

ANEXO 2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ITEM N° 1 - INSTALACIÓN DE FAENAS

1. ALCANCE

Preparación del sitio previo al inicio de obras, incluyendo:

- Oficinas temporales (contratista y supervisión)
- Almacenes y depósitos
- Cerramientos y señalización
- Infraestructura básica para personal

2. REQUISITOS BÁSICOS

2.1 Infraestructura Temporal

- Oficinas: mínimo 15 m² con electricidad, internet y sanitarios
- Almacenes: 5% del área total de obra, sectorizados
- Barracas: con camas, baños y comedor para personal

2.2 Seguridad

- Cerramiento perimetral de 2.10 m de altura
- Señalización visible (obra y seguridad)
- Equipo de protección personal completo para todo el personal

3. EJECUCIÓN

3.1 Planificación

- Presentar layout para aprobación 15 días antes del inicio
- Obtener permisos municipales necesarios

3.2 Instalación

- Completar toda infraestructura antes del inicio de obra principal
- Mantener accesos peatonales y viales despejados

4. CONTROL Y PAGO

- Medición: global (todo el ítem)

- Documentación requerida:
 - Planos aprobados
 - Fotos de instalaciones completadas
 - Permisos municipales
- Penalizaciones por retraso: 5% del valor por cada día

5. RESPONSABILIDADES

- Contratista: instalación, mantenimiento y desmontaje
- Supervisión: verificación de cumplimiento

ITEM N° 2 - LIMPIEZA Y DESHIERBE DEL TERRENO

1. DEFINICIÓN

Trabajos de preparación del terreno que incluyen:

- Eliminación de vegetación (árboles, arbustos, hierbas)
- Retiro de escombros y material vegetal
- Limpieza total de áreas de construcción y almacenamiento

Operaciones principales:

- ✓ Roza (corte de maleza)
- ✓ Desenraice (extracción de tocones y raíces)
- ✓ Acopio y disposición final de residuos

2. EQUIPOS Y MATERIALES

- **Herramientas:** Motosierras, machetes, palas
- **Maquinaria:** Retroexcavadora, bulldozer, volqueta
- **Protección:** EPP (guantes, botas, protección auditiva)

3. EJECUCIÓN

- **Previo** al inicio de obras principales
- **Áreas de trabajo:**
 - ✓ Zonas de construcción

- ✓ Préstamos
- ✓ Almacenes temporales

- **Procedimiento:**

1. Corte y eliminación de vegetación
2. Extracción de raíces (mín. 30 cm de profundidad)
3. Acopio en zonas autorizadas
4. Quema controlada (si autoriza Supervisión)

Requisitos:

- No afectar áreas no intervenidas
- Retiro diario de residuos
- Cumplir normas ambientales

4. MEDICIÓN Y PAGO

Concepto	Unidad	Incluye
Limpieza superficial	m ²	Roza, retiro y acopio
Desenraice	m ²	Extracción profunda

Condiciones:

- Pago único por área intervenida
- No aplican pagos adicionales por reprocesos

5. SEGURIDAD

- Señalización de áreas de trabajo
- Control de quemas (solo con autorización)
- Protección de fauna silvestre

Nota: El contratista debe garantizar que el terreno quede libre de vegetación y escombros antes de iniciar obras principales.

ITEM N° 3 DEMOCION Y RETIRO DE ARBOLES

1.- DEFINICION

Este ítem se refiere a la remoción y retiro de arboles que se encuentran ubicados en las inmediaciones de la obra esta distinción se la realiza por ser estos de muchos años de antigüedad y de gran tamaño es por esta razón es que necesitan que se realice un trabajo minucioso para su retiro.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Todos los materiales, herramientas y equipos necesarios que se vea por conveniente utilizar para la ejecución de esta actividad.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN.

El Contratista deberá emplear los procedimientos y equipo propuestos en la licitación; sin embargo, puede poner a consideración de la Dependencia para su aprobación cualquier cambio que justifique un mejor aprovechamiento de su equipo y mejora en los programas de trabajo; pero en caso de ser aceptado no será motivo para que pretenda la revisión del precio unitario establecido en el contrato.

La Remoción de los árboles se efectuará en su totalidad y en parte de las superficies de depósitos de materiales que señale el proyecto o, indique el Supervisor.

Las operaciones de remoción de árboles, deberán efectuarse en forma previa a los trabajos de construcción, con la anticipación necesaria para no entorpecer el desarrollo de estos.

La remoción se realizará en los lugares donde se encuentre la presencia de árboles en la zona del proyecto

El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de las propiedades, y de las obras y será el único responsable de los daños ocasionados por la omisión de ellas.

El Contratista deberá tomar en cuenta todas y cada una de las actividades para cubrir hasta su totalidad el presente concepto, esto no será objeto de solicitar precios adicionales a los convenidos.

4.- MEDICIÓN.

Para fines de medición, los precios unitarios de los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo, incluyen lo que corresponda por: Equipo, herramientas, materiales y mano de obra necesarias para ejecutar el total de las operaciones de remoción de arboles, así como el acarreo libre a los lugares adecuados dispuestos por el supervisor.

5.- FORMA DE PAGO.

El pago se realizará por pza. de árbol removida y acarreada a los lugares adecuados dispuestos por el supervisor

ITEM	DESCRIPCION	FORMA DE PAGO
3	remoción y Retiro de Arboles Pza.	

ITEM N° 4 REPLANTEO Y TRAZADO

1.- DEFINICION

Este ítem comprende los trabajos de topografía, relacionadas a la ubicación de las construcciones, trazado de ejes necesarios para localizar las edificaciones de acuerdo a planos de construcción y /o indicaciones del Supervisor de obra.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El contratista proveerá todos los materiales, herramientas y equipo necesarios, para el replanteo - trazado de construcciones.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN.

El replanteo de las obras, será realizado por el Contratista en estricta sujeción a las dimensiones e indicaciones de los planos constructivos correspondientes.

Preparado el terreno de acuerdo a nivel y rasantes establecidos, el Contratista procederá a ejecutar el estacado y la colocación de testigos a una distancia segura de los bordes exteriores de las excavaciones que se deban realizar.

Se utilizará estación total, taquímetro y nivel a fin de tener exactitud en ángulos y medidas.

Para señalar la ubicación y el ancho de zanjas, se marcara el terreno a base de picota y estuco.

El trazado deberá ser aprobado por escrito por el Supervisor con anterioridad a la iniciación de cualquier trabajo de excavación.

4.- MEDICIÓN.

Este ítem se cancelara por m2 ejecutado.

5.- FORMA DE PAGO.

El pago de este ítem, corresponde al precio contractual y será compensación total al Contratista por herramientas, materiales y mano de obra necesarios para completar el trabajo.

ITEM	DESCRIPCION	FORMA DE PAGO
1	Replanteo y Trazado	M2

ITEM N° 5 EXCAVACION COMÚN (0-2 M) TERR. SEMIDURO

1.- DEFINICION

Una vez efectuado el replanteo de las fundaciones sean estas corridas o aisladas, se procederá a la excavación de las mismas hasta su profundidad indicada en los planos, el fondo de las mismas será horizontal, disponiéndose escalones en caso de que el terreno sea inclinado, así mismo el fondo estará limpio de material suelto, enrasado y apisonado.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El contratista proveerá todos los materiales, herramientas y equipo necesarios, para la excavación como ser palas, picotas, etc.

En función del tipo de material se dispondrá el colocado de encofrado y apuntalamiento para evitar accidentes.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN.

Una vez que el replanteo de las fundaciones haya sido aprobado por el supervisor de la obra, se podrá dar comienzo a la excavación correspondiente a las mismas.

Se procederá al aflojamiento y extracción de los materiales de los lugares demarcados. Los materiales que vayan a ser utilizados posteriormente para rellenar zanjas o excavaciones, se apilarán convenientemente a los lados de la misma, a una distancia prudencial que no cause presiones sobre sus paredes y los que no vayan a ser utilizados serán transportados fuera de los límites de la obra.

A medida que progrese la excavación, se cuidara especialmente, el comportamiento de las paredes a fin de evitar deslizamientos. Si esto sucediese en pequeñas proporciones no se podrá fundar sin antes limpiar completamente la zanja eliminando el material que pudiera llegar al fondo de la misma.

Cuando la excavación requiera achicamiento, el Contratista dispondrá el número y clase de unidades de bombeo necesarias. El agua extraída se evacuará de manera que no cause ninguna clase de daños.

El fondo de las excavaciones será horizontal y en los sectores en que el terreno destinado a fundar sea inclinado, se dispondrá de escalones de base horizontal.

Se tendrá especial cuidado en no remover el fondo de las excavaciones que servirán de base a la cimentación y una vez terminadas se las limpiará de toda tierra suelta.

Las zanjas o excavaciones terminadas, deberán presentar superficies sin irregularidades y tanto las paredes como el fondo tendrán las dimensiones indicadas en los planos.

4.- MEDICIÓN.

Para computar el volumen se tomarán las dimensiones y profundidades en los planos y su verificación en obra.

La excavación considerara:

- La excavación de zanjas en la EXCAVACION DE CIMIENTOS CORRIDOS a cualquier profundidad y en cualquier material que no sea roca.
- La excavación de cimentaciones aisladas en la EXCAVACION DE ESTRUCTURAS de acuerdo a profundidades y tipo de terreno determinado en el formulario de presentación de propuesta.
- El entibado y el agotamiento si se requiere.
- El transporte dentro y fuera de los límites de la obra.
- La limpieza de derrumbes en caso de producirse.
- El apilado para una posterior utilización o para su carga.

Este precio unitario será compensación total por materiales, herramientas, equipo que incluye bombas de agotamiento, materiales para entibados y mano de obra necesaria para ejecutarlos, así como el transporte y / o eliminación del material sobrante a cualquier distancia, aún fuera de los límites de la edificación.

5.- FORMA DE PAGO.

Los trabajos efectuados de acuerdo a las presentes especificaciones, aprobados y medidos de acuerdo a lo indicado en el acápite de medición, serán pagados a los precios unitarios de la propuesta aceptada.

El pago de este ítem, corresponde al precio contractual y será compensación total al Contratista por herramientas, materiales y mano de obra necesarios para completar el trabajo.

ITEM	DESCRIPCION	FORMA DE PAGO
2	Excavación Manual (0-2 m) Terr. Semiduro	M3
3	Excavación Manual (2-4 m) Terr. Semiduro	M3

ITEM N° 6 RELLENO Y COMPACTADO

1.- DEFINICION

Este ítem comprende todos los trabajos de relleno y compactado con material proveniente de un banco de préstamo que deberán realizarse después de haber sido concluidos las obras de estructuras, ya sean fundaciones aisladas o corridas, muros de contención y otros, según se especifique en los planos, formulario de presentación de propuestas y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El Contratista proporcionará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de los trabajos, los mismos que deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra.

El material de relleno a emplearse será proveniente de un banco de préstamo, el mismo deberá ser aprobado y autorizado por el Supervisor de Obra.

No se permitirá la utilización de suelos con excesivo contenido de humedad, considerándose como tales, aquéllos que iguallen o sobrepasen el límite plástico del suelo. Igualmente se prohíbe el empleo de suelos con piedras mayores a 10 cm. de diámetro.

Para efectuar el relleno, el Contratista deberá disponer en obra del número suficiente de pisones manuales de peso adecuado y apisonadores a explosión mecánica.

Para el caso de relleno y compactado con maquinaria, el Contratista deberá disponer en obra de palas cargadoras, volquetas, vibro compactadoras y todo el equipo necesario para la ejecución de esta actividad.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN.

Una vez concluidos los trabajos y solo después de transcurridas 48 horas del vaciado se comunicará al Supervisor de Obra, a objeto de que autorice en forma escrita el relleno correspondiente.

El material de relleno procedente de un banco de préstamo estará especificado en los planos o formulario de presentación de propuestas.

La compactación efectuada deberá alcanzar una densidad relativa no menor al 90% del ensayo Proctor Modificado. Los ensayos de densidad en sitio deberán ser efectuados en cada tramo a diferentes profundidades.

El material de relleno deberá colocarse en capas no mayores a 20 cm., con un contenido óptimo de humedad, procediéndose al compactado manual o mecánico, según se especifique.

A requerimiento del Supervisor de Obra, se efectuarán pruebas de densidad en sitio, corriendo por cuenta del Contratista los gastos que demanden estas pruebas. Asimismo, en caso de no satisfacer el grado de compactación requerido, el Contratista deberá repetir el trabajo por su cuenta y riesgo.

El grado de compactación para vías con tráfico vehicular deberá ser del orden del 95% del Proctor modificado.

El Supervisor de Obra exigirá la ejecución de pruebas de densidad en sitio a diferentes niveles del relleno.

Las pruebas de compactación serán llevadas a cabo por el Contratista o podrá solicitar la realización de este trabajo a un laboratorio especializado, quedando a su cargo el costo de las

mismas. En caso de no haber alcanzado el porcentaje requerido, se deberá exigir el grado de compactación indicado.

4.- MEDICIÓN.

El relleno y compactado será medido en metros cúbicos compactados en su posición final de secciones autorizadas y reconocidas por el Supervisor de Obra.

En la medición se deberá descontar los volúmenes de las estructuras y otros.

La medición se efectuará sobre la geometría del espacio relleno.

5.- FORMA DE PAGO.

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado al precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio unitario será compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo, pruebas o ensayos de densidad y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución del trabajo.

No será motivo de pago adicional alguno los gastos que demanden el humedecimiento u oreo del material para alcanzar la humedad apropiada o los medios de protección que deben realizarse para evitar el humedecimiento excesivo por lluvias, por lo que el Contratista deberá considerar estos aspectos en su precio unitario.

ITEM	DESCRIPCION	FORMA DE PAGO
11	Relleno y Comp. C/ Eq Pesado Inc. Mat.	M3

ITEM N° 7 CARPETA DE POBRE

1.- DEFINICION

Este ítem se refiere al vaciado de una capa de hormigón pobre con dosificación 1 : 3 : 5, que servirá de cama o asiento para la construcción de diferentes estructuras o para otros fines, de acuerdo a la altura y sectores singularizados en los planos de detalle, formulario de presentación de propuestas y/o instrucciones del Supervisor de Obra

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El cemento y los áridos deberán cumplir con los requisitos de calidad exigidos para los hormigones.

El hormigón pobre se preparará con un contenido mínimo de cemento de 140 kilogramos por metro cúbico de hormigón.

El agua deberá ser razonablemente limpia, y libre de aceites, sales, ácidos o cualquier otra substancia perjudicial. No se permitirá el empleo de aguas estancadas provenientes de pequeñas lagunas o aquéllas que provengan de pantanos o desagües.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN.

Una vez limpia el área respectiva, se efectuará el vaciado del hormigón pobre en el espesor o altura señalada en los planos.

El hormigón se deberá compactar (chuceado) con barretas o varillas de fierro.

Efectuada la compactación se procederá a realizar el enrasado y nivelado mediante una regla de madera, dejando una superficie lisa y uniforme..

4.- MEDICIÓN.

La base de hormigón pobre se medirá en metros cúbicos o metros cuadrados, teniendo en cuenta únicamente los volúmenes o áreas netas ejecutadas.

5.- FORMA DE PAGO.

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será cancelado al precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio será compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

ITEM	DESCRIPCION	FORMA DE PAGO
6	Carpeta de H° S° de Limpieza	M3

ITEM N° 8-9-10-13-14

- **ZAPATA**
- **COLUMNA DE H° A°**
- **VIGA DE H° A°**
- **MURO DE HORMIGÓN**
- **LOSA DE FUNDACIÓN**

1. DEFINICIONES TÉCNICAS

1.1 Dosificación por Peso

Procedimiento de medición de materiales constituyentes del hormigón mediante sistemas de pesaje directo, donde:

- **Cemento:** Se mide en kilogramos exactos
- **Agregados:** Se pesan en estado SSS (Saturado Superficialmente Seco) con corrección por humedad
- **Agua:** Se contabiliza por equivalente masa (1L = 1kg)
- **Aditivos:** Se dosifican en gramos o mililitros con precisión $\pm 1\%$

2. EQUIPOS REQUERIDOS

2.1 Sistemas de pesaje

- Básculas electrónicas con capacidad $\geq 500\text{kg}$ y precisión $\pm 0.1\%$
- Balanza de precisión para aditivos ($\pm 1\text{g}$)
- Humedímetro digital (rango 0-20% humedad)

2.2 Control y registro

- Sistema de registro digital con impresión de reportes
- Planillas físicas con formato IBNORCA-HP-001

3. PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACIÓN

3.1 Preparación

- Calibración diaria de equipos con masas patrón certificadas
- Determinación de humedad de agregados (ASTM C566):
 - Muestra mínima 500g
 - Secado a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta peso constante

3.2 Secuencia de pesaje

Material	Precisión requerida	Frecuencia control
Cemento	± 0.5 kg	Cada carga
Agregados	$\pm 1\%$ del peso	Cada 2 horas
Agua	$\pm 0.5\%$	Continuo
Aditivos	$\pm 1\%$	Cada dosificación

3.3 Fórmulas de cálculo

- **Peso ajustado** = $\text{Peso seco} \times (1 + \% \text{Humedad}/100)$
- **Agua efectiva** = $\text{Agua total} - (\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco})$

4. CONTROL DE CALIDAD

4.1 Tolerancias admisibles

- Cemento: $\pm 1\%$ del diseño
- Agregados: $\pm 2\%$ del peso corregido
- Relación A/C: ± 0.02 del valor teórico

4.2 Documentación obligatoria

- Registro por lote con:
 - Fecha/hora y número de batch
 - Pesos reales (kg)
 - % Humedad medido
 - Temperatura ambiente
 - Firmas de operador y supervisor

5. NORMATIVA APLICABLE

- **NB 1180001** (Requisitos dosificación por peso)

- **ASTM C94/C94M** (Estándar para mezclado)
- **ACI 301** (Tolerancias de pesaje)

6. FORMA DE PAGO

6.1 Criterios de medición

- Unidad: Metro cúbico (m³) de hormigón fresco colocado
- Requisitos:
 - Registros completos de dosificación
 - Certificados de calibración vigentes
 - Resultados de ensayos $\geq 95\%$ f'c especificado

Pago Total = Volumen Aprobado (m³) × Precio Unitario - Descuentos

6.3 Descuentos por no conformidades

Incumplimiento	Descuento
Falta de registros de pesaje	15%
Variación >5% en A/C	10%
Resistencia <95% f'c	100%

7.3 Documentación para pago

1. Planillas de dosificación diaria
2. Certificados de ensayos (7/28 días)
3. Reporte fotográfico del proceso
4. Acta de recepción firmada

ITEM N° 12 LOSA ENCASETONADA DE H°A e=30cm

1. DEFINICIÓN

Elemento estructural aligerado con casetones que comprende:

- Preparación de encofrados y soportes temporales

- Armado de nervaduras principales y secundarias
- Colocación de casetones de poliestireno expandido
- Vaciado, vibrado y curado de hormigón

Parámetros técnicos:

- ✓ Resistencia característica: 21 MPa (3000 psi)
- ✓ Cuantía de acero: 80-110 kg/m³
- ✓ Relación agua/cemento máximo: 0.55

2. DOSIFICACIÓN POR PESO

Diseño de mezcla referencial:

Componente	Cantidad (kg/m ³)	Tolerancia
Cemento IP	300	±1%
Arena SSS	750	±2%
Grava 3/4"	1000	±2%
Agua	165*	±0.5%
Aditivo	Según fabricante	±1%

*Valor ajustado según humedad de agregados

Características de materiales:

- Cemento: Tipo IP o I, certificado
- Agregados: Cumplir NB 598-91
- Acero: Grado 60 (ASTM A615)

3. EJECUCIÓN

Secuencia constructiva:

1. Preparación:

- Nivelación de base con tolerancia ±5 mm
- Montaje de encofrado metálico o de madera

2. Armado:

- Colocación de acero según planos
- Recubrimientos mínimos: 2.5 cm

3. Vaciado:

- Hormigonado de nervaduras primero
- Vibrado durante 15-20 segundos por punto
- Temperatura del hormigón: 10-30°C

4. Curado:

- Humedecimiento continuo por 7 días
- Protección contra condiciones climáticas extremas

4. CONTROL DE CALIDAD

Ensayo obligatorios:

- Slump test: 8 ± 2 cm (ASTM C143)
- Probetas de compresión: 3 unidades cada 40 m³

Tolerancias dimensionales:

Parámetro	Tolerancia
Espesor losa	± 5 mm
Alineación	± 10 mm/3m

5. MEDICIÓN Y PAGO

Unidad: Metro cúbico (m³) de hormigón colocado

Criterios de pago:

- Pago base por m³ ejecutado
- Factor de ajuste por calidad:
 - ✓ 1.0 si $f_c \geq 21$ MPa
 - ✓ 0.9 si $19 \leq f_c < 21$ MPa

Documentación requerida:

1. Registros diarios de dosificación

- 2. Resultados de ensayos de resistencia
- 3. Reporte fotográfico del proceso

6. DISPOSICIONES FINALES

- Todo hormigón sin dosificación por peso será rechazado
- La resistencia inferior a 19 MPa implicará demolición a costo del contratista
- Conservar registros por 5 años según NB 1180001

ÍTEM N° 13: ESCALERA DE DE HORMIGÓN ARMADO

1. DEFINICIÓN

Estructura escalonada en hormigón armado según planos, que incluye:

- Preparación de terreno y encofrado
- Armadura principal y secundaria
- Vaciado, vibrado y curado
- Desencofrado controlado

Parámetros técnicos:

- ✓ Resistencia característica: 21 MPa
- ✓ Cuantía de acero: 90-110 kg/m³
- ✓ Recubrimiento mínimo: 3 cm

2. MATERIALES

2.1 Dosificación por Peso (Hormigón Armado)

Componente	Cantidad (kg/m³)	Tolerancia	Norma
Cemento IP	350	±1%	NB 011
Arena SSS	750	±2%	NB 598
Grava 3/4"	1050	±2%	NB 598

Componente	Cantidad (kg/m³)	Tolerancia	Norma
Agua	160*	±0.5%	NB 587
Aditivo	0.5-1% peso cemento	±1%	-

*Agua efectiva (ajustada por humedad)

Características:

- Acero: Barras corrugadas Grado 60 (ASTM A615)
- Relación A/C máxima: 0.50
- Slump: 8±2 cm

3. EJECUCIÓN

3.1 Preparación

1. Limpieza y compactación del terreno (95% Proctor)
2. Nivelación con tolerancia ±5 mm

3.2 Armado

- Colocación de acero según planos
- Amarres con alambre recocido #16
- Separadores plásticos cada 60 cm

3.3 Hormigonado

- Secuencia:
 1. Vaciado continuo desde peldaños inferiores
 2. Vibrado con aguja (15-20 segundos por punto)
 3. Nivelación superficial
- Control:
 - ✓ Temperatura hormigón: 10-30°C
 - ✓ Tiempo máximo uso: 45 minutos

3.4 Curado

- Inicio: 12 horas post-vaciado
- Duración: 7 días
- Método: Mantas húmedas + membrana de curado

4. CONTROL DE CALIDAD

Ensayo	Frecuencia	Norma	Criterio Aceptación
Resistencia	3 probetas/20 m ³	ASTM C39	≥21 MPa (28 días)
Asentamiento	Cada 2 horas	ASTM C143	8±2 cm
Recubrimiento	Cada nivel	ICR 08	≥3 cm

Tolerancias constructivas:

- Alineación peldaños: ±3 mm
- Dimensión huella/contrahuella: ±5 mm

5. MEDICIÓN Y PAGO

Unidad: Metro cúbico (m³) de hormigón armado colocado

Incluye:

- ✓ Materiales dosificados por peso
- ✓ Armadura, encofrado y curado
- ✓ Control de calidad

Documentación requerida:

1. Registros diarios de pesaje (formato IBNORCA-HP-002)
2. Certificados de resistencia (7/28 días)
3. Reporte fotográfico georreferenciado

6. SANCIONES

No Conformidad	Acción Correctiva
$f_c < 19 \text{ MPa}$	Demolición total
Dosificación no por peso	Rechazo del lote
Vibrado insuficiente	Refuerzo estructural

ÍTEM N° 15,16: ESTRUCTURA METALICA 1 Y 2

1. DEFINICIÓN

Este ítem comprende:

- Suministro e instalación de sistema de cubiertas metálicas
- Estructura de soporte (cerchas, correas y arriostramientos)
- Cubierta de lámina ondulada galvanizada o plástica

Componentes principales:

- ✓ Estructura metálica principal
- ✓ Correas secundarias
- ✓ Láminas de cubierta y accesorios
- ✓ Sistema de fijación y sellado

2. MATERIALES

2.1 Estructura Metálica

- **Perfiles:**
 - Cerchas: Tubo estructural cuadrado (40x40x2 mm mínimo)
 - Correas: Canal o ángulo (calibre 14 mínimo)
- **Protección:**
 - Pintura epóxica anticorrosiva (2 manos)
 - Galvanizado en caliente (opcional)

2.2 Cubierta

Parámetro	Especificación
Material	Lámina galvanizada G-28 o plástica UV8
Espesor	0.40 mm mínimo (galvanizada)
Recubrimiento	Zinc 275 g/m ² (galvanizada)
Color	Según muestra aprobada
Traslapes	25 cm longitudinal / 1.5 canales lateral

2.3 Fijaciones

- **Para madera:** Clavos galvanizados 3" con arandela neopreno
- **Para metal:** Ganchos tipo "J" con sello EPDM y tuerca autoblocante

3. EJECUCIÓN

3.1 Montaje Estructural

1. Preparación:

- Verificar alineación y nivel de apoyos (± 5 mm)
- Prearmado de cerchas en superficie plana

2. Instalación:

- Colocación de cerchas cada 1.20 m máximo
- Nivelación con tensores ajustables
- Soldadura eléctrica (filete mínimo 5 mm)

3.2 Colocación de Cubierta

• Secuencia:

1. Instalar canaletas y aleros primero
2. Colocar láminas desde el alero inferior
3. Fijar con torque controlado (1.5-2 Nm)

- **Control de calidad:**
 - ✓ Distancia entre fijaciones: 50 cm máximo
 - ✓ Sellado de penetraciones con masilla elastomérica
 - ✓ Prueba de estanqueidad (chorro de agua)

4. CONTROL DE CALIDAD

Parámetro	Método de Verificación	Tolerancia
Alineación cerchas	Nivel láser	±3 mm/3m
Separación láminas	Cinta métrica	±5 mm
Fijaciones	Inspección visual	100% selladas

Documentación obligatoria:

- Certificados de galvanizado
- Reporte de torque de fijaciones
- Fotos de proceso constructivo

5. MEDICIÓN Y PAGO

Partidas independientes:

Concepto	Unidad	Incluye
Estructura metálica principal	m ²	Material, mano de obra, pintura
Cubierta galvanizada G-28	m ²	Láminas, fijaciones, sellados
Accesorios (cunbreras, canaletas)	ml	Cortes especiales, uniones

Criterios de pago:

- Pago contra entrega de certificados de material
- Retención del 5% hasta prueba de estanqueidad

6. GARANTÍAS

Componente	Duración	Cobertura
Estructura	10 años	Deformaciones
Cubierta	5 años	Oxidación prematura
Sellados	2 años	Filtraciones

Nota técnica:

- La estructura debe diseñarse para vientos de 120 km/h y carga viva de 50 kg/m²
- Presentar memoria de cálculo firmada por ingeniero civil para aprobación previa

ÍTEM N° 16: ACERO DE REFUERZO

1. DEFINICIÓN

El acero de refuerzo comprende barras corrugadas, mallas electrosoldadas y alambres utilizados para reforzar elementos estructurales de hormigón armado, garantizando resistencia a tracción, flexión y cortante.

2. REQUISITOS TÉCNICOS

2.1. Materiales

- **Norma aplicable:**
 - Barras corrugadas: **NB 742:2019** (equivalente a ASTM A615 Grado 60).
 - Alambres y mallas: **NB 743:2019** (equivalente a ASTM A1064).
- **Propiedades mínimas:**

Propiedad	Barras Corrugadas	Alambres/Mallas
Límite de fluencia (fy)	≥ 420 MPa	≥ 500 MPa
Resistencia última (fu)	≥ 620 MPa	≥ 550 MPa

Propiedad	Barras Corrugadas	Alambres/Mallas
Alargamiento (ϵ)	$\geq 12\%$	$\geq 10\%$

2.2. Geometría y Identificación

- **Diámetros comerciales:** 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm, 25 mm.
- **Corrugado:** Debe cumplir con el **perfil de corrugación** NB 742 (altura $\geq 0.05d$, separación $\leq 0.7d$).
- **Marcado:** Identificar en cada barra:
 - Grado (60 o 80).
 - Diámetro.
 - Sello del fabricante (ej: "SIDERPERÚ" o "ACINOX").

3. EJECUCIÓN

3.1. Almacenamiento

- Apilar sobre **tarimas de madera** a 15 cm del suelo, protegido de lluvia y humedad.
- Evitar contacto con materiales corrosivos (ej: salitre).

3.2. Corte y Doble

- **Herramientas:** Cortadoras mecánicas o hidráulicas. Prohibido uso de sopletes.
- **Doble en frío:** Radios mínimos según NB 1225001 (Art. 25.3):

Diámetro (mm)	Radio mínimo (cm)
≤ 12	4d
> 12	6d

3.3. Colocación

- **Recubrimientos mínimos** (NB 1225001, Art. 20.6.1):

Elemento	Recubrimiento (cm)
Columnas enterradas	5.0
Vigas y losas	4.0
Estribos	2.5

- **Separadores plásticos:** Usar tipo "araña" para garantizar recubrimiento. No emplear piedras o madera.

3.4. Empalmes

- **Traslapo:** Longitud según NB 1225001 (Art. 25.5):
 - **Zona de tracción:** $L_d = 1.3 f_y \psi_t \psi_e \psi_s \lambda f'_{cd} b$ $L_d = 1.325 \lambda f'_{cd} \psi_t \psi_e \psi_s b$ (≥ 30 cm).
 - **Zona de compresión:** $L_d = 0.8 L_d$ ($L_d = 0.8 L_d$ (tracción)).
- **Soldadura:** Solo permitida para diámetros ≥ 16 mm, con electrodos E70XX (AWS D1.4).

4. CONTROL DE CALIDAD

4.1. Inspección Inicial

- **Certificados de fábrica:** Verificar composición química ($\%C \leq 0.3\%$, $\%S \leq 0.05\%$) y resultados de ensayos mecánicos.
- **Muestreo:** 1 barra por cada 20 toneladas (ASTM A370).

4.2. Ensayos

- **Tracción:** Determinar f_y , f_u y ϵ (Norma NB/ISO 6892-1).
- **Doblado:** Doblar 180° sobre mandril (NB 742).

4.3. Tolerancias

- **Diámetro:** $\pm 2\%$ del nominal.
- **Longitud de corte:** ± 1 cm.

5. SEGURIDAD

- **Protección personal:** Guantes de cuero y lentes para manipulación.
 - **Protección contra corrosión:** Aplicar mortero de cemento sobre expuestos > 15 días.
-

6. NORMATIVA DE REFERENCIA

- **NB 1225001:2020:** Diseño de estructuras de hormigón armado.
 - **NBDS 2023:** Norma Boliviana de Diseño Sismo-Resistente.
 - **NB 742:2019:** Barras corrugadas de acero para hormigón armado.
-

Nota: Estas especificaciones deben complementarse con los planos estructurales y el diseño de mezcla del hormigón. Revisar actualizaciones en el **IBNORCA**

ANEXO 3 COMPUTOS METRICOS

ELEMENTO DESCRIPCIÓN	Volumen H°		Superficie	Acero en kg						Sub Total Acero kg
	H°A°	H°Pobre		6	8	10	12	16	20	
	m3	m3		mm	mm	mm	mm	mm	mm	
FUNDACIONES										
LOSA DE FUNDACIÓN	487,81	76,95		0,00	0,00	0,00	10922,13	17404,87	0,00	29743,35
ZAPATAS AISLADAS	56,57	12,37		0,00	0,00	47,00	849,00	1473,00	0,00	2369,00
COLUMNAS										
COLUMNAS PRIMER PISO	87,47	0,00	0,00	1783,00	0,00	0,00	10595,00	1361,00	0,00	13739,00
COLUMNAS SEGUNDO PISO	53,15	0,00	0,00	1030,00	0,00	0,00	5821,00	764,00	0,00	7615,00
COLUMNAS TERCER PISO- CUBIERTA	57,26	0,00	0,00	1081,00	0,00	0,00	5403,00	763,00	0,00	7247,00
VIGAS										
VIGAS ARRIOSTRE-PRIMER PISO	258,77	0,00	0,00	4197,70	650,50	276,20	7950,90	4057,80	152,00	17285,10
VIGAS SEGUNDO PISO	155,96	0,00	0,00	2178,70	626,00	296,60	3812,30	3123,30	108,60	10145,50
VIGAS TERCER PISO-CUBIERTA	89,63	0,00	0,00	1075,30	209,20	460,30	2254,80	147,30	0,00	4146,90
ESCALERAS										
ESCALERA 1 BLOQUE 1 VC-1P	4,8						311	334		645,00
ESCALERA 1 BLOQUE 1 1P-2P	4,72						335	333		668,00
ESCALERA 2 BLOQUE 1 VC-1P	3,64						255	251		506,00
ESCALERA 2 BLOQUE 1 1P-2P	3,58						286	250		536,00
ESCALERA 2 BLOQUE 1 2P-3P	3,64						574			574,00
ESCALERA 3 BLOQUE 2 VC-1P	6,82						349	362		711,00
ESCALERA 3 BLOQUE 2 1P-2P	6,64						171	739		910,00

ESCALERA 4 BLOQUE 2 VC-1P	5,54						195	301	432	928,00
ESCALERA 4 BLOQUE 2 1P-2P	5,59						203	329	435	967,00
ESCALERA 5 BLOQUE 3 VC-1P	5,94						208	340	453	1001,00
ESCALERA 5 BLOQUE 3 1P-2P	5,86						322	780		1102,00
LOSAS										
LOSA RETICULAR PRIMER PISO	290,93	0,00	1686,29	4084,21	4412,91	18704,63	6256,71	134,00	0,00	33592,46
LOSA RETICULAR SEGUNDO PISO	285,11	0,00	1665,68	3901,39	3526,73	18744,63	5548,90	116,00	0,00	31837,64
LOSA RETICULAR TERCER PISO	21,61	0,00	155,46	485,85	293,00	1954,00	0,00	0,00	0,00	2732,85
MURO DE H°A										
MURO MONTACARGAS	33,66				563,00	855,00		68,00		1486,00
TOTAL	1934,70	89,32	3507,43	19817,14	10281,34	41338,37	62622,74	33431,27	1580,60	170487,80
LONGITUD DE ACERO POR METROS (ml)				89266,39	26028,71	73818,51	70521,10	21185,85	640,96	
CANTIDAD DE BARRAS POR METRO (N°Barras)				7439	2169	6152	5877	1765	53	

ANEXO 4 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de Precios Unitarios

Item: Instalacion de faenas	Unidad: glb
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Fecha: 11/sept/2024
	Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Madera blanca	pie²	220,00	7,20	1.584,00
2	-	Calamina galvanizada # 30	m²	15,00	41,00	615,00
3	-	Ladrillo 6 huecos 0.15m	pza	2.200,00	1,40	3.080,00
4	-	Cemento	kg	800,00	1,20	960,00
5	-	Piedra bruta	m³	2,50	90,00	225,00
6	-	Estuco pando	kg	300,00	0,50	150,00
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	6.614,00
	B	OBRAERO				
1	-	Albañil	hr	40,00	20,50	820,00
2	-	Ayudante	hr	40,00	13,00	520,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	1.340,00
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	67,00
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	67,00
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	8.021,00
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	802,10
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	802,10
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	9.625,20
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	9.625,20
		PRECIO ADOPTADO:				9.625,20

Análisis de Precios Unitarios

Item: Limpieza de terreno y deshierre

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: M2

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	OBRERO				
1	-	Peon	hr	0,25	15,00	3,75
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	3,75
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	0,19
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0,19
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	3,94
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	0,39
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	0,39
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	4,73
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	4,73
		PRECIO ADOPTADO:				4,72

Análisis de Precios Unitarios

Item: Demolicion edificaciones en general

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m²

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
A	MATERIAL					
D	TOTAL MATERIALES				(A) =	0,00
B	OBRERO					
1 -	Peon	hr	2,50	15,00		37,50
E						
F						
G	TOTAL MANO DE OBRA				(B+E+F) =	37,50
C	EQUIPO					
H	Herramientas menores		5,00% de		(B) =	1,88
I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO				(C+H) =	1,88
J	SUB TOTAL				(D+G+I) =	39,38
K						
L	Gastos Generales		10,00% de		(J) =	3,94
M	Utilidad		10,00% de		(J) =	3,94
N	PARCIAL				(J+K+L+M) =	47,25
O						
P						
Q	TOTAL ITEM				(N+O+P) =	47,25
	PRECIO ADOPTADO:					47,25

Análisis de Precios Unitarios

Item: Replanteo y trazado

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m²

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Madera de construccion	pie²	1,00	4,70	4,70
2	-	Alambre de amarre	kg	0,03	11,50	0,35
3	-	Clavos	kg	0,02	16,00	0,32
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	5,37
	B	OBRERO				
1	-	Albañil	hr	0,05	20,50	1,03
2	-	Ayudante	hr	0,08	13,00	1,04
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	2,07
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	0,10
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	0,10
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	7,54
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	0,75
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	0,75
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	9,05
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	9,05
		PRECIO ADOPTADO:				9,05

Análisis de Precios Unitarios

Item: Excavacion comun 2-4 mts (a)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m³

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	0,00
	B	OBRERO				
1	-	Peon	hr	4,50	15,00	67,50
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	67,50
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	3,38
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	3,38
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	70,88
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	7,09
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	7,09
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	85,05
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	85,05
		PRECIO ADOPTADO:				85,05

Análisis de Precios Unitarios

Item: Relleno y compactado c/ tierra

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m³

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
A	MATERIAL					
1	-	Tierra natural	m³	1,00	85,20	85,20
D	TOTAL MATERIALES				(A) =	85,20
B	OBRERO					
1	-	Albañil	hr	0,50	20,50	10,25
2	-	Peon	hr	2,50	15,00	37,50
E						
F						
G	TOTAL MANO DE OBRA				(B+E+F) =	47,75
C	EQUIPO					
1	-	Compactadora	hr	0,10	72,10	7,21
H	Herramientas menores			5,00% de	(B) =	2,39
I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO				(C+H) =	9,60
J	SUB TOTAL				(D+G+I) =	142,55
K						
L	Gastos Generales			10,00% de	(J) =	14,25
M	Utilidad			10,00% de	(J) =	14,25
N	PARCIAL				(J+K+L+M) =	171,06
O						
P						
Q	TOTAL ITEM				(N+O+P) =	171,06
	PRECIO ADOPTADO:					171,06

Análisis de Precios Unitarios

Item: Hormigon pobre

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m³

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Cemento	kg	250,00	1,20	300,00
2	-	Arena	m³	0,50	120,00	60,00
3	-	Ripio chancado	m³	0,70	190,00	133,00
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	493,00
	B	OBRERO				
1	-	Albañil	hr	12,00	20,50	246,00
2	-	Ayudante	hr	22,00	13,00	286,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	532,00
	C	EQUIPO				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	22,00	22,00
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	26,60
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	48,60
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1.073,60
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	107,36
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	107,36
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	1.288,32
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	1.288,32
		PRECIO ADOPTADO:				1.288,32

Análisis de Precios Unitarios

Item: Zapatas de hºaº (Sin acero)	Unidad: m³
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Fecha: 11/sept/2024
	Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Cemento portland	kg	350,00	1,20	420,00
2	-	Grava comun	m³	0,95	92,00	87,40
3	-	Arena comun	m³	0,45	92,00	41,40
4	-	Madera de construccion	pie²	25,00	4,70	117,50
5	-	Clavos	kg	0,20	16,00	3,20
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	669,50
	B	OBRERO				
1	-	Albañil	hr	12,00	20,50	246,00
2	-	Ayudante	hr	20,00	13,00	260,00
3	-	Encofrador	hr	12,00	20,50	246,00
4	-	Armador	hr	10,00	20,50	205,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	957,00
	C	EQUIPO				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	47,85
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	47,85
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1.674,35
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	167,44
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	167,44
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	2.009,22
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	2.009,22
		PRECIO ADOPTADO:				2.009,22

Análisis de Precios Unitarios

Item: Losa de fundacion de hºaº (Sin acero)	Unidad: m³
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Fecha: 11/sept/2024
	Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Cemento portland	kg	440,00	1,20	528,00
2	-	Arena	m³	0,50	120,00	60,00
3	-	Grava	m³	0,92	133,90	123,19
4	-	Clavos	kg	1,00	16,00	16,00
5	-	Madera ochoo	pie²	20,00	9,00	180,00
6	-	Sika 1 impermeabilizante	kg	7,00	18,00	126,00
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	1.033,19
	B	OBRERO				
1	-	Albañil	hr	8,00	20,50	164,00
2	-	Encofrador	hr	6,00	20,50	123,00
3	-	Armador	hr	8,00	20,50	164,00
4	-	Peon	hr	20,00	15,00	300,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	751,00
	C	EQUIPO				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	22,00	22,00
2	-	Vibradora de hormigon	hr	0,80	15,00	12,00
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	37,55
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	71,55
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1.855,74
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	185,57
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	185,57
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	2.226,89
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	2.226,89
		PRECIO ADOPTADO:				2.226,89

Análisis de Precios Unitarios

Item: Columnas de hºaº (Sin acero)	Unidad: m³
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Fecha: 11/sept/2024
	Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Cemento portland	kg	350,00	1,20	420,00
2	-	Arena comun	m³	0,45	92,00	41,40
3	-	Grava comun	m³	0,92	92,00	84,64
4	-	Madera de construccion	pie²	80,00	4,70	376,00
5	-	Clavos	kg	2,00	16,00	32,00
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	954,04
	B	OBRERO				
1	-	Encofrador	hr	22,00	20,50	451,00
2	-	Armador	hr	12,00	20,50	246,00
3	-	Albañil	hr	10,00	20,50	205,00
4	-	Ayudante	hr	20,00	13,00	260,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	1.162,00
	C	EQUIPO				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	22,00	22,00
2	-	Vibradora	hr	0,80	14,90	11,92
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	58,10
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	92,02
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	2.208,06
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	220,81
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	220,81
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	2.649,67
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	2.649,67
		PRECIO ADOPTADO:				2.649,67

Análisis de Precios Unitarios

Item: Viga de h° a° (Sin acero)	Unidad: m³
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Fecha: 11/sept/2024
	Tipo de cambio: 6,96

Nº P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
A	MATERIAL				
1 -	Cemento portland	kg	440,00	1,20	528,00
2 -	Arena comun	m³	0,45	92,00	41,40
3 -	Grava comun	m³	0,92	92,00	84,64
4 -	Madera de construccion	pie²	70,00	4,70	329,00
5 -	Clavos	kg	2,00	16,00	32,00
D	TOTAL MATERIALES			(A) =	1.015,04
B	OBRERO				
1 -	Encofrador	hr	18,00	20,50	369,00
2 -	Armador	hr	12,00	20,50	246,00
3 -	Albañil	hr	10,00	20,50	205,00
4 -	Ayudante	hr	24,00	13,00	312,00
E					
F					
G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	1.132,00
C	EQUIPO				
H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	56,60
I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	56,60
J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	2.203,64
K					
L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	220,36
M	Utilidad		10,00% de	(J) =	220,36
N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	2.644,37
O					
P					
Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	2.644,37
	PRECIO ADOPTADO:				2.644,37

Análisis de Precios Unitarios

Item: Losas encasetonadas de hº a e=30 cm (Sin acero)

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m²

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Clavos	kg	0,30	16,00	4,80
2	-	Madera ochoo	pie²	24,00	9,00	216,00
3	-	Arena	m³	0,06	120,00	7,20
4	-	Grava	m³	0,10	133,90	13,39
5	-	Cemento portland	kg	55,00	1,20	66,00
6	-	Plastofofo tira de 40x40x20	pza	4,00	11,80	47,20
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	354,59
	B	OBRERO				
1	-	Albañil	hr	4,00	20,50	82,00
2	-	Peon	hr	4,00	15,00	60,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	142,00
	C	EQUIPO				
1	-	Vibradora de hormigon	hr	0,15	15,00	2,25
2	-	Mezcladora	hr	0,30	22,00	6,60
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	7,10
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	15,95
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	512,54
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	51,25
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	51,25
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	615,05
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	615,05
		PRECIO ADOPTADO:				615,05

Análisis de Precios Unitarios

Item: Escalera de hºaº (Sin acero)
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m³
Fecha: 11/sept/2024
Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Cemento portland	kg	350,00	1,20	420,00
2	-	Arena comun	m³	0,50	92,00	46,00
3	-	Grava comun	m³	0,70	92,00	64,40
4	-	Madera de construccion	pie²	60,00	4,70	282,00
5	-	Clavos	kg	0,50	16,00	8,00
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	820,40
	B	OBRERO				
1	-	Albañil	hr	8,00	20,50	164,00
2	-	Ayudante	hr	18,00	13,00	234,00
3	-	Armador	hr	12,00	20,50	246,00
4	-	Encofrador	hr	20,00	20,50	410,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	1.054,00
	C	EQUIPO				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	22,00	22,00
2	-	Vibradora	hr	0,80	14,90	11,92
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	52,70
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	86,62
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	1.961,02
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	196,10
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	196,10
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	2.353,22
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	2.353,22
		PRECIO ADOPTADO:				2.353,22

Análisis de Precios Unitarios

Item: Muro de hormigon tipo (Sin acero)	Unidad: m³
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Fecha: 11/sept/2024
	Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	Cemento	kg	350,00	1,20	420,00
2	-	Arena	m³	0,60	120,00	72,00
3	-	Grava	m³	0,80	133,90	107,12
4	-	Clavos	kg	1,60	16,00	25,60
5	-	Madera	pie²	75,00	8,70	652,50
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	1.277,22
	B	OBRERO				
1	-	Albañil	hr	7,00	20,50	143,50
2	-	Ayudante	hr	20,00	13,00	260,00
3	-	Encofrador	hr	18,00	20,50	369,00
4	-	Peon	hr	22,00	15,00	330,00
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	1.102,50
	C	EQUIPO				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	22,00	22,00
2	-	Vibradora de hormigon	hr	0,80	15,00	12,00
3	-	Sierra circular	hr	0,25	14,90	3,73
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	55,13
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	92,86
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	2.472,58
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	247,26
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	247,26
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	2.967,09
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	2.967,09
		PRECIO ADOPTADO:				2.967,09

Análisis de Precios Unitarios

Item: ESTRUCTURA METÁLICA 1	Unidad: m²
Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Fecha: 11/sept/2024
	Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	PERFIL COSTANERA 80X40X15X2mm	m	1,46	41,20	60,15
2	-	PERFIL COSTANERA 80X40X15X3mm	m	0,02	62,12	1,24
3	-	PERFIL COSTANERA 100X50X15X3mm	m	0,75	77,08	57,81
4	-	PERFIL COSTANERA 150X50X15X3mm	m	0,21	95,82	20,12
5	-	Electrodos	kg	0,07	18,00	1,26
6	-	PINTURA ANTICORROSIVA	l	0,25	47,00	11,75
7	-	DISCO DE CORTE	pza	0,07	27,00	1,89
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	154,22
	B	OBRERO				
1	-	Especialista	hr	1,80	19,00	34,20
2	-	Ayudante	hr	1,80	13,00	23,40
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	57,60
	C	EQUIPO				
1	-	GRUA	hr	2,00	25,00	50,00
2	-	EQUIPO SOLDADURA	hr	0,10	17,00	1,70
3	-	AMOLADORA	hr	0,10	10,00	1,00
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	2,88
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	55,58
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	267,40
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	26,74
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	26,74
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	320,88
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	320,88
		PRECIO ADOPTADO:				320,88

Análisis de Precios Unitarios

Item: ESTRUCTURA METALICA 2

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: m²

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIAL				
1	-	PERFIL COSTANERA 80X40X15X2mm	m	1,58	41,20	65,10
2	-	PERFIL COSTANERA 80X40X15X3mm	m	0,94	62,12	58,39
3	-	Electrodos	kg	0,07	18,00	1,26
4	-	PINTURA ANTICORROSIVA	l	0,25	47,00	11,75
5	-	DISCO DE CORTE	pza	0,07	27,00	1,89
	D	TOTAL MATERIALES			(A) =	138,39
	B	OBRERO				
1	-	Especialista	hr	1,80	19,00	34,20
2	-	Ayudante	hr	1,80	13,00	23,40
	E					
	F					
	G	TOTAL MANO DE OBRA			(B+E+F) =	57,60
	C	EQUIPO				
1	-	GRUA	hr	2,00	25,00	50,00
2	-	EQUIPO SOLDADURA	hr	0,10	17,00	1,70
3	-	AMOLADORA	hr	0,10	10,00	1,00
	H	Herramientas menores		5,00% de	(B) =	2,88
	I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO			(C+H) =	55,58
	J	SUB TOTAL			(D+G+I) =	251,57
	K					
	L	Gastos Generales		10,00% de	(J) =	25,16
	M	Utilidad		10,00% de	(J) =	25,16
	N	PARCIAL			(J+K+L+M) =	301,88
	O					
	P					
	Q	TOTAL ITEM			(N+O+P) =	301,88
		PRECIO ADOPTADO:				301,88

Análisis de Precios Unitarios

Item: Acero de refuerzo

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS

Unidad: KG

Fecha: 11/sept/2024

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
A	MATERIAL					
1	-	Acero Corrugado	kg	1,05	9,80	10,29
2	-	Alambre de Amarre	kg	0,05	18,00	0,90
D	TOTAL MATERIALES				(A) =	11,19
B	OBRERO					
1	-	Armador	hr	0,08	20,50	1,64
2	-	Peon	hr	0,08	15,00	1,20
E						
F						
G	TOTAL MANO DE OBRA				(B+E+F) =	2,84
C	EQUIPO					
H	Herramientas menores			5,00% de	(B) =	0,14
I	TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO				(C+H) =	0,14
J	SUB TOTAL				(D+G+I) =	14,17
K						
L	Gastos Generales			10,00% de	(J) =	1,42
M	Utilidad			10,00% de	(J) =	1,42
N	PARCIAL				(J+K+L+M) =	17,01
O						
P						
Q	TOTAL ITEM				(N+O+P) =	17,01
	PRECIO ADOPTADO:					17,01

ANEXO 5 PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto general

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS	Lugar: Sin determinar
	Fecha: 11/sept/2024
Cliente: CIV 502	Tipo de cambio: 6,96

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
1	Instalacion de faenas	glb	1,00	9.625,20	9.625,20
2	Limpieza de terreno y deshierve	M2	2.404,00	4,72	11.346,88
3	Demolicion edificaciones en general	m²	200,00	47,25	9.450,00
4	Replanteo y trazado	m²	4.807,00	9,05	43.503,35
5	Excavacion comun 2-4 mts (a)	m³	996,83	85,05	84.780,39
6	Relleno y compactado c/ tierra	m³	996,83	171,06	170.517,74
7	Hormigon pobre	m³	40,40	1.288,32	52.048,13
8	Zapatas de hºaº (Sin acero)	m³	56,57	2.009,22	113.661,58
9	Losa de fundacion de hºaº (Sin acero)	m³	487,81	2.226,89	1.086.299,21
10	Columnas de hºaº (Sin acero)	m³	197,88	2.649,67	524.316,70
11	Viga de hº aº (Sin acero)	m³	504,40	2.644,37	1.333.820,23
12	Losas encasetonadas de hº a e=30 cm (Sin acero)	m²	597,65	615,05	367.584,63
13	Escalera de hºaº (Sin acero)	m³	56,77	2.353,22	133.592,30
14	Muro de hormigon tipo (Sin acero)	m³	33,66	2.967,09	99.872,25
15	ESTRUCTURA METÁLICA 1	m²	1.414,36	320,88	453.839,84
16	ESTRUCTURA METALICA 2	m²	645,66	301,88	194.911,84
17	Acero de refuerzo	KG	153.738,72	17,01	2.615.095,63
	Total presupuesto:				7.304.265,90

ANEXO 6 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA

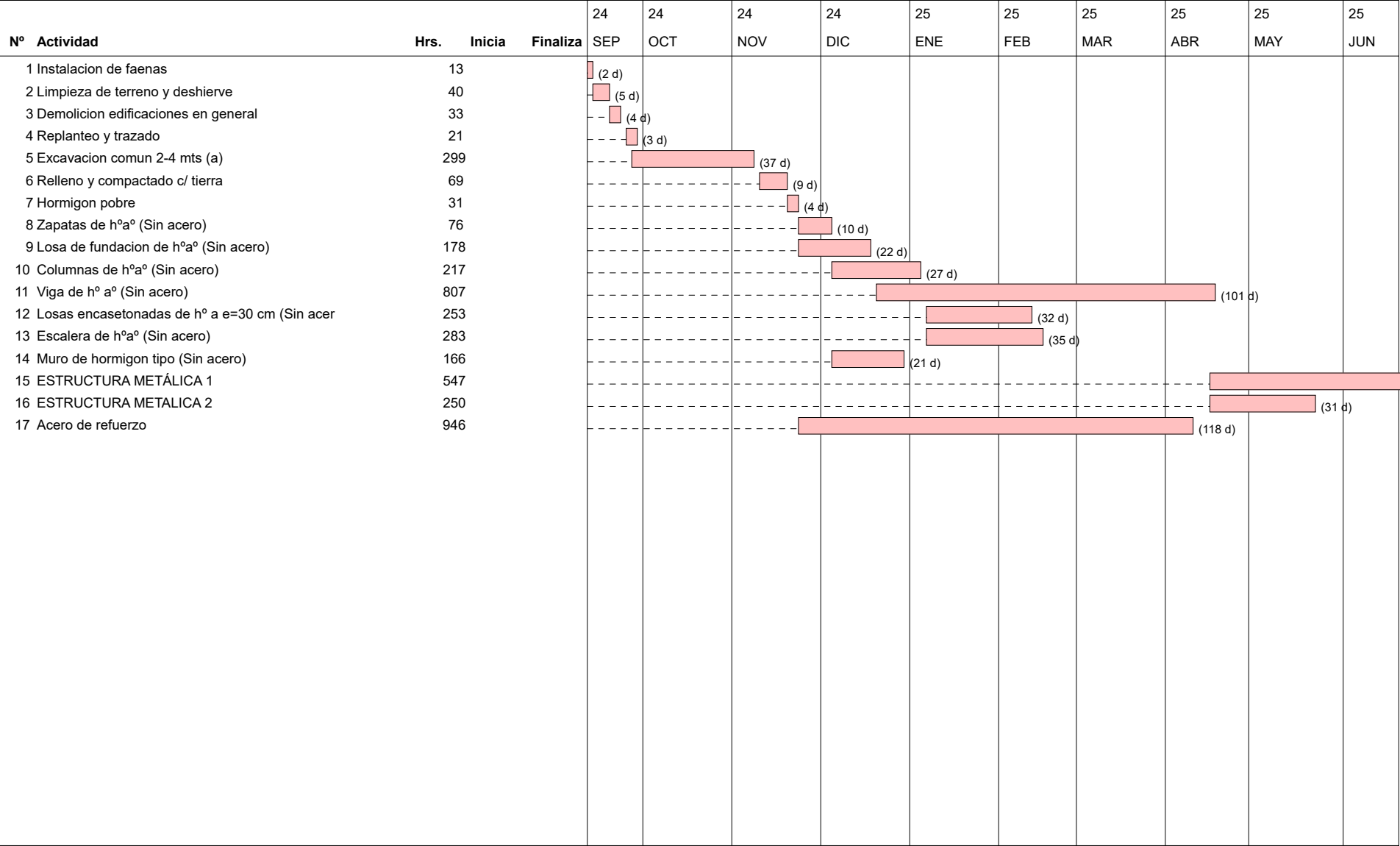
CÁLCULO DE NUMERO DE DIAS EN FUNCION DE LOS RENDIMIENTOS PROPUESTOS EN LOS PRECIOS UNIT.

N°	DESCRIPCION	DEL PRESUPUESTO		RENDIMIENTOS DE LAS PRECIOS UNITARIOS					Total horas	N° de Hombres	Total horas	Dias	Dias	Total de	Total de
		UNIDAD	CANTIDAD	Albañil	Armador	Encofrador	Ayudante	Soldador	Hombre	por cuadrilla		Requeridos	Requeridos	Cuadrillas	Dias
1	Instalación de Faenas	glb	1,00	40,00			40,00		80,00	2,00	40,00	5,00	5	3,00	2
2	Limpieza de terreno y deshierve	m ²	2404,00				0,25		601,00	1,00	601,00	75,13	75	15,00	5
3	Demolición edificaciones en general	m ²	200,00				2,50		500,00	1,00	500,00	62,50	63	15,00	4
4	Replanteo y trazado	m ²	4807,00	0,05			0,08		624,91	2,00	312,46	39,06	39	15,00	3
5	Excavación comun 2-4 mts	m ³	996,83				4,50		4485,74	1,00	4485,74	560,72	561	15,00	37
6	Relleno y compactado c/terra	m ³	996,83	0,50			2,50		2990,49	2,00	1495,25	186,91	187	15,00	9
7	Hormigón Pobre	m ³	40,40	12,00			22,00		1373,60	2,00	686,80	85,85	86	15,00	4
8	Zapatas	m ³	56,57	12,00	20,00	12,00	10,00		3054,78	4,00	763,70	95,46	95	10,00	10
9	Losa de fundación	m ³	487,81	8,00	8,00	6,00	20,00		20488,02	4,00	5122,01	640,25	640	20,00	22
10	Columnas	m ³	68,07	10,00	12,00	22,00	20,00		4356,48	4,00	1089,12	136,14	136	10,00	27
11	Vigas	m ³	504,40	10,00	12,00	18,00	24,00		32281,60	4,00	8070,40	1008,80	1009	10,00	101
12	Losa Reticular	m ³	597,65	4,00			4,00		4781,20	2,00	2390,60	298,83	299	5,00	32
13	Escaleras	m ³	56,77	8,00	12,00	20,00	18,00		3292,66	4,00	823,17	102,90	103	2,00	35
14	Muros de H°A°	m ³	33,66	7,00	18,00	20,00	22,00		2255,22	4,00	563,81	70,48	70	2,00	21
15	Estructura Metálica 1	m ²	1414,36				19,00	1,80	29418,69	2,00	14709,34	1838,67	1839	3,00	68
16	Estructura Metálica 2	m ²	645,66				13,00	1,88	9607,42	2,00	4803,71	600,46	600	3,00	31
17	Acero estructural	Kg	153738,72		0,08		0,08		24598,20	2,00	12299,10	1537,39	1537	13,00	118
														TOTAL DIAS	529,00

Cronograma general

Proyecto: DISEÑO ESTRUCTURAL EPI LOMA DE TOMATITAS
Cliente: CIV 502
Lugar: LOMA DE TOMATITAS

Inicia: MIERCOLES (11/sept/2024), Finaliza: VIERNES (04/jul/2025)
1º Act. : 1, Ult. Act. : 15
Plazo: 255 Días (laborables)



ANEXO 7 Diagrama Interacción de Columna con Mathcad Prime

DIAGRAMA DE INTERACCION DE COLUMNA NB 1225001

Materiales:

Concreto: $f'_c := 21 \text{ MPa}$

Acero: $f_y := 500 \text{ MPa}$

Módulo de Elasticidad del acero $E_s := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Deformación Unitaria del concreto $\varepsilon_c := 0.003$

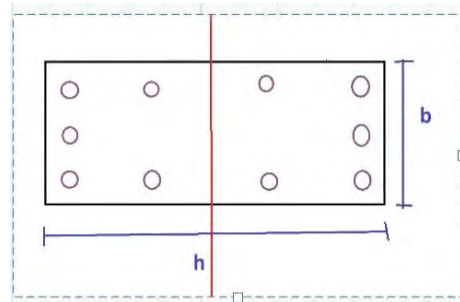
Deformación Unitaria del acero $\varepsilon_{ty} := \frac{f_y}{E_s} = 0.002$

Dimensiones:

Altura: $h := 50 \text{ cm}$

Base: $b := 50 \text{ cm}$

Recubrimiento libre $r := 2 \text{ cm}$



Refuerzo:

Número de Barras en b: $n_b := 5$

Número de Barras en h: $n_h := 5$

Acero longitudinal $d_b := 1.6 \text{ cm} = 1.6 \text{ cm}$

Refuerzo Transversal (Estribo) $d_v := 0.6 \text{ cm}$

1. DISTRIBUCIÓN DE LAS BARRAS

$$f := 1 \dots n_b \quad c := 1 \dots n_h \quad n_{barras_{1,c}} := 1 \quad n_{barras_{f,1}} := 1 \quad n_{barras_{f,n_h}} := 1$$

$$n_{barras_{n_b,c}} := 1$$

$$n_{barras} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

2. NÚMERO DE COLUMNAS DE REFUERZO

$$\text{rows}(n_{barras}) = 5$$

$$\text{cols}(n_{barras}) = 5$$

$$d_{barras} := \left\| \begin{array}{l} \text{for } i \in 1 \dots \text{rows}(n_{barras}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{for } j \in 1 \dots \text{cols}(n_{barras}) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{if } n_{barras_{i,j}} = 1 \\ \quad \left\| d_{barras_{i,j}} \leftarrow d_b \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \right\| = \begin{bmatrix} 1.6 & 1.6 & 1.6 & 1.6 & 1.6 \\ 1.6 & 0 & 0 & 0 & 1.6 \\ 1.6 & 0 & 0 & 0 & 1.6 \\ 1.6 & 0 & 0 & 0 & 1.6 \\ 1.6 & 1.6 & 1.6 & 1.6 & 1.6 \end{bmatrix} \text{ cm}$$

3. ÁREA DE CADA BARRA DE ACERO EN FORMA DE MATRIZ

$$A_s := \frac{\pi}{4} \cdot \overrightarrow{d_{barras}}^2 = \begin{bmatrix} 2.011 & 2.011 & 2.011 & 2.011 & 2.011 \\ 2.011 & 0 & 0 & 0 & 2.011 \\ 2.011 & 0 & 0 & 0 & 2.011 \\ 2.011 & 0 & 0 & 0 & 2.011 \\ 2.011 & 2.011 & 2.011 & 2.011 & 2.011 \end{bmatrix} \text{ cm}^2$$

$$\text{rows}(n_{barras}) = 5$$

$$\text{cols}(n_{barras}) = 5$$

$$k := \text{rows}(n_{barras}) = 5$$

$$m := \text{cols}(n_{barras}) = 5$$

4. ÁREA DE CADA FILA DE BARRA

$$A_{sf} := \sum_{i=1}^k \widehat{A_s^i} = [10.053 \quad 4.021 \quad 4.021 \quad 4.021 \quad 10.053] \text{ cm}^2$$

5. ÁREA TOTAL DEL ACERO DE REFUERZO Y CUANTÍA

$$A_{stotal} := \sum_{i=1}^m A_{sf_{1,i}} = 32.17 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{total} := \frac{A_{stotal}}{b \cdot h} \cdot 100 = 1.287$$

6. SEPARACIÓN ENTRE BARRAS

$$dist_1 := r + d_v + \frac{d_b}{2} = 3.4 \text{ cm}$$

$$d_v = 6 \text{ mm}$$

$$r = 20 \text{ mm}$$

$$\frac{d_b}{2} = 8 \text{ mm}$$

$$S_{sep_barras} := \frac{h - 2 \cdot dist_1}{cols(n_{barras}) - 1} = 10.8 \text{ cm}$$

7. UBICACIÓN DE LAS FILAS DE ACERO

$$d := \left\| \begin{array}{l} \text{for } i \in 2..m \\ \left\| \begin{array}{l} dist_i \leftarrow dist_{i-1} + S_{sep_barras} \\ dist \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \left[\begin{array}{c} 3.4 \\ 14.2 \\ 25 \\ 35.8 \\ 46.6 \end{array} \right] \text{ cm}$$

8. CASO DE CARGA AXIAL PURA

$$A_g := b \cdot h = 2500 \text{ cm}^2$$

$$\phi := 0.65$$

$$coef := 0.8$$

$$P_o := 0.85 \cdot (f'_c) \cdot (A_g - A_{stotal}) + f_y \cdot A_{stotal} = (6.014 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$\phi P_{n_max} := \phi \cdot coef \cdot P_o = 3127.058 \text{ kN}$$

22.4.2.2 Para elementos no pretensados y compuestos de acero y hormigón, P_o debe calcularse usando:

$$P_o = 0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (22.4.2.2)$$

9. CASO DE COMPRESIÓN Y FLEXIÓN.

$$\phi = 0.65$$

$$coef = 0.8$$

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{if } 17 \text{ MPa} \leq f'_c \leq 30 \text{ MPa} \\ \quad \beta_1 \leftarrow 0.85 \\ \text{if } 30 \text{ MPa} < f'_c < 60 \text{ MPa} \\ \quad \beta_1 \leftarrow 0.85 - 0.05 \cdot \frac{f'_c - 28 \text{ MPa}}{7 \text{ MPa}} \\ \text{if } f'_c \geq 55 \text{ MPa} \\ \quad \beta_1 \leftarrow 0.65 \end{cases} = 0.85$$

Tabla 22.2.2.4.3 — Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de tensiones en el hormigón.

f'_c (MPa)	β_1	
$17 \leq f'_c \leq 30$	0,85	(a)
$30 < f'_c < 60$	$0,85 - 0,05 \frac{f'_c - 28}{7}$	(b)
$f'_c \geq 55 \text{ MPa}$	0,65	(c)

$$g(a) := \frac{a}{\beta_1}$$

$$a = \beta_1 c$$

$$(22.2.2.4.1)$$

9.1 ESFUERZO EN CADA FILA DE ACERO

Esfuerzos

$$f_s(i, a) := \begin{cases} \varepsilon_s \leftarrow \left(\frac{c(a) - d_i}{c(a)} \right) \cdot \varepsilon_c \\ \text{sign}(\varepsilon_s) \cdot \min(E_s \cdot |\varepsilon_s|, f_y) \end{cases} \quad \text{sign}(10) = 1$$

9.2 FACTOR DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA

Valor de ϕ

$$d_t := \max(d) = 46.6 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_c = 0.003$$

$$\phi(a) := \begin{cases} \varepsilon_t \leftarrow \left(\frac{c(a) - d_t}{c(a)} \right) \cdot \varepsilon_c \\ \phi \leftarrow \max \left(\min \left(0.65 + 0.25 \cdot \left(\frac{|\varepsilon_t| - \varepsilon_{ty}}{0.003} \right), 0.9 \right), 0.65 \right) \end{cases}$$

9.3 CAPACIDAD AXIAL MINORADA DE LA COLUMNA

$$m := \text{cols}(n_{\text{barras}}) = 5$$

$$\phi P_n(a) := \min \left(\phi(a) \cdot \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + \sum_{i=1}^m A_{sf_{1,i}} \cdot f_s(i, a) \right), \phi P_{n_{\max}} \right)$$

9.4 MOMENTO RESISTENTE MINORADO

$$\phi M_n(a) := \phi(a) \cdot \left(0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + \sum_{i=1}^m \left(A_{sf_{1,i}} \cdot f_s(i, a) \cdot \left(\frac{h}{2} - d_i \right) \right) \right)$$

9.5 RANGO DE VALORES DE "a"

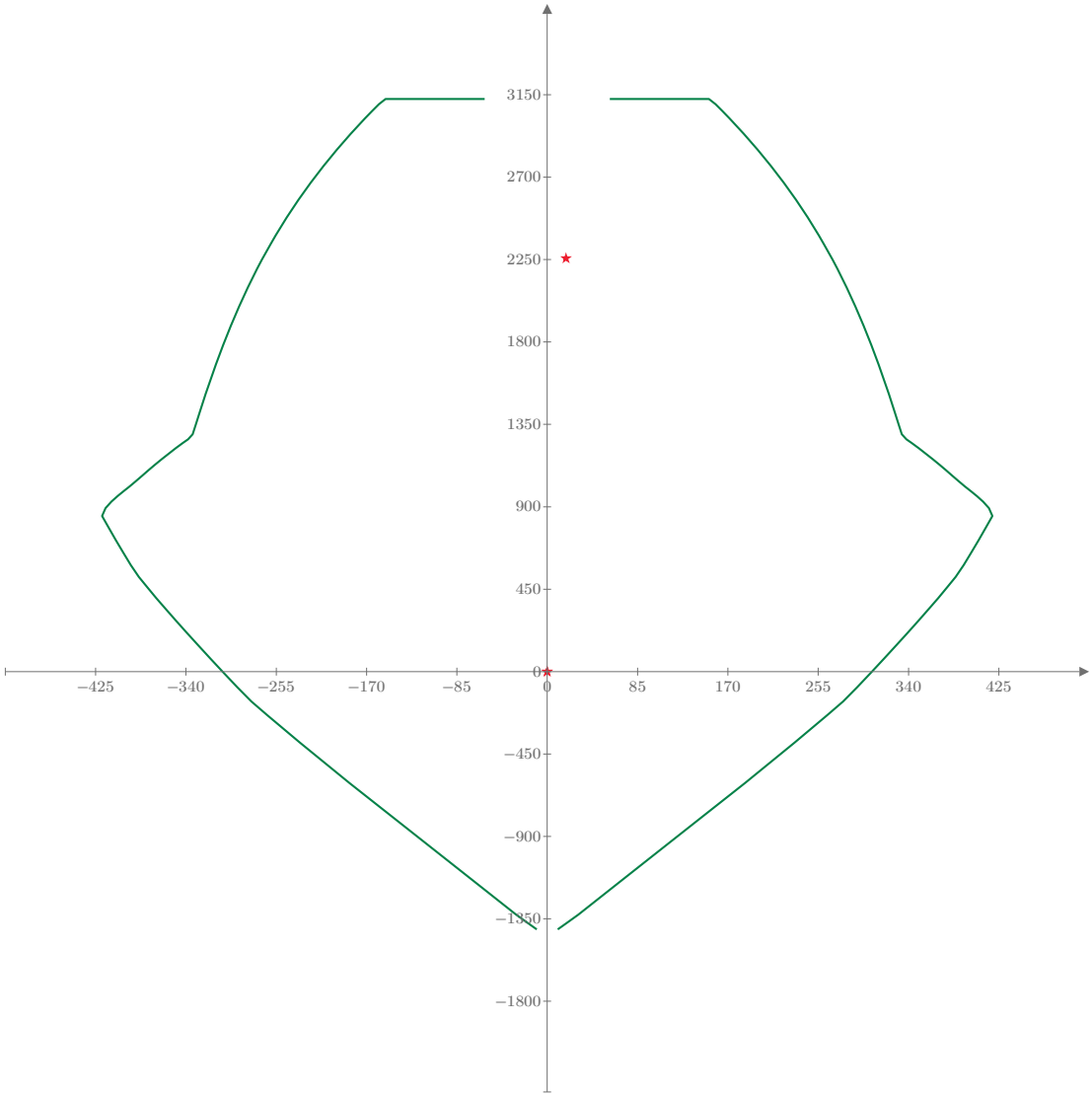
$$a := 0, \frac{h}{100} \dots h$$

SOLICITACIONES DE FLEXIÓN Y CARGA AXIAL MAYORADAS, PROVENIENTES DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

$$P_u := [2256.75 \ 0 \ 0] \cdot \text{kN}$$

$$M_u := [17.69 \ 0 \ 0] \text{ kN} \cdot \text{m}$$

DIAGRAMA INTERACCION



$$\frac{\phi P_n(a) \text{ (kN)}}{\phi P_n(a) \text{ (kN)}}$$

$$\frac{\phi P_n(a) \text{ (kN)}}{\phi P_n(a) \text{ (kN)}}$$

$$P_u \text{ (kN)}$$

$$\frac{\phi M_n(a) \text{ (kN}\cdot\text{m)}}{\phi M_n(a) \text{ (kN}\cdot\text{m)}}$$

$$\frac{-\phi M_n(a) \text{ (kN}\cdot\text{m)}}{\phi M_n(a) \text{ (kN}\cdot\text{m)}}$$

$$M_u \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

ANEXO 8 VERIFICACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LA FUNDACIÓN ANTE LA CARGA SISMICA

Diseño de Losa de Fundación.

Materiales

Según lo establecido en la Tabla 20.2.2.4a de la NB 1225001, para el diseño a flexión de miembros pertenecientes a sistemas sísmicos especiales, se debe considerar un valor máximo de resistencia a la fluencia del acero $f_y = 420$ MPa. Esta limitación tiene como objetivo garantizar un comportamiento dúctil del refuerzo longitudinal en zonas críticas bajo demanda sísmica.

Tabla 20.2.2.4a — Armadura corrugado no pretensado

Uso	Aplicación	Valor máximo de f_y o f_{yt} permitido para cálculos de diseño, MPa	Normas ASTM aplicables			
			Barras corrugadas	Alambres corrugados	Armadura de alambre electrosoldado	Parrillas de barras soldadas
Flexión, fuerza axial, y retracción y temperatura	Sistemas sísmicos especiales	420	Véase 20.2.2.5	No permitido	No permitido	No permitido
	Otro	550	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M	A184M [1]
Apoyo lateral de barras longitudinales o confinamiento de hormigón	Sistemas sísmicos especiales	700	A615M, A706M, A955M, A996M, A1035M	A1064M, A1022M	A1064M [2], A1022M [2]	No permitido
	Espirales	700	A615M, A706M, A955M, A996M, A1035M	A1064M, A1022M	No permitido	No permitido
	Otro	550	A615M, A706M,	A1064M,	A1064M, A1022M	No permitido
Cortante	Sistemas sísmicos especiales	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M [2], A1022M [2]	No permitido
	Espirales	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	No permitido	No permitido
	Fricción cortante	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M (alambre liso electrosoldado)	No permitido
	Estribos, estribos cerrados de confinamiento	550	No permitido	No permitido	A1064M, A1022M (alambre corrugado electrosoldado)	No permitido
Torsión	Longitudinal y transversal	420	A615M, A706M, A955M, A996M	A1064M, A1022M	A1064M, A1022M	No permitido

[1] Las parrillas de barras soldadas se permite que sean ensambladas usando barras corrugadas que cumplen con A615M ó A706M.

[2] No se permite usar ASTM A1064M y A1022M en sistemas especiales sísmicos cuando se requiere que la soldadura resista tensiones provenientes de confinamiento, soporte lateral de barras longitudinales, cortante u otras acciones.

Valor de f_y Para diseño con Sismo

Fuente: NB 1225001-artículo 20.2.2

Tabla 19.2.1.1 — Límites para f'_c

Aplicación	Hormigón	f'_c Mínimo, MPa	f'_c Máximo, MPa
General	Peso normal y liviano	17	Ninguno
Pórticos especiales resistentes a momentos y muros estructurales especiales	Peso normal	21	Ninguno
	Liviano	21	35 [1]
[1] Este límite puede ser excedido cuando la evidencia experimental demuestre que los elementos estructurales hechos con hormigón liviano proporcionan una resistencia y tenacidad iguales o mayores que las de elementos comparables hechos con hormigón de peso normal de la misma resistencia.			

Valor de f'_c Para diseño con Sismo

Fuente: NB 1225001-artículo 19.2.1

Según lo establecido en la Tabla 19.2.1.1 de la NB 1225001:2020, la resistencia característica mínima del hormigón (f'_c) para elementos que conforman pórticos especiales resistentes a momento debe ser de al menos 21 MPa. No obstante, para el presente diseño se optó por utilizar un valor de $f'_c = 25$ MPa, con el fin de mejorar el desempeño estructural y asegurar una mayor capacidad resistente frente a las solicitaciones sísmicas.

$f_y = 420$ MPa

$f'_c = 25$ MPa

$q_{adm} = 0.059$ MPa = 0.006 kN/cm²

$r_{mec} = 5$ cm (Recubrimiento mínimo según Norma Tabla 2.8)

Predimensionamiento.

Se realizó un predimensionamiento preliminar del voladizo y, mediante un proceso iterativo de verificación estructural y geotécnica, se determinó una longitud óptima de volado de $L = 150$ cm, la cual permite cumplir con las presiones admisibles del terreno establecidas en el estudio

geotécnico. Adicionalmente, con el objetivo de optimizar el diseño estructural y reducir la cuantía de armadura requerida, se incrementó la altura de la losa a:

$$H = d_{min} + rec = 30cm$$

Verificación de presiones del suelo.

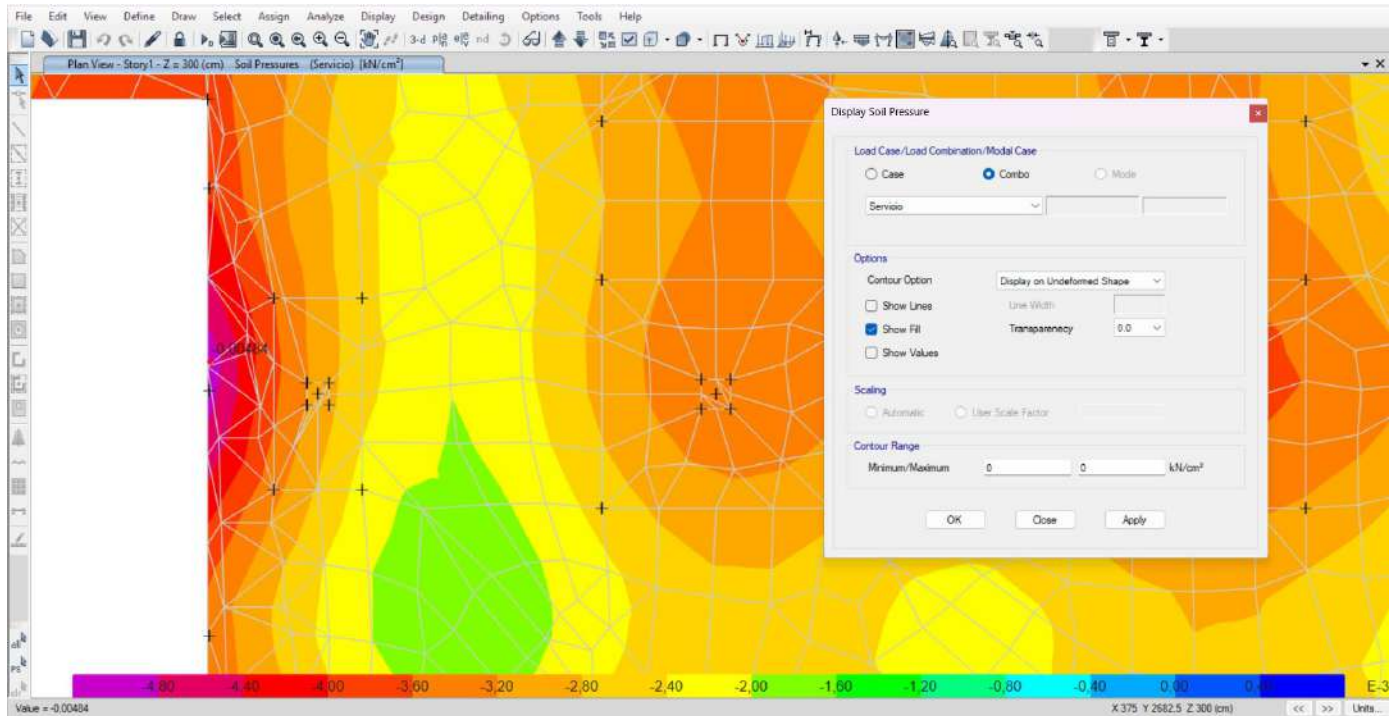


Diagrama de presiones del suelo

Elaboración propia a partir de SAFE V22.6.0

Módulo de balasto.

Valor extraído del Anexo 7 estudio de suelos

$$K_s = \frac{Fs * q_a}{\delta}$$

$$K_s = 0.0071 \frac{kN}{cm^3}$$

Se verifica que

$$q_{max} < \sigma_{adm}$$

$$0.0048 \frac{kN}{cm^2} < 0.006 \frac{kN}{cm^2}$$

Verificación de asentamientos.

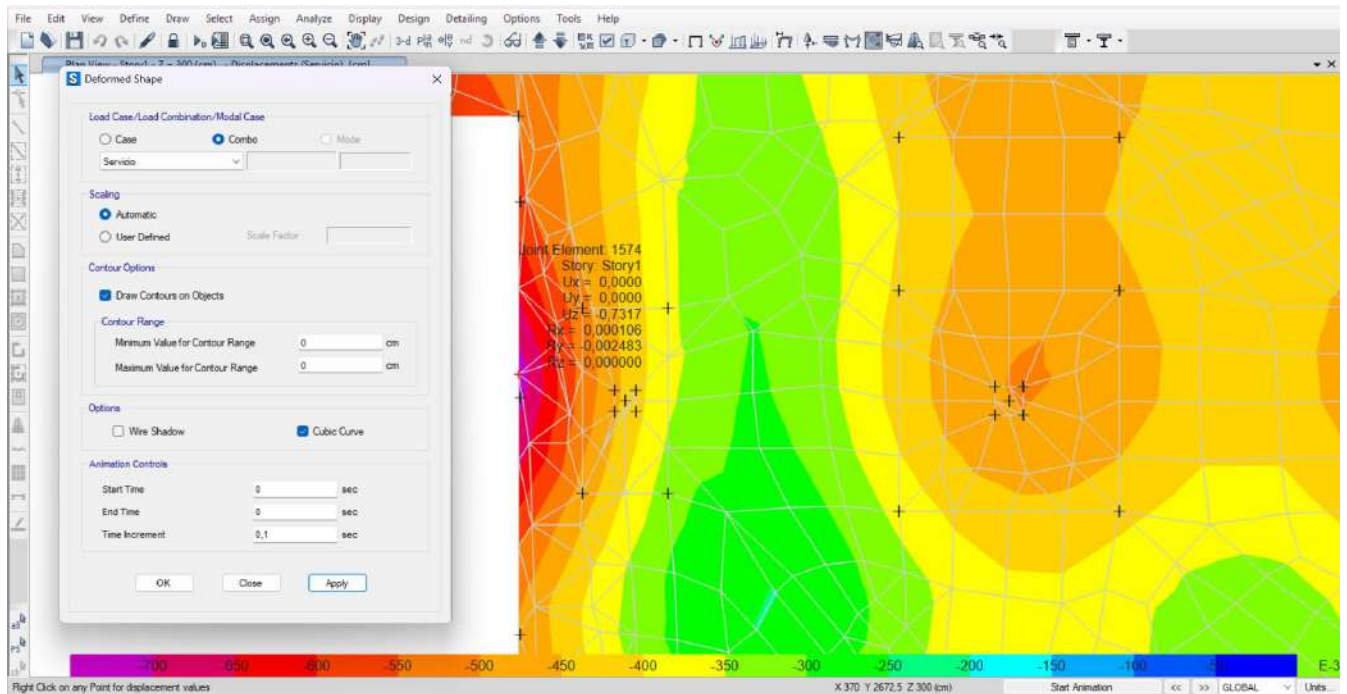


Diagrama deformaciones del suelo

Elaboración propia a partir de SAFE V22.6.0

$$\delta \leq \delta_{max}$$

$$0.73 \text{ cm} \leq 2.54 \text{ cm}$$

Verificación a corte por punzonamiento.

Se itera hasta encontrar los espesores adecuados para la losa de fundación.:

Se asume un valor de peralte efectivo, $d=45 \text{ cm}$

$$H_{Losa.Fund} = 30 \text{ cm}$$

$$H_{\text{ábacos}} = 50 \text{ cm}$$

$$V_u \leq V_c$$

Se realizó el análisis por punzonamiento y fue necesario la creación de ábacos para cumplir la verificación por punzonamiento.

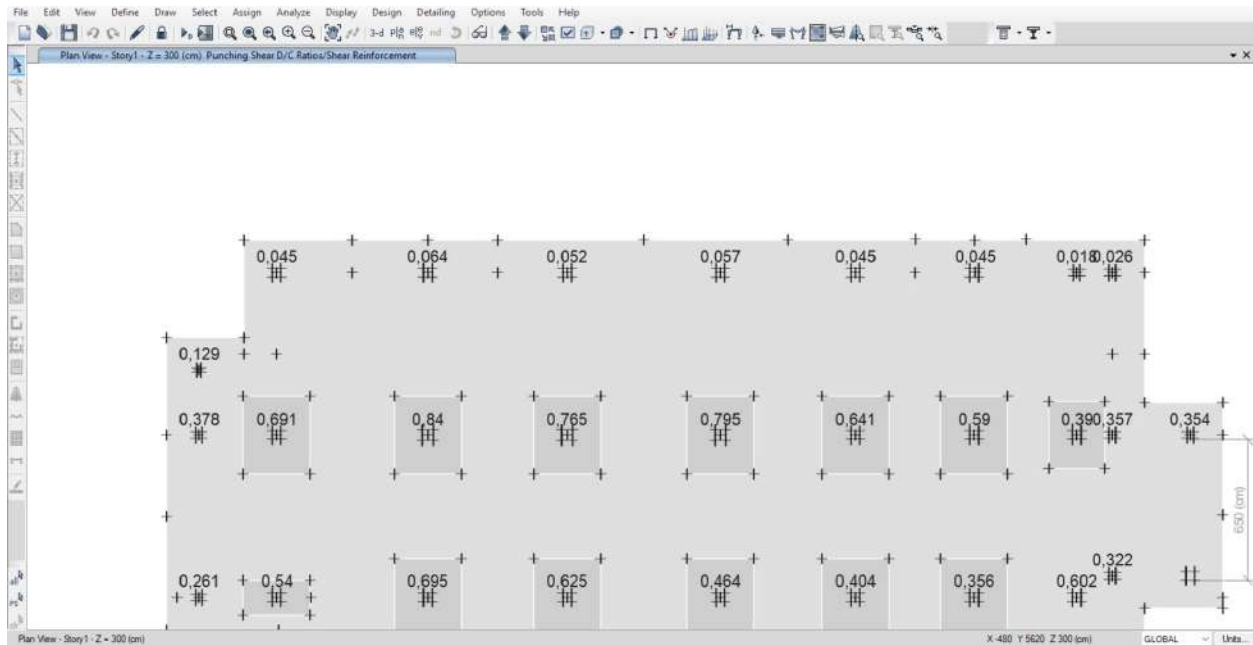
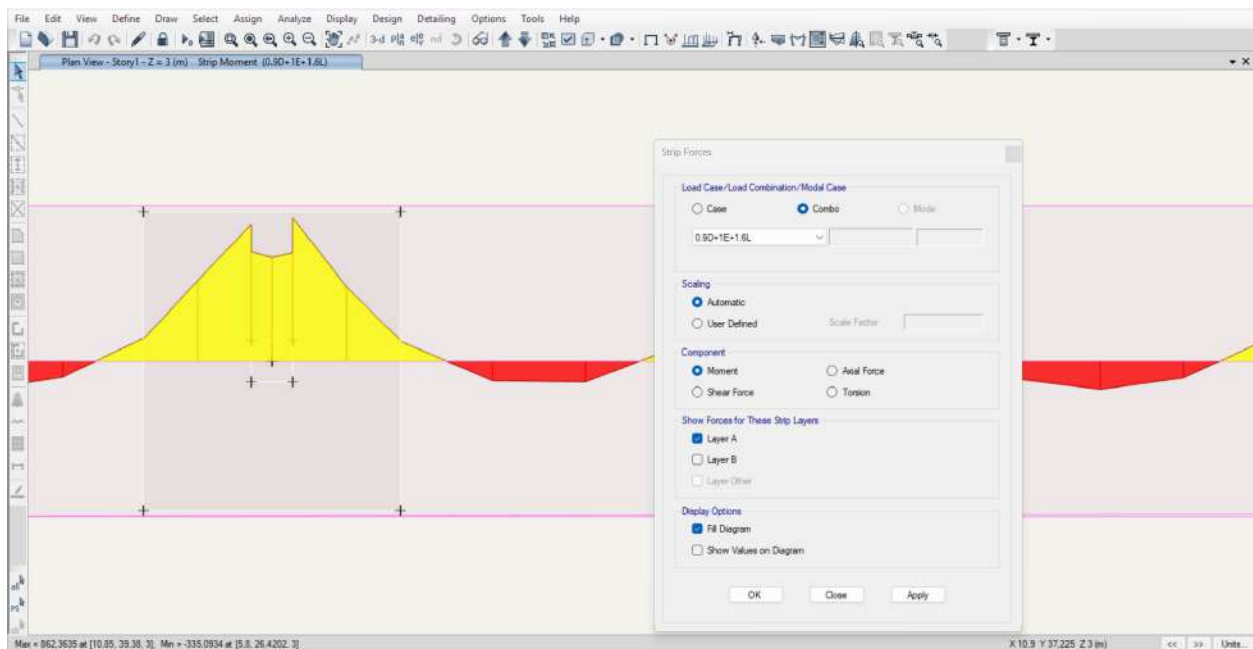


Diagrama de relaciones entre capacidad y demanda de punzonamiento.

Elaboración propia a partir de SAFE V22.6.0

Se observa en el anterior gráfico que la ratio de punzonamiento no excede el valor de 1.

Diseño de losa de Fundación por el Método de las franjas.



Resultado de fuerzas internas de las franjas de Diseño.

Elaboración propia a partir de SAFE V22.6.0

Cálculo del refuerzo de acero por flexión.

Rec libre=5 cm en base a la Tabla 2.8. Se elige el recubrimiento mínimo por Norma

Rec-mecánico=5.8cm

Momento último negativo de diseño

$$M_u = 863 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Cálculo del peralte efectivo

$$rec_{mec} = 5.8 \text{ cm}$$

$$d = h - rec_{mec} = 44.2 \text{ cm}$$

Cálculo de la altura del bloque a compresión.

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\phi 0.85 f'_c b}} = 2.933 \text{ cm}$$

Área de refuerzo necesario longitudinal a tracción.

$$A_s = 0.85 b d \frac{f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi 0.85 f'_c b d^2}} \right)$$

$$A_s = 0.85 * 360 * 44.2 * \frac{2.5}{42} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 863 * 10^2}{0.9 * 0.85 * 2.5 * 360 * 44.2^2}} \right)$$

$$A_{s \text{ calculado}} = 53.426 \text{ cm}^2$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{2.933}{0.85} = 3.451 \text{ cm}$$

Por relación de triángulos y conociendo los valores de c y $\epsilon_{cu}=0.003$ calculamos ϵ_y .

$$\epsilon_t = \frac{d - c}{c} * \epsilon_t \quad \text{ó} \quad \epsilon_t = \frac{d - c}{c} 0.003$$

$$\epsilon_t = \frac{44.2 - 3.451}{3.451} * 0.003 = 0.03543$$

$$\epsilon_t \geq 0.005 \rightarrow \phi = 0.90$$

La sección está controlada por tracción.

Área mínima de refuerzo a flexión.

$$A_{smin} = \text{el Mayor de:} \begin{cases} 0.0018 * A_g = 32.4 \text{ cm}^2 \\ 0.0014 A_g = 25.2 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

Área refuerzo necesario a flexión

$$A_{Snecesario} = \max \begin{cases} A_{Scalculado} = 53.426 \text{ cm}^2 \\ A_{smin} = 32.4 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{Snecesario} = 53.426 \text{ cm}^2$$

Capacidad de la sección por flexión.

Se adopta barras de diámetro de 16 mm

$$n^{\circ} \text{ barras} = \frac{A_{Snecesario}}{A_{Sadoptado}} = \frac{53.426}{2.011} = 26.57 \cong 27 \text{ barras}$$

$$A_{SProvisto} = nb * \left(\frac{\pi * \Phi^2}{4} \right) = 27 * \left(\frac{\pi * 2.011^2}{4} \right) = 54.287 \text{ cm}^2$$

Determinación del Momento Nominal.

$$a = \frac{A_{Sprovisto} f_y}{0.85 f'c b} = \frac{46.244 * 4200}{0.85 * 250 * 360} = 2.98 \text{ cm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{2.98}{0.85} = 3.506 \text{ cm}$$

$$\phi M_n = \phi * A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 0.9 * 54.287 * 43 * \left(44.2 - \frac{2.98}{2} \right) = 876.421 \text{ kN} * m$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$876.421 \text{ kN} * m \geq 863 \text{ kN} * m$$

Relación demanda +capacidad “Ratio”.

$$ratio = \frac{M_u}{\phi M_n} = \frac{863}{876.421} = 0.98$$

Se usará 27φ16mm c/13cm

El procedimiento de diseño para el refuerzo longitudinal superior, así como para el refuerzo transversal inferior y superior, sigue la misma metodología de cálculo, basada en la resistencia última a flexión de la losa de cimentación y en el cumplimiento de las disposiciones del código estructural vigente para elementos sometidos a flexión.

ANEXO 9 ESTUDIO DE SUELOS

INFORME ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN
POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD
LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ
DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA

SOLICITANTE:

FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO

UBICACIÓN:

COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV.
MÉNDEZ, DPTO. DE TARIJA



TARIJA - BOLIVIA
AGOSTO 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.....	5
5.	CLASIFICACION DE SUELOS DE CIMENTACION SEGÚN LA GUIA BOLIVIANA DE DISEÑO SISMICO.....	15
6.	DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA	16
7.	CONCLUSIONES	16
8.	RECOMENDACIONES	18

ANEXOS

Anexo A: Registro de investigación del subsuelo

Anexo B: Trabajo de Laboratorio

Anexo C: Reporte fotográfico

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 Univ. Fernando Kevin Ordoñez Gallardo para el proyecto denominado “**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA**”, el estudio fue realizado de acuerdo con los requerimientos del proyecto de referencia.

1.2. Objetivo

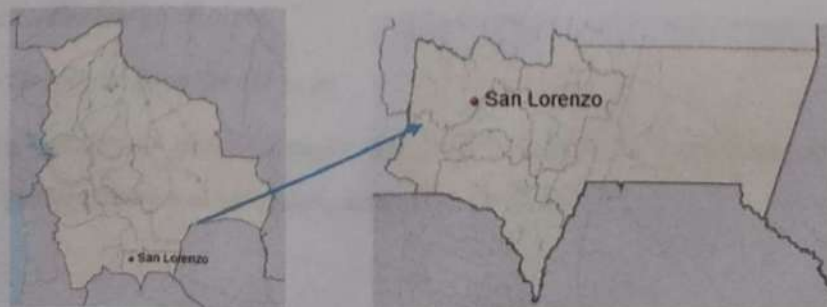
Determinar las características físicas y mecánicas del suelo a partir de sondeos de campo y ensayos de laboratorio en puntos y profundidad alcanzar preestablecida por el peticionario (cliente).

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Geografía, delimitación y área del municipio de San Lorenzo

El municipio San Lorenzo es una localidad, y municipio de Bolivia, ubicado en la provincia de Eustaquio Méndez del departamento de Tarija. San Lorenzo es la capital de la Provincia de Eustaquio Méndez y está situado en la mitad oriental de esta, al noroeste del departamento de Tarija, en el margen izquierdo se encuentra el río Calama y al margen derecho el río Guadalquivir, está a 15 km al norte de la ciudad de Tarija, la capital del departamento.

Figura 1. Ubicación del municipio de San Lorenzo



2.2. Ubicación del punto de estudio

Los puntos de estudio se encuentran ubicados en la Comunidad de La Loma de Tomatitas, municipio de San Lorenzo, provincia de Eustaquio Méndez, Departamento de Tarija, Departamento de Tarija. (Fig. 2).

Figura 2: Ubicación de los puntos



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		COTA INICIAL m.s.n.m	ZONA	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	NIVEL FREATICO (m)
	E	S				
P1	316772,73	7622827,45	1972,1	20 K	4,50	NO
P2	316763,51	7622878,03	1971,9	20 K	4,50	NO

2.3. Fundamentos geológicos

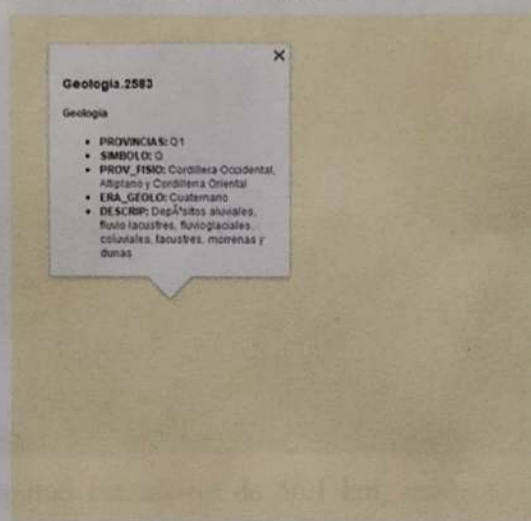
2.3.1. Geología general del área

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 $70^{\circ}O$. 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 13 de agosto, consistió en la realización de un sondeo dinámico con recuperación de muestra con el ensayo SPT (Standard Penetration Test), en ambos puntos el sondeo se realizó desde la cota -0,00 m hasta -5,50m, el ensayo SPT se realizó en las cotas -1,50m, -2,50m, -3,50m y -4,50m, se considera como cota 0,00m nivel de boca de inicio de sondeo. 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 Automático, ARCA 01 Kuarso



Sistema de golpeo automático	
Caída de masa	760 mm
Peso de masa	63.5 kg
Motor	
Marca/Modelo	Honda GX390
Cilindros	Eje horizontal
Potencia	13 HP
Rpm	3600
Sistema Hidráulico	
Bomba	16 Lt/mín
Motor	80 cc
Cilindro	1300 mm de carrera
Presión de trabajo	150 Kg/cm ²
Capacidad de deposito	25 lts
Herramientas compatibles	
Barras	
Diámetro	50mm, 40mm
Largo	1000mm, 1500mm

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).

4.1.2. 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 para el nivel freático el nivel de terreno natural superior de la excavación.

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.

4.1.3. Toma de Muestras

En ambas perforaciones fueron extraídas 4 muestras con el empleo de muestreador cuchara Terzaghi en las cotas indicadas en el punto 3. del presente informe. 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.

4.1.4. 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.

 **INGEOSUD**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

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 liquido según BS 1377-2
 - 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	N°4	N°10	N°40	N°200	W%	LL	LP	IP
1	P1-01	1,50	CL	100,00	99,97	98,77	87,00	18,7	37,77	20,72	17,05
	P1-02	2,50	CL	100,00	99,96	99,09	74,35	16,1	25,49	17,92	7,56
	P1-03	3,50	ML	99,67	99,19	96,90	73,55	9,1	0,00	0,00	0,00
	P1-04	4,50	CL	100,00	100,00	98,35	69,78	8,1	26,54	19,12	7,42
2	P2-01	1,50	CL	100,00	99,94	98,82	88,22	11,1	31,74	17,57	14,17
	P2-02	2,50	CL	100,00	99,93	98,35	91,16	11,1	35,42	19,27	16,15
	P2-03	3,50	CL	99,94	99,76	98,81	74,33	8,2	28,16	17,69	10,47
	P1-04	4,50	CL	100,00	100,00	97,28	67,10	7,7	25,81	18,56	7,25

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.
- Correlación N_{DPSH} a N_{SPT} .
- 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. Estado de drenaje

Se determina el estado de drenaje en función a de la clasificación de suelos y al tipo de comportamiento que tendrá de acuerdo a su etapa de construcción, (borrador de la norma boliviana de estudios geotécnicos) con la siguiente tabla:

TIPO DE SUELO	GRUPO	ESTADO	
		DRENADO (Permanente)	NO DRENADO (Transitorio)
Grava	GW, GP, GM, GC GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC, GC-GM	SÍ	NO
Arena	SW, SP, SM, SC SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC, SC-SM	SÍ [§]	SÍ [¶]
Limo	ML, MH	SÍ	SÍ
Arcilla	CL, CH, CL-ML	SÍ	SÍ
Orgánico	OL, OH	SÍ	SÍ

§ Con un máximo de 30% que pase por el tamiz No.200 y que tengan límite líquido LL ≤ 30% e índice plástico IP ≤ 15%.

¶ Arenas que no cumplan con las condiciones mencionadas para el estado drenado.

4.3.2. Correcciones N_{SPT} campo

N_{SPT} = valor SPT medido

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

ER_f = eficiencia del martillo

C_B = corrección por diámetro del orificio

C_S = corrección por muestreador

C_R = corrección por largo de barra

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:

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

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

4.3.3. 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:

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

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

4.3.4. 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:

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60} \quad \begin{array}{l} (N_1)_{60} = \text{valor } N \text{ para un} \\ \text{valor estándar de presión} \\ \text{atmosférica } p_0 \text{ de 100 kPa} \end{array} \quad C_N = \sqrt{\frac{98}{\sigma'_v}} \quad \text{Liao \& Whitman (1986)}$$

***Nota:** El punto de estudio no presenta arenas, por lo tanto, esta corrección no se aplica.

4.3.5. 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).

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

***Nota:** El punto de estudio no presenta en arenas nivel freático, por lo tanto, esta corrección no se aplica.

4.3.6. Densidad relativa

Se utilizaron las siguientes ecuaciones de correlación y tabla para encontrar la Densidad Relativa en arenas:

$$Dr(\%) = \left(\sqrt{\frac{N_{1(60)}}{46}} \right) * 100 \quad \text{Idris and Boulanger (2003)}$$

Tabla 1.12. Descripción del suelo según la densidad relativa (Lambe & Whitman, 1969).

$Dr(\%)$	Descripción
0 - 15	Muy suelto
15 - 50	Suelto
50 - 70	Medianamente denso
70 - 85	Denso
85 - 100	Muy denso

***Nota:** El punto de estudio no presenta arenas, por lo tanto, esta corrección no se aplica.

4.3.7. Consistencia en arcillas

Se utilizó la siguiente tabla para encontrar la consistencia en arcillas propuesta por Braja M. Das, (2015):

Número de penetración estándar, N_{60}	Consistencia	Resistencia a la compresión no confinada, q_u (kN/m ²)
0-2	Muy blanda	0-25
2-5	Blanda	25-50
5-10	Rigidez media	50-100
10-20	Rígida	100-200
20-30	Muy rígida	200-400
>30	Dura	>400

4.3.8. 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 & Togrul (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 de ensayo de compresión no confinada:

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

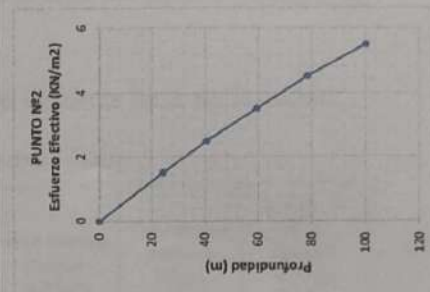
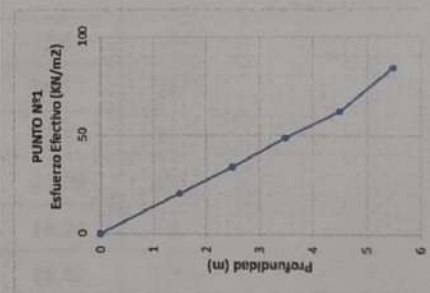
4.3.9. Módulo de Elasticidad

Se utilizó la siguiente tabla con correlaciones presentada en el artículo de Naeini y Moayed (2013), para encontrar el módulo de elasticidad en función al tipo de suelo:

Equation	Soil type	Eq. no.	Reference
$E_s(MPa) = 0.32 N_{55} + 4.8$	Clayey sand	(7)	Bowles [2]
$E_s(MPa) = 0.33 N_{60} + 1.66$	Clayey sand	(8)	Webb [12]
$E_s(MPa) = 0.3 N_{55} + 1.8$	Silts, sandy silts, or clayey silt	(9)	Bowles [2]
$E_s(MPa) = 0.17 N_{60}$	CL and CL-ML	(10)	Behpoor and Ghahramani [13]
$E_s(MPa) = 0.5 N_{60} + 7.5$	Sand	(11)	Webb [8]
$E_s(MPa) = 0.77 N_{60} + 21.74$	Cemented gravelly deposit	(12)	Ziaie Moayed and Janbaz [14]
$E_s(MPa) = 0.264 N_{60}$	Clayey soil	(13)	Naeini et al. [15]

Tabla 5. Resumen de datos estimados

Punto	Profundidad (m)	USCS	Estado de Drenaje	Suelos	N SPT	N 60	P.U. Humedo (KN/m3)	P.U. Sumergido (KN/m3)	Esf. Efectivo Vertical (KN/m2)	Consistencia/Densidad Relativa	Angulo de friccion interna efectivo (°)	Cohesion no drenada Su (Kpa)	Modulo de Elasticidad Secante (MPa)
1	1,50	CL	No Drenado	Cohesivos	3	2,89	13,51	-	20,27	Blanda	-	14,24	0,491
	2,50	CL			7	6,74	14,77	-	33,78	Rigidez media	-	33,22	1,145
	3,50	ML			3	3,27	13,51	-	48,54	Blanda	-	16,13	0,556
	4,50	CL			51	55,63	21,99	-	62,05	Dura	-	274,27	9,458
2	1,50	CL	No Drenado	Cohesivos	12	11,55	16,34	-	24,51	Rigida	-	56,94	1,964
	2,50	CL			30	28,88	18,85	-	40,85	Muy Rigida	-	142,35	4,909
	3,50	CL			48	52,36	18,85	-	59,70	Dura	-	258,13	8,901
	4,50	CL			51	55,63	21,99	-	78,55	Dura	-	274,27	9,458
AUTOR		ASTM D 2487	NB de estudios geotécnicos	Coduto (2016)	Nº de golpes en campo	Das (2001)	Rahman (2017) / Bowles (1997)	Bowles (1997)	Elaboracion propia	Das, (2015)	Peck et al. (1974)	Nassaji and Kalantari (2011)	Naeini y Moayed (2013) (Behpoor)



4.3.9. 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 número de golpes corregidos, mediante la siguiente fórmula propuesta por Rahman (2017):

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

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 = Número de golpes corregido de cada capa desde la base de la zapata.

Tabla 6. Valores de N_{Design}

PUNTO N°	Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS SUCS - ASTM D 2487	COMPORTAMIENTO	N Desing CORREGIDO	Peso Unitario Humedo (kN/m ³)	Cohesion no drenada Desing (kPa)	Angulo de fricción interna efectivo Desing (°)
1	1,50	CL	NO DRENADO	3	13,51	14,79	-
	2,50	CL		5	14,77	24,65	-
	3,50	ML		3	13,51	14,79	-
	4,50	CL		50	21,99	246,50	-
2	1,50	CL	NO DRENADO	12	16,34	59,16	-
	2,50	CL		30	18,85	147,90	-
	3,50	CL		50	18,85	246,50	-
	4,50	CL		50	21,99	246,50	-

4.3.10. Terzaghi (1942)

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

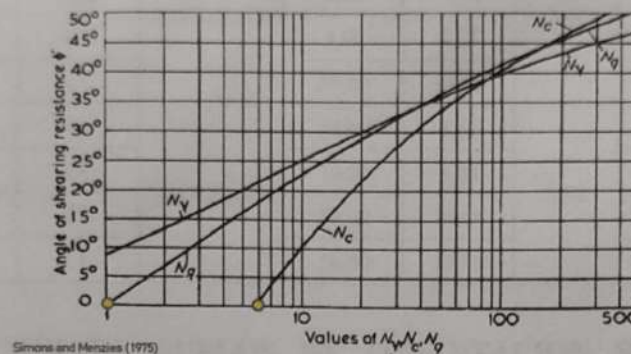
$$q_u = q_c + q_q + q_\gamma$$

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

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

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 los factores de capacidad de carga en el punto de estudio:

Nc	Nq	Ny
5,7	1	0

4.3.11. Capacidad portante ultima y admisible para cargas verticales Terzaghi (1942) y Budhu (2010)

Tabla 7. Valores de Qult y Qadm para zapatas cuadradas

PUNTO N°	Profundidad de Fundación Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desig CORREGIDO	Q ult (kg/cm ²)	FS	Qadm (kg/cm ²)	Qadm Recomendada (kg/cm ²)
		SUCS - ASTM D 2487						
1	1,50	CL	NO DRENADO	3	1,29	3,00	0,43	0,40
	2,50	CL		5	2,16		0,72	0,60
	3,50	ML		3	1,59		0,53	0,40
	4,50	CL		50	18,89		6,30	2,50
2	1,50	CL	NO DRENADO	12	4,62	3,00	1,54	1,40
	2,50	CL		30	11,36		3,79	2,50
	3,50	CL		50	18,88		6,29	2,50
	4,50	CL		50	19,07		6,36	2,50

Tabla 8. Valores de Q_{ult} y Q_{adm} para zapatas continuas

PUNTO N°	Profundidad de Fundacion Df (m)	CLASIF. DE SUELOS	COMPORTAMIENTO	N Desing CORREGIDO	Q_{ult} (kg/cm ²)	FS	Q_{adm} (kg/cm ²)	Q_{adm} Recomendada (kg/cm ²)
		SUCS - ASTM D 2487						
1	0,50	CL	NO DRENADO	3,00	1,04	3,00	0,35	0,30
	1,50	CL		5,00	1,74		0,58	0,40
	2,50	ML		3,00	1,33		0,44	0,35
	3,50	CL		50,00	14,67		4,89	2,50
2	0,50	CL	NO DRENADO	12,00	3,61	3,00	1,20	1,10
	1,50	CL		30,00	8,83		2,94	2,50
	2,50	CL		50,00	14,66		4,89	2,50
	3,50	CL		50,00	14,86		4,95	2,50

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

Se clasifico el suelo realizando un promedio del N.º 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 9. 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 10. 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:

El punto N°1 presenta un Suelo Blando (S4) con velocidades de propagación de onda menor a 180 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} menor a 15 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u menor a 50 kPa.

El punto N°2 presenta un Suelo Rígido (S2) con velocidades de propagación de onda mayor a 370 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} mayor a 50 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor a 100 kPa.

6. DESCRIPCION ESTRATIGRAFICA

El punto N°1 está constituido por un terreno irregular, desde la cota -0,00m hasta -3,50m presenta material de relleno mezclas de arcilla magra con arena, desde -3,50m hasta -4,10m limos arenosos, desde -4,10m hasta el final del estudio presenta arcillas magras con arena.

El punto N°2 está constituido por un terreno regular, desde la cota -0,00m hasta -1,50m presenta material de relleno mezclas de arcilla magra con arena, desde -1,50m hasta el final del estudio presenta arcillas magras con arena.

El estudio alcanza una profundidad de -4,95m en ambos puntos, se considera como cota 0,00m nivel de boca de inicio de sondeo. 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.

7. CONCLUSIONES

- Se logró obtener datos de campo y la extracción de muestras representativas en los puntos, en ambos puntos el sondeo se realizó desde la cota -0,00 m hasta -4,95m, el ensayo SPT se realizó en las cotas -1,50m, -2,50m, -3,50m y -4,50m, se considera

como cota 0,00m nivel de boca de inicio de sondeo. Se desconoce la estratigrafía a mayores profundidades.

- No se encontró presencia de Nivel Freático, se desconoce su variabilidad en el tiempo o la profundidad a la que se presenta.
- Los suelos presentan humedades medias, condiciones blandas en el punto N°1 y muy rígidas en el punto N°2, ver Anexo A, se puede evidenciar que se trata de un corte y relleno en el sector del punto N°1 donde los números de golpes empezaron a mejorar a partir de la cota -4,10m. Los suelos en tendrán un comportamiento No Drenado, con asentamientos a corto plazo.
- El punto N°1 presenta un Suelo Blando (S4) con velocidades de propagación de onda menor a 180 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} menor a 15 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u menor a 50 kPa.
- El punto N°2 presenta un Suelo Rígido (S2) con velocidades de propagación de onda mayor a 370 m/s. Los suelos granulares con ensayos de penetración estándar N_{60} mayor a 50 golpes y suelos cohesivos con resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor a 100 kPa.
- 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} descritas 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, antes de adoptar un valor de Q_{adm} se debe verificar también los asentamientos que pueda llegar a generar el primer estrato de limos arenosos de baja plasticidad.

- Se debe considerar la variabilidad estacional en el año, ya que los parámetros de resistencia de los suelos son susceptibles con los cambios de humedad.

8. 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 realizar un mejoramiento de suelos en el sector del punto N°1 para reducir las secciones e incrementar la capacidad de carga, se debe realizar con materiales tipo capa base con clasificación A-1-a o A-1-b en capas de 15cm en 15cm, el espesor a mejorar para asumir una Df adecuada se determinará mediante el análisis de la teoría de disipación de esfuerzos propuesta por Boussinesq (bulbo de presiones) teniendo en cuenta la carga actuante que llegara a la fundación para asumir una Qadm de diseño adecuada, se debe tener en cuenta que la carga que llegue al estrato ubicado en la cota inferior del mejoramiento no supere los resultados obtenidos en el presente informe, esto reducirá el asentamiento diferencial y mejorara el comportamiento del suelo generando asentamientos a corto o mediano plazo.

En el sector del punto N°2 se recomienda fundar a -2,20m.

Cabe resaltar que se desconocen las cargas de la estructura, solo se mencionan posibles soluciones, el ingeniero estructural deberá definir cuál es la opción técnica y económica más viable.

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, 21 de agosto de 2024.

 
José A. Flores Iriarte
INGENIERO CIVIL
R.N.I. 45.028
TARIJA, SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

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

4.3.13. Módulo de Balasto propuesto por Bowles (1996)

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

Donde:

K_s = Modulo 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 9. Valores de K_s mediante Bowles (1996)

Punto	Profundidad de Fundacion Df (m)	Qadm (kgf/cm2)	FS	S (cm)	K_s (kgf/cm3)
1	1,50	0,40	3,00	2,54	0,47
	2,50	0,60			0,71
	3,50	0,40			0,47
	4,50	2,50			2,95
2	1,50	1,40	3,00	2,54	1,65
	2,50	2,50			2,95
	3,50	2,50			2,95
	4,50	2,50			2,95

ANEXOS

ANEXO B

TRABAJO DE LABORATORIO

 **INGEOSUD**
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

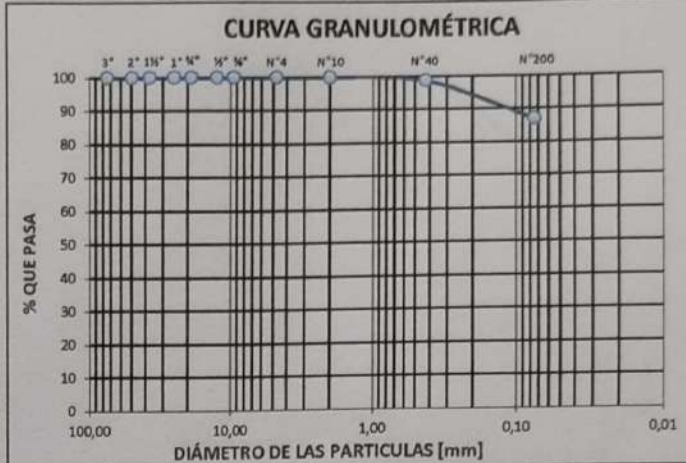
ANEXO A

REGISTRO DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

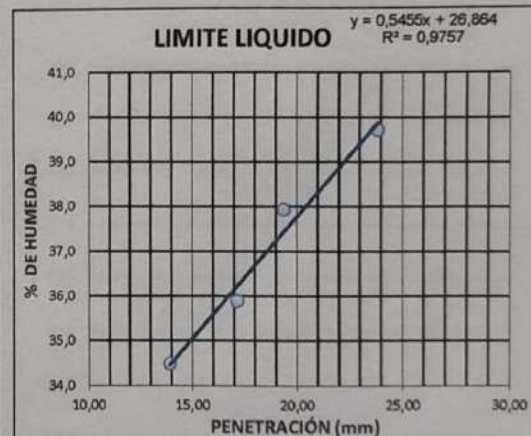
CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-01
		PROF. (m):	1,50

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	0,10	0,10	0,03	99,97
Nº40	0,425	3,58	3,68	1,23	98,77
Nº200	0,075	35,32	39,00	13,00	87,00
BASE		261,00			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	13,92	17,17	19,38	23,83
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	35,58	37,25	43,29	40,56
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	30,24	31,71	36,02	33,71
Peso del agua (gr)	5,34	5,54	7,27	6,85
Peso de la Cápsula (gr)	14,75	16,27	16,85	16,46
Peso de Suelo Seco (gr)	15,49	15,44	19,17	17,25
Porcentaje de Humedad (%)	34,47	35,88	37,92	39,71
Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	37,77 %
Peso de Sh + Cápsula	17,38	18,52	16,41	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	17,10	18,20	16,11	20,72 %
Peso de cápsula	15,79	16,64	14,63	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,31	1,56	1,48	17,05 %
Peso del agua	0,28	0,32	0,30	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	21,37	20,51	20,27	11



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	818,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	703,00
Peso de cápsula (gr)	86,50
Peso de suelo seco (gr)	616,50
Peso del agua (gr)	115,00
Contenido de humedad (%)	18,7

CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA	
OBSERVACIONES	MATERIAL DE RELLENO	

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
INGENIERO CIVIL
R.N.N. 45-026
TARIJA - SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

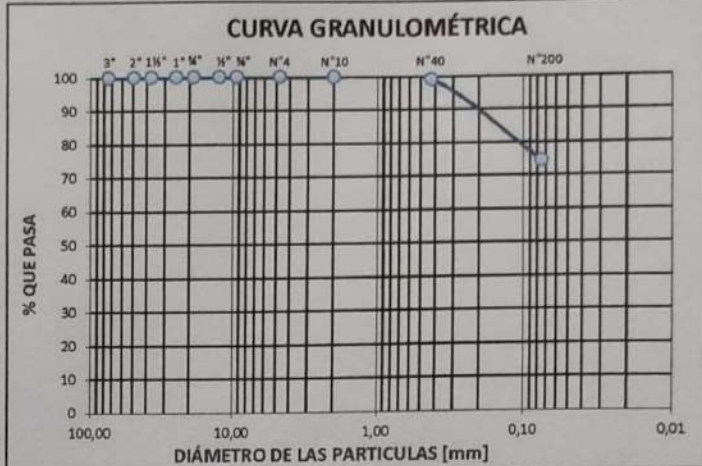
Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

Tarija - Calle 1 esq. Pasaje Salomón
Casal Nº S/N Barrio San Jorge I
Cel.: (591) 65804566

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-02 PROF. (m): 2,50

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	0,12	0,12	0,04	99,96
Nº40	0,425	2,60	2,72	0,91	99,09
Nº200	0,075	74,24	76,96	25,65	74,35
BASE		223,04			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	16,58	19,02	20,75	23,52
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	40,15	44,45	41,38	43,65
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	35,45	38,79	36,41	37,35
Peso del agua (gr)	4,70	5,66	4,97	6,30
Peso de la Cápsula (gr)	15,25	16,13	17,36	14,46
Peso de Suelo Seco (gr)	20,20	22,66	19,05	22,89
Porcentaje de Humedad (%)	23,27	24,98	26,09	27,52
Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	25,49 %
Peso de Sh + Cápsula	21,37	18,65	17,05	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	21,01	18,37	16,81	17,92 %
Peso de cápsula	18,99	16,84	15,45	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	2,02	1,53	1,36	7,56 %
Peso del agua	0,36	0,28	0,24	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	17,82	18,30	17,65	8



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	1051,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	917,50
Peso de cápsula (gr)	86,50
Peso de suelo seco (gr)	831,00
Peso del agua (gr)	133,50
Contenido de humedad (%)	16,1

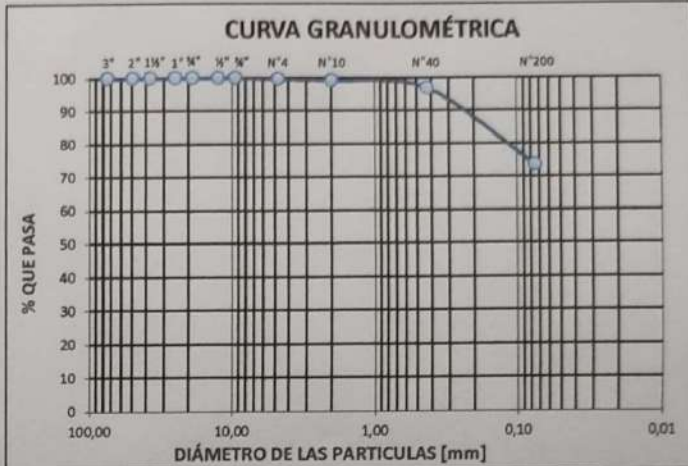
CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA CON ARENA	
OBSERVACIONES	MATERIAL DE RELLENO	

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
INGENIERO CIVIL
R.N.I. 45.026
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-03
		PROF. (m):	3,50

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	0,98	0,98	0,33	99,67
Nº10	2,00	1,46	2,44	0,81	99,19
Nº40	0,425	6,86	9,30	3,10	96,90
Nº200	0,075	70,04	79,34	26,45	73,55
BASE	220,66				



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 (%)				
SIN LÍMITE LÍQUIDO				
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				Indice de plast. (IP)
Peso de suelo seco				0,00 %
Peso del agua				Indice de Grupo (IG)
Contenido de humedad				8
NO PLÁSTICO				



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	779,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	720,50
Peso de cápsula (gr)	80,00
Peso de suelo seco (gr)	640,50
Peso del agua (gr)	58,50
Contenido de humedad (%)	9,1

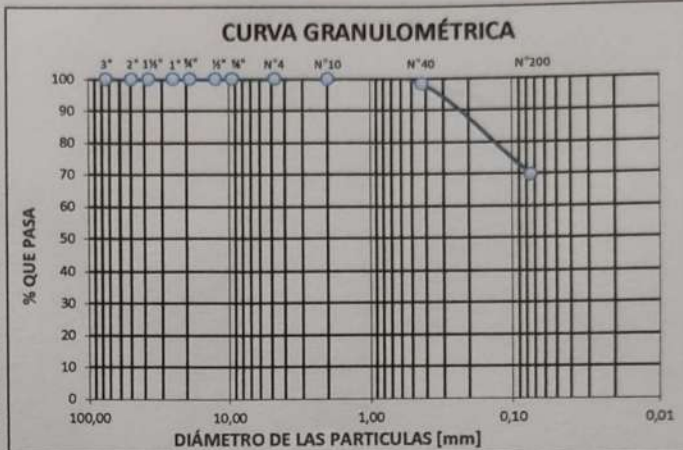
CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	ML
DESCRIPCIÓN	LIMO CON ARENA	
OBSERVACIONES	MATERIAL DE RELLENO	

INGEOSUD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
INGENIERO CIVIL
R.N.I. 45.028
Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-04 PROF. (m): 4,50

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	4,96	4,96	1,65	98,35
Nº200	0,075	85,69	90,65	30,22	69,78
BASE		209,35			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	17,01	19,47	21,49	22,97
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	39,39	42,81	41,09	39,49
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	34,52	37,12	35,66	34,18
Peso del agua (gr)	4,87	5,69	5,43	5,31
Peso de la Cápsula (gr)	14,36	15,15	15,98	16,07
Peso de Suelo Seco (gr)	20,16	21,97	19,68	18,11
Porcentaje de Humedad (%)	24,16	25,90	27,59	29,32
Determinación de Límite Plástico				
Cápsula	1	2	3	
Peso de Sh + Cápsula	19,67	17,79	17,68	Límite Líquido (LL)
Peso de Ss + Cápsula	19,33	17,42	17,25	Límite Plástico (LP)
Peso de cápsula	17,56	15,45	15,03	Indice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,77	1,97	2,22	7,42 %
Peso del agua	0,34	0,37	0,43	Indice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	19,21	18,78	19,37	7



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	842,50
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	784,00
Peso de cápsula (gr)	65,50
Peso de suelo seco (gr)	718,50
Peso del agua (gr)	58,50
Contenido de humedad (%)	8,1

CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA ARENOSA	
OBSERVACIONES		

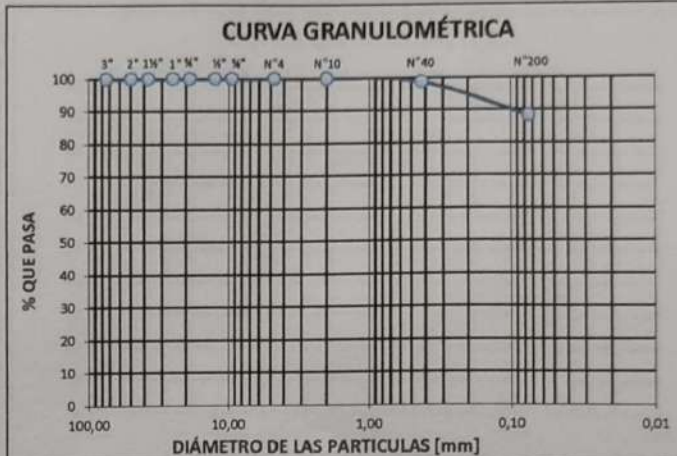
Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

Tarija – Calle 1 esq. Pasaje Salomón
Casal Nº S/N Barrio San Jorge I
Cel.: (591) 65804566

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P2-01
		PROF. (m):	1,50

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	0,18	0,18	0,06	99,94
Nº40	0,425	3,36	3,54	1,18	98,82
Nº200	0,075	31,80	35,34	11,78	88,22
BASE		264,66			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	16,62	18,33	19,95	24,11
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	43,14	40,10	49,41	43,87
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	36,75	33,84	41,18	36,79
Peso del agua (gr)	6,39	6,26	8,23	7,08
Peso de la Cápsula (gr)	15,60	13,76	15,40	15,51
Peso de Suelo Seco (gr)	21,15	20,08	25,78	21,28
Porcentaje de Humedad (%)	30,21	31,18	31,92	33,27

Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	31,74 %
Peso de Sh + Cápsula	18,83	17,74	17,81	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	18,49	17,48	17,53	17,57 %
Peso de cápsula	16,54	15,98	15,97	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,95	1,50	1,56	14,17 %
Peso del agua	0,34	0,26	0,28	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	17,44	17,33	17,95	10

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	813,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	740,00
Peso de cápsula (gr)	85,00
Peso de suelo seco (gr)	655,00
Peso del agua (gr)	73,00
Contenido de humedad (%)	11,1



CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA	
OBSERVACIONES		

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

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P2-02 PROF. (m): 2,50

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	0,22	0,22	0,07	99,93
Nº40	0,425	4,72	4,94	1,65	98,35
Nº200	0,075	21,58	26,52	8,84	91,16
BASE		273,48			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	15,84	17,61	20,13	22,42
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	43,24	46,08	44,14	43,84
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	36,45	38,55	36,62	35,95
Peso del agua (gr)	6,79	7,53	7,52	7,89
Peso de la Cápsula (gr)	16,06	16,44	15,45	14,45
Peso de Suelo Seco (gr)	20,39	22,11	21,17	21,50
Porcentaje de Humedad (%)	33,30	34,06	35,52	36,70
Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	35,42 %
Peso de Sh + Cápsula	19,51	18,22	19,09	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	18,97	17,84	18,75	19,27 %
Peso de cápsula	16,23	15,84	16,97	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	2,74	2,00	1,78	16,15 %
Peso del agua	0,54	0,38	0,34	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	19,71	19,00	19,10	10



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	798,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	726,50
Peso de cápsula (gr)	80,50
Peso de suelo seco (gr)	646,00
Peso del agua (gr)	71,50
Contenido de humedad (%)	11,1

CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA	
OBSERVACIONES		

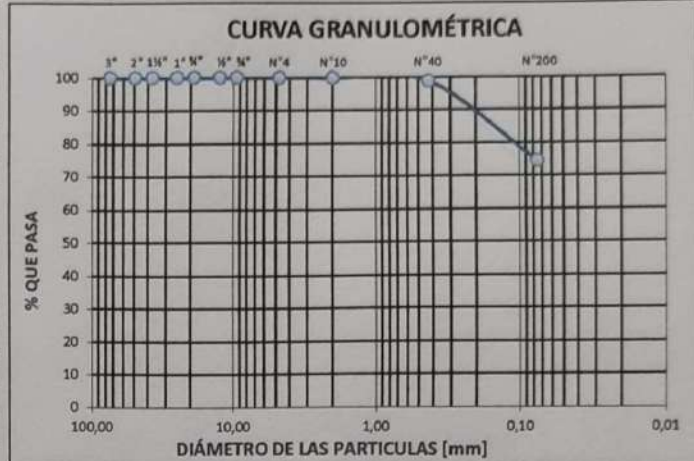
Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

Tarija - Calle 1 esq. Pasaje Salomón
Casal Nº S/N Barrio San Jorge I
Cel.: (591) 65804566

CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

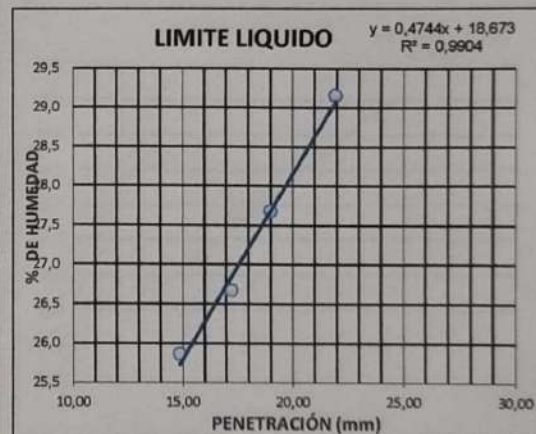
PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P2-03
		PROF. (m):	3,50

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	0,18	0,18	0,06	99,94
Nº10	2,00	0,54	0,72	0,24	99,76
Nº40	0,425	2,86	3,58	1,19	98,81
Nº200	0,075	73,42	77,00	25,67	74,33
BASE		223,00			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	14,87	17,25	19,02	21,94
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	39,86	40,75	43,13	50,51
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	34,66	35,43	37,32	43,63
Peso del agua (gr)	5,20	5,32	5,81	6,88
Peso de la Cápsula (gr)	14,55	15,48	16,33	20,03
Peso de Suelo Seco (gr)	20,11	19,95	20,99	23,60
Porcentaje de Humedad (%)	25,86	26,67	27,68	29,15

Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	28,16 %
Peso de Sh + Cápsula	17,72	18,08	15,69	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	17,41	17,81	15,45	17,69 %
Peso de cápsula	15,68	16,28	14,08	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,73	1,53	1,37	10,47 %
Peso del agua	0,31	0,27	0,24	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	17,92	17,65	17,52	8



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	596,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	557,50
Peso de cápsula (gr)	85,50
Peso de suelo seco (gr)	472,00
Peso del agua (gr)	38,50
Contenido de humedad (%)	8,2

CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA CON ARENA	
OBSERVACIONES		

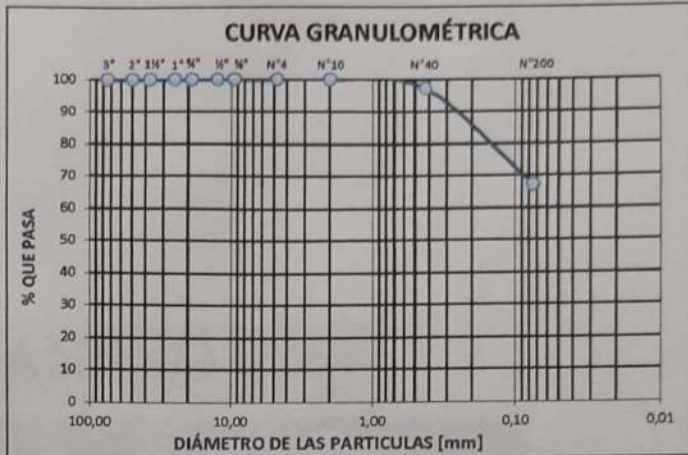
Ing. Jose Alejandro Flores Iriarte
RESPONSABLE LAB. MEC. SUELOS
INGEOSUD

Tarija – Calle 1 esq. Pasaje Salomón
Casal Nº S/N Barrio San Jorge I
Cel.: (591) 65804566

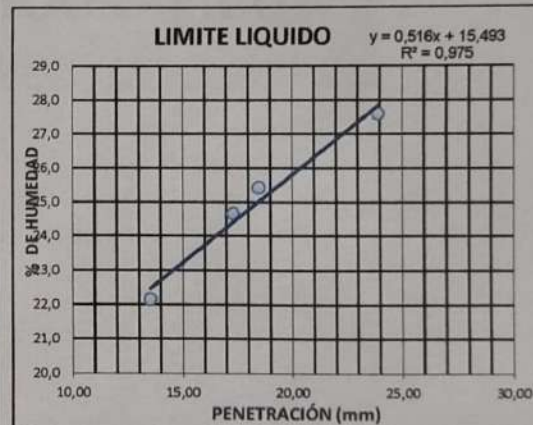
CLASIFICACIÓN DE SUELOS ASTM D 2487 / AASHTO M-145

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ESTACIÓN POLICIAL INTEGRAL (EPI) EN LA COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS PROVINCIA MÉNDEZ DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA	UBICACIÓN:	COMUNIDAD LOMA DE TOMATITAS, PROV. MÉNDEZ
SOLICITANTE:	FERNANDO KEVIN ORDOÑEZ GALLARDO	FECHA:	13/08/2024
LABORATORISTA:	TEC. LAB. LUIS GUTIERREZ	IDENTIFICACIÓN:	P1-04 PROF. (m) 4,50

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	8,16	8,16	2,72	97,28
Nº200	0,075	90,54	98,70	32,90	67,10
BASE		201,30			



LÍMITES DE ATTERBERG (LL, LP, IP) BS 1377-2				
Determinación de Límite Líquido				
Cápsula Nº	1	2	3	4
Penetración (mm)	13,53	17,32	18,49	23,93
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr)	34,45	41,46	37,18	43,39
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr)	30,84	36,49	32,57	37,48
Peso del agua (gr)	3,61	4,97	4,61	5,91
Peso de la Cápsula (gr)	14,53	16,33	14,43	16,05
Peso de Suelo Seco (gr)	16,31	20,16	18,14	21,43
Porcentaje de Humedad (%)	22,13	24,65	25,41	27,58



Determinación de Límite Plástico				Límite Líquido (LL)
Cápsula	1	2	3	25,81 %
Peso de Sh + Cápsula	15,81	16,89	17,93	Límite Plástico (LP)
Peso de Ss + Cápsula	15,54	16,57	17,63	18,56 %
Peso de cápsula	14,11	14,82	16,01	Índice de plast. (IP)
Peso de suelo seco	1,43	1,75	1,62	7,25 %
Peso del agua	0,27	0,32	0,30	Índice de Grupo (IG)
Contenido de humedad	18,88	18,29	18,52	6

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Cápsula Nº	1
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	394,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	372,00
Peso de cápsula (gr)	85,50
Peso de suelo seco (gr)	286,50
Peso del agua (gr)	22,00
Contenido de humedad (%)	7,7

CLASIF. DEL SUELO	SUCS - ASTM D 2487:	CL
DESCRIPCIÓN	ARCILLA MAGRA ARENOSA	
OBSERVACIONES		

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

Tarija – Calle 1 esq. Pasaje Salomón
Casal Nº S/N Barrio San Jorge I
Cel.: (591) 65804566

ANEXO C

REPORTE FOTOGRÁFICO

TRABAJO DE CAMPO



Ensayo S.P.T. PUNTO 1



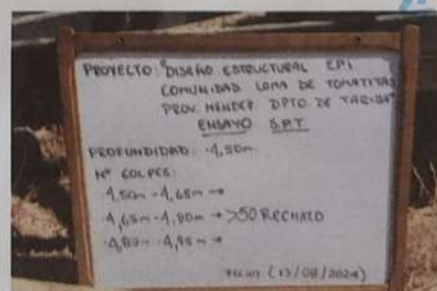
P1-01



P1-02



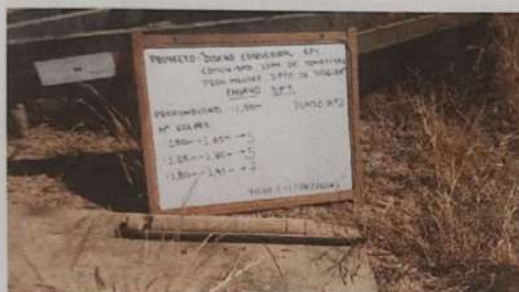
P1-03



P1-04



Ensayo S.P.T. PUNTO 2



P2-01



P2-02



P2-03



P2-04

TRABAJO DE LABORATORIO



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



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 $110 \pm 5^\circ\text{C}$.



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



Preparación de muestras y determinación de Límites Atterberg