

# **INFORME TÉCNICO**

DE : Pedro T. Quelca Tarqui  
**TOPÓGRAFO**

REF. : Informe Técnico Procedimiento Levantamiento  
Topográfico

FECHA: 26 de mayo del 2022

.....

## **INTRODUCCIÓN. -**

A solicitud del Estudiante Universitario Julio Cesar Altamirano García elevó a conocimiento para los efectos correspondientes el presente Informe del levantamiento Topográfico de los ambientes del “Instituto Tecnológico 2 de Agosto Sub Gobernación El Puente”, a fin de contar con información técnica para fines que correspondan.

### **1.- OBJETIVO. -**

El objetivo del levantamiento Topográfico, es para poder determinar las características del área, desniveles del terreno, como la ubicación del mismo, estableciendo los vértices o puntos de manera correcta, para poder implantar obras civiles de carácter social.

### **3.-ZONA DE TRABAJO. -**

La propiedad denominada “Instituto Tecnológico 2 de agosto Sub gobernación El Puente” se encuentra ubicada cerca a la población de Iscayachi del municipio de El Puente de la Provincia Mendez del departamento de Tarija y está ubicada en la zona alta del departamento, limítrofe con la Reserva Biológica de la Cordillera de Sama donde se encuentran las comunidades de Iscayachi, El Molino, San Antonio, Carolina y Pueblo Nuevo a alturas entre 3.300 y 4.050 msnm.

### **4.- DESARROLLO DE TRABAJO. -**

Se constituye como base de Referencia la Estación CM-189, punto de la red geodésica, que se encuentra en la prov. Cercado del Dpto. de Tarija, ciudad del mismo nombre al S E de la ciudad en el Aeropuerto Cap. Ariel Lea Plaza en los jardines que dan al frontis interno de las oficinas de AASANA. El CM-189 está materializada por un disco de bronce de 9 cm de diámetro empotrado

en un bloque de concreto, en el que se halla escrito “GEODÉSICO INTERAMERICANO, SE PROHIBE MOLESTAR, TARIJA, I GM, BOLIVIA, 1995”.

## **5. FECHA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. -**

Se realizó el levantamiento Topográfico en fecha 25 de mayo del 2022.

## **6. CONFORMACION DE LAS BRIGADAS. -**

**Brigada N° 1**, Se conforma para la Mensura del área conformados por 3 personas:

## **7. EQUIPO TOPOGRAFICO Y OTROS. -**

El equipo empleado para el relevamiento de información en campo son los siguientes:

- 2 receptores geodésicos RTK marca KOLIDA
- 1 controlador de RTK.
- 1 estación total más accesorios (prisma, portaprisma, handies).

## **8. EQUIPO DE GABINETE. -**

- 1 computadora.
- 1 impresora EPSON
- Software graficadores: ARCGIS, AUTOCAD CIVIL 3D.

## **9. ESTACIÓN DE REFERENCIA. -**

Para la medición de los ambientes del “Instituto Tecnológico 2 de agosto Sub gobernación El Puente”, se realizó el arrastre de coordenadas del punto Geodésico CM 189 Ubicado en el Aeropuerto de Tarija con los equipos Geodésicos RTK.

Nombre del Punto	CM 188
Latitud	21°32'48.50521" N.
Longitud	64°42'35.87529" W.
Altura Elipsoidal	1899.446 m.
Sistema de Referencia	WGS-84

## **10. METODOLOGÍA DEL TRABAJO. -**

La metodología empleada en este trabajo fue la siguiente:

- Para realizar el levantamiento topográfico se realizó el amojonamiento de 2 puntos de control BM (pintados de color Rojo) generados con los equipos GPS RTK y establecidos dentro de la propiedad denominados con las siguientes coordenadas UTM:

ESTE	NORTE	ALT m.s.n.m.	COD
295536.780	7623013.675	3526.663	BM-1
295576.952	7623077.441	3525.623	BM-2

Estos puntos son enlazados a la Red Geodésica del INRA denominado CM189 Ubicado en el Aeropuerto de Tarija.

- Con estos dos puntos de control BM-1 y BM-2 se inició el levantamiento con Estación Total y RTK posicionándose primeramente en el punto BM-2 para finalmente concluir en el punto BM1 de la cual se realiza la mensura de todos los vértices requeridos dentro del área a emplazarse, tomando en cuenta las infraestructuras ubicadas en el lugar, como los ambientes para aulas y administración, áreas de cultivo, jardineras, caminos de acceso y otros, asimismo se toma en cuenta cada detalle de los mismos y los desniveles existentes.

## **11. DATOS DEL PREDIO MEDIDO. -**

### **UBICACIÓN**

Departamento : Tarija  
 Provincia : Mendez  
 Municipio : El Puente  
 Solicitante : Universitario Julio Cesar Altamirano García  
 Nombre del predio : “Instituto Tecnológico 2 de agosto

### **SUPERFICIE. -**

Superficie del área: 8109.88 ms<sup>2</sup>

SISTEMA DE REFERENCIA WGS 84, ZONA 20 COORDENADS UTM.

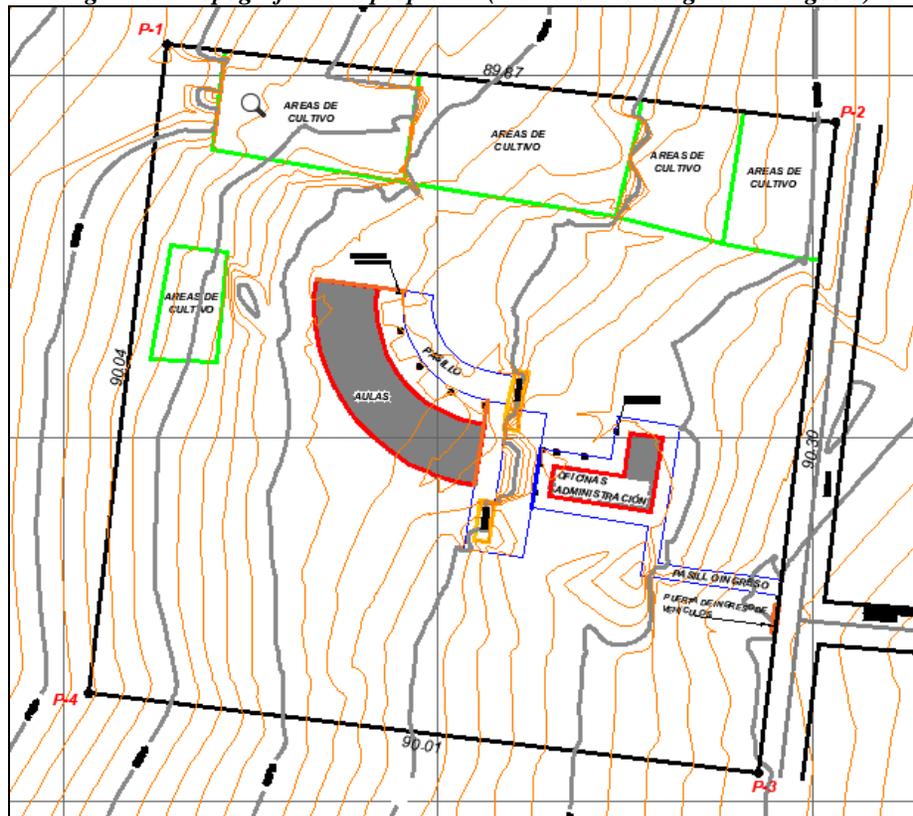
<b>COORDENADAS PERIMETRALES DEL ÁREA</b>		
<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
P-1	295513.873	7623104.221
P-2	295603.102	7623093.478
P-3	295592.745	7623003.779
P-4	295503.411	7623014.786

## 12. PRODUCTOS GENERADOS. -

En cuanto a productos generados se presento lo siguiente:

- Informe Técnico
- Plano predial
- Información magnética, contiene:
- Plano en formato digital AUTOCAD CIVIL 3D.
- Listado de coordenadas UTM. de los vértices.

*Figura 3.2 Topografía de la propiedad (Instituto Tecnológico 2 de Agosto)*



*Fuente: Elaboración propia*

El plano del levantamiento topográfico se ubicará en el tomo de planos

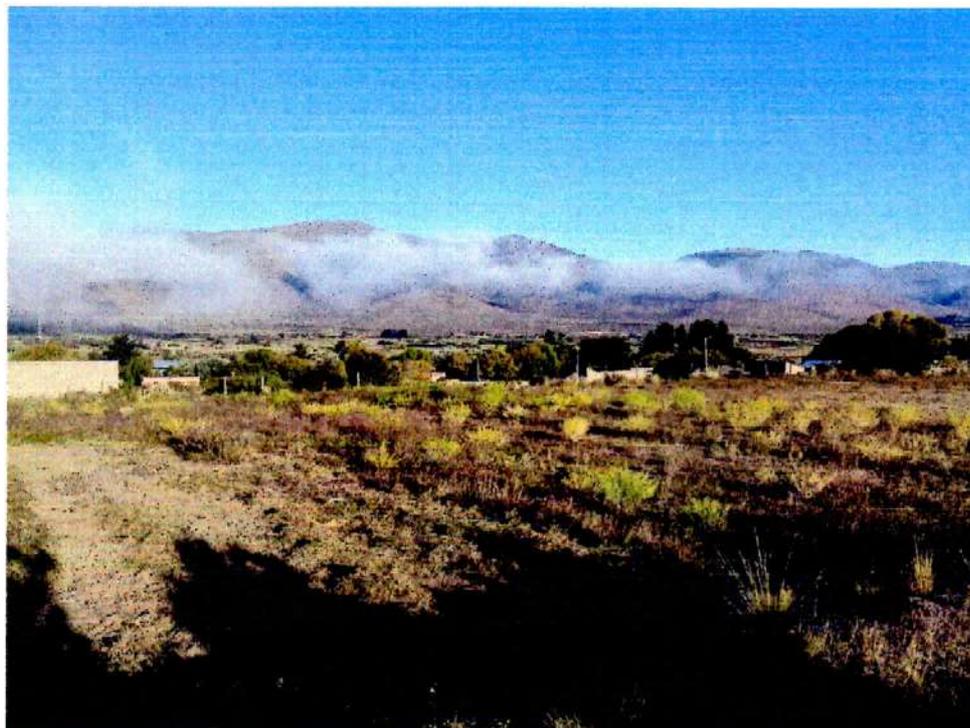
## 13.- CONCLUSIONES. -

El presente trabajo de campo y gabinete, ha sido desarrollado con los equipos geodésicos RTK, ESTACIÓN TOTAL arrojando una superficie de 8109.88 ms<sup>2</sup>., conforme a lo enunciado la actividad realizada será complementaria al proyecto a implementarse en el “Instituto Tecnológico 2 de agosto Sub gobernación El Puente”.

Es cuanto tengo a bien informar para los fines consiguientes.



## **INFORME GEOTECNICO CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES**



**PROYECTO: “DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA  
AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO”**

**PROPIETARIO:  
INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO**

**SOLICITANTE:  
UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA**

**UBICACION:  
COMUNIDAD DE ISCAYACHI  
MUNICIPIO DE EL PUENTE- DPTO. DE TARIJA**

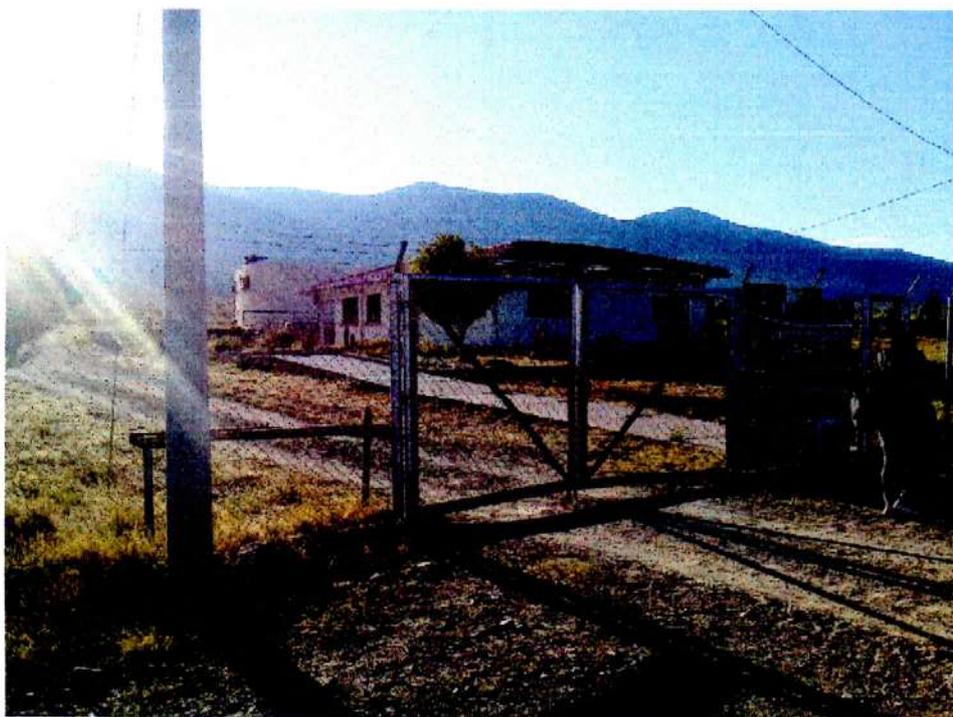
**5 DE ABRIL DE 2022**



### ENSAYOS NORMALIZADO DE CARGA S.P.T.

**1.- ANTECEDENTES.** – El ensayo SPT, se realiza a solicitud del Univ. Julio Cesar Altamirano Garcia a efectuarse en el interior de un terreno de propiedad del Instituto tecnológico 2 de Agosto, y el objeto es determinar las características físicas mecánicas del terreno de fundación, para encarar el diseño de las estructuras de fundación para el Proyecto “DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO”.

**2.- UBICACIÓN.** – El ensayo se realizó en dos excavaciones para el emplazamiento de fundaciones uno en el centro posterior y el segundo cerca el ingreso, del terreno de emplazamiento del nuevo edificio, en la zona Oeste del pueblo de Iscayachi Municipio de El Puente del Departamento de Tarija.



**3.- HIDROGEOLOGIA.** - No se encontró agua subterránea durante el sondeo por lo tanto no hay nivel freático estacional a profundidad de sondeos.



#### **4.- ENSAYO SPT (Standard Penetration Test) ASTM D 1586**

##### **4.1.- OBJETIVO**

Determinar la Compacidad y la Capacidad de Soporte del suelo.

##### **4.2.- PRINCIPIO DEL ENSAYO**

El ensayo S.P.T. (Standard Penetration Test) consiste básicamente en contar el número de golpes (N) que se necesitan para introducir dentro un estrato de suelo, un toma-muestras (cuchara partida) de 30 cm de largo, a diferentes profundidades (generalmente con variación de metro en metro). El toma-muestras es golpeado bajo energía constante, con una maza en caída libre de 140 lb (63,5 kg) y una altura de caída de 30 plg (76,2 cm).

Este ensayo se realiza en depósitos de suelo arenoso y de arcilla blanda; no es recomendable llevarlo a cabo en depósitos de grava, roca o arcilla consolidada, debido a los daños que podría sufrir el equipo de perforación al introducirlo dentro de dichos estratos.

##### **4.3.- EQUIPO**

Pesa de 140 lb con una altura de caída de 30 plg.

Barras y brazos de perforación.

Muestrador o tubo partido con las siguientes dimensiones:

Largo: 50 cm.

Diámetro exterior: 51 mm.

Diámetro interior: 35 mm.

Peso total: 70 N (16 lb).

Trípode de carga.

Llaves stilson para ajuste de roscas

Pala , picota y barreno para limpieza

Tecla de 3 Toneladas de capacidad (extractor)

Fundas de plástico y tarjetas de identificación de muestras

Flexómetro



#### 4.4.- TÉCNICA DEL ENSAYO

De forma general el ensayo se ejecuta de la siguiente manera:

- En primer lugar se realiza un sondeo hasta la profundidad establecida, y a continuación se lleva al fondo de dicha perforación una cuchara normalizada que se hincan 15 cm en la capa a reconocer, a fin de eliminar la zona superficial parcialmente alterada.
- Se hace entonces una señal sobre el varillaje y se cuenta el número de golpes (N) necesarios para hincar de nuevo la cuchara, la profundidad de un pie (30 cm). Como se mencionó anteriormente, la masa que se utiliza para la hincan pesa 140 lb y su altura de caída es 30 plg, lo que corresponde a un trabajo de 0,5 KJ por golpe, aproximadamente.
- Entonces el parámetro medido será:  $N = N1 + N2$ , en donde N1 corresponde a el número de golpes necesarios para hundir el toma-muestras 15 cm y N2 es en número de golpes que se necesita para hundir los 15 cm restantes del toma-muestras.
- Finalmente se abre la cuchara partida y se toma la muestra de su interior, para realizar los ensayos correspondientes (Contenido de Humedad, Granulometría, Límites de Consistencia, Peso Específico).
- Este ensayo se debe realizar máximo hasta los 50 golpes, ya que, después de este límite, introducir el equipo de perforación dentro del estrato puede causar daños al mismo. Cuando tenemos este caso, se dice que existe RECHAZO (roca o suelo muy compacto).

#### 4.5.- CALCULOS

- El valor de N (número de golpes necesarios para hincar un toma-muestras de 30 cm de longitud en un estrato de suelo, una profundidad que generalmente varía de metro en metro) se determina, como se mencionó anteriormente, sumando los valores de  $N1 + N2$ , entonces:

$$N = N1 + N2$$

Dónde:

N1: Número de golpes necesarios para hincar el toma-muestras 15 cm.

N2: Número de golpes necesarios para hincar el toma-muestras otros 15 cm.



## **5.- ACTIVIDADES**

Se realizan los ensayos de S.P.T en cada pozo y, los datos obtenidos se adjuntan en planillas. Trabajo que se desarrolló en 3 fases:

Trabajo de campo, de laboratorio y gabinete.

**5.1.- TRABAJO DE CAMPO.-** Se efectúa inspección ocular y una descripción de los estratos visibles en el pozo excavado, luego procedemos al montaje del equipo para ejecutar el ensayo.

- Ensayo de penetración normal (STP) a nivel del fondo del pozo excavado.
- Toma de muestra para cada ensayo al nivel ejecutado.

**5.2.- TRABAJO DE LABORATORIO.** - Determinación de la humedad natural, Granulometrías, Límite Líquido, Plástico e Índices y clasificación de cada muestra de suelo.

**5.3.- TRABAJO DE GABINETE.** - Los resultados obtenidos en laboratorio y ensayo de campo permiten determinar el tipo de suelo encontrado y calcular la capacidad soporte del suelo.

La relación de número de golpes a diferentes profundidades y el cálculo de las probables fatigas admisibles, han sido obtenidos utilizando tablas de Procedimientos de sondeos de Jesús Puy Huarte. Dr. Ing. en minas y gráficos según B.K Hough "Basic Soil Engineering.

## **6.- INFORME**

Se presentan en hojas adjuntas y un cuadro de resumen de los valores obtenidos a las profundidades de sondeo así mismo las conclusiones y recomendaciones pertinentes.



## CUADROS RESUMEN DEL ENSAYO SPT

### Características de los sondeos material granular SPT y tipos de suelos

Sondeo S.P.T	Profundidad Ensayo (m)	Humedad Natural (%)	Tipo de suelo encontrado (AASHTO) (a profundidad de ensayo)
Pozo 1 - E 1	2,00 - 4,45	9,41	Suelo gravo arenoso sin plasticidad A-1a(0).
Pozo 1 - E2	4,00 - 4,45	11,52	Suelo gravo arenoso sin plasticidad A-1b(0).
Pozo 2 - E 1	2,00 - 4,05	7,03	Suelo gravo arenoso sin plasticidad A-1a(0).
Pozo 2 - E2	3,60 - 4,05	9,37	Suelo gravo arenoso sin plasticidad A-1b(0).

### Capacidad portante del terreno en relación a N del ensayo de penetración Normal

Sondeo	Prof. (m)	N Nro. Golpes	$\sigma_N$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{adm}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Pozo 1 - E 1 (Sector posterior cento) Prof. 2,00 m	2,00 - 2,45	15	2,75	2,40
Pozo 1 - E2 (Sector posterior cento) Prof. 4,00 m	4,00 - 4,45	18	3,00	2,50
Pozo 2 - E 1 (Sector Ingreso derecha) prof. 2,00 m	2,00 - 2,45	11	3,35	2,00
Pozo 2 - E2 (Sector ingreso derecha) prof. 3,60 m	3,60 - 4,05	20	3,25	2,80

## CONCLUSIONES

Se trata de un terreno plano con un estrato superficial orgánico con pastura, color gris claro, seco con densidad suelta, seguido en profundidad por estratos limo arenoso con abundante piedra menuda a manzana angulosas mezcladas con grava y arena sucias, semi húmedas y coloración marron claro rojizo, con densidad media, finalmente a mayor profundidad encontramos un suelo gravo arenoso, de color marron oscuro, humedo con densidad compacta. En consecuencia el suelo de fundación es homogéneo y presenta buena capacidad portante.



**EMPRESA CONSULTORA EOLO S.R.L.**  
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA

## RECOMENDACIONES

Para el diseño de estructuras de fundación con el valor de tensión admisible de :  
2,00 kg/cm<sup>2</sup> a la profundidad de 2,50 m .  
2,50 kg/cm<sup>2</sup> a la profundidad de 4,00 m .

Tarija 5 de Abril de 2022





## **INFORME GEOTECNICO**

### **PLANILLAS DE ENSAYO POZOS 1 Y 2**

**ENSAYO NORMALIZADO DE CARGA "STP"  
CLASIFICACION AASHTO MUESTRA  
LIMITES DE ATTERBERG MUESTRA  
GRANULOMETRIA MUESTRA**



**PROYECTO: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA  
AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO"**

**PROPIETARIO:  
INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO**

**SOLICITANTE:  
UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA**

**UBICACION:  
COMUNIDAD DE ISCAYACHI  
MUNICIPIO DE EL PUENTE- DPTO. DE TARIJA**

**5 DE ABRIL DE 2022**



ENSAYO NORMALIZADO DE CARGA "S.P.T"

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO**

PROPIETARIO : INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 1 PROF. 2,00 Y 4,00 m.
UBICACION : COM. DE ISCAYACHI - MUNICIPIO DE EL PUENTE	FECHA : 1 DE ABRIL DE 2022

DATOS DEL EQUIPO SPT

Altura de penetración : 30,00 cm  
Peso del martillo : 63,50 Kg  
Altura de caída : 73,2 cm

UBICACION .- El pozo #1 se excava al interior del terreno en su sector centro posterior donde se emplaza la ampliacion del Instituto Tecnológico 2 de Agosto en la comunidad de Iscayachi Provincia mendez del departamento de Tarija.

PROFUNDIDAD .- Se excavó con maquinaria a cielo abierto a una profundidad de - 4,00 m. respecto al nivel del terreno natural.



Prof (m)	Hum Nat %	Lim. Aterberg		Granulometrias			Clasificación		No golpes	σ (kg/cm <sup>2</sup> )
		LL	IP	No 10	No 40	No 200	Sigla	Descripcion		
0,00										0,00
0,50										0,50
1,00										1,00
1,50										1,50
2,00	9,41	0,00	0,00	37,74	29,00	13,42	A-1a	De - 0,20 a - 2,50 m. suelo limo arenoso, con abundante piedra angular mezclada con grava y arena, secas, color marron claro rojizo, con densidad media.	15	↓ 2,75
2,50										2,50
3,00										3,00
3,50										3,50
4,00	11,52	0,00	0,00	41,03	37,27	18,77	A-1b	De - 2,50 a - 4,00 m. suelo gravo arenoso, con moderado contenido de finos, humedo color marron oscuro con densidad compacta.	18	↓ 3,00
4,50										4,50
5,00										5,00
5,50										5,50
6,00										6,00

Punto SPT ↓  
Rechazo R  
Nivel freatico No Hay

A prof. de - 2,00 metros, la tension admisible del terreno es de **2,40 kg/cm<sup>2</sup>**.  
A prof. de - 4,00 metros, la tension admisible del terreno es de **2,60 kg/cm<sup>2</sup>**.

Abel A. Fillena Subelza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6979  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



### CLASIFICACION DE SUELOS

#### DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO

PROPIETARIO : INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 1 (SECTOR POSTERIOR) PROF. 2,00
UBICACIÓN : COM. DE ISCAYACHI - MUNICIPIO DE EL PUENTE	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

#### DATOS GENERALES:

Limite Liquido (%) =	0,00
Limite Plastico (%) =	0,00
Indice de Plasticidad (%) =	0,00
(%) que pasa por el Tamiz N°10 =	37,74
(%) que pasa por el Tamiz N°40 =	29,00
(%) que pasa por el Tamiz N°200 =	13,42

#### COEFICIENTES:

(%) pasa Tamiz N°200 - 35, **a** = 0,00

(%) pasa Tamiz N°200 - 15, **b** = 0,00

LL - 40, **c** = 0,00

IP - 10, **d** = 0,00

Indice de Grupo, **IG** = 0

#### CLASIFICACION POR EL SISTEMA AASHTO

MENOS del 35% pasa el Tamiz N°200

La muestra puede ser clasificada como A1, A2, A3

Por Indice de Plasticidad A-1, A-3, A-2-4, A-2-5

Por Limite Liquido A-1, A-3, A-2-4

Por (%) que pasa por Tamiz N°200

Por (%) que pasa por Tamiz N°10

Por (%) que pasa por Tamiz N°40

LA MUESTRA SE CLASIFICA COMO UN SUELO A-1a (0)

#### DESCRIPCION DEL MATERIAL CLASIFICADO:

Fragmentos de piedra, grava y arena

#### OBSERVACIONES:

Suelo gravo arenoso con poco contenido de finos

No presenta plasticidad.

VºBº

Abel A. Villena Subeiza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6973  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO**

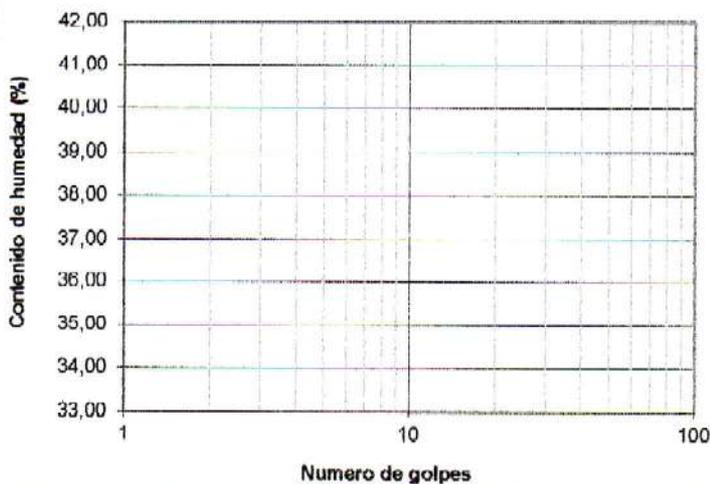
PROPIETARIO : INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 1 (SECTOR POSTERIOR) PROF. 2,0
UBICACIÓN : COM. DE ISCAYACHI - MUNICIPIO DE EL PUENTE	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

Cápsula N°	HUMEDAD NATURAL	
	Muestra	P#1 - M1
Peso cápsula (gr.)		
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)	Profundidad	- 2,00 m.
Peso cápsula + muestra seca (gr.)	Peso hum.	30,80
Peso muestra seca (gr.)	Peso seco	28,15
Peso agua (gr.)	Peso agua	2,65
Contenido de humedad (%)	% Humedad	9,41

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

Cápsula N°			
Numero de golpes			
Peso cápsula (gr.)			
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)			
Peso cápsula + muestra seca (gr.)			
Peso muestra seca (gr.)			
Peso agua (gr.)			
Contenido de humedad (%)			



**CUADRO DE RESULTADOS**

Limite Liquido (%)	0,00
Limite Plastico (%)	0,00
Indice Plastico (%)	0,00

OBSERVACIONES:

Suelo sin plasticidad.

V°B°

Abel A. Villena Subelza  
 INGENIERO CIVIL  
 R.N.I. 6973  
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
**EOLO S.R.L.**



### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS

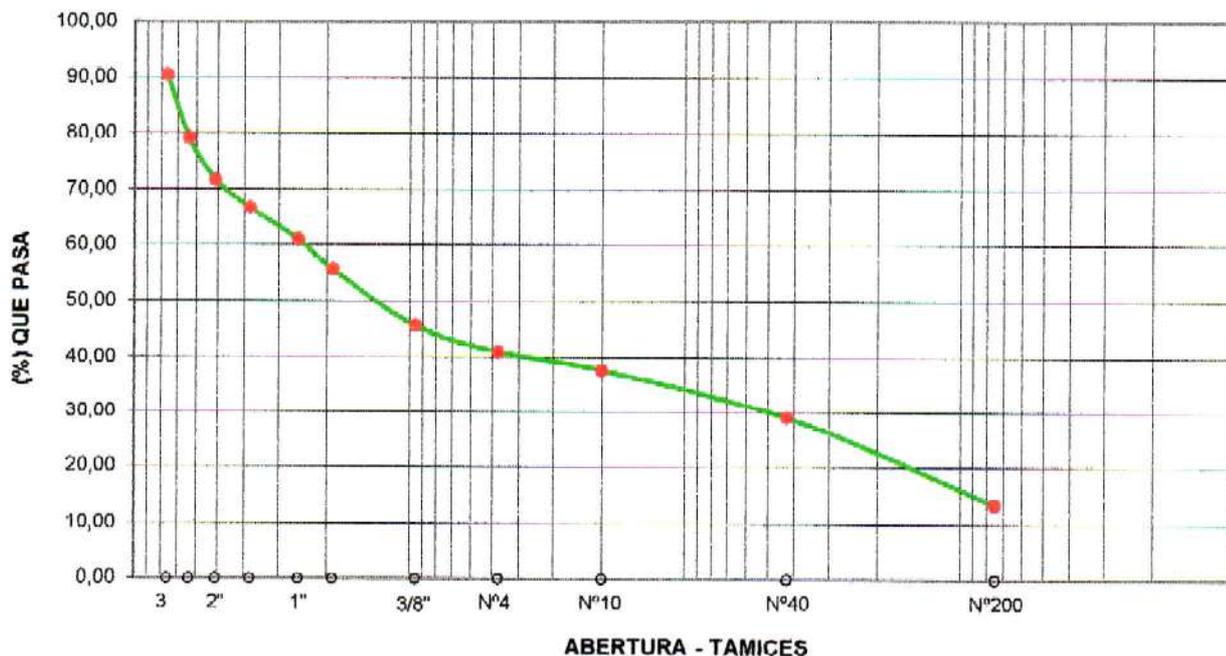
#### DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO

PROPIETARIO : INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 1 (SECTOR POSTERIOR) PROF. 2,00 m.
UBICACION : COM. DE ISCAYACHI - MUNICIPIO DE EL PUENTE	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

Peso total de la muestra tomada: **5000,00 gr.**

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido Acumulado		% que pasa del Total
			(gr.)	(%)	
3"	76,20	478,00	478,00	9,56	90,44
2 1/2"	63,50	567,00	1045,00	20,90	79,10
2"	50,80	371,00	1416,00	28,32	71,68
1 1/2"	38,10	247,00	1663,00	33,26	66,74
1"	25,40	289,00	1952,00	39,04	60,96
3/4"	19,05	265,00	2217,00	44,34	55,66
3/8"	9,53	498,00	2715,00	54,30	45,70
Nº 4	4,75	237,00	2952,00	59,04	40,96
Nº 10	2,000	161,00	3113,00	62,26	37,74
Nº 40	0,425	437,00	3550,00	71,00	29,00
Nº 200	0,075	779,00	4329,00	86,58	13,42

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES:

Gravas %	59,04
Arenas %	27,54
Finos %	13,42
Total	100,00

VºBº

Abel A. Villena Subelza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6979  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



### CLASIFICACION DE SUELOS

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	
PROPIETARIO : INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 1 (SECTOR POSTERIOR) PROF. 4,00
UBICACION : COM. DE ISCAYACHI - MUNICIPIO DE EL PUENTE	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

#### DATOS GENERALES:

Limite Liquido (%) =	0,00
Limite Plastico (%) =	0,00
Indice de Plasticidad (%) =	0,00
(%) que pasa por el Tamiz N°10 =	41,03
(%) que pasa por el Tamiz N°40 =	37,27
(%) que pasa por el Tamiz N°200 =	18,77

#### COEFICIENTES:

(%) pasa Tamiz N°200 - 35, **a** = 0,00  
(%) pasa Tamiz N°200 - 15, **b** = 3,77  
LL - 40, **c** = 0,00  
IP - 10, **d** = 0,00

Indice de Grupo, **IG** = 0

#### CLASIFICACION POR EL SISTEMA AASHTO

MENOS del 35% pasa el Tamiz N°200

La muestra puede ser clasificada como A1, A2, A3

Por Indice de Plasticidad A-1, A-3, A-2-4, A-2-5

Por Limite Liquido A-1, A-3, A-2-4

Por (%) que pasa por Tamiz N°200

Por (%) que pasa por Tamiz N°10

Por (%) que pasa por Tamiz N°40

LA MUESTRA SE CLASIFICA COMO UN SUELO A-1b (0)

#### DESCRIPCION DEL MATERIAL CLASIFICADO:

Fragmentos de piedra, grava y arena

#### OBSERVACIONES:

Suelo gravo arenoso con moderado contenido de finos  
No presenta plasticidad.

VºBº

  
Abel A. Villena Subelza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6979  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

  
CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



### ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

#### DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO

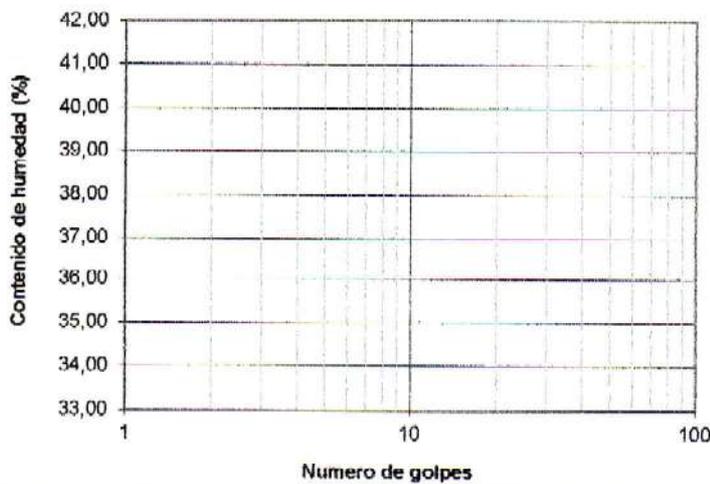
PROPIETARIO : INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 1 (SECTOR POSTERIOR) PROF. 4,0
UBICACIÓN : COM. DE ISCAYACHI - MUNICIPIO DE EL PUENTE	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

#### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	HUMEDAD NATURAL	
	Muestra	P # 1
Peso cápsula (gr.)		
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)	Profundidad	- 4,00 m.
Peso cápsula + muestra seca (gr.)	Peso hum.	30,00
Peso muestra seca (gr.)	Peso seco	26,90
Peso agua (gr.)	Peso agua	3,10
Contenido de humedad (%)	% Humedad	11,52

#### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°				
Numero de golpes				
Peso cápsula (gr.)				
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)				
Peso cápsula + muestra seca (gr.)				
Peso muestra seca (gr.)				
Peso agua (gr.)				
Contenido de humedad (%)				



#### CUADRO DE RESULTADOS

Limite Liquido (%)	0,00
Limite Plastico (%)	0,00
Indice Plastico (%)	0,00

OBSERVACIONES:

Suelo sin plasticidad.

VºBº

Abel A. Viliena Sabelza  
SIB-TJA INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6879  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS

#### DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO

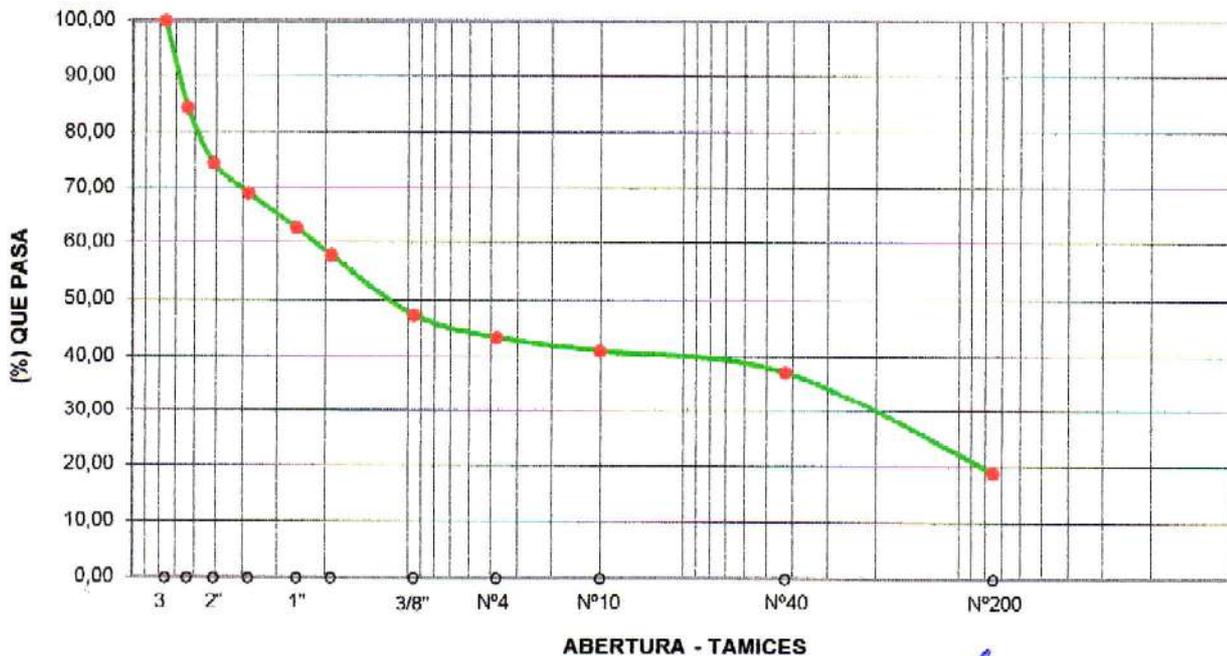
PROPIETARIO : INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO  
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA  
UBICACIÓN : COM. DE ISCAYACHI - MUNICIPIO DE EL PUENTE

LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.  
ENSAYO : POZO 1 (SECTOR POSTERIOR) PROF. 4,00 m.  
FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

Peso total de la muestra tomada: 3000,00 gr.

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido Acumulado		% que pasa del Total
			(gr.)	(%)	
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	469,00	469,00	15,63	84,37
2"	50,80	297,00	766,00	25,53	74,47
1 1/2"	38,10	163,00	929,00	30,97	69,03
1"	25,40	194,00	1123,00	37,43	62,57
3/4"	19,05	146,00	1269,00	42,30	57,70
3/8"	9,53	313,00	1582,00	52,73	47,27
Nº 4	4,75	118,00	1700,00	56,67	43,33
Nº 10	2,000	69,00	1769,00	58,97	41,03
Nº 40	0,425	113,00	1882,00	62,73	37,27
Nº 200	0,075	555,00	2437,00	81,23	18,77

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES:

Gravas % 56,67  
Arenas % 24,57  
Finos % 18,77  
Total 100,00

VºBº

*Abel A. Villarza Subelza*  
INGENIERO CIVIL  
R.N. 16979  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
**EOLO S.R.L.**



ENSAYO NORMALIZADO DE CARGA "S.P.T"

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO

PROPIETARIO : UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 2 (SECTOR INGRESO) PROF. 2,00 Y 4,00 m
UBICACION : TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO (ISCAYACHI)	FECHA : 1 DE ABRIL DE 2022

DATOS DEL EQUIPO SPT

Altura de penetración : 30,00 cm  
Peso del martillo : 63,50 Kg  
Altura de caída : 73,2 cm

UBICACION .- El pozo # 2 se excava al interior del terreno en su sector derecho al ingreso donde se emplaza la ampliacion del Instituto Tecnológico 2 de Agosto en la comunidad de Iscayachi Provincia mendez del departamento de Tarija.

PROFUNDIDAD .- Se excavó a cielo abierto a una prof. de - 3,60 m. respecto al nivel del terreno natural actual.



Prof (m)	Hum Nat %	Lim. Aterberg		Granulometrias			Clasificacion		No golpes	σ (kg/cm <sup>2</sup> )						
		LL	IP	No 10	No 40	No 200	Sigla	Descripcion		0	1	2	3	4	5	
0,00																
0,50																
1,00																
1,50																
2,00	7,03	0,00	0,00	36,78	29,07	14,42	A-1a		11							
2,50																
3,00																
3,60	9,37	0,00	0,00	48,24	38,04	13,63	A-1b		20							
4,00																
4,50																
5,00																
5,50																
6,00																

Abel A. Villena Sabelza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6579  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
EOLO S.R.L.

A prof. de - 2,00 metros, la tension admisible del terreno es de **2,00 kg/cm<sup>2</sup>**.  
A prof. de - 4,00 metros, la tension admisible del terreno es de **2,00 kg/cm<sup>2</sup>**.

Punto SPT ↓  
Rechazo R  
Nivel freatico No Hay



### CLASIFICACION DE SUELOS

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	
PROPIETARIO : UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO (SECTOR INGRESO) PROF. 2,00 m,
UBICACIÓN : TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO (ISCAYACHI)	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

#### DATOS GENERALES:

Limite Liquido (%) =	0,00
Limite Plastico (%) =	0,00
Indice de Plasticidad (%) =	0,00
(%) que pasa por el Tamiz N°10 =	36,78
(%) que pasa por el Tamiz N°40 =	29,07
(%) que pasa por el Tamiz N°200 =	14,42

#### COEFICIENTES:

(%) pasa Tamiz N°200 - 35, **a** = 0,00

(%) pasa Tamiz N°200 - 15, **b** = 0,00

LL - 40, **c** = 0,00

IP - 10, **d** = 0,00

Indice de Grupo, **IG** = 0

#### CLASIFICACION POR EL SISTEMA AASHTO

MENOS del 35% pasa el Tamiz N°200

La muestra puede ser clasificada como A1, A2, A3

Por Indice de Plasticidad A-1, A-3, A-2-4, A-2-5

Por Limite Liquido A-1, A-3, A-2-4

Por (%) que pasa por Tamiz N°200

Por (%) que pasa por Tamiz N°10

Por (%) que pasa por Tamiz N°40

LA MUESTRA SE CLASIFICA COMO UN SUELO A-1a (0)

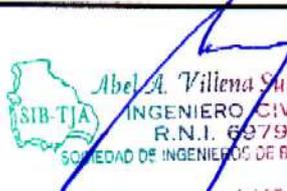
#### DESCRIPCION DEL MATERIAL CLASIFICADO:

Fragmentos de piedra,grava y arena.

#### OBSERVACIONES:

Suelo gravo arenoso con moderado contenido de fino  
No presenta plasticidad.

VºBº

  
Abel A. Villena Subelza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6979  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

  
CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

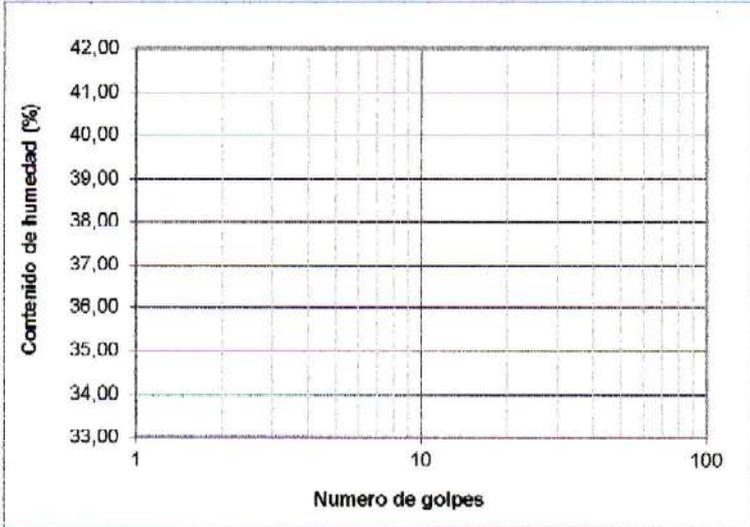
<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO</b>	
PROPIETARIO : UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 2 (SECTOR INGRESO) PROF. 2,00 m
UBICACIÓN : TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO (ISCAYACHI)	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**

Cápsula N°	HUMEDAD NATURAL	
	Muestra	P#2- M1
Peso cápsula (gr.)		Profundidad - 2,00 m.
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)		Peso hum. 30,00
Peso cápsula + muestra seca (gr.)	NO PRESENTA	Peso seco 28,03
Peso muestra seca (gr.)		Peso agua 1,97
Peso agua (gr.)		% Humedad 7,03
Contenido de humedad (%)		

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO**

Cápsula N°				
Numero de golpes				
Peso cápsula (gr.)				
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)	NO PRESENTA			
Peso cápsula + muestra seca (gr.)				
Peso muestra seca (gr.)				
Peso agua (gr.)				
Contenido de humedad (%)				



<b>CUADRO DE RESULTADOS</b>	
Limite Liquido (%)	0,00
Limite Plastico (%)	0,00
Indice Plastico (%)	0,00

OBSERVACIONES:  
  
Suelo sin plasticidad.

VºBº

*Abel A. Villena Sabelza*  
 SIB-TJA INGENIERO CIVIL  
 R.N.I. 6479  
 SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

**CONSULTORA**  
**EOLO S.R.L.**



### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS

#### DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO

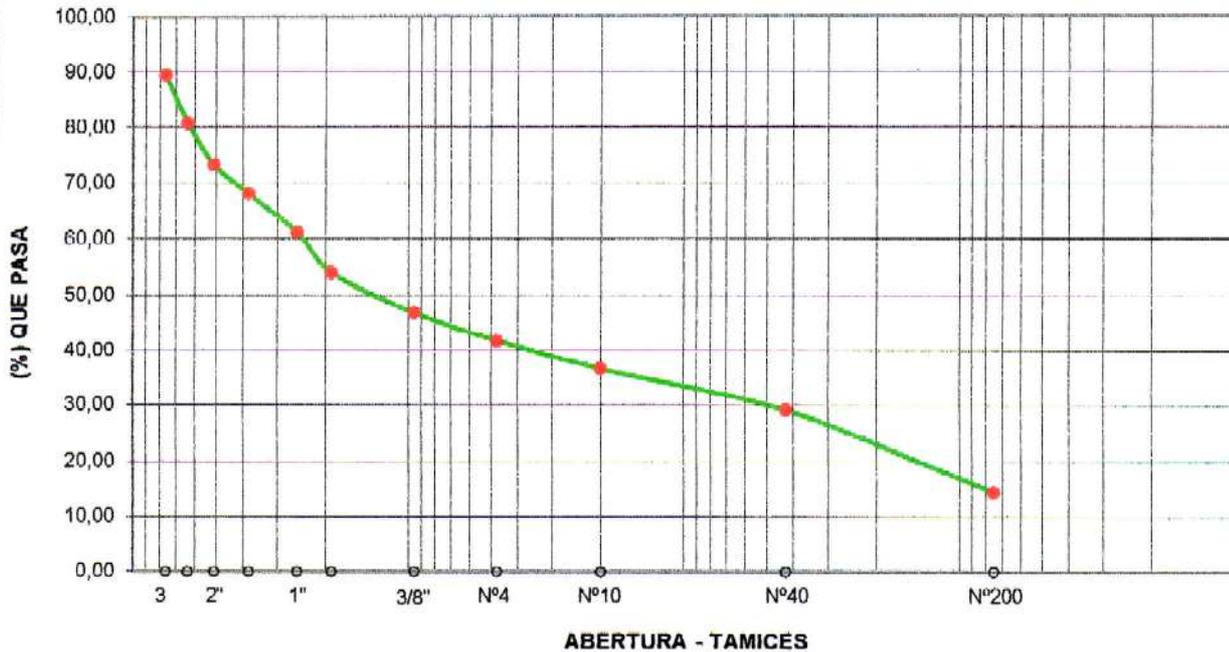
PROPIETARIO : UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO  
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA  
UBICACIÓN : TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO (ISCAYACHI)

LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.  
ENSAYO : POZO 2 (SECTOR INGRESO) PROF. 2,00 m,  
FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

Peso total de la muestra tomada: 4500,00 gr.

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido Acumulado		% que pasa del Total
			(gr.)	(%)	
3"	76,20	475,00	475,00	10,56	89,44
2 1/2"	63,50	389,00	864,00	19,20	80,80
2"	50,80	341,00	1205,00	26,78	73,22
1 1/2"	38,10	232,00	1437,00	31,93	68,07
1"	25,40	307,00	1744,00	38,76	61,24
3/4"	19,05	324,00	2068,00	45,96	54,04
3/8"	9,53	324,00	2392,00	53,16	46,84
Nº 4	4,75	231,00	2623,00	58,29	41,71
Nº 10	2,000	222,00	2845,00	63,22	36,78
Nº 40	0,425	347,00	3192,00	70,93	29,07
Nº 200	0,075	659,00	3851,00	85,58	14,42

#### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES:

Gravas % 58,29  
Arenas % 27,29  
Finos % 14,42  
Total 100,00

VºBº

Abel A. Villena Subelza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6979  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



### CLASIFICACION DE SUELOS

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO	
PROPIETARIO : UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 2 (SECTOR INRESO ) PROF. 3,60 m.
UBICACIÓN : TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO (ISCAYACHI)	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

#### DATOS GENERALES:

Limite Liquido (%) =	0,00
Limite Plastico (%) =	0,00
Indice de Plasticidad (%) =	0,00
(%) que pasa por el Tamiz N°10 =	48,24
(%) que pasa por el Tamiz N°40 =	38,04
(%) que pasa por el Tamiz N°200 =	13,63

#### COEFICIENTES:

(%) pasa Tamiz N°200 - 35, **a** = 0,00  
(%) pasa Tamiz N°200 - 15, **b** = 0,00  
LL - 40, **c** = 0,00  
IP - 10, **d** = 0,00

Indice de Grupo, **IG** = 0

#### CLASIFICACION POR EL SISTEMA AASHTO

MENOS del 35% pasa el Tamiz N°200

La muestra puede ser clasificada como A1, A2, A3

Por Indice de Plasticidad A-1, A-3, A-2-4, A-2-5

Por Limite Liquido A-1, A-3, A-2-4

Por (%) que pasa por Tamiz N°200

Por (%) que pasa por Tamiz N°10

Por (%) que pasa por Tamiz N°40

**LA MUESTRA SE CLASIFICA COMO UN SUELO A-1b (0)**

#### DESCRIPCION DEL MATERIAL CLASIFICADO:

Fragmentos de piedra,grava y arena.

#### OBSERVACIONES:

Suelo gravo arenoso con moderado contenido de fino  
No presenta plasticidad.

VºBº

Abel A. Villena Sabelza  
INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6979  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA  
CONSULTORA  
EOLO S.R.L.



### ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

#### DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA AMPLIACION INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO

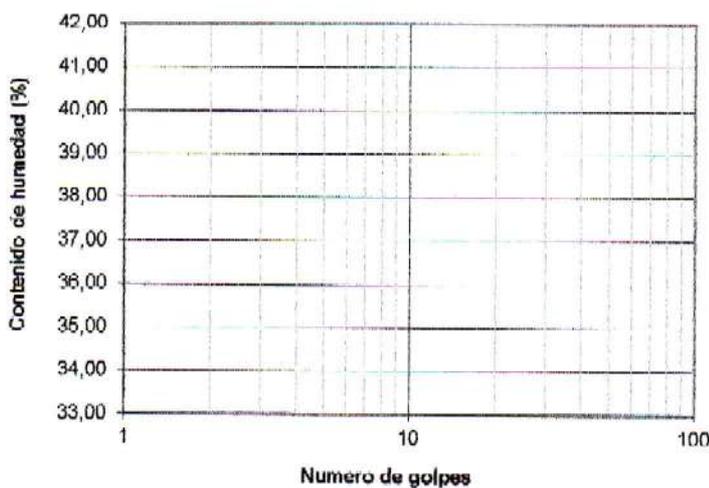
PROPIETARIO : UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO	LABORATORISTA : ENSER MARTINES A.
SOLICITANTE : UNIV. JULIO CESAR ALTAMIRANO GARCIA	ENSAYO : POZO 2 (SECTOR INGRESO) PROF. 3,60 m
UBICACIÓN : TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO (ISCAYACHI)	FECHA : 4 DE ABRIL DE 2022

#### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	HUMEDAD NATURAL	
	Muestra	P#2 - 2
Peso cápsula (gr.)		
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)		
Peso cápsula + muestra seca (gr.)		
Peso muestra seca (gr.)		
Peso agua (gr.)		
Contenido de humedad (%)		
	Profundidad	- 3,60 m.
	Peso hum.	30,00
	Peso seco	27,43
	Peso agua	2,57
	% Humedad	9,37

#### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°					
Numero de golpes					
Peso cápsula (gr.)					
Peso cápsula + muestra húmeda (gr.)					
Peso cápsula + muestra seca (gr.)					
Peso muestra seca (gr.)					
Peso agua (gr.)					
Contenido de humedad (%)					



#### CUADRO DE RESULTADOS

Limite Liquido (%)	0,00
Limite Plastico (%)	0,00
Indice Plastico (%)	0,00

OBSERVACIONES:

Suelo sin plasticidad.

VºBº

Abel E. Villena Subelza  
SIB-TJA INGENIERO CIVIL  
R.N.I. 6879  
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

CONSULTORA  
EOLO S.R.L.

## VALIDACIÓN PARA EL ESTUDIO DE SUELOS

### 1. Contenido de Humedad

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Pozo N°1	Unidad	Muestra N°1	Muestra N°2
Profundidad	m.	-2,00	-4,00
Peso húmedo	gr.	30,80	30,00
Peso seco	gr.	28,15	26,90
peso de agua	gr.	2,65	3,10
% de humedad	%	9,41	11,52

Pozo N°2	Unidad	Muestra N°1	Muestra N°2
Profundidad	m.	-2,00	-4,00
Peso húmedo	gr.	30,00	30,00
Peso seco	gr.	28,03	27,43
peso de agua	gr.	1,97	2,57
% de humedad	%	7,03	9,37

### 2. Consistencia

Pozo N°1	Unidad	Muestra N°1	Muestra N°2
Profundidad	m.	-2,00	-4,00
Límite líquido	-	0,00	0,00
Límite plástico	-	0,00	0,00
Índice de plasticidad	-	0,00	0,00

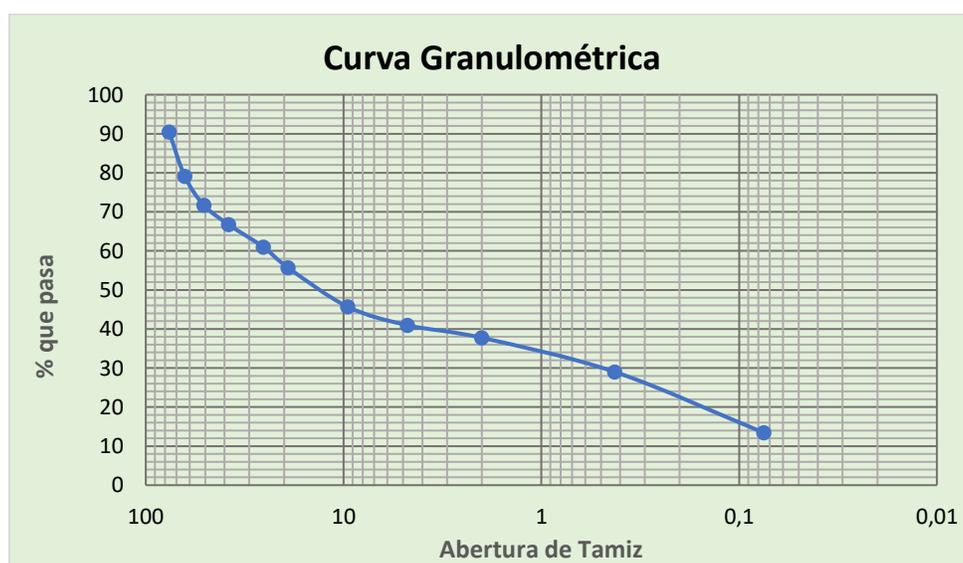
Pozo N° 2	Unidad	Muestra N°1	Muestra N°2
Profundidad	m.	-2,00	3,60
Límite líquido	-	0,00	0,00
Límite plástico	-	0,00	0,00
Índice de plasticidad	-	0,00	0,00

Como se observa en las tablas ningún extracto presento consistencias.

### 3. Análisis Granulométrico

Pozo N°1	Muestra N°1	Unidad
Profundidad	-2,00	m.
Peso Total	5000.00	gr.

Peso total de la muestra tomada 5000 gr						
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret.	% que pasa del Total	
3"	76,2	478	478	9,56	90,44	
2 1/2"	63,5	567	1045	20,9	79,1	
2"	50,8	371	1416	28,32	71,68	
1 1/2"	38,1	247	1663	33,26	66,74	
1"	25,4	289	1952	39,04	60,96	
3/4"	19,05	265	2217	44,34	55,66	
3/8"	9,53	498	2715	54,3	45,7	
Nro. 4	4,75	237	2952	59,04	40,96	
Nro. 10	2	161	3113	62,26	37,74	
Nro. 40	0,425	437	3550	71	29	
Nro. 200	0,075	779	4329	86,58	13,42	

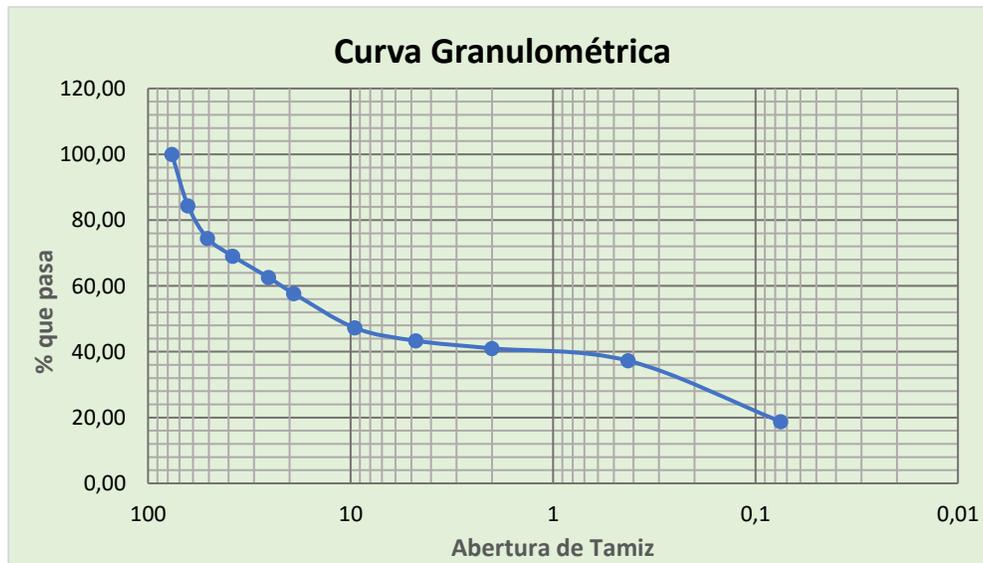


#### Observaciones

% Gravas	59,04
% Arenas	27,54
% Finos	13,42

Pozo N°1	Muestra N°2	Unidad
Profundidad	-4,00	m.
Peso Total	3000,00	gr.

Peso total de la muestra tomada 3000 gr					
Tamices	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. Acum (gr)	% Ret.	% que pasa del Total
3"	76,2	0	0	0,00	100,00
2 1/2"	63,5	469	469	15,63	84,37
2"	50,8	297	766	25,53	74,47
1 1/2"	38,1	163	929	30,97	69,03
1"	25,4	194	1123	37,43	62,57
3/4"	19,05	146	1269	42,30	57,70
3/8"	9,53	313	1582	52,73	47,27
Nro 4	4,75	118	1700	56,67	43,33
Nro 10	2	69	1769	58,97	41,03
Nro 40	0,425	113	1882	62,73	37,27
Nro 200	0,075	555	2437	81,23	18,77

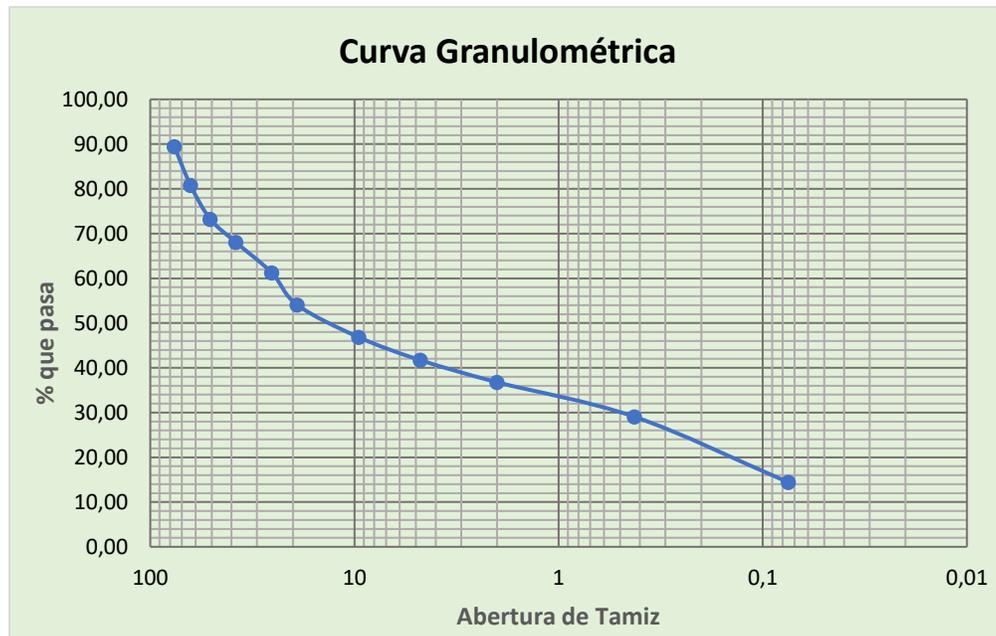


### Observaciones

% Gravas            56,67  
 % Arenas            24,57  
 % Finos              18,77

Pozo N°2	Muestra N°1	Unidad
Profundidad	-2,00	m.
Peso total	4500,00	gr.

Peso total de la muestra tomada 4500 gr						
Tamices	Tamaño (mm)	Peso (gr)	Ret.	Ret. Acum (gr)	% Ret.	% que pasa del Total
3"	76,2	475		475	10,56	89,44
2 1/2"	63,5	389		864	19,20	80,80
2"	50,8	341		1205	26,78	73,22
1 1/2"	38,1	232		1437	31,93	68,07
1"	25,4	307		1744	38,76	61,24
3/4"	19,05	324		2068	45,96	54,04
3/8"	9,53	324		2392	53,16	46,84
Nro 4	4,75	231		2623	58,29	41,71
Nro 10	2	222		2845	63,22	36,78
Nro 40	0,425	347		3192	70,93	29,07
Nro 200	0,075	659		3851	85,58	14,42

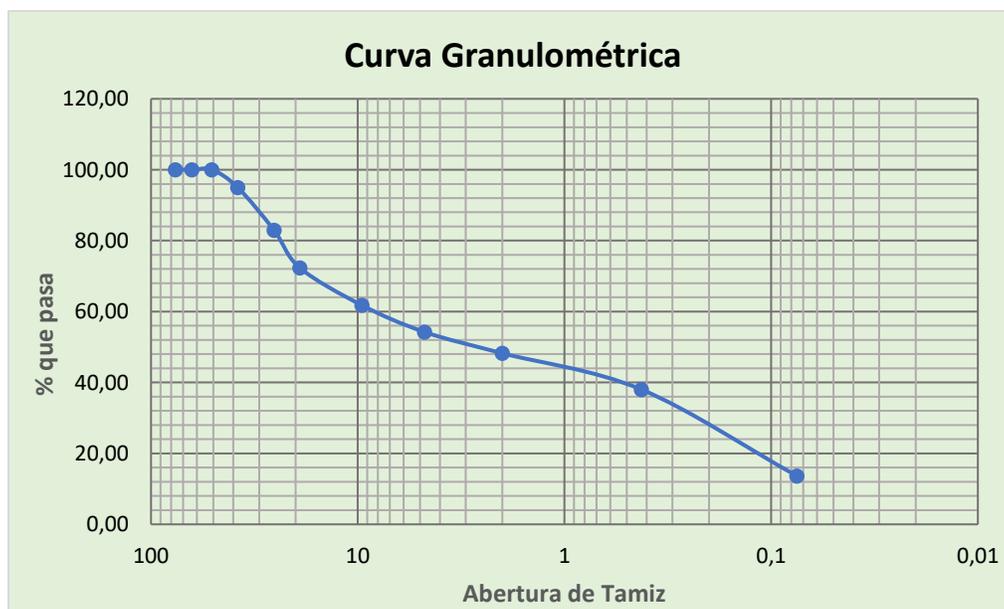


#### Observaciones

% Gravas	58,29
% Arenas	27,29
% Finos	14,42

<b>Pozo N°2</b>	<b>Muestra N°2</b>	<b>Unidad</b>
Profundidad	-3,60	m.
Peso total	2450,00	gr.

<b>Peso total de la muestra tomada 2450 gr</b>					
<b>Tamices</b>	<b>Tamaño (mm)</b>	<b>Peso Ret. (gr)</b>	<b>Ret. Acum (gr)</b>	<b>% Ret.</b>	<b>% que pasa del Total</b>
3"	76,2	0	0	0,00	100,00
2 1/2"	63,5	0	0	0,00	100,00
2"	50,8	0	0	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	122	122	4,98	95,02
1"	25,4	296	418	17,06	82,94
3/4"	19,05	260	678	27,67	72,33
3/8"	9,53	259	937	38,24	61,76
Nro 4	4,75	184	1121	45,76	54,24
Nro 10	2	147	1268	51,76	48,24
Nro 40	0,425	250	1518	61,96	38,04
Nro 200	0,075	598	2116	86,37	13,63



#### **Observaciones**

% Gravas	45,76
% Arenas	40,61
% Finos	13,63

#### 4. Clasificación de Suelos

Pozo N°1	Muestra N°1	Unidad
Profundidad	-2,00	m.

#### Índice de grupo

$$IG = 0,2 * a + 0,005 * a * c + 0,01 * b * d$$

$$a = 0$$

$$b = 0$$

$$c = 0$$

$$d = 0$$

Datos Generales	
LL %	0,00
LP %	0,00
IP %	0,00
% que pasa el tamiz Nro.10	37,74
% que pasa el tamiz Nro.40	29,00
% que pasa el tamiz Nro.200	13,42
<b>Índice de Grupo</b>	<b>0,00</b>

Observaciones:	
Gravas %	59,04
Arenas %	27,54
Finos %	13,42
Total %	100

#### Clasificación AASTHO

**A - 1a**

Es un suelo bien graduado compuesta por piedra grava y arena y poco o casi nada de material fino predomina la piedra y grava casi no tiene ligante.

#### Clasificación SUCS

**GM**

suelo gravoso con presencia relevante de limo inorgánico o arena fina. Contienen plasticidad baja.

Pozo N°1	Muestra N°2	Unidad
Profundidad	-4,00	m.

#### Índice de grupo

$$IG = 0,2 * a + 0,005 * a * c + 0,01 * b * d$$

$$a = 0$$

$$b = 3,77$$

$$c = 0$$

$$d = 0$$

Datos Generales	
LL %	0,00
LP %	0,00
IP %	0,00
% que pasa el tamiz Nro.10	41,03
% que pasa el tamiz Nro.40	37,27
% que pasa el tamiz Nro.200	18,77
<b>Índice de Grupo</b>	<b>0,00</b>

Observaciones:	
Gravas %	56,67
Arenas %	24,57
Finos %	18,77
Total %	100

#### Clasificación AASTHO

**A - 1b**

Es un suelo bien graduado compuesta por piedra grava y arena y poco o casi nada de material fino predomina las arenas gruesas, casi no tiene ligante.

#### Clasificación SUCS

**GM**

suelo gravoso con presencia relevante de limo inorgánico o arena fina. Contienen plasticidad baja.

Pozo N°2	Muestra N°1	Unidad
Profundidad	-2,00	m.

### Índice de grupo

$$IG = 0,2 * a + 0,005 * a * c + 0,01 * b * d$$

a =	0
b =	0
c =	0
d =	0

Datos Generales	
LL %	0,00
LP %	0,00
IP %	0,00
% que pasa el tamiz Nro.10	36,78
% que pasa el tamiz Nro.40	29,07
% que pasa el tamiz Nro.200	14,42
<b>Índice de Grupo</b>	<b>0,00</b>

Observaciones:	
Gravas %	58,29
Arenas %	27,29
Finos %	14,42
Total %	100

### Clasificación AASTHO

**A - 1a**

Es un suelo bien graduado compuesta por piedra grava y arena y poco o casi nada de material fino predomina la piedra y grava casi no tiene ligante.

### Clasificación SUCS

**GM**

suelo gravoso con presencia relevante de limo inorgánico o arena fina. Contienen plasticidad baja.

Pozo N°2	Muestra N°1	Unidad
Profundidad	-2,00	m.

### Índice de grupo

$$IG = 0,2 * a + 0,005 * a * c + 0,01 * b * d$$

a =	0
b =	0
c =	0
d =	0

DATOS GENERALES	
LL %	0,00
LP %	0,00
IP %	0,00
% que pasa el tamiz Nro.10	48,24
% que pasa el tamiz Nro.40	38,04
% que pasa el tamiz Nro.200	13,63
<b>Índice de Grupo</b>	<b>0,00</b>

Observaciones:	
Gravas %	45,76
Arenas %	40,61
Finos %	13,63
Total %	100

### Clasificación AASTHO

**A - 1b**

Es un suelo bien graduado compuesta por piedra grava y arena y poco o casi nada de material fino predomina las arenas gruesas, casi no tiene ligante.

### Clasificación SUCS

**GM**

suelo gravoso con presencia relevante de limo inorgánico o arena fina. Contienen plasticidad baja.

## 5. Peso Específico

Como no se cuenta con el valor del peso específico del suelo y ya que este parámetro es muy importante para la obtención de la capacidad de carga, se determinará dicho valor mediante correlaciones con el número de penetración estándar SPT.

### Corrección del Número de Penetración Estándar SPT $N'_{70}$ , Según Bowles (1997)

$$N'_{70} = CN * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

Donde:

CN: factor de ajuste para la presión de sobre carga efectiva.

N: número de golpes medido en campo.

$\eta_i$ : factores de ajuste según la Tabla 3-3, Bowles (1997)

$$CN = \left( \frac{95,76}{P'_{10}} \right)^{1/2} = \quad (\text{Liao y Whitman 1986})$$

### Factores de Ajuste $\eta_i$

$E_r = 45$  Argentina, país más cercano a nuestro contexto

$$\eta_1 = \frac{E_r}{70} = 0.64$$

$\eta_2 = 0.75$  para una profundidad de 0 – 4 m

$\eta_3 = 1$  muestreador estándar sin forro

$\eta_4 = 1$  diámetro del muestreador entre 60-120 mm

### Cálculo de $N'_{70}$

$$N'_{70} = CN * N * \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4$$

Descrip.	hf (m)	N golpes	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$P'_{10}$ (kN/m <sup>3</sup> )	CN	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_3$	$\eta_4$	$N'_{70}$
Pozo N°1	2	15	18	36	1,63	0,643	0,75	1	1	12
	4	18	18	72	1,15	0,643	0,75	1	1	11
Pozo N°2	2	11	18	36	1,63	0,643	0,75	1	1	9
	3,6	20	18	64,8	1,22	0,643	0,75	1	1	12

Para determinar la corrección del  $N'_{70}$ , se asumirá un valor para el peso específico

## Determinación del Peso Específico del Suelo Mediante Correlaciones del SPT Según Bowles (1997).

Para su determinación se realizará un proceso de iteración, dando como resultado la siguiente tabla:

Descrip.	hf (m)	N de golpes	N'70	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )
Pozo N°1	-2	15	12	17,4	17,3
	-4	18	11	17,2	
Pozo N°2	-2	11	9	18	17,7
	-3,6	20	12	17,4	

### 6. Capacidad de Carga Según la Teoría de Terzaghi

Se realizará el cálculo la capacidad de carga a detalle para la situación más desfavorable, esta será cuando la zapata presente una menor profundidad de desplante, estos casos se deben a los desniveles existentes en un proyecto de un ambiente a otro. Posteriormente se presentará un resumen de las capacidades de carga para los diferentes puntos en donde se realizaron los ensayos del SPT.

Datos:

$$\gamma_s = 17.3 \text{ kN/m}^3, \text{ peso específico del suelo}$$

$$Df = 1.00 \text{ m}, \text{ profundidad de desplante}$$

$$N = 15 \text{ golpes}, \text{ numero de penetración estándar medido en campo}$$

$$c' = 0 \text{ kN/m}^2, \text{ cohesión del suelo}$$

$$B = 0.7 \text{ m}, \text{ dimensión de la zapata}$$

Suelo gravoso con presencia relevante de limo o arcilla “GM”

### Corrección del Número de Penetración Estándar $N_{60}$

Coefficientes de variación  $\eta$ :

$$\eta_H = 45 \text{ para el país de Argentina, ya que es el más cercano a nuestro contexto}$$

$$\eta_B = 1 \text{ para un diámetro del muestreador } 60 - 120 \text{ mm}$$

$$\eta_S = 1 \text{ para un muestreador estándar}$$

$$\eta_R = 0.75 \text{ para una longitud de la barra perforadora de } 0 - 4 \text{ m}$$

Los valores de los coeficientes de variación  $\eta$  se encuentran en la Tabla 2.2, Braja M. Das, Principio de Ingeniería de Cimentaciones.

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60} = \mathbf{8.44}$$

### Determinación del Valor de $N_{60}$ Corregido $(N_1)_{60}$

$$(N_1)_{60} = C_N * N_{60}$$

$\sigma'_o = \gamma_s * Df = 17.3 \text{ kN/m}^2$  presión de sobre carga efectiva

Factor de corrección  $C_N$ :

$$C_N = \left[ \frac{1}{\left( \frac{\sigma'_o}{P_a} \right)} \right]^{0.5} = 2.404 \quad \text{Liao y Whitman (1986)}$$

$$C_N = \frac{2}{1 + \left( \frac{\sigma'_o}{P_a} \right)} = 1.705 \quad \text{Skempton (1986)}$$

$$C_N = 1 - 1.25 \log \left( \frac{\sigma'_o}{P_a} \right) = 1.952 \quad \text{Seed y otros (1975)}$$

$$C_N = 0.77 \log \left[ \frac{20}{\frac{\sigma'_o}{P_a}} \right] = 1.588 \quad \text{Peck y otros (1974)}$$

$C_N = 2.021$  valor promedio

$$(N_1)_{60} = C_N * N_{60} = \mathbf{17.049}$$

### Determinación del Angulo de Fricción $\phi'$

Peck Hanzon y Thornburn (1974):

$$\phi' = 27.1 + 0.3 * (N_1)_{60} - 0.00054 * [(N_1)_{60}]^2 = 32.06^\circ$$

Kulhawy y Mayne (1990):

$$\phi' = \tan^{-1} \left[ \frac{N_{60}}{12.2 + 20.3 * \left( \frac{\sigma'_o}{P_a} \right)} \right]^{0.34} = 38.99^\circ$$

Hatanaka y Uchida (1996):

$$\phi' = \sqrt{20 * (N_1)_{60}} + 20 = 38.47^\circ$$

Se tomará el menor valor para el ángulo de fricción  $\phi'$ , pues mientras mayor es el ángulo mayor será el valor de la capacidad de carga, por lo tanto, para valores desfavorables de carga se utilizarán ángulos de fricción menores.

$$\phi' = 32.06^\circ$$

### Determinación de la Capacidad de Carga Según Terzaghi $q_u$

$$q_{ult} = 1,3 c' * N_c + q * N_q + 0,4\gamma * B * N_\gamma \quad (\text{zapatas cuadradas})$$

Factores de capacidad de carga:

$$N_c = 44.27; \quad N_q = 28.73; \quad N_\gamma = 27.16$$

$N_c, N_q, N_\gamma$ : factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del Angulo de fricción  $\phi'$  del suelo, Tabla 3.1, Braja M. Das, Principios de Ingeniería de Cimentaciones.

$$q_{ult} = 1,3 c' * N_c + q * N_q + 0,4\gamma * B * N_\gamma = 628.67 \text{ kN/m}^2$$

### Determinación de la Capacidad Admisible $q_{adm}$

FS = 3

$$q_{adm} = \frac{q_u - q}{FS} = 203.79 \text{ kN/m}^2$$

En todos los casos el factor de seguridad FS deberá ser mayor o igual a 3.

### Tabla de Resumen de Resultados de la Capacidad de Carga y Capacidad Admisible

Descrip	N. golpes	Df (m)	B (m)	c' (KN/m <sup>2</sup> )	$\phi'$ (°)	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$q_{ult}$ (KN/m <sup>2</sup> )	FS	$q_{adm}$ (KN/m <sup>2</sup> )	$q_{adm}$ (Kgf/cm <sup>2</sup> )
pozo 1	15	1	0,7	0	32,06	17,3	628,67	3	203,79	2,04
	15	2	1,2	0	31,02	17,3	1065,89	3	343,76	3,44
	18	4	1,2	0	30,65	17,3	1858,89	3	596,56	5,97
pozo 2	11	2	1,2	0	29,77	17,7	931,83	3	298,83	2,99
	20	3,6	1,2	0	31,18	17,7	1846,61	3	594,3	5,94

## 7. Capacidad Admisible del Suelo Mediante el uso de Ábacos

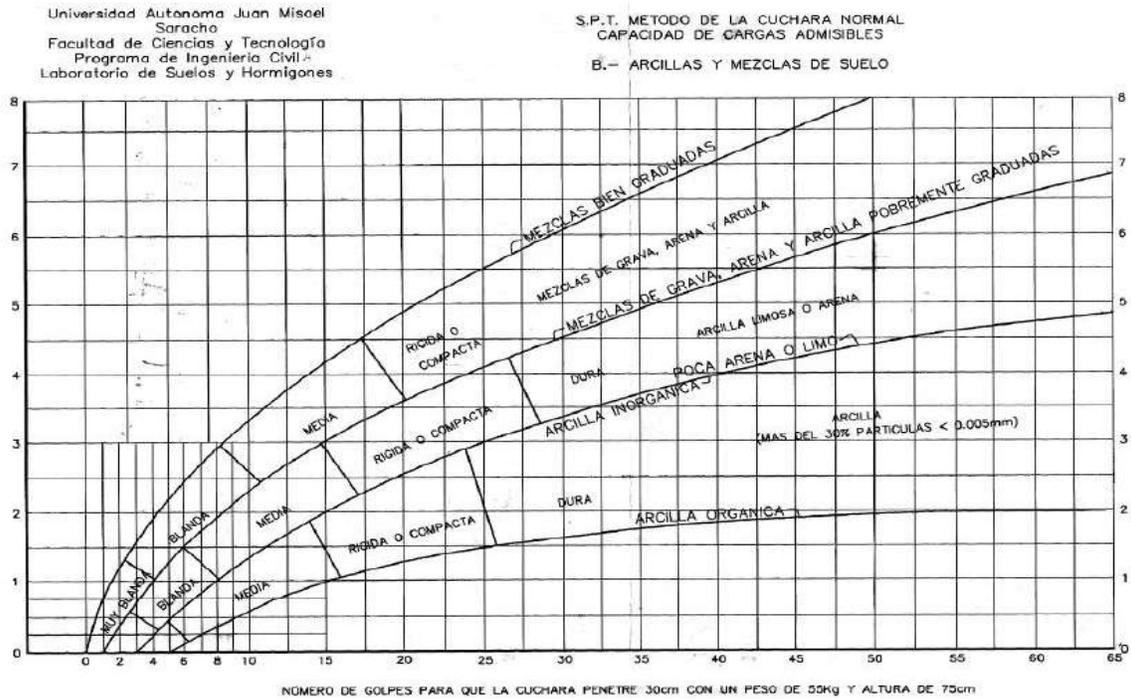
Para determinar la capacidad de carga admisible del suelo se empleará el Abaco mostrado en la siguiente figura que está en función del número de golpes del SPT y la clasificación del suelo.

Datos Estandarizados del Equipo:

Altura de penetración = 30 cm

Peso del Martillo = 65 kg

Altura de caída = 75 cm



Fuente: Guía de laboratorio de mecánica de suelos, UAJMS

DATOS:

Tipo de suelo	Denominación
<b>AASTHO: A-1a</b>	suelo bien graduado compuesta por piedra grava y arena y poco o casi nada de material fino. Predomina la piedra y grava casi no tiene ligante
<b>AASTHO: A-1b</b>	suelo bien graduado compuesta por piedra grava y arena y poco o casi nada de material fino. Predomina las arenas gruesas, casi no tiene ligante
<b>SUCS: GM</b>	suelo gravoso con presencia relevante de limo inorgánico o arena fina. Contienen plasticidad baja.

$$q_{adm} = \frac{q_N}{FS}$$

Donde:

$q_{adm}$ : capacidad admisible del suelo

$q_N$ : capacidad portante normal del suelo

FS: factor de seguridad = 0.70

## Determinación de la Capacidad Admisible del Suelo (S/ábacos)

Descripción	Profundidad	Nro. Golpes	% de Humedad	Cap.portante $q_N$ (tabla)	Cap. Adm. $q_{adm}$	Clasificación de suelo
Nº	(m)	30 cm	(%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	Nat.(Kg/cm <sup>2</sup> )	
Pozo 1	2,00	15	9,41	3,70	2,59	SUCS: GM
Pozo 1	4,00	18	11,52	4,10	2,87	SUCS: GM
Pozo 2	2,00	11	7,03	3,10	2,17	SUCS: GM
Pozo 2	3,60	20	9,37	4,25	2,98	SUCS: GM

### 8. Resumen de Resultados

Se muestra la siguiente tabla muestra la capacidad de carga admisible del informe proporcionado por la empresa EOLO, la capacidad de carga según la teoría de Terzaghi y la capacidad de carga Admisible empleando los ábacos proporcionados por el laboratorio de suelos de la UAJMS.

Descripción	Profundidad (m)	Cap. Adm. inf. Proporcionado. (MPa)	Cap. Adm. S/Terzaghi (MPa)	Cap. Adm. S/Ábacos (MPa)
Caso part.	1,00	-	0,204	-
Pozo N°1	2,00	0,240	0,344	0,259
Pozo N°1	4,00	0,250	0,597	0,287
Pozo N°2	2,00	0,200	0,299	0,217
Pozo N°2	3,60	0,280	0,594	0,298

### Recomendaciones:

De los resultados obtenidos en el análisis de la validación de la capacidad de carga admisible, se utilizará los menores valores de  $q_{adm}$  como los más desfavorables.

**Pozo 1**  $q_{adm} = 0,204 \text{ MPa}$  a una profundidad aproximada de 2 m

**Pozo 2**  $q_{adm} = 0,200 \text{ MPa}$  a una profundidad aproximada de 2 m

# ANÁLISIS DE CARGAS

## 1. Cargas Muertas o Cargas Permanentes

### 1.1. Peso Propio de la Estructura (D)

El peso propio de la estructura es la masa de toda la estructura el cual se halla sumando el peso específico por su volumen.

El peso propio de la estructura se calculará de manera automática mediante los programas de análisis estructural, ya que los programas de cálculo estructural, de cualquier familia lo realiza de manera automática.

### 1.2. Peso de Carga Muerta (D)

La carga muerta es proporcionada por el peso de los elementos y materiales que forman parte del edificio, tales como cielo falso, piso terminado, tabiquerías internas como muros de subdivisión, etc.

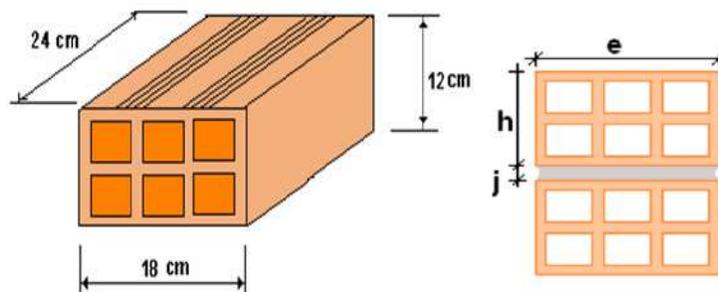
#### 1.2.1. Carga Muerta de Tabiquería

Es necesario cuantificar la carga de tabiquería por piso, tomando el tipo de tabiquería que se utilizará, su peso y su recubrimiento tanto externo como interno.

Para el proyecto se utilizará muro de ladrillo hueco con recubrimiento interno y externo de mortero de cemento con enlucido de cemento para los interiores.

#### Tabiquería Para Muros Exteriores y Muros Interiores

Figura A.3.1 Detalle de muro de ladrillo de 6 huecos



Fuente: Elaboración propia

Dimensiones:	Peso:
Espesor (e): 18,00 [cm]	PP Ladrillo ( $W_L$ )= 0.0360 [kN/lad]
Altura (h): 12,00 [cm]	PP Mortero ( $\gamma_m$ ) = 21,00 [kN/m <sup>3</sup> ]
Largo: 24,00 [cm]	
Junta (j): 2,00 [cm]	

**Tabla A.3.1 Determinación del peso de tabiquería de muro**

Características de muro	Disposición		Unidad
	Soga	Panderete	
Número de piezas	28	20	Piezas
Volumen de mortero	0,0383	0,0211	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Peso del ladrillo	1,008	0,720	kN/m <sup>2</sup>
Peso del mortero	0,80	0,44	kN/m <sup>2</sup>
Espesor de revoque interior	1,50	1,50	cm
Espesor de revoque exterior	1,50	1,50	cm
Peso del revoque en las dos caras del muro	0,63	0,63	kN/m <sup>2</sup>
<b>PESO TOTAL DEL MURO SOGA</b>	<b>2,442</b>		<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>PESO TOTAL DEL MURO PANDERETE</b>	<b>1,794</b>		<b>kN/m<sup>2</sup></b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla A.3.2. Resumen de peso de tabiquería del muro**

Resumen de tabiquería del muro		
Altura del muro	3	m
Peso por metro lineal de muro soga	7,33	kN/m
Peso por metro lineal de muro panderete	5,38	kN/m

*Fuente: Elaboración propia*

### 1.2.2. Carga Muerta de Acabados

Cerámico de Piso:

Se determinó el peso del cerámico por metro cuadrado, mediante recolección de información de la Empresa de Cerámica Faboce.

$$\text{Peso de cerámica} = 0,148 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Cemento Cola:

Para el cemento cola se determinó el peso que tiene una bolsa sobre su rendimiento en metros cuadrados, de esta manera se tiene el peso por metro cuadrado.

$$\text{Peso del cemento cola} = 0,05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Carpeta de Nivelación:

El peso de la carpeta de nivelación se determinó multiplicando el espesor que tendrá la carpeta por su peso específico.

*Tabla A.3.4. Determinación del peso de la capeta de nivelación*

<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso</b>
Espesor	m	0,02
Peso específico	kN/m <sup>3</sup>	21
Peso por m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	<b>0,42</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Cielo Raso:

El peso de la carga de cielo raso se determinó multiplicando el espesor que tendrá el cielo por su peso específico.

*Tabla A.3.5. Determinación del peso del cielo raso*

<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso</b>
Espesor	m	0,02
Peso específico	kN/m <sup>3</sup>	12,5
Peso por m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	<b>0,25</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **1.2.2.1. Determinación de la Carga Muerta Total de Acabados**

Es el resultado de la sumatoria de todos los pesos que tendrán los materiales para el desarrollo del mismo.

*Tabla A.3.6. Determinación de la carga muerta de acabados*

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Peso</b>
Cerámicos de piso	kN/m <sup>2</sup>	0,148
Cemento cola	kN/m <sup>2</sup>	0,05
Carpeta de nivelación	kN/m <sup>2</sup>	0,42
Cielo raso	kN/m <sup>2</sup>	0,25
<b>Carga muerta total de acabados</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>	<b>0,87</b>

*Fuente: Elaboración propia*

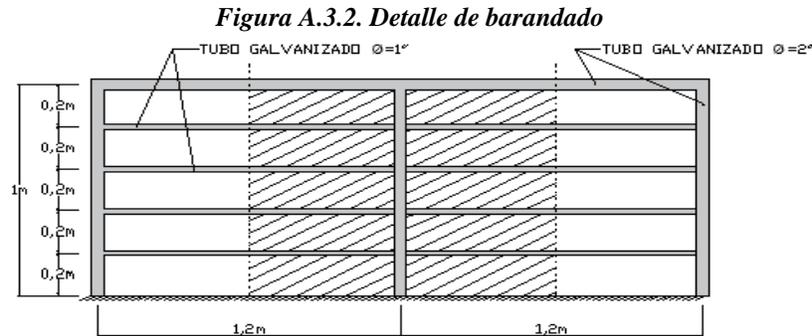
### 1.2.3. Carga Muerta del Barandado

Datos de los Elementos de la baranda:

Tubo galvanizado de diámetro = 2 pulg.

Tubo galvanizado de diámetro = 1 pulg.

Peso específico del acero = 77,85 kN/m<sup>3</sup>



*Fuente: Elaboración propia*

#### 1.2.3.1. Determinación de la Carga de Baranda

La siguiente tabla contiene el cálculo detallado de la carga de barandado.

**Tabla A.3.7. Determinación de la carga de baranda**

Elementos de la baranda	Nº Elem.	Diámetro Secc. (pulg)	Diámetro Secc. (m)	Espesor (mm)	Área (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kN)
Montantes	1	2,00	5,080	3,00	0,00045	1,00	0,00045	0,035
Pasamanos	1	2,00	5,080	3,00	0,00045	1,20	0,00054	0,042
Largueros	4	1,00	2,540	3,00	0,00015	1,20	0,00018	0,054
<b>Peso de barandado</b>								<b>0,131</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Como carga de baranda se tendrá: **0,15 kN/m.**

### 1.2.4. Cargas Muertas Para la Cubierta

#### 1.2.4.1. Carga muerta de Calamina más Conectores

Calamina N° 26

Espesor: 0,41mm

Ancho: 0,9 m

Ancho efectivo: 0,8 m

Peso por metro lineal: 0,0310 kN/m

Peso por metro cuadrado:  $\frac{0,0310}{0,8} = 0,0378 \frac{kN}{m^2} = \mathbf{0,04} \frac{kN}{m^2}$

#### 1.2.4.2. Carga Muerta de Cielo Raso

Se determinó anteriormente, (tabla A 3.5)

Carga de cielo raso =  $\mathbf{0.25} \frac{kN}{m^2}$

### 1.3. Disposición de Cargas Permanentes Sobre la Estructura

Cubierta:

*Tabla A.3.8. Cargas para la cubierta*

Descripción	Valor	Unidad
Peso propio	Calculado por el software	-
Carga de calamina	0,04	kN/m <sup>2</sup>
Carga de cielo raso	0,25	kN/m <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

Primera planta:

*Tabla A.3.9. Cargas para la primera planta*

Descripción	Valor	Unidad
Peso propio	Calculado por el software	-
Carga de tabiquería	7,33	kN/m
Carga de acabados	0,87	kN/m <sup>2</sup>
Carga de barandado	0,15	kN/m

*Fuente: Elaboración propia*

Planta baja:

*Tabla A.3.10. Cargas para la planta baja*

Descripción	Valor	Unidad
Peso propio	Calculado por el software	-
Carga de tabiquería	7,33	kN/m

*Fuente: Elaboración propia*

Escalera:

*Tabla A.3.11. Cargas para la planta baja*

Descripción	Valor	Unidad
Peso propio	Calculado por el software	-
Carga de acabados	0,87	kN/m <sup>2</sup>
Carga de barandado	0,15	kN/m

*Fuente: Elaboración propia*

## 2. Cargas Vivas o Sobre Cargas

Las cargas vivas o sobrecargas que se utilizó en el proyecto son los valores que se indican en la Norma Boliviana NB 1225002 “Acciones sobre las estructuras, gravitacionales, reológicas y empujes de suelo”, los valores adoptados se mostraran en el resumen de cargas (2.4).

### 2.1 Carga Viva de Cubierta (L<sub>r</sub>)

La norma NB 1225002 propone una metodología para la determinación de la carga viva de mantenimiento para cubiertas

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2$$

Determinación de R<sub>1</sub>:

$$R_1 = 1 \rightarrow A_t \leq 19,0 \text{ m}^2$$

$$R_1 = 1,2 - 0,01076 * A_t \rightarrow 19,0 \text{ m}^2 < A_t < 56,0 \text{ m}^2$$

$$R_1 = 0,6 \rightarrow A_t \geq 56,0 \text{ m}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} A_t = 360,94 \text{ m}^2 \\ P = 85,17 \text{ m} \end{array} \right\} R_1 = 0,6$$

Determinación de R<sub>2</sub>:

$$R_2 = 1 \rightarrow F \leq 4,0$$

$$R_2 = 1,2 - 0,05 * F \rightarrow 4,0 < F < 12,0$$

$$R_2 = 0,6 \rightarrow F \geq 12,0$$

Donde:

$$F = 0,12 * s(\%) \text{ Para cubiertas con pendientes}$$

$$s = 20\% \quad F = 2,4 \quad \therefore F \leq 4 \quad \therefore R_2 = 1$$

Aplicado la ecuación se tiene que  $L_r = 0,96 * R_1 * R_2 = 0,576 \text{ kN/m}^2$

### 3. Cargas Debidas a las Acciones Climáticas

#### 3.1. Carga de Granizo

Es la carga ocasionada por la acumulación de granizo en techos, influenciado por factores climáticos, geometría del techo y la exposición del techo al viento.

Esta característica es sin duda uno de los factores más importantes en la determinación de sobrecarga de granizo.

Los valores de la densidad varían tanto en distintos lugares como en la misma zona, ya que están relacionados con las características meteorológicas y la intensidad en la que se produzca. Un valor considerable para estimar la densidad del granizo es de  $7 \text{ kN/m}^3$

$$q_G = \gamma_G * e$$

Donde:

$q_G$ : carga de granizo

$\gamma_G$ : peso específico del granizo

$e$ : espesor o altura del granizo

$$e = 10\text{cm} = 0,10\text{m}$$

$$q_G = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

#### 3.2. Carga de Viento

La carga de viento se verá a detalle en el (Sección 5.) “**Análisis de vientos sobre la estructura**”, Sin embargo, la velocidad básica del viento que se consideró es correspondiente a la comunidad de Iscayachi que se encuentra en el municipio El Puente de la provincia de Tarija. Se estimó que la velocidad en Iscayachi es un 11, 11% más rápida que en la ciudad de Tarija.

La velocidad máxima extraordinaria en la ciudad es de 45 nudos, dato obtenido del SENAMHI, por lo tanto, la velocidad estimada es de 25,59 m/s, o 50 nudos

## 4. Resumen de Cargas

### 4.1. Carga Muertas o Permanentes

*Tabla A.3.12. Resumen de cargas permanentes*

Nivel	Carga permanente	Valor de carga	Unidad
Cubierta	Carga de calamina	0,04	kN/m <sup>2</sup>
	Carga cielo falso	0,25	kN/m <sup>2</sup>
Primera planta	Carga de tabiquería	7,33	kN/m
	Carga de acabado	0,87	kN/m <sup>2</sup>
	Carga de barandado	0,15	kN/m
Planta baja	Carga de tabiquería	7,33	kN/m
Otros			
Escalera	Carga de acabados	0,87	kN/m <sup>2</sup>
	Carga de barandado	0,15	kN/m
Muro de contención	Empuje	18,6	kN/m <sup>3</sup>

*Fuente: elaboración propia*

### 4.2. Cargas Vivas o Sobre Cargas

*Tabla A.3.13. Resumen de cargas vivas*

Nivel	Carga viva	Valor de carga	Unidad
Cubierta	Mantenimiento	0,576	kN/m <sup>2</sup>
Primera planta	Aulas	3,0	kN/m <sup>2</sup>
	Corredor	4,0	kN/m <sup>2</sup>
	Baños	3,0	kN/m <sup>2</sup>
Otros			
Escalera	Escaleras residenciales	3,0	kN/m <sup>2</sup>

*Fuente: elaboración propia*

### 4.3. Cargas Debidas a las Acciones Climáticas

La carga de granizo que actúa sobre la cubierta para un  $e=10$  (cm) se muestra en la siguiente tabla.

La carga de viento se detalla en el capítulo 3.5.5

*Tabla A.3.14. Resumen de cargas debidas a las acciones climáticas*

Nivel	Tipo de carga	Valor de carga	unidad
Cubierta	Granizo	0,70	kN/m <sup>2</sup>
	viento	-	-
estructura	viento	-	-

*Fuente: elaboración propia*

## 5. Análisis del Viento Sobre la Estructura

### 5.1. Análisis de Viento

Para el análisis de acciones producidas por el aire en movimiento sobre los objetos que se le interponen, y consisten, principalmente, en empujes y succiones.

Presiones positivas y negativas representan respectivamente el viento contra la superficie con la que interactúa (barlovento) y viento que se aleja de la misma (sotavento). La presión neta es un vector suma de las presiones externas e internas actuando sobre la superficie.

### 5.2. Parámetros de Cálculo

Para el diseño por cargas de viento, se debe definir los siguientes parámetros:

#### 5.2.1. Velocidad Básica del Viento.

La velocidad básica de viento corresponde a la ubicación de la edificación.

La velocidad máxima extraordinaria para la ciudad de Tarija según datos del Senamhi es de 45 nudos, la comunidad de Iscayachi es una región de la zona alta, por lo que los viento se presentan con mayor magnitud, de acuerdo a este criterio se establece que la velocidad en Iscayachi será un 11,11% mas que en la ciudad de Tarija, donde se asume que la velocidad máxima extraordinaria será de 50 nudos, que equivale a 25,69 m/s o 92,5 km/h.

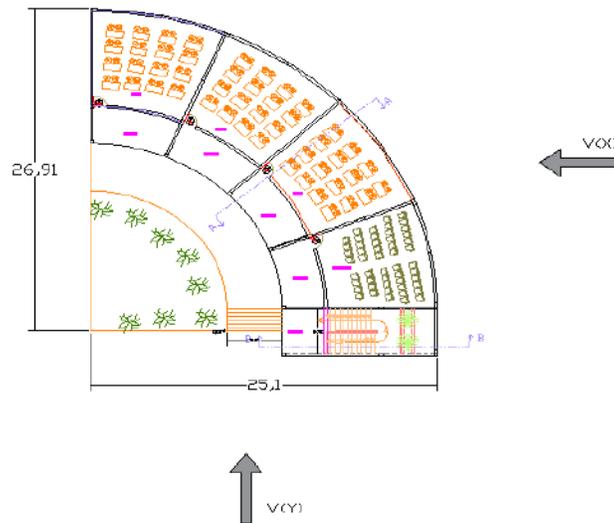
#### 5.2.2. Factor de Direccionalidad del Viento “ $k_d$ ”

El factor de direccionalidad del viento,  $K_d$ , se debe obtener de la Tabla 5.3.4 de la norma NB 1225003 y se debe aplicar solamente cuando se use conjuntamente con las combinaciones de carga especificadas en los respectivos Reglamentos de aplicación.

Según la tabla 5.3.4 el factor de direccionalidad  $k_d$  para sistema principal resistente a la fuerza de viento es igual a 0,85, tanto para cubiertas como para la edificación.

$$k_d = 0.85 \text{ Sistema principal resistente a la fuerza de viento}$$

**Figura A.3.3. Dirección del viento en la estructura.**



**Fuente:** elaboración propia

Dimensiones del edificio para el análisis del viento en dirección “X”

$$L = 25,10 \text{ m}; \quad B = 26,91 \text{ m}$$

Dimensiones del edificio para el análisis del viento en dirección “Y”

$$L = 26,91 \text{ m}; \quad B = 25,10 \text{ m}$$

### 5.2.3. Categoría de Ocupación del Edificio

Según la tabla 5.4.1 categorías de estructura de la norma NB 1225003 acción del viento, según la naturaleza de ocupación la estructura pertenece a una categoría II.

La categoría de ocupación de la edificación está en función del riesgo para la vida humana en caso de falla.

### 5.2.4. Factor de Importancia “I”

El factor de importancia está en función de la categoría de ocupación la estructura.

**Tabla A.3.15. Factor de importancia I**

Categoría	I
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

**Fuente:** NB1225003 (5.4.2)

Para el proyecto será  $I = 1,00$

### 5.2.5. Categoría y Coeficiente de Exposición

**Exposición A.** Centro de grandes ciudades con al menos 50% de los edificios de altura mayor que 20 m. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición A prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 800 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor. Se tendrán en cuenta los posibles efectos de acanalamiento o presiones dinámicas incrementadas debido a que el edificio o estructura se localiza en la estela de edificios adyacentes.

**Exposición B.** Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición B prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 500 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor.

**Exposición C.** Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

**Exposición D.** Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1.600 m. Esta exposición se debe aplicar solamente a aquellos edificios y otras estructuras expuestas al viento soplando desde el agua.

La estructura pertenece a una categoría de exposición “C”

### Coeficiente de Exposición de la Presión del Viento $k_z$

El factor  $k_z$  debe calcularse con la siguiente ecuación en base a la altura sobre el nivel del terreno  $z$  y la categoría de exposición determinado anteriormente. El coeficiente  $k_z$  puede ser calculada con las expresiones:

$$\text{Para } 5m \leq z \leq Z_g$$
$$k_z = 2,01 * \left(\frac{z}{Z_g}\right)^{2/\alpha} \quad \text{NB 1225003, 5.5.4.1}$$

Donde:

$Z$  = Altura del edificio respecto al suelo

$Z_g$  = Altura nominal del perfil de viento

$\alpha$  = expresiones de la ecuación de potencia para vientos promedios

Determinación de  $\alpha$  y  $Z_g$ :

**Tabla A.3.16. Constantes de exposición del terreno**

Exposición	$\alpha$	$Z_g$ (m)	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\bar{a}$	$\bar{b}$	$c$	$l$	$\bar{\epsilon}$	$Z_{min}$ (m)
A	5,0	457	1/5	0,64	1/3,0	0,30	0,45	55	1/2	18,3
B	7,0	366	1/7	0,84	1/4,0	0,45	0,30	98	1/3	9,2
C	9,5	274	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152	1/5	4,6
D	11,5	213	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	198	1/8	2,1

Fuente: NB1225003 (5.5.4.2)

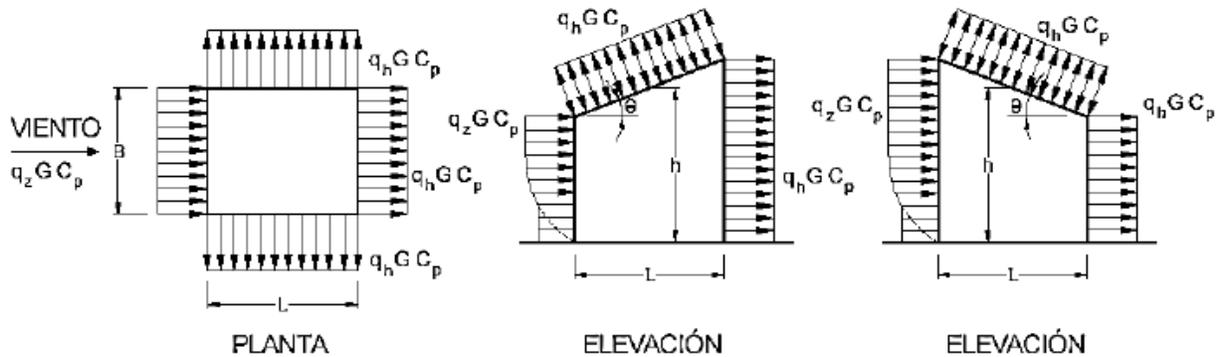
Determinado la categoría de exposición "C", de la tabla obtenemos los siguientes valores:

$$\alpha = 9,5 \quad z = 6,70m \quad Z_g = 274 m$$

$$k_z = 2,01 * \left( \frac{z}{Z_g} \right)^{2/\alpha} = 0,92$$

En el caso de tener cubierta también debe determinarse  $k_h$  donde la altura desde el terreno debe ser medida hasta la el promedio de la altura de la cubierta, como muestra la figura.

**Figura A.3.4. Cubierta de vertiente única**



Fuente: NB 1225003 (7.1.1.1)

$$\alpha = 9,5 \quad z = 7,87m \quad Z_g = 274 m$$

$$k_z = 2,01 * \left( \frac{z}{Z_g} \right)^{2/\alpha} = 0,95$$

## 5.2.6. Factor por Topografía del Terreno “kzt”

### Velocidad de Viento Sobre Lomas, Escarpas y Colinas

Los efectos del aumento de la velocidad del viento sobre lomas, escarpas y colinas aisladas que constituyen cambios abruptos en la topografía general en cualquier categoría de exposición, se deben incluir en el diseño toda vez que los edificios y otras condiciones del terreno y localización de las estructuras verifiquen los siguientes aspectos:

- 1) La loma, escarpa o colina se encuentra aislada y sin obstrucciones a barlovento generadas por otros rasgos topográficos de similar altura, en una distancia igual a 100 veces la altura del rasgo topográfico  $100H$  o 3.000,0 m, según cuál sea el menor valor. Esta distancia se medirá horizontalmente desde el punto en el cual se determina la altura  $H$  de la loma, escarpa o colina.
- 2) La loma, escarpa o colina sobresale un factor de dos o más veces la altura del terreno a barlovento, dentro de un cuadrante cualquiera de radio igual a 3.000,0 m.
- 3) La estructura se localiza como se indica en la Figura 5.6.2 en la mitad superior de una loma o colina o cerca del borde de una escarpa.
- 4)  $H/L_h \geq 0,2$
- 5)  $H \geq 5$  m para exposiciones C y D y  $H \geq 20,0$  m para exposiciones A y B.

El factor topográfico de la velocidad del viento se debe incluir en el cálculo de las cargas de viento de diseño mediante el factor  $K_{zt}$ :

$$k_{zt} = (1 + k_1 * k_2 * k_3)^2$$

Donde:

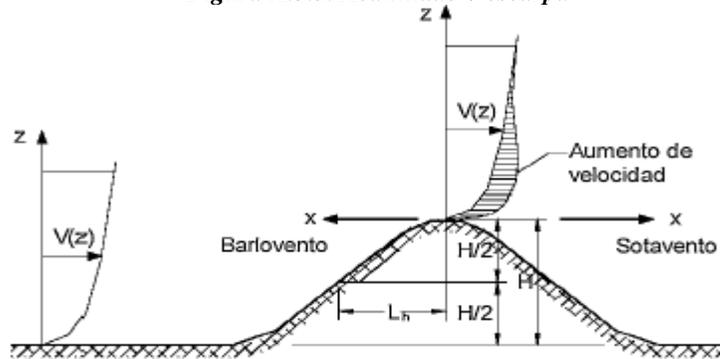
$K_1$ : factor que tiene en cuenta las características topográficas y el efecto de máxima aumento de velocidad.

$K_2$ : Factor que tiene en cuenta la reducción en el aumento de velocidad, con la distancia desde la cresta, a barlovento o sotavento.

$K_3$ : factor que tiene en cuenta la reducción en el aumento de velocidad con la altura sobre el terreno local.

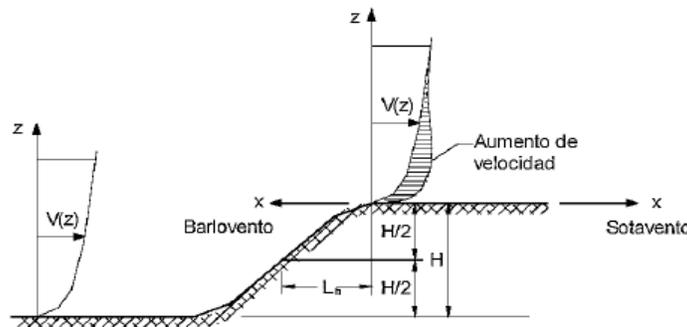
Para determinar los valores de  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ . Se debe determinar los obstáculos geográficos, la distancia desde la cresta del obstáculo a la edificación, los parámetros a determinar son los siguientes:

**Figura A.3.5. Acantilado o escarpa**



*Fuente: NB 1225003 (5.6.2)*

**Figura A.3.6. Loma 2D o colina 3D**



*Fuente: NB 1225003 (5.6.2)*

Donde:

H: altura de la colina o escarpa referida al terreno

$L_n$ : distancia hacia el barlovento, desde la cresta hasta el punto en que la diferencia de elevación del terreno es la mitad de la altura de la colina o escarpa en m

x: distancia (a barlovento o a sotavento) desde la cresta hasta el lugar del edificio.

$\mu$ : Factor de atenuación horizontal.

$\gamma$ : Factor de atenuación.

Como el valor de  $\frac{H}{L_n} = \frac{1,60}{46} = 0,035 < 0,2 \quad \therefore k_{zt} = 1,00$

### 5.2.7. Factor de Ráfaga “G”

Los edificios considerados como edificio bajo, se consideran estructuras rígidas.

#### Edificio de Baja Altura

Aquellos edificios cerrados o parcialmente cerrados que cumplen con las siguientes condiciones:

1. la altura media de cubierta  $h$  es menor o igual a 20 m.
2. la altura media de cubierta  $h$  no excede la menor dimensión horizontal.

$$h = 8,87m < 20 m \text{ cumple la primera condición}$$
$$h = 8,87m < B = 11,25 m \text{ cumple la segunda condición}$$

por lo tanto, se considera una estructura rígida.

Factor de ráfaga  $G = 0,85$

### 5.2.8. Clasificación de Cerramiento

Edificio parcialmente cerrado

### 5.2.9. Coeficiente de Presión Interna

Los coeficientes de presión interna, ( $GC_{pi}$ ), se determinarán a partir de Tabla 7.2.1-1 de la norma NB 12225003, basada en las clasificaciones de cerramientos de edificios determinadas.

*Figura A.3.17. Coeficiente de presión interna*

Clasificación de cerramiento	$GC_{pi}$
Edificios abiertos	0,00
Edificios parcialmente cerrados	+ 0,55 - 0,55
Edificios cerrados	+ 0,18 - 0,18

*Fuente: NB 1225003 (7.2.1.1)*

Para edificios parcialmente cerrados  $GC_{pi} = \begin{cases} +0,55 \text{ barlovento} \\ -0,55 \text{ sotavento} \end{cases}$

### 5.2.10. Presión Dinámica por la Velocidad del Viento “qz”

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

$$q_z = 0,613 * k_z * k_{zt} * k_d * v^2 * I \left[ \frac{N}{m^2} \right]$$

Donde:

$k_d$ : el factor de direccionalidad del viento

$k_z$ : el coeficiente de expresión para la presión dinámica

$k_{zt}$ : el factor topográfico

$q_z$ : presión dinámica

$v$ : la velocidad básica del viento  $I$ : el factor de importancia

$$q_z = 0,613 * k_z * k_{zt} * k_d * v^2 * I = 316,17 \frac{N}{m^2} \text{ para la edificación}$$

$$q_h = 0,613 * k_z * k_{zt} * k_d * v^2 * I = 326,69 \frac{N}{m^2} \text{ para la cubierta}$$

### 5.2.11. Coeficiente de Presión Externa

*Tabla A.3.18. Coeficiente de presión en paredes "Cp"*

Superficie	L / B	C <sub>p</sub>	Usar con
Pared a Barlovento	Todas	0,8	q <sub>z</sub>
Pared a Sotavento	0 - 1	-0,5	q <sub>z</sub>
	2	-0,3	
	≥ 4	-0,2	
Paredes Laterales	Todas	-0,7	q <sub>z</sub>

*Fuente: NB 1225003 (7.2.1.2)*

Los signos más y menos significan presiones que actúan acercándose a la superficie o alejándose de ella, respectivamente, se permite la interpolación lineal para valores de  $L/B$ ,  $h/L$  y  $\theta$  distintos a los indicados.

La interpolación sólo se llevará a cabo entre valores del mismo signo, donde no se dan valores del mismo signo, se toma 0,0 para fines de la interpolación.

#### Para la Edificación

Pared a Barlovento:

$$c_p = 0,8$$

Pared a Sotavento:

Viento en dirección x  $L/B=11,25/39,42=0,28$

$$c_p = -0,5$$

Viento en dirección x  $L/B=30,42/11,25=2,72$

$$c_p = -0,264$$

### Para la Cubierta

De la tabla 7.2.1-3 de la norma NB 1225003 se interpola los valores de  $C_p$  para las cubiertas, en base a los siguientes parámetros:

$$\theta = 11,36^\circ$$

$$L = 11,25 \text{ m}$$

$$h = 7,87 \text{ m}$$

Para  $\frac{h}{L} = 0,70$  interpolando valores de la tabla se tiene:

Para barlovento:

$$C_p = -0,9947$$

Para sotavento:

$$C_p = -0,5582$$

## 5.3 Presión del Viento de Diseño

### Para la Edificación

$$P = q_z * G * C_{p_{barlovento}} - q_i * (GC_{pi_{barlovento}}) = 0,04 \frac{kN}{m^2}$$

$$P = q_z * G * C_{p_{sotavento}} - q_i * (GC_{pi_{sotavento}}) = 0,05 \frac{kN}{m^2}$$

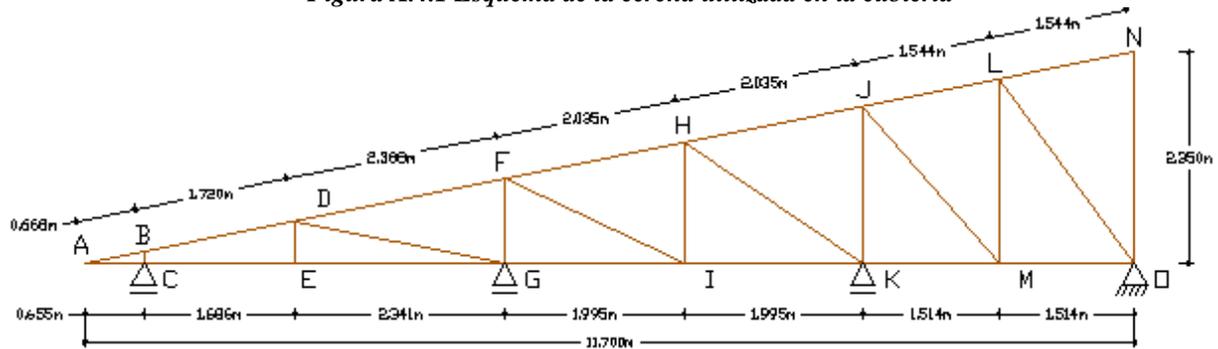
### Para la Cubierta

$$P = q_z * G * C_{p_{barlovento}} - q_i * (GC_{pi_{barlovento}}) = 0,46 \frac{kN}{m^2}$$

$$P = q_z * G * C_{p_{sotavento}} - q_i * (GC_{pi_{sotavento}}) = 0,03 \frac{kN}{m^2}$$

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA CUBIERTA

Figura A.4.1 Esquema de la cercha utilizada en la cubierta



Fuente: Elaboración propia

## 1. Propiedades de los Materiales

### Acero A36

- Módulo de elasticidad longitudinal:  $E = 200 \text{ GPa}$
- Peso específico:  $\gamma_s = 78,5 \text{ kN/m}^3$
- Límite de fluencia:  $F_y = 250 \text{ MPa}$
- Límite de rotura:  $F_u = 400 \text{ MPa}$

### Calamina #26

- Ancho total = 90 cm.
- Ancho efectivo = 83,6 cm.
- Peso = 0,0310 kN/m.

## 2. Cargas que Actúan en la Cubierta.

Las cargas que actúan en la cubierta son transmitidas hacia los nudos de la cercha, estas son debidos el peso propio, cargas muertas y sobrecargas de uso.

### Carga por Peso Propio.

Carga debido a calamina =  $0,04 \text{ kN/m}^2$

Carga debido al peso de la cercha.

- Peso propio de la cercha:

Perfiles asumidos:

**Tabla A.4.1 Propiedades de los perfiles asumidos.**

Elemento	Descripción del perfil	Sección del perfil	Área (cm <sup>2</sup> )	Inercia en x (cm <sup>4</sup> )	Inercia en y (cm <sup>4</sup> )
Cuerda superior	Tubular cuadrado	60x60x1,8mm	4,11	22,91	22,91
Cuerda inferior	Tubular cuadrado	60x60x1,8mm	4,11	22,91	22,91
Montantes	Tubular cuadrado	50x50x1,8mm	3,39	12,92	12,92
Diagonales	Tubular cuadrado	50x50x1,8mm	3,39	12,92	12,92

Fuente: Elaboración propia

Longitud de los elementos de cercha:

**Tabla A.4.2 Determinación de la longitud total de los elementos de cercha**

N°	Longitud de los elementos (m)			
	Montantes	Diagonales	C. superior	C. inferior
1	0,132	2,388	0,670	0,655
2	0,470	2,205	1,720	1,686
3	0,940	2,404	2,388	2,341
4	1,341	2,308	2,035	1,995
5	1,742	2,545	2,035	1,995
6	2,046	-	1,544	1,514
7	2,350	-	1,544	1,514
<b>Longitud Total (m)</b>	<b>9,021</b>	<b>11,850</b>	<b>11,936</b>	<b>11,700</b>

Fuente: Elaboración propia

Determinación del peso de la cercha:

**Tabla A.4.3 Peso total de la cercha**

Parámetros	Montantes	Diagonales	C. superior	C. inferior
L. total (m)	9,021	11,850	11,936	11,700
Área (m <sup>2</sup> )	0,000339	0,000339	0,000411	0,000411
Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )	78,500	78,500	78,500	78,500
Peso de los elementos (kN)	0,240	0,315	0,385	0,377
Peso total de cercha (kN)	<b>1,320</b>			

Fuente: Elaboración propia

$$P_{cercha} = \frac{\text{Peso total de cercha}}{\text{Longitud de cercha}}$$

$$P_{cercha} = 1,503 \text{ kN}/11,70 = \mathbf{0,113 \text{ kN/m}}$$

- Peso correa y perfil para cielo falso

Perfiles asumidos:

*Tabla A.4.4 Propiedades de los perfiles asumidos.*

Elemento	Descripción del perfil	Sección del perfil	Área (cm <sup>2</sup> )	Inercia en x (cm <sup>4</sup> )	Inercia en y (cm <sup>4</sup> )
Correas	Costanera	80x40x15x1,8mm	3,21	32,16	7,41
Cielo falso	Tubular rectangular	50x30x1,8mm	2,67	3,94	8,74

*Fuente: Elaboración propia*

$$P_{\text{correa}} = \gamma_{\text{Acero}} * A_g = 0,025 \text{ kN/m}$$

$$P_{\text{cielo falso}} = \gamma_{\text{Acero}} * A_g = 0,021 \text{ kN/m}$$

### Cargas Vivas.

Sobrecarga de uso para mantenimiento  $L_r = 0,576 \text{ kN/m}^2$

Carga granizo:

$$G = 7 \text{ kN/m}^3 * 0,10 \text{ m} = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

### Cargas de Viento.

- Presión dinámica del viento:

Velocidad del viento  $V = 50 \text{ nudos} = 92,5 \text{ km/h} = 25,69 \text{ m/s}$  (SENAMHI)

$$W_{B(+)} = q_z * G * C_{p_{\text{barlovento}}} - q_i * (G C_{P_i \text{ barlovento}}) = -0,46 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$W_{S(-)} = q_z * G * C_{p_{\text{sotavento}}} - q_i * (G C_{P_i \text{ sotavento}}) = -0,03 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

### 3. Hipótesis y Combinaciones de Cargas

Combinaciones usuales de carga consideradas según el LRFD:

$$U = 1,4 D.$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5(L_r \text{ o } S \text{ o } G).$$

$$U = 1,2 D + 1,6 (L_r \text{ o } S \text{ o } G) + (0,5L \text{ o } 0,8W).$$

$$U = 1,2 D + 1,0 W + 0,5 L + 0,5(L_r \text{ o } S \text{ o } G).$$

$$U = 1,2 D + 1,0 E + 0,5 L + 0,2 S.$$

$$U = 0,9 D + 1,0W.$$

Donde:

U: Carga Ultima.

D: Cargas muertas.

Lr: Cargas vivas en techos.

W: Viento.

G: Granizo.

#### 4. Determinación del Momento de Diseño Para las Correas

##### Cargas Actuantes Sobre el Elemento:

Longitud tributaria del área tributaria para la correa: 2,26 m

Carga Muerta:

Peso de la calamina:

$$q_{calamina} = P_{P \text{ calamina}} * L_{tributarea}$$

$$q_{calamina} = 0,0904 \frac{kN}{m}$$

Peso de la correa:

$$q_{correa} = 0,025 \frac{kN}{m}$$

$$D = 0,0904 + 0,025 = 0,115 \frac{kN}{m}$$

Sobrecarga de Uso:

$$q_{Lr} = L_r * L_{tributarea}$$

$$q_{Lr} = 1,302 \frac{kN}{m}$$

Carga de Granizo:

$$q_G = G * L_{tributarea}$$

$$q_G = 1,582 \frac{kN}{m}$$

Carga de Viento:

Barlovento:

$$q_{WB} = W_B * L_{tributarea}$$

$$q_{WB} = -1,037 \frac{kN}{m}$$

Sotavento:

$$q_{WS} = W_S * L_{tributarea}$$

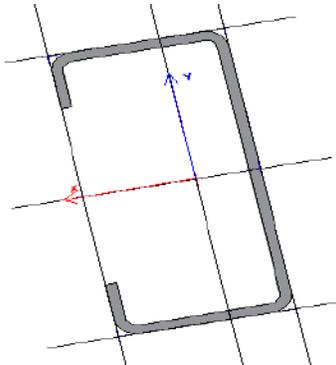
$$q_{WS} = -0,068 \frac{kN}{m}$$

## Descomposición de Cargas

Para realizar el diseño de la correa es necesario descomponer todas las cargas actuantes gravitatorias con respecto a la inclinación que se genera en la correa, esta inclinación se debe a la pendiente que tiene la cubierta.

El ángulo de inclinación que se genera en la cercha por la pendiente de la misma es de:  $11,36^\circ$

*Figura A.4.2 Inclinación de la correa en la cercha.*



*Fuente: Elaboración propia*

$\Theta = 11,36^\circ$  Ángulo de inclinación de la cercha

*Tabla A.4.5 Disposición de cargas en la correa*

Carga Muerta	$D_x = 0,023 \text{ kN/m}$
	$D_y = 0,113 \text{ kN/m}$
Carga Viva	$L_{rx} = 0,256 \text{ kN/m}$
	$L_{ry} = 1,276 \text{ kN/m}$
Carga Granizo	$G_x = 0,317 \text{ kN/m}$
	$G_y = 1,551 \text{ kN/m}$
Carga Viento	$W_x = 0 \text{ kN/m}$
	$W_y = -1,037 \text{ kN/m}$

*Fuente: Elaboración propia*

## Combinaciones de Carga

*Tabla A.4.6 Combinaciones de carga en el eje "x"*

Eje "X"					
Combinación	D (kN)	Lr (kN)	G (kN)	W (kN)	U (kN)
$U = 1,4 D.$	0,023	0,256	0,317	0	0,032
$U = 1,2 D + 0,5 G.$					0,186
$U = 1,2 D + 1,6 G$					0,535
$U = 1,2 D + 1,0 W + 0,5 G.$					0,186
$U = 1,2 D.$					0,0276
$U = 0,9 D + 1,6 W.$					0,021

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla A.4.7 Combinaciones de carga en el eje “y”**

Eje “Y”					
Combinación	D (kN)	Lr (kN)	G (kN)	W (kN)	U (kN)
U = 1,4 D.	0,113	1,276	1,551	-1,037	0,158
U = 1,2 D + 0,5 G.					0,911
U = 1,2 D + 1,6 G					2,617
U = 1,2 D + 1,0 W + 0,5 G.					-0,126
U = 1,2 D.					0,136
U = 0,9 D + 1,6 W.					-1,558

Fuente: Elaboración propia

De las combinaciones de carga se saca las máximas cargas.

$$U_x = 0,535 \text{ kN/m}$$

$$U_y = 2,617 \text{ kN/m}$$

**Momento Último de Diseño.**

$$Mu_x = \frac{U_x \times L^2}{8} = \frac{0,535 \times (2,011)^2}{8} = 0,27 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Mu_y = \frac{U_y \times L^2}{8} = \frac{2,617 \times (2,011)^2}{8} = 1,32 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## 5. Determinación de los Esfuerzos Internos en la Cercha

**Carga Actuante Sobre la Cercha:**

Área tributaria para la cercha: 2,011 m x 2,26 m = 4,545 m<sup>2</sup>

Carga Muerta:

Peso de la calamina

$$q_{calamina} = P_{P \text{ calamina}} \times A_{tributarea}$$

$$q_{calamina} = 0,18 \text{ kN}$$

Peso de la correa

$$q_{calamina} = P_{P \text{ correa}} \times L_{tributarea}$$

$$q_{correa} = 0,056 \text{ kN}$$

Peso Propio de la Cercha:

$$q_{Cercha} = P_{P \text{ cercha}} \times L_{tributarea}$$

$$q_{Cercha} = 0,113 \times 2,26 = 0,255 \text{ kN}$$

$$D = 0,18 + 0,056 + 0,255 = 0,494 \text{ kN}$$

Sobrecarga de Uso:

$$q_{Lr} = L_r * A_{tributarea}$$

$$q_{Lr} = 2,62 \text{ kN}$$

Carga de Granizo:

$$q_G = G * A_{tributarea}$$

$$q_G = 3,18 \text{ kN}$$

Carga de Viento:

Barlovento

$$q_{WB} = W_B * A_{tributarea}$$

$$q_{WB} = -2,091 \text{ kN}$$

Sotavento

$$q_{WS} = W_S * A_{tributarea}$$

$$q_{WS} = -0,136 \text{ kN}$$

### Descomposición de la Carga de Viento

Para la cercha solo se descompone la carga de viento, ya que las demás cargas no necesitan descomponerse.

El Ángulo de inclinación que se genera en la cercha por la pendiente de la misma es de: 11.36°

**Tabla A.4.8 Disposición de cargas de viento**

Carga Viento Barlovento	W <sub>x</sub> = 0,41 kN
	W <sub>y</sub> = -2,05 kN
Carga Viento Sotavento	W <sub>x</sub> = -0,027 kN
	W <sub>y</sub> = -0,133 kN

Fuente: Elaboración propia

### Combinaciones de Carga

**Tabla A.4.9 Combinaciones de carga con viento a sotavento**

Sotavento					
Combinación	D (kN)	Lr (kN)	G (kN)	W (kN)	U (kN)
U = 1,4 D.	0,494	2,62	3,18	-0,133	0,692
U = 1,2 D + 0,5 G.					2,183
U = 1,2 D + 1,6 G					5,681
U = 1,2 D + 1,0 W + 0,5 G.					2,07
U = 1,2 D.					0,593
U = 0,9 D + 1,6 W.					0,232

Fuente: Elaboración propia

**Tabla A.4.10 Combinaciones de carga con viento a barlovento**

<b>Barlovento</b>					
<b>Combinación</b>	<b>D (kN)</b>	<b>Lr (kN)</b>	<b>G (kN)</b>	<b>W (kN)</b>	<b>U (kN)</b>
U = 1,4 D.	0,494	2,62	3,18	-2,05	0,692
U = 1,2 D + 0,5 G.					2,183
U = 1,2 D + 1,6 G					5,681
U = 1,2 D + 1,0 W + 0,5 G.					0,133
U = 1,2 D.					0,593
U = 0,9 D + 1,6 W.					-2,835

*Fuente: Elaboración propia*

Se usará la máxima carga de las combinaciones:

Uy = 5,681 kN Para estados límites últimos

Uy = 3,674 kN Para estados límites de servicio

Carga actuante debido a cielo falso:

Peso cielo falso = 0,25 kN/m<sup>2</sup>

Área tributaria = 4,545 m<sup>2</sup>

$$q_{\text{cielo falso}} = P_{\text{cielo falso}} * A_{\text{tributaria}}$$

$$q_{\text{cielo falso}} = 1,136 \text{ kN}$$

Peso del perfil que sostiene al cielo falso = 0,021 kN/m

Longitud tributaria = 2,26 m

$$q_{\text{cielo falso}} = P_{\text{Perfil CF}} * L_{\text{tributaria}}$$

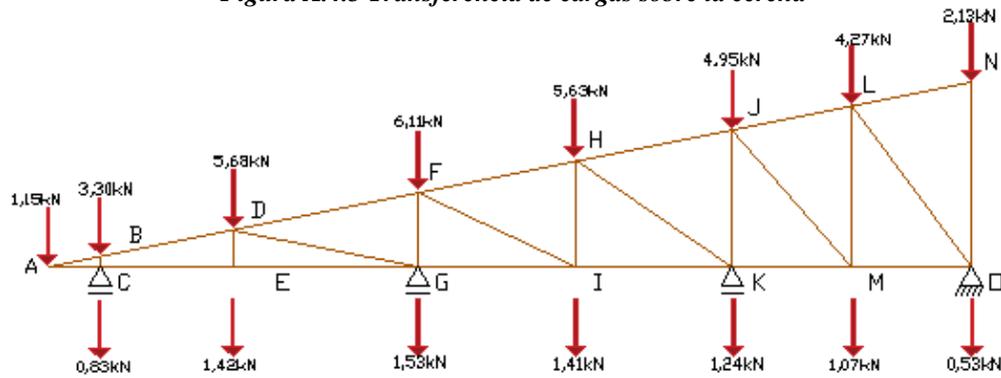
$$q_{\text{cielo falso}} = 0,047 \text{ kN}$$

Carga muerta total debida al cielo falso  $q_{D_{cf}} = 0,047 * 1,2 + 1,136 * 1,2 = 1,420 \text{ Kn}$

## 5.1. Estado Límite Último:

### Disposición de Cargas Sobre la Cercha Metálica

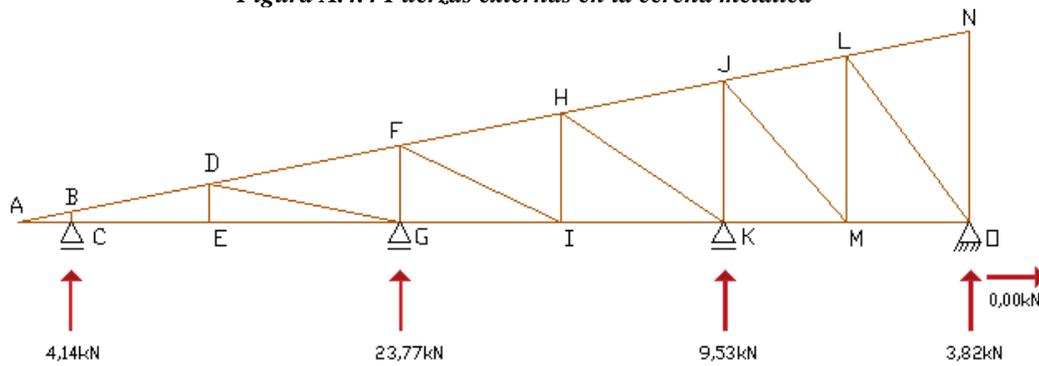
Figura A.4.3 Transferencia de cargas sobre la cercha



Fuente: Elaboración propia

### Fuerzas Externas

Figura A.4.4 Fuerzas externas en la cercha metálica



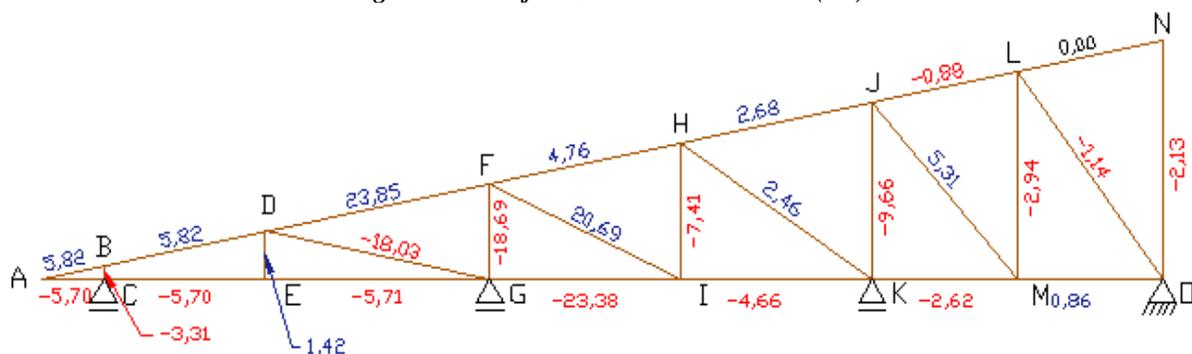
Fuente: Elaboración propia

$$R_{cy} = 4,14 \text{ kN} \quad R_{ky} = 9,53 \text{ kN}$$

$$R_{gy} = 23,77 \text{ kN} \quad R_{oy} = 3,82 \text{ kN}$$

### Esfuerzos Internos en la Cercha Metálica

Figura A.4.5 Esfuerzos internos la cercha (kN)



Fuente: Elaboración propia

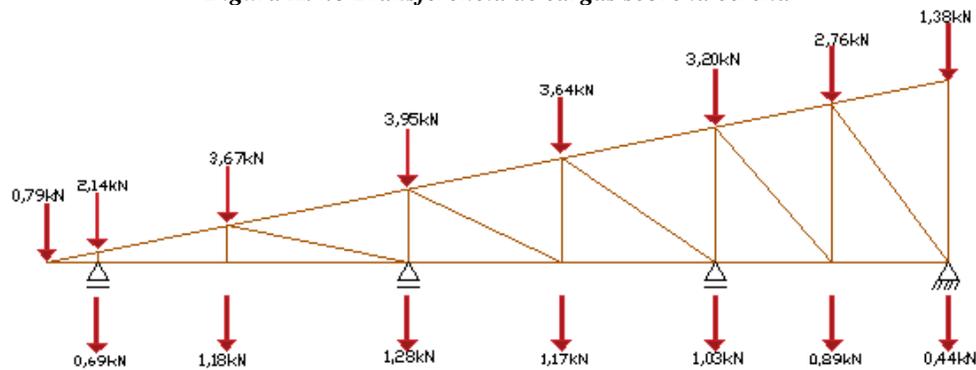
## 5.2. Estado Límite de Servicio

$$U_Y = 1,0 * D + 1,0 * L$$

$U_y = 3,674 \text{ kN}$ , carga transmitida a los nudos de la cuerda superior, carga muerta y carga viva.

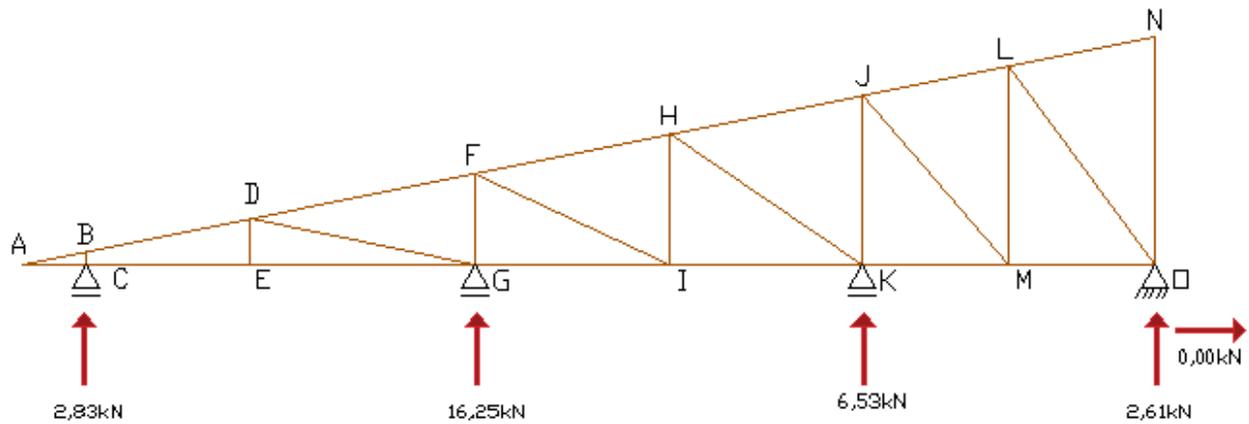
$U_y = 1,183 \text{ kN}$ , carga que se transmite a los nudos de la cuerda inferior, carga del cielo falso.

**Figura A.4.6** Transferencia de cargas sobre la cercha



Fuente: Elaboración propia

**Figura A.4.7** Fuerzas externas en la cercha metálica



Fuente: Elaboración propia

$$R_{cy} = 2,83 \text{ kN} \quad R_{ky} = 6,53 \text{ kN}$$

$$R_{gy} = 16,25 \text{ kN} \quad R_{oy} = 2,61 \text{ kN}$$

# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN

## 1. Propiedades de los Materiales:

### Hormigón

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

Resistencia característica

$$E_c = 3830 * \sqrt{f'_c} = 17551 \text{ MPa}$$

Módulo de elasticidad

$$\varepsilon_c = 0,003$$

Deformación unitaria del hormigón

$$\gamma_H = 25 \text{ kN/m}^3$$

Peso específico del hormigón

### Acero

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

Resistencia característica

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Módulo de elasticidad

$$\varepsilon_c = 0.0021$$

Deformación unitaria del hormigón

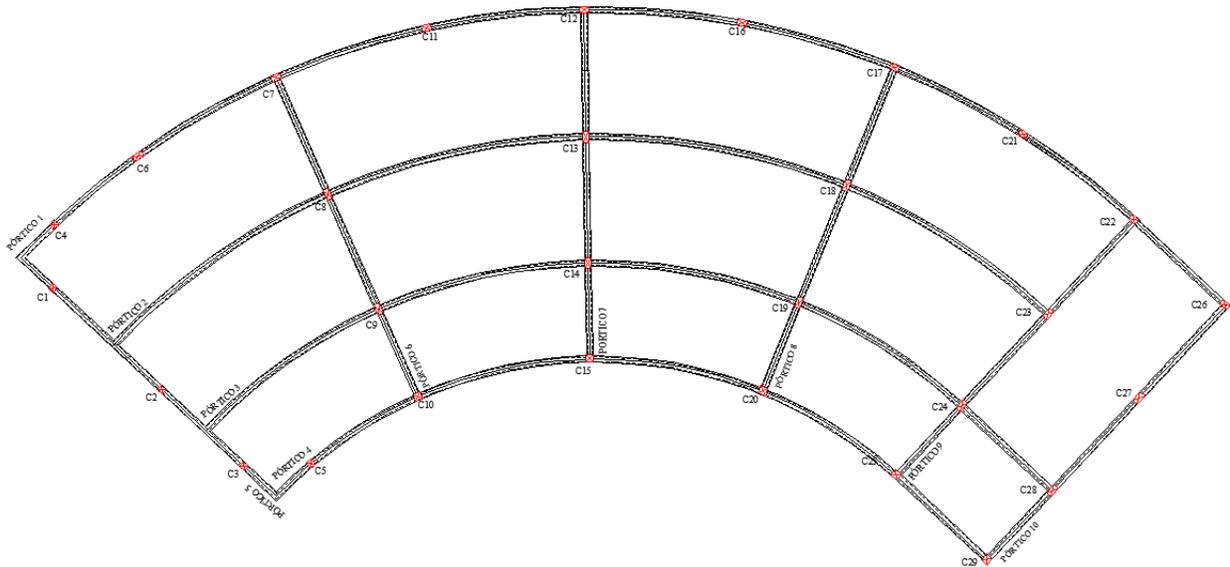
## 2. Cargas que Actuaran en la Estructura:

### 2.1. Nivel de Cubierta:

#### Esfuerzos transmitidos por la cubierta metálica

Los esfuerzos calculados de la cubierta serán transferidos a las vigas de la estructura a porticada

Figura A.5.1 vista en planta del nivel de la cubierta



Fuente: Elaboración propia

Las reacciones de las cubiertas se transfieren a los pórticos 1, 2, 3 y 4 de la edificación, en total se tiene 19 cerchas emplazadas sobre la estructura con las siguientes reacciones:

**Estado Límite Ultimo**

$$R_{cy} = 4,14 \text{ kN} \quad R_{ky} = 9,53 \text{ kN}$$

$$R_{gy} = 23,77 \text{ kN} \quad R_{oy} = 3,82 \text{ kN}$$

**Estado Límite de Servicio**

$$R_{cy} = 2,83 \text{ kN} \quad R_{ky} = 6,53 \text{ kN}$$

$$R_{gy} = 16,25 \text{ kN} \quad R_{oy} = 2,61 \text{ kN}$$

**Cargas Equivalentes**

De las reacciones se determinarán las cargas equivalentes, que se transfieren al pórtico:

$$q_e = \frac{\text{Reacción} * N^{\circ} \text{Cerchas}}{L_{Tviga}}$$

Longitud total del pórtico N°1 = 43,00 m

Longitud total del pórtico N°2 = 36,67 m

Longitud total del pórtico N°3 = 30,40 m

Longitud total del pórtico N°4 = 25,73 m

**Estado Límite Ultimo**

$$q_{N^{\circ}1} = 1,83 \text{ kN/m}$$

$$q_{N^{\circ}2} = 12,32 \text{ kN/m}$$

$$q_{N^{\circ}3} = 5,95 \text{ kN/m}$$

$$q_{N^{\circ}4} = 2,82 \text{ kN/m}$$

**Estado Límite de Servicio**

$$q_{N^{\circ}1} = 1,25 \text{ kN/m}$$

$$q_{N^{\circ}2} = 8,42 \text{ kN/m}$$

$$q_{N^{\circ}3} = 4,08 \text{ kN/m}$$

$$q_{N^{\circ}4} = 1,93 \text{ kN/m}$$

**2.2. Nivel de Primer Piso**

El análisis de cargas se encuentra en el (Anexo III).

Todas las cargas superficiales se deberán convertir en una carga equivalente, que se transmitirán hacia las vigas, para esto es necesario saber el área tributaria de las losas que se transmitirá a cada viga.

$$q_e = \frac{q * A_T}{L_v}; (\text{kN/m})$$

Donde:

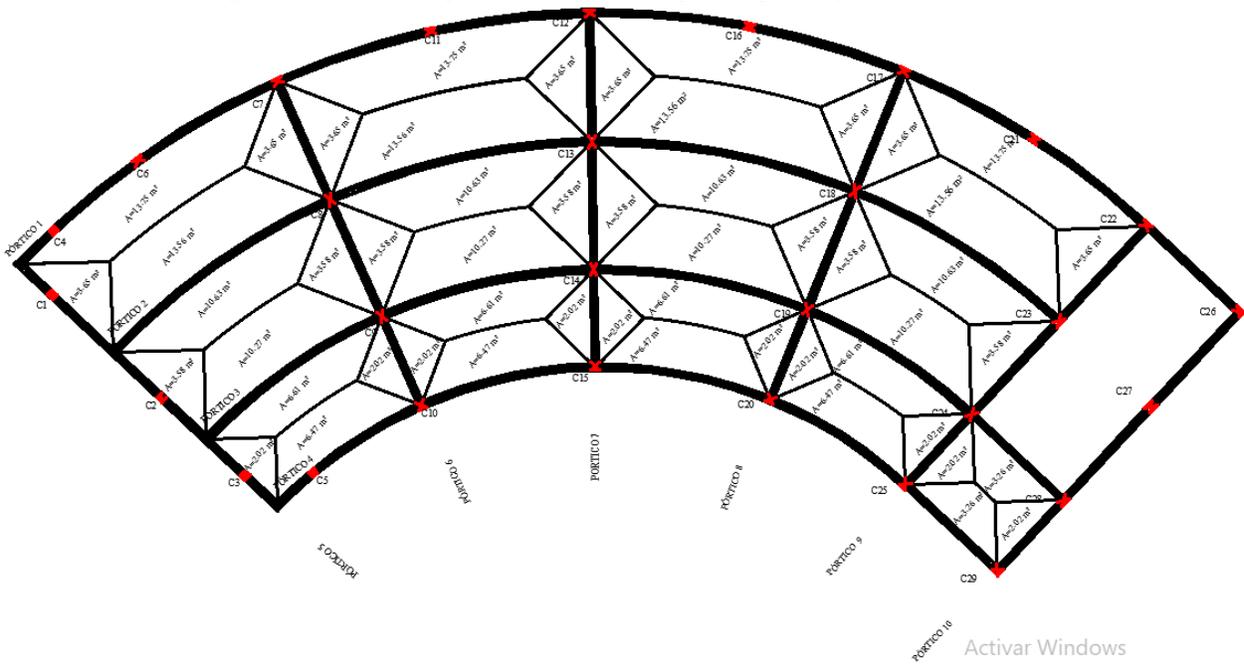
$q_e$ : carga equivalente

$q$ : carga superficial

$A_T$ : área tributaria de la losa

$L_v$ : longitud de la viga

Figura A.5.2 Vista en planta del nivel de la primer planta y áreas tributarias



Fuente: Elaboración propia

### Carga Muerta

- Peso propio de la losa =  $4,32 \text{ kN/m}^2$ , peso equivalente de losa más el ábaco.
- Acabados =  $0,87 \text{ kN/m}^2$
- Tabiquería =  $7,33 \text{ kN/m}$
- Baranda =  $0,15 \text{ kN/m}$

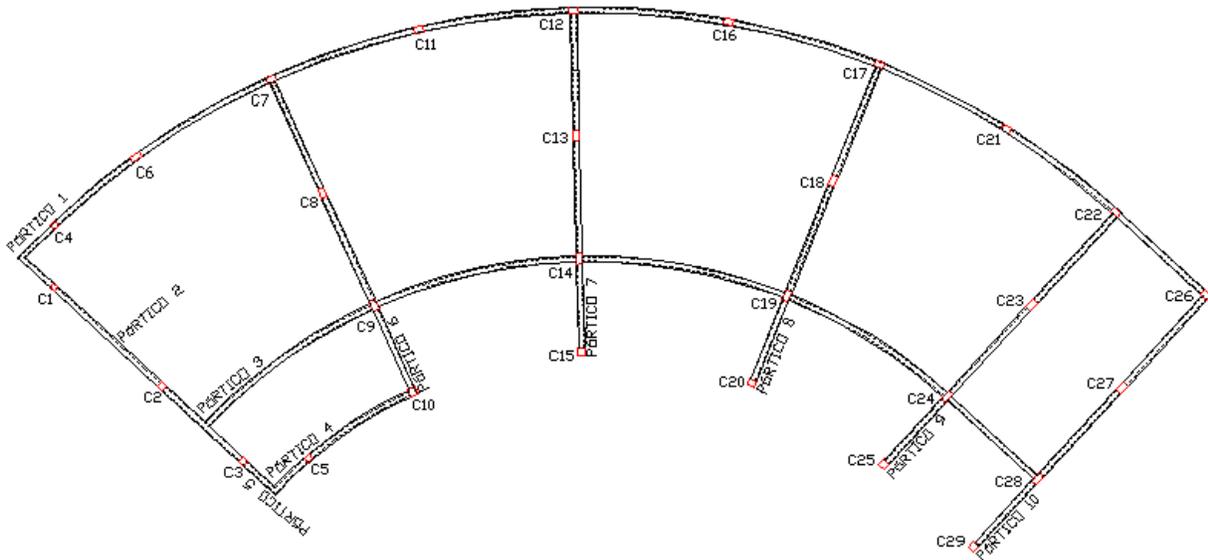
### Carga Viva o Carga de Servicio

- Aulas =  $3 \text{ kN/m}^2$
- Corredores =  $4 \text{ kN/m}^2$
- Baños =  $3 \text{ kN/m}^2$
- Escaleras =  $3 \text{ kN/m}^2$

### 2.3. Nivel de Planta Baja

En la planta baja solo se tendrá cargas de tabiquería, ya que las demás cargas actúan sobre el terreno y no en la estructura.

Figura A.5.3 Vista en planta del nivel de planta baja



Fuente: Elaboración propia

## Carga Muerta

Tabiquería = 7,33 kN/m<sup>2</sup>

Nota: el peso propio del pórtico será calculado mediante un software de cálculo de esfuerzos, de igual manera se describe el cálculo en el anexo de pre dimensionamiento de los elementos estructurales.

## 3. Hipótesis y Combinación de Cargas

Combinaciones usuales de carga según NB 1225001

$$U = 1,4 (D + F)$$

$$U = 1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + 0,5 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1,0 L \text{ ó } 0,8 W)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L + 0,2 S$$

$$U = 0,9 D + 1,0 W + 1,6 H$$

$$U = 0,9 D + 1,0 E + 1,6 H$$

Estructura vacía:

Estructura con sobrecargas:

Estructura de cubierta:

Acción de viento:

Acción sísmica:

Acción de Viento + empujes de suelo:

Acción sísmica + empujes de suelo:

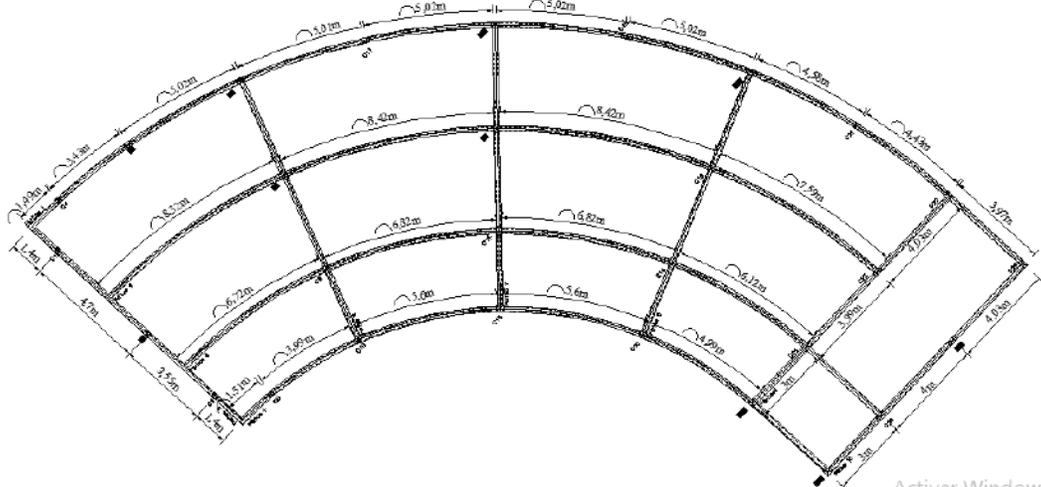
## 4. Determinación de Esfuerzos en Pórticos

*Figura A.5.4 Idealización de la estructura*



Fuente: Cypecad 2017

*Figura A.5.5 Acotaciones de los pórticos (vista en planta)*



Fuente: Elaboración propia

### 4.1. Pórtico N°2

#### 4.1.1. Cargas Actuantes Sobre el Pórtico

##### Nivel de Cubierta

Cargas transferidas:

$$\begin{array}{l} \text{Estado Límite Último} \\ q_{N^{\circ}2} = 12,32 \text{ kN/m} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Estado Límite de Servicio} \\ q_{N^{\circ}2} = 8,42 \text{ kN/m} \end{array}$$

Cargas de peso propio

Viga 20x40 cm

Estado Límite Último

$$q_v = 1,2 * \gamma_{H^\circ} * A_g = 2,40 \text{ kN/m}$$

$$U = 12,32 + 2,40 = 14,72 \text{ kN/m}$$

Estado Límite de Servicio

$$q_{N^\circ 2} = 1,0 * \gamma_{H^\circ} * A_g = 2,00 \text{ kN/m}$$

$$U = 8,42 + 2,00 = 10,42 \text{ kN/m}$$

### Nivel de la Primera Planta

Carga muerta distribuida:

$$q_{Losa} = \frac{q_L * A_T}{L_v} = 12,40 \text{ kN/m, peso losa}$$

$$q_{Acab} = \frac{q_{acab} * A_T}{L_v} = 2,5 \text{ kN/m, acabados}$$

$$P_{Pv} = \gamma_{H^\circ} * A_g = 2,5 \text{ kN/m, viga 20x50 cm}$$

$$D = 12,40 + 2,5 + 2,5 = 17,40 \text{ kN/m}$$

Cargas muertas concentradas:

$$P_{Pc} = \gamma_{H^\circ} * h * A_g = 6,70 \text{ kN, Columna interiores - sección 20x40 cm}$$

$$P_{Pc} = \gamma_{H^\circ} * h * A_g = 5,025 \text{ kN, Columna externa- sección 20x30 cm}$$

Estado Límite Último

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 8,04 \text{ kN, C 20x40 cm}$$

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 6,03 \text{ kN, C 20x30 cm}$$

Estado Límite de Servicio

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 6,70 \text{ kN, C 20x40 cm}$$

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 5,025 \text{ kN, C 20x30 cm}$$

Carga viva:

$$q_{aulas} = \frac{q * A_T}{L_v} = 8,62 \text{ kN/m carga de servicio}$$

Combinación de Cargas:

Tabla A.5.1 Mayoración de cargas Estado Límite Último

Combinación	D (kN)	L (kN)	U (kN)
<b>U = 1,4 (D + F)</b>	17,40	8,62	33,87
<b>U = 1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + 0,5 (Lr ó S ó R)</b>			34,67
<b>U = 1,2 D + 1,6 (Lr ó S ó R) + (1,0 L ó 0,8 W)</b>			29,5
<b>U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (Lr ó S ó R)</b>			29,5
<b>U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L + 0,2 S</b>			29,5
<b>U = 0,9 D + 1,0 W + 1,6 H</b>			21,77
<b>U = 0,9 D + 1,0 E + 1,6 H</b>			21,77

Fuente: Elaboración propia

**Tabla A.5.2 Mayoración de cargas Estado Límite de Servicio**

Combinación	D (kN)	L (kN)	U (kN)
$U = 1,0 D + 1,0 L$	17,40	8,62	26,02

Fuente: Elaboración propia

Estado Límite Último

$$U_{N^{\circ}2} = 34,67 \text{ kN/m}$$

Estado Límite de Servicio

$$U_{N^{\circ}2} = 26,02 \text{ kN/m}$$

### Nivel de Planta Baja

Cargas muertas concentradas:

$$P_{Pc} = \gamma_{H^{\circ}} * h * A_g = 10,70 \text{ kN}, \text{ Columna interiores - sección } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$P_{Pc} = \gamma_{H^{\circ}} * h * A_g = 8,025 \text{ kN}, \text{ Columna externa- sección } 20 \times 30 \text{ cm}$$

Estado Límite Último

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 12,84 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

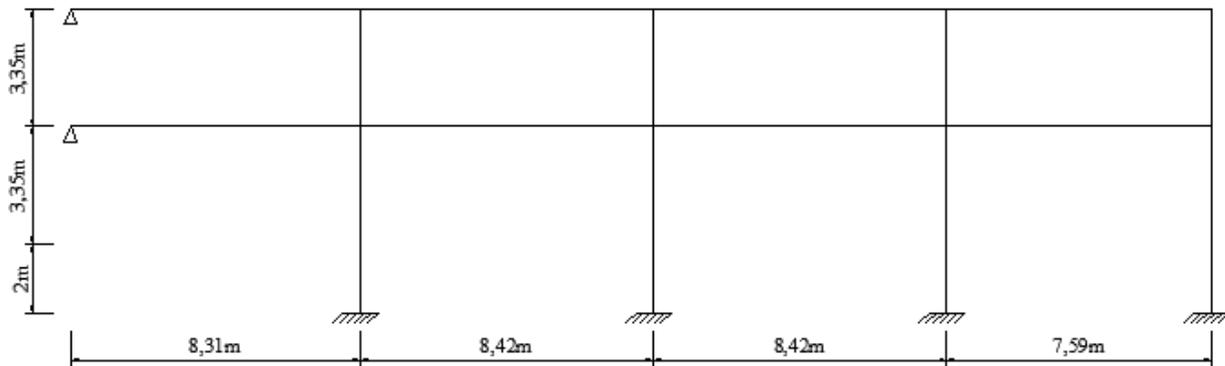
$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 9,63 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 30 \text{ cm}$$

Estado Límite de Servicio

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 10,70 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 8,025 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 30 \text{ cm}$$

**Figura A.5.6 Esquema del pórtico N°2**



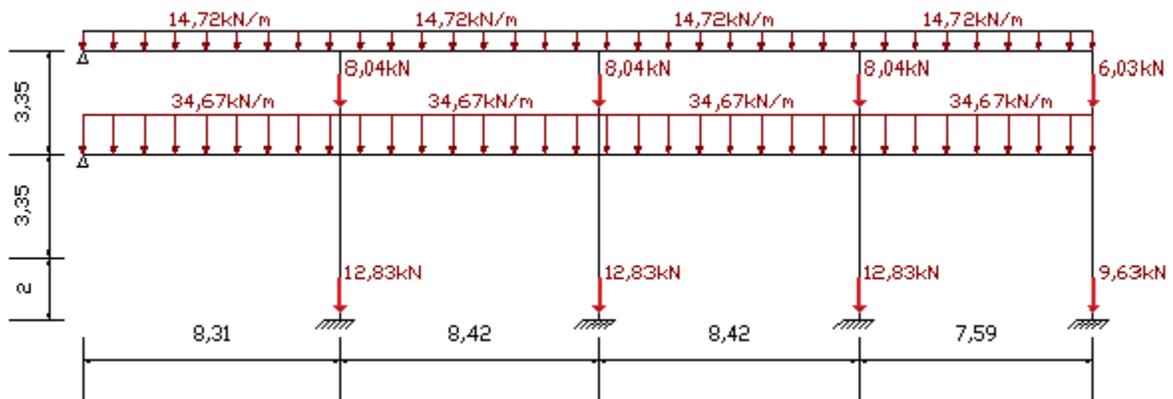
Fuente: Elaboración propia

## 4.1.2. Cálculo del Pórtico

### Estado Límite Último

Disposición de cargas sobre el pórtico:

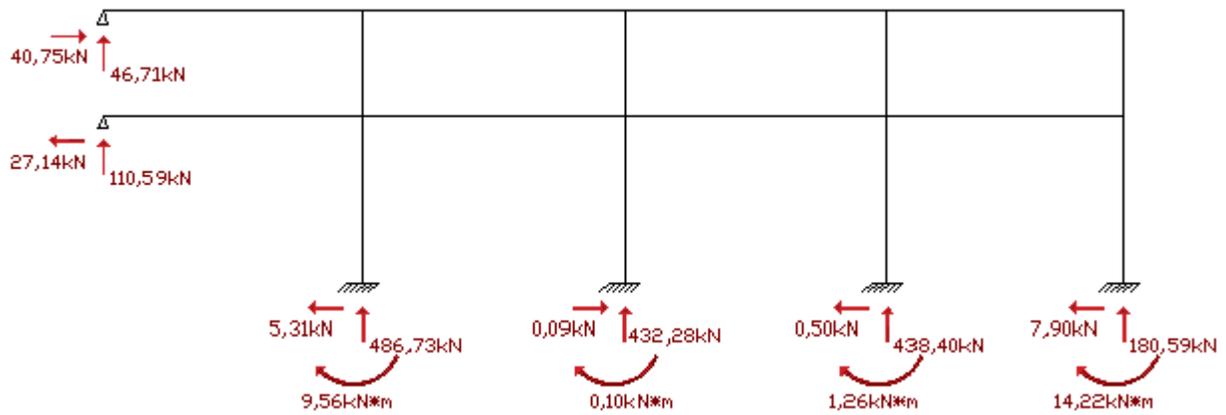
Figura A.5.7 Disposición de cargas en el pórtico N°2 (E.L.U.)



Fuente: Elaboración propia

Reacciones:

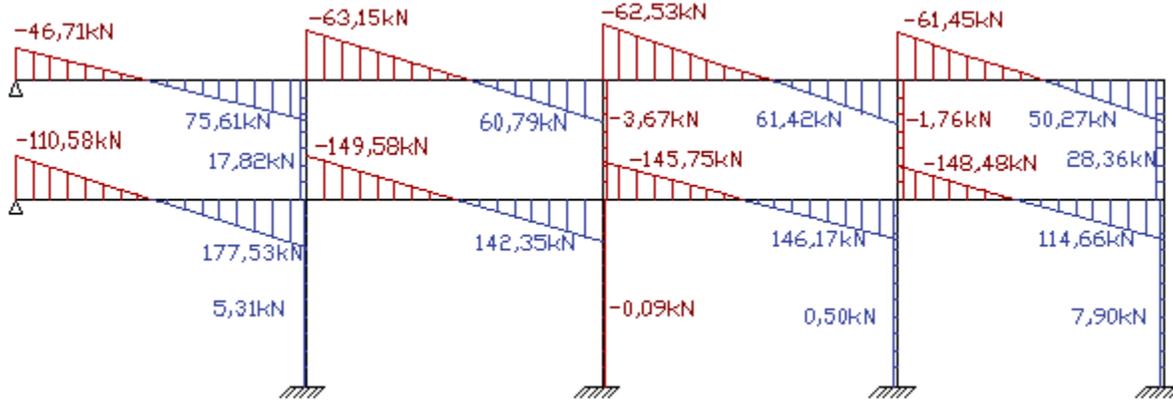
Figura A.5.8 Reacciones de pórtico N°2 (E.L.U.)



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de cortantes:

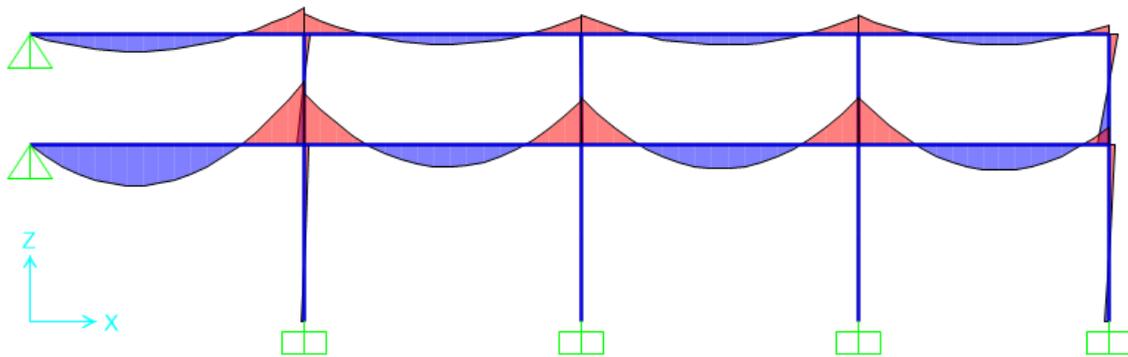
*Figura A.5.9 Diagrama de cortantes del pórtico N°2 (E.L.U.)*



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de momentos:

*Figura A.5.10 Diagrama de momentos del pórtico N°2 (E.L.U.)*



Fuente: Elaboración propia

Para el diseño se usarán los momentos y la fuerza axial de la columna C 8, la fuerza axial de la columna C 8 es igual a la suma de las reacciones de los pórticos N°2 y N°6 y sus momentos en los ejes (x; y) respectivamente.

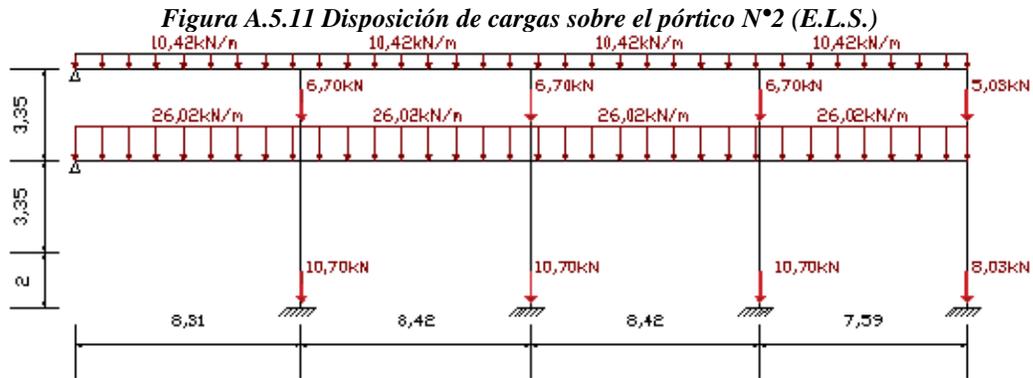
$$R_x = P_{Ux} = 483,76 \text{ kN}$$

$$M_{Ux} = 9,56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ux} = 5,31 \text{ kN}$$

## Estado Límite de Servicio:

Disposición de cargas:



Reacciones:

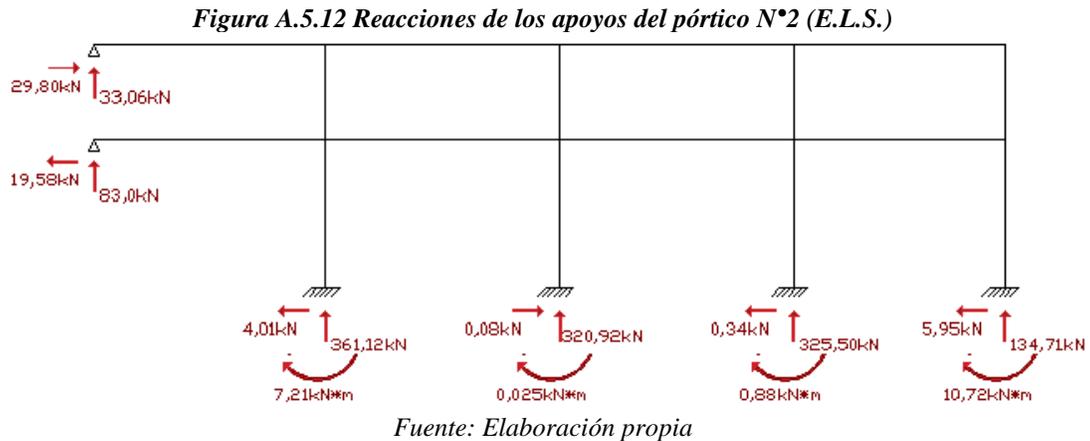
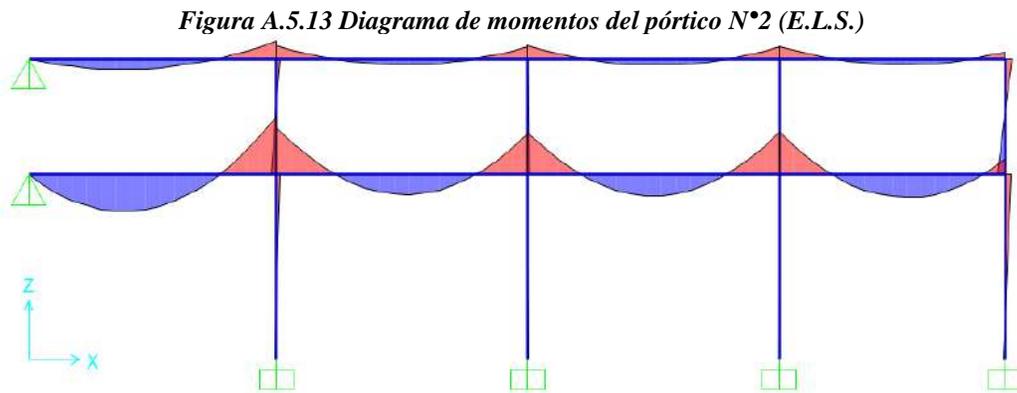


Diagrama de momentos:



Fuente: Elaboración propia

$$R_{Ax} = P_{Ux} = 361,12 \text{ kN}$$

$$M_{Ux} = 7,21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## 4.2. Pórtico N°6

### 4.2.1. Cargas Actuantes Sobre el Pórtico

#### Nivel de Cubierta

Cargas de peso propio

Viga 20x40 cm

Estado Limite Ultimo

$$q_v = 1,2 * \gamma_{H^\circ} * A_g = 2,10 \text{ kN/m}$$

$$D = 2,10 \text{ kN/m}$$

Estado Límite de Servicio

$$q_{N^\circ 2} = 1,0 * \gamma_{H^\circ} * A_g = 1.75 \text{ kN/m}$$

$$D = 1,75 \text{ kN/m}$$

#### Nivel de la Primer Planta

#### Carga Muerta Distribuida

Carga del peso de la losa:

$$q_{L1} = \frac{q_L * A_T}{L_v} = 7,17 \text{ kN/m, tramo 1}$$

$$q_{L2} = \frac{q_L * A_T}{L_v} = 7,08 \text{ kN/m, tramo 2}$$

$$q_{L3} = \frac{q_L * A_T}{L_v} = 5,01 \text{ kN/m, tramo 3}$$

Carga de acabados:

$$q_{Acab} = \frac{q_{acab} * A_T}{L_v} = 1,44 \text{ kN/m, tramo 1}$$

$$q_{Acab} = \frac{q_{acab} * A_T}{L_v} = 1,43 \text{ kN/m, tramo 2}$$

$$q_{Acab} = \frac{q_{acab} * A_T}{L_v} = 1,01 \text{ kN/m, tramo 3}$$

Peso propio de la viga (40x35 cm):

$$P_{Pv} = \gamma_{H^\circ} * A_g = 3,5 \text{ kN/m, para todos los tramos}$$

Carga de tabiquería:

$$q_T = 7,33 \text{ kN/m tramo 1, tramo 2}$$

Carga muerta total "D":

$$D = 7,17 + 1,44 + 3,5 + 7,33 = 19,44 \text{ kN/m, tramo 1}$$

$$D = 7,08 + 1,43 + 3,5 + 7,33 = 19,34 \text{ kN/m, tramo 2}$$

$$D = 5,01 + 1,01 + 3,5 = 9,52 \text{ kN/m, tramo 2}$$

Cargas muertas concentradas:

$$P_{Pc} = \gamma_{H^{\circ}} * h * A_g = 6,70 \text{ kN}, \text{ Columnas interiores - sección } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$P_{Pc} = \gamma_{H^{\circ}} * h * A_g = 3,35 \text{ kN}, \text{ Columnas externas- sección } 20 \times 20 \text{ cm}$$

Estado Límite Último

Estado Límite de Servicio

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 8,04 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 6,70 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 4,02 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 20 \text{ cm}$$

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 3,35 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 20 \text{ cm}$$

Carga viva:

$$q_{aulas} = \frac{q * A_T}{L_v} = 4,98 \text{ kN/m}, \text{ tramo 1}$$

$$q_{aulas} = \frac{q * A_T}{L_v} = 4,92 \text{ kN/m}, \text{ tramo 2}$$

$$q_{corredor} = \frac{q * A_T}{L_v} = 4,64 \text{ kN/m}, \text{ tramo 3}$$

Combinación de cargas:

De las combinaciones de carga se realiza el diseño con la mayor carga

Estado Límite Último

Estado Límite de Servicio

$$U_1 = 31,30 \text{ kN/m}, \text{ tramo 1}$$

$$U_1 = 24,42 \text{ kN/m}, \text{ tramo 1}$$

$$U_2 = 31,08 \text{ kN/m}, \text{ tramo 2}$$

$$U_2 = 24,26 \text{ kN/m}, \text{ tramo 2}$$

$$U_3 = 18,85 \text{ kN/m}, \text{ tramo 3}$$

$$U_3 = 14,16 \text{ kN/m}, \text{ tramo 3}$$

## Nivel de Planta Baja

Cargas de peso propio

Viga 20x35 cm

$$q_v = \gamma_{H^{\circ}} * A_g = 1,75 \text{ kN/m}$$

Carga de tabiquería:

$$q_T = 7,33 \text{ kN/m tramo 1, tramo 2}$$

$$D = 7,33 + 1,75 = 9,08 \text{ kN/m}$$

Estado Límite Último

Estado Límite de Servicio

$$q_v = 1,2 * D = 10,89 \text{ kN/m}$$

$$q_{N^{\circ}2} = 1,0 * D = 9,08 \text{ kN/m}$$

Cargas muertas concentradas:

$$P_{Pc} = \gamma_{H^{\circ}} * h * A_g = 6,70 \text{ kN}, \text{ Columna interiores - sección } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$P_{Pc} = \gamma_{H^{\circ}} * h * A_g = 3,35 \text{ kN}, \text{ Columna externa- sección } 20 \times 20 \text{ cm}$$

Estado Límite Último

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 8,04 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 4,02 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 20 \text{ cm}$$

Estado Límite de Servicio

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 6,70 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 3,35 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 20 \text{ cm}$$

### Nivel de Fundación

Cargas muertas concentradas:

$$P_{Pc} = \gamma_{H^o} * h * A_g = 4 \text{ kN}, \text{ Columna interiores - sección } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$P_{Pc} = \gamma_{H^o} * h * A_g = 2 \text{ kN}, \text{ Columna externa- sección } 20 \times 20 \text{ cm}$$

Estado Límite Último

$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 4,80 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

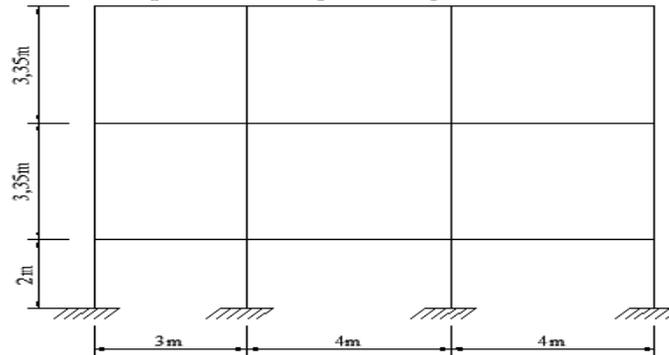
$$q_U = 1,2 * P_{Pc} = 2,40 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 20 \text{ cm}$$

Estado Límite de Servicio

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 4,00 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 40 \text{ cm}$$

$$q_U = 1,0 * P_{Pc} = 2,00 \text{ kN}, \text{ C } 20 \times 20 \text{ cm}$$

**Figura A.5.14 Esquema del pórtico N°2**



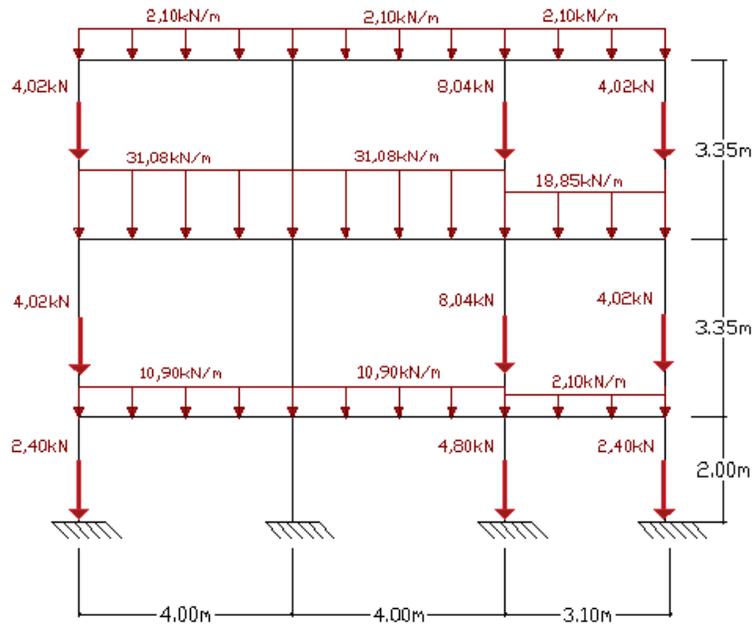
Fuente: Elaboración propia

## 4.2.2. Cálculo del Pórtico

### Estado Límite Último

Disposición de cargas:

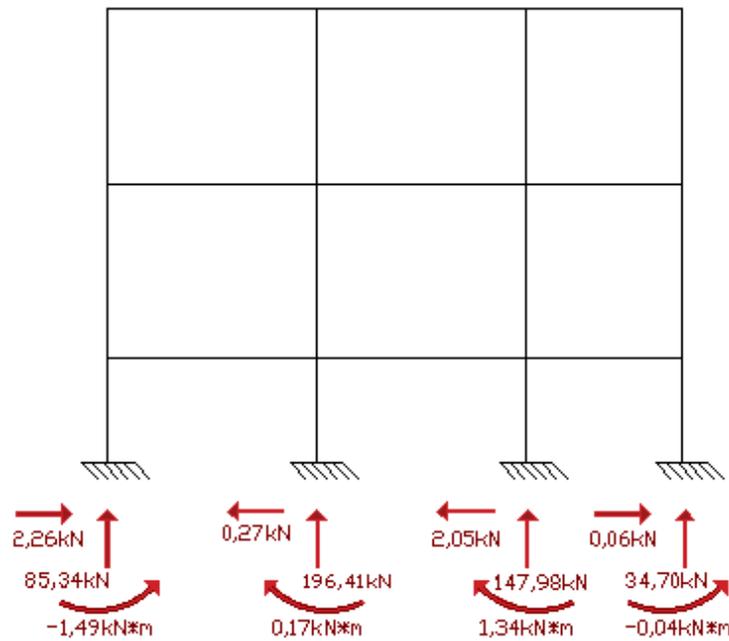
Figura A.5.15 Disposición de cargas sobre el pórtico N°6 (E.L.U.)



Fuente: Elaboración propia

Reacciones:

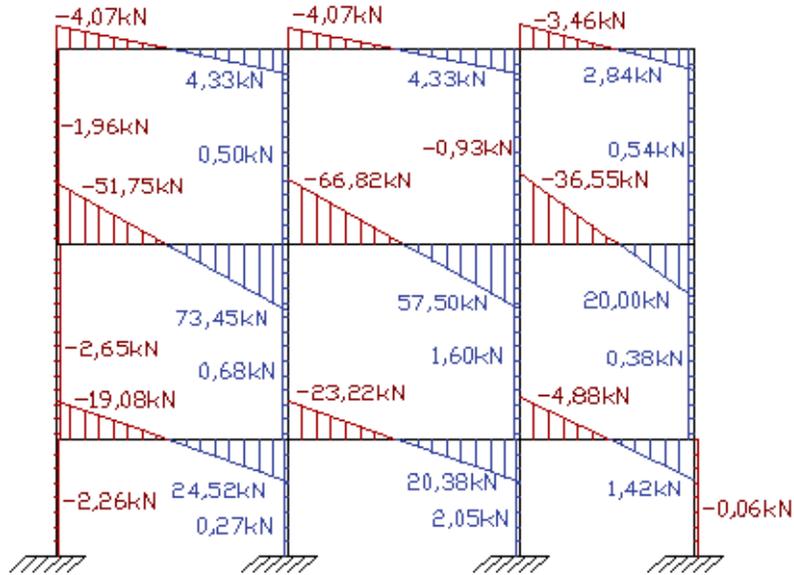
Figura A.5.16 Reacciones de los apoyos del pórtico N°6 (E.L.U.)



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de cortantes:

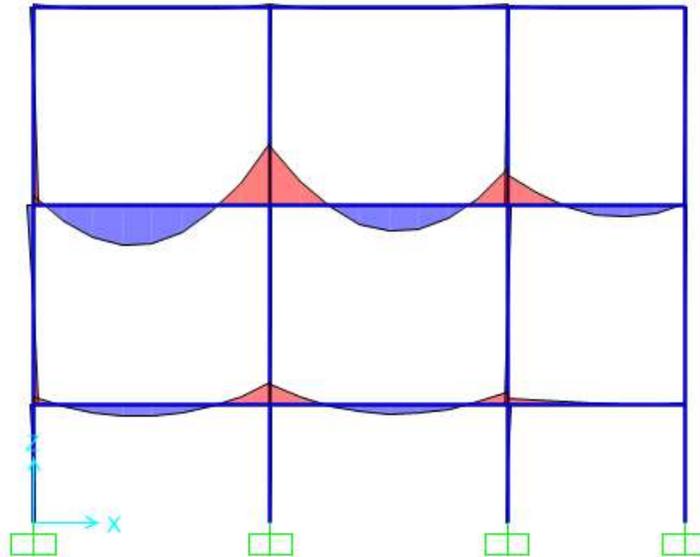
Figura A.5.17 Diagrama de cortantes del pórtico N°6 (E.L.U.)



Fuente: Elaboración propia

Diagrama s de momentos:

Figura A.5.18 Diagrama de momentos del pórtico N°6 (E.L.U.)



Fuente: Elaboración propia

Esfuerzos de la columna C8 del pórtico N°6:

$$R_y = P_{Uy} = 196,41 \text{ kN} \quad P_U = P_{Ux} + P_{Uy} = 483,76 + 196,41 = \mathbf{680,17 \text{ kN}}$$

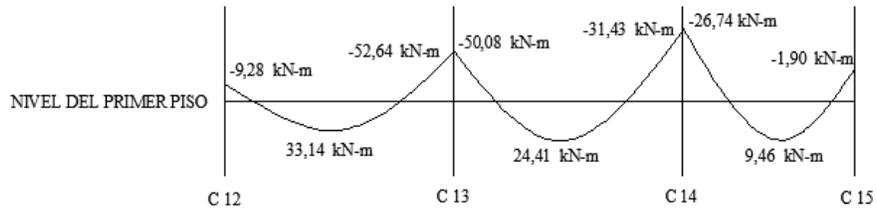
$$\mathbf{M_{Uy} = 0,17 \text{ kN} * m ; \quad M_{Ux} = 9,56 \text{ kN} * m}$$

$$V_{Uy} = 0,27 \text{ kN}$$

Esfuerzos de diseño de la viga del pórtico N°6:

Diagrama de momentos:

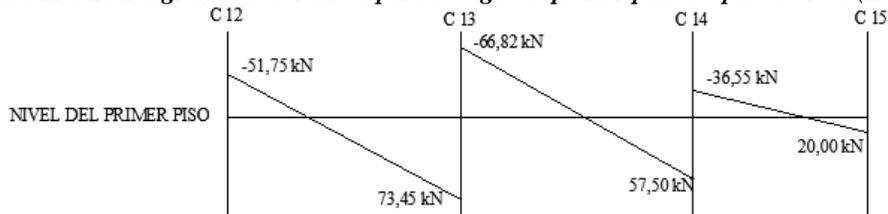
**Figura A.5.19 Diagrama de momentos para la viga del primer piso del pórtico N°6 (E.L.U.)**



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de cortantes:

**Figura A.5.20 Diagrama de cortantes para la viga del primer piso del pórtico N°6 (E.L.U.)**

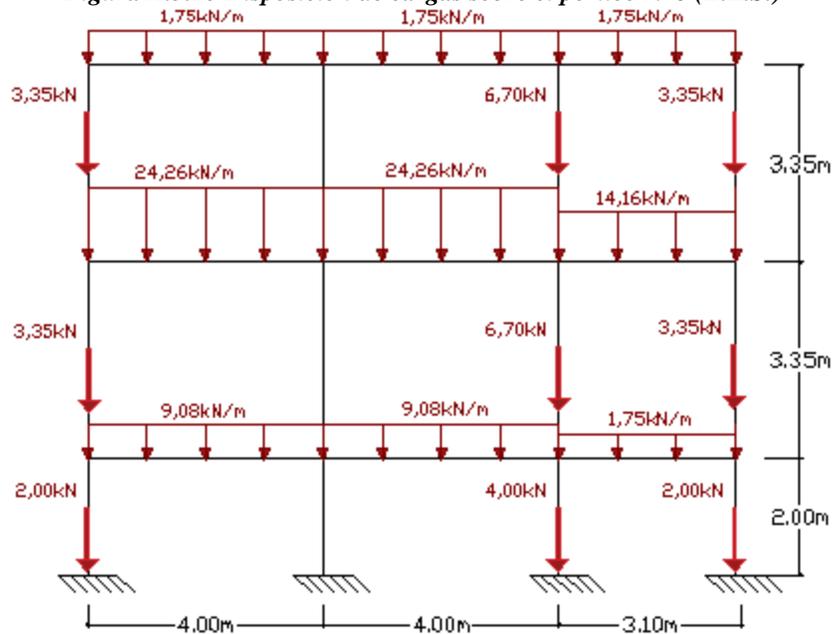


Fuente: Elaboración propia

## Estado Límite de Servicio

Disposición de cargas:

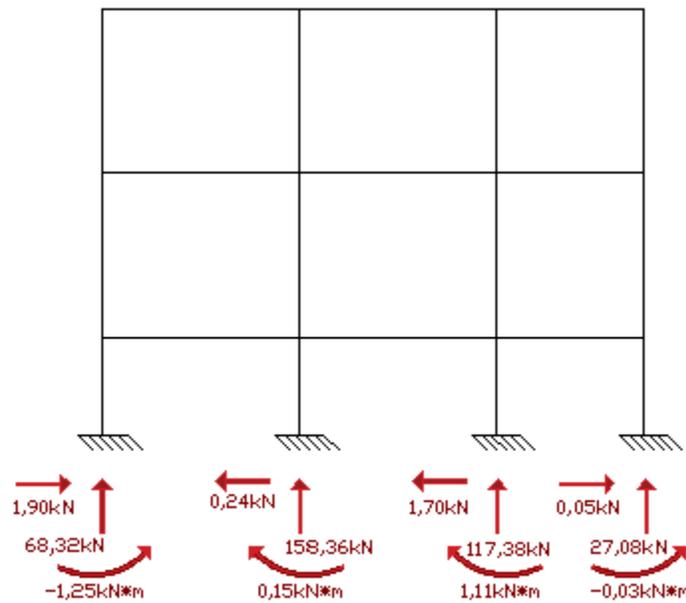
**Figura A.5.20 Disposición de cargas sobre el pórtico N°6 (E.L.S.)**



Fuente: Elaboración propia

Reacciones:

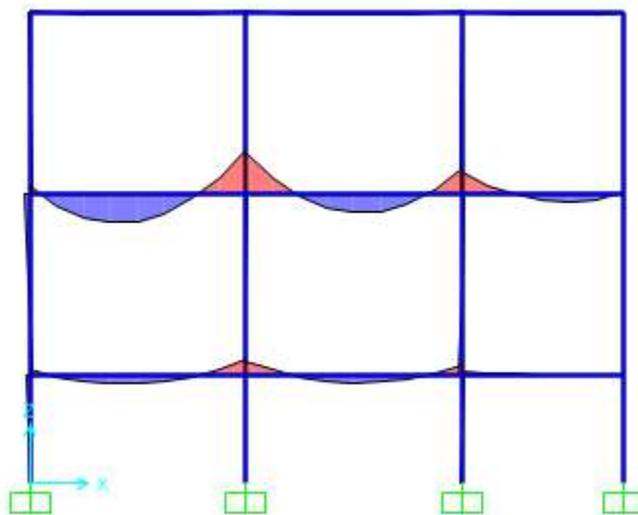
Figura A.5.21 Reacciones de los apoyos del pórtico N°6 (E.L.S.)



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de momentos:

Figura A.5.22 Diagrama de momentos del pórtico N°6 (E.L.S.)



Fuente: Elaboración propia

Esfuerzos de la columna C8 del pórtico N°6:

$$R_y = P_{Uy} = 158,36 \text{ kN} \quad P_U = P_{Ux} + P_{Uy} = 361,12 + 158,36 = 519,48 \text{ kN}$$

$$M_{Uy} = 0,15 \text{ kN} \cdot \text{m} ; M_{Ux} = 7,21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## DIAGRAMA DE INTERACCIÓN “COLUMNAS”

### 1. Parámetros Geométricos:

Dimensiones de la sección de hormigón:

$b = 0,2 \text{ m}$  Dimensión de la sección “x”

$H_n = 3,35 \text{ m}$  Altura libre de la columna

$h = 0,4 \text{ m}$  Dimensión de la sección y

$A_c = 80000 \text{ mm}^2$  Área de la sección

Datos del armado longitudinal:

#### Sección vista en X-X

Diámetro armadura compresión

$$\phi_{s1} = 12 \text{ mm}$$

Área del diámetro

$$A_{s1} = 226,2 \text{ mm}^2$$

Nº de barras

$$N_b = 2$$

Diámetro armadura en tracción

$$\phi_{s1} = 12 \text{ mm}$$

Área del diámetro

$$A_{s2} = 226,2 \text{ mm}^2$$

Nº de barras

$$N_b = 2$$

#### Sección vista en Y-Y

Diámetro armadura compresión

$$\phi_{s3} = 12 \text{ mm}$$

Área del diámetro

$$A_{s3} = 226,2 \text{ mm}^2$$

Nº de barras

$$N_b = 4$$

Diámetro armadura en tracción

$$\phi_{s4} = 12 \text{ mm}$$

Área del diámetro

$$A_{s4} = 226,2 \text{ mm}^2$$

Nº de barras

$$N_b = 4$$

Datos de Geometría:

#### Sección vista X-X

Recubrimiento geométrico  $r_g = 20 \text{ mm}$

Diámetro del estribo  $\phi_{est} = 6 \text{ mm}$

Diámetro de la arm. long. en compr.

$$\phi_{s1} = 12 \text{ mm}$$

Diámetro de la arm. long. en tracc.

$$\phi_{s2} = 12 \text{ mm}$$

Recubrimiento mecánico

$$r_m = r_g - \phi_{est} + \frac{\phi_{s1}}{2}$$

$$r_{m1} = r_{m2} = 32 \text{ mm}$$

Canto útil

$$d_1 = r_{m1} = 32 \text{ mm}$$

$$d_2 = h - r_{m2} = 468 \text{ mm}$$

#### Sección vista Y-Y

Recubrimiento geométrico  $r_g = 20 \text{ mm}$

Diámetro del estribo  $\phi_{est} = 6 \text{ mm}$

Diámetro de la arm. long. en compr.

$$\phi_{s3} = 12 \text{ mm}$$

Diámetro de la arm. long. en tracc.

$$\phi_{s4} = 12 \text{ mm}$$

Recubrimiento mecánico

$$r_m = r_g - \phi_{est} + \frac{\phi_{s1}}{2}$$

$$r_{m3} = r_{m4} = 32 \text{ mm}$$

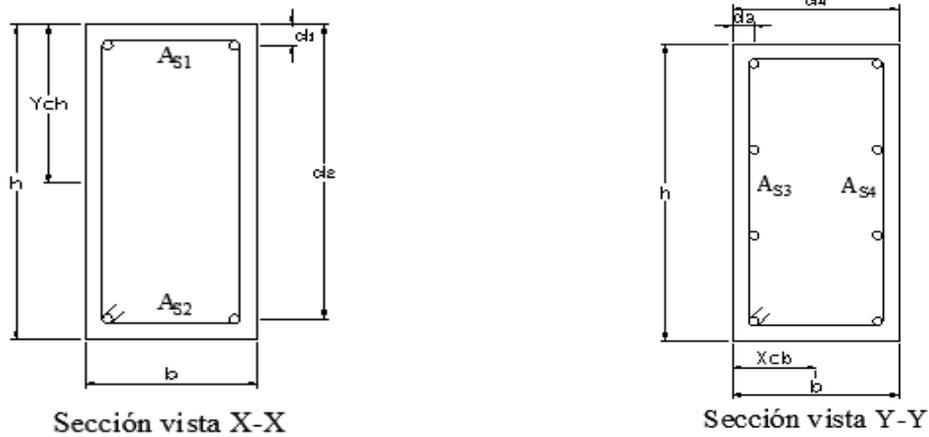
Canto útil

$$d_3 = r_{m3} = 32 \text{ mm}$$

$$d_4 = h - r_{m4} = 468 \text{ mm}$$



Figura A.7.1 Esquema de armado de la columna



Fuente: Elaboración propia

## 2. Consideraciones Para las Deformaciones

### Sección vista en X-X

Deformación sedente del acero

$$\varepsilon_y = \frac{E_s}{f_y}$$

$$\varepsilon_y = 0,0021$$

Deformación última del hormigón

$$\varepsilon_{cu} = 0,003$$

Deformación del acero en compresión

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c_x - d_1}{c_x} \right)$$

Deformación del acero en tracción

$$\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{d_2 - c_x}{c_x} \right)$$

### Sección vista en Y-Y

Deformación sedente del acero

$$\varepsilon_y = \frac{E_s}{f_y}$$

$$\varepsilon_y = 0,0021$$

Deformación última del hormigón

$$\varepsilon_{cu} = 0,003$$

Deformación del acero en compresión

$$\varepsilon_{s3} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c_x - d_3}{c_x} \right)$$

Deformación del acero en tracción

$$\varepsilon_{s4} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{d_4 - c_x}{c_x} \right)$$

### 3. Falla en Compresión Pura

Figura A.7.2 Esquema de análisis sección vista X-X

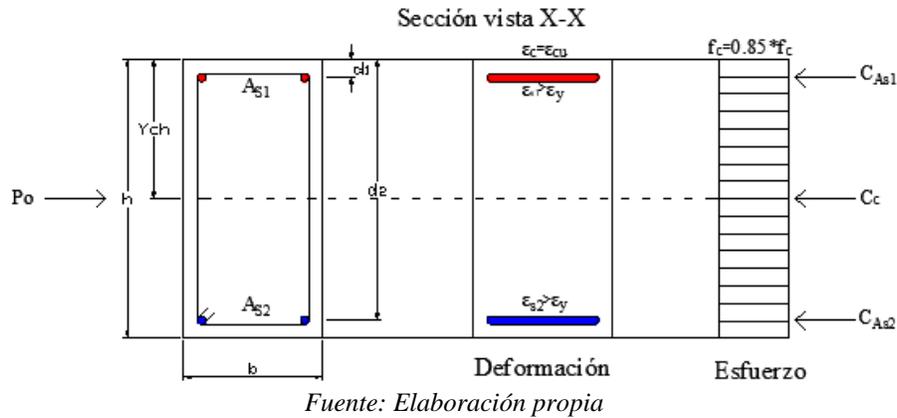
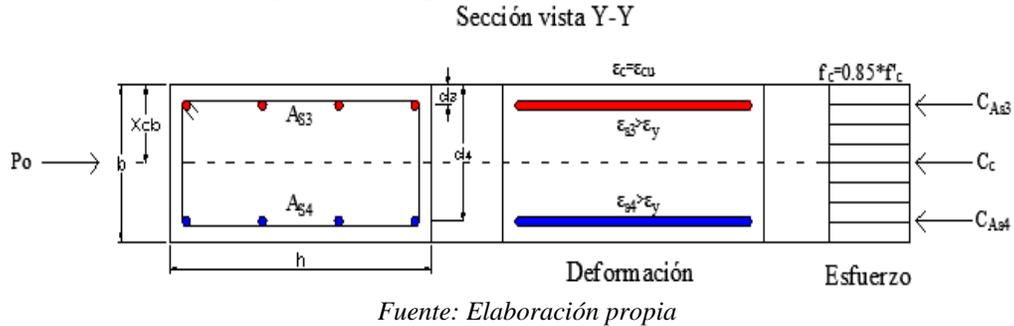


Figura A.7.3 Esquema de análisis sección vista Y-Y



Cálculo de la resistencia a compresión pura:

#### Sección vista en X-X

$$C_C = 0.85 * f'_c * (b * h - A_{S2} - A_{S1})$$

$$C_C = 1419,9 \text{ kN}$$

$$C_{AS1} = S_{S1} * f_y$$

$$C_{AS1} = 95,002 \text{ kN}$$

$$C_{AS2} = S_{S2} * f_y$$

$$C_{AS2} = 95,002 \text{ kN}$$

$$P_O = C_C + C_{AS1} + C_{AS2}$$

$$P_O = 1609,93 \text{ kN}$$

#### Sección vista en Y-Y

$$C_C = 0.85 * f'_c * (b * h - A_{S2} - A_{S1})$$

$$C_C = 1411,8 \text{ kN}$$

$$C_{AS3} = S_{S3} * f_y$$

$$C_{AS3} = 190 \text{ kN}$$

$$C_{AS4} = S_{S4} * f_y$$

$$C_{AS4} = 190 \text{ kN}$$

$$P_O = C_C + C_{AS3} + C_{AS4}$$

$$P_O = 1791,86 \text{ kN}$$

Cálculo del centroide plástico:

**Sección vista en X-X**

$$Y_{CP} = \frac{C_C * \left(\frac{h}{2}\right) + C_{AS2} * d_2 + C_{AS1} * d_1}{P_O}$$

$$Y_{CP} = 200 \text{ mm}$$

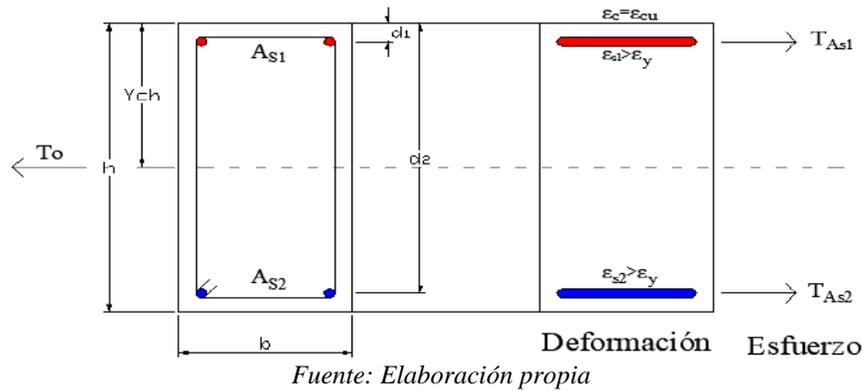
**Sección vista en Y-Y**

$$Y_{CP} = \frac{C_C * \left(\frac{b}{2}\right) + C_{AS4} * d_4 + C_{AS3} * d_3}{P_O}$$

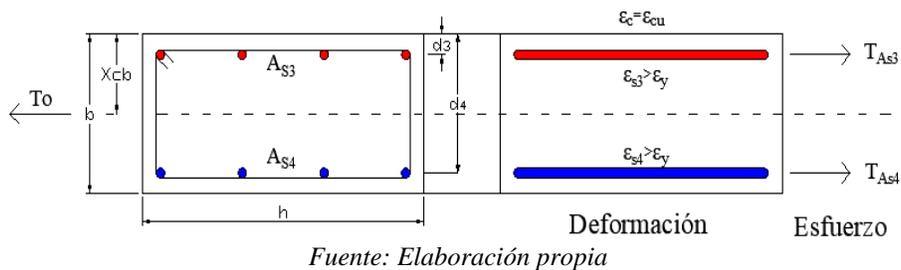
$$X_{CP} = 200 \text{ mm}$$

**4. Falla en Tracción Pura**

**Figura A.7.4 Esquema de análisis sección vista X-X**  
Sección vista X-X



**Figura A.7.5 Esquema de análisis sección vista Y-Y**  
Sección vista Y-Y



Cálculo de la resistencia a compresión pura:

**Sección vista en X-X**

$$T_{AS1} = S_{S1} * f_y$$

$$T_{AS1} = 95,002 \text{ kN}$$

$$T_{AS2} = S_{S2} * f_y$$

$$T_{AS2} = 95,002 \text{ kN}$$

$$T_O = C_C + C_{AS1} + C_{AS2}$$

$$T_O = 190 \text{ kN}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$T_{AS3} = S_{S3} * f_y$$

$$T_{AS3} = 190 \text{ kN}$$

$$T_{AS4} = S_{S4} * f_y$$

$$T_{AS4} = 190 \text{ kN}$$

$$T_O = C_C + C_{AS3} + C_{AS4}$$

$$T_O = 380 \text{ kN}$$

Cálculo del centroide plástico:

**Sección vista en X-X**

$$Y_{CP} = \frac{C_C * \left(\frac{h}{2}\right) + C_{As2} * d_2 + C_{As1} * d_1}{P_O}$$

$$Y_{CP} = 200 \text{ mm}$$

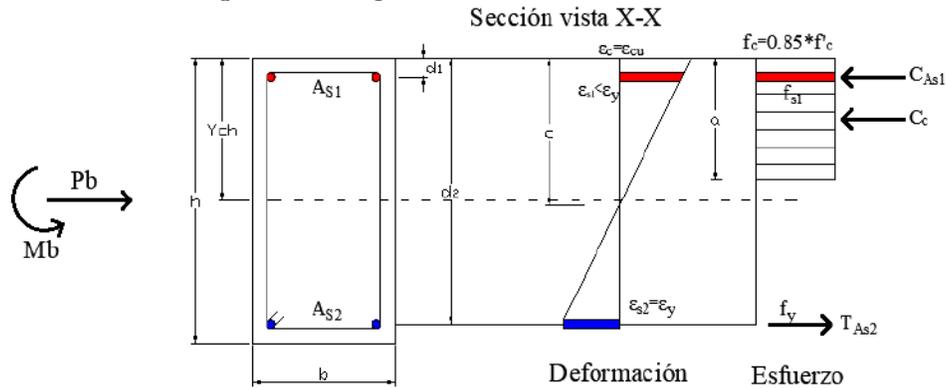
**Sección vista en Y-Y**

$$Y_{CP} = \frac{C_C * \left(\frac{b}{2}\right) + C_{As4} * d_4 + C_{As3} * d_3}{P_O}$$

$$X_{CP} = 200 \text{ mm}$$

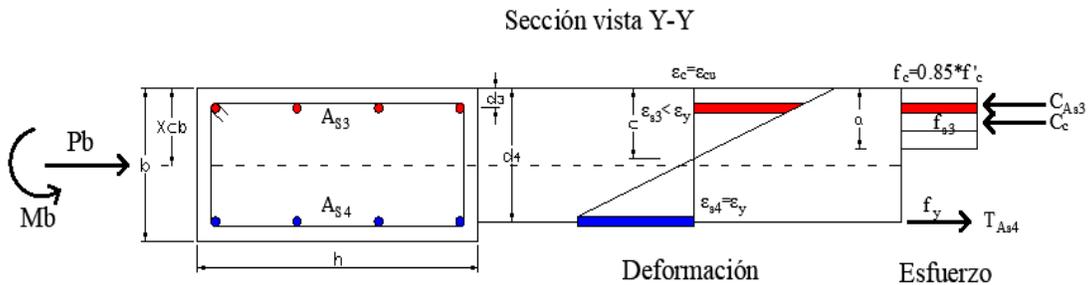
**5. Falla Balanceada**

*Figura A.7.6 Esquema de análisis sección vista X-X*



Fuente: Elaboración propia

*Figura A.7.7 Esquema de análisis sección vista Y-Y*



Fuente: Elaboración propia

Profundidad del eje neutro:

**Sección vista en X-X**

$$C = \frac{\epsilon_{cu} * d_2}{\epsilon_y + \epsilon_{cu}}$$

$$C = 216,47 \text{ mm}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C = \frac{\epsilon_{cu} * d_4}{\epsilon_y + \epsilon_{cu}}$$

$$C = 98,82 \text{ mm}$$

Profundidad del bloque rectangular equivalente de compresiones:

**Sección vista en X-X**

$$a = \beta_1 * c$$
$$a = 184 \text{ mm}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$a = \beta_1 * c$$
$$a = 84 \text{ mm}$$

Deformación del acero de compresión:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_1}{c} \right)$$
$$\varepsilon_{s1} = 0,00256 \text{ mm}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{s3} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_3}{c} \right)$$
$$\varepsilon_{s3} = 0,00203 \text{ mm}$$

Esfuerzo en el acero a compresión:

**Sección vista en X-X**

$$f'_{s1} = E_s * \varepsilon_{s1}$$
$$f'_{s1} = 511,3 \text{ mm}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$f'_{s3} = E_s * \varepsilon_{s3}$$
$$f'_{s3} = 405,71 \text{ mm}$$

Cálculo de fuerzas para falla balanceada:

**Sección vista en X-X**

$$C_c = 0,85 * f'_c * a * b$$
$$C_c = 656,88 \text{ kN}$$
$$C_{AS1} = A_{S1} * f_{S1}$$
$$C_{AS1} = 95,002 \text{ kN}$$
$$T_{AS2} = A_{S2} * f_y$$
$$T_{AS2} = 95 \text{ kN}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C_c = 0.85 * f'_c * a * h$$
$$C_c = 599,76 \text{ kN}$$
$$C_{AS3} = A_{S3} * f_{S1}$$
$$C_{AS3} = 190 \text{ kN}$$
$$T_{AS4} = A_{S4} * f_y$$
$$T_{AS4} = 190 \text{ kN}$$

Cálculo de la carga para falla balanceada:

**Sección vista en X-X**

$$P_b = C_c + C_{AS1} - T_{AS2}$$
$$P_b = 656,88 \text{ kN}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$P_b = C_c + C_{AS3} + T_{AS4}$$
$$P_b = 599,76 \text{ kN}$$

Cálculo de momentos para falla balanceada:

**Sección vista en X-X**

$$M_{Cc} = 0,85 * f'_c * a * b * \left( y_{cp} - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{Cc} = 70,943 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{C_{As1}} = A_{S1} * f_{S1} * (y_{cp} - d_1)$$

$$M_{C_{As1}} = 15,96 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{T_{As2}} = A_{S2} * f_y * (d_2 - y_{cp})$$

$$M_{T_{As2}} = 15,96 \text{ kN}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$M_{Cc} = 0,85 * f'_c * a * h * \left( x_{cp} - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{Cc} = 70,943 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{C_{As3}} = A_{S3} * f_{S1} * (x_{cp} - d_3)$$

$$M_{C_{As3}} = 15,96 \text{ kN} * \text{m}$$

$$M_{T_{As4}} = A_{S4} * f_y * (d_4 - x_{cp})$$

$$M_{T_{As4}} = 15,96 \text{ kN}$$

Cálculo del momento para falla balanceada:

**Sección vista en X-X**

$$M_b = M_{Cc} + M_{C_{As1}} + M_{T_{As2}}$$

$$M_b = 102,86 \text{ kN} * \text{m}$$

**Sección vista en Y-Y**

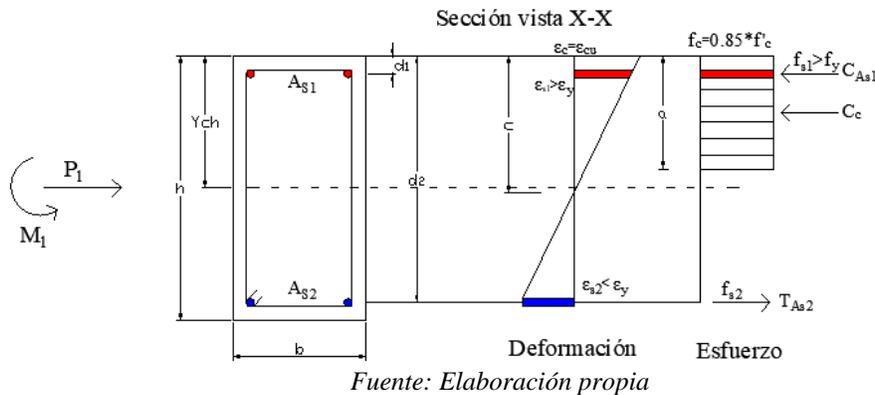
$$M_b = M_{Cc} + M_{C_{As3}} + M_{T_{As4}}$$

$$M_b = 60,627 \text{ kN} * \text{m}$$

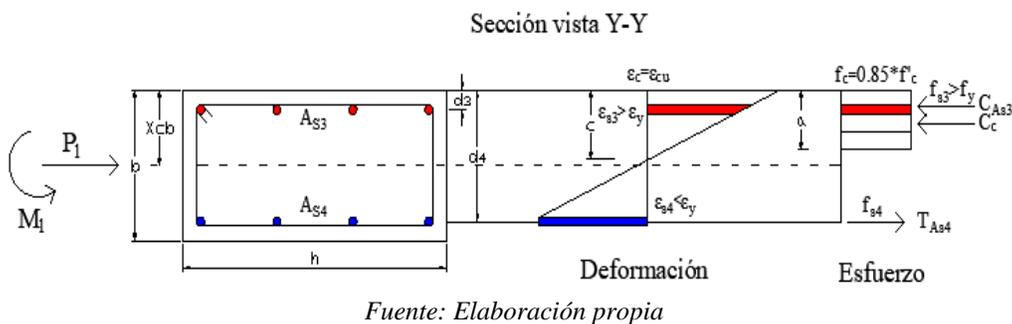
**6. Análisis Para Falla Controlada por Compresión - Falla Frágil**

**6.1. Considerando que el Acero en Compresión ha Cedido**

*Figura A.7.8 Esquema de análisis sección vista X-X*



*Figura A.7.9 Esquema de análisis sección vista Y-Y*



Ecuación para la profundidad del bloque rectangular equivalente de compresiones:

**Sección vista en X-X**

$$a = \beta_1 * c$$

**Sección vista en Y-Y**

$$a = \beta_1 * c$$

Ecuación para la deformación del acero de tracción:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{d_2 - c}{c} \right)$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{s4} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{d_4 - c}{c} \right)$$

Ecuación para el esfuerzo en el acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$f_{s2} = E_s * \varepsilon_{s2}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$f_{s4} = E_s * \varepsilon_{s4}$$

Ecuación para las fuerzas resultantes:

**Sección vista en X-X**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * b$$

$$C_{AS1} = A_{S1} * f_{s1}$$

$$T_{AS2} = A_{S2} * f_{s2}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * h$$

$$C_{AS3} = A_{S3} * f_{s3}$$

$$T_{AS4} = A_{S4} * f_{s4}$$

Ecuación para la carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$P_1 = C_C + C_{AS1} - T_{AS2} = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$P_1 = C_C + C_{AS3} + T_{AS4} = 0$$

Ecuación de segundo grado para determinar la profundidad del eje neutro:

**Sección vista en X-X**

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * b) * c^2 + (A_{S1} * f_y + A_{S2} * E_s * \varepsilon_{cu} - P_1) * c - (A_{S2} * E_s * \varepsilon_{cu} * d_2) = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * h) * c^2 + (A_{S3} * f_y + A_{S4} * E_s * \varepsilon_{cu} - P_1) * c - (A_{S4} * E_s * \varepsilon_{cu} * d_4) = 0$$

Ecuación general de segundo grado con una sola variable:

$$c = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - (4 * a * f)}}{2 * a}$$

Comprobación de la cedencia del acero a compresión y del acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{S1} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_1}{c} \right) > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{S2} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_2 - c)}{c} < \varepsilon_y$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{S3} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_3}{c} \right) > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{S4} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_4 - c)}{c} < \varepsilon_y$$

Ecuación para el momento por carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$M_1 = C_c * \left( y_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS1} * (y_{CP} - d_1) + T_{AS2} * (d_2 - y_{CP})$$

**Sección vista en Y-Y**

$$M_1 = C_c * \left( x_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS3} * (x_{CP} - d_3) + T_{AS4} * (d_4 - x_{CP})$$

Tabla resumen de resultados:

Para determinar los valores de momento y carga por falla frágil, se estimó 25 puntos para el cual solo se tomarán en cuenta los valores que estén dentro del análisis, es decir, se considera que el acero comprimido ha cedido y el acero en tracción no ha cedido. Solo se tomarán en cuenta los valores macados en color verde, porque cumple con la condición del análisis y los demás valores se descartan.

## Sección vista en X-X

**Tabla A.7.1 Análisis Para Falla Controlada por Compresión - Falla Frágil, Considerando que el Acero en Compresión ha Cedido**

Po - Pb	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As1}$	$T_{As2}$	$P_1$	$a$	$b$	$f$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_1$	$\phi_{u1}$
KN		KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm	KN*m					
38,122	0,85	685,4	95,002	85,401	695	3034,5	-464,3	-49,94	225,87	0,0021	0,0026	0,002	101,59	0,013
38,122	0,85	714,51	95,002	76,392	733,12	3034,5	-502,4	-49,94	235,46	0,0021	0,0026	0,0017	100,19	0,013
38,122	0,85	744,18	95,002	67,936	771,25	3034,5	-540,5	-49,94	245,24	0,0021	0,0026	0,0015	98,646	0,012
38,122	0,85	774,36	95,002	59,998	809,37	3034,5	-578,6	-49,94	255,19	0,0021	0,0026	0,0013	96,93	0,012
38,122	0,85	805,03	95,002	52,542	847,49	3034,5	-616,8	-49,94	265,29	0,0021	0,0026	0,0012	95,027	0,011
38,122	0,85	836,15	95,002	45,537	885,61	3034,5	-654,9	-49,94	275,55	0,0021	0,0027	0,001	92,921	0,011
38,122	0,85	867,68	95,002	38,949	923,73	3034,5	-693	-49,94	285,94	0,0021	0,0027	0,0009	90,596	0,01
38,122	0,85	899,6	95,002	32,751	961,86	3034,5	-731,1	-49,94	296,46	0,0021	0,0027	0,0007	88,038	0,01
38,122	0,85	931,89	95,002	26,914	999,98	3034,5	-769,3	-49,94	307,1	0,0021	0,0027	0,0006	85,233	0,01
38,122	0,85	964,51	95,002	21,414	1038,1	3034,5	-807,4	-49,94	317,85	0,0021	0,0027	0,0005	82,168	0,009
38,122	0,85	997,45	95,002	16,226	1076,2	3034,5	-845,5	-49,94	328,7	0,0021	0,0027	0,0004	78,834	0,009
38,122	0,85	1030,7	95,002	11,328	1114,3	3034,5	-883,6	-49,94	339,65	0,0021	0,0027	0,0003	75,219	0,009
38,122	0,85	1064,2	95,002	6,6997	1152,5	3034,5	-921,7	-49,94	350,69	0,0021	0,0027	0,0001	71,313	0,009
38,122	0,85	1097,9	95,002	2,3225	1190,6	3034,5	-959,9	-49,94	361,81	0,0021	0,0027	5E-05	67,108	0,008
38,122	0,85	1131,9	95,002	-1,821	1228,7	3034,5	-998	-49,94	373,01	0,0021	0,0027	-4E-05	62,597	0,008
38,122	0,85	1166,1	95,002	-5,748	1266,8	3034,5	-1036	-49,94	384,27	0,0021	0,0028	-1E-04	57,77	0,008
38,122	0,85	1200,5	95,002	-9,472	1305	3034,5	-1074	-49,94	395,61	0,0021	0,0028	-2E-04	52,623	0,008
38,122	0,85	1235,1	95,002	-13,01	1343,1	3034,5	-1112	-49,94	407,01	0,0021	0,0028	-3E-04	47,149	0,007
38,122	0,85	1269,8	95,002	-16,37	1381,2	3034,5	-1150	-49,94	418,46	0,0021	0,0028	-4E-04	41,341	0,007
38,122	0,85	1304,8	95,002	-19,56	1419,3	3034,5	-1189	-49,94	429,97	0,0021	0,0028	-4E-04	35,196	0,007
38,122	0,85	1339,8	95,002	-22,6	1457,4	3034,5	-1227	-49,94	441,53	0,002	0,0028	-5E-04	28,707	0,007
38,122	0,85	1375,1	95,002	-25,5	1495,6	3034,5	-1265	-49,94	453,14	0,0021	0,0028	-6E-04	21,872	0,007
38,122	0,85	1410,4	95,002	-28,26	1533,7	3034,5	-1303	-49,94	464,79	0,0021	0,0028	-6E-04	14,685	0,006
38,122	0,85	1445,9	95,002	-30,9	1571,8	3034,5	-1341	-49,94	476,49	0,0021	0,0028	-7E-04	7,1433	0,006
38,122	0,85	1463,7	95,002	-32,17	1590,9	3034,5	-1360	-49,94	482,35	0,0021	0,0028	-7E-04	3,2383	0,006

*Fuente: elaboración propia*

## Sección vista en Y-Y

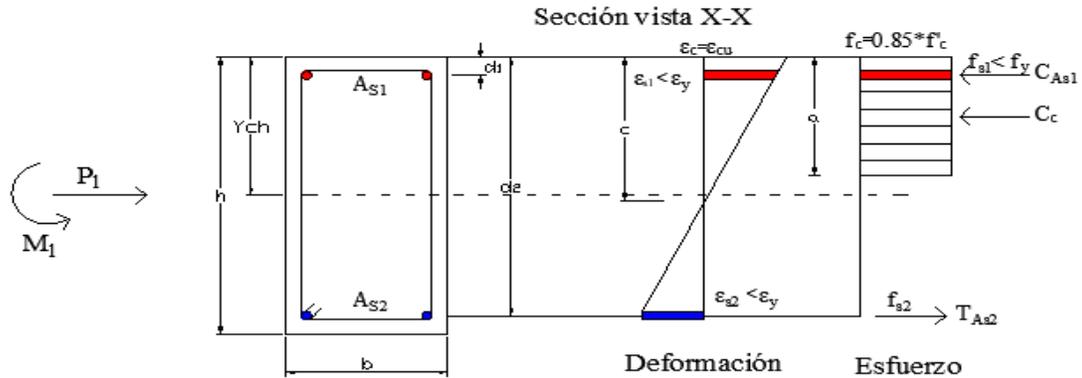
**Tabla A.7.2 Análisis Para Falla Controlada por Compresión - Falla Frágil, Considerando que el Acero en Compresión ha Cedido**

Po-Pb	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As3}$	$T_{As4}$	$P_1$	$a$	$b$	$f$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s3}$	$\epsilon_{s4}$	$M_1$	$\phi_{u1}$
KN		KN	KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm				KN*m	
47,684	0,85	627,23	190	169,79	647,44	6069	-186	-45,6	103,35	0,0021	0,0021	0,002	59,64	0,029
47,684	0,85	655,74	190	150,61	695,13	6069	-233,7	-45,6	108,05	0,0021	0,0021	0,002	58,62	0,028
47,684	0,85	685,25	190	132,44	742,81	6069	-281,4	-45,6	112,91	0,0021	0,0021	0,001	57,57	0,027
47,684	0,85	715,73	190	115,24	790,5	6069	-329,1	-45,6	117,93	0,0021	0,0022	0,001	56,46	0,025
47,684	0,85	747,15	190	98,975	838,18	6069	-376,7	-45,6	123,11	0,0021	0,0022	0,001	55,27	0,024
47,684	0,85	779,47	190	83,615	885,86	6069	-424,4	-45,6	128,44	0,0021	0,0023	0,001	54,01	0,023
47,684	0,85	812,66	190	69,117	933,55	6069	-472,1	-45,6	133,90	0,0021	0,0023	0,001	52,64	0,022
47,684	0,85	846,67	190	55,439	981,23	6069	-519,8	-45,6	139,51	0,0021	0,0023	0,001	51,16	0,022
47,684	0,85	881,45	190	42,539	1028,9	6069	-567,5	-45,6	145,24	0,0021	0,0023	0,000	49,55	0,021
47,684	0,85	916,97	190	30,377	1076,6	6069	-615,2	-45,6	151,09	0,0021	0,0024	0,000	47,80	0,02
47,684	0,85	953,19	190	18,909	1124,3	6069	-662,8	-45,6	157,06	0,0021	0,0024	0,000	45,90	0,019
47,684	0,85	990,06	190	8,0966	1172	6069	-710,5	-45,6	163,13	0,0021	0,0024	0,000	43,83	0,018
47,684	0,85	1027,5	190	-2,101	1219,7	6069	-758,2	-45,6	169,31	0,0021	0,0024	0,000	41,59	0,018
47,684	0,85	1065,6	190	-11,72	1267,3	6069	-805,9	-45,6	175,58	0,0021	0,0025	0,000	39,17	0,017
47,684	0,85	1104,2	190	-20,8	1315	6069	-853,6	-45,6	181,94	0,0021	0,0025	0,000	36,54	0,016
47,684	0,85	1143,3	190	-29,37	1362,7	6069	-901,3	-45,6	188,39	0,0021	0,0025	0,000	33,72	0,016
47,684	0,85	1182,9	190	-37,47	1410,4	6069	-948,9	-45,6	194,91	0,0021	0,0025	0,000	30,67	0,015
47,684	0,85	1222,9	190	-45,13	1458,1	6069	-996,6	-45,6	201,50	0,0021	0,0025	0,000	27,41	0,015
47,684	0,85	1263,4	190	-52,38	1505,8	6069	-1044	-45,6	208,17	0,0021	0,0025	-0,001	23,92	0,014
47,684	0,85	1304,2	190	-59,23	1553,4	6069	-1092	-45,6	214,90	0,0021	0,0026	-0,001	20,20	0,014
47,684	0,85	1345,4	190	-65,73	1601,1	6069	-1140	-45,6	221,68	0,0021	0,0026	-0,001	16,23	0,014
47,684	0,85	1386,9	190	-71,89	1648,8	6069	-1187	-45,6	228,52	0,0021	0,0026	-0,001	12,02	0,013
47,684	0,85	1428,8	190	-77,73	1696,5	6069	-1235	-45,6	235,42	0,0021	0,0026	-0,001	7,56	0,013
47,684	0,85	1470,9	190	-83,28	1744,2	6069	-1283	-45,6	242,36	0,0021	0,0026	-0,001	2,84	0,012
47,684	0,85	1492,1	190	-85,95	1768	6069	-1307	-45,6	245,85	0,0021	0,0026	-0,001	0,38	0,012

*Fuente: elaboración propia*

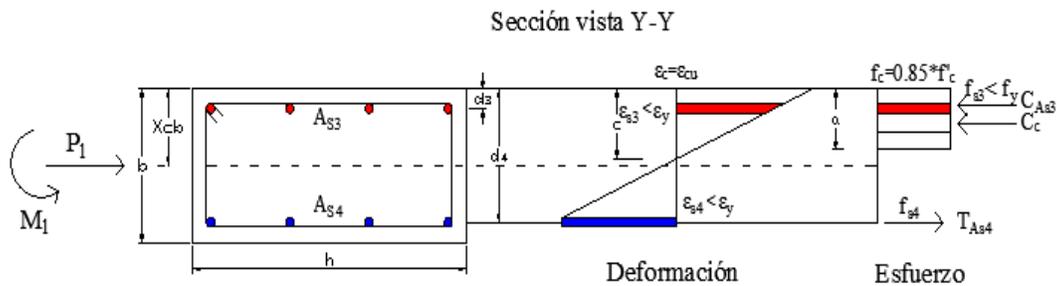
## 6.2. Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido

Figura A.7.10 Esquema de análisis sección vista X-X



Fuente: Elaboración propia

Figura A.7.11 Esquema de análisis sección vista Y-Y



Fuente: Elaboración propia

Ecuación para la profundidad del bloque rectangular equivalente de compresiones:

**Sección vista en X-X**

$$a = \beta_1 * c$$

**Sección vista en Y-Y**

$$a = \beta_1 * c$$

Ecuación para la deformación del acero de tracción:

**Sección vista en X-X**

$$\epsilon_{s2} = \epsilon_{cu} * \left( \frac{d_2 - c}{c} \right)$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{\epsilon_{cu} * (c - d_1)}{c}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\epsilon_{s4} = \epsilon_{cu} * \left( \frac{d_4 - c}{c} \right)$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{\epsilon_{cu} * (c - d_3)}{c}$$

Ecuación para el esfuerzo en el acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$f_{s1} = E_s * \epsilon_{s1}$$

$$f_{s2} = E_s * \epsilon_{s2}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$f_{s3} = E_s * \epsilon_{s3}$$

$$f_{s4} = E_s * \epsilon_{s4}$$

Ecuación para las fuerzas resultantes:

**Sección vista en X-X**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * b$$

$$C_{AS1} = A_{S1} * f_{S1}$$

$$T_{AS2} = A_{S2} * f_{S2}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * h$$

$$C_{AS3} = A_{S3} * f_{S3}$$

$$T_{AS4} = A_{S4} * f_{S4}$$

Ecuación para la carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$P_1 = C_C + C_{AS1} - T_{AS2} = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$P_1 = C_C + C_{AS3} + T_{AS4} = 0$$

Ecuación de segundo grado para determinar la profundidad del eje neutro:

**Sección vista en X-X**

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * b) * c^2 + (A_{S1} * E_{S1} * \varepsilon_{cu} + A_{S2} * E_{S2} * \varepsilon_{cu} - P_1) * c - (A_{S2} * E_{S2} * \varepsilon_{cu} * d_2 + A_{S1} * E_{S1} * \varepsilon_{cu} * d_1) = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * b) * c^2 + (A_{S3} * E_{S3} * \varepsilon_{cu} + A_{S4} * E_{S4} * \varepsilon_{cu} - P_1) * c - (A_{S4} * E_{S4} * \varepsilon_{cu} * d_4 + A_{S3} * E_{S3} * \varepsilon_{cu} * d_3) = 0$$

Ecuación general de segundo grado con una sola variable

$$c = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - (4 * a * f)}}{2 * a}$$

Comprobación de la cedencia del acero a compresión y del acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{S1} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_1}{c} \right) < \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{S2} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_2 - c)}{c} < \varepsilon_y$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{S3} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_3}{c} \right) < \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{S4} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_4 - c)}{c} < \varepsilon_y$$

Ecuación para el momento por carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$M_1 = C_C * \left( y_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS1} * (y_{CP} - d_1) + T_{AS2} * (d_2 - y_{CP})$$

**Sección vista en Y-Y**

$$M_1 = C_C * \left( x_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS3} * (x_{CP} - d_3) + T_{AS4} * (d_4 - x_{CP})$$

Tabla resumen de resultados:

Para determinar los valores de momento y carga por falla frágil, se estimó 25 puntos para el cual solo se tomarán en cuenta los valores que estén dentro del análisis, es decir, se considera que el acero comprimido no ha cedido y el acero en tracción no ha cedido. Solo se tomarán en cuenta los valores macados en color verde, porque cumple con la condición del análisis y los demás valores se descartan.

### Sección vista en X-X

**Tabla A.7.3 Análisis Para Falla Controlada por Compresión - Falla Frágil, Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido**

Po - Pb	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As1}$	$T_{As2}$	$P_1$	$a$	$b$	$f$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_1$	$\phi_{u1}$
KN		KN	KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm				KN*m	
38,122	0,85	669,59	116,04	90,623	695	3034,5	-423,6	-54,29	220,66	0,0021	0,0026	0,002	105,84	0,014
38,122	0,85	697,77	116,83	81,48	733,12	3034,5	-461,7	-54,29	229,95	0,0021	0,0026	0,0018	104,68	0,013
38,122	0,85	726,55	117,58	72,879	771,25	3034,5	-499,8	-54,29	239,43	0,0021	0,0026	0,0016	103,37	0,013
38,122	0,85	755,87	118,28	64,786	809,37	3034,5	-537,9	-54,29	249,09	0,0021	0,0026	0,0014	101,91	0,012
38,122	0,85	785,72	118,94	57,17	847,49	3034,5	-576,1	-54,29	258,93	0,0021	0,0026	0,0013	100,27	0,012
38,122	0,85	816,05	119,57	50,001	885,61	3034,5	-614,2	-54,29	268,92	0,0021	0,0026	0,0011	98,429	0,011
38,122	0,85	846,83	120,15	43,25	923,73	3034,5	-652,3	-54,29	279,07	0,0021	0,0027	0,001	96,381	0,011
38,122	0,85	878,04	120,71	36,889	961,86	3034,5	-690,4	-54,29	289,35	0,0021	0,0027	0,0008	94,108	0,01
38,122	0,85	909,64	121,23	30,892	999,98	3034,5	-728,5	-54,29	299,77	0,0021	0,0027	0,0007	91,596	0,01
38,122	0,85	941,61	121,72	25,235	1038,1	3034,5	-766,7	-54,29	310,3	0,0021	0,0027	0,0006	88,833	0,01
38,122	0,85	973,93	122,19	19,894	1076,2	3034,5	-804,8	-54,29	320,95	0,0021	0,0027	0,0004	85,807	0,009
38,122	0,85	1006,6	122,62	14,849	1114,3	3034,5	-842,9	-54,29	331,71	0,0021	0,0027	0,0003	82,507	0,009
38,122	0,85	1039,5	123,04	10,078	1152,5	3034,5	-881	-54,29	342,56	0,0021	0,0027	0,0002	78,924	0,009
38,122	0,85	1072,7	123,43	5,5638	1190,6	3034,5	-919,2	-54,29	353,51	0,0021	0,0027	0,0001	75,049	0,008
38,122	0,85	1106,2	123,8	1,2884	1228,7	3034,5	-957,3	-54,29	364,54	0,0021	0,0027	3E-05	70,873	0,008
38,122	0,85	1139,9	124,16	-2,764	1266,8	3034,5	-995,4	-54,29	375,65	0,0021	0,0027	-6E-05	66,388	0,008
38,122	0,85	1173,9	124,49	-6,608	1305	3034,5	-1034	-54,29	386,84	0,0021	0,0028	-1E-04	61,587	0,008
38,122	0,85	1208	124,81	-10,26	1343,1	3034,5	-1072	-54,29	398,09	0,0021	0,0028	-2E-04	56,464	0,008
38,122	0,85	1242,4	125,11	-13,73	1381,2	3034,5	-1110	-54,29	409,41	0,0021	0,0028	-3E-04	51,013	0,007
38,122	0,85	1276,9	125,4	-17,03	1419,3	3034,5	-1148	-54,29	420,79	0,0021	0,0028	-4E-04	45,229	0,007
38,122	0,85	1311,6	125,67	-20,17	1457,4	3034,5	-1186	-54,29	432,23	0,0021	0,0028	-4E-04	39,106	0,007
38,122	0,85	1346,5	125,93	-23,16	1495,6	3034,5	-1224	-54,29	443,72	0,0021	0,0028	-5E-04	32,64	0,007
38,122	0,85	1381,5	126,18	-26,01	1533,7	3034,5	-1262	-54,29	455,26	0,0021	0,0028	-6E-04	25,826	0,007
38,122	0,85	1416,7	126,41	-28,74	1571,8	3034,5	-1300	-54,29	466,85	0,0021	0,0028	-6E-04	18,661	0,006
38,122	0,85	1434,3	126,53	-30,05	1590,9	3034,5	-1319	-54,29	472,66	0,0021	0,0028	-7E-04	9,0384	0,006

Fuente: elaboración propia

## Sección vista en Y-Y

*Tabla A.7.4 Análisis Para Falla Controlada por Compresión - Falla Frágil, Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido*

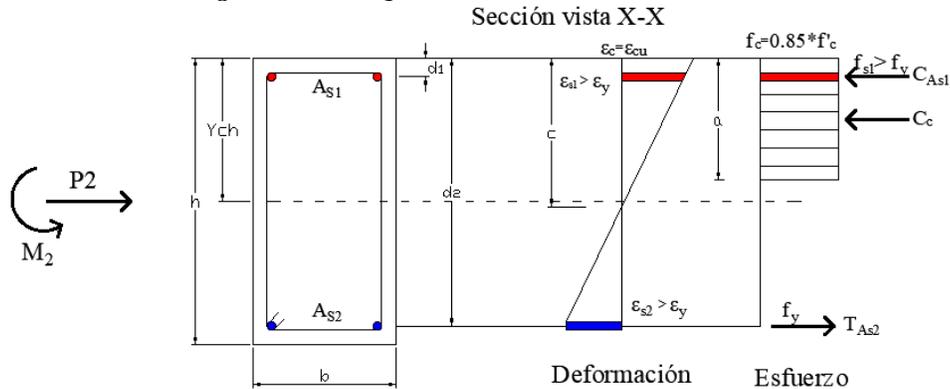
Po-Pb	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As3}$	$T_{As4}$	$P_1$	a	b	f	c	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s3}$	$\epsilon_{s4}$	$M_1$	$\phi_{u1}$
KN		KN	KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm				KN*m	
47,684	0,85	628,66	187,58	168,79	647,44	6069	-104,6	-54,29	103,58	0,0021	0,0021	0,0019	59,423	0,029
47,684	0,85	655,15	190,97	150,99	695,13	6069	-152,3	-54,29	107,95	0,0021	0,0021	0,0017	58,711	0,028
47,684	0,85	682,6	194,21	134	742,81	6069	-199,9	-54,29	112,47	0,0021	0,0021	0,0015	57,949	0,027
47,684	0,85	711,01	197,29	117,8	790,5	6069	-247,6	-54,29	117,15	0,0021	0,0022	0,0013	57,126	0,026
47,684	0,85	740,34	200,23	102,39	838,18	6069	-295,3	-54,29	121,99	0,0021	0,0022	0,0011	56,229	0,025
47,684	0,85	770,56	203,02	87,722	885,86	6069	-343	-54,29	126,97	0,0021	0,0022	0,001	55,247	0,024
47,684	0,85	801,66	205,68	73,79	933,55	6069	-390,7	-54,29	132,09	0,0021	0,0023	0,0008	54,166	0,023
47,684	0,85	833,6	208,2	60,563	981,23	6069	-438,4	-54,29	137,35	0,0021	0,0023	0,0007	52,974	0,022
47,684	0,85	866,34	210,59	48,014	1028,9	6069	-486	-54,29	142,75	0,0021	0,0023	0,0005	51,66	0,021
47,684	0,85	899,86	212,85	36,115	1076,6	6069	-533,7	-54,29	148,27	0,0021	0,0024	0,0004	50,211	0,02
47,684	0,85	934,12	215	24,837	1124,3	6069	-581,4	-54,29	153,92	0,0021	0,0024	0,0003	48,616	0,019
47,684	0,85	969,08	217,04	14,149	1172	6069	-629,1	-54,29	159,68	0,0021	0,0024	0,0002	46,864	0,019
47,684	0,85	1004,7	218,97	4,0216	1219,7	6069	-676,8	-54,29	165,55	0,0021	0,0024	4E-05	44,945	0,018
47,684	0,85	1041	220,79	-5,574	1267,3	6069	-724,5	-54,29	171,52	0,0021	0,0024	-6E-05	42,848	0,017
47,684	0,85	1077,8	222,53	-14,67	1315	6069	-772,2	-54,29	177,6	0,0021	0,0025	-2E-04	40,565	0,017
47,684	0,85	1115,3	224,17	-23,28	1362,7	6069	-819,8	-54,29	183,76	0,0021	0,0025	-3E-04	38,085	0,016
47,684	0,85	1153,2	225,72	-31,45	1410,4	6069	-867,5	-54,29	190,02	0,0021	0,0025	-3E-04	35,402	0,016
47,684	0,85	1191,7	227,2	-39,2	1458,1	6069	-915,2	-54,29	196,35	0,0021	0,0025	-4E-04	32,506	0,015
47,684	0,85	1230,6	228,6	-46,54	1505,8	6069	-962,9	-54,29	202,77	0,0021	0,0025	-5E-04	29,39	0,015
47,684	0,85	1270	229,93	-53,52	1553,4	6069	-1011	-54,29	209,26	0,0021	0,0025	-6E-04	26,048	0,014
47,684	0,85	1309,8	231,19	-60,14	1601,1	6069	-1058	-54,29	215,82	0,0021	0,0026	-7E-04	22,473	0,014
47,684	0,85	1350	232,39	-66,43	1648,8	6069	-1106	-54,29	222,44	0,0021	0,0026	-7E-04	18,66	0,013
47,684	0,85	1390,6	233,52	-72,41	1696,5	6069	-1154	-54,29	229,12	0,0021	0,0026	-8E-04	14,602	0,013
47,684	0,85	1431,5	234,61	-78,1	1744,2	6069	-1201	-54,29	235,87	0,0021	0,0026	-9E-04	10,295	0,013
47,684	0,85	1452	235,13	-80,84	1768	6069	-1225	-54,29	239,26	0,0021	0,0026	-9E-04	8,0467	0,013

*Fuente: elaboración propia*

## 7. Análisis Para Falla Controlada por Tracción - Falla Dúctil

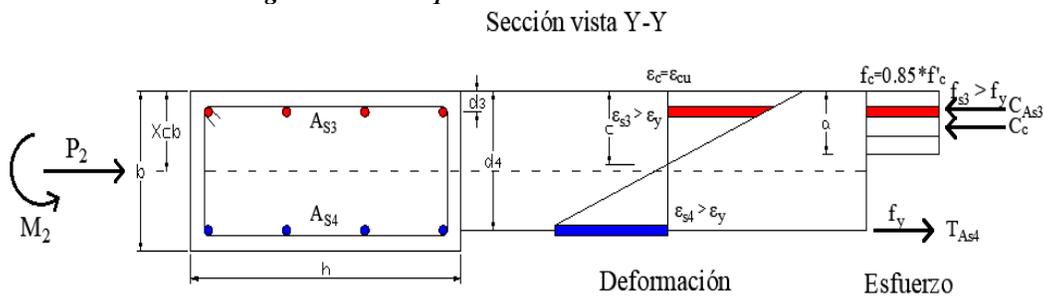
### 7.1. Considerando que el Acero en Compresión ha Cedido

Figura A.7.12 Esquema de análisis sección vista X-X



Fuente: Elaboración propia

Figura A.7.13 Esquema de análisis sección vista Y-Y



Fuente: Elaboración propia

Ecuación para la profundidad del bloque rectangular equivalente de compresiones:

**Sección vista en X-X**

$$a = \beta_1 * c$$

**Sección vista en Y-Y**

$$a = \beta_1 * c$$

Ecuación para las fuerzas resultantes:

**Sección vista en X-X**

$$C_c = 0,85 * f'_c * a * b$$

$$C_{AS1} = A_{S1} * f_y$$

$$T_{AS2} = A_{S2} * f_y$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C_c = 0,85 * f'_c * a * h$$

$$C_{AS3} = A_{S3} * f_y$$

$$T_{AS4} = A_{S4} * f_y$$

Ecuación para la carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$P_2 = C_c + C_{AS1} - T_{AS2} = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$P_2 = C_c + C_{AS3} + T_{AS4} = 0$$

Ecuación para determinar la profundidad del eje neutro:

**Sección vista en X-X**

$$c = \frac{P_2 + f_y * (A_{S2} - A_{S1})}{0,85 * f'_c * \beta_1 * b}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$c = \frac{P_2 + f_y * (A_{S4} - A_{S3})}{0,85 * f'_c * \beta_1 * b}$$

Comprobación de la cedencia del acero a compresión y del acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_1}{c} \right) > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_2 - c)}{c} > \varepsilon_y$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{s3} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_3}{c} \right) > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{s4} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_4 - c)}{c} > \varepsilon_y$$

Ecuación para el momento por carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$M_1 = C_c * \left( y_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS1} * (y_{CP} - d_1) + T_{AS2} * (d_2 - y_{CP})$$

**Sección vista en Y-Y**

$$M_1 = C_c * \left( x_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS3} * (x_{CP} - d_3) + T_{AS4} * (d_4 - x_{CP})$$

Tabla resumen de resultados:

Para determinar los valores de momento y carga por falla dúctil, se estimó 25 puntos, solo se tomarán en cuenta los valores que estén dentro del análisis, es decir, se considera que el acero comprimido ha cedido y el acero en tracción ha cedido. Se tomarán en cuenta los valores marcados en color verde porque cumple con la condición del análisis y los demás valores se descartan.

## Sección vista en X-X

*Tabla A.7.5 Análisis Para Falla Controlada por Tracción - Dúctil, Considerando que el Acero en Compresión ha Cedido*

Pb - 0 KN	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As1}$	$T_{As2}$	$P_2$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_2$	$\phi_{u2}$
		KN	KN	KN	KN	mm				KN*m	
26,275	0,85	26,275	95,002	95,002	26,275	8,6588	0,0021	-0,008	0,1245	37,079	0,346
26,275	0,85	52,55	95,002	95,002	52,55	17,318	0,0021	-0,003	0,0608	42,044	0,173
26,275	0,85	78,826	95,002	95,002	78,826	25,976	0,0021	-7E-04	0,0395	46,815	0,115
26,275	0,85	105,1	95,002	95,002	105,1	34,635	0,0021	0,0002	0,0289	51,394	0,087
26,275	0,85	131,38	95,002	95,002	131,38	43,294	0,0021	0,0008	0,0225	55,778	0,069
26,275	0,85	157,65	95,002	95,002	157,65	51,953	0,0021	0,0012	0,0183	59,97	0,058
26,275	0,85	183,93	95,002	95,002	183,93	60,612	0,0021	0,0014	0,0152	63,968	0,049
26,275	0,85	210,2	95,002	95,002	210,2	69,271	0,0021	0,0016	0,0129	67,773	0,043
26,275	0,85	236,48	95,002	95,002	236,48	77,929	0,0021	0,0018	0,0112	71,384	0,038
26,275	0,85	262,75	95,002	95,002	262,75	86,588	0,0021	0,0019	0,0098	74,802	0,035
26,275	0,85	289,03	95,002	95,002	289,03	95,247	0,0021	0,0020	0,0086	78,026	0,031
26,275	0,85	315,3	95,002	95,002	315,3	103,91	0,0021	0,0021	0,0076	81,057	0,029
26,275	0,85	341,58	95,002	95,002	341,58	112,56	0,0021	0,0021	0,0068	83,895	0,027
26,275	0,85	367,85	95,002	95,002	367,85	121,22	0,0021	0,0022	0,0061	86,539	0,025
26,275	0,85	394,13	95,002	95,002	394,13	129,88	0,0021	0,0023	0,0055	88,99	0,023
26,275	0,85	420,4	95,002	95,002	420,4	138,54	0,0021	0,0023	0,005	91,248	0,022
26,275	0,85	446,68	95,002	95,002	446,68	147,2	0,0021	0,0023	0,0045	93,312	0,02
26,275	0,85	472,95	95,002	95,002	472,95	155,86	0,0021	0,0024	0,0041	95,183	0,019
26,275	0,85	499,23	95,002	95,002	499,23	164,52	0,0021	0,0024	0,0037	96,86	0,018
26,275	0,85	525,5	95,002	95,002	525,5	173,18	0,0021	0,0024	0,0034	98,344	0,017
26,275	0,85	551,78	95,002	95,002	551,78	181,84	0,0021	0,0025	0,0031	99,635	0,016
26,275	0,85	578,05	95,002	95,002	578,05	190,49	0,0021	0,0025	0,0028	100,73	0,016
26,275	0,85	604,33	95,002	95,002	604,33	199,15	0,0021	0,0025	0,0025	101,64	0,015
26,275	0,85	630,6	95,002	95,002	630,6	207,81	0,0021	0,0025	0,0023	102,35	0,014
26,275	0,85	656,88	95,002	95,002	656,88	216,47	0,0021	0,0026	0,0021	102,86	0,014

*Fuente: elaboración propia*

### Sección vista en Y-Y

*Tabla A.7.6 Análisis Para Falla Controlada por Tracción - Dúctil, Considerando que el Acero en Compresión ha Cedido*

<b>Pb - 0</b>	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As3}$	$T_{As4}$	$P_2$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_2$	$\phi_{u2}$
<b>KN</b>		<b>KN</b>	<b>KN</b>	<b>KN</b>	<b>KN</b>	<b>mm</b>				<b>KN*m</b>	
23,99	0,85	23,99	190	190	23,99	3,9529	0,0021	-0,021	0,1245	28,199	0,759
23,99	0,85	47,981	190	190	47,981	7,9059	0,0021	-0,009	0,0608	30,477	0,379
23,99	0,85	71,971	190	190	71,971	11,859	0,0021	-0,005	0,0395	32,675	0,253
23,99	0,85	95,962	190	190	95,962	15,812	0,0021	-0,003	0,0289	34,792	0,19
23,99	0,85	119,95	190	190	119,95	19,765	0,0021	-0,002	0,0225	36,828	0,152
23,99	0,85	143,94	190	190	143,94	23,718	0,0021	-0,001	0,0183	38,784	0,126
23,99	0,85	167,93	190	190	167,93	27,671	0,0021	-5E-04	0,0152	40,659	0,108
23,99	0,85	191,92	190	190	191,92	31,624	0,0021	-4E-05	0,0129	42,453	0,095
23,99	0,85	215,91	190	190	215,91	35,576	0,0021	0,0003	0,0112	44,167	0,084
23,99	0,85	239,9	190	190	239,9	39,529	0,0021	0,0006	0,0098	45,8	0,076
23,99	0,85	263,89	190	190	263,89	43,482	0,0021	0,0008	0,0086	47,353	0,069
23,99	0,85	287,88	190	190	287,88	47,435	0,0021	0,001	0,0076	48,825	0,063
23,99	0,85	311,88	190	190	311,88	51,388	0,0021	0,0011	0,0068	50,217	0,058
23,99	0,85	335,87	190	190	335,87	55,341	0,0021	0,0013	0,0061	51,527	0,054
23,99	0,85	359,86	190	190	359,86	59,294	0,0021	0,0014	0,0055	52,758	0,051
23,99	0,85	383,85	190	190	383,85	63,247	0,0021	0,0015	0,005	53,907	0,047
23,99	0,85	407,84	190	190	407,84	67,2	0,0021	0,0016	0,0045	54,976	0,045
23,99	0,85	431,83	190	190	431,83	71,153	0,0021	0,0017	0,0041	55,965	0,042
23,99	0,85	455,82	190	190	455,82	75,106	0,0021	0,0017	0,0037	56,873	0,04
23,99	0,85	479,81	190	190	479,81	79,059	0,0021	0,0018	0,0034	57,7	0,038
23,99	0,85	503,8	190	190	503,8	83,012	0,0021	0,0018	0,0031	58,446	0,036
23,99	0,85	527,79	190	190	527,79	86,965	0,0021	0,0019	0,0028	59,112	0,034
23,99	0,85	551,78	190	190	551,78	90,918	0,0021	0,0019	0,0025	59,698	0,033
23,99	0,85	575,77	190	190	575,77	94,871	0,0021	0,002	0,0023	60,202	0,032
23,99	0,85	599,76	190	190	599,76	98,824	0,0021	0,002	0,0021	60,627	0,03

*Fuente: elaboración propia*

## 7.2. Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido

Figura A.7.14 Esquema de análisis sección vista X-X

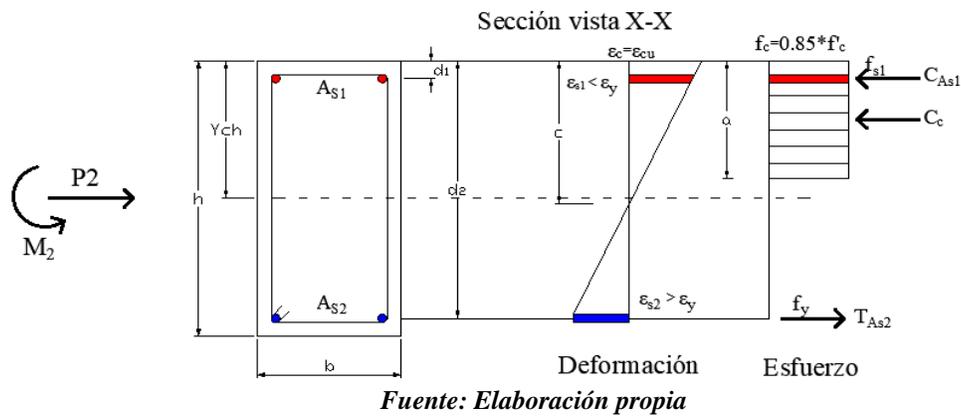
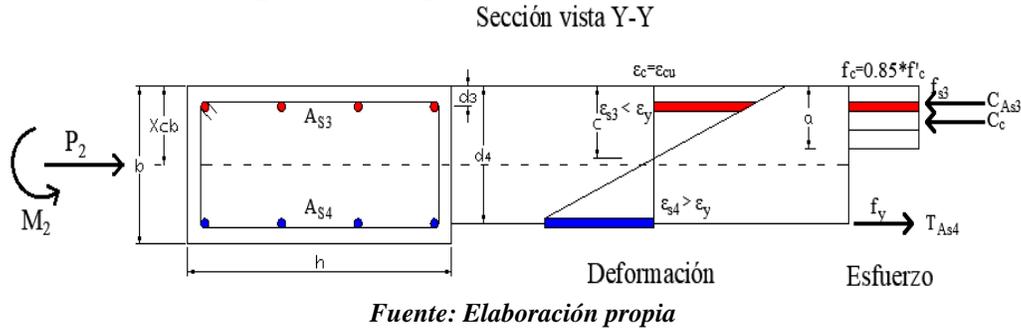


Figura A.7.15 Esquema de análisis sección vista Y-Y



Ecuación para la profundidad del bloque rectangular equivalente de compresiones:

**Sección vista en X-X**

$$a = \beta_1 * c$$

**Sección vista en Y-Y**

$$a = \beta_1 * c$$

Ecuación para la deformación del acero a compresión:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{S1} = \frac{\varepsilon_{cu} * (c - d_1)}{c}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{S3} = \frac{\varepsilon_{cu} * (c - d_3)}{c}$$

Ecuación para el esfuerzo en el acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$f_{S1} = E_S * \varepsilon_{S1}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$f_{S3} = E_S * \varepsilon_{S3}$$

Ecuación para las fuerzas resultantes:

**Sección vista en X-X**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * b$$

$$C_{AS1} = A_{S1} * f_{S1}$$

$$T_{AS2} = A_{S2} * f_{S2}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * h$$

$$C_{AS3} = A_{S3} * f_{S3}$$

$$T_{AS4} = A_{S4} * f_{S4}$$

Ecuación para la carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$P_2 = C_C + C_{AS1} - T_{AS2} = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$P_2 = C_C + C_{AS3} + T_{AS4} = 0$$

Ecuación de segundo grado para determinar la profundidad del eje neutro:

**Sección vista en X-X**

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * b) * c^2 + (A_{S1} * E_{S1} * \varepsilon_{cu} - A_{S2} * f_y - P_2) * c - (A_{S1} * E_{S1} * \varepsilon_{cu} * d_1) = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * b) * c^2 + (A_{S3} * E_{S3} * \varepsilon_{cu} - A_{S4} * f_y - P_2) * c - (A_{S3} * E_{S3} * \varepsilon_{cu} * d_3) = 0$$

Ecuación general de segundo grado con una sola variable

$$c = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - (4 * a * f)}}{2 * a}$$

Comprobación de la cedencia del acero a compresión y del acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{S1} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_1}{c} \right) < \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{S2} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_2 - c)}{c} > \varepsilon_y$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{S3} = \varepsilon_{cu} * \left( \frac{c - d_3}{c} \right) < \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{S4} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_4 - c)}{c} > \varepsilon_y$$

Ecuación para el momento por carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$M_2 = C_C * \left( y_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS1} * (y_{CP} - d_1) + T_{AS2} * (d_2 - y_{CP})$$

**Sección vista en Y-Y**

$$M_2 = C_C * \left( x_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2} \right) + C_{AS3} * (x_{CP} - d_3) + T_{AS4} * (d_4 - x_{CP})$$

Tabla resumen de resultados:

Para determinar los valores de momento y carga por falla dúctil, se estimó 25 puntos, solo se tomarán en cuenta los valores que estén dentro del análisis, es decir, se considera que el acero comprimido ha cedido y el acero en tracción ha cedido. Se tomarán en cuenta los valores marcados en color verde porque cumple con la condición del análisis y los demás valores se descartan.

### Sección vista en X-X

*Tabla A.7.7 Análisis Para Falla Controlada por Tracción - Falla Dúctil, Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido*

Pb - 0	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As1}$	$T_{As2}$	$P_2$	a	b	f	c	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_2$	$\phi_{u2}$
KN		KN	KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm				KN*m	
26,275	0,85	107,81	13,472	95,002	26,275	3034,5	14,44	-4,343	35,527	0,0021	0,0003	0,0281	38,157	0,084
26,275	0,85	120,87	26,684	95,002	52,55	3034,5	-11,84	-4,343	39,831	0,0021	0,0006	0,0247	42,571	0,075
26,275	0,85	135,42	38,403	95,002	78,826	3034,5	-38,11	-4,343	44,628	0,0021	0,0008	0,0217	46,928	0,067
26,275	0,85	151,42	48,683	95,002	105,1	3034,5	-64,39	-4,343	49,899	0,0021	0,0011	0,0191	51,212	0,06
26,275	0,85	168,75	57,623	95,002	131,38	3034,5	-90,66	-4,343	55,612	0,0021	0,0013	0,0169	55,403	0,054
26,275	0,85	187,3	65,355	95,002	157,65	3034,5	-116,9	-4,343	61,723	0,0021	0,0014	0,0149	59,486	0,049
26,275	0,85	206,91	72,023	95,002	183,93	3034,5	-143,2	-4,343	68,184	0,0021	0,0016	0,0132	63,445	0,044
26,275	0,85	227,43	77,771	95,002	210,2	3034,5	-169,5	-4,343	74,949	0,0021	0,0017	0,0117	67,268	0,04
26,275	0,85	248,74	82,736	95,002	236,48	3034,5	-195,8	-4,343	81,972	0,0021	0,00183	0,0105	70,943	0,037
26,275	0,85	270,72	87,036	95,002	262,75	3034,5	-222	-4,343	89,213	0,0021	0,00192	0,0094	74,461	0,034
26,275	0,85	293,25	90,777	95,002	289,03	3034,5	-248,3	-4,343	96,639	0,0021	0,00201	0,0084	77,817	0,031
26,275	0,85	316,26	94,046	95,002	315,3	3034,5	-274,6	-4,343	104,22	0,0021	0,00208	0,0076	81,003	0,029
26,275	0,85	339,66	96,917	95,002	341,58	3034,5	-300,9	-4,343	111,93	0,0021	0,0021	0,0069	84,017	0,027
26,275	0,85	363,4	99,452	95,002	367,85	3034,5	-327,1	-4,343	119,76	0,0021	0,0022	0,0062	86,853	0,025
26,275	0,85	387,43	101,7	95,002	394,13	3034,5	-353,4	-4,343	127,67	0,0021	0,00225	0,0056	89,509	0,023
26,275	0,85	411,7	103,71	95,002	420,4	3034,5	-379,7	-4,343	135,67	0,0021	0,00229	0,0051	91,984	0,022
26,275	0,85	436,18	105,5	95,002	446,68	3034,5	-406	-4,343	143,74	0,0021	0,00233	0,0047	94,274	0,021
26,275	0,85	460,84	107,12	95,002	472,95	3034,5	-432,2	-4,343	151,87	0,0021	0,00237	0,0043	96,38	0,02
26,275	0,85	485,65	108,58	95,002	499,23	3034,5	-458,5	-4,343	160,04	0,0021	0,0024	0,0039	98,299	0,019
26,275	0,85	510,6	109,91	95,002	525,5	3034,5	-484,8	-4,343	168,26	0,0021	0,00243	0,0036	100,03	0,018
26,275	0,85	535,67	111,11	95,002	551,78	3034,5	-511,1	-4,343	176,53	0,0021	0,00246	0,0033	101,57	0,017
26,275	0,85	560,84	112,22	95,002	578,05	3034,5	-537,3	-4,343	184,82	0,0021	0,00248	0,003	102,93	0,016
26,275	0,85	586,1	113,23	95,002	604,33	3034,5	-563,6	-4,343	193,15	0,0021	0,0025	0,0027	104,09	0,016
26,275	0,85	611,44	114,16	95,002	630,6	3034,5	-589,9	-4,343	201,5	0,0021	0,00252	0,0025	105,07	0,015
26,275	0,85	636,86	115,02	95,002	656,88	3034,5	-616,2	-4,343	209,87	0,0021	0,00254	0,0023	105,85	0,014

Fuente: elaboración propia

## Sección vista en Y-Y

**Tabla A.7.8 Análisis Para Falla Controlada por Tracción - Falla Dúctil, Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido**

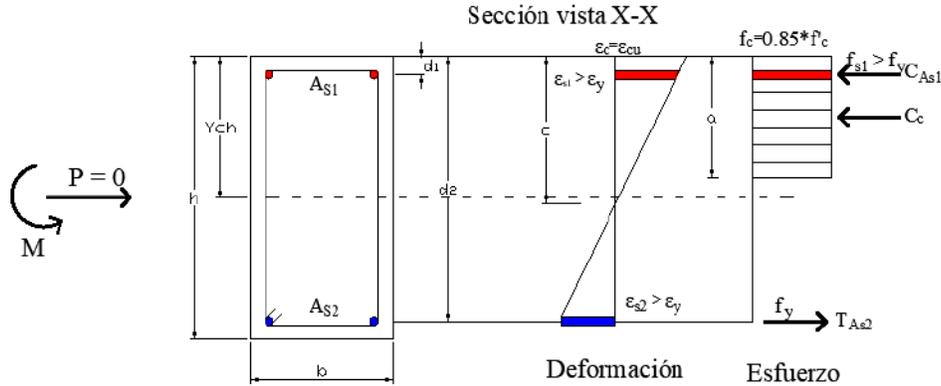
Pb - 0	$\beta_1$	$C_C$	$C_{As3}$	$T_{As4}$	$P_2$	$a$	$b$	$f$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_2$	$\phi_{u2}$
		KN	KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm				KN*m	
23,99	0,85	202,67	11,328	190	23,99	6069	57,44	-8,686	33,394	0,0021	0,0001	0,0121	31,081	0,09
23,99	0,85	213,48	24,504	190	47,981	6069	33,449	-8,686	35,176	0,0021	0,0003	0,0113	32,743	0,085
23,99	0,85	224,92	37,059	190	71,971	6069	9,4589	-8,686	37,06	0,0021	0,0004	0,0106	34,389	0,081
23,99	0,85	236,98	48,988	190	95,962	6069	-14,53	-8,686	39,047	0,0021	0,0005	0,0099	36,016	0,077
23,99	0,85	249,66	60,292	190	119,95	6069	-38,52	-8,686	41,138	0,0021	0,0007	0,0093	37,621	0,073
23,99	0,85	262,97	70,975	190	143,94	6069	-62,51	-8,686	43,33	0,0021	0,0008	0,0086	39,201	0,069
23,99	0,85	276,89	81,05	190	167,93	6069	-86,5	-8,686	45,623	0,0021	0,0009	0,008	40,752	0,066
23,99	0,85	291,4	90,53	190	191,92	6069	-110,5	-8,686	48,014	0,0021	0,001	0,0075	42,27	0,062
23,99	0,85	306,48	99,435	190	215,91	6069	-134,5	-8,686	50,5	0,0021	0,0011	0,007	43,752	0,059
23,99	0,85	322,12	107,79	190	239,9	6069	-158,5	-8,686	53,077	0,0021	0,0012	0,0065	45,196	0,057
23,99	0,85	338,29	115,61	190	263,89	6069	-182,5	-8,686	55,741	0,0021	0,0013	0,006	46,597	0,054
23,99	0,85	354,96	122,93	190	287,88	6069	-206,5	-8,686	58,488	0,0021	0,0014	0,0056	47,952	0,051
23,99	0,85	372,11	129,77	190	311,88	6069	-230,4	-8,686	61,313	0,0021	0,0014	0,0052	49,259	0,049
23,99	0,85	389,7	136,17	190	335,87	6069	-254,4	-8,686	64,212	0,0021	0,0015	0,0048	50,515	0,047
23,99	0,85	407,72	142,14	190	359,86	6069	-278,4	-8,686	67,18	0,0021	0,0016	0,0045	51,717	0,045
23,99	0,85	426,12	147,73	190	383,85	6069	-302,4	-8,686	70,213	0,0021	0,0016	0,0042	52,862	0,043
23,99	0,85	444,89	152,95	190	407,84	6069	-326,4	-8,686	73,306	0,0021	0,0017	0,0039	53,949	0,041
23,99	0,85	464	157,83	190	431,83	6069	-350,4	-8,686	76,455	0,0021	0,0017	0,0036	54,976	0,039
23,99	0,85	483,43	162,39	190	455,82	6069	-374,4	-8,686	79,656	0,0021	0,0018	0,0033	55,94	0,038
23,99	0,85	503,15	166,66	190	479,81	6069	-398,4	-8,686	82,905	0,0021	0,0018	0,0031	56,84	0,036
23,99	0,85	523,13	170,67	190	503,8	6069	-422,4	-8,686	86,198	0,0021	0,0019	0,0028	57,675	0,035
23,99	0,85	543,37	174,42	190	527,79	6069	-446,4	-8,686	89,532	0,0021	0,0019	0,0026	58,442	0,034
23,99	0,85	563,84	177,94	190	551,78	6069	-470,3	-8,686	92,905	0,0021	0,002	0,0024	59,141	0,032
23,99	0,85	584,52	181,25	190	575,77	6069	-494,3	-8,686	96,313	0,0021	0,002	0,0022	59,771	0,031
23,99	0,85	605,4	184,36	190	599,76	6069	-518,3	-8,686	99,753	0,0021	0,0020	0,0021	60,331	0,03

*Fuente: elaboración propia*

### 8. Análisis Para Falla por Flexión

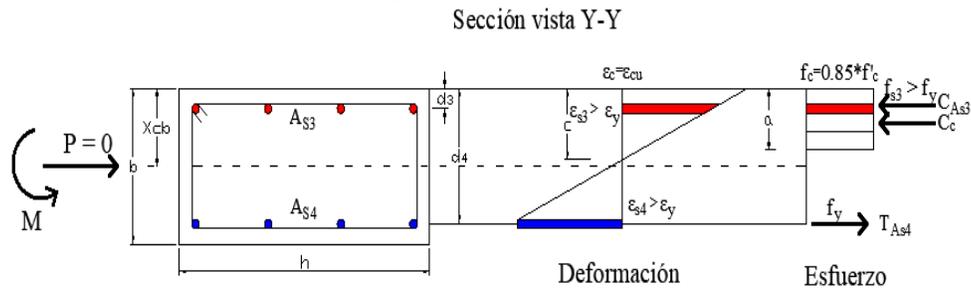
## 8.1. Considerando que el Acero en Compresión ha Cedido

Figura A.7.16 Esquema de análisis sección vista X-X



Fuente: Elaboración propia

Figura A.7.17 Esquema de análisis sección vista Y-Y



Fuente: Elaboración propia

Ecuación para la profundidad del bloque rectangular equivalente de compresiones:

**Sección vista en X-X**

$$a = \beta_1 * c$$

**Sección vista en Y-Y**

$$a = \beta_1 * c$$

Ecuación para las fuerzas resultantes:

**Sección vista en X-X**

$$C_c = 0,85 * f'_c * a * b = 0$$

$$C_{AS1} = A_{S1} * f_y = 0$$

$$T_{AS2} = A_{S2} * f_y = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C_c = 0,85 * f'_c * a * h = 0$$

$$C_{AS3} = A_{S3} * f_y = 0$$

$$T_{AS4} = A_{S4} * f_y = 0$$

Ecuación para la carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$P_2 = C_c + C_{AS1} - T_{AS2} = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$P_2 = C_c + C_{AS3} + T_{AS4} = 0$$

Ecuación para determinar la profundidad del eje neutro:

**Sección vista en X-X**

$$c = \frac{P_2 + f_y * (A_{S2} - A_{S1})}{0,85 * f'_c * \beta_1 * b}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$c = \frac{P_2 + f_y * (A_{S4} - A_{S3})}{0,85 * f'_c * \beta_1 * b}$$

Comprobación de la cedencia del acero a compresión y del acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{cu} * \left(\frac{c - d_1}{c}\right) > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_2 - c)}{c} > \varepsilon_y$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{s3} = \varepsilon_{cu} * \left(\frac{c - d_3}{c}\right) > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{s4} = \frac{\varepsilon_{cu} * (d_4 - c)}{c} > \varepsilon_y$$

Ecuación para el momento por carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

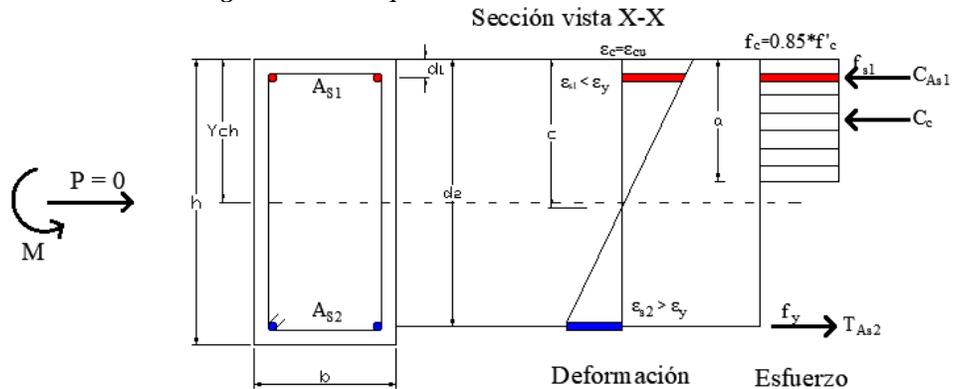
$$M_1 = C_c * \left(y_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2}\right) + C_{As1} * (y_{CP} - d_1) + T_{As2} * (d_2 - y_{CP}) = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$M_1 = C_c * \left(x_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2}\right) + C_{As3} * (x_{CP} - d_3) + T_{As4} * (d_4 - x_{CP}) = 0$$

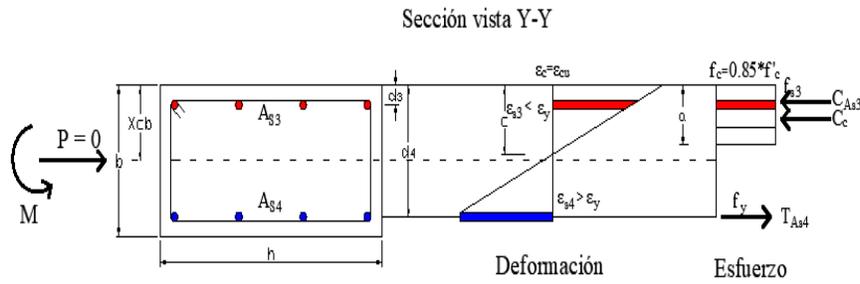
**8.2. Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido**

*Figura A.7.18 Esquema de análisis sección vista X-X*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura A.7.19 Esquema de análisis sección vista Y-Y**



*Fuente: Elaboración propia*

Ecuación para la profundidad del bloque rectangular equivalente de compresiones:

**Sección vista en X-X**

$$a = \beta_1 * c$$

**Sección vista en Y-Y**

$$a = \beta_1 * c$$

Ecuación para la deformación del acero a compresión:

**Sección vista en X-X**

$$\varepsilon_{S1} = \frac{\varepsilon_{cu} * (c - d_1)}{c}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$\varepsilon_{S3} = \frac{\varepsilon_{cu} * (c - d_3)}{c}$$

Ecuación para el esfuerzo en el acero a tracción:

**Sección vista en X-X**

$$f_{S1} = E_S * \varepsilon_{S1}$$

**Sección vista en Y-Y**

$$f_{S3} = E_S * \varepsilon_{S3}$$

Ecuación para las fuerzas resultantes:

**Sección vista en X-X**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * b$$

$$C_{AS1} = A_{S1} * f_{S1}$$

$$T_{AS2} = A_{S2} * f_y$$

**Sección vista en Y-Y**

$$C_C = 0,85 * f'_c * a * h$$

$$C_{AS3} = A_{S3} * f_{S3}$$

$$T_{AS4} = A_{S4} * f_y$$

Ecuación para la carga de falla frágil:

**Sección vista en X-X**

$$P_2 = C_C + C_{AS1} - T_{AS2} = 0$$

**Sección vista en Y-Y**

$$P_2 = C_C + C_{AS3} + T_{AS4} = 0$$

Ecuación de segundo grado para determinar la profundidad del eje neutro:

**Sección vista en X-X**

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * b) * c^2 + (A_{S1} * E_{S1} * \varepsilon_{cu} - A_{S2} * f_y) * c - (A_{S1} * E_{S1} * \varepsilon_{cu} * d_1) = 0$$

### Sección vista en Y-Y

$$(0,85 * f'_c * \beta_1 * h) * c^2 + (A_{S3} * E_{S3} * \epsilon_{cu} - A_{S4} * f_y) * c - (A_{S3} * E_{S3} * \epsilon_{cu} * d_3) = 0$$

Ecuación general de segundo grado con una sola variable:

$$c = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - (4 * a * f)}}{2 * a}$$

Comprobación de la cedencia del acero a compresión y del acero a tracción:

#### Sección vista en X-X

$$\epsilon_{s1} = \epsilon_{cu} * \left(\frac{c - d_1}{c}\right) < \epsilon_y$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{\epsilon_{cu} * (d_2 - c)}{c} > \epsilon_y$$

#### Sección vista en Y-Y

$$\epsilon_{s3} = \epsilon_{cu} * \left(\frac{c - d_3}{c}\right) < \epsilon_y$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{\epsilon_{cu} * (d_4 - c)}{c} > \epsilon_y$$

Ecuación para el momento por carga de falla frágil:

#### Sección vista en X-X

$$M_2 = C_C * \left(y_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2}\right) + C_{A_{S1}} * (y_{CP} - d_1) + T_{A_{S2}} * (d_2 - y_{CP})$$

#### Sección vista en Y-Y

$$M_2 = C_C * \left(x_{CP} - \frac{\beta_1 * c}{2}\right) + C_{A_{S3}} * (x_{CP} - d_3) + T_{A_{S4}} * (d_4 - x_{CP})$$

Tabla resumen de resultados:

#### Sección vista en X-X

**Tabla A.7.9 Análisis Para Falla por Flexión, Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido**

Pb - 0	$\beta_1$	$C_C$	$C_{A_{S1}}$	$T_{A_{S2}}$	$P$	$a$	$b$	$f$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_2$	$\phi_{u2}$
KN		KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm	KN*m					
0	0,85	96,232	-1,23	95,002	0	3034,5	40,715	-4,343	31,713	0,0021	-3E-05	0,0318	33,703	0,095

Fuente: Elaboración propia

#### Sección vista en Y-Y

**Tabla A.7.10 Análisis Para Falla por Flexión, Considerando que el Acero en Compresión no ha Cedido**

Pb - 0	$\beta_1$	$C_C$	$C_{A_{S3}}$	$T_{A_{S4}}$	$P_2$	$a$	$b$	$f$	$c$	$\epsilon_y$	$\epsilon_{s1}$	$\epsilon_{s2}$	$M_2$	$\phi_{u2}$
KN		KN	KN	KN	KN	KN/m	KN	KN*m	mm				KN*m	
0	0	192,46	-2,46	190	0	6069	81,43	-8,686	31,713	0,0021	-3E-05	0,0129	29,405	0,095

Fuente: Elaboración propia

## 9. Diagrama de Interacción

### Sección vista en X-X

*Tabla A.7.11 Datos para el gráfico del diagrama de interacción en “x”*

<b>Análisis de Falla</b>	<b>Pn</b>	<b>Mn</b>	<b>ØPn</b>	<b>ØMn</b>
Tracción Pura	-190,00	0,00	-171,00	0,00
Flexión Pura	0,00	33,70	0,00	30,33
Falla Dúctil	26,28	38,16	23,65	34,34
	52,55	42,57	47,30	38,31
	78,83	46,93	70,94	42,24
	105,10	51,21	94,59	46,09
	131,38	55,40	118,24	49,86
	157,65	59,49	141,89	53,54
	183,93	63,45	165,53	57,10
	210,20	67,27	189,18	60,54
	236,48	70,94	212,83	63,85
	262,75	74,46	236,48	67,02
	289,03	77,82	260,12	70,04
	315,30	81,00	283,77	72,90
341,58	83,90	307,42	75,51	
Falla Balanceada	656,88	102,86	591,19	92,58
Falla Frágil	695,00	101,59	625,50	91,43
	733,12	100,19	659,81	90,17
	771,25	98,65	694,12	88,78
	809,37	96,93	728,43	87,24
	847,49	95,03	762,74	85,52
	885,61	92,92	797,05	83,63
	923,73	90,60	831,36	81,54
	961,86	88,04	865,67	79,23
	999,98	85,23	899,98	76,71
	1038,10	82,17	934,29	73,95
	1076,22	78,83	968,60	70,95
	1114,34	75,22	1002,91	67,70
1152,47	71,31	1037,22	64,18	
1190,59	67,11	1071,53	60,40	
Compresión Pura	1791,86	0,00	1612,67	0,00

*Fuente: Elaboración propia*

Esfuerzos Solicitados:

**Sección vista en X-X**

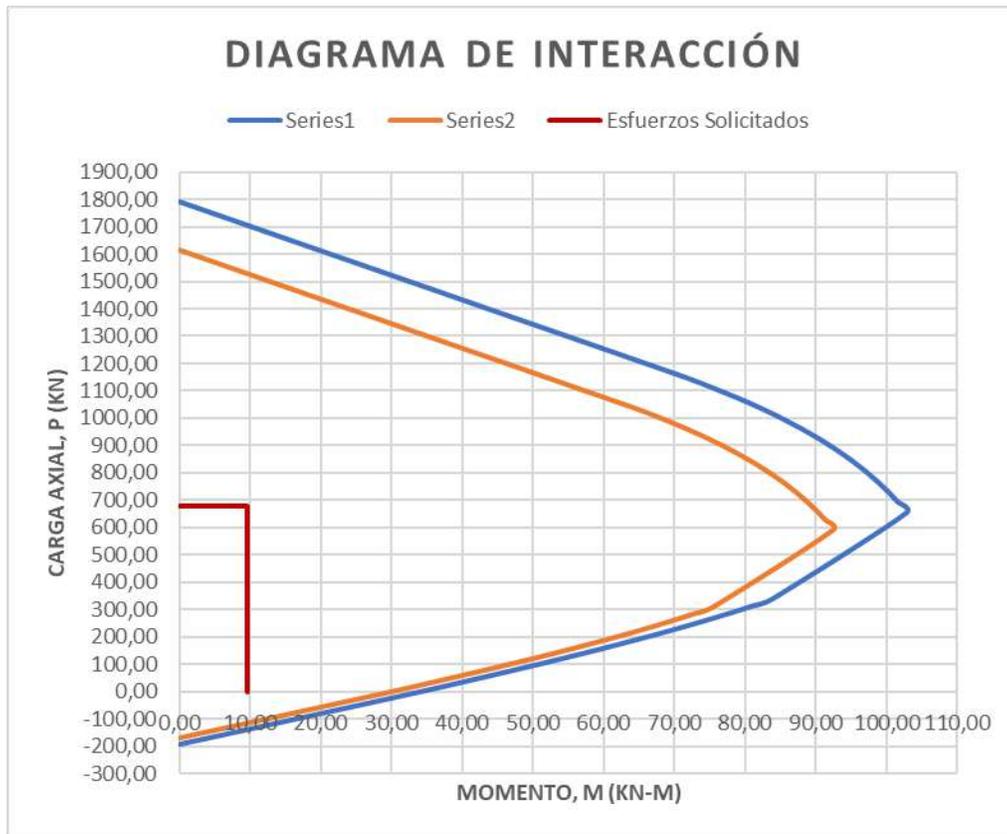
Carga axial

$$P = 680,17 \text{ kN}$$

Momento en "x"

$$M_{(x)} = 9,56 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

*Figura A.7.20 Diagrama de interacción de columnas*



*Fuente: Elaboración propia*

## Sección vista en Y-Y

*Tabla A.7.12 Datos para el gráfico del diagrama de interacción en “y”*

<b>Análisis de Falla</b>	<b>Pn</b>	<b>Mn</b>	<b>ØPn</b>	<b>ØMn</b>
Tracción Pura	-380,01	0,00	-342,01	0,00
Flexión Pura	0,00	29,41	0,00	26,46
Falla Dúctil	23,99	31,08	21,59	27,97
	47,98	32,74	43,18	29,47
	71,97	34,39	64,77	30,95
	95,96	36,02	86,37	32,41
	119,95	37,62	107,96	33,86
	143,94	39,20	129,55	35,28
	167,93	40,75	151,14	36,68
	191,92	42,27	172,73	38,04
	215,91	43,75	194,32	39,38
	239,90	45,20	215,91	40,68
	263,89	46,60	237,50	41,94
	287,88	47,95	259,10	43,16
	311,88	49,26	280,69	44,33
	335,87	50,51	302,28	45,46
	359,86	51,72	323,87	46,54
	383,85	52,86	345,46	47,58
	407,84	53,95	367,05	48,55
	431,83	54,98	388,64	49,48
	455,82	55,94	410,24	50,35
	479,81	56,84	431,83	51,16
503,80	57,67	453,42	51,91	
527,79	58,44	475,01	52,60	
551,78	59,14	496,60	53,23	
575,77	59,77	518,19	53,79	
599,76	60,33	539,78	54,30	
Falla Balanceada	599,76	60,63	539,78	54,56
Falla Frágil	695,13	58,62	625,61	52,76
	742,81	57,57	668,53	51,81
	790,50	56,46	711,45	50,81
	838,18	55,27	754,36	49,75
	885,86	54,01	797,28	48,61
	933,55	52,64	840,19	47,37
	981,23	51,16	883,11	46,04
	1028,91	49,55	926,02	44,59
	1076,60	47,80	968,94	43,02
	1124,28	45,90	1011,85	41,31
	1171,97	43,83	1054,77	39,45
	1219,65	41,59	1097,69	37,43
	1267,33	39,17	1140,60	35,25
	1315,02	36,54	1183,52	32,89
	1362,70	33,72	1226,43	30,34
1410,39	30,67	1269,35	27,61	
Compresión Pura	1791,86	0,00	1612,67	0,00

*Fuente: Elaboración propia*

Esfuerzos Solicitados:

**Sección vista en Y-Y**

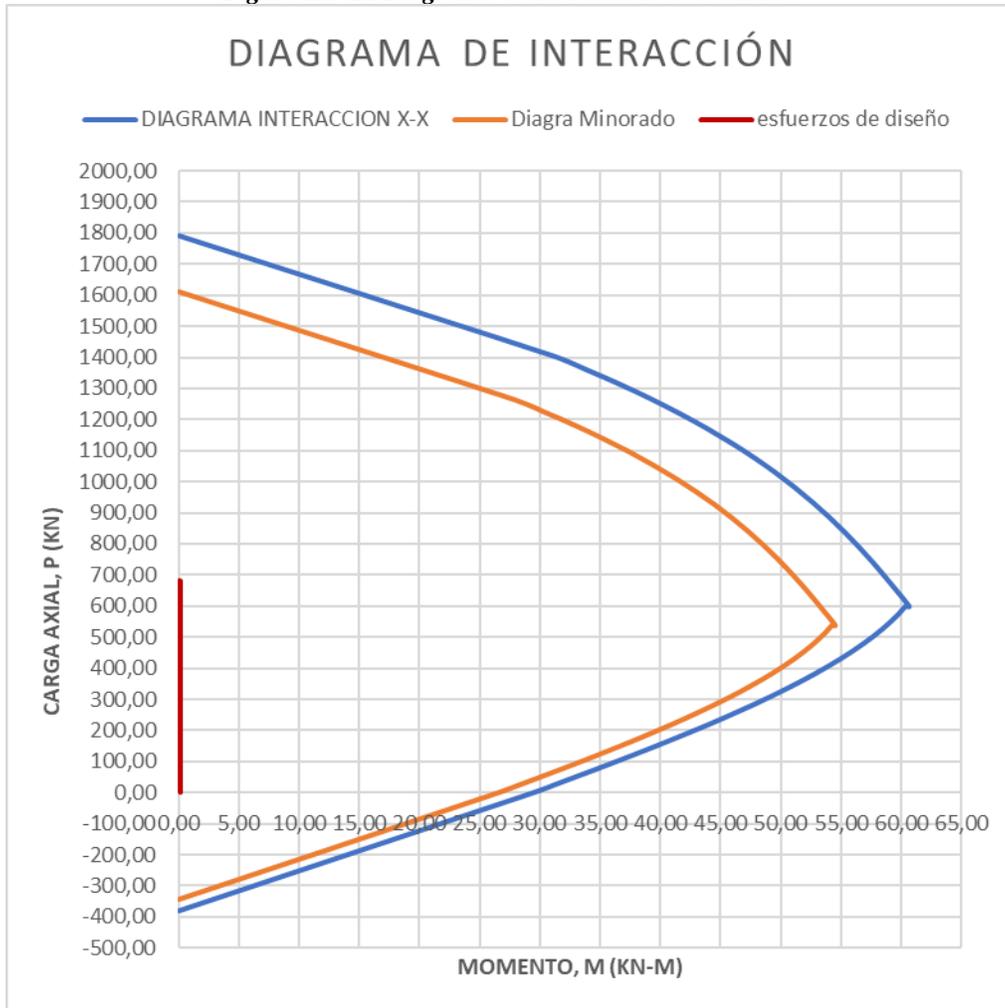
Carga axial

$$P = 680,17 \text{ kN}$$

Momento en "y"

$$M_{(y)} = 0,17 \text{ kN} * m$$

*Figura A.7.21 Diagrama de interacción de columnas*



*Fuente: Elaboración propia*

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

## ÍTEM N°1

### INSTALACIÓN DE FAENAS

Unidad: Glb

#### **1. Definición**

Este ítem comprende la construcción de instalaciones mínimas provisionales, que sean necesarias para el buen desarrollo de las actividades de la construcción.

Estas instalaciones estarán constituidas por una oficina de obra, galpones para depósitos, caseta para el cuidador, sanitarios para obreros y para el personal, cercos de protección, portón de ingreso para vehículos, instalación de agua, electricidad y otros servicios.

La oficina de obra y los galpones para depósitos de materiales pueden ser ambientes alquilados o construidos previa aprobación del Supervisor de Obra.

El Contratista deberá proporcionarle en forma obligatoria al Supervisor de Obra una copia de la llave de la oficina.

Así mismo comprende el traslado oportuno de todas las herramientas, maquinarias y equipo para la adecuada y correcta ejecución de las obras y su retiro cuando ya no sean necesarios.

#### **2. Materiales, Herramientas Y Equipo**

- Arena común
- Grava común
- Piedra para cimientos
- Cemento portland
- Madera de encofrado
- Clavos para calamina(estriados)
- Calamina acanalada galvanizada n° 28
- Ladrillo 6h 24x15x12 cm

El Contratista deberá proporcionar todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para las construcciones auxiliares, los mismos que deberán ser aprobados previamente por el Supervisor de Obra. En ningún momento estos materiales serán utilizados en las obras principales.

### **3. Procedimiento Para La Ejecución**

Antes de iniciar los trabajos de instalación de faenas, el Contratista solicitará al Supervisor de Obra la autorización y ubicación respectiva, así como la aprobación del diseño propuesto.

El Supervisor de Obra tendrá cuidado que la superficie de las construcciones esté de acuerdo con lo presupuestado.

El Contratista dispondrá de serenos en número suficiente para el cuidado del material y equipo que permanecerán bajo su total responsabilidad. En la oficina de obra, se mantendrá en forma permanente el Libro de Órdenes respectivo y un juego de planos para uso del Contratista y del Supervisor de Obra.

Al concluir la obra, las construcciones provisionales contempladas en este ítem, deberán retirarse, limpiándose completamente las áreas ocupadas.

### **4. Medición**

La instalación de faenas será medida en forma global, de acuerdo a lo señalado en el formulario de presentación de propuestas.

### **5. Forma De Pago**

Este Ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido de acuerdo a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado 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.

## ÍTEM N°2

### PROV Y COLOCADO DE LETRERO DE OBRA

Unidad: Pza

#### 1. Descripción

Este ítem comprende el colocado del letrero de obra de estructura metálica y panaflex. 2m base x 1.5 m altura.

Además, incluye la construcción de la base de H°C° y su colocación.

#### 2. Materiales, Herramientas y Equipo

- Letrero banner lona pvc
- Perfil plano
- Marco metálico banner
- Perfil metálico canal c80x40x15x2
- Cemento portland
- Grava común
- Arena común
- Piedra manzana
- Fierro corrugado
- Electrodo

Entre el equipo será necesario utilizar el equipo soldador de arco el contratista deberá proporcionar las herramientas necesarias para el colocado de letrero, los mismos que deberán ser aprobados previamente por el Supervisor de Obra.

#### 3. Forma de Ejecución

Antes de iniciar los trabajos de comienzo de obra, el Contratista solicitará al Supervisor de Obra la autorización y ubicación respectiva del letrero, también será necesario construir dados de hormigón que servirán para empotrar el letrero.

Para el colocado del letrero el contratista se registrará de acuerdo al diseño y formato del GAMCK con autorización del supervisor de obra para la ubicación del mismo.

#### **4. Medición**

El colocado de letrero será medido en forma pieza (Pza).

#### **5. Forma de Pago**

Este ítem ejecutado será calculado de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido de acuerdo a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado 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.

### **ÍTEM N°3**

#### **REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE**

Unidad: m<sup>2</sup>

##### **1. Definición**

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para la ubicación de las áreas destinadas a albergar las construcciones y los de replanteo y trazado de los ejes para localizar las edificaciones de acuerdo a los planos de construcción y/o indicaciones del Supervisor de Obra.

Asimismo, comprende el replanteo de aceras y otros.

##### **2. Materiales, Herramientas y Equipo**

- Clavos
- Yeso
- Estacas de madera

El Contratista suministrará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para ejecutar el replanteo y trazado de las edificaciones y de otras obras.

El topógrafo realizará el levantamiento usando el equipo correspondiente.

##### **3. Procedimiento Para la Ejecución**

El replanteo y trazado de las fundaciones tanto aisladas como continuas, serán realizadas por el Contratista con estricta sujeción a las dimensiones señaladas en los planos respectivos.

Preparado el terreno de acuerdo al nivel y rasante establecidos, el Contratista procederá a realizar el estacado y colocación de caballetes a una distancia no menor a 1.50 m. de los bordes exteriores de las excavaciones a ejecutarse.

Los ejes de las zapatas y los anchos de las cimentaciones corridas se definirán con alambre o lienza firmemente tensa y fijada a clavos colocados en los caballetes de madera, sólidamente anclados en el terreno.

Las lienzas serán dispuestas con escuadra y nivel, a objeto de obtener un perfecto paralelismo entre las mismas. Seguidamente los anchos de cimentación y/o el perímetro de las fundaciones aisladas se marcarán con yeso o cal.

El Contratista será el único responsable del cuidado y reposición de las estacas y marcas requeridas para la medición de los volúmenes de obra ejecutada.

El trazado deberá recibir aprobación escrita del Supervisor de Obra, antes de proceder con los trabajos siguientes.

### **3. Medición**

El replanteo de las construcciones será medido en metros cuadrados, tomando en cuenta únicamente la superficie total neta de la construcción. El replanteo de las aceras será medido en metros cuadrados.

### **4. Forma de Pago**

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido de acuerdo a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado 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.

## ÍTEM N°4

### EXCAVACIÓN DE ZAPATAS

Unidad: m<sup>3</sup>

#### 1. Definición

Este ítem comprende todos los trabajos de excavación para fundaciones de estructuras sean estas corridas o aisladas con maquinaria, ejecutados en diferentes clases de terreno y hasta las profundidades establecidas en los planos y de acuerdo a lo señalado por el Supervisor de Obra.

Asimismo, comprende las excavaciones para la construcción de diferentes obras, estructuras, y otros, cuando éstas no estuvieran especificadas dentro de los ítems correspondientes.

#### 2. Materiales, Herramientas y Equipo

El Contratista realizará los trabajos descritos empleando herramientas, maquinaria y equipo apropiados, previa aprobación del Supervisor de Obra.

Clasificación de Suelos:

Para los fines de cálculo de costos y de acuerdo a la naturaleza y características del suelo a excavar, se establece la siguiente clasificación:

**a) Suelo Clase I (blando)**

Suelos compuestos por materiales sueltos como humus, tierra vegetal, arena suelta y de fácil remoción con pala y poco uso de picota.

**b) Suelo Clase II (semiduro)**

Suelos compuestos por materiales como arcilla compacta, arena o grava, roca suelta, conglomerados y en realidad cualquier terreno que requiera previamente un ablandamiento con ayuda de pala y picota.

**c) Suelo Clase III (duro)**

Suelos que requieren para su excavación un ablandamiento más riguroso con herramientas especiales como barretas.

**d) Roca**

Suelos que requieren para su excavación el uso de barrenos de perforación, explosivos, cinceles y combos para fracturar las rocas, restringiéndose el uso de explosivos en áreas urbanas.

### **3. Procedimiento Para la Ejecución**

Una vez que el replanteo de las fundaciones hubiera sido aprobado por el Supervisor de Obra, se podrá dar comienzo a las excavaciones correspondientes.

Se procederá al aflojamiento y extracción de los materiales en 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.

Los materiales sobrantes de la excavación serán trasladados y acumulados en los lugares indicados por el Supervisor de Obra, aun cuando estuvieran fuera de los límites de la obra, para su posterior transporte a los botaderos establecidos, para el efecto, por las autoridades locales.

A medida que progrese la excavación, se tendrá especial cuidado del comportamiento de las paredes, a fin de evitar deslizamientos. Si esto sucediese no se podrá fundar sin antes limpiar completamente el material que pudiera llegar al fondo de la excavación.

Cuando las excavaciones demanden la construcción de entibados y apuntalamientos, éstos deberán ser proyectados por el Contratista y revisados y aprobados por el Supervisor de Obra. Esta aprobación no eximirá al Contratista de las responsabilidades que hubiera lugar en caso de fallar las mismas.

Cuando las excavaciones requieran 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 a la obra y a terceros.

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

Se tendrá especial cuidado de 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.

En caso de excavarse por debajo del límite inferior especificado en los planos de construcción o indicados por el Supervisor de Obra, el Contratista realizará el relleno y compactado por su cuenta y riesgo, relleno que será propuesto al Supervisor de Obra y aprobado por éste antes y después de su realización.

#### **4. Medición**

Las excavaciones serán medidas en metros cúbicos, tomando en cuenta únicamente el volumen neto del trabajo ejecutado. Para el cómputo de los volúmenes se tomarán las dimensiones y profundidades indicadas en los planos y/o instrucciones escritas del Supervisor de Obra.

Correrá por cuenta del Contratista cualquier volumen adicional que hubiera excavado para facilitar su trabajo o por cualquier otra causa no justificada y no aprobada debidamente por el Supervisor de Obra.

#### **1. Forma de Pago**

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido de acuerdo a lo señalado y aprobado por el Supervisor de Obra, será pagado 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.

Además, dentro del precio unitario deberá incluirse las obras complementarias como ser agotamientos, entibados y apuntalamientos, salvo el caso que se hubieran cotizado por separado en el formulario de presentación de propuestas o instrucciones expresas y debidamente justificadas por el Supervisor de Obra.

Asimismo, deberá incluirse en el precio unitario el traslado y acumulación del material sobrante a los lugares indicados por el Supervisor de Obra, aunque estuvieran fuera de los límites de la obra, exceptuándose el traslado hasta los botaderos municipales el que será medido y pagado en el ítem Retiro de escombros.

## ÍTEM N°5

### CARPETA DE HORMIGÓN POBRE (ZAPATAS)

Unidad: m<sup>2</sup>

#### 1. Descripción

Este ítem se refiere al vaciado de una capa de hormigón pobre con dosificación 1: 3: 4, que servirá de cama o asiento para la construcción de diferentes estructuras de fundación 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 Equipo

- Cemento portland
- Arena común
- Mezcladora
- Vibradora

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 220 kilogramos por metro cúbico de hormigón.

El agua deberá ser razonablemente limpia, y libre de aceites, sales, ácidos o cualquier otra sustancia perjudicial. No se permitirá el empleo de aguas estancadas provenientes de pequeñas lagunas o aquellas 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 (5 cm mínimo).

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 metálica, dejando una superficie lisa y uniforme.

#### **4. Medición**

La base de hormigón pobre se medirá en metros cuadrado, teniendo en cuenta únicamente los volúmenes netos ejecutados.

#### **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.

**ÍTEMS N° 6, 7, 9, 13, 14, 15**

**ZAPATAS AISLADAS DE H° A°**

**COLUMNAS DE H° A°**

**SOBRECIMENTOS DE H° A°**

**VIGA DE H° A°**

**LOSA RETICULAR DE H° A°**

**ESCALERA DE H° A°**

**(Nota:** Para las siguientes actividades se tomará la misma ejecución.)

Unidad: m<sup>3</sup>

#### **1. Definición**

Este ítem comprende la fabricación, transporte, colocación, compactación, protección y curado del hormigón simple o armado para las siguientes partes estructurales de una obra:

Zapatas aisladas, corridas y vigas centradoras, ajustándose estrictamente al trazado, alineación, elevaciones y dimensiones señaladas en los planos y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

Todas las estructuras de hormigón armado, en construcciones nuevas, deberán ser ejecutadas de acuerdo con las dosificaciones y resistencias establecidas en los planos, formulario de presentación

de propuestas y en estricta sujeción con las exigencias y requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón Armado NB 1225001.

## **2. Materiales, Herramientas y Equipo**

Todos los materiales, herramientas y equipo a emplearse en la preparación y vaciado del hormigón serán proporcionados por el Contratista y utilizados por éste, previa aprobación del Supervisor de Obra y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón Armado NB 1225001.

Cemento:

Para la elaboración de los hormigones se debe hacer uso sólo de cementos que cumplan las exigencias de las NORMAS BOLIVIANAS referentes a cementos Portland (N.B. 2.1-001 hasta N.B. 2.1 - 014).

En ningún caso se debe utilizar cementos desconocidos o que no lleven el sello de calidad otorgado por el organismo competente (IBNORCA).

En los documentos de origen figurarán el tipo, la clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por las N. B. 2.1-001 hasta 2.1 - 014.

El fabricante proporcionará, si se lo solicita, copia de los resultados de análisis y ensayos correspondientes a la producción de la jornada a que pertenezca la partida servida.

El cemento deberá ser almacenado en condiciones que lo mantengan fuera de la intemperie y la humedad. El almacenamiento deberá organizarse en forma sistemática, de manera de evitar que ciertas bolsas se utilicen con mucho retraso y sufran un envejecimiento excesivo. En general no se deberán almacenar más de 10 bolsas una encima de la otra. Un cemento que por alguna razón haya fraguado parcialmente o contenga terrones, grumos, costras, etc. será rechazado automáticamente y retirado del lugar de la obra.

Agregados: Los áridos a emplearse en la fabricación de hormigones serán aquellas arenas y gravas obtenidas de yacimientos naturales, rocas trituradas y otros que resulte aconsejable, como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Los áridos para morteros y hormigones, deben cumplir en todo con las Normas Bolivianas N.B. 596-91, N.B. 597-91, N.B. 598-91, N.B. 608-91, N.B. 609-91, N.B. 610-91, N.B. 611-91, N.B. 612-91 las cuales han sido determinadas por el IBNORCA.

La arena o árido fino será aquél que pase el tamiz de 5 mm. de malla y grava o árido grueso el que resulte retenido por dicho tamiz.

El 90% en peso del árido grueso (grava) será de tamaño inferior a la menor de las dimensiones siguientes:

- a) Los cinco sextos de la distancia horizontal libre entre armaduras independientes, si es que dichas aberturas tamizan el vertido del hormigón o de la distancia libre entre una armadura y el paramento más próximo.
- b) La cuarta parte de la anchura, espesor o dimensión mínima de la pieza que se hormigone.
- c) Un tercio de la anchura libre de los nervios de los entrepisos.
- d) Un medio del espesor mínimo de la losa superior en los entrepisos.

Con el objeto de satisfacer algunas de las normas requeridas con anterioridad, se extractan algunos requerimientos de "ARIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES GRANULOMETRÍA"(N.B. 598-91).

**TABLA 1 Granulometría del árido grueso (N.B. 598-91)**

Tamiz N.B.		Porcentaje que pasa en peso para ser considerado como árido de tamaño nominal.					Porcentaje que pasa en peso para ser considerado como árido gradado de tamaño nominal				
Designación		63 mm	40 mm	20 mm	10 mm	12.5 mm	9.5 mm	40 mm	20 mm	10 mm	12.5 mm
80	mm	100	-	-	-	-	-	100	-	-	-
63	mm	25-100	100	-	-	-	-	-	-	-	-
40	mm	0-30	85-100	100	-	-	-	95-100	-	-	-
20	mm	0-5	0-20	85-100	100	-	-	30--70	95-100	100	100
16	mm	-	-	-	85-100	100	-	-	-	90-100	-
12.5	mm	-	-	-	-	85-100	100	-	-	-	90-100
9.5	mm	0-5	0-5	0-20	0-30	0-45	85-100	10-35	25-55	30-70	40-85
4.75	mm	-	-	0-5	0-5	0-10	0-20	0-5	0-10	0-10	0-10
2.36	mm	-	-	-	-	-	0-5	-	-	-	-

### Árido Total:

La granulometría de mezclas de árido fino y grueso, debe encontrarse dentro los límites especificados en la tabla 2.

No es necesario separar los áridos, sin embargo, pueden realizarse ajustes en las gradaciones añadiendo árido grueso a fin de mejorar el mismo.

**TABLA 2 Granulometría de árido total (N.B. 598-91)**

<b>Designación</b>	<b>40 mm. de tamaño nominal</b>	<b>20 mm. de tamaño nominal</b>
80 mm.	100	100
40 mm.	95 - 100	100
20 mm.	45 - 75	95 - 100
5 mm.	25 - 45	30 - 50
600 µm.	8 - 30	10 - 35
150 µm.	0 - 6	0 - 6

### Árido Fino:

La Granulometría del árido fino debe encontrarse dentro de los límites especificados en la tabla 1 y registrarse como árido fino de granulometría I, II, III ó IV. Cuando la granulometría se salga de los límites de cualquier granulometría particular en una cantidad total que no exceda el 5 % se aceptará que tiene dicha granulometría.

Esta tolerancia no debe aplicarse al porcentaje que pasa por cualquier otro tamaño de tamiz sobre el límite superior de la granulometría I ó el límite superior de la granulometría IV; así como esta tolerancia no debe aplicarse al porcentaje que pasa por el tamiz N. B. 600 µm.

<b>Porcentaje que pasa en peso</b>				
<b>Tamiz N. B.</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
5 mm	90-100	90-100	90-100	95-100
2.36 mm	60-95	75-100	85-100	95-100
1.18 mm	30-70	5-90	75-100	90-100
600 µm	15-34	3-59	60-79	80-100
300 µm	5-20	3-30	12-40	15-0
150 µm	0-10	0-10	0-10	0-10

Extractado de N.B. 598 - 91.

Para arenas de trituración, la tolerancia en el límite superior para el tamiz N.B. 150  $\mu\text{m}$  se aumenta a 20 %. Esto no afectará a la tolerancia del 5 % permitido para otros tamaños de tamices.

El árido fino no debe tener más del 45 % retenido entre dos tamices consecutivos de los indicados anteriormente, y su módulo de finura no debe ser menos de 2.3 ni mayor de 3.1.

Agua:

El agua a emplearse para la mezcla, curación u otras aplicaciones, será razonablemente limpia y libre de aceite, sales, ácidos, álcalis, azúcar, materia vegetal o cualquier otra substancia perjudicial para la obra.

No se permitirá el empleo de aguas estancadas procedentes de pequeñas lagunas o aquéllas que provengan de pantanos o desagües.

Toda agua de calidad dudosa deberá ser sometida al análisis respectivo y autorizado por el Supervisor de obra antes de su empleo.

La temperatura del agua para la preparación del hormigón deberá ser superior a 5°C.

El agua para hormigones debe satisfacer en todo a lo descrito en las N.B. 587-91 y N. B. 588 - 91.

Fierro:

Los aceros de distintos diámetros y características se almacenarán separadamente, a fin de evitar la posibilidad de intercambio de barras.

El tipo de acero y su fatiga de fluencia será aquel que esté especificado en los planos estructurales.

Queda terminantemente prohibido el empleo de aceros de diferentes tipos en una misma sección.

Aditivos:

Se podrán emplear aditivos para modificar ciertas propiedades del hormigón, previa su justificación y aprobación expresa efectuada por el Supervisor de Obra.

Como el modo de empleo y la dosificación deben ser de estudio adecuado, debiendo asegurarse una repartición uniforme de aditivo, este trabajo deberá ser encomendado a personal calificado y preferentemente bajo las recomendaciones de los fabricantes de los aditivos.

Características del Hormigón:

a) Contenido unitario de cemento

En general, el hormigón contendrá la cantidad de cemento que sea necesaria para obtener mezclas compactas, con la resistencia especificada en los planos o en el formulario de presentación de propuestas y capaces de asegurar la protección de las armaduras.

En ningún caso las cantidades de cemento para hormigones de tipo normal serán menores que:

Aplicación	Cantidad mínima de cemento por m3.	Resistencia cilíndrica	a los 28 días
		Con control permanente	Sin control permanente
	Kg.	Kg./cm2	Kg./cm2
Hormigón Pobre	100	-	40
Hormigón Ciclópeo	280	-	120
Pequeñas Estructuras	300	200	150
Estructuras Corrientes	325	230	170
Estructuras Especiales	350	270	200

b) Tamaño máximo de los agregados

Para lograr la mayor compacidad del hormigón y el recubrimiento completo de todas las armaduras, el tamaño máximo de los agregados no deberá exceder de la menor de las siguientes medidas:

- 1/4 de la menor dimensión del elemento estructural que se vacíe.
- La mínima separación horizontal o vertical libre entre dos barras, o entre dos grupos de barras paralelas en contacto directo o el mínimo recubrimiento de las barras principales.

En general el tamaño máximo de los agregados no deberá exceder de los 3 cm.

Resistencia mecánica del hormigón:

La calidad del hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica a la compresión a la edad de 28 días.

Los ensayos necesarios para determinar las resistencias de rotura se realizarán sobre probetas cilíndricas normales de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, en un laboratorio de reconocida capacidad.

El Contratista deberá tener en obra dos probetas de las dimensiones especificadas.

Ensayos de control:

Durante la ejecución de la obra se realizarán ensayos de control, para verificar la calidad y uniformidad del hormigón.

Consistencia del Hormigón:

La consistencia de la mezcla será determinada mediante el ensayo de asentamiento, empleando el cono de Abrams. El contratista deberá tener en la obra el cono standard para la medida de los asentamientos en cada vaciado y cuando así lo requiera el Supervisor.

Como regla general, se empleará hormigón con el menor asentamiento posible que permita un llenado completo de los encofrados, envolviendo perfectamente las armaduras y asegurando una perfecta adherencia entre las barras y el hormigón.

Se recomienda los siguientes asentamientos:

- Casos de secciones corrientes            3 a 7 cm. (máximo)
- Casos de secciones donde el vaciado sea difícil    10 cm. (máximo)

La consistencia del hormigón será la necesaria para que, con los métodos de puesta en obra y compactación previstos, el hormigón pueda rodear las armaduras en forma continua y rellenar completamente los encofrados sin que se produzcan coqueas. La determinación de la consistencia del hormigón se realizará utilizando el método de ensayo descrito en la N. B. / UNE 7103.

Para los hormigones corrientes, en general se puede admitir los valores aproximados siguientes:

<b>Asentamiento en el cono de Abrams</b>	<b>Categoría de Consistencia</b>
0 a 2 cm	Ho. Firme
3 a 7 cm.	Ho. Plástico
8 a 15 cm.	Ho. Blando

No se permitirá el uso de hormigones con asentamiento superior a 16 cm.

Relación Agua - Cemento (en peso):

Deberá tenerse muy en cuenta la humedad propia de los agregados.

Para dosificaciones en cemento de  $C = 300$  a  $400 \text{ Kg/m}^3$  se puede adoptar una dosificación en agua  $A$  con respecto al agregado seco tal que la relación agua / cemento cumpla:

$$0.4 < A/C < 0.6$$

Con un valor medio de  $A/C = 0.5$

Resistencia mecánica del hormigón:

La calidad del hormigón estará definida por el valor de su resistencia característica a la compresión a la edad de 28 días.

Se define como resistencia característica la que corresponde a la probabilidad de que el 95 % de los resultados obtenidos superan dicho valor, considerando que los resultados de los ensayos se distribuyen de acuerdo a una curva estadística normal.

Los ensayos necesarios para determinar las resistencias de rotura, se realizarán sobre probetas cilíndricas normales de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, en un laboratorio de reconocida capacidad.

El Contratista deberá tener en la obra dos cilindros de las dimensiones especificadas.

El hormigón de obra tendrá la resistencia que se establezca en los planos.

Cuando ocurre que:

- a) Los resultados de dos ensayos consecutivos arrojan resistencias individuales inferiores a las especificadas.
- b) El promedio de los resultados de tres ensayos consecutivos sea menor que la resistencia especificada.
- c) La resistencia característica del hormigón es inferior a la especificada.

Se considera que los hormigones son inadecuados.

Para determinar las proporciones adecuadas, el contratista, con suficiente anticipación procederá a la realización de ensayos previos a la ejecución de la obra.

Ensayos de control:

Durante la ejecución de la obra se realizarán ensayos de control, para verificar la calidad y uniformidad del hormigón.

Ensayos de consistencia:

La persistencia en la falta del cumplimiento de la consistencia, será motivo suficiente para que el Supervisor paralice los trabajos.

Ensayos de resistencia:

Cada vez que se extraiga hormigón para pruebas, se debe preparar como mínimo dos probetas de la misma muestra y el promedio de sus resistencias se considerará como resultado de un ensayo siempre que la diferencia entre los resultados no exceda el 15 %, caso contrario se descartarán y el contratista debe verificar el procedimiento de preparación, curado y ensayo de las probetas.

Las probetas se moldearán en presencia del Supervisor y se conservarán en condiciones normalizadas de laboratorio.

Además, el supervisor podrá exigir la realización de un número razonable adicional de probetas.

Queda sobreentendido que es obligación por parte del contratista realizar ajustes y correcciones en la dosificación, hasta obtener los resultados que correspondan. En caso de incumplimiento, el Supervisor dispondrá la paralización inmediata de los trabajos.

Estos ensayos serán ejecutados por un laboratorio de reconocida experiencia y capacidad.

“Cuando una parte de la obra sometida a cualquier nivel de control estadístico, se obtenga  $f_c$ ,  $est \geq f_{ck}$ , se aceptará dicha parte.

Si resultase  $f_c, est < f_{ck}$ , se procederá como sigue:

**a)**  $f_c, est \geq 0.9 f_{ck}$ , la obra se aceptará.

**b)** Si  $f_c, est < 0.9 f_{ck}$ , El supervisor podrá disponer que se proceda a realizar a costa del contratista, los ensayos de información necesarios previstos en la N.B. CBH-87, o las pruebas de carga

previstas en la misma norma, y según lo que de ello resulte, decidirá si la obra se acepta, refuerza o demuele.

En caso de haber optado por ensayos de información, si éstos resultan desfavorables, el supervisor, podrá ordenar se realicen pruebas de carga, antes de decidir si la obra es aceptada, refuerza o demuele.

### **3. Procedimiento Para la Ejecución**

Preparación, colocación, compactación y curado

a) Dosificación de materiales:

Para la fabricación del hormigón, se recomienda que la dosificación de los materiales se efectúe en peso.

Para los áridos se aceptará una dosificación en volumen.

Cuando se emplee cemento envasado, la dosificación se realizará por peso, transformado en volumen.

La medición de los áridos en volumen se realizará en recipientes aprobados por el Supervisor de Obra y de preferencia deberán ser metálicos e indeformables.

b) Mezclado:

El hormigón deberá ser mezclado mecánicamente, para lo cual:

Se utilizarán una o más hormigoneras de capacidad adecuada y se empleará personal especializado para su manejo.

- Periódicamente se verificará la uniformidad del mezclado.
- Los materiales componentes serán introducidos en el orden siguiente:

1o. Una parte del agua del mezclado (aproximadamente la mitad).

2o. El cemento y la arena simultáneamente. Si esto no es posible, se verterá una fracción del primero y después la fracción que proporcionalmente corresponda de la segunda; repitiendo la operación hasta completar las cantidades previstas.

3o. La grava.

4o. El resto del agua de amasado.

El tiempo de mezclado, contando a partir del momento en que todos los materiales hayan ingresado al tambor, no será inferior a noventa segundos para capacidades útiles de hasta 1 M3, pero no menor al necesario para obtener una mezcla uniforme. No se permitirá un mezclado excesivo que haga necesario agregar agua para mantener la consistencia adecuada.

No se permitirá cargar la hormigonera antes de haberse procedido a descargarla totalmente de la batida anterior.

c) Transporte:

El hormigón será transportado desde la hormigonera hasta el lugar de su colocación en condiciones que impidan su segregación o el comienzo del fraguado. Para ello se emplearán métodos y equipo que permitan mantener la homogeneidad del hormigón y evitar la pérdida de sus componentes o la introducción de materias ajenas.

Para los medios corrientes de transporte, el hormigón deberá quedar colocado en su posición definitiva dentro de los encofrados antes de que transcurran treinta minutos desde que el agua se ponga en contacto con el cemento.

d) Colocación:

Antes del vaciado del hormigón en cualquier sección, el Contratista deberá requerir la correspondiente autorización escrita del Supervisor de Obra.

Salvo el caso que se disponga de una protección adecuada y la autorización necesaria para proceder en sentido contrario, no se colocará hormigón mientras llueva.

El espesor máximo de la capa de hormigón no deberá exceder de 50 cm., exceptuando las columnas.

La velocidad de colocación será la necesaria para que el hormigón en todo momento se mantenga plástico y ocupe rápidamente los espacios comprendidos entre las armaduras.

No se permitirá verter libremente el hormigón desde alturas mayores a 1.50 metros. En caso de alturas mayores, se deberá utilizar embudos y conductos cilíndricos verticales que eviten la segregación del hormigón. Se exceptúan de esta regla las columnas.

Durante la colocación y compactación del hormigón se deberá evitar el desplazamiento de las armaduras.

Las zapatas deberán hormigonarse en una operación continua.

Después de hormigonar las zapatas, preferiblemente se esperará 12 horas para vaciar columnas.

En las vigas, la colocación se hará por capas horizontales, de espesor uniforme en toda su longitud.

e) Vibrado:

Las vibradoras serán del tipo de inmersión de alta frecuencia y deberán ser manejadas por obreros especializados.

Las vibradoras se introducirán lentamente y en posición vertical o ligeramente inclinada.

El tiempo de vibración dependerá del tipo de hormigón y de la potencia del vibrador.

f) Protección y curado:

Tan pronto el hormigón haya sido colocado se lo protegerá de efectos perjudiciales.

El tiempo de curado será durante siete días consecutivos, a partir del momento en que se inició el endurecimiento.

El curado se realizará por humedecimiento con agua, mediante riego aplicado directamente sobre las superficies o sobre arpilleras.

g) Encofrados y Cimbras

Podrán ser de madera, metálicos o de cualquier otro material suficientemente rígido.

Deberán tener la resistencia y estabilidad necesaria, para lo cual serán convenientemente arriostrados.

En vigas de más de 6 metros de luz y losas de grandes dimensiones se dispondrá de contra flechas en los encofrados.

Previamente a la colocación del hormigón se procederá a la limpieza y humedecimiento de los encofrados.

Si se desea aceitar los moldes, dicha operación se realizará previa a la colocación de la armadura y evitando todo contacto con la misma.

En todos los ángulos se pondrán filetes triangulares.

h) Remoción de encofrados y cimbras:

Los encofrados se retirarán progresivamente, sin golpes, sacudidas ni vibraciones.

Durante el período de construcción, sobre las estructuras no apuntaladas, queda prohibido aplicar cargas, acumular materiales o maquinarias en cantidades que pongan en peligro su estabilidad.

Los plazos mínimos para el desencofrado serán los siguientes:

Encofrados laterales de vigas: 2 a 3 días

Encofrados de columnas: 3 a 7 días

Fondos de vigas, dejando puntales de seguridad: 14 días

i) Armaduras:

Las barras se cortarán y doblarán ajustándose estrictamente a las dimensiones y formas indicadas en los planos y las planillas de fierros, las mismas que deberán ser verificadas por el Supervisor antes de su utilización.

El doblado de las barras se realizará en frío mediante equipo adecuado, sin golpes ni choques, quedando prohibido el corte y doblado en caliente.

Antes de proceder al colocado de las armaduras en los encofrados, se limpiarán adecuadamente, librándolas de polvo, barro, pinturas y todo aquello capaz de disminuir la adherencia.

Todas las armaduras se colocarán en los diámetros y en las posiciones precisas señaladas en los planos.

Las barras de la armadura principal se vincularán firmemente con los estribos.

Para sostener y para que las armaduras tengan el recubrimiento respectivo se emplearán soportes de mortero de cemento con ataduras metálicas (galletas) que se fabricarán con la debida anticipación, quedando terminantemente prohibido el empleo de piedras como separadores.

Se cuidará especialmente que todas las armaduras queden protegidas mediante recubrimientos mínimos especificados en los planos.

En ningún caso se permitirá el soldado de las armaduras de cualquier tipo.

En caso de no especificarse los recubrimientos en los planos, se aplicarán los siguientes:

Ambientes interiores protegidos: 1.5.0 a 2.0 cm.

Elementos expuestos a la atmósfera normal: 2.0 a 2.5 cm.

En lo posible no se realizarán empalmes en barras sometidas a tracción.

Si fuera absolutamente necesario efectuar empalmes, éstos se ubicarán en aquellos lugares donde las barras tengan menores solicitaciones (puntos de momento nulos).

## **2. Medición**

Las cantidades de hormigón simple o armado que componen la estructura completa y terminada: zapatas, columnas, vigas serán medidas en **metros cúbicos**.

En esta medición se incluirá únicamente aquellos trabajos que sean aceptados por el Supervisor de Obra y que tengan las dimensiones y distribuciones de fierro indicadas en los planos o reformadas con autorización escrita del Supervisor de Obra.

En la medición de volúmenes de los diferentes elementos estructurales no deberá tomarse en cuenta superposiciones y cruzamientos, debiendo considerarse los aspectos siguientes:

- Las columnas se medirán de piso a cara superior de la viga.
- Las vigas serán medidas entre bordes de columnas.

## **5. Forma de Pago**

Los trabajos ejecutados en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medidos según lo señalado y aprobados por el Supervisor de Obra, serán cancelados a los precios unitarios de la propuesta aceptada.

Dichos precios serán compensación total por los materiales empleados en la fabricación, mezcla, transporte, colocación, construcción de encofrados, armadura de fierro, mano de obra,

herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

De la misma manera que en el caso de la medición, si se encontrara especificado en el formulario de presentación de propuestas "Hormigón Armado" se entenderá que el acero se encuentra incluido en este ítem, efectuándose su cancelación dentro del hormigón, por lo que el Contratista deberá considerar este aspecto en su análisis de precio unitario.

## **ÍTEMS N°8, 11**

### **RELLENO Y COMPACTADO (ZAPATAS)**

### **RELLENO Y COMPACTADO (CONTRAPISO)**

**(Nota:** Para las siguientes actividades se tomará la misma ejecución.)

Unidad: m<sup>3</sup>

#### **1. Definición**

Este ítem comprende todos los trabajos de relleno y compactado 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 Equipo**

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 preferentemente el mismo suelo extraído de la excavación, libre de pedrones y material orgánico. En caso de que no se pueda utilizar dicho material de la excavación o el formulario de presentación de propuestas señalase el empleo de otro material o 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 igualen 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 del equipo Compactador Saltarín para la correcta compactación.

### **3. Procedimiento Para la 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 ya sea el procedente de la excavación o 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. 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.

En caso de ser necesario el empleo de material de préstamo, el mismo deberá ser debidamente justificado y autorizado por el Supervisor de Obra, siguiendo los procedimientos establecidos para órdenes de cambio.

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.

## **ÍTEM N°10**

### **IMPERMEABILIZACIÓN SOBRECIMENTOS**

Unidad: m

#### **1. Definición**

Este ítem se refiere a la impermeabilización de las juntas horizontales y verticales de los muros y sobrecimientos, y de otros sectores singularizados en los planos de detalles constructivos y de acuerdo a lo establecido en el formulario de presentación de propuestas y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

#### **2. Materiales, Herramientas y Equipo**

Todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para la ejecución de este ítem deberán suministrados por el Contratista y empleados en la obra, previa aprobación del Supervisor de Obra.

Cuando los planos o el formulario de presentación de propuestas no establezcan otra cosa, el material bituminoso para la imprimación o revestimiento se compondrá de asfalto o alquitrán y telas o láminas impermeabilizantes.

#### **3. Procedimiento Para la Ejecución**

La ejecución de las juntas horizontales y verticales se realizará de acuerdo con lo indicado en los planos de construcción respectivos.

Primeramente, se efectuará una limpieza cuidadosa con cepillo de fierro de las superficies y sectores donde se aplicará la impermeabilización.

Todas las superficies destinadas a ser impermeabilizadas deberán ser lisas, carentes de salientes y depresiones que puedan producir perforaciones en las membranas o láminas.

Asimismo, deberán estar secas y libres de polvo y materiales sueltos, inmediatamente antes de aplicarse la impermeabilización.

Este trabajo no deberá efectuarse en tiempo húmedo o con heladas y sin autorización escrita del Supervisor de Obra.

El asfalto deberá aplicarse a una temperatura entre 150 y 180 grados centígrados y el alquitrán entre 93 y 121 grados centígrados.

Se aplicará una capa de imprimación, la misma que se dejará secar antes de aplicar la mano de recubrimiento (asfalto). A continuación, se colocará la membrana o lámina impermeabilizante y encima de esta se colocará una otra capa de recubrimiento (asfalto).

Tanto las aberturas interiores como exteriores de las juntas deberán ser calafateadas y selladas adecuadamente con un impermeabilizante elástico.

Cualquier tratamiento impermeabilizado que acuse filtraciones antes de la aceptación final del trabajo, deberá ser reparado por cuenta exclusiva del Contratista.

#### **4. Medición**

La impermeabilización de las juntas horizontales y verticales será medida en metros, según lo establecido en el formulario de presentación de propuestas, tomando en cuenta únicamente las longitudes o superficies netas ejecutadas e impermeabilizadas.

#### **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.

## ÍTEM N°12

### EMPEDRADO Y CONTRAPISO DE H°

Unidad: m<sup>2</sup>

#### **1. Definición**

Este ítem se refiere a la construcción de contrapisos de piedra, concreto, tanto en interiores como en exteriores.

#### **2. Materiales, Herramientas y Equipo**

La piedra a emplearse será de canto rodado, conocida como "piedra manzana" o similar, cuyas dimensiones varíen entre 10 a 15 cm.

El cemento será del tipo portland, fresco y de calidad probada.

El agua deberá ser limpia, no permitiéndose el empleo de aguas estancadas provenientes de pequeñas lagunas o aquéllas que provengan de alcantarillas, pantanos o ciénagas.

En general los agregados deberán estar limpios y exentos de materiales tales como arcillas, barro adherido, escorias, cartón, yeso, pedazos de madera o materias orgánicas.

El Contratista deberá lavar los agregados a su costo, a objeto de cumplir con las condiciones señaladas anteriormente.

#### **3. Procedimiento Para la Ejecución**

En todos los casos, previamente se procederá a retirar del área especificada todo material suelto, así como la primera capa de tierra vegetal, reemplazándola hasta las cotas de nivelación por tierra arcillosa con contenido de arena del 30 % aproximadamente.

Luego se procederá al relleno y compactado por capas de tierra húmeda cada 15 a 20 cm. de espesor, apisonándola y compactándola a mano o con equipo adecuado.

El espesor de la carpeta de concreto será aquél que se encuentre establecido en el formulario de presentación de propuestas, teniendo preferencia aquel espesor señalado en los planos.

Contrapisos de piedra (Soladuras de piedra):

Este tipo de contrapisos se efectuará con piedra colocada en seco.

Sobre el terreno preparado según lo señalado anteriormente, se procederá a la colocación de maestras debidamente niveladas. Entre ellas se asentará a combo la piedra, procurando que éstas presenten la cara de mayor superficie en el sentido de las cargas a recibir. Deberán mantenerse el nivel y las pendientes apropiadas de acuerdo a lo señalado en los planos de detalle o instrucciones del Supervisor de Obra.

Si se indicara en el formulario de presentación de propuestas el sellado de las juntas entre piedra y piedra, el mismo se efectuará con mortero de cemento y arena en proporción 1: 3.

Contrapisos de piedra y hormigón:

Una vez terminado el empedrado de acuerdo al procedimiento señalado anteriormente y limpio éste de tierra, escombros sueltos y otros materiales, se vaciará una carpeta de hormigón simple de 5 cm. de dosificación 1 : 2 : 3 en volumen con un contenido mínimo de cemento de 280 kilogramos por metro cúbico de hormigón, teniendo especial cuidado de llenar y compactar (chucear con varillas de fierro) los intersticios de la soladura de piedra y dejando las pendientes apropiadas de acuerdo a lo establecido en los planos de detalle ó instrucciones del Supervisor de Obra. Previamente al vaciado de la carpeta deberá humedecerse toda la superficie del empedrado.

Pisos de cemento:

Inmediatamente luego de vaciar la carpeta de Hormigón se ejecutará el piso de cemento propiamente dicho, mediante el vaciado y planchado de una capa de 1.5 a 2 cm. de espesor con mortero de cemento y arena fina en proporción 1: 3, dejando las juntas señaladas anteriormente, las que serán rellenas con asfalto o alquitrán mezclado con arena fina. El ancho de estas juntas deberá ser de 5 mm.

#### **4. Medición**

Los contrapisos de piedra y cemento + piso de cemento descritos anteriormente se medirán en metros cuadrados, tomando en cuenta únicamente las superficies 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 pagado a los precios unitarios de la propuesta aceptada.

Dichos precios serán compensación total por los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para una adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

### **ÍTEM N°16**

#### **MURO DE LADRILLO DE 6H e= 18 cm**

Unidad: m<sup>2</sup>

##### **1. Descripción**

Este capítulo comprende la construcción de muros y tabiques de albañilería de ladrillo con mortero de cemento y arena en proporción 1:4.

##### **2. Materiales, Herramientas y Equipo**

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

Los ladrillos serán de primera calidad y toda partida de los mismos deberá merecer la aprobación del Supervisor de Obra para su empleo en la obra.

Los ladrillos gambotas serán bien cocidos, emitirán al golpe un sonido metálico, tendrán color uniforme y estarán libres de cualquier rajadura o desportilladuras.

Los ladrillos llenos serán bien cocidos, tendrán color uniforme y estarán libres de cualquier rajadura o desportilladuras.

En la preparación del mortero se empleará únicamente cemento y arena que cumplan con los requisitos de calidad especificados en el ítem de materiales de construcción.

### **3. Forma de Ejecución**

Todos los ladrillos deberán mojarse abundantemente antes de su colocación. Serán colocados en hiladas en soga perfectamente horizontales y a plomada, asentándolas sobre una capa de mortero de un espesor mínimo de 1.5 cm.

Se cuidará muy especialmente de que los ladrillos tengan una correcta trabazón entre hilada y en los cruces entre muro y muro ó muro y tabique.

El mortero de cemento y arena en la proporción 1:4 será mezclado en las cantidades necesarias para su empleo inmediato. Se rechazará todo mortero que tenga 30 minutos o más a partir del momento de mezclado.

El mortero será de una consistencia tal que se asegure su trabajabilidad y la manipulación de masas compactas, densas y con aspecto y coloración uniformes.

Los espesores de los muros y tabiques deberán ajustarse estrictamente a las dimensiones indicadas en los planos respectivos, a menos que el Supervisor de Obra instruya por escrito expresamente otra cosa.

A tiempo de construirse los muros y tabiques, en los casos en que sea posible, se dejarán las tuberías para los diferentes tipos de instalaciones, al igual que cajas, tacos de madera, etc. que pudieran requerirse.

### **4. Medición**

Todos los muros y tabiques de mampostería de ladrillo con mortero de cemento y arena serán medidos en metros cuadrados tomando en cuenta el área neta del trabajo ejecutado. Los vanos para puertas, ventanas y elementos estructurales que no son construidos con mampostería de ladrillo, no serán tomados en cuenta para la determinación de las cantidades de trabajo ejecutado.

### **5. Forma de Pago**

El trabajo ejecutado con materiales aprobados y en un todo de acuerdo con estas especificaciones, medido según lo previsto, en el punto 4. (Medición), será pagado a los precios unitarios en metro cuadrado establecidos en la propuesta. Dicho precio será compensación total por todos los trabajos, materiales, herramientas, equipos, transportes y mano de obra que inciden.

## ÍTEM N°17

### CUBIERTA METÁLICA CON CALAMINA ONDULADA #26

Unidad: m2

#### 1. Descripción

Ese ítem se refiere a todas las partes techadas con calamina galvanizada incluyendo la estructura Metálica (cerchas de perfil metálico C) de soporte de toda la cubierta.

#### 2. Materiales, Herramientas y Equipo

- Correa perfil costanera 80x40x15x2
- Cuerdas perfil tubular 60x60x2
- Montantes y diagonales perfil tubular 50x50x2
- Electrodo E70 xx
- Hierro liso 1/4"
- Perno de gancho
- Calamina ondulada # 26 pre pintada
- Máquina de soldar
- Amoladora
- Taladro

Se utilizará calamina de hierro galvanizado, nueva de calibre 26 (ASG No 26) fijada con pernos a los perfiles de la estructura metálica.

#### 3. Forma de Ejecución

Las cerchas se confeccionarán de acuerdo a los detalles de los planos y serán armados en una superficie plana para luego ser colocados en su lugar a la distancia señalada en los planos entre cercha y cercha antes de su montaje deberá verificarse la correcta sujeción de las uniones con las soldaduras de acuerdo al detalle de los planos.

La calamina será dispuesta con la pendiente indicada en los planos y con recubrimiento longitudinal mínimo de 20 cm. y transversal de 2 ondas de traslape ejecutadas de acuerdo al detalle especificado y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

La cubierta de calamina galvanizada ondulada será anclada mediante pernos a la estructura.

El contratista deberá estudiar minuciosamente los planos y las obras relativas al techo, tanto para racionalizar las operaciones constructivas como para asegurar la estabilidad del conjunto.

Al efecto se recuerda que el Contratista es el absoluto responsable de la estabilidad de estas estructuras. Cualquier modificación que crea conveniente realizar, deberá ser aprobada y autorizada por el Supervisor de Obra y presentada con anticipación a su ejecución.

#### **4. Medición**

La cubierta se medirá en metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de techo tomando en cuenta el área neta de la cubierta ejecutada.

#### **5. Forma de Pago**

Esta actividad es ejecutada de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido según lo señalado y aprobado por el supervisor de obra, será pagado de acuerdo 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.

### **ÍTEM N°18**

#### **PROV. Y COLOCADO DE BARANDA METÁLICA + PINTURA**

Unidad: m<sup>2</sup>

##### **1. Descripción**

Este trabajo comprende la instalación de barandado metálico para los sectores indicados en los planos arquitectónicos e instrucciones del supervisor.

##### **2. Materiales, Herramientas y Equipo**

- Tubo galvanizado (D=2Pulg)
- Tubo galvanizado (D=1Pulg)
- Electrodo E70 xx
- Pintura anticorrosiva

- Máquina de soldar

Los tubos galvanizados a emplear deben ser libre de defectos y oxidación como también de fisuras.

La soldadura será de tipo adecuado para la clase de trabajo a ejecutarse y deberá cumplir con los requisitos de la AISC y AISI

La pintura a usar será de anticorrosiva platea de buena calidad y de marca reconocida.

### **3. Forma de Ejecución**

El barandado metálico será ejecutado por un obrero especializado, todas las piezas que requieran ser ensambladas en la misma obra deberán ser marcadas antes de su entrega, con el objeto de facilitar su instalación.

Las puertas barandas metálicas serán construidas de acuerdo a planos de detalle, las soldaduras deberán ser pulidas.

El barandado deberá quedar firmemente fijado a la superficie de base y columnas, debiendo el contratista añadir todos los elementos que sean necesarios para lograr rigidez. Antes de la colocación de las barandas, recibirán una mano de pintura anticorrosiva.

### **4. Medición**

La medición de este ítem será en metro (m).

### **5. Forma de Pago**

El pago por el trabajo efectuado tal como lo describe este ítem y medido en la forma indicada el inciso 4, de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones técnicas será pagado a precio unitario de la propuesta aceptada. De acuerdo a lo señalado revisado y aprobado por el Supervisor de Obra, 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: Instalación de Faenas

Unidad: glb

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Madera de Construcción	m <sup>2</sup>	28,50	40,00	1.140,00
2	-	Calamina Ondulada # 28	m <sup>2</sup>	30,00	37,00	1.110,00
3	-	Ladrillo de 6h 24x18x12	Pza	1.000,00	0,90	900,00
4	-	Cemento Portland	kg	250,00	1,04	260,00
5	-	Alambre de Amarre	kg	2,00	12,00	24,00
6	-	Clavos 2 1/2"	kg	2,00	12,00	24,00
7	-	Puerta Corriente 1 1/2"	m <sup>2</sup>	4,00	540,00	2.160,00
8	-	Ventana Corriente	m <sup>2</sup>	2,00	260,00	520,00
9	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	1,00	125,00	125,00
10	-	Yeso	Kg.	500,00	0,50	250,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>6.513,00</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	48,00	18,75	900,00
2	-	Ayudante	hr	56,00	15,00	840,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>1.740,00</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	870,00
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	389,93
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>2.999,93</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	150,00
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>150,00</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>9.662,93</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	676,41
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	723,75
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>11.063,09</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	341,85
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>11.404,94</b>



Item: Replanteo y Trazado de Superficie

Unidad: m<sup>2</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Madera de Construcción	m <sup>2</sup>	0,25	40,00	10,00
2	-	Clavos 2 1/2"	kg	0,02	12,00	0,24
3	-	Hilo Tanza	pza	0,01	25,00	0,25
4	-	Yeso	Kg.	0,01	0,50	0,01
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>10,50</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	0,20	18,75	3,75
2	-	Ayudante	hr	0,10	15,00	1,50
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>5,25</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	2,63
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	1,18
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>9,06</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	0,45
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>0,45</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>20,01</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	1,40
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	1,50
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>22,91</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	0,71
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>23,62</b>





Item: Zapatas Aisladas de H° A°

Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Madera de Construcción	m <sup>2</sup>	2,33	40,00	93,20
2	-	Cemento Portland	kg	350,00	1,04	364,00
3	-	Grava Común	m <sup>3</sup>	0,92	125,00	115,00
4	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,45	125,00	56,25
5	-	Clavos 2 1/2"	kg	0,20	12,00	2,40
6	-	Alambre de Amarre	kg	1,00	12,00	12,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>642,85</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	26,00	18,75	487,50
2	-	Ayudante	hr	29,00	15,00	435,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>922,50</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	461,25
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	206,73
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>1.590,48</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	15,20	15,20
2	-	Vibradora de hormigon	hr	0,80	12,00	9,60
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	79,52
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>104,32</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>2.337,65</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	163,64
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	175,09
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>2.676,38</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	82,70
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>2.759,08</b>

Item: Columnas de H<sup>9</sup>A<sup>9</sup> Fc=210 kg/m<sup>2</sup>

Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Madera de Construcción	m <sup>2</sup>	7,45	40,00	298,00
2	-	Cemento Portland	kg	350,00	1,04	364,00
3	-	Grava Común	m <sup>3</sup>	0,92	125,00	115,00
4	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,45	125,00	56,25
5	-	Clavos 2 1/2"	kg	2,00	12,00	24,00
6	-	Alambre de Amarre	kg	2,00	12,00	24,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>881,25</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	30,00	18,75	562,50
2	-	Ayudante	hr	31,00	15,00	465,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>1.027,50</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	513,75
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	230,26
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>1.771,51</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Vibradora de hormigon	hr	0,80	12,00	9,60
2	-	Mezcladora	hr	1,00	15,20	15,20
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	88,58
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>113,38</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>2.766,14</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	193,63
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	207,18
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>3.166,95</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	97,86
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>3.264,81</b>



Item: Sobrecimiento de H° A°

Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Cemento Portland	kg	350,00	1,04	364,00
2	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,45	125,00	56,25
3	-	Grava Común	m <sup>3</sup>	0,92	125,00	115,00
4	-	Clavos 2 1/2"	kg	1,50	12,00	18,00
5	-	Alambre de Amarre	kg	2,00	12,00	24,00
6	-	Madera de Construcción	m <sup>2</sup>	6,50	40,00	260,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>837,25</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	28,00	18,75	525,00
2	-	Ayudante	hr	30,00	15,00	450,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>975,00</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	487,50
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	218,50
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>1.681,00</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	15,20	15,20
2	-	Vibradora de hormigon	hr	0,80	12,00	9,60
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	84,05
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>108,85</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>2.627,10</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	183,90
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	196,77
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>3.007,77</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	92,94
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>3.100,71</b>

Item: Impermeabilización de Sobrecimiento

Unidad: m

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Alquitran	kg	0,15	15,00	2,25
2	-	Nylon Ancho=20 cm	m	1,00	6,50	6,50
3	-	Diessel	Litro	0,10	3,70	0,37
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>9,12</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	0,15	18,75	2,81
2	-	Ayudante	hr	0,22	15,00	3,30
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>6,11</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	3,06
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	1,37
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>10,54</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	0,53
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>0,53</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>20,19</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	1,41
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	1,51
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>23,11</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	0,71
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>23,82</b>



Item: Empedrado y Contrapiso de H°

Unidad: m<sup>2</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Cemento Portland	kg	20,00	1,04	20,80
2	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,06	125,00	7,50
3	-	Grava Común	m <sup>3</sup>	0,04	125,00	5,00
4	-	Piedra Manzana	m <sup>3</sup>	0,15	105,00	15,75
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>49,05</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	1,60	18,75	30,00
2	-	Ayudante	hr	1,60	15,00	24,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>54,00</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	27,00
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	12,10
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>93,10</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Mezcladora	hr	0,05	15,20	0,76
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	4,66
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>5,42</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>147,57</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	10,33
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	11,05
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>168,95</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	5,22
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>174,17</b>

Item: Vigas de H° A°

Unidad: m<sup>3</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Madera de Construcción	m <sup>2</sup>	6,50	40,00	260,00
2	-	Cemento Portland	kg	350,00	1,04	364,00
3	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,45	125,00	56,25
4	-	Grava Común	m <sup>3</sup>	0,92	125,00	115,00
5	-	Clavos 2 1/2"	kg	2,00	12,00	24,00
6	-	Alambre de Amarre	kg	2,00	12,00	24,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>843,25</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	30,00	18,75	562,50
2	-	Ayudante	hr	31,00	15,00	465,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>1.027,50</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	513,75
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	230,26
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>1.771,51</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	15,20	15,20
2	-	Vibradora de hormigon	hr	0,80	12,00	9,60
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	88,58
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>113,38</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>2.728,14</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	190,97
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	204,34
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>3.123,45</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	96,51
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>3.219,96</b>

Item: Losa Reticular de H° A°

Unidad: m<sup>2</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Madera de Construcción	m <sup>2</sup>	2,45	40,00	98,00
2	-	Cemento Portland	kg	62,00	1,04	64,48
3	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,09	125,00	11,25
4	-	Grava Común	m <sup>3</sup>	0,17	125,00	21,25
5	-	Alambre de Amarre	kg	1,00	12,00	12,00
6	-	Clavos 2 1/2"	kg	1,00	12,00	12,00
7	-	Plastoformo 38x38x30 p/casetón	pza	4,00	17,00	68,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>286,98</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	6,40	18,75	120,00
2	-	Ayudante	hr	6,40	15,00	96,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>216,00</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	108,00
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	48,41
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>372,41</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Vibradora de hormigon	hr	0,15	12,00	1,80
2	-	Mezcladora	hr	0,20	15,20	3,04
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	18,62
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>23,46</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>682,85</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	47,80
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	51,15
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>781,80</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	24,16
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>805,96</b>

Item: Escalera de H°A°

Unidad: m³

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Madera de Construcción	m²	5,60	40,00	224,00
2	-	Cemento Portland	kg	350,00	1,04	364,00
3	-	Arena Común	m³	0,45	125,00	56,25
4	-	Grava Común	m³	0,92	125,00	115,00
5	-	Clavos 2 1/2"	kg	2,00	12,00	24,00
6	-	Alambre de Amarre	kg	2,00	12,00	24,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>807,25</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	28,00	18,75	525,00
2	-	Ayudante	hr	42,00	15,00	630,00
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>1.155,00</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	577,50
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	258,84
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>1.991,34</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Mezcladora	hr	1,00	15,20	15,20
2	-	Vibradora de hormigon	hr	0,80	12,00	9,60
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	99,57
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>124,37</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>2.922,96</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	204,61
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	218,93
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>3.346,50</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	103,41
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>3.449,91</b>

Item: Muro de Ladrillo de 6H (24x18x12) e=18 cm Unidad: m<sup>2</sup>

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Cemento Portland	kg	11,00	1,04	11,44
2	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,60	125,00	75,00
3	-	Ladrillo de 6h 24x18x12	Pza	30,00	0,90	27,00
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>113,44</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	0,80	18,75	15,00
2	-	Ayudante	hr	1,05	15,00	15,75
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>30,75</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	15,38
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	6,89
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>53,02</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Mezcladora	hr	0,01	15,20	0,15
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	2,65
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>2,80</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>169,26</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	11,85
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	12,68
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>193,79</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	5,99
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>199,78</b>

**Item: Cubierta Metálica con Calamina Ond. #26      Unidad: m<sup>2</sup>**  
**Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO      Fecha: 17/jul/2023**  
**Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE                      Tipo de cambio: 6,96**

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Calamina Ondulada #26	m <sup>2</sup>	1,15	45,00	51,75
2	-	Acero Estructura Metalica	kg	12,68	8,10	102,71
3	-	Soldadura (electrodos)	kg	0,20	30,00	6,00
4	-	Ganchos j de 32 p/calamina	kg	0,25	25,30	6,33
5	-	Pintura Anticorrosiva	lt	0,06	51,00	3,06
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>169,85</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Soldador	hr	1,20	21,00	25,20
2	-	Ayudante	hr	1,70	15,00	25,50
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>50,70</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	25,35
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	11,36
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>87,41</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Soldador electrico 400 a	hr	0,05	15,00	0,75
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	4,37
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>5,12</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>262,38</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	18,37
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	19,65
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>300,40</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	9,28
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>309,68</b>

Item: Prov. y Colocado de Baranda Metálica

Unidad: m

Proyecto: INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO

Fecha: 17/jul/2023

Cliente: SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE

Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	Arena Común	m <sup>3</sup>	0,01	125,00	1,25
2	-	Cemento Portland	kg	3,00	1,04	3,12
3	-	Soldadura (electrodos)	kg	0,35	30,00	10,50
4	-	Tubería de f.g. d=1"	m	4,00	35,00	140,00
5	-	Tubería f.g. d=2"	m	2,00	52,50	105,00
6	-	Pintura Anticorrosiva	lt	0,05	51,00	2,55
>	D	<b>TOTAL MATERIALES</b>			<b>(A) =</b>	<b>262,42</b>
	B	MANO DE OBRA				
1	-	Albañil	hr	2,55	18,75	47,81
2	-	Ayudante	hr	1,50	15,00	22,50
3	-	Soldador	hr	1,50	21,00	31,50
>	E	<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(B) =</b>	<b>101,81</b>
	F	Cargas Sociales		50,00% de	(E) =	50,91
	O	Impuesto al Valor Agregado		14,94% de	(E+F) =	22,82
>	G	<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>(E+F+O) =</b>	<b>175,54</b>
	C	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
1	-	Soldador electrico 400 a	hr	0,50	15,00	7,50
	H	Herramientas menores		5,00% de	(G) =	8,78
>	I	<b>TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPO</b>			<b>(C+H) =</b>	<b>16,28</b>
>	J	<b>SUB TOTAL</b>			<b>(D+G+I) =</b>	<b>454,24</b>
	L	Gastos generales y administrativos		7,00% de	(J) =	31,80
	M	Utilidad		7,00% de	(J+L) =	34,02
>	N	<b>PARCIAL</b>			<b>(J+L+M) =</b>	<b>520,06</b>
	P	Impuesto a las Transacciones		3,09% de	(N) =	16,07
>	Q	<b>TOTAL PRECIO UNITARIO</b>			<b>(N+P) =</b>	<b>536,13</b>



**CÓMPUTOS MÉTRICOS**

N° DE ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N° VECES	DIMENSIONES			CANTIDADES	
				LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PARCIAL	TOTAL
<b>MOD01</b>	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>							
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN DE FAENAS</b>	Gbl						<b>1</b>
			1					
<b>2</b>	<b>PROV. Y COLOCADO DE LETRERO</b>	Pza						<b>1</b>
			1					
<b>MOD02</b>	<b>OBRA GRUESA</b>							
<b>3</b>	<b>REPLANTEO Y TRAZADO DE SUPERFICIE</b>	m²						<b>634,35</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							<b>70,35</b>
	ÁREA TOTAL		1	34,52	11,25		388,35	388,35
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	ÁREA 1		1	11,5	11,1		127,65	127,65
	ÁREA 2		1	17,85	6,63		118,35	118,35
<b>4</b>	<b>EXCAVACIÓN DE ZAPATAS</b>	m³						<b>102,28</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							<b>70,35</b>
	C1		1	0,9	0,9	1,8	1,46	1,46
	C2		1	1,3	1,3	1,8	3,04	3,04
	C3, C5, C29		3	0,7	0,7	1,8	0,88	2,64
	C4, C10, C15, C20, C25, C26, C27		7	0,8	0,8	1,8	1,15	8,05
	C6, C16, C23		3	1,2	1,2	1,8	2,59	7,77
	C7, C11, C12, C17, C21		5	1,1	1,1	1,8	2,18	10,9
	C8, C9		2	1,7	1,7	1,8	5,2	10,4
	C13, C14, C18, C19		4	1,6	1,6	1,8	4,61	18,44
	C22, C28		2	1	1	1,8	1,8	3,6
	C24		1	1,5	1,5	1,8	4,05	4,05
	<b>bloque de laboratorios:</b>							<b>31,93</b>
	C1, C2, C3, C5, C6, C9, C10, C11		8	0,7	0,7	2	0,98	7,84
	C4, C7, C8,		3	0,8	0,8	2	1,28	3,84
	C12, C16, C18, C19, C20, C21		6	1	1	2	2	12
	C13, C14, C15		3	1,05	1,05	2	2,21	6,63
	C17		1	0,9	0,9	2	1,62	1,62
<b>5</b>	<b>CARPETA DE HORMIGÓN POBRE (ZAPATAS)</b>	m²						<b>55,04</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							
	C1		1	0,9	0,9		0,81	0,81
	C2		1	1,3	1,3		1,69	1,69
	C3, C5, C29		3	0,7	0,7		0,49	1,47
	C4, C10, C15, C20, C25, C26, C27		7	0,8	0,8		0,64	4,48
	C6, C16, C23		3	1,2	1,2		1,44	4,32
	C7, C11, C12, C17, C21		5	1,1	1,1		1,21	6,05
	C8, C9		2	1,7	1,7		2,89	5,78
	C13, C14, C18, C19		4	1,6	1,6		2,56	10,24
	C22, C28		2	1	1		1	2
	C24		1	1,5	1,5		2,25	2,25
	<b>bloque de laboratorios:</b>							
	C1, C2, C3, C5, C6, C9, C10, C11		8	0,7	0,7		0,49	3,92
	C4, C7, C8,		3	0,8	0,8		0,64	1,92
	C12, C16, C18, C19, C20, C21		6	1	1		1	6
	C13, C14, C15		3	1,05	1,05		1,1	3,3
	C17		1	0,9	0,9		0,81	0,81
<b>6</b>	<b>ZAPATAS AISLADAS DE H°A°</b>	m³						<b>17,73</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							<b>12,93</b>
	C1		1	0,9	0,9	0,3	0,24	0,24
	C2		1	1,3	1,3	0,3	0,51	0,51
	C3, C5, C29		3	0,7	0,7	0,3	0,15	0,45
	C4, C10, C15, C20, C25, C26, C27		7	0,8	0,8	0,3	0,19	1,33
	C6, C16, C23		3	1,2	1,2	0,3	0,43	1,29
	C7, C11, C12, C17, C21		5	1,1	1,1	0,3	0,36	1,8
	C8, C9		2	1,7	1,7	0,4	1,16	2,32
	C13, C14, C18, C19		4	1,6	1,6	0,35	0,9	3,6
	C22, C28		2	1	1	0,3	0,3	0,6
	C24		1	1,5	1,5	0,35	0,79	0,79
	<b>bloque de laboratorios:</b>							<b>4,8</b>
	C1, C2, C3, C5, C6, C9, C10, C11		8	0,7	0,7	0,3	0,15	1,2
	C4, C7, C8,		3	0,8	0,8	0,3	0,19	0,57
	C12, C16, C18, C19, C20, C21		6	1	1	0,3	0,3	1,8
	C13, C14, C15		3	1,05	1,05	0,3	0,33	0,99
	C17		1	0,9	0,9	0,3	0,24	0,24

<b>7</b>	<b>COLUMNAS DE HºAº</b>	<b>m³</b>						<b>23,53</b>
	<b>Estructura existente - Boque de aulas (primera planta):</b>							
	C1, C17, C22	3	0,25	0,5	3,35	0,42	1,26	
	C2, C3, C14, C13, C18, C19, C23	7	0,2	0,4	3,35	0,27	1,88	
	C4, C10, C15, C20, C25, C24	6	0,25	0,25	3,35	0,21	1,26	
	C5, C11, C16, C21	4	0,2	0,3	3,35	0,20	0,80	
	C7, C12	2	0,25	0,4	3,35	0,34	0,67	
	C9, C8	2	0,2	0,5	3,35	0,34	0,67	
	<b>Estructura nueva - Bloque de aulas (todas las plantas):</b>							
	C1, C3, C4, C5, C7, C12, C17	7	0,2	0,2	8,7	0,35	2,44	
	C2, C6, C11, C16, C21	5	0,2	0,3	8,7	0,52	2,61	
	C8, C9, C13, C14, C18 y C19	6	0,2	0,4	8,7	0,70	4,18	
	C10, C15 y C20	3	0,2	0,2	8,7	0,35	1,04	
	C27, C26 y C29	3	0,2	0,2	9	0,36	1,08	
	C23 y C24	2	0,2	0,3	9	0,54	1,08	
	C22, C25 y C28	3	0,2	0,2	9	0,36	1,08	
	<b>Estructura nueva - Bloque de laboratorios:</b>							
	C1, C2, C3, ..., C11	11	0,2	0,2	3,2	0,13	1,41	
	C12, C13, C14, C15, C16, C18, C19, C20	8	0,25	0,25	3,2	0,20	1,60	
	C17, C21	2	0,3	0,25	3,2	0,24	0,48	
<b>8</b>	<b>RELLENO Y COMPACTADO (ZAPATAS)</b>	<b>m³</b>						<b>80,233</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							
	VOL EXCAVACIÓN ZAPATA					70,35	70,35	
	REDUCCIÓN VOL. DE ZAPATA DE HºAº	-1				12,93	-12,93	
	REDUCCIÓN VOL DE COLUMNAS DE HºAº						-2,46	
	C1, C3, C4, C5, C7, C12, C17	-7	0,2	0,2	1,6	-0,45		
	C2, C6, C11, C16, C21	-5	0,2	0,3	1,6	-0,48		
	C8, C9, C13, C14, C18 y C19	-6	0,2	0,4	1,6	-0,77		
	C10, C15 y C20	-3	0,2	0,2	1,6	-0,19		
	C27, C26 y C29	-3	0,2	0,2	1,6	-0,19		
	C23 y C24	-2	0,2	0,3	1,6	-0,19		
	C22, C25 y C28	-3	0,2	0,2	1,6	-0,19		
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	VOL EXCAVACIÓN ZAPATA	1				31,93	31,93	
	REDUCCIÓN VOL. DE ZAPATA DE HºAº	-1				4,8	-4,8	
	REDUCCIÓN VOL DE COLUMNAS DE HºAº						-1,85	
	C1, C2, C3, ..., C11	-11	0,2	0,2	1,7	-0,75		
	C12, C13, C14, C15, C16, C18, C19, C20	-8	0,25	0,25	1,7	-0,85		
	C17, C21	-2	0,3	0,25	1,7	-0,26		
<b>9</b>	<b>SOBRECIMENTOS DE HºAº</b>	<b>m³</b>						<b>19,22</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							
	PÓRTICO 7	1	42,59	0,2	0,4	3,41	3,41	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	1,8	0,2	0,4	0,14	-0,14	
	PÓRTICO 5	1	30	0,2	0,4	2,40	2,40	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	0,6	0,2	0,4	0,05	-0,05	
	PÓRTICO 9	1	5,45	0,2	0,4	0,44	0,44	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	0,2	0,2	0,4	0,02	-0,02	
	PÓRTICO 1, 2, 4	3	11,25	0,2	0,35	0,79	2,36	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-3	1,2	0,2	0,35	0,08	-0,25	
	PÓRTICO 3	1	11,25	0,2	0,35	0,79	0,79	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	1	0,2	0,35	0,07	-0,07	
	PÓRTICO 6	1	11,25	0,2	0,35	0,79	0,79	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	0,8	0,2	0,35	0,06	-0,06	
	PÓRTICO 8	1	11,25	0,2	0,35	0,79	0,79	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	0,7	0,2	0,35	0,05	-0,05	
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	C16-C21; C15-C20; C14-C19; C13-C16; C12-C17	5	7,58	0,2	0,4	0,61	3,03	
	C11-C16; C10-C15; C9-C14	5	3,17	0,2	0,35	0,22	1,11	
	PÓRTICO 4 (C2-C13); PÓRTICO 5 (C1-C7)	2	9,72	0,2	0,35	0,68	1,36	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-2	0,6	0,2	0,35	0,04	-0,08	
	PÓRTICO 6, 7	2	6,84	0,2	0,35	0,48	0,96	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-2	0,6	0,2	0,35	0,04	-0,08	
	PÓRTICO 8	1	4,23	0,2	0,35	0,30	0,30	
	PÓRTICO 9, 10	2	17,7	0,2	0,35	1,24	2,48	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-2	1,25	0,2	0,35	0,09	-0,18	
<b>10</b>	<b>IMPERMEABILIZACIÓN DE SOBRECIMENTOS</b>	<b>m</b>						<b>208,34</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							
	PÓRTICO 7	1	42,59			42,59	42,59	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	1,8			1,80	-1,80	
	PÓRTICO 5	1	30			30,00	30,00	
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS	-1	0,6			0,60	-0,60	

	PÓRTICO 9		1	5,45			5,45	5,45
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,2			0,20	-0,20
	PÓRTICO 1, 2, 4		3	7,72			7,72	23,16
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-3	0,4			0,40	-1,20
	PÓRTICO 3		1	7,77			7,77	7,77
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,3			0,30	-0,30
	PÓRTICO 6		1	7,82			7,82	7,82
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,2			0,20	-0,20
	PÓRTICO 8		1	7,82			7,82	7,82
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,3			0,30	-0,30
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	C16-C21; C15-C20; C14-C19; C13-C16; C12-C17		5	7,58			7,58	37,90
	PÓRTICO 5 (C1-C7)		1	9,72			9,72	9,72
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6			0,60	-0,60
	PÓRTICO 4 (C2-C13)		1	6,35			6,35	6,35
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,4			0,40	-0,40
	PÓRTICO 6, 7, 8		2	4,23			4,23	8,46
	PÓRTICO 9, 10		2	17,7			17,70	35,40
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-2	1,25			1,25	-2,50
	REDUCCIÓN DE PUERTA		-6	1			1	-6
<b>11</b>	<b>RELLENO Y COMPACTADO (CONTRAPISO)</b>	<b>m³</b>						<b>374,87</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>		1	16,88	0,2		3,376	3,376
	AULAS 1, 2, 3 y AUDITORIO		4	63,43	0,2		12,686	50,744
	ÁREA BAJO GRADA		1	29,1	0,2		5,82	5,82
	ÁREA DE CORREDORES		4	17,76	0,2		3,552	14,208
	CORREDOR HACIA LA GRADA		1	10,5	0,2		2,1	2,1
	<b>Bloque de laboratorios:</b>						0	0
	LABORATORIOS		4	32,55	0,2		6,51	26,04
	CORREDORES		4	14,32	0,2		2,864	11,456
	BAÑOS		2	12,67	0,2		2,534	5,068
	LAVADEROS		1	1267	0,2		253,4	253,4
	CORREDORES DE BAÑOS		2	6,65	0,2		1,33	2,66
<b>12</b>	<b>EMPEDRADO Y CONTRAPISO DE H°</b>	<b>m²</b>						<b>603,15</b>
	<b>Bloque de aulas nuevas:</b>							
	AULAS 1, 2, 3 y AUDITORIO		4	63,43			63,43	253,72
	ÁREA BAJO GRADA		1	29,1			29,1	29,1
	ÁREA DE CORREDORES		4	17,76			17,76	71,04
	CORREDOR HACIA LA GRADA		1	10,5			10,5	10,5
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	LABORATORIOS		4	32,55			32,55	130,2
	CORREDORES		4	14,32			14,32	57,28
	BAÑOS		2	12,67			12,67	25,34
	LAVADEROS		1	12,67			12,67	12,67
	CORREDORES DE BAÑOS		2	6,65			6,65	13,3
<b>13</b>	<b>VIGAS DE H°A°</b>	<b>m³</b>						<b>49,43</b>
	<b>Estructura existente - Boque de aulas:</b>							
	<b>Cubierta:</b>							
	PÓRTICO 4		1	39,24	0,2	0,5	3,92	3,92
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	3,5	0,2	0,5	0,35	-0,35
	PÓRTICO 5		1	32,95	0,2	0,35	2,31	2,31
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1	0,2	0,35	0,07	-0,07
	PÓRTICO 6		1	26,68	0,2	0,35	1,87	1,87
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1,05	0,2	0,35	0,07	-0,07
	PÓRTICO 8		1	21,95	0,2	0,35	1,54	1,54
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1,25	0,2	0,35	0,09	-0,09
	PÓRTICO 1, 2, 3, 7, 9		5	11,25	0,2	0,35	0,79	3,94
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-5	1,25	0,2	0,35	0,09	-0,44
	<b>Estructura nueva - Bloque de aulas:</b>							
	<b>Primer planta:</b>							
	PÓRTICO 9		1	42,59	0,2	0,5	4,26	4,26
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1,8	0,2	0,5	0,18	-0,18
	PÓRTICO 8		1	25,24	0,2	0,5	2,52	2,52
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6	0,2	0,5	0,06	-0,06
	PÓRTICO 3, 4, 7		3	11,25	0,2	0,5	1,13	3,38
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-3	1	0,2	0,5	0,10	-0,30
	PÓRTICO 1, 2, 5		3	11,25	0,4	0,35	1,58	4,73
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-3	1,2	0,4	0,35	0,17	-0,50
	PÓRTICO 6		1	3,72	0,2	0,5	0,37	0,37
	<b>Cubierta:</b>							
	PÓRTICO 8		1	42,56	0,2	0,4	3,40	3,40
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1,8	0,2	0,4	0,14	-0,14

	PÓRTICO 7		1	36,27	0,2	0,4	2,90	2,90
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6	0,2	0,4	0,05	-0,05
	PÓRTICO 6		1	30	0,2	0,4	2,40	2,40
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6	0,2	0,4	0,05	-0,05
	PÓRTICO 10		1	25,27	0,2	0,35	1,77	1,77
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6	0,2	0,35	0,04	-0,04
	PÓRTICO 1, 2, 3, 4, 5, 9		5	11,25	0,2	0,35	0,79	3,94
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-5	1,1	0,2	0,35	0,08	-0,39
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	<b>Cubierta:</b>							
	PÓRTICO 1, 2, 3		3	11,5	0,2	0,35	0,81	2,42
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-3	0,7	0,2	0,35	0,05	-0,15
	PÓRTICO 4		1	6,35	0,2	0,35	0,44	0,44
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,4	0,2	0,35	0,03	-0,03
	PÓRTICO 5, 6		2	17,85	0,2	0,35	1,25	2,50
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-2	1,1	0,2	0,35	0,08	-0,15
	PÓRTICO 7		1	6,84	0,2	0,35	0,48	0,48
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6	0,2	0,35	0,04	-0,04
	PÓRTICO 8, 9, 10		3	17,7	0,2	0,35	1,24	3,72
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-3	1,25	0,2	0,35	0,09	-0,26
<b>14</b>	<b>LOSA RETICULAR DE H<sup>a</sup></b>	<b>m<sup>3</sup></b>						<b>324,79</b>
	<b>Estructura nueva - Bloque de aulas:</b>							
	<b>Primer planta:</b>							
	AULAS MAS CORREDOR 1, 2, 3		3				80,41	241,23
	AULAS MAS CORREDOR 4		1				73,06	73,06
	CORREDOR HACIA LA GRADA		1				10,5	10,5
<b>15</b>	<b>ESCALERA DE H<sup>a</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>						<b>4,13</b>
	VOLMEN TOTAL		1				4,13	4,13
<b>16</b>	<b>MURO DE LADRILLO 6H (24x18x12) e=18 cm</b>	<b>m<sup>2</sup></b>						<b>1191,48</b>
	<b>Estructura existente - Boque de aulas:</b>							
	<b>Primer planta:</b>							
	PÓRTICO 4		1	39,24		2,85	111,83	111,83
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	3,5		2,85	9,98	-9,98
	PÓRTICO 6		1	26,68		3	80,04	80,04
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1,05		3	3,15	-3,15
	PÓRTICO 1, 2, 3, 7, 9		5	7,67		3	23,01	115,05
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-5	0,4		3	1,20	-6,00
	BAÑOS		1	7,67		3	23,01	23,01
	REDUCCIÓN DE PUERTAS		-5	1		2,45	2,45	-12,25
	<b>Estructura nueva - Bloque de aulas:</b>							
	<b>Planta baja:</b>							
	PÓRTICO 7		1	42,59		2,85	121,38	121,38
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1,8		2,85	5,13	-5,13
	PÓRTICO 5		1	30		3	90,00	90,00
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6		3	1,80	-1,80
	PÓRTICO 1, 2, 4		3	7,72		3	23,16	69,48
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-3	0,4		3	1,20	-3,60
	PÓRTICO 3		1	7,77		2,85	22,14	22,14
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,3		2,85	0,86	-0,86
	PÓRTICO 6		1	7,82		2,85	22,29	22,29
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,2		2,85	0,57	-0,57
	PÓRTICO 8		1	7,82		2,85	22,29	22,29
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,3		2,85	0,86	-0,86
	REDUCCIÓN DE PUERTA		-4	1		2,45	2,45	-9,80
	<b>Primer planta:</b>							
	PÓRTICO 9		1	42,59		2,85	121,38	121,38
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	1,8		2,85	5,13	-5,13
	LOSA		1	26,28		3	78,84	78,84
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6		3	1,80	-1,80
	PÓRTICO 1, 2, 5		3	7,72		3	23,16	69,48
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-3	0,4		3	1,20	-3,60
	PÓRTICO 3		1	7,77		2,85	22,14	22,14
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,3		2,85	0,86	-0,86
	PÓRTICO 4		1	7,82		2,85	22,29	22,29
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,2		2,85	0,57	-0,57
	PÓRTICO 7		1	7,82		2,85	22,29	22,29
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,3		2,85	0,86	-0,86
	REDUCCIÓN DE PUERTA		-4	1		2,45	2,45	-9,80
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	<b>Planta baja:</b>							
	C16-C21; C15-C20; C14-C19; C13-C16; C12-C17		5	7,58		2,85	21,60	108,02

	PÓRTICO 5 (C1-C7)		1	9,72		2,85	27,70	27,70
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6		2,85	1,71	-1,71
	PÓRTICO 4 (C2-C13)		1	6,35		2,85	18,10	18,10
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,4		2,85	1,14	-1,14
	PÓRTICO 6, 7, 8		2	4,23		2,85	12,06	24,11
	PÓRTICO 9, 10		2	17,7		2,85	50,45	100,89
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-2	1,25		2,85	3,56	-7,13
	REDUCCIÓN DE PUERTA		-6	1		2,45	2,45	-14,7
<b>17</b>	<b>CUBIERTA METÁLICA CON CALAMINA ONDULADA #26</b>	<b>m<sup>2</sup></b>						<b>978,29</b>
	<b>Estructura existente - Boque de aulas:</b>							
	ÁREA DE CUBIERTA		1				344,10	344,1
	<b>Estructura nueva - Bloque de aulas:</b>							
	ÁREA DE CUBIERTA		1				388,35	388,35
	<b>Bloque de laboratorios:</b>							
	ÁREA DE CUBIERTA		1				245,84	245,84
<b>18</b>	<b>PROV. Y COLOCADO DE BARANDA METÁLICA</b>	<b>m</b>						<b>37,32</b>
	C2-C3		1	2,82			2,82	2,82
	C3-C29		1	25,24			25,24	25,24
	REDUCCIÓN DE COLUMNAS		-1	0,6			0,60	-0,6
	C29-C28		1	2,82			2,82	2,82
	ESCALERA DOS TRAMOS		2	3,52			3,52	7,04

**PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO**

Nº	Descripción	Und.	Cantidad	Unitario	Parcial (Bs)
>	<b>M01 - OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>12.067,20</b>
1	Instalacion de Faenas	glb	1,00	11.404,94	11.404,94
2	Provision y Colocado de Letrero de Obra	pza	1,00	662,26	662,26
>	<b>M02 - OBRA GRUESA</b>				<b>1.461.902,48</b>
3	Replanteo y Trazado de Superficie	m <sup>2</sup>	634,35	23,62	14.983,35
4	Excavación de Zapatas	m <sup>3</sup>	102,28	69,40	7.098,23
5	Carpeta de Hormigón Pobre (Zapatas)	m <sup>2</sup>	55,04	69,98	3.851,70
6	Zapatas Aisladas de H° A°	m <sup>3</sup>	17,73	2.759,08	48.918,49
7	Columnas de H°A° Fc=250 kg/m2	m <sup>3</sup>	23,53	3.264,81	76.820,98
8	Relleno y Compactado (Zapatas)	m <sup>3</sup>	80,23	68,64	5.506,99
9	Sobrecimiento de H° A°	m <sup>3</sup>	19,22	3.100,71	59.595,65
10	Impermeabilización de Sobrecimiento	m	208,34	23,82	4.962,66
11	Relleno y Compactado de Contrapiso	m <sup>3</sup>	374,87	68,64	25.731,08
12	Empedrado y Contrapiso de H°	m <sup>2</sup>	603,15	174,17	105.050,64
13	Vigas de H° A°	m <sup>3</sup>	49,43	3.219,96	159.162,62
14	Losa Reticular de H° A°	m <sup>2</sup>	324,79	805,96	261.767,75
15	Escalera de H°A°	m <sup>3</sup>	4,13	3.449,91	14.248,13
16	Muro de Ladrillo de 6H (24x18x12) e=18 cm	m <sup>2</sup>	1.191,48	199,78	238.033,87
17	Cubierta Metálica con Calamina Ondulada #26	m <sup>2</sup>	978,29	309,68	302.956,85
18	Prov. y Colocado de Baranda Metálica	m	37,32	536,13	20.008,37
19	Acero Corrugado fy=420 MPa	kg	14.045,30	8,06	113.205,12
	<b>Total presupuesto:</b>				<b>1.473.969,68</b>

Son: Un Millon(es) Cuatrocientos Setenta y Tres Mil Novecientos Sesenta y Nueve con 68/100 Bolivianos

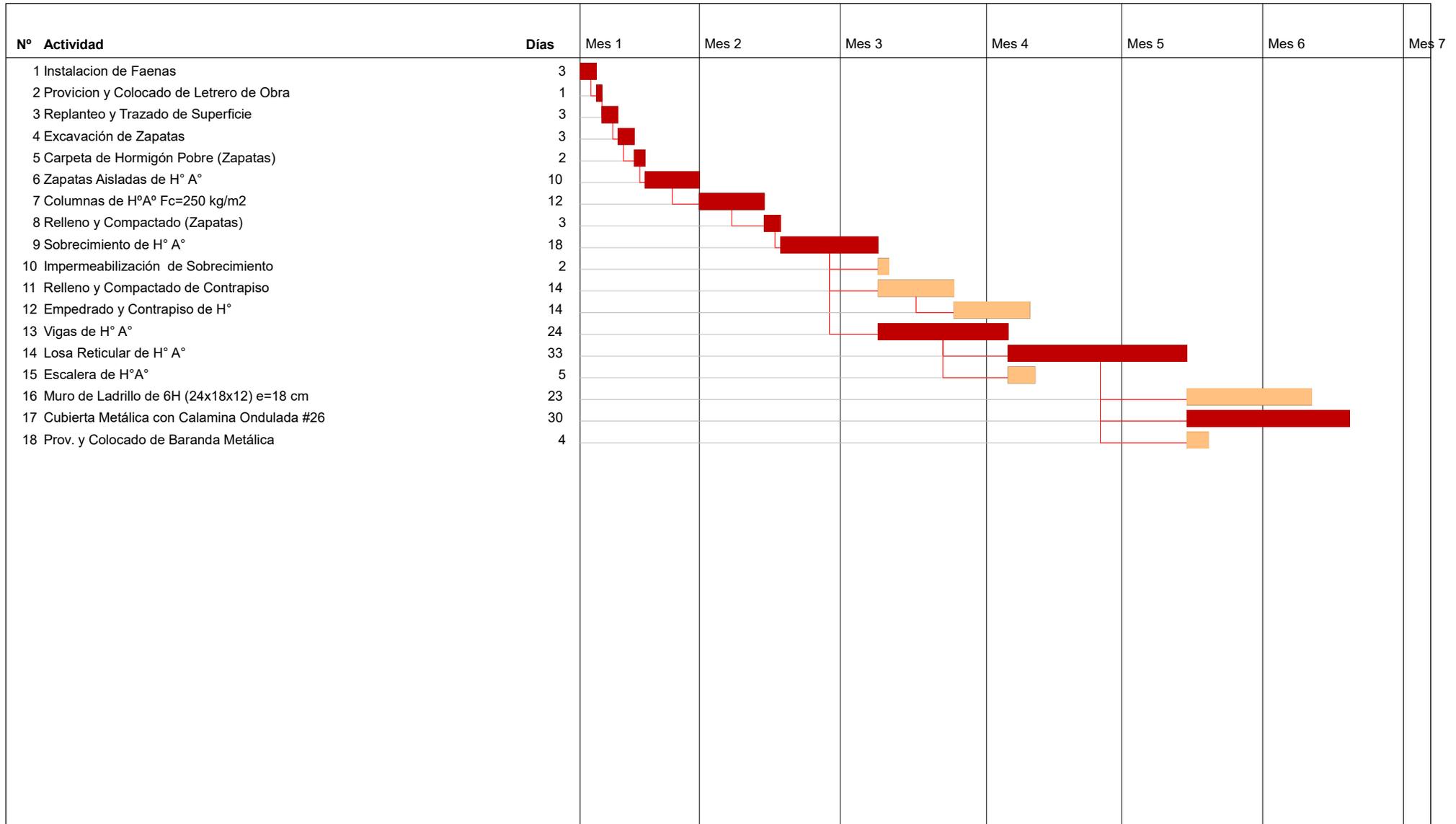
**RESUMEN GENERAL**

P.	Parámetro	Monto (Bs)	% Incidencia
>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>983.348,40</b>	
A.	MATERIALES	639.708,74	43,4%
B.	MANO DE OBRA	327.625,06	22,2%
C.	EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	16.014,60	1,1%
>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>490.621,30</b>	
F.	Cargas Sociales	163.825,44	11,1%
H.	Herramientas menores	28.246,56	1,9%
L.	Gastos generales y administrativos	87.450,56	5,9%
M.	Utilidad	93.518,39	6,3%
O.	Impuesto al Valor Agregado	73.420,25	5,0%
P.	Impuesto a las Transacciones	44.160,10	3,0%
	<b>Total presupuesto:</b>	<b>1.473.969,68</b>	

## FORMULARIO A-8 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

**Proyecto:** INSTITUTO TECNOLÓGICO 2 DE AGOSTO  
**Cliente:** SUB GOBERNACIÓN EL PUENTE  
**Lugar:** ISCAYACHI

**Plazo total de ejecución: 165 Días (calendario)**



Ruta crítica

Firma del representante legal del proponente



Gobierno Autónomo Departamental de Tarija  
**SUBGOBIERNO EL PUENTE**

EL PUENTE - TARIJA - BOLIVIA



El Puente, 30 de marzo del 2021  
CITE DESP.G.A.D.SUBG.E.P./BRLG N° 66/2021  
Señor:  
Julio Cesar Altamirano García  
**UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD JUAN MISAEL SARACHO "U.A.J.M.S."**  
Presento.-

**Ref.- Respuesta a su solicitud.-**

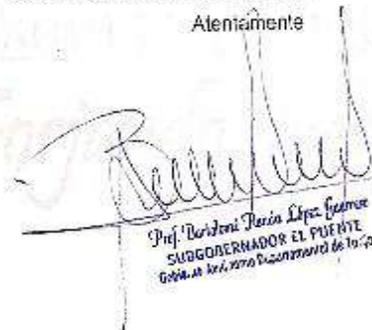
De mi mayor consideración:

Por intermedio del presente me dirijo a Ud., con un cordial y respetuoso saludo deseándole éxito en sus actividades cotidianas.

En atención a su solicitud de fecha 17 de marzo del presente año con Ref: "Solicitud de Información básica de Proyecto en fase de Pre Inversión para el Desarrollo de Proyecto de Ingeniería Civil", considerando que requiere información básica de cualquier proyecto que será utilizado en el desarrollo de su proyecto de Ingeniería Civil. Que previa valoración legal de esta Entidad **SE DA CURSO A SU SOLICITUD**, debiendo coordinar con la Unidad Técnica de esta Entidad para la entrega correspondiente.

Sin otro particular, me despido con las consideraciones más distinguidas

Atentamente

  
Prof. Berdini Pariza López Guevara  
SUBGOBERNADOR EL PUENTE  
Calle de los 1000 Descubrimientos de Tarija



**EL PUENTE, 20 de Abril del 2021**

**CITE DESP.G.A.D.SUBG.E.P./BRLG N°66/2021**

Señor:

Julio Cesar Altamirano Garcia

**UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD JUAN MISAEL SARACHO  
"U.A.J.M.S."**

Presente.

**Ref: Certificación y carta de respaldo.**

Mediante la presente reciba usted un cordial y afectuoso saludo.

En atención a su solicitud de fecha 17 de marzo del presente año con Ref: "solicitud de información básica de proyecto en fase de pre inversión para el desarrollo de proyecto de ingeniería civil", considerando que requiere información básica de cualquier proyecto en fase de pre inversión. Se optó por darle al universitario Julio Cesar Altamirano Garcia con C.I.106665703 Tja. y R.U. 83246 registro universitario, información referente al proyecto **"AMPLIACION DEL INSTITUTO TECNOLOGICO 2 DE AGOSTO ISCAYACHI - EL PUENTE"**, para que el mencionado estudiante pueda realizar el diseño estructural.

Sin otro particular, me despido con las consideraciones más distinguidas

Atentamente:



Sergio Velázquez Miranda

Ing. Sergio Miguel Velázquez Miranda  
TECNICO CIVIL AREA OBRAS PUBLICAS  
Gobierno Autónomo Descentralizado del Icmp  
SUCCURSAL EL PUENTE

## **ALTERNATIVA EN LA IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE RECALCE CON ZAPATAS COMBINADAS Y JUNTAS DE DILATACIÓN**

Se realizará el diseño estructural en la conexión de la estructura existente con la nueva, mediante un recalce con el diseño de una zapata combinada y una junta de dilatación conectando la estructura existente con la estructura nueva. El proceso constructivo se realizará mediante un recalce, excavando por debajo de la zapata existente y emplazando una zapata combinada, para emplazar la nueva columna se romperá la zapata existente en el sector donde columna conectará con la zapata.

Se garantizará el hormigonado con ayuda de aditivos y previniendo que la estructura no entre en servicio, esto se realizará para que el hormigón sea introducido correctamente en todos los espacios vacíos.

El cálculo de la zapata combinada se precisan los esfuerzos que llegan de ambas columnas, estos esfuerzos se obtienen de las columnas del nuevo diseño y como se trata de una estructura simétrica, se asumirá que los esfuerzos de las columnas existentes serán de la misma magnitud.

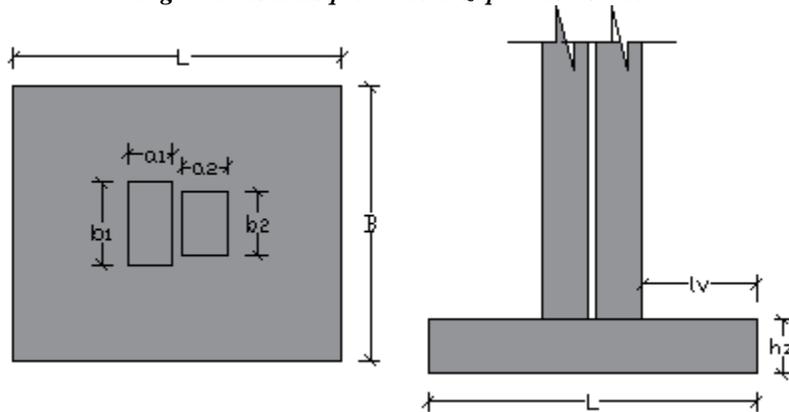
*Figura A 13.1 Modelo de la idealización de la estructura*



*Fuente: Elaboración propia*

### 13.1. Diseño de la Zapata Combinada

Figura A 13.2 Esquema de la zapata combinada



Fuente: Elaboración propia

#### Parámetros de Diseño

Para el diseño de la zapata combinada se asumirá que la estructura existente es simétrica a la nueva estructura, por lo que se asumirán las mismas cargas en las columnas para el diseño de la zapata combinada.

##### Columna 1

Base de columna  $b_1 = 40 \text{ cm}$

Ancho de columna  $a_1 = 20 \text{ cm}$

Carga axial:  $P_{serv1} = 249,95 \text{ kN}$

Carga axial  $P_{U1} = 301,10 \text{ kN}$

Momento  $M_{(x)} = 0,69 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento  $M_{(y)} = 3,06 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Cortante  $V_x = H_x = 2,79 \text{ kN}$

Cortante  $V_y = H_y = 3,67 \text{ kN}$

##### Columna 2

Base de columna  $b_2 = 30 \text{ cm}$

Ancho de columna  $a_2 = 20 \text{ cm}$

Carga axial:  $P_{serv2} = 249,95 \text{ kN}$

Carga axial  $P_{U2} = 301,10 \text{ kN}$

Momento  $M_{(x)} = 0,69 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Momento  $M_{(y)} = 3,06 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Cortante  $V_x = H_x = 2,79 \text{ kN}$

Cortante  $V_y = H_y = 3,67 \text{ kN}$

### Datos de la Zapata

Peso específico del suelo  $\gamma_s = 17,3 \text{ kN/m}^3$

Angulo de fricción  $\phi' = 32,06^\circ = 0,56 \text{ rad}$

Capacidad admisible  $q_{adm} = 0,204 \text{ MPa}$

Altura de pedestal  $h_s = 2,30 \text{ m}$

Recubrimiento geométrico  $rg = 40 \text{ mm}$

Diámetro de la barra longitudinal

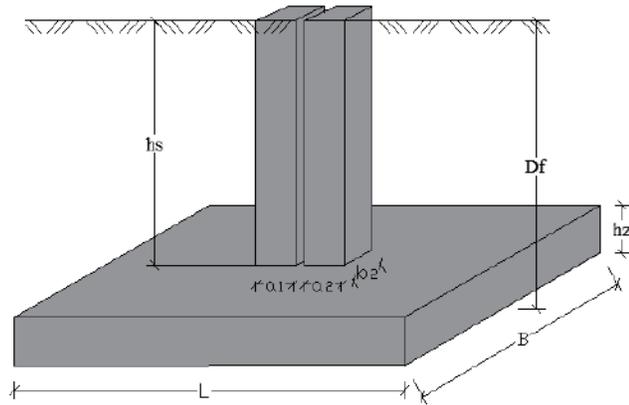
$$\phi_{long} = 12 \text{ mm}$$

Recubrimiento mecánico

$$rm_{Transv} = rg + \frac{\phi_{Transv}}{2} = 46 \text{ mm}$$

$$rm_{Long} = rg + \phi_{Transv} + \frac{\phi_{long}}{2} = 58 \text{ mm}$$

Figura A 13.3 Datos geométricos de la zapata



Fuente: Elaboración propia

### 13.1.1. Dimensionamiento de Zapata

Dimensiones en planta (L x B), se asumirá una altura de zapata mínima de: 0,35 m, para luego corregirlo si es necesario.

$$q_{PC} = \frac{P_{serv} + P_{zap}}{A_{PC}}$$

$$q_{adm} = \frac{P_{serv} + A_{PC} * h_z * \gamma_H}{A_{PC}}; \rightarrow P_{serv} = P_{s1} + P_{s2}$$

$$A_{PC} = 2,56 \text{ m}^2 \therefore B = 1,60 \text{ m}; L = 1,65 \text{ m} \text{ adoptado}$$

### Verificación al Deslizamiento

$$C_{sd} = \frac{P_{servT} * \tan \phi d}{H} \geq 1,5 \rightarrow P_{servT} = P_{serv} + P_{zap} \rightarrow \phi d = \frac{2}{3} * \phi' \text{ (rad)}$$

$$P_{Tserv} = 523,00 \text{ kN}; \quad \phi d = 0,37 \text{ rad}; \quad H_x = 2,79 \text{ kN}; \quad H_y = 3,67 \text{ kN}$$

$$C_{sdx} = \frac{P_{Tserv} * \tan \phi d}{H_x} = 73,15 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

$$C_{sdy} = \frac{P_{Tserv} * \tan \phi d}{H_y} = 55,61 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

### Verificación al Vuelco

$$F_s = \frac{\sum M_{(Estabilizadores)}}{\sum M_{(actuantes)}} = \frac{(P_{serv} + P_{zap}) * \frac{B}{2}}{M + H * D_f} \geq 1,5$$

$$P_{serv} = 499,9 \text{ kN}; \quad P_{zap} = B * A * h_z * \gamma_H = 23,10 \text{ kN}$$

$$F_{sx} = 57,39 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

$$F_{sy} = 35,46 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

### 13.1.2. Diseño a Flexión

$$q_{adm} = 0,204 \text{ Mpa}$$

$$P_{servT} = P_{serv} + P_{zap} = 523,00 \text{ kN}$$

$$P_{UT} = P_U + 1,2 * P_{zap} = 629,92 \text{ kN}$$

#### Verificación de Excentricidades

$$e_x \leq \frac{B}{6} \quad e_y \leq \frac{B}{6}$$

Determinación de excentricidades:

$$e_x = \frac{L}{2} - Xr$$

$$Xr = \frac{P_{U1} * (0,95) + P_{U2} * (0,70) - Mx_1 + Mx_2}{P_{UT}}$$

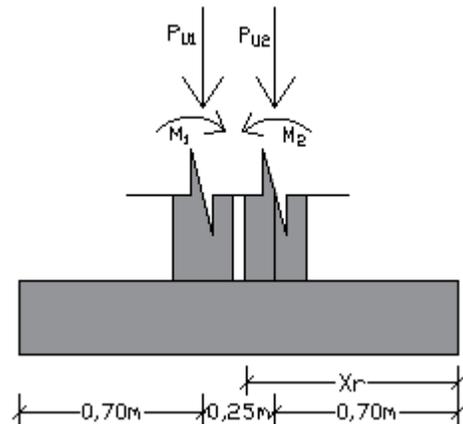
$$Xr = 0,825 \text{ m}$$

$$e_x = \frac{L}{2} - Xr = 0,00 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{My_1 + My_2}{P_{UT}} = 0,0102 \text{ m}$$

$$e_x = 0,00 \text{ m} < \frac{L}{6} = 0,275 \text{ m} < \text{cumple}$$

$$e_y = 0,0102 \text{ m} < \frac{B}{6} = 0,275 \text{ m} < \text{cumple}$$



#### Presiones de Contacto

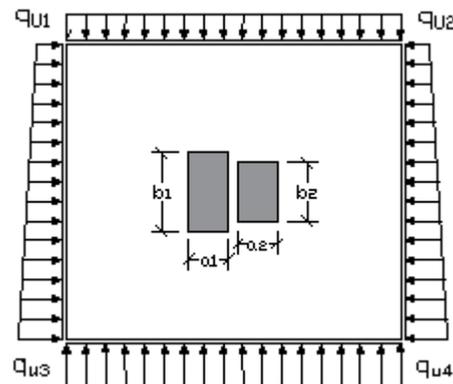
$$q_U = \frac{P_{UT}}{A_p} \pm \frac{M_X * c}{I} \pm \frac{M_Y * c}{I} = \frac{P_{UT}}{A_p} \pm \frac{6 * M_X}{B * L^2} \pm \frac{6 * M_Y}{L * B^2}$$

Presión de contacto 1  $q_{U1} = 229,91 \text{ kN/m}^2$

Presión de contacto 2  $q_{U2} = 229,91 \text{ kN/m}^2$

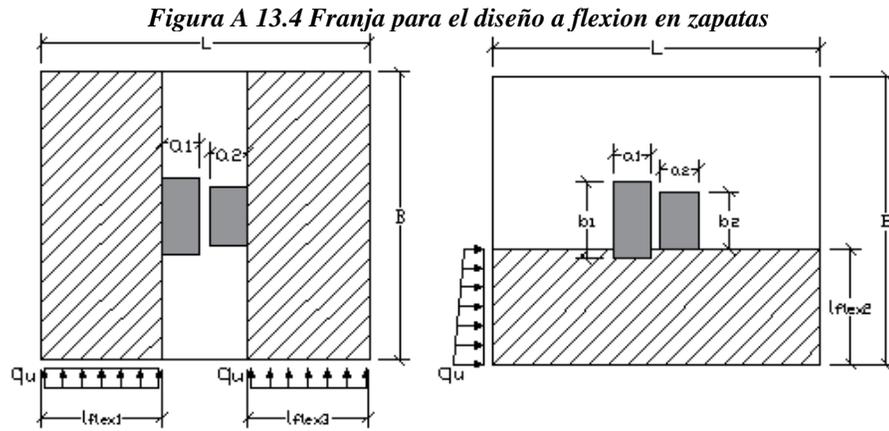
Presión de contacto 3  $q_{U3} = 247,30 \text{ kN/m}^2$

Presión de contacto 4  $q_{U4} = 247,30 \text{ kN/m}^2$



Franjas de diseño a flexión:

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 0,40 \text{ m} \\
 b_1 &= 0,20 \text{ m} \\
 a_2 &= 0,30 \text{ m} \\
 b_2 &= 0,20 \text{ m} \\
 L &= 1,65 \text{ m} \\
 B &= 1,60 \text{ m} \\
 l_{flex1} &= 0,60 \text{ m} \\
 l_{flex2} &= 0,65 \text{ m} \\
 l_{flex3} &= 0,60 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Fuente: Elaboración propia

Determinación de la presión de contacto en la cara de la columna para la franja N°2:

$$\begin{aligned}
 q'_u &= q_{U3} - \frac{l_{flex2} * (q_{U3} - q_{U1})}{B} \\
 q'_u &= 240,24 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Momentos de diseño:

$$\begin{aligned}
 M_{U1} &= \frac{q_{U3} * B * (l_{flex1})^2}{2} = 71,22 \text{ kN} * \text{m} \\
 M_{U2} &= q'_u * L * \frac{(l_{flex2})^2}{2} + (q_{U3} - q'_u) * L * \frac{(l_{flex2})^2}{3} = 85,38 \text{ kN} * \text{m} \\
 M_{U3} &= \frac{q_{U4} * B * (l_{flex3})^2}{2} = 71,22 \text{ kN} * \text{m} \\
 d_{Transv} &= h - rm = 350 - 46 = 304 \text{ mm}, \text{ canto útil} \\
 d_{Long} &= h - rm = 350 - 58 = 292 \text{ mm}, \text{ canto útil}
 \end{aligned}$$

### Armadura Longitudinal

Factor de reducción de resistencia  $\phi = 0,9$

Cálculo de la profundidad del bloque de compresiones:

$$\begin{aligned}
 a &= d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{0,85 * \phi * f'c * b}} \\
 a_1 = a_3 &= 9,25 \text{ mm} & a_2 &= 11,25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Profundidad del eje neutro:

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$\beta_1 = 0.85$  Para hormigones donde  $18 \text{ MPa} \leq f'c \leq 30 \text{ MPa}$  Según NB 1225001

Cálculo de la Armadura requerida:

$$A_s = \frac{Mu}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$A_{s1} = A_{s3} = 629,35 \text{ mm}^2 \quad A_{s2} = 788,45 \text{ mm}^2$$

Cálculo de la armadura mínima requerida:

$$A_{s_{min}} = 0,0018 * B * h_z$$

$$A_{s_{min1}} = A_{s_{min3}} = 1008 \text{ mm}^2 \quad A_{s_{min2}} = 1039,5 \text{ mm}^2$$

Armadura adoptada para la zapata:

La armadura para la zapata debe ser al menos la mayor entre la Armadura requerida y la armadura mínima, es decir, la armadura de la zapata debe ser como mínimo igual al arma madura mínima,

$$A_{s1} = A_{s3} = 1008 \text{ mm}^2 \quad A_{s2} = 1039,5 \text{ mm}^2$$

Disposición de las barras:

$$9 \text{ } \emptyset 12 \text{ mm}$$

$$10 \text{ } \emptyset 12 \text{ mm}$$

$$A_{s_{prov Total}} = 1017,97 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{prov Total}} = 1130,97 \text{ mm}^2$$

Espaciamiento de la armadura:

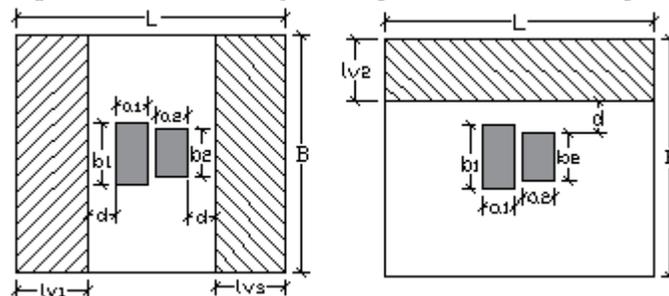
$$s = \frac{B - 2 * r_m}{N^{\circ}b - 1} = 17 \text{ cm}$$

### 13.1.3. Diseño a Corte

Determinación del cortante de diseño:

- $a_1 = 0,20 \text{ m}$
- $b_1 = 0,40 \text{ m}$
- $a_2 = 0,20 \text{ m}$
- $b_2 = 0,30 \text{ m}$
- $B = 1,60 \text{ m}$
- $L = 1,65 \text{ m}$
- $l_{V1} = 0,296 \text{ m}$
- $l_{V2} = 0,358 \text{ m}$
- $l_{V3} = 0,296 \text{ m}$

Figura A 13.5 Área de influencia para el cortante en zapatas



Fuente: Elaboración propia

$$V_{U1} = q_u * B * l_{V1} = 117,12 \text{ kN}$$

$$V_{U2} = q_u * L * l_{V2} = 143,99 \text{ kN}$$

$$V_{U3} = q_u * B * l_{V3} = 117,12 \text{ kN}$$

Se debe verificar la siguiente expresión para diseño:

$$V_{ud} \leq \phi * V_c$$

### Resistencia al Cortante Proporcionada por el Hormigón “Vc”

Elementos sometidos únicamente a cortante y flexión de forma simplificada.

$\lambda = 1$  para hormigones de peso normal

$$V_{c1} = V_{c3} = 0,17 * \lambda * \sqrt{f'c} * B * d = 0,17 * 1 * \sqrt{21} * 1600 * 304 = 378,92 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = 0,17 * \lambda * \sqrt{f'c} * L * d = 0,17 * 1 * \sqrt{21} * 1650 * 292 = 375,34 \text{ kN}$$

$$V_{ud} < \phi * V_c \quad \text{No necesita refuerzo}$$

$$V_{ud} \geq \phi * V_c \quad \text{Refuerzo a cortante}$$

$$V_{U1} = V_{U3} = 117,12 \text{ kN} < \phi * V_c = 378,92 \text{ kN}$$

$$V_{U2} = 143,99 \text{ kN} < \phi * V_c = 375,34 \text{ kN}$$

**No requiere refuerzo**

#### 13.1.4. Diseño a Cortante en dos Direcciones

Área de corte en dos direcciones:

$$A_{V1} = (b_1 + d) * (a_1 + d) = 0,355 \text{ m}^2 = 3548,16 \text{ cm}^2$$

$$A_{V2} = (b_2 + d) * (a_2 + d) = 0,304 \text{ m}^2 = 3044,16 \text{ cm}^2$$

$$A_{VT} = 6592,32 \text{ cm}^2$$

Cortante en dos direcciones:

$$V_U = P_{UT} - q_U * A_{VT} = 413,30 \text{ kN}$$

Perímetro crítico en dos direcciones:

$$b_o = 2 * (b_1 + d) + 2 * (a_1 + a_2 + \varepsilon + d) = 2,916 \text{ m}$$

Relación de dimensiones

$$\beta = \frac{\text{lado mayor de columna}}{\text{lado menor de columna}} = 1.5$$

Constante para cortante  $\alpha_s = 30$  para columnas medianeras

Esfuerzo cortante en dos direcciones:

$$V_{C1} = \frac{\lambda * \sqrt{f'_c}}{6} * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * B * d = 866,82 \text{ kN}$$

$$V_{C2} = \frac{\lambda * \sqrt{f'_c}}{12} * \left(2 + \frac{\alpha_s * d}{b_o}\right) * B * d = 952,43 \text{ kN}$$

$$V_{C3} = \frac{\lambda * \sqrt{f'_c}}{3} * B * d = 742,99 \text{ kN}$$

Se adopta el menor  $V_C = 742,99 \text{ kN}$

$V_{U2} = 413,30 \text{ kN} < \phi * V_C = 557,241 \text{ kN}$ , **No requiere refuerzo por punzonamiento**

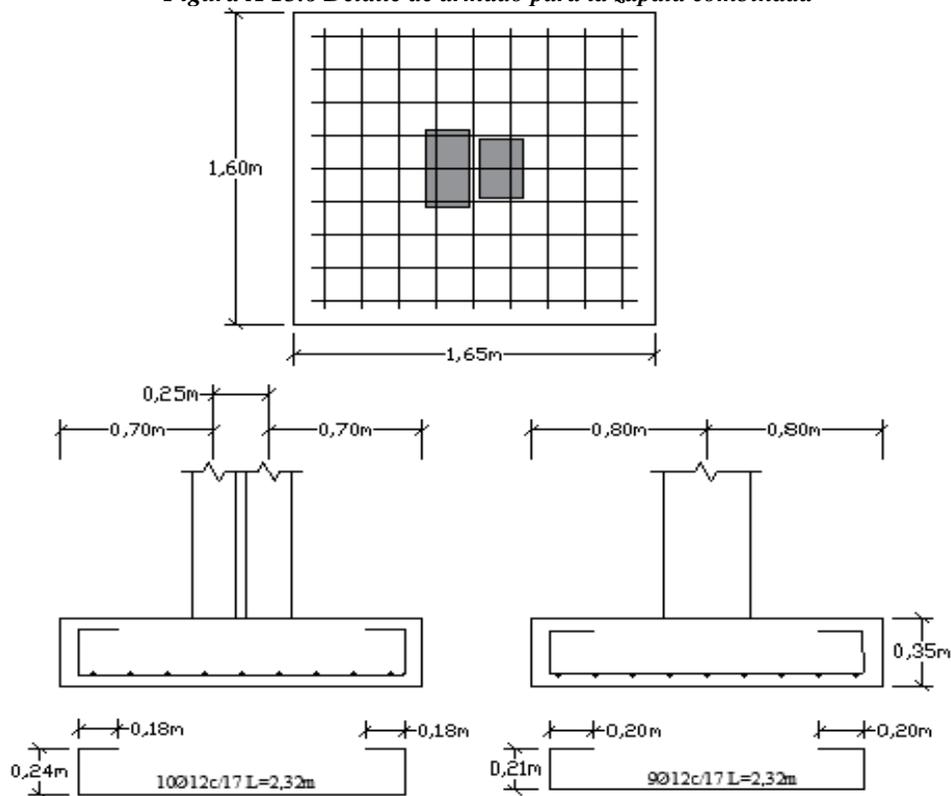
Dimensiones de la zapata:

$$L = 1,65 \text{ m}$$

$$B = 1,60 \text{ m}$$

$$h_z = 0,35 \text{ m}$$

**Figura A 13.6 Detalle de armado para la zapata combinada**



Fuente: Elaboración propia

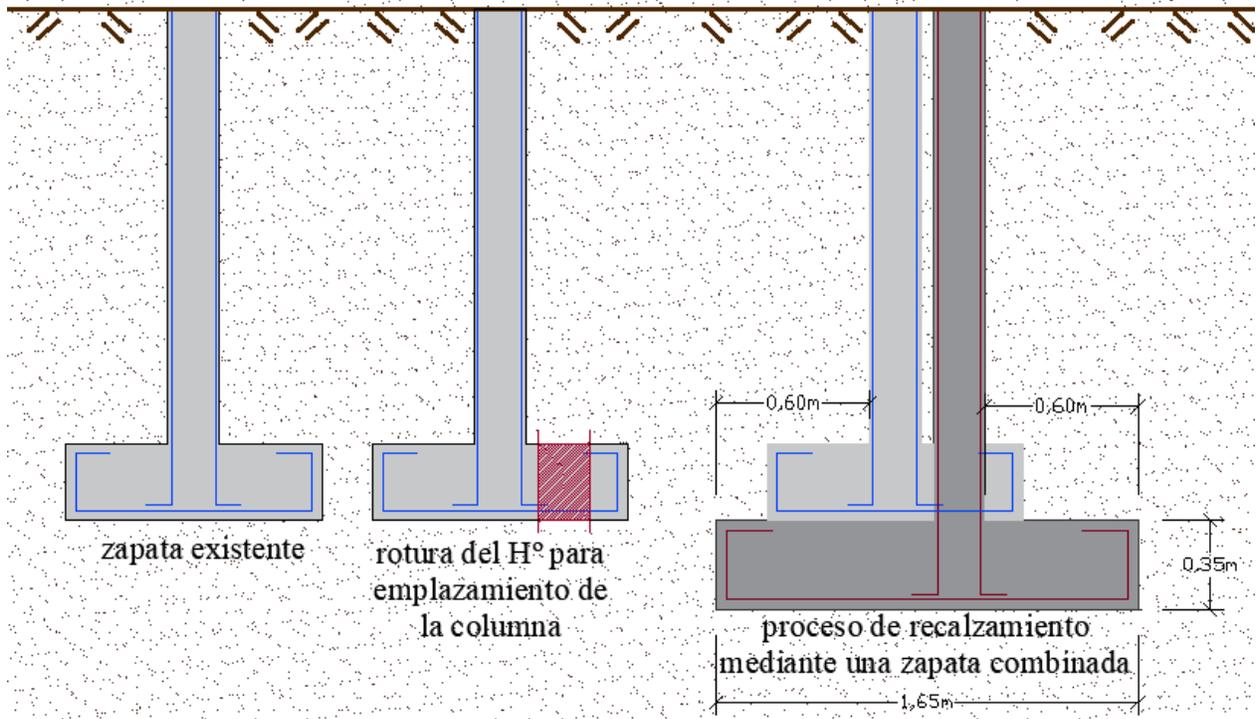
### **13.2. Proceso Constructivo**

Para poder proceder con la construcción de la estructura es necesario realizar un recalce mediante una zapata combinada que soportara los esfuerzos transmitidos por las columnas tanto de la estructura existente como de la estructura nueva, el procedimiento de construcción es el siguiente:

- Se deberá asegurar que la estructura existente no se encuentre en servicio durante el proceso constructivo de la nueva estructura, esto para evitar la acción de la carga viva.
- Se llevará a cabo el proceso constructivo de las zapatas de una en una, para evitar fallas que se puedan generar en la estructura al momento de realizar el recalzamiento en cada zapata.
- Se realizará el replanteamiento de la nueva estructura, ubicando la posición exacta de las zapatas para su posterior excavación.
- Se realizará la excavación de la zapata combinada hasta llegar a la base de la zapata existente.
- Se realizará la demolición del hormigón en la zapata existente en el sector donde se intercepta la nueva columna, solo se demolerá el área de intersección de la sección de la columna.
- Una vez realizado el trabajo de demolición, se procederá con la excavación de la altura y las dimensiones exactas de la zapata combinada, este proceso se realizará por debajo de la zapata existente llegando a las dimensiones exactas del cálculo.
- Una vez terminada la excavación se realizará el armado de la nueva zapata, y se emplazará el armado de la nueva columna espaciada por una junta de dilatación de cinco centímetros respecto a la columna existente.
- Ya realizado todo el armado tanto de la zapata como de la columna, se procederá a realizar el hormigonado en la zapata, para garantizar este hormigonado es necesario hacer el uso de aditivos para cambiar la consistencia del hormigón y llenar todos los espacios vacíos en la zapata y obtener un buen hormigonado.
- Posteriormente se realizará el encofrado y hormigonado del pedestal de la columna para luego realizar el relleno y compactado de tierras.

Este procedimiento se realizará para cada una de las zapatas y es necesario hacerlo de una en una para evitar problemas en la estructura existente.

Figura A 13.7 Proceso constructivo mediante recalzamiento con zapata combinada



Fuente: Elaboración propia