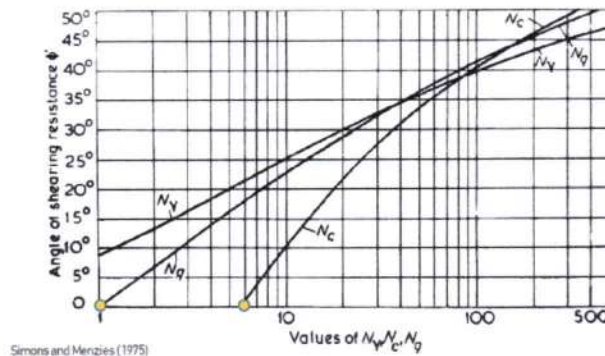
$$q_u = q_c + q_q + q_\gamma$$

$$q_u = 1,3 \times c \times N_c + q \times N_q + \frac{1}{2} \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad \text{zapatas cuadradas}$$

$$q_u = c \times N_c + q \times N_q + \frac{1}{2} \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad \text{zapatas continuas}$$

Donde:

- q_u = Capacidad de carga ultima
- C = Cohesión
- q = Sobrecarga
- N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga



En función a la estratigrafía se adoptó una condición no drenada en el punto de estudio, donde los factores de capacidad de carga son los siguientes:

N_c	N_q	N_γ
5,7	1	0

4.4.3. Budhu (2010)

Se ha determinado la capacidad de carga admisible, mediante la Teoría de capacidad portante de Budhu (2010) para suelos no cohesivos con comportamiento Drenado:

$$q_{ult} = 32 \times (N_1)_{60} \times B \text{ [kPa]} \quad \text{Presentada en Budhu (2010)}$$

- Introducir B en (m)
- $(N_1)_{60}$ es el promedio hasta una profundidad de $1.5B$

Se impone un factor de corrección adicional a los valores de $(N_1)_{60}$ Desing si el nivel del agua subterránea está dentro de una profundidad B debajo de la base de la zapata. El factor de corrección del agua subterránea es:

4.5.1. Bowles (1996)

$$K_s = \frac{F_s * q_a}{S}$$

Donde:

K_s = Módulo de balasto.

F_s = Factor de seguridad. (generalmente 2 - 3)

q_a = Capacidad de carga admisible.

S = Asentamiento esperado de la estructura.

Esta ecuación se basa en $q_a = q_{ult}/F_s$ en donde la presión última del suelo está en un asentamiento $\Delta H = 0.0254$ m o 1 pulgada (1/12 pies) y $k_s = q_{ult} / \Delta H$. Por $\Delta H = 6, 12, 20$ mm, etc., el factor 40 (o 12) se puede ajustar a 160 (o 48), 83 (o 24), 50 (o 16), etc.; 40 es razonablemente conservador, pero los desplazamientos asumidos más pequeños siempre pueden ser usados o modificados.

- Para un $S=2,54$ cm el módulo de Balasto será:

Tabla 11. Valores de K_s mediante Bowles (1996)

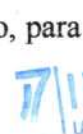
Profundidad de Fundacion D_f (m)	Q_{adm} (kgf/cm ²)	F_s	S (cm)	K_s (kgf/cm ³)	K_s Recomendada (kgf/cm ³)
4,00	1,80	3,00	2,54	2,13	2,00
5,00	1,80			2,13	2,00
6,00	1,55			1,83	1,70
7,00	2,00			2,36	2,20
8,00	2,30			2,72	2,60

***Nota:** No se recomienda adoptar este valor a partir de parámetros de resistencia al corte, mas bien se recomienda obtenerlo a partir de parámetros de deformación.

5. NIVEL FREÁTICO

No se evidencio la presencia del Nivel Freático en el punto del Estudio Geotécnico, para el estudio se considera como nivel 0,00m el nivel de terreno natural.

Se desconoce la variabilidad del Nivel Freático en el tiempo, sólo se informa el nivel detectado a la fecha de exploración, se desconocen su variación estacional, nuevamente se aclara que este tema escapa al alcance de este informe.


INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

6. CLASIFICACION DE SUELOS DE CIMENTACION SEGÚN LA GUÍA BOLIVIANA DE DISEÑO SISMICO

Se clasifico el suelo realizando un promedio del N_0 de golpes corregido y cohesión no drenada, luego entrando a la siguiente tabla presentada por la guía boliviana de diseño sísmico (Tabla 5-2, pág. 17).

Tabla 12. Parámetros del suelo

Tipo de suelo	V_{s30} (m/s)	N_{60} (golpes)	S_u (kPa)
S0	> 1500		
S1	760 a 1500		
S2	370 a 760	> 50	> 100
S3	180 a 370	15 a 50	50 a 100
S4	< 180	< 15	< 50
S5	Estudio geotécnico y de mecánica de suelos		

Los tipos de suelos se presentan en la tabla 5-1 de la guía boliviana de diseño sísmico (pág. 15).

Tabla 13. Tipos 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

El punto de análisis se clasifica de la siguiente manera:

Punto N°	N_{60} prom	Cohesion no drenada C_u (Kpa)	Tipo de suelo	Descripción
1	-	64,85	S3	Suelo Rígido

Según la tabla 12 del presente informe:

El punto de análisis presenta un Suelo Rígido (S3) con velocidades de propagación de onda entre 180 a 370m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} entre 15 a 50 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u entre 50 a 100kPa.

7. DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA

El punto N°1 está constituido por un terreno regular, desde la cota -0,40m hasta -2,70m presenta gravas arcillosas con bolones, de -2,70m hasta -4,90m arcillas magras de mediana plasticidad con arena, desde -4,90m hasta -5,80m arena limosa, desde -5,80m hasta -6,60m arena arcillosa, desde -6,60m hasta el final del estudio presentan arcilla magra de mediana plasticidad.

El estudio alcanzo una profundidad de -8,45m. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades.

En el **anexo A** (Registro de investigación del subsuelo) se determinan las características de los perfiles, conjuntamente con los parámetros geotécnicos.

En el **anexo B** (Trabajo de Laboratorio) presenta la granulometría, límites de Atterberg con su clasificación respectiva.

8. CONCLUSIONES

- Se logró obtener datos de campo y la extracción de muestras representativas a distintas profundidades en el punto, donde se realizó el ensayo SPT en las cotas -4,00m, -5,00m, -6,00m, -7,00m y -8,00m, se considera como cota 0,00m nivel de terreno natural, el estudio alcanzo una profundidad de -8,45m. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades.
- No se encontró presencia de Nivel Freático, se desconoce su variabilidad en el tiempo.
- Existe presencia de material rígido hasta el final del estudio los suelos presentan humedades altas, los suelos según sus valores de humedad y límites de consistencia se encuentran o están cerca de un estado plástico, ver Anexo A.
- Los suelos en general tendrán un comportamiento No Drenado, con asentamientos a largo plazo.

 **INGEOSUD**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

- El punto de análisis presenta un Suelo Rígido (S3) con velocidades de propagación de onda entre 180 a 370m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} entre 15 a 50 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u entre 50 a 100kPa. Los suelos tendrán un comportamiento drenado con asentamientos a largo plazo.
- Se debe considerar los riesgos asociados a la ubicación de la estructura en función debido a la cercanía de la falla geológica Tarija, para considerar fenómenos sísmicos tales como: licuefacción, densificación del suelo, amplificación por condiciones geológicas, topográficas y desplazamientos por fallas.
- Los valores de Q_{adm} y módulo de balasto descritos en el presente informe son valores referenciales, con condiciones de profundidad de fundación (D_f) y ancho de base (B) impuestas, el ingeniero estructural deberá calcular este valor con las condiciones adecuadas de D_f y B tomando como referencia la carga actuante de la estructura y la disipación de esfuerzos mediante el análisis del bulbo de presiones para un óptimo diseño de interacción suelo-estructura en su cimentación, también es libre de optar por cualquier otro método que no esté descrito en el informe para el cálculo de los parámetros obtenidos en el mismo u optar por otros ensayos mucho más precisos que se mencionan en la siguientes recomendaciones, esto para tener una idea más clara de los parámetros de resistencia y deformación a adoptar.

9. RECOMENDACIONES

En el área del proyecto presenta suelos de comportamiento no drenado, según los datos de caracterización del suelo (ver Anexo B), para el caso de suelos en condiciones no drenadas, cuando la carga es aplicada sufren una pequeña parte de su asentamiento y continúan consolidándose lentamente en forma decreciente por largos periodos de tiempo, a medida que expulsan lentamente el agua de sus poros.

Lo anterior implica que estos suelos son muy susceptibles a la humedad, y que sus características mecánicas y físicas son afectadas por estos cambios. Quiere decir que si se realizó un estudio de suelo en época seca y otro en tiempo de lluvia variarían en

resultado por más que se realizara en el mismo sitio, ya que su comportamiento es variable en relación a su contenido de agua, hace que físicamente en estado seco aparenta ser mayoritariamente de consistencia firme y cuando se humedece muestra plasticidad con evidente apariencia cohesiva presentando una consistencia blanda.

El ingeniero estructural deberá considerar el bulbo de presiones que actúa en el suelo y calcular o escoger la capacidad admisible en función a los parámetros físicos y mecánicos del suelo, ancho de base y carga que baja de la estructura, para la elección de una fundación adecuada.

Se recomienda realizar ensayos de deformación como el ensayo de consolidación unidimensional para tener una idea clara para el cálculo de asentamientos totales y diferenciales, también ensayos que midan la resistencia no drenada, como ensayos de compresión no confinada, triaxial CU (suelos cohesivos por encima del NF).

Se recomienda fundar en la cota -4,00m teniendo en cuenta que el edificio tendrá sub suelo, también se deberá tener en cuenta el cambio estacional antes de escoger una Qadm o módulo de balasto adecuados teniendo en cuenta que el estudio se realizó en época seca.

Solo en caso de ser necesario se deberá implementar vigas de arriostre, zapatas combinadas o losa radier, para tener una mayor rigidez y evitar asentamientos futuros.

En cualquier caso, se tendrá en cuenta que las conclusiones y consideraciones hechas únicamente serán válidas para materiales con características y propiedades similares a las descritas en el presente informe.

Si se encontrasen discordancias entre el terreno existente en algún punto y los resultados descritos en este informe, deberá estudiarse detalladamente el caso y completar las prospecciones si ello fuese necesario con un nuevo estudio geotécnico.

Tarija, 05 de junio de 2024.



Ing. José Alejandro Flores Iriarte
ENCARGADO DE LAB. DE MEC. SUELOS.
“INGEOSUD”

ANEXOS

 INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO A

REGISTRO DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

 **INGEOSUD**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

$$c_w = \frac{1}{2} + \frac{z}{2(D_f + B)}$$

Donde:

C_w = Factor de corrección del agua subterránea.

D_f = Profundidad de fundación.

Z = Profundidad del Nivel Freático.

B = Ancho de base de la fundación.

4.4.4. Capacidad portante ultima y admisible para cargas verticales

Tabla 9. Valores de Q_{ult} y Q_{adm} para zapatas cuadradas

Profundidad de Fundacion D _f (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing	Q _{ult} (kg/cm ²)	FS	Q _{adm} (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²) ASUMIR
	SUCS - ASTM D 2487						
4,00	CL	NO DRENADO	20,00	7,49	3,00	2,74	2,50
5,00	SM	DRENADO	19,00	7,31		2,63	2,50
6,00	SC	NO DRENADO	16,00	6,39		2,40	2,20
7,00	CL		21,00	8,39		3,10	2,80
8,00	CL		23,00	9,30		3,20	3,10

Tabla 10. Valores de Q_{ult} y Q_{adm} para zapatas continuas

Profundidad de Fundacion D _f (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing	Q _{ult} (kg/cm ²)	FS	Q _{adm} (kg/cm ²)	Q _{adm} (kg/cm ²) ASUMIR
	SUCS - ASTM D 2487						
4,00	CL	NO DRENADO	20,00	5,80	3,00	1,93	1,80
5,00	SM	DRENADO	19,00	5,70		1,90	1,80
6,00	SC	NO DRENADO	16,00	5,04		1,68	1,55
7,00	CL		21,00	6,62		2,21	2,00
8,00	CL		23,00	7,36		2,45	2,30

4.5. Cálculo de Modulo de Balasto

Se ha determinado el módulo de balasto del terreno basados en teorías o fórmulas universalmente conocidas, **pero se deja a criterio del calculista si las considera** ya que existen distintas fórmulas y ensayos más precisos para el cálculo de este valor.

[illegible]

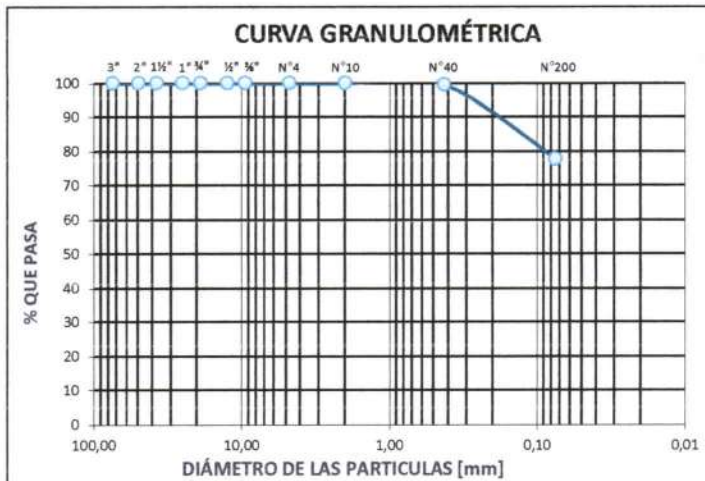
ANEXO B

TRABAJO DE LABORATORIO

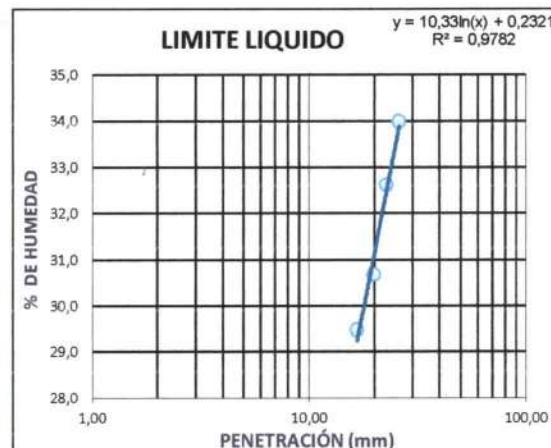
CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	CONDominio PALERMO	UBICACIÓN:	C/MARIO COSSIO CORTEZ, B° LUIS DE FUENTES, CIUDAD DE TARIJA
SOLICITANTE:	ING. CHRISTIAN ECHART	FECHA:	29/05/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. OLIVER MARTINEZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-01
		PROF. (m):	4,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS A.S.T.M. D 6913					
Peso Total Seco (gr.)				300	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret.Acum. (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
N°10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00
N°40	0,425	1,08	1,08	0,36	99,64
N°200	0,075	65,76	66,84	22,28	77,72
BASE		233,16			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula N°	1	2	3	4
Penetración (mm)	16,58	19,87	22,72	26,01
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	40,41	43,79	48,91	47,73
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	34,67	36,83	40,73	39,20
Peso del agua (gr)	5,74	6,96	8,18	8,53
Peso de la Cápsula (gr)	15,19	14,14	15,65	14,10
Peso de Suelo Seco (gr)	19,48	22,69	25,08	25,10
Porcentaje de Humedad (%)	29,47	30,67	32,62	33,98
Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	31,18 %
Peso de Sh + Cápsula	18,01	18,74	18,22	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	17,64	18,33	17,83	20,18 %
Peso de cápsula	15,82	16,30	15,88	Indice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,82	2,03	1,95	11,00 %
Peso del agua	0,37	0,41	0,39	Indice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	20,33	20,20	20,00	8



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula N°	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	1023,49
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	886,24
Peso de cápsula (gr)	79,14
Peso de suelo seco (gr)	807,10
Peso del agua (gr)	137,25
Contenido de humedad (%)	17,0

CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL AASHTO M-145: A-6 (8)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA CON ARENA
OBSERVACIONES	

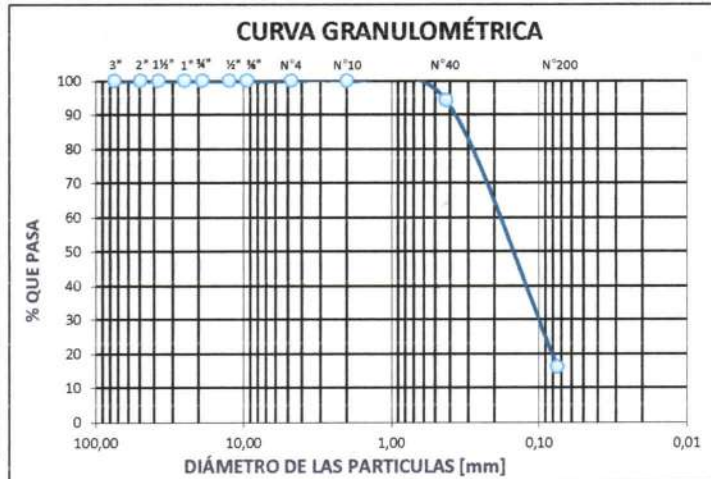
INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGENIERO CIVIL
 N.º 45.026

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	CONDominio PALERMO	UBICACIÓN:	C/MARIO COSSIO CORTEZ, B° LUIS DE FUENTES, CIUDAD DE TARIJA
SOLICITANTE:	ING. CHRISTIAN ECHART	FECHA:	29/05/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. OLIVER MARTINEZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-02
		PROF. (m):	5,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS A.S.T.M. D 6913					
Peso Total Seco (gr.)				300	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum. (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	17,13	17,13	5,71	94,29
Nº200	0,075	234,56	251,69	83,90	16,10
BASE		48,31			

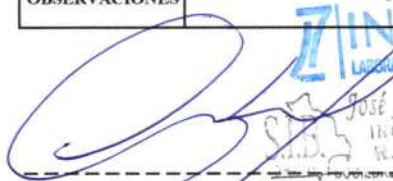


LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)				
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)				
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)				
Peso del agua (gr)				
Peso de la Cápsula (gr)				
Peso de Suelo Seco (gr)				
Porcentaje de Humedad (%)				
Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	0,00 %
Peso de Sh + Cápsula				Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula				0,00 %
Peso de cápsula				Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco				0,00 %
Peso del agua				Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad				0



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	769,39
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	710,29
Peso de cápsula (gr)	86,30
Peso de suelo seco (gr)	623,99
Peso del agua (gr)	59,10
Contenido de humedad (%)	9,5

CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: SM AASHTO M-145: A-2-4 (0)
DESCRIPCIÓN	ARENA LIMOSA
OBSERVACIONES	

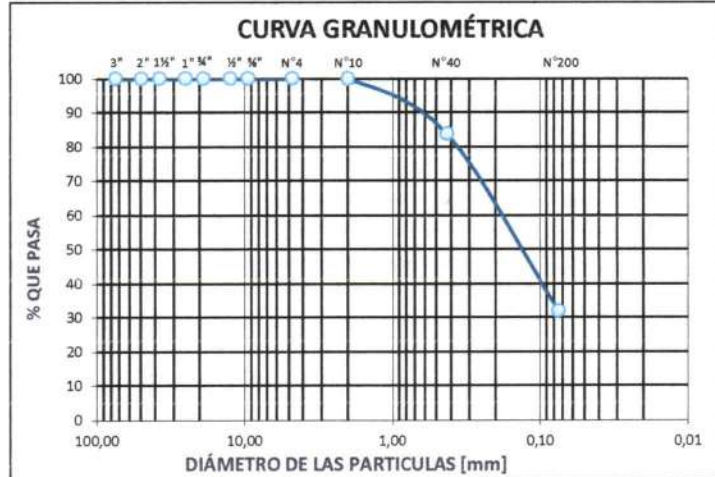

Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD


 José A. Flores Iriarte
 INGENIERO CIVIL
 N.º 1. 45.626
 INGENIEROS DE BOLIVIA

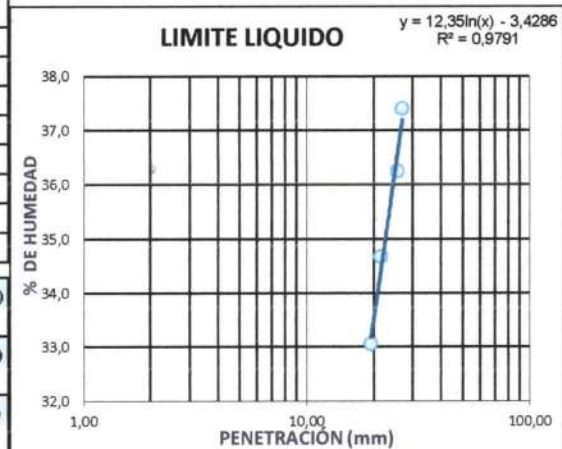
CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	CONDominio PALERMO	UBICACIÓN:	C/MARIO COSSIO CORTEZ, B° LUIS DE FUENTES, CIUDAD DE TARIJA
SOLICITANTE:	ING. CHRISTIAN ECHART	FECHA:	29/05/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. OLIVER MARTINEZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-03 PROF. (m): 6,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS A.S.T.M. D 6913					
Peso Total Seco (gr.)				300	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum. (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,36	0,36	0,12	99,88
Nº40	0,425	48,51	48,87	16,29	83,71
Nº200	0,075	155,33	204,20	68,07	31,93
BASE		95,80			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Capsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	19,38	21,43	25,51	26,84
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	40,84	46,91	43,33	41,27
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	34,85	39,13	36,11	34,25
Peso del agua (gr)	5,99	7,78	7,22	7,02
Peso de la Cápsula (gr)	16,73	16,69	16,19	15,48
Peso de Suelo Seco (gr)	18,12	22,44	19,92	18,77
Porcentaje de Humedad (%)	33,06	34,67	36,24	37,40
Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	33,57 %
Peso de Sh + Cápsula	18,34	18,30	17,50	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	17,99	17,98	17,19	20,42 %
Peso de cápsula	16,30	16,37	15,69	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,69	1,61	1,50	13,15 %
Peso del agua	0,35	0,32	0,31	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	20,71	19,88	20,67	1



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	1017,90
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	867,24
Peso de cápsula (gr)	82,33
Peso de suelo seco (gr)	784,91
Peso del agua (gr)	150,66
Contenido de humedad (%)	19,2

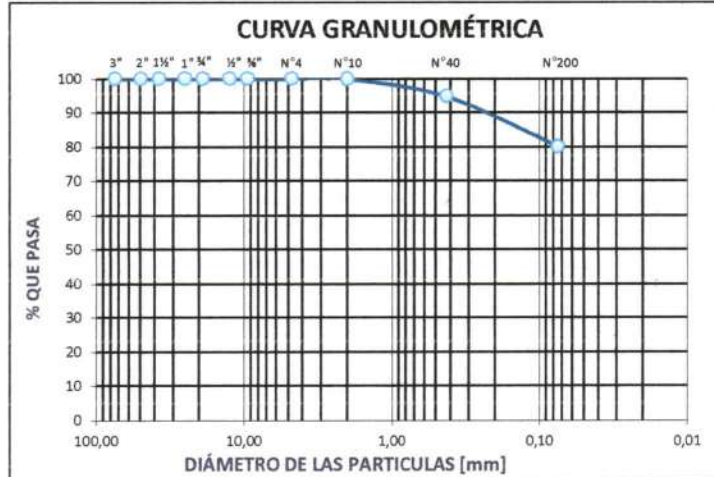
CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: SC AASHTO M-145: A-2-6 (1)
DESCRIPCIÓN	ARENA ARCILLOSA
OBSERVACIONES	


 Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD

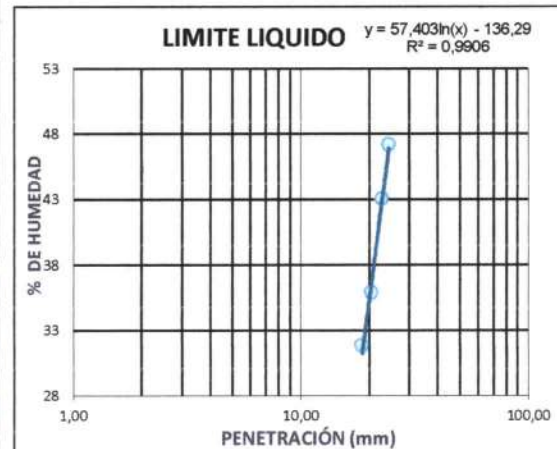
CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	CONDominio PALERMO	UBICACIÓN:	C/MARIO COSSIO CORTEZ, B° LUIS DE FUENTES, CIUDAD DE TARIJA
SOLICITANTE:	ING. CHRISTIAN ECHART	FECHA:	29/05/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. OLIVER MARTINEZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-04 PROF. (m): 7,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS A.S.T.M. D 6913					
Peso Total Seco (gr.)				300	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret.Acum (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,19	0,19	0,06	99,94
Nº40	0,425	15,36	15,55	5,18	94,82
Nº200	0,075	44,31	59,86	19,95	80,05
BASE		240,14			

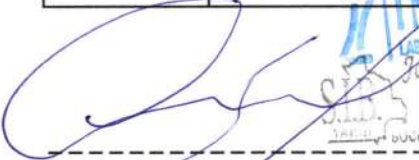


LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	18,51	20,42	22,71	24,32
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	44,37	48,39	46,86	44,55
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	37,41	39,43	37,55	35,48
Peso del agua (gr)	6,96	8,96	9,31	9,07
Peso de la Cápsula (gr)	15,54	14,48	15,92	16,26
Peso de Suelo Seco (gr)	21,87	24,95	21,63	19,22
Porcentaje de Humedad (%)	31,82	35,91	43,04	47,19
Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	35,67 %
Peso de Sh + Cápsula	17,87	18,44	17,98	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	17,48	18,12	17,64	23,54 %
Peso de cápsula	15,83	16,75	16,20	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,65	1,37	1,44	12,14 %
Peso del agua	0,39	0,32	0,34	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	23,64	23,36	23,61	9



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	840,76
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	691,01
Peso de cápsula (gr)	87,91
Peso de suelo seco (gr)	603,10
Peso del agua (gr)	149,75
Contenido de humedad (%)	24,8

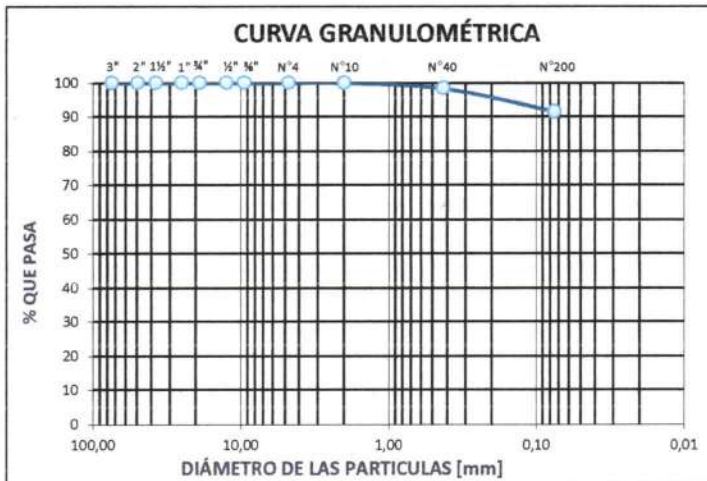
CLASIF.DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL AASHTO M-145: A-6 (9)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA CON ARENA
OBSERVACIONES	


 Ing. José Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	CONDominio PALERMO	UBICACIÓN:	C/MARIO COSSIO CORTEZ, B° LUIS DE FUENTES, CIUDAD DE TARIJA
SOLICITANTE:	ING. CHRISTIAN ECHART	FECHA:	29/05/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. OLIVER MARTINEZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-05
		PROF. (m):	8,00

GRANULOMETRÍA DE SUELOS A.S.T.M. D 6913					
Peso Total Seco (gr.)				300	
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret.Acum. (gr)	% Ret	% Que Pasa del Total
3"	75	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Nº40	0,425	4,88	4,88	1,63	98,37
Nº200	0,075	20,69	25,57	8,52	91,48
BASE		274,43			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	18,93	20,93	23,87	26,64
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	35,49	39,57	42,06	43,82
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	29,70	32,94	34,12	35,36
Peso del agua (gr)	5,79	6,63	7,94	8,46
Peso de la Cápsula (gr)	15,97	17,61	16,65	17,37
Peso de Suelo Seco (gr)	13,73	15,33	17,47	17,99
Porcentaje de Humedad (%)	42,17	43,25	45,45	47,03

Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	42,82 %
Peso de Sh + Cápsula	17,61	18,20	18,52	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	17,21	17,78	18,07	23,35 %
Peso de cápsula	15,46	15,90	16,26	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,75	1,88	1,81	19,47 %
Peso del agua	0,40	0,42	0,45	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	22,86	22,34	24,86	12



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	1007,25
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	824,73
Peso de cápsula (gr)	87,92
Peso de suelo seco (gr)	736,81
Peso del agua (gr)	182,52
Contenido de humedad (%)	24,8

CLASIF.DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487: CL AASHTO M-145: A-7-6 (12)
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA
OBSERVACIONES	

INGEOSUD
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
 RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
 INGEOSUD

ANEXO C

REPORTE FOTOGRÁFICO

 **INGEOSUD**
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TRABAJO DE CAMPO



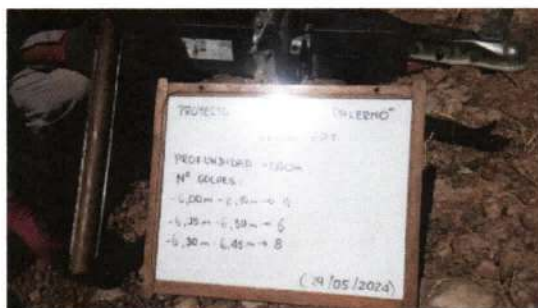
Ensayo S.P.T.



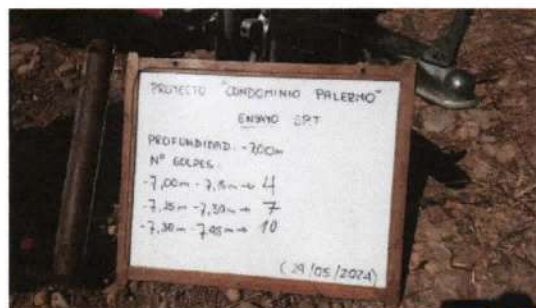
P1-01



P1-02



P1-03



P1-04



P1-05

TRABAJO DE LABORATORIO



Toma de datos para contenido de humedad, posterior secado de muestras en horno a temperatura $110 \pm 5^\circ\text{C}$



INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Pesaje de muestra para granulometría en balanza de precisión 0,01 gr.



Lavado de muestras por tamiz N°200, posterior secado de muestras en horno a temperatura 110 ± 5 °C.



Granulometría por tamizado y pesaje de suelo retenido en balanza de precisión 0,01 gr.



Suelo sin plasticidad



Preparación de muestras para determinación de Límites Atterberg



Determinación de Límites Atterberg

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

A.2. Especificaciones técnicas para la construcción

ITEM: REPLANTEO Y TRAZADO

Unidad: m²

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende todas las labores topográficas necesarias para ubicar con precisión en el terreno los elementos que componen la obra, de acuerdo a los planos arquitectónicos y estructurales aprobados, así como a las instrucciones del Supervisor de Obra. Incluye el trazado de ejes, niveles, puntos de referencia, perímetros de excavación, elementos estructurales y cualquier otro componente necesario para el inicio correcto de las actividades constructivas.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

El Contratista proveerá todos los materiales, herramientas y equipos requeridos para ejecutar el replanteo con exactitud, incluyendo entre otros: estacas, hilos, pintura en spray, clavos, piolas, cinta métrica, plomadas, nivel óptico, teodolito, estación total, GPS diferencial (si se requiere) y cualquier otro equipo topográfico necesario.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se verificará la referencia geodésica, puntos fijos y cotas de nivel establecidos en el terreno.
- Se realizará el trazado en base a los planos aprobados, garantizando precisión en el posicionamiento de estructuras.
- El replanteo incluirá el estacado y colocación de testigos a una distancia segura de los bordes de excavación.
- Se marcarán los ejes principales de cimentación, columnas, muros y otros elementos estructurales.
- Antes del inicio de excavaciones o vaciados, el Supervisor de Obra deberá aprobar por escrito el replanteo efectuado.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se realizará en metros cuadrados (m²), considerando el área total replanteada en el proyecto, de acuerdo a los planos y verificación del Supervisor.

El pago de este ítem será efectuado al precio unitario pactado en el contrato, e incluirá todos los costos por mano de obra calificada, materiales, herramientas y equipos requeridos para completar la actividad conforme a especificaciones.

ITEM: HORMIGÓN POBRE DE LIMPIEZA

Unidad: m³

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende el suministro, preparación y vaciado de una capa de hormigón simple de baja resistencia (aproximadamente 70–100 kg/cm²), con espesor variable entre 5 y 10 cm, colocada en el fondo de las excavaciones como base de limpieza o regularización antes del vaciado de cimentaciones u otros elementos estructurales.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

El Contratista deberá contar con todos los insumos, herramientas y equipos para la correcta ejecución de este trabajo, incluyendo: cemento tipo IP, arena y grava limpia, agua potable, carretillas, palas, reglas metálicas, mezcladora, vibrador (si se requiere) y elementos de protección personal.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se procederá a limpiar y nivelar el fondo de la excavación.
- Se preparará la mezcla de hormigón pobre de acuerdo a la dosificación establecida.
- Se vaciará la mezcla sobre la superficie del terreno natural o fondo regularizado.
- Se esparcirá y nivelará la mezcla con ayuda de reglas metálicas, sin necesidad de vibrado profundo.
- Se realizará un curado inicial para evitar la desecación prematura del hormigón.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se efectuará en metros cúbicos (m³), considerando el volumen total vaciado conforme a los planos y la verificación del Supervisor.

El pago incluirá el suministro de materiales, transporte, colocación, herramientas y mano de obra necesarios para la ejecución del ítem según las condiciones contractuales.

ITEM: REVOQUE INTERIOR CON MORTERO 1:5

Unidad: m²

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende la aplicación de revoque grueso y fino en superficies interiores de muros, utilizando mortero cemento-arena en proporción 1:5, dejando la superficie lista para recibir acabado final.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Cemento Portland tipo IP, arena cernida, agua limpia. Herramientas: paleta, fratacho, regla metálica, hilo, plomada, esponja, nivel, carretilla, mezcladora y EPP.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se humedecerá la superficie base antes de aplicar el revoque.
- Se colocará una capa de revoque grueso para regularizar la superficie.
- Una vez fraguado el grueso, se aplicará la capa fina para dejar la superficie uniforme.
- Se verificará la verticalidad y nivel de la superficie durante la ejecución.
- Se curará adecuadamente para evitar fisuras.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se efectuará en metros cuadrados (m²), considerando la superficie efectivamente revocada.

El pago incluirá todos los materiales, mezcla, transporte, herramientas y mano de obra.

ITEM: ZÓCALO INTERIOR DE CERÁMICA

Unidad: m

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende el suministro y colocación de zócalos de cerámica en el encuentro entre el muro y el piso, para proteger las paredes interiores, conforme al tipo de piso instalado.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Cerámica cortada o moldurada del mismo tipo del piso, adhesivo AC, fragua cementicia. Herramientas: cortadora, llana, martillo de goma, esponja, nivel, cinta métrica y EPP.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se cortarán las piezas cerámicas según la altura del zócalo (usualmente 7–10 cm).
- Se aplicará adhesivo en la parte posterior y se presionará contra el muro.
- Se alinearán cuidadosamente y se dejarán juntas para fragua.

- Se limpiarán las uniones y se corregirán imperfecciones.
- Se coordinará su instalación con el revestimiento del piso.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se efectuará en metros lineales (m), considerando el perímetro cubierto.

El pago incluye todos los materiales, cortes, adhesivo, fragua, colocación y limpieza final.

ITEM: COLUMNA DE HORMIGÓN ARMADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Unidad: m^3

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende la ejecución de columnas estructurales de hormigón armado con resistencia característica de 210 kg/cm^2 , incluyendo suministro de encofrado, acero corrugado y vaciado del hormigón.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Hormigón estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, acero corrugado, alambre de amarre, desencofrante, moldajes metálicos o fenólicos. Herramientas: mezcladora (si es hormigón en obra), vibrador, nivel, plomada, cinta, cortadora de fierro, dobladora y EPP.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se instalará el acero de refuerzo conforme a planos estructurales.
- Se encofrará y se verificará la verticalidad y dimensiones.
- Se vaciará el hormigón y se vibrará para garantizar su compactación.
- Se retirará el encofrado después del tiempo mínimo especificado.
- Se curará el elemento para garantizar resistencia y durabilidad.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se efectuará en metros cúbicos (m^3), según volumen efectivamente ejecutado y verificado.

El pago incluye el suministro, armado, encofrado, vaciado, vibrado, desencofrado y curado del elemento.

ITEM: CUBIERTA METÁLICA TIPO CALAMINA GALVANIZADA

Unidad: m^2

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende el suministro y la instalación de cubierta metálica tipo calamina galvanizada acanalada, incluyendo la estructura de soporte, anclajes, tornillería y accesorios, conforme a planos de arquitectura y detalles constructivos.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Calamina galvanizada acanalada de espesor no menor a 0.40 mm, perfiles metálicos estructurales para soporte, tornillos autoperforantes con golilla, sellador de silicona. Herramientas: taladro, esmeril, cortadora de calamina, cinta métrica, nivel, andamios y equipo de seguridad en altura.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se verificará la nivelación y alineación de la estructura de soporte.
- Se colocarán las láminas metálicas desde el punto más bajo, con traslape longitudinal y transversal.
- Se fijarán las láminas con tornillos autoperforantes en las crestas de onda.
- Se instalarán cumbreras, canaletas y remates laterales.
- Se sellarán los traslapes si es requerido por el diseño.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se efectuará en metros cuadrados (m^2), considerando la superficie efectiva cubierta.

El pago incluye suministro de calamina, perfiles, fijaciones, instalación completa y seguridad del trabajo.

ITEM: LOSA RETICULAR DE HORMIGÓN ARMADO $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Unidad: m^2

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende la ejecución de losas reticulares de hormigón armado con casetones recuperables o perdidos, acero de refuerzo, encofrado, vaciado y curado, conforme a planos estructurales y especificaciones del proyecto.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Hormigón premezclado o preparado en obra con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, acero corrugado, casetones de plástico o poliestireno, moldajes, desencofrante. Herramientas: mezcladora (si aplica), vibrador, cortadora de acero, dobladora, regla metálica, cinta, EPP.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se colocará el encofrado inferior y se instalarán los casetones en el reticulado.
- Se colocará la armadura inferior y superior según diseño.
- Se vaciará el hormigón con vibrado controlado para evitar desplazamiento de casetones.
- Se realizará el curado del hormigón.
- Se retirarán casetones recuperables y encofrado tras el fraguado.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se efectuará en metros cuadrados (m^2), según superficie ejecutada.

El pago incluye casetones, acero, encofrado, hormigonado, vibrado, desencofrado y curado.

ITEM: PISO DE CEMENTO PORCELANATO

Unidad: m^2

DEFINICIÓN.

Este ítem comprende el suministro y colocación de porcelanato para pisos interiores o exteriores, de alto tránsito y resistencia, con adhesivo especializado y fragua, siguiendo los planos arquitectónicos.

MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Porcelanato de calidad comercial, pegamento tipo AC, fragua cementicia, crucetas plásticas. Herramientas: cortadora de cerámica, llana, martillo de goma, nivel, cinta métrica, esponja, balde y EPP.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.

- Se verificará que la superficie esté nivelada, limpia y seca.
- Se colocará el adhesivo y las piezas, respetando el diseño de juntas.
- Se rellenarán las juntas con fragua.
- Se limpiará la superficie una vez seca la fragua.
- Se realizarán cortes especiales en perímetros y encuentros.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.

La medición se realizará en metros cuadrados (m^2), de superficie efectivamente instalada.

El pago incluye todos los materiales, cortes, nivelación, pegado, fragua y limpieza.

A.3. Precios unitarios

Descripción	Und.	Unitario	Parcial (Bs)
Limpieza y Desbroce	glb	1,500.00	1,500.00
Replanteo y trazado	m ²	6.74	24,264.00
Cimiento de hormigón ciclópeo	m ³	419.88	4,408.74
Hormigón pobre limpieza e=5-10cm	m ³	371.38	7,999.53
Muro de ladrillo 6 h. e=18 cm (24*18*12)	m ²	123.00	455,477.61
Zapatas de h° a° Fc=210 kg/cm2	m ³	2,135.83	512,022.53
Revestimiento cerámica en gradas	m ²	163.70	15,508.94
Escalera de h°a° Fc= 210kg/cm2	m ³	2,982.10	64,860.68
Parapeto	m ²	101.00	15,925.68
Losas reticular H. A.	m ²	588.59	2,165,934.68
Columnas de h° a° Fc= 210kg/cm2	m ³	3,528.43	541,225.88
Zócalo interior h=10cm	m	41.85	119,957.58
Zócalo de cerámica H=10cm	m	37.72	24,924.24
Zapatas corrida de h° a° Fc= 210kg/cm2	m ³	2,135.83	53,972.42
Ventanas	m ²	660.00	219,753.60
Revoque interior de yeso	m ²	60.39	536,254.14
Revoque exterior (cal-cemento)	m ²	111.94	146,016.77
Mueble mesón de cocina	m	960.00	154,406.40
Piso de cemento porcelanato	m ²	269.60	927,426.70
Cielo Falso Drywall	m ²	98.75	307,716.85
Puertas de vidrio	m ²	560.00	79,184.00
Vidrio boxes de baño	m ²	560.00	104,384.00
Muro bloque de h°a° fc= 210kg/cm2	m ³	2,908.43	293,547.84
Cubierta metálica calamina	m ²	214.85	60,372.85
Contrapiso subsuelo	m ²	101.90	100,881.00
Limpieza general	glb	2,000.00	2,000.00
Viga de h°a°	m ³	3,327.43	1,208,755.50

A.4. Cálculos métricos

COMPUTOS MÉTRICOS CONDOMINIO

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	Área (m2)		
1	Limpieza y desbroce	glb					
					1	1	1
						total	1

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
2	Trazado y Replanteo	m2					
				3600		1	3600.00
						TOTAL	3600.00

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones				Total
			Volumen				
3	Cimientos de Hª Cª 50% P.D. (1:2:4)	m3					
			10.5				10.5
			TOTAL				10.50

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
4	Hormigon pobre limpieza e=5-10cm	m3					
				21.54		1	21.54
						TOTAL	21.54

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
5	Muro de ladrillo de 6H	m2					
	PB						
			175.47		2.75	1	482.54
	P1-P6						
			158.76		2.75	6	2619.54
	P7						
			177.2		2.75	1	487.30
	TERRAZA						
			148.88		3.00	1	446.64
	VENTANAS						
	Ventanas						-332.96
						TOTAL	3703.07

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
6	Zapatas de Hª Aª Fc = 210 Kg/cm2 1:2:3 Kg/m3	m3					
				239.73		1	239.73
						TOTAL	239.73

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			Area huella	Area contrahuella	alto		
7	Revestimiento de escalera (Mosaicos)	m2					
	Escalera Piscina		2.73	1.82		1	4.55
	PB-P1		7.371	4.5591		1	11.93

	P1-P7		49.14	29.12		1	78.26
						TOTAL	94.74

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones (m)			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
8	Escalera de Hormigón armado Fc = 250 kg/cm2	m3					
			21.75			1	21.750
						TOTAL	21.75

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones (m)			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
9	Parapeto	m2					
	Azotea						
			98.55		1.60	1	157.68
						TOTAL	157.68

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	Area		
10	Losa reticular H A e= 20-25-30-35 cm. (1:2:3) 210kg/cm2	m2					
			3679.87			1	3679.87
						TOTAL	3679.87

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
11	Columnas de Hª Aª Fc= 210 kg/cm2	m3					
			153.39			1	153.39
						TOTAL	153.39

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones		N° veces	Total
			largo	alto		
12	Zocalo de madera Interior h:10 cm	ml				
	P1-P6					
			388.6		6	2331.6
	P7					
			364.18		1	364.18
	TERRAZA					
			170.59		1	170.59
					TOTAL	2866.37

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones		N° veces	Total
			largo	alto		
13	Zocalo Interior Porcelanato h:10 cm	ml				
	PLANTA BAJA					
			334.28		1	334.28
	P1-P6					
			18.45		6	110.7
	P7					
			18.45		1	18.45
	TERRAZA					
			127.97		1	127.97
	ESCALERAS					
			69.37		1	69.37
					TOTAL	660.77

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones	N° veces	Total
----	-------------	--------	-------------	----------	-------

			largo	ancho	alto		
14	Zapatillas corridas HA fck= 210kg/cm2	m3					
			25.27			1	25.27
						TOTAL	25.27

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
15	Ventanas	m2					
	PB						
	Quincho		1.91		1.4	2	5.35
	Jardin		1.91		1.4	1	2.67
	Oficina 2		2.60		1.4	1	3.64
	Oficina 2		1.91		1.4	1	2.67
	Ventana baño L= 0,6		0.60		0.7	8	3.36
	P2-P6						
	Escaleras		1.50		1.4	6	12.60
	Depto A		2.00		1.4	18	50.40
	Baños depto A		0.60		0.7	12	5.04
	Depto B		2.00		1.4	12	33.60
	Baños depto B		0.60		0.7	12	5.04
	Cocina depto B		1.00		1	6	6.00
	Depto C		2.00		1.4	6	16.80
	Cocina depto C		1.00		1	6	6.00
	Depto D suite		1.75		1.4	6	14.70
	Depto D		2.00		1.4	6	16.80
	Baños depto D		0.60		0.7	12	5.04
	Depto E		2.00		1.4	12	33.60
	Baños depto E		0.60		0.7	12	5.04
	Depto F		1.50		1.4	6	12.60
	Depto F		1.7		1.4	6	14.28
	Depto F		2		1.4	6	16.80
	Baño depto F		0.6		0.7	6	2.52
	Cocina depto F		1		1	6	6.00
	P7						
	Escaleras		1.50		1.4	1	2.10
	Depto A		2.00		1.4	3	8.40
	Baños depto A		0.60		0.7	2	0.84
	Depto B		2.00		1.4	2	5.60
	Baños depto B		0.60		0.7	2	0.84
	Cocina depto B		1.00		1	1	1.00
	Depto C		2.00		1.4	1	2.80
	Baño depto C		0.60		0.7	2	0.84
	Cocina depto C		1.00		1	1	1.00
	Depto D		1.50		1.4	1	2.10
	Depto D		1.70		1.4	1	2.38
	Baños depto D		0.60		0.7	2	0.84
	Terraza						
	Escaleras		1.50		1.4	1	2.10
	Depto A		2.00		1.4	3	8.40
	Baños depto A		0.60		0.7	2	0.84
	Depto B		2.00		1.4	1	2.80
	Baños depto B		0.60		0.7	2	0.84
	Depto B		1.50		1.4	1	2.10
	Depto B		1.70		1.4	1	2.38
	Baños area social		1.00		0.7	2	1.40
	Gym		2.00		1.4	1	2.80
						TOTAL	332.96

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
----	-------------	--------	-------------	--	--	----------	-------

			largo	ancho	alto		
16	Revoque interior con Yeso (e=1.5cm)	m2					
	PLANTA BAJA						
	Baños patio		23.70		2.75	1	65.18
	Salon de maquinas		7.86		2.75	1	21.62
	Salon para niños		30.00		2.75	1	82.50
	Recepcion-Oficinas		109.27		2.75	1	300.49
	Quincho		41.56		2.75	1	114.29
	Porteria-Oficina Adm		67.89		2.75	1	186.70
	Supermercado		54.00		2.75	1	148.50
	Ventanas		8.65		-1.4	1	-12.11
	Puerta de vidrio				-2	1	-41.00
	P1-P6						
	Depto A		49.00		2.75	6	808.50
	Depto B		87.18		2.75	6	1438.47
	Depto C		41.51		2.75	6	684.92
	Depto D		81.57		2.75	6	1345.91
	Depto E		80.42		2.75	6	1326.93
	Depto F		34.92		2.75	6	576.18
	Pasillo		14		2.75	6	231.00
	Ventanas		19.69		-1.4	6	-165.40
	Puerta de vidrio		7.58		-2	6	-90.96
	P7						
	Depto A		49.00		2.75	1	134.75
	Depto B		87.18		2.75	1	239.75
	Depto C		114		2.75	1	313.50
	Depto D		114		2.75	1	313.50
	Ventanas		10.67		-1.4	1	-14.94
	Puerta de vidrio		4.02		-2	1	-8.04
	Terraza						
	Depto A		49.00		3	1	147.00
	Gimnasio		24		3	1	72.00
	Quincho		31.02		3	1	93.06
	Baño y deposito		26.57		3	1	79.71
	Lavanderia - Jaulas		56.27		3	1	168.81
	Depto B		114		3	1	342.00
	Ventanas		10.65		-1.4	1	-14.91
	Puerta de vidrio		4.02		-2	1	-8.04
						TOTAL	8879.85

N°	Actividades	Unidad	Area	N° veces	Total
17	Revoque exterior Cal + Cemento + Piruleado (e= 1.5cm)	m2			
	PB				
			270	1	270.00
	P1-P6				
			105.02	6	630.12
	P7				
			104.3	1	104.30
	Terraza				
			300	1	300.00
TOTAL					#####

N°	Actividades	Unidad	Longitud	N° veces	Total
18	Meson De cocina b=0.65m	m			
	PB				
	Quincho		2.75	1	2.75

	Depto	1.8	1	1.8
	P1-P6			0
	Depto A	3	6	18
	Depto B	5.07	6	30.42
	Depto C	2.48	6	14.88
	Depto D	4.25	6	25.5
	Depto E	4.81	6	28.86
	Depto F	2.65	6	15.9
	P7			0
	Depto A	2.78	1	2.78
	Depto B	5.3	1	5.3
	Depto C	4.14	1	4.14
	Depto D	5.14	1	5.14
	Terraza			0
	Depto A	2.78	1	2.78
	Quincho	1.89	1	1.89
	Depto B	5.25	1	5.25
	TOTAL			160.84

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	Area		
19	Piso de Cerámico c/pegamento sobre losa	m2					
	PLANTA BAJA						
	Oficina 2				30.54	1	30.54
	Baño oficina 2				2.65	1	2.65
	Sala de maquinas				3.67	1	3.67
	Baños sala comun				9.89	1	9.89
	Super mercado				60.00	1	60.00
	Oficina super mercado				10.68	1	10.68
	Deposito supermercado				2.69	1	2.69
	Baño supermercado				2.18	1	2.18
	Oficina administracion				9.75	1	9.75
	Porteria				9.92	1	9.92
	Baño porteria				2.65	1	2.65
	Deposito				2.18	1	2.18
	Quincho				54.86	1	54.86
	Recepcion				77.21	1	77.21
	Recepcion				38.49	1	38.49
	Ingreso edificio				7.78	1	7.78
	Patio quincho				80.25	1	80.25
	Oficina				67.67	1	67.67
	Baño oficina				2.65	1	2.65
	Salon para niños				41.93	1	41.93
	P1-P6						
	Depto A				42.37	6	254.22
	Baño depto A				4.11	6	24.66
	Depto B				74.06	6	444.36
	Baños depto B				11.60	6	69.60
	Depto C				26.47	6	158.82
	Baño depto C				7.01	6	42.06
	Depto D				63.34	6	380.04
	Baños depto D				10.45	6	62.70
	Depto E				64.01	6	384.06
	Baños Depto E				9.08	6	54.48
	Depto F				28.06	6	168.36
	Baño depto F				6.01	6	36.06
	Pasillo				23.28	6	139.68
	P7						
	Depto A				46.29	1	46.29

	Baño depto A				5.59	1	5.59
	Depto B				77.30	1	77.30
	Baños depto B				9.57	1	9.57
	Depto C				100.01	1	100.01
	Baños depto C				8.62	1	8.62
	Depto D				100.86	1	100.86
	Baños depto D				8.62	1	8.62
	Pasillo				23.12	1	23.12
	P8 Terraza						
	Depto A				45.93	1	45.93
	Baño depto A				3.98	1	3.98
	Gimnasio				33.43	1	33.43
	Quincho				50.00	1	50.00
	Baños quincho				5.08	1	5.08
	Lavanderia-Jaulas-Deposito				81.34	1	81.34
	Depto B				71.68	1	71.68
	Baños depto B				9.03	1	9.03
	Pasillo				22.82	1	22.82
TOTAL							3440.01

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	Area		
20	Cielo falso Drywall	m2					
	PLANTA BAJA						
	Oficina 2				30.54	1	30.54
	Baño oficina 2				2.65	1	2.65
	Sala de maquinas				3.67	1	3.67
	Baños sala comun				9.89	1	9.89
	Super mercado				60.00	1	60.00
	Oficina super mercado				10.68	1	10.68
	Deposito supermercado				2.69	1	2.69
	Baño supermercado				2.18	1	2.18
	Oficina administracion				9.75	1	9.75
	Porteria				9.92	1	9.92
	Baño porteria				2.65	1	2.65
	Deposito				2.18	1	2.18
	Quincho				54.86	1	54.86
	Recepcion				77.21	1	77.21
	Recepcion				38.49	1	38.49
	Ingreso edificio				7.78	1	7.78
	Patio quincho				80.25	1	80.25
	Oficina				67.67	1	67.67
	Baño oficina				2.65	1	2.65
	Salon para niños				41.93	1	41.93
	P1-P6						
	Depto A				42.37	6	254.22
	Baño depto A				4.11	6	24.66
	Depto B				74.06	6	444.36
	Baños depto B				11.60	6	69.60
	Depto C				26.47	6	158.82
	Baño depto C				7.01	6	42.06
	Depto D				63.34	6	380.04
	Baños depto D				10.45	6	62.70
	Depto E				64.01	6	384.06
	Baños Depto E				9.08	6	54.48
	Depto F				28.06	6	168.36
	Baño depto F				6.01	6	36.06
	Pasillo				23.28	6	139.68
	P7						

	Depto A				46.29	1	46.29
	Baño depto A				5.59	1	5.59
	Depto B				77.30	1	77.30
	Baños depto B				9.57	1	9.57
	Depto C				100.01	1	100.01
	Baños depto C				8.62	1	8.62
	Depto D				100.86	1	100.86
	Baños depto D				8.62	1	8.62
	Pasillo				23.12	1	23.12
TOTAL							3116.72

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
21	Puertas de vidrio	m2					
	PB						
			20.72		2.00	1	41.44
TOTAL							41.44

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
22	Vidrio Boxes	m2					
	P1-P6						
			13.4		2.00	6	160.8
	P7						
			10.2		2.00	1	20.4
	TERRAZA						
			2.6		2.00	1	5.2
TOTAL							186.40

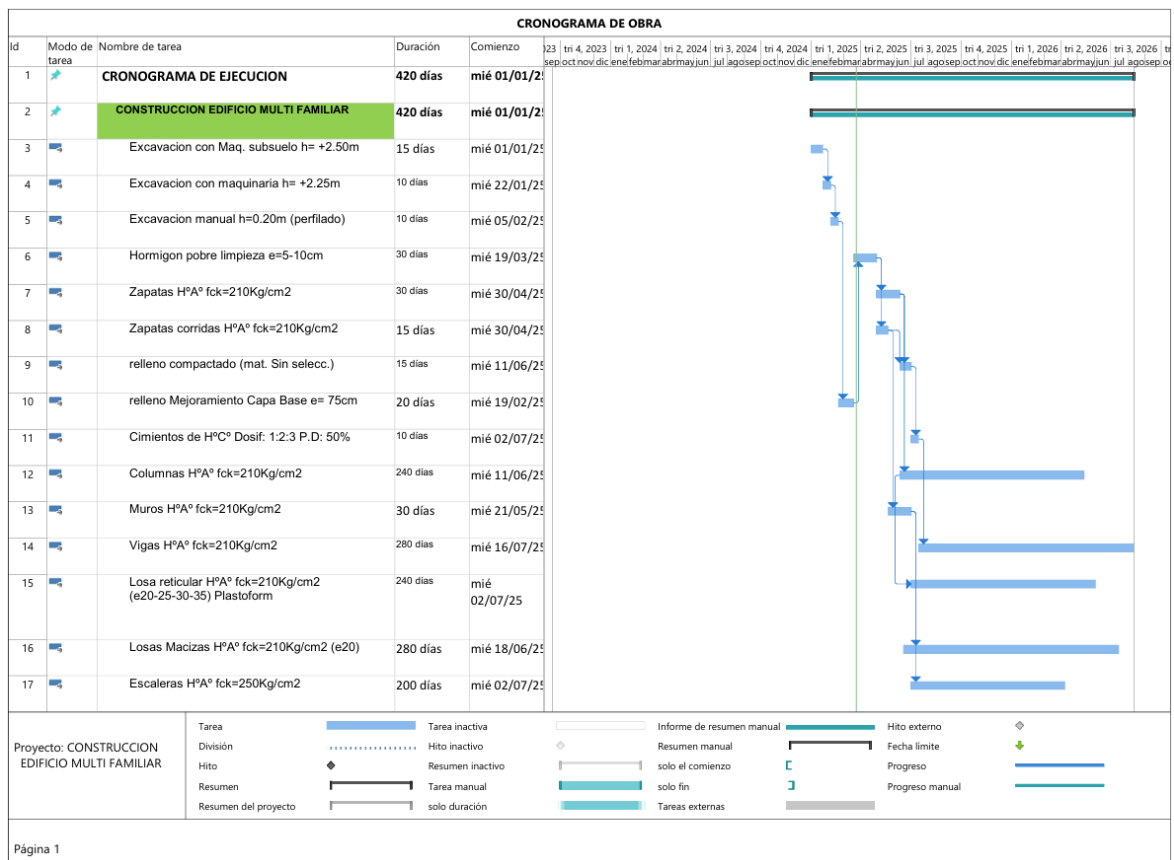
N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
			largo	ancho	alto		
23	Muro de HA	m3	130	0.2	3.85	1	100.1
TOTAL							100.10

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
24	Cubierta metalica	m2		281		1	281
TOTAL							281.00

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
25	Contra piso subsuelo	m2		990		1	990
TOTAL							990.00

N°	Actividades	Unidad	Dimensiones			N° veces	Total
26	Limpieza general	glb		1		1	1
TOTAL							1.00

A.5. Planteamiento y cronograma



A.6. Esquemas de armado

Armado de losa reticular:

Tabla 3. Resumen de comparación de armadura longitudinal inferior en la losa

Momentos	As cal cm ²	As mín cm ²	As adop cm ²	Cumplimiento
M _x (+)	1,003	1,26	1,57	Cumple
M _y (+)	1,85	1,26	2,26	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resumen de comparación de la armadura longitudinal superior de la losa

Momentos	As nec cm ²	As mín cm ²	As adop cm ²	Cumplimiento
M _x (-)	1,32	1,26	1,57	Cumple
M _y (-)	2,15	1,26	2,70	Cumple

Fuente: Elaboración propia

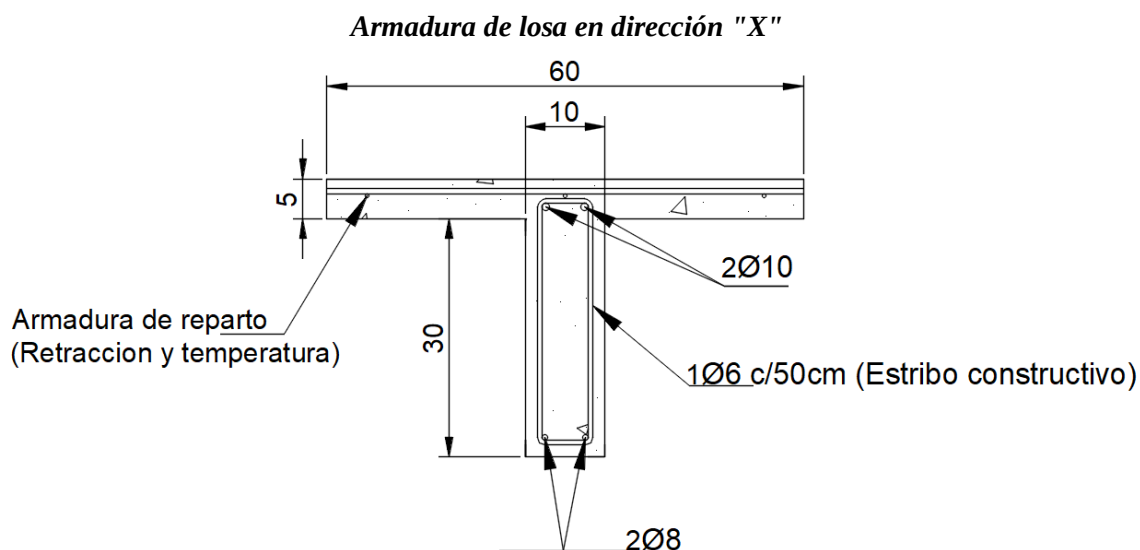


Figura 1

Fuente: Elaboración propia

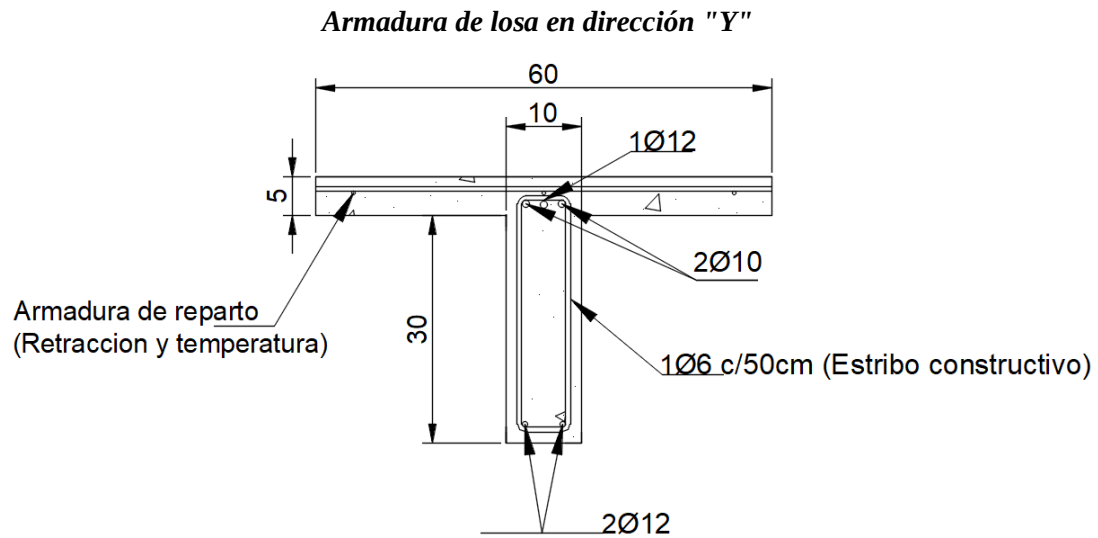


Figura 2

Fuente: Elaboración propia

Armado de ábaco:

Tabla 5. Resumen de la cuantía longitudinal inferior para el ábaco

Momentos	As nec cm ²	As adop cm ²	Cumplimiento
Mx (+)	1,38	1,57	Cumple
My (+)	1,97	2,66	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Resumen de cuantía longitudinal superior para ábaco

Momentos	As nec cm ²	As adop cm ²	Cumplimiento
Mx (-)	3,32	5,15	Cumple
My (-)	3,22	5,15	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Armadura de refuerzo en ábaco

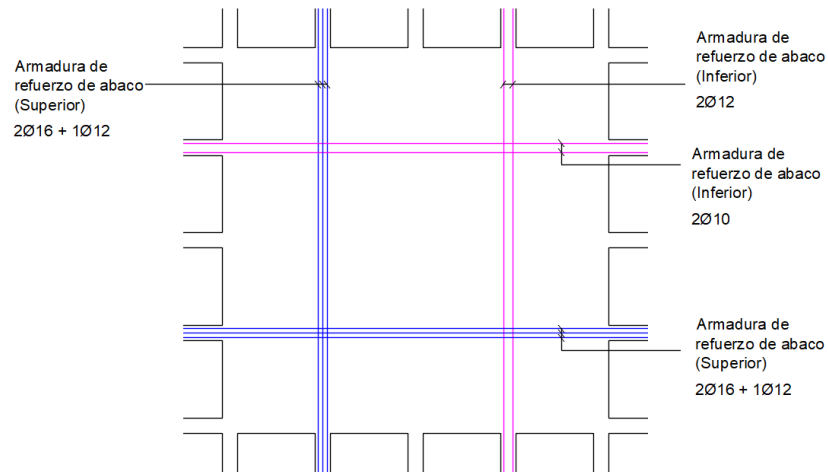


Figura 3

Fuente: Elaboración propia

Armadura de montaje en ábaco

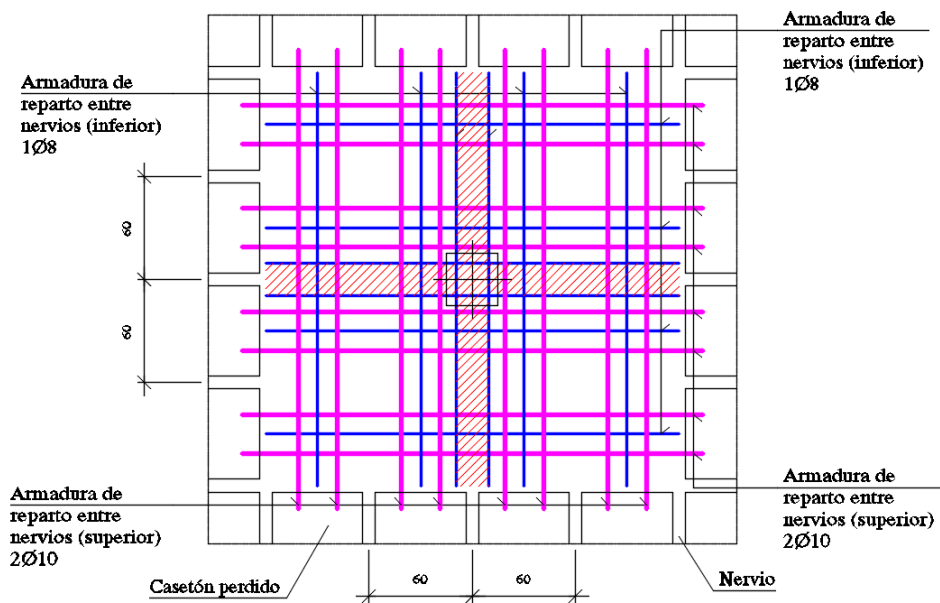
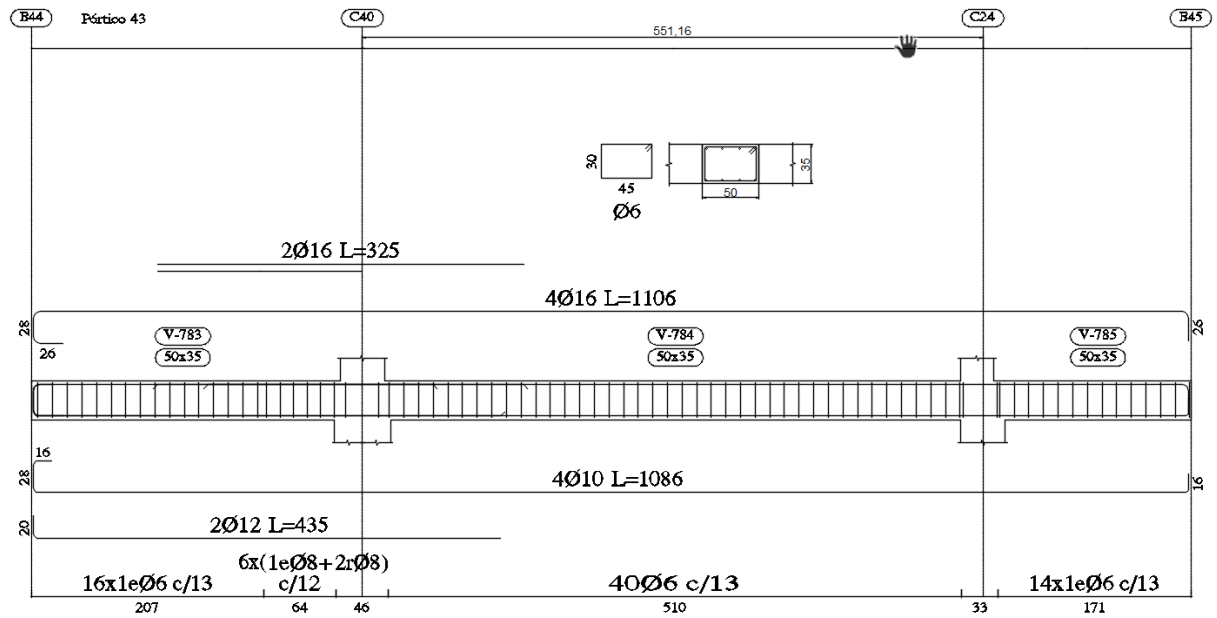


Figura 4

Fuente: Elaboración propia

Armadura de viga:

Viga 784, Pórtico 43



Armadura de Columna:

Columna 39.

La cuantía se encuentra dentro de los límites permitidos.

$$0,006 A_g \leq A_s \leq 0,08 A_g$$

$$0,006 \times 500000 \leq 10681,42 \leq 0,08 \times 500000$$

$$3,00 \text{ cm}^2 \leq 10,68 \text{ cm}^2 \leq 40,00 \text{ cm}^2$$

Cuantía 2,14%

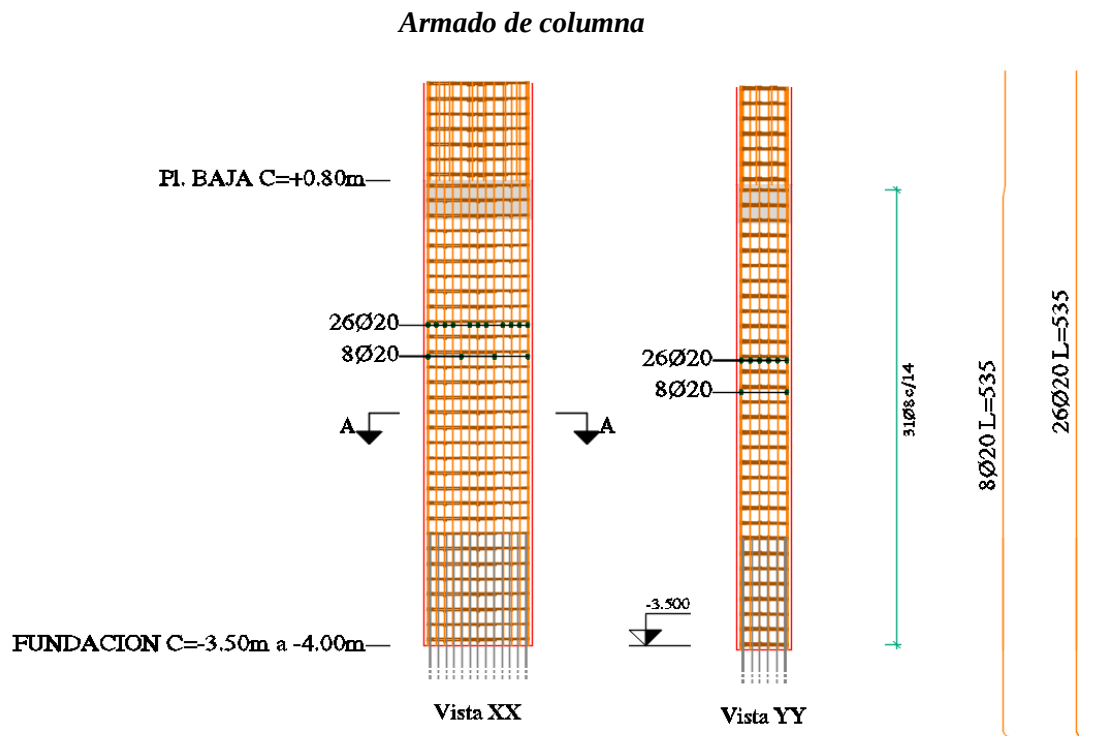


Figura 5

Fuente: Elaboración propia

Armado de zapata C40:

	As cal (cm ²)	As CypeCad (cm ²)	As adoptada (cm ²)
Dirección "X"	85,48	85,15	88,46
Dirección "Y"	94,95	92,83	96,50

Armado de zapata

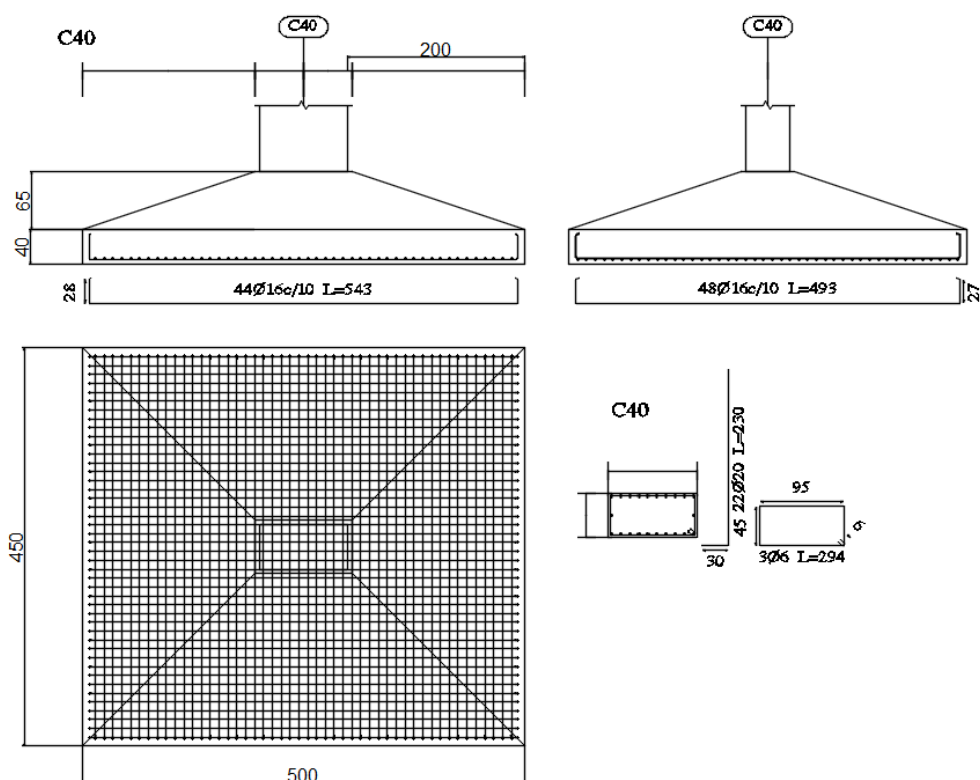


Figura 6

Fuente: Elaboración propia

Armado de escalera:

Armadura de escalera

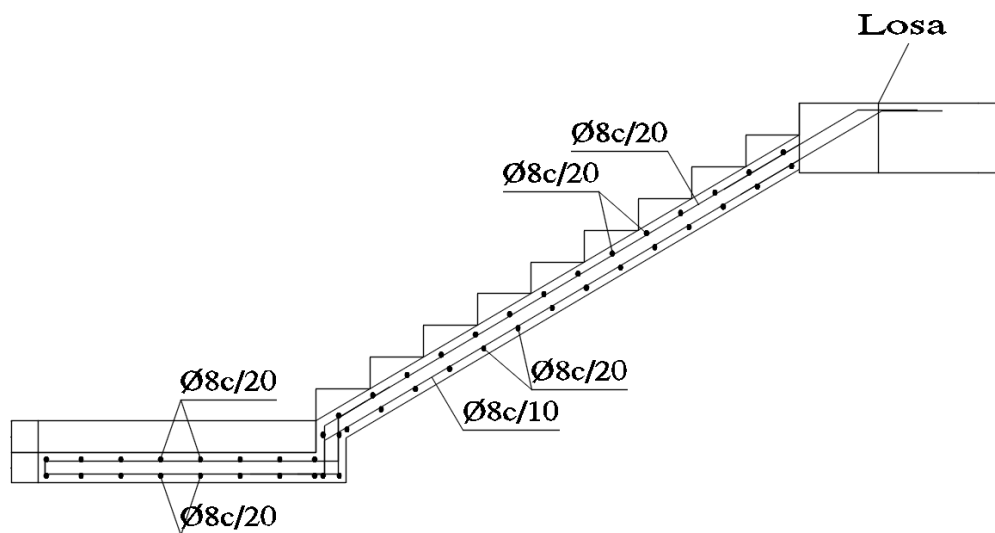


Figura 7

Fuente: Cypecad v2024f

A.7. Presupuesto

Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
Ítem				6,939,926.66
Limpieza y Desbroce	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
Replanteo y trazado	m ²	3,600.00	6.74	24,264.00
Cimiento de hormigón ciclópeo	m ³	10.50	419.88	4,408.74
Hormigón pobre limpieza e=5-10cm	m ³	21.54	371.38	7,999.53
Muro de ladrillo 6 h. e=18 cm (24*18*12)	m ²	3,703.07	123.00	455,477.61
Zapatas de hº aº Fc=210 kg/cm2	m ³	239.73	2,135.83	512,022.53
Revestimiento cerámica en gradas	m ²	94.74	163.70	15,508.94
Escalera de hºaº Fc= 210kg/cm2	m ³	21.75	2,982.10	64,860.68
Parapeto	m ²	157.68	101.00	15,925.68
Losas reticular H. A.	m ²	3,679.87	588.59	2,165,934.68
Columnas de hº aº Fc= 210kg/cm2	m ³	153.39	3,528.43	541,225.88
Zócalo interior h=10cm	m	2,866.37	41.85	119,957.58
Zócalo de cerámica H=10cm	m	660.77	37.72	24,924.24
Zapatas corrida de hº aº Fc= 210kg/cm2	m ³	25.27	2,135.83	53,972.42
Ventanas	m ²	332.96	660.00	219,753.60
Revoque interior de yeso	m ²	8,879.85	60.39	536,254.14
Revoque exterior (cal-cemento)	m ²	1,304.42	111.94	146,016.77
Mueble mesón de cocina	m	160.84	960.00	154,406.40
Piso de cemento porcelanato	m ²	3,440.01	269.60	927,426.70
Cielo Falso Drywall	m ²	3,116.12	98.75	307,716.85
Puertas de vidrio	m ²	141.40	560.00	79,184.00
Vidrio boxes de baño	m ²	186.40	560.00	104,384.00
Muro bloque de hºaº fc= 210kg/cm2	m ³	100.93	2,908.43	293,547.84
Cubierta metálica calamina	m ²	281.00	214.85	60,372.85
Contrapiso subsuelo	m ²	990.00	101.90	100,881.00
Limpieza general	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
Viga de hºaº	m ³	363.27	3,327.43	1,208,755.50

Con una superficie construida total de 4,940.50 m² y un presupuesto global de Bs 6,939,926.66, se obtiene un costo aproximado de Bs 1,404.33 por metro cuadrado, equivalente a \$us 200/m². Este valor se encuentra dentro de un rango coherente y razonable para edificaciones de tipo estructural en hormigón armado, considerando la magnitud del proyecto y los precios actuales del mercado. La cifra es consistente con los valores de referencia utilizados en proyectos similares y refleja una estimación técnica realista y actualizada.

A.8. Análisis de alternativas

A.8.1. Introducción.

Durante la etapa inicial del proyecto, se realizó una evaluación comparativa entre distintas alternativas de elementos estructurales clave, con el objetivo de seleccionar aquellas soluciones que mejor se adaptaran a las condiciones geométricas del edificio, las características del terreno y los criterios normativos vigentes. Este análisis se enfocó en tres componentes fundamentales: el tipo de losa, el sistema de cimentación y la configuración estructural principal. La elección de cada uno se basó en principios de eficiencia estructural, economía de materiales y coherencia con los resultados del estudio de suelos.

A.8.2. Elección del sistema de losa: nervada vs. maciza vs. losa con viguetas

En el proceso de diseño estructural se evaluaron tres alternativas principales para el sistema de entrepisos: losa maciza, losa con viguetas (unidireccional) y losa nervada con casetones bidireccionales. Cada tipología fue analizada bajo criterios estructurales, arquitectónicos, económicos y funcionales, buscando garantizar un desempeño óptimo del edificio en su totalidad.

A.8.2.1 Losa Maciza

La losa maciza de hormigón armado es el sistema más tradicional. Su espesor uniforme permite una alta capacidad de carga puntual y buena rigidez global, resultando muy adecuada en construcciones industriales o edificios con cargas gravitacionales elevadas.

- Ventajas técnicas:

Alto desempeño frente a cargas concentradas.

Sencilla de diseñar y de detallar estructuralmente.

- Desventajas:

Presenta un elevado peso propio, que incrementa significativamente las cargas gravitacionales transmitidas a columnas, vigas y fundaciones. Esto obliga a mayores

dimensiones en estos elementos, incrementando el volumen de concreto y el peso sísmico del edificio.

En luces medias y largas (superiores a 5 m), requiere espesores considerables para controlar flechas, lo que eleva aún más su peso y costo.

- Impacto económico:

Más material (hormigón y acero), mayores dimensiones de columnas y cimentación.

Mayores costos en transporte y vaciado.

- Impacto arquitectónico y social:

Al tener vigas pronunciadas, puede interferir con instalaciones (eléctricas, sanitarias) y reducir la flexibilidad arquitectónica para cielos rasos o distribución de ambientes.

A.8.2.2 Losa con viguetas (unidireccional)

La losa con viguetas prefabricadas o aligeradas unidireccional es común en viviendas y edificaciones de baja a media altura. Se compone de viguetas colocadas a distancias regulares y bloques de aligeramiento (como poliestireno o ladrillo hueco), con una capa de compresión superior.

- Ventajas técnicas:

Reduce el peso propio respecto a la losa maciza, gracias al aligeramiento.

Facilita la ejecución al incorporar elementos prefabricados.

- Desventajas:

Su comportamiento es esencialmente unidireccional, lo que obliga a disponer vigas de carga paralelas en una sola dirección y columnas en una retícula que coincida con esa dirección.

Menor rigidez transversal, menos capaz de repartir cargas en ambas direcciones, por lo que en luces amplias se necesita reforzar con vigas intermedias.

- Impacto económico:

Menor consumo de hormigón en la losa que la maciza, pero exige un mallado estructural denso, lo que puede aumentar el número de vigas y columnas.

- Impacto arquitectónico y social:

La presencia de nervaduras orientadas obliga a planificar instalaciones respetando la dirección estructural, reduciendo flexibilidad para cambios futuros.

A.8.2.3 Losa nervada con casetones bidireccionales (reticular)

Para este proyecto se evaluó la solución de losa nervada aligerada con casetones bidireccionales (tipo reticular). Este sistema se compone de nervios en dos direcciones ortogonales formados mediante encofrados recuperables o perdidos (casetones de poliestireno), con una capa superior de compresión.

- Ventajas técnicas:

Permite distribuir cargas en dos direcciones, reduciendo significativamente momentos y deformaciones, haciendo posible cubrir luces mayores a 5 m sin necesidad de vigas intermedias visibles.

Al reducir el peso propio hasta en un 30% respecto a una losa maciza, disminuye la demanda en columnas y fundaciones, generando un sistema más eficiente ante cargas gravitacionales.

Incrementa la rigidez torsional de la losa, mejorando el reparto ante cargas excéntricas.

- Impacto económico:

Menor volumen de hormigón (por el espacio ocupado por los casetones), ahorro directo en material.

Disminución del acero en columnas y zapatas al reducirse las cargas verticales.

La inversión en casetones se compensa con la reducción global del consumo de hormigón y acero.

- Impacto arquitectónico y social:

Permite tener vigas planas (ocultas), liberando espacios sin descuelgues estructurales, facilitando el paso de instalaciones, la colocación de cielos falsos continuos y una estética más limpia y flexible.

- Ventajas constructivas:

Menor altura total de entrepiso para una misma luz, reduciendo volumen construido.

Rapidez de ejecución con sistemas modulares.

A.8.2.4 Conclusión integral

Luego de evaluar comparativamente las tres tipologías bajo criterios estructurales, arquitectónicos, económicos, constructivos y de impacto social, se decidió adoptar un sistema de losa nervada aligerada con casetones bidireccionales.

- Este sistema se justifica como la mejor solución para el proyecto por:
- Su eficiencia estructural, al reducir peso propio sin sacrificar rigidez ni capacidad portante.
- Su ventaja arquitectónica, al eliminar vigas vistas y facilitar la modulación de espacios, incrementando la libertad de diseño interior y el aprovechamiento de la altura útil.
- Su beneficio económico global, al optimizar materiales y fundaciones.
- Su ventaja social y funcional, al posibilitar espacios continuos, versátiles y fácilmente adaptables en el tiempo.

Por tanto, la losa reticular con casetones bidireccionales fue seleccionada como la alternativa más integral, moderna y competitiva para el edificio, garantizando un comportamiento estructural seguro, un mejor aprovechamiento arquitectónico y una mayor eficiencia económica y ambiental.

A.8.3. Elección del sistema de cimentación: zapatas cuadradas vs. zapatas corridas, losa de cimentación y pilotes

- Pilotes: descartados por no ser necesarios, dado que los estratos competentes se encuentran a poca profundidad, sin evidencia de condiciones que justifiquen fundaciones profundas.
- Losa de cimentación: descartada por no ser necesaria en función de las cargas de proyecto ni del tipo de suelo. Representa además un costo mayor que no se justifica en este caso.
- Zapatas corridas: recomendables en estructuras con muros portantes continuos. Dado que este proyecto se compone de columnas aisladas, no se consideraron la mejor opción.
- Zapatas cuadradas aisladas: seleccionadas por su simplicidad en el diseño y cálculo, buena adaptabilidad a columnas puntuales y compatibilidad con el comportamiento del terreno. Las dimensiones fueron definidas para cumplir con los requisitos normativos de presión admisible y control de asentamientos, conforme a la NB 1225001.

Conclusión: El sistema de zapatas cuadradas aisladas y zapatas combinadas fue adoptado por su adecuación al esquema estructural de columnas independientes, cumplimiento con la capacidad portante del suelo y racionalidad económica.

A.8.4. Elección del sistema estructural: pórticos de hormigón armado vs. sistemas metálicos, mixtos o muros estructurales

Se consideraron varias configuraciones estructurales para el sistema resistente del edificio:

- Marcos metálicos: aunque presentan ventajas en velocidad de ejecución, requieren protección contra corrosión, resistencia al fuego y un mayor control técnico en uniones. Su costo en el contexto local también resulta elevado.
- Sistemas mixtos (acero–hormigón): ofrecen buen comportamiento mecánico, pero implican una logística más compleja, mayor grado de especialización y disponibilidad de materiales específicos, lo cual no es ideal para este entorno.

- Muros estructurales de hormigón armado: útiles cuando se necesita gran rigidez lateral, pero limitan la flexibilidad arquitectónica. No eran necesarios en este caso, dada la regularidad geométrica y la resistencia sísmica cubierta por el sistema aporticado.
- Pórticos de hormigón armado: simplicidad de ejecución con la mano de obra local, durabilidad y costo razonable. Además, permiten una distribución flexible de espacios y cumplen con los criterios de resistencia y ductilidad establecidos por la normativa NB 1225001.

Conclusión: El sistema estructural de pórticos de hormigón armado fue seleccionado por ser el más equilibrado en términos de seguridad estructural, flexibilidad arquitectónica y viabilidad.

A.8.5. Conclusión general del análisis de alternativas

Tras un análisis técnico comparativo de las principales opciones estructurales, se concluye que las soluciones adoptadas, losa nervada alivianada, zapatas cuadradas y sistema aporticado de hormigón armado, ofrecen un óptimo equilibrio entre eficiencia estructural, economía de materiales y compatibilidad con el terreno y las condiciones del entorno.