

**“ESTUDIO DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS DEL INMUEBLE DENOMINADO CASA
GARCIA MORENO –IMP”**

MEMORIA TÉCNICA ESTRUCTURAL- MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXTERIOR

Código Proceso No.: CD-MDMQ-IMP-16-2022

**Objeto del proceso: “ESTUDIO DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS DEL INMUEBLE
DENOMINADO CASA GARCIA MORENO –IMP”**

**Contratista: Bernardo Roberto Bustamante Patiño
Ingeniero Encargado: Galo Fernando Serrano Chica
Administrador: Arq. Ana Lucía Andino**

OCTUBRE, 2022



DISEÑO ESTRUCTURAL

“CASA GARCÍA MORENO-MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXTERIOR”

ÍNDICE DE FIGURAS	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	4
3. CARGAS DE DISEÑO.....	6
4. CÁLCULO DE CORTE BASAL.....	6
4.1. NEC_SE	6
4.2. CATEGORIA DE EDIFICIO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA.....	9
5. COMBINACIONES DE CARGA.....	11
5.1. NEC_SE.....	11
6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	12
6.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	12
6.2. CONTROL DE DERIVAS.....	13
6.3. MODOS VIBRATORIOS.....	13
6.4. MODELO ESTRUCTURAL – CUBIERTA REPOSITORIO	14
6.4.1. INGRESO DE CARGAS.....	16
6.4.2. CONTROL DE DERIVAS.....	23
6.4.3. MODOS VIBRATORIOS.....	25
6.4.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS.....	29
6.4.4.1. VIGAS.....	29
6.4.4.2. COLUMNAS	34
7. CIMENTACIÓN.....	37
8. REFERENCIAS.....	55



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plantas estructura en estudio.....	5
Figura 2. Modelo 3D	14
Figura 3. Secciones de la estructura	15
Figura 4. Ingreso del cortante basal.....	16
Figura 5. Peso en función del cortante basal	16
Figura 6. Carga muerta por piso.....	17
Figura 7. Asignación del espectro	18
Figura 8. Secciones ocupadas en el diseño	18
Figura 9. Sección columna 130x130x6	19
Figura 10. Diagonal 200X200X8.....	19
Figura 11. Tubo 130x130x5.....	20
Figura 12. Viga 100x8x250x4	20
Figura 13. Viga 100x8x300x5	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14. Viga 100x6x250x4	¡Error! Marcador no definido.
Figura 15. Asignación de materiales.....	22
Figura 16. Cargas de entrepiso para correas.....	22
Figura 17. Cargas para ascensor	23
Figura 18. Escalamiento del espectro	23
Figura 19. Deriva de piso en dirección X $\Delta E=0.001197$	24
Figura 20. Deriva de piso en dirección Y $\Delta E=0.00096$	24
Figura 21. Envoltorio de momentos de la estructura Módulo 1	29
Figura 22. Secciones de viga	30
Figura 23. Envoltorio de momento y corte de la viga.....	30
Figura 24. Momento de diseño de la viga	32
Figura 25. Radio de capacidad de las secciones	33
Figura 26. Capacidad de las secciones.....	34
Figura 27. Momento de diseño de columna	36
Figura 28. Definición de materiales.....	37
Figura 29. Definición espesor de elementos de cimentación	38
Figura 30. Definición parámetros de suelo	39
Figura 31. Cargas exportadas desde ETABS	39
Figura 32. Esfuerzos producidos por combinación D+L.....	40
Figura 33. Esfuerzos producidos por combinación D+L+S.....	40



DISEÑO ESTRUCTURAL

“CASA GARCÍA MORENO-MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXTERIOR”

1. INTRODUCCIÓN.

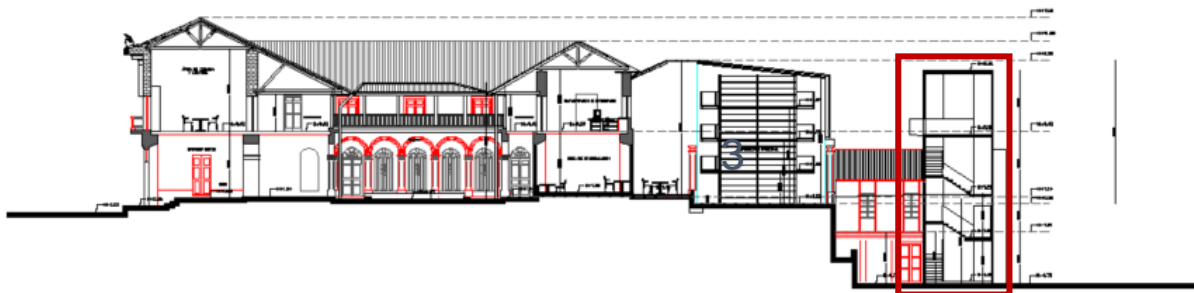
Se requiere el estudio estructural del proyecto “CASA GARCÍA MORENO-MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXTERIOR”, el mismo que se lo realiza con el fin de garantizar la serviciabilidad y funcionalidad de la estructura ante las solicitaciones que le competan.

El esqueleto de la estructura se construirá con elementos de acero laminados en caliente mediante el sistema de pórticos espaciales sismorresistentes, la cimentación se realizará mediante plintos aislados y losa de cimentación.

El diseño estructural del proyecto “CASA GARCÍA MORENO-MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXTERIOR” se ha realizado en estricto cumplimiento de la norma “American Institute of Steel Construction” (AISC) y se ha adoptado los requisitos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_SE. Se utiliza una capacidad portante del suelo de $q_{adm} = 16.50 \text{ T/m}^2$ y un coeficiente de Balasto 1.98 kg/cm^3 .

2. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.

El proyecto “CASA GARCÍA MORENO-MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXTERIOR” contempla la elaboración de un módulo de soporte para el elevador y puentes de acceso hacia la estructura principal



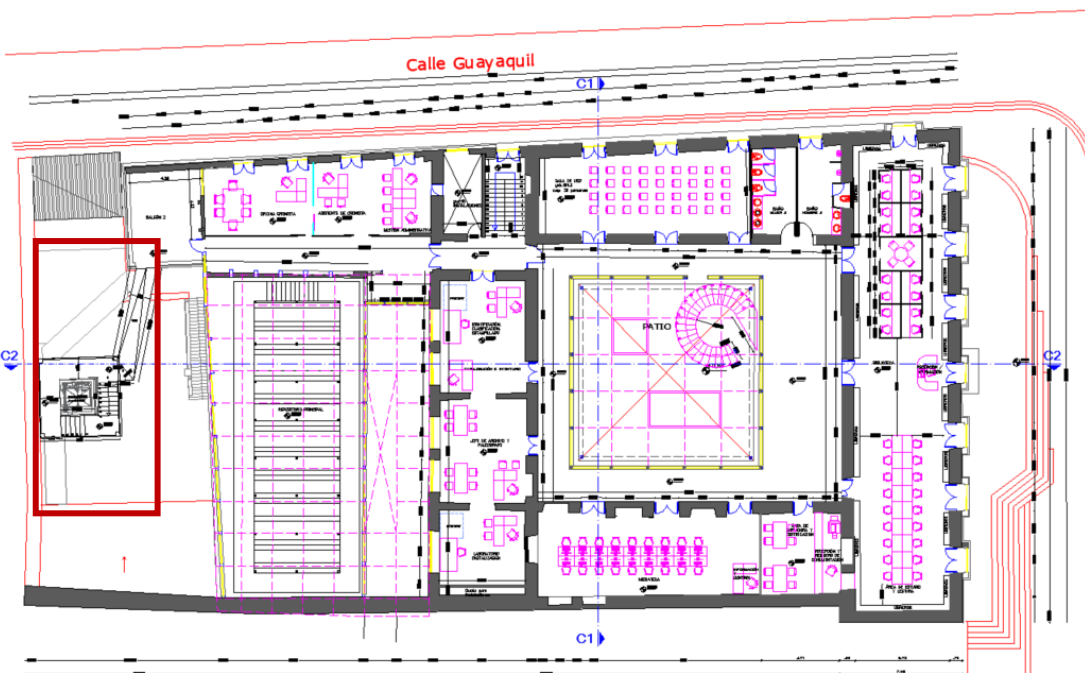
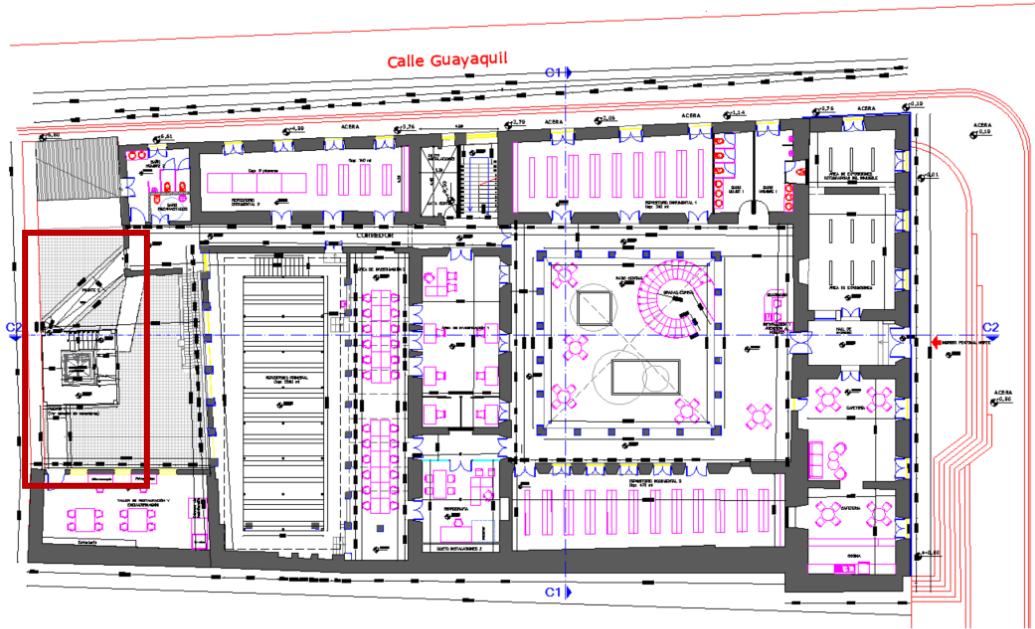


Figura 1. Plantas estructura en estudio



3. CARGAS DE DISEÑO.

Las cargas verticales de diseño para las estructuras nuevas se definieron en base al capítulo 1 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC_SE

Cargas para estructuras con entrepiso:

Carga muerta en entrepiso	200 kg/m ²
Carga viva en entrepiso	250 kg/m ²
Carga viva en salas de lectura	290 kg/m ²
Carga viva en estanterías	720 kg/m ²
Carga Viva en Corredores	480 kg m ²
Carga total en entrepiso Corredores	730 kg/m ²
Carga total en entrepiso Normal	450 kg/m ²
Carga total en Salas de lectura	540 kg/m ²
Carga total en estanterías de Biblioteca	970 kg/m ²

*La carga muerta impuesta; no considera pesos de columnas, vigas u otros elementos estructurales, estos pesos se consideran de forma automática en el modelo estructural realizado en ETABS 2019.

4. CÁLCULO DE CORTE BASAL.

En este procedimiento se ha considerado las especificaciones descritas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_SE.

4.1. NEC_SE

En el cálculo de la fuerza total sísmica en la base la estructura V, a nivel de **cargas últimas**, se ha tomado en consideración las siguientes expresiones dadas por el Norma Ecuatoriana de la Construcción:

Donde:

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_P \phi_E} W$$

$$T = C_t h_n^a$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}; T_l = 2.4 F_d$$

$$S_a = n Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_c$$



$$S_a = n Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \text{ para } T > T_c$$

I = Factor de Importancia.

Sa = Aceleración Espectral.

R = Factor de reducción de resistencia estructural.

Φ_p = Coeficiente de configuración estructural en planta.

Φ_E = Coeficiente de configuración estructural en Elevación.

T1 = Período de vibración, método 1.

Z = Factor de Zona.

Ct y α = Factores según el tipo de edificación.

hn = Altura máxima de la edificación, medida desde la base.

Fa, Fd y Fs = Coeficientes de Amplificación o de Amplificación Dinámica de Perfiles de Suelo.

r = Factor de Tipo de Suelo

η = Factor de Región

W = (Carga Muerta Total de la estructura más 25% de la carga viva de piso).

hn = Altura máxima de la edificación, medida desde la base.

Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada:

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta



Clasificación de los perfiles de suelo:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50.0$ $\bar{S}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$\bar{V}_s < 180 \text{ m/s}$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $\bar{S}_u < 50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2)$
F	<p>Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista (Ver 2.5.4.9). Se contemplan las siguientes subclases:</p> <p>F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.</p> <p>F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H >3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).</p> <p>F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H >7.5 m con índice de Plasticidad IP >75)</p> <p>F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H >30m)</p> <p>F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.</p> <p>F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.</p>	

COEFICIENTES DE APLIFICACIÓN O DEAMPLIFICACIÓN DINÁMICA DE PERFILES DE SUELO Fa, Fd y Fs

Tipo de suelo y Factores de sitio Fa:

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E		1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota



Tipo de suelo y Factores de sitio Fd:

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Tipo de suelo y Factores de sitio Fs:

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D		1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

4.2. CATEGORIA DE EDIFICIO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Tabla 6: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura



Cálculo del Corte Basal para la estructura. (Procedimiento Estático.)

ESPECTRO NEC-SE-DS					
PROYECTO:	GARCÍA MORENO				
RESPONSABLE:	ING. IVAN DELGADO PRADO	FECHA:	9/11/2022	HOJA:	1 de 2
Ubicación:	QUITO				
Región:	Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos	$\eta =$	2.48		
Zona Sísmica:	V	Aceleración en roca Z :	0.4	Z =	0.40
Perfil de Suelo:	D			r =	1.00
Factor de Sitio Fa:	1.20				
Factor de Sitio Fd:	1.40				
Factor de Sitio Fs:	1.50				
Factor de importancia:	1.00				
Irregularidad en planta Φ_p :	0.90				
Irregularidad en elevación Φ_e :	0.90				
Coefficiente de reducción R:	5.00				
ASCE 113 Considerando tipología de la estructura y grado de redundancia estructural					
$T_0 =$	0.175	seg	0.17500	Test =	0.611
$T_c =$	0.963	seg	0.96250	$S_a =$	1.1904
$T_L =$	3.36	seg	3.36000	V =	0.2939
				DERIVA	0.0053

Espectros de Aceleraciones NEC-15

The graph displays four acceleration spectra curves. The y-axis is 'Aceleración (g)' ranging from 0 to 1.4. The x-axis is 'Periodo (seg)' ranging from 0.00 to 7.00. The 'ESPECTRO ELASTICO' (blue) curve starts at 0.5g at 0.1s, rises to 1.2g at 0.2s, and remains constant until 1.0s. The 'Sa2' (red) curve starts at 1.2g at 0.1s, remains constant until 1.0s, and then decays. The 'ESPECTRO INELASTICO' (green) curve starts at 0.1g at 0.1s, rises to 0.3g at 0.2s, and remains constant until 1.0s. The 'S02' (purple) curve starts at 0.3g at 0.1s, remains constant until 1.0s, and then decays.

Nota: Porcentaje del cortante basal



5. COMBINACIONES DE CARGA.

5.1. NEC_SE.

Las siguientes combinaciones de carga son las recomendadas por el Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC_SE:

Losa de Entrepiso

- COMB. 1: $1.4 \cdot D$
- COMB.2: $1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L$
- COMB.3: $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot S_x + L$
- COMB. 4: $1.2 \cdot D - 1.0 \cdot S_x + L$
- COMB. 5: $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot S_y + L$
- COMB. 6: $1.2 \cdot D - 1.0 \cdot S_y + L$
- COMB. 7: $0.9 \cdot D + 1.0 \cdot S_x$
- COMB. 8: $0.9 \cdot D - 1.0 \cdot S_x$
- COMB. 9: $0.9 \cdot D + 1.0 \cdot S_y$
- COMB. 10: $0.9 \cdot D - 1.0 \cdot S_y$
- COMB. 11: $1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L + 0.5 \cdot S$
- COMB. 12: $1.2 \cdot D + 1.6 \cdot L + 0.5 \cdot W$
- COMB. 13: $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot E_x + 0.2 \cdot S$
- COMB. 14: $1.2 \cdot D + 1.0 \cdot E_y + 0.2 \cdot S$
- COMB. 15: $0.9 \cdot D + 1.0 \cdot W$

D: Carga Muerta.

L: Carga Viva.

S: Carga de Granizo.

W: Carga de Viento.

Sx: Sismo en la dirección "x".

Sy: Sismo en la dirección "y".



6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

El diseño estructural del proyecto “CASA GARCÍA MORENO-MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXTERIOR” comprende el cálculo de todas las solicitaciones en la estructura bajo cargas gravitacionales y laterales como son: momentos, cortantes, fuerzas axiales, fuerzas sísmicas y otras; además se realiza un control de derivas las mismas que deben estar dentro del rango máximo permitido por las normas vigentes, y a su vez, se revisa los modos vibratorios tomando en cuenta la participación de masas, esto con el objetivo de tener una estructura que no presente problemas de torsión en planta sino más bien que su movimiento ante cargas sísmicas sea traslacional.

Para el cálculo de las fuerzas internas se utilizó el programa de modelación estructural ETABS 2019, con el cual se obtuvieron todas las solicitaciones presentes en la estructura, además de obtener las derivas máximas y modos de vibración de la misma; cabe recalcar que el programa de modelación estructural ETABS 2019 es una **herramienta** para el diseñador y se debe tener sólidos conocimientos de los procesos y ayudas que brinda este programa, esto con el objetivo de tener una buena interpretación de los resultados obtenidos mediante su uso; por lo cual el **diseño final de los elementos de la estructura** se realizó en base a los resultados obtenidos en el programa ETABS 2019 y en hojas de cálculo de Microsoft Excel realizadas por el autor del presente estudio.

6.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

- Resistencia cilíndrica del hormigón en losas, columnas y vigas, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Acero Estructural en placas y columnas Gr50, $f_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$.
- Acero Estructural en vigas, $f_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia a la rotura/unidad de bloque de mampostería de paredes, $\sigma = 22.54 \text{ kg/cm}^2$.
- Peso específico del hormigón, $\gamma = 2.4 \text{ T/m}^3$.
- Módulo de Elasticidad del hormigón, $E = 13500 \cdot \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Corte del Hormigón: $G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson: $\nu = 0.2$.



6.2. CONTROL DE DERIVAS.

Los controles de las derivas de piso son fundamentales en el diseño de una estructura, a tal punto que en la mayoría de los casos las columnas y vigas son diseñadas en base a este criterio; se hace este control con el fin de evitar daños no estructurales excesivos en la edificación.

Teniendo en cuenta que las derivas de piso son desplazamientos horizontales relativos de un piso respecto a su piso consecutivo, los mismos que se obtienen bajo cargas horizontales en cada dirección de la estructura, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC_SE establece un valor de deriva máxima permitida para estructuras de hormigón armado, estructuras metálicas y de madera:

$$\Delta_M = 0.75 \cdot R \cdot \Delta_E = 0.02$$

Donde:

Δ_M : Deriva máxima inelástica.

Δ_E : Deriva Estática.

R: Coeficiente de reducción de respuesta estructural.

$\Delta_M = 0.02$ $R=3$ $\Delta E_{PERMITIDA} = 0.0089$ Para estructuras de Cubierta

$\Delta_M = 0.02$ $R=5$ $\Delta E_{PERMITIDA} = 0.0053$ Para estructuras con un sistema de pórtico intermedio

Las derivas de piso se calcularon en base al sismo de diseño con una excentricidad positiva y negativa del 5% en cada dirección de la estructura.

6.3. MODOS VIBRATORIOS.

Los modos vibratorios, son propiedades dinámicas del sistema y cada uno de ellos corresponde a un período, una frecuencia y un grado de libertad, además que un modo representa la forma natural de vibración del sistema; el primer modo de vibración corresponde al primer período o también llamado período fundamental del sistema, debido a que este es el más importante y el más influyente, que junto con el segundo modo de vibración generalmente son los predominantes en el análisis dinámico de la estructura.



6.4. MODELO ESTRUCTURAL – MÓDULO DE ELEVADOR EXTERIOR



Figura 2. Modelo 3D

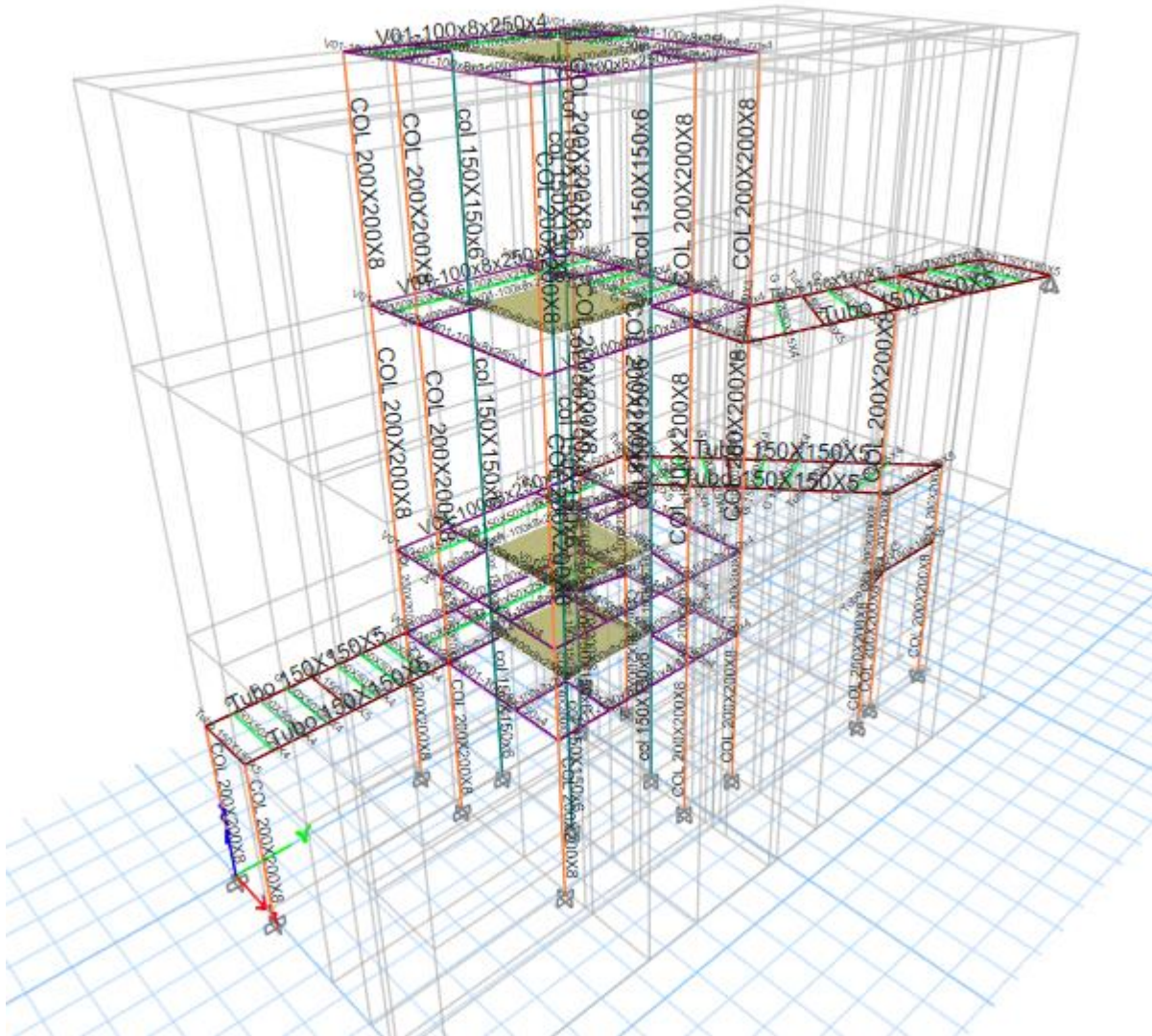


Figura 3. Secciones de la estructura



6.4.1. INGRESO DE CARGAS

Ingreso del porcentaje de Cortante Basal

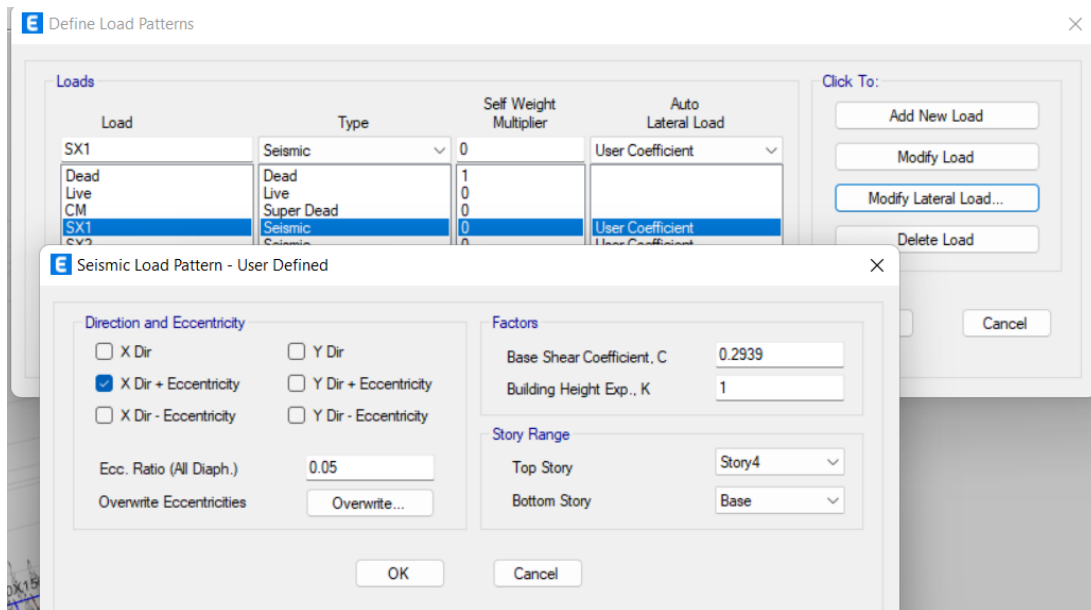


Figura 4. Ingreso del cortante basal

Peso de la estructura y porcentaje de peso debido al cortante basal.

Name	Is Auto Load	X Dir?	X Dir Plus Ecc?	X Dir Minus Ecc?	Y Dir?	Y Dir Plus Ecc?	Y Dir Minus Ecc?	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
SX1	No	No	Yes	No	No	No	No	0.05	Story4	Base	0.2939	1	34.15737	10.0389
SX2	No	No	No	Yes	No	No	No	0.05	Story4	Base	0.2939	1	34.15737	10.0389
SY1	No	No	No	No	No	Yes	No	0.05	Story4	Base	0.2939	1	34.15737	10.0389
SY2	No	No	No	No	No	No	Yes	0.05	Story4	Base	0.2939	1	34.15737	10.0389

Figura 5. Peso en función del cortante basal



Carga muerta debido a secciones

E Material List by Story

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None

Filter: None

	Story	Object Type	Material	Weight tonf	Floor Area m ²	Unit Weight tonf/m ²	Number Pieces	Number Studs
▶	Story4	Column	A50	4.30932	4.73	0.911	10	
	Story4	Beam	A36	0.04894	4.73	0.0103	4	0
	Story4	Beam	A50	0.69021	4.73	0.1459	19	0
	Story4	Floor	fc 210	0.01137	4.73	0.0024		
	Story3	Column	A50	6.25461	4.73	1.3222	12	
	Story3	Beam	A36	0.58675	4.73	0.124	20	0
	Story3	Beam	A50	0.64176	4.73	0.1357	17	0
	Story3	Floor	fc 210	0.01137	4.73	0.0024		
	Story2	Column	A50	2.90786	4.73	0.6147	14	
	Story2	Beam	A36	0.54546	4.73	0.1153	17	0
	Story2	Beam	A50	0.68562	4.73	0.1449	20	0
	Story2	Floor	fc 210	0.01137	4.73	0.0024		
	Story1	Column	A50	6.25473	4.73	1.3222	16	
	Story1	Beam	A36	0.39116	4.73	0.0827	15	0
	Story1	Beam	A50	0.68687	4.73	0.1452	20	0
	Story1	Floor	fc 210	0.01137	4.73	0.0024		
	Sum	Column	A50	19.72653	18.92	1.0425	52	
	Sum	Beam	A36	1.57231	18.92	0.0831	56	0
	Sum	Beam	A50	2.70445	18.92	0.1429	76	0
	Sum	Floor	fc 210	0.04546	18.92	0.0024		
	Total	All	All	24.04876	18.92	1.271	184	0

Figura 6. Carga muerta por piso



Análisis Espectral (Procedimiento Elástico Dinámico)

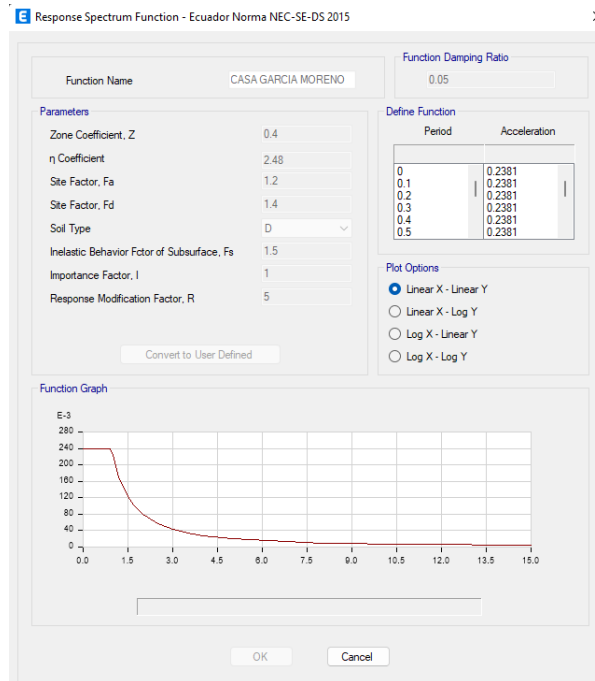


Figura 7. Asignación del espectro

Secciones ocupadas en el diseño

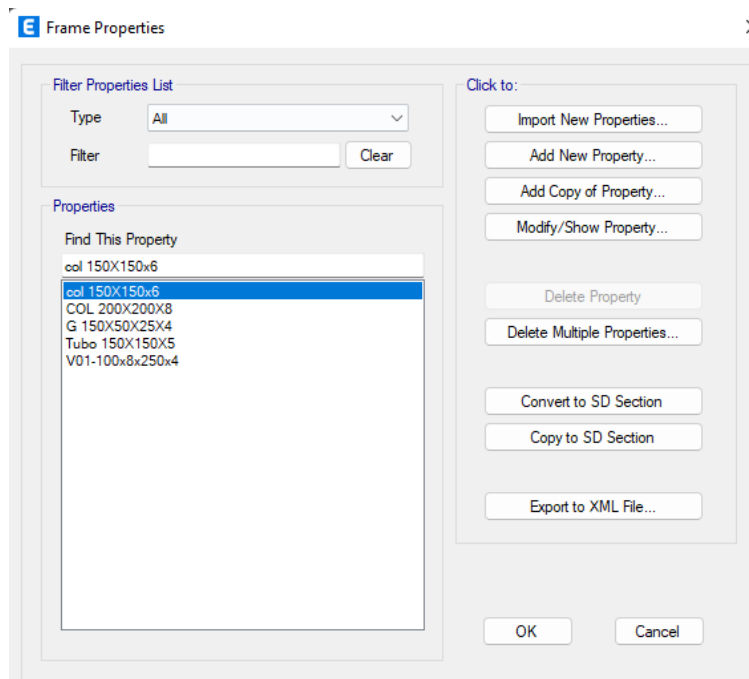


Figura 8. Secciones ocupadas en el diseño

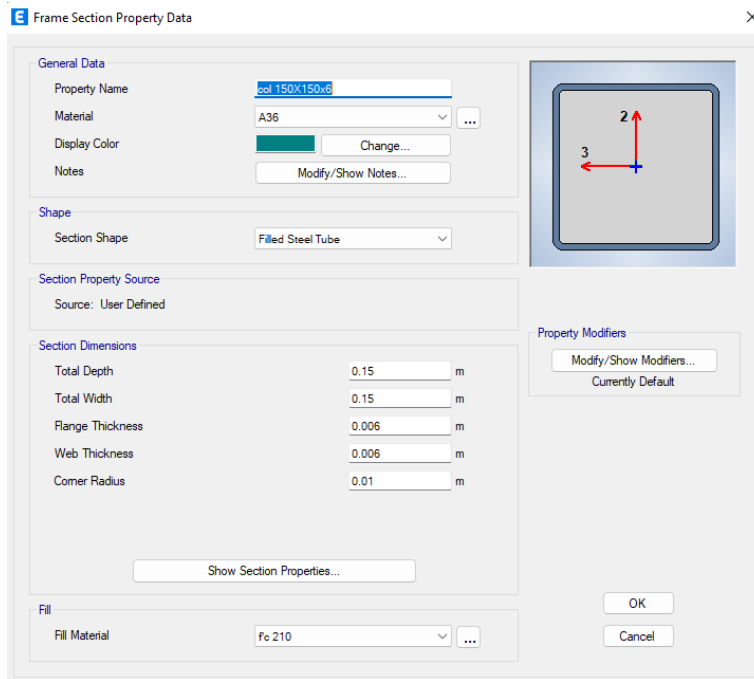


Figura 9. Sección columna 150x150x6

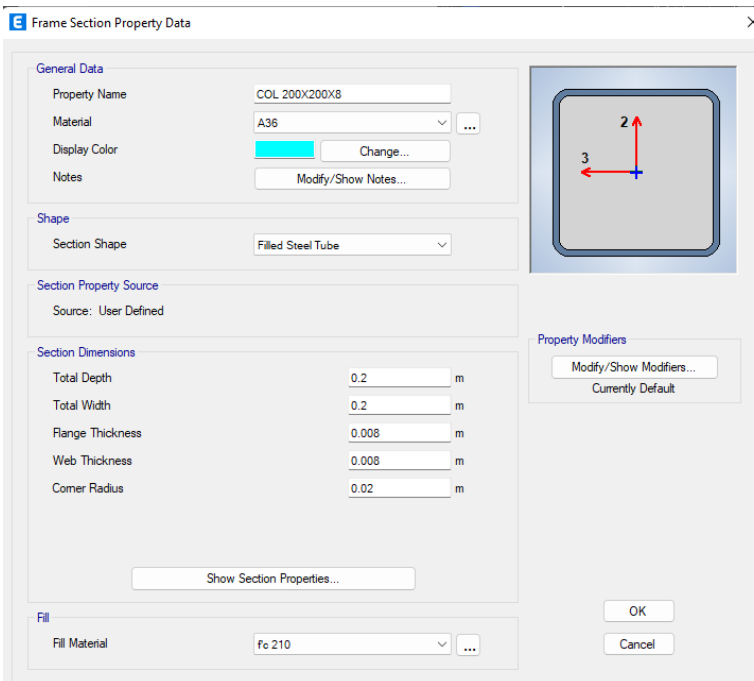


Figura 10. Columna 200X200X8



Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material:

Display Color: Change...

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	<input type="text" value="0.15"/>	m
Total Width	<input type="text" value="0.15"/>	m
Flange Thickness	<input type="text" value="0.005"/>	m
Web Thickness	<input type="text" value="0.005"/>	m
Corner Radius	<input type="text" value="0.01"/>	m

Property Modifiers

Currently Default

Figura 11. Tubo 150x150x5

Frame Section Property Data

General Data

Property Name:

Material:

Display Color: Change...

Notes:

Shape

Section Shape:

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth	<input type="text" value="0.266"/>	m
Top Flange Width	<input type="text" value="0.1"/>	m
Top Flange Thickness	<input type="text" value="0.008"/>	m
Web Thickness	<input type="text" value="0.004"/>	m
Bottom Flange Width	<input type="text" value="0.1"/>	m
Bottom Flange Thickness	<input type="text" value="0.008"/>	m
Fillet Radius	<input type="text" value="0"/>	m

Property Modifiers

Currently Default

Figura 12. Viga 100x8x250x4

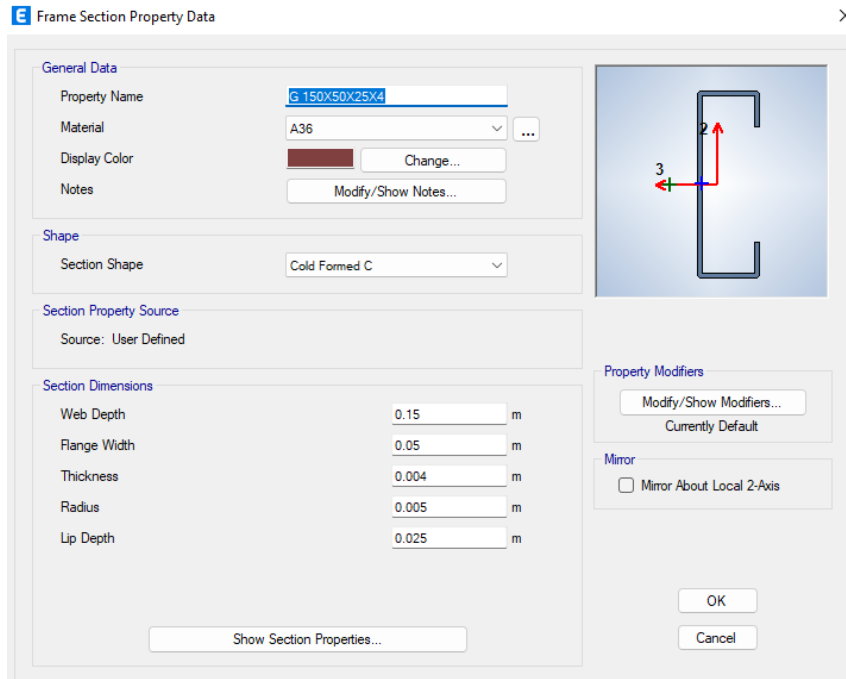


Figura 13. Correa 150x50x25x4



Propiedades de los materiales

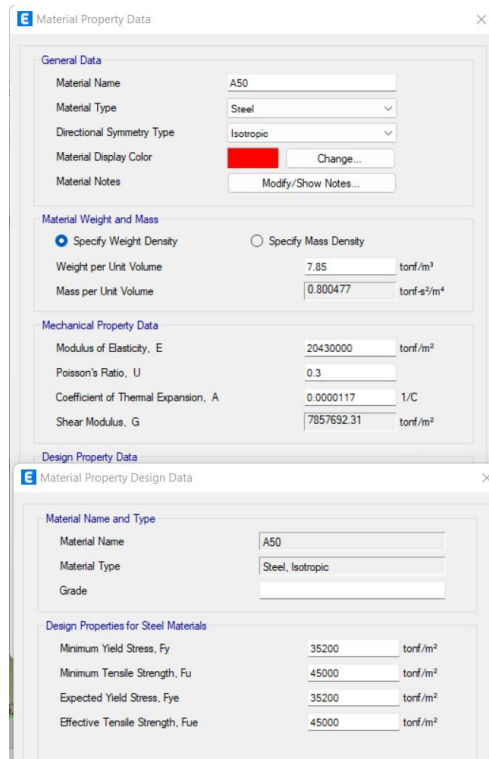


Figura 14. Asignación de materiales

Cargas asignadas:

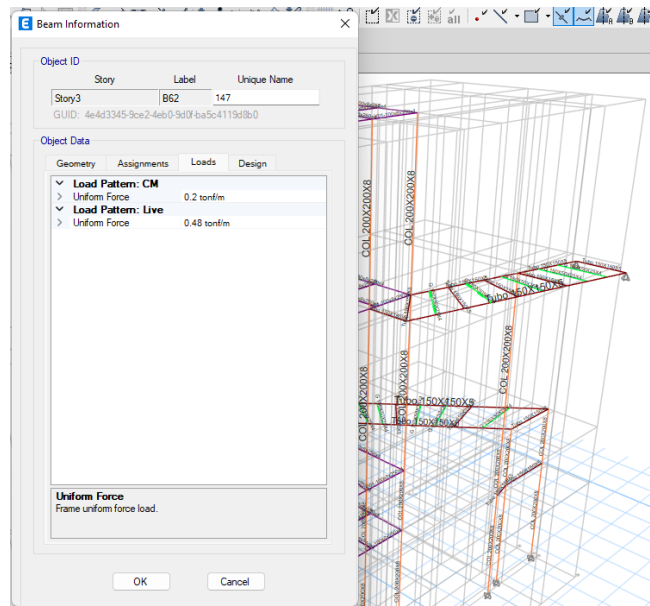


Figura 15. Cargas de entrepiso para correas

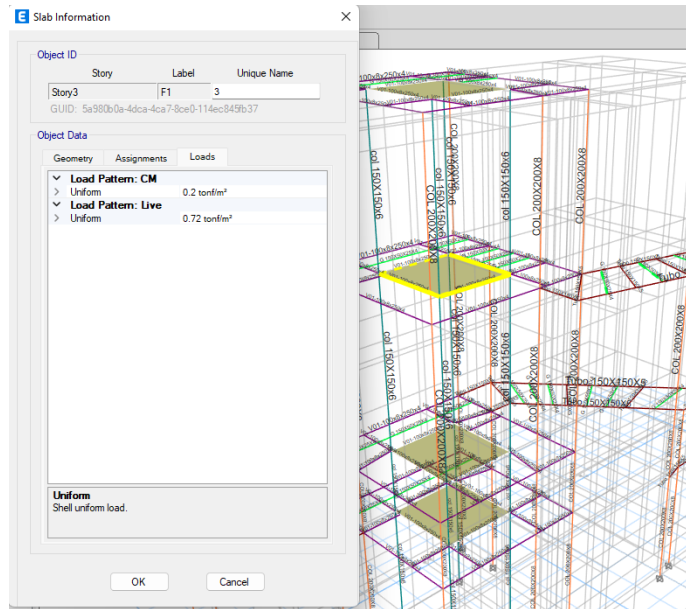


Figura 16. Cargas para ascensor

6.4.2. CONTROL DE DERIVAS.

Cortante por piso con cargas estáticas y espectro

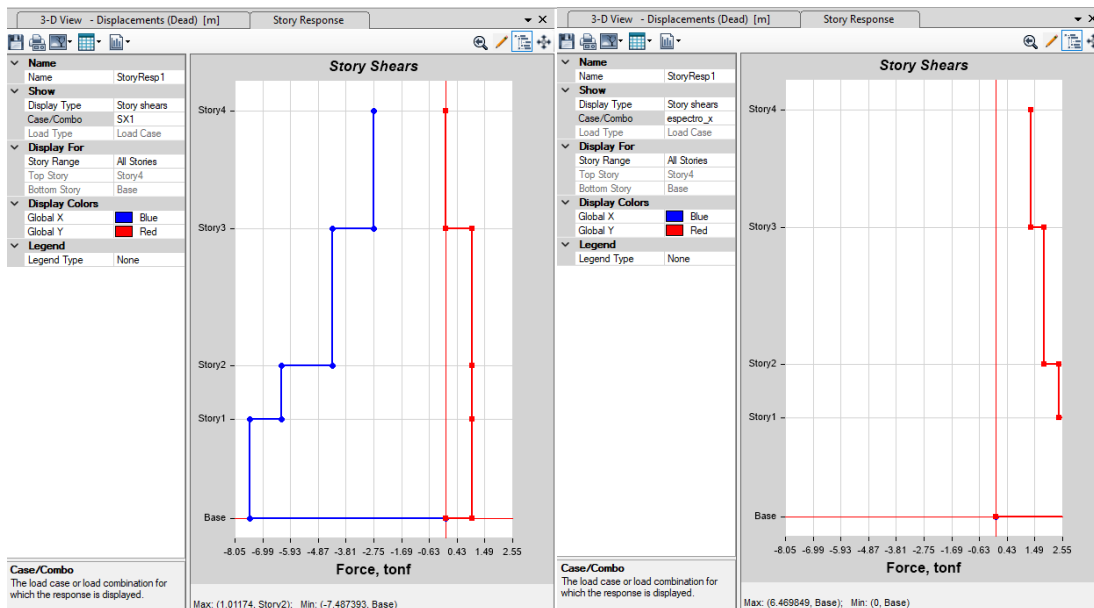


Figura 17. Escalamiento del espectro



Eqx: Sismo en dirección X

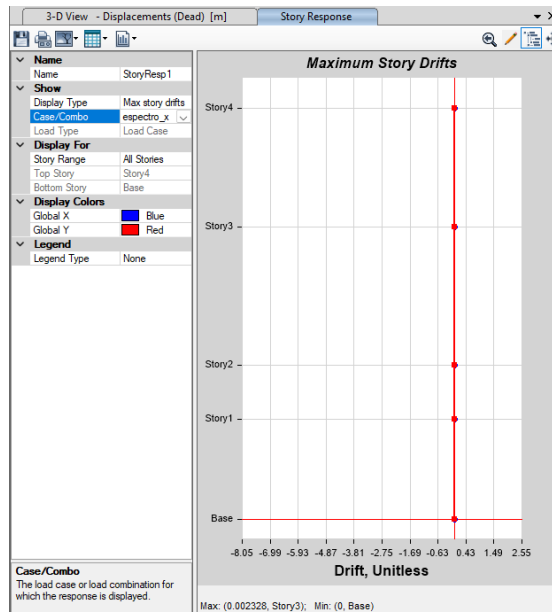


Figura 18. Deriva de piso en dirección X $\Delta E=0.002328$

Eqy: Sismo en dirección Y

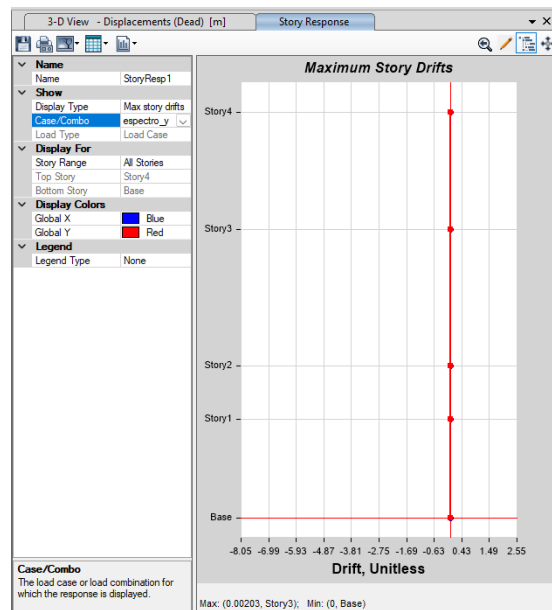


Figura 19. Deriva de piso en dirección Y $\Delta E=0.00203$

Nota: Para comprobar que el cortante dinámico sea al menos el 90 % del cortante estático hay que comprobar los valores en el gráfico de STORY SHEAR.



Como se puede apreciar en los gráficos anteriores, las derivas obtenidas en la estructura se encuentran dentro de los límites permisibles.

$$\Delta_M \leq 0.02$$

$$\Delta_E \leq 0.0053$$

6.4.3. MODOS VIBRATORIOS.

Participación modal de la estructura

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
		sec							
Modal	1	0.442	0.3344	0.2107	1.15E-05	0.3344	0.2107	0.1003	0.1003
Modal	2	0.393	0.3321	0.3492	0	0.6665	0.3492	0.1225	0.2228
Modal	3	0.235	0.0007	0.1622	0.0002	0.6672	0.5114	0.2346	0.4574
Modal	4	0.212	0.1053	0.0461	0.0015	0.7725	0.5575	0.1146	0.572
Modal	5	0.185	0.0536	0.1947	0.0001	0.826	0.7522	0.0084	0.5805
Modal	6	0.169	0.1046	0.036	0.0003	0.9306	0.7882	0.1209	0.7014
Modal	7	0.145	0.0065	9.02E-07	0.0007	0.9371	0.7882	0.0462	0.7476
Modal	8	0.138	0.0022	0.0056	0.0343	0.9393	0.7938	0.0088	0.7564
Modal	9	0.128	0.0045	0.027	0.0064	0.9439	0.8207	0.0004	0.7568
Modal	10	0.125	0.011	0.0002	0.0001	0.9549	0.821	0.0232	0.78
Modal	11	0.123	0.008	0.0004	0.0001	0.9629	0.8214	0.0227	0.8027
Modal	12	0.117	0.0015	0.036	0.0001	0.9645	0.8573	0.0005	0.8032
Modal	13	0.112	0.0014	0.0096	0.0013	0.9658	0.867	0.0061	0.8093
Modal	14	0.109	0.0018	0.0063	0.0036	0.9676	0.8733	0.03	0.8392
Modal	15	0.108	0.0005	0.0014	0.0002	0.9682	0.8747	0.0009	0.8402
Modal	16	0.1	0.0003	4.45E-05	0.0008	0.9685	0.8747	0.0022	0.8424
Modal	17	0.093	0.0009	0.0045	0.0001	0.9694	0.8793	0.0079	0.8503
Modal	18	0.09	0.0005	0.0004	0.0016	0.9699	0.8797	0.002	0.8523
Modal	19	0.085	0.0056	0.0018	0.015	0.9755	0.8814	0.0298	0.8821
Modal	20	0.078	0.0013	0.0004	0.0103	0.9768	0.8818	0.0111	0.8932
Modal	21	0.076	0.0003	0.0002	0.0002	0.9772	0.882	0.0025	0.8957
Modal	22	0.074	0.0012	0.0019	0.0009	0.9784	0.8839	0.0142	0.9099
Modal	23	0.071	0.0002	0.0002	4.23E-05	0.9786	0.8842	0.0005	0.9104
Modal	24	0.067	0.0001	0.0009	9.59E-06	0.9787	0.8851	3.69E-06	0.9104
Modal	25	0.067	0.0007	0.0029	9.02E-07	0.9794	0.888	0.0017	0.9122
Modal	26	0.066	2.35E-05	8.64E-06	0.0001	0.9795	0.888	2.28E-05	0.9122
Modal	27	0.062	0.0001	0.0011	0.0009	0.9796	0.8891	0	0.9122
Modal	28	0.061	1.41E-05	0.0002	0.003	0.9796	0.8892	0.0001	0.9123
Modal	29	0.06	0.0002	0.0006	0	0.9798	0.8898	0.0037	0.916
Modal	30	0.059	0.0008	0.0004	0.0006	0.9806	0.8902	0.0018	0.9178



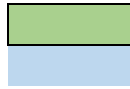
Modal	31	0.057	0.0002	1.97E-05	0.0313	0.9807	0.8902	4.55E-05	0.9178
Modal	32	0.054	0.0006	0.0002	0.006	0.9813	0.8904	0.0001	0.9179
Modal	33	0.05	0.0003	0.0023	0.0039	0.9816	0.8927	0.0002	0.9182
Modal	34	0.05	2.75E-05	2.36E-05	0.0001	0.9816	0.8927	0.0001	0.9183
Modal	35	0.049	0.0011	2.37E-05	0.0008	0.9828	0.8927	0.0002	0.9184
Modal	36	0.048	2.42E-05	0.0007	2.20E-06	0.9828	0.8934	0.0002	0.9186
Modal	37	0.047	1.02E-06	0.0004	0.0002	0.9828	0.8939	0.0002	0.9189
Modal	38	0.046	0.0001	0.0003	0.0004	0.9829	0.8942	3.75E-05	0.9189
Modal	39	0.043	0.0001	0.0007	3.74E-05	0.983	0.8949	0.0052	0.9241
Modal	40	0.042	0.0017	3.97E-06	0.0006	0.9848	0.8949	0.0012	0.9252
Modal	41	0.042	0.0001	9.50E-06	1.73E-06	0.9848	0.8949	0.0006	0.9259
Modal	42	0.039	0.0009	4.32E-06	0.0005	0.9857	0.8949	0.0008	0.9267
Modal	43	0.037	0.0003	0.0011	0.0002	0.986	0.896	0.0004	0.927
Modal	44	0.037	0.0006	0.0006	0.0001	0.9866	0.8966	0.0012	0.9282
Modal	45	0.036	3.11E-05	0.0008	2.46E-05	0.9866	0.8974	0.0015	0.9297
Modal	46	0.035	0.0001	0.0001	0.0001	0.9867	0.8975	0.0001	0.9298
Modal	47	0.033	0.0006	0.0008	4.17E-06	0.9872	0.8982	0.0015	0.9313
Modal	48	0.032	0.0004	1.34E-05	4.08E-06	0.9876	0.8983	0.0003	0.9316
Modal	49	0.03	0.0036	0.0131	0.0017	0.9912	0.9114	0.0002	0.9318
Modal	50	0.03	0.0013	0.0002	2.42E-05	0.9925	0.9116	0.0005	0.9323
Modal	51	0.029	8.54E-06	1.35E-06	0.0844	0.9925	0.9116	0.0001	0.9324
Modal	52	0.029	2.20E-05	0.0004	0.1828	0.9926	0.912	0.0002	0.9326
Modal	53	0.028	0.0004	0.0071	0.0017	0.993	0.9191	0.0068	0.9394
Modal	54	0.028	0.0001	9.62E-06	0.0002	0.993	0.9191	0.0002	0.9396
Modal	55	0.027	0.0001	0.0007	0.0001	0.9931	0.9198	0.0009	0.9405
Modal	56	0.027	0.0008	0.0352	1.67E-05	0.9939	0.9551	0.0196	0.9601
Modal	57	0.026	1.78E-06	1.06E-06	0.0535	0.9939	0.9551	8.84E-06	0.9601
Modal	58	0.026	5.89E-06	7.58E-06	0.0001	0.9939	0.9551	4.47E-05	0.9602
Modal	59	0.025	0.0003	0.0077	4.17E-05	0.9942	0.9627	0.0036	0.9637
Modal	60	0.025	0.0001	4.03E-05	0.0001	0.9943	0.9628	0.0004	0.9641
Modal	61	0.025	0	0	0.0006	0.9943	0.9628	1.54E-06	0.9641
Modal	62	0.024	1.11E-06	0.0003	0.0001	0.9943	0.9631	0.0001	0.9642
Modal	63	0.023	5.90E-07	9.00E-07	0.0002	0.9943	0.9631	9.19E-06	0.9642
Modal	64	0.022	0	6.41E-06	0.0269	0.9943	0.9631	5.12E-06	0.9642
Modal	65	0.022	4.63E-06	4.73E-05	0.0016	0.9943	0.9631	8.28E-06	0.9642
Modal	66	0.022	1.71E-06	2.39E-06	0.001	0.9943	0.9631	4.57E-06	0.9642
Modal	67	0.022	1.42E-06	5.82E-06	0.0017	0.9944	0.9631	3.62E-06	0.9642
Modal	68	0.021	7.47E-07	1.36E-06	0.1027	0.9944	0.9631	2.70E-06	0.9642
Modal	69	0.021	5.20E-06	2.33E-06	0.0007	0.9944	0.9631	3.06E-05	0.9642
Modal	70	0.02	0	7.59E-07	0.0031	0.9944	0.9631	0	0.9642



Modal	71	0.02	0	0	0.0016	0.9944	0.9631	0	0.9642
Modal	72	0.02	0	7.30E-07	0.0006	0.9944	0.9631	0	0.9642
Modal	73	0.02	8.57E-06	0	3.00E-06	0.9944	0.9631	0	0.9642
Modal	74	0.02	0	0	0.0113	0.9944	0.9631	0	0.9642
Modal	75	0.019	4.95E-06	1.36E-05	0.0082	0.9944	0.9631	3.65E-06	0.9642
Modal	76	0.018	3.54E-06	1.37E-06	0.0151	0.9944	0.9631	5.65E-07	0.9642
Modal	77	0.018	0.0007	0.0026	0.0017	0.9951	0.9658	0.0001	0.9643
Modal	78	0.018	0.0015	0.0037	0.0022	0.9965	0.9695	0.0001	0.9644
Modal	79	0.018	0.0002	0.0001	0.0013	0.9967	0.9696	9.05E-07	0.9644
Modal	80	0.017	0.0001	3.48E-05	0.0012	0.9968	0.9696	2.48E-05	0.9644
Modal	81	0.017	8.33E-06	2.26E-06	0.0014	0.9968	0.9696	7.33E-06	0.9644
Modal	82	0.017	0.0004	0.0058	0	0.9972	0.9754	0.0186	0.983
Modal	83	0.016	1.81E-06	0.0001	0.0761	0.9972	0.9755	0.0001	0.9831
Modal	84	0.016	0	0.0001	0.0711	0.9972	0.9756	0.0001	0.9833
Modal	85	0.016	1.32E-06	7.23E-06	0.0004	0.9972	0.9756	1.13E-05	0.9833
Modal	86	0.016	0	0	0.0001	0.9972	0.9756	0	0.9833
Modal	87	0.016	0	5.11E-06	0.0282	0.9972	0.9756	4.60E-06	0.9833
Modal	88	0.016	1.34E-06	1.88E-06	0.0002	0.9972	0.9756	1.48E-05	0.9833
Modal	89	0.015	0	0.0001	6.91E-06	0.9972	0.9757	0.0002	0.9836
Modal	90	0.015	0	1.14E-06	0	0.9972	0.9757	0	0.9836
Modal	91	0.015	0	1.36E-06	0.0002	0.9972	0.9757	4.90E-06	0.9836
Modal	92	0.014	0	2.04E-06	1.55E-05	0.9972	0.9757	0	0.9836
Modal	93	0.014	0	2.27E-06	0.0121	0.9972	0.9757	0	0.9836
Modal	94	0.014	0	4.26E-06	2.94E-05	0.9972	0.9757	3.68E-06	0.9836
Modal	95	0.013	0	0	0.0001	0.9972	0.9757	0	0.9836
Modal	96	0.013	0	0	0.0038	0.9972	0.9757	0	0.9836
Modal	97	0.013	0	5.35E-07	0.0178	0.9972	0.9757	1.63E-06	0.9836
Modal	98	0.013	5.09E-07	7.51E-07	1.84E-05	0.9972	0.9757	0	0.9836
Modal	99	0.013	8.99E-06	4.45E-06	0.0107	0.9972	0.9757	6.98E-06	0.9836
Modal	100	0.013	0.0009	0.0013	0.0002	0.9981	0.977	0.0001	0.9837
Modal	101	0.012	0	0	0.0022	0.9981	0.977	0	0.9837
Modal	102	0.012	0	2.57E-06	0.0033	0.9981	0.977	1.13E-06	0.9837
Modal	103	0.012	0	0	3.04E-05	0.9981	0.977	0	0.9837
Modal	104	0.011	5.95E-07	6.47E-06	0.0001	0.9981	0.977	0	0.9837
Modal	105	0.011	0.0003	0.0089	6.55E-06	0.9984	0.9859	0.0045	0.9882
Modal	106	0.011	1.98E-06	3.04E-06	0.0005	0.9984	0.9859	7.59E-06	0.9882
Modal	107	0.011	0	5.68E-06	0.0038	0.9984	0.9859	0	0.9882
Modal	108	0.011	0	0	0.0027	0.9984	0.9859	2.55E-06	0.9882
Modal	109	0.011	0.0001	0.0002	0	0.9985	0.9861	0.0017	0.9899
Modal	110	0.011	0	0	0.0001	0.9985	0.9861	7.88E-07	0.9899



Modal	111	0.011	0	6.01E-07	0.0088	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	112	0.011	0	0	0.0073	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	113	0.01	0	0	3.00E-06	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	114	0.01	0	0	1.06E-05	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	115	0.01	0	0	0.0009	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	116	0.01	1.11E-06	0	0.0001	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	117	0.01	0	3.37E-06	1.99E-06	0.9985	0.9861	5.81E-06	0.9899
Modal	118	0.009	0	0	7.83E-06	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	119	0.009	0	0	3.95E-05	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	120	0.009	0	0	3.96E-05	0.9985	0.9861	7.64E-07	0.9899
Modal	121	0.009	0	0	0	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	122	0.009	0	0	5.51E-07	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	123	0.009	0	0	0.0004	0.9985	0.9861	0	0.9899
Modal	124	0.009	0	1.22E-06	0.0001	0.9985	0.9861	1.21E-06	0.9899
Modal	125	0.009	3.26E-06	0	0	0.9985	0.9861	1.40E-05	0.9899
Modal	126	0.009	0.0004	0	5.67E-07	0.9989	0.9861	0.0014	0.9914
Modal	127	0.009	8.45E-07	0	2.94E-05	0.9989	0.9861	2.32E-06	0.9914
Modal	128	0.009	0	0	3.45E-05	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	129	0.009	0	0	0.0153	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	130	0.009	0	0	0.0008	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	131	0.009	0	0	0.0013	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	132	0.009	0	0	0.0019	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	133	0.008	0	0	4.01E-05	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	134	0.008	0	1.27E-06	0.0018	0.9989	0.9861	6.16E-07	0.9914
Modal	135	0.008	0	2.56E-06	0.0001	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	136	0.008	0	1.21E-06	0.0001	0.9989	0.9861	1.45E-06	0.9914
Modal	137	0.008	0	6.70E-06	4.37E-05	0.9989	0.9861	1.39E-06	0.9914
Modal	138	0.008	0	0	0.0001	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	139	0.008	0	5.12E-07	4.11E-05	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	140	0.008	0	0	1.73E-06	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	141	0.008	0	0	1.24E-05	0.9989	0.9861	5.88E-07	0.9914
Modal	142	0.008	0	0	1.79E-06	0.9989	0.9861	0	0.9914
Modal	143	0.008	4.26E-06	0.0001	1.11E-05	0.9989	0.9862	0.0001	0.9915
Modal	144	0.008	0	8.37E-07	0.001	0.9989	0.9862	0	0.9915
Modal	145	0.008	0	0	0.0002	0.9989	0.9862	0	0.9915
Modal	146	0.008	0	0	0.0012	0.9989	0.9862	0	0.9915
Modal	147	0.008	0	0	2.07E-05	0.9989	0.9862	0	0.9915
Modal	148	0.008	0	0	3.79E-06	0.9989	0.9862	0	0.9915
Modal	149	0.008	0	0	0	0.9989	0.9862	0	0.9915
Modal	150	0.008	0	1.03E-06	0	0.9989	0.9862	0	0.9915



Comportamiento modal de la estructura
Participación de masa >90%

Se puede observar en los resultados anteriores que los dos primeros modos de vibración son traslacionales, lo cual es muy importante en el diseño de la estructura ya que se puede concluir que no existe el problema de torsión en planta.

6.4.4. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS.

Se utilizó el programa ETABS 2019 para el cálculo de fuerzas internas en la estructura con sus diferentes estados de carga, determinando una envolvente para cada elemento estructural como vigas, viguetas, columnas, diafragmas y losas, con lo cual se diseñaron las secciones finales de la estructura.

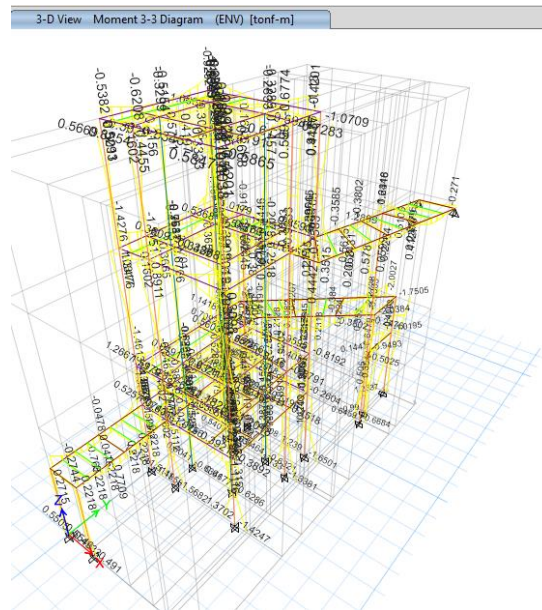


Figura 20. Envolvente de momentos de la estructura

6.4.4.1. VIGAS

Con el objetivo de tener un diseño óptimo en cuanto al costo económico de la estructura, se definieron varios tipos de vigas según sus solicitaciones.



VIGAS

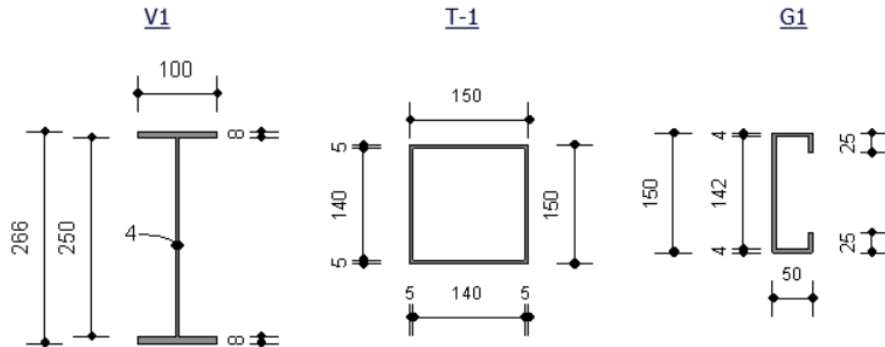


Figura 21. Secciones de viga

Ejemplo de diseño de una viga:

Se determina la máxima sollicitación en el elemento en base a las combinaciones de carga antes mencionadas, esto se lo realiza con la ayuda del programa ETABS 2019.

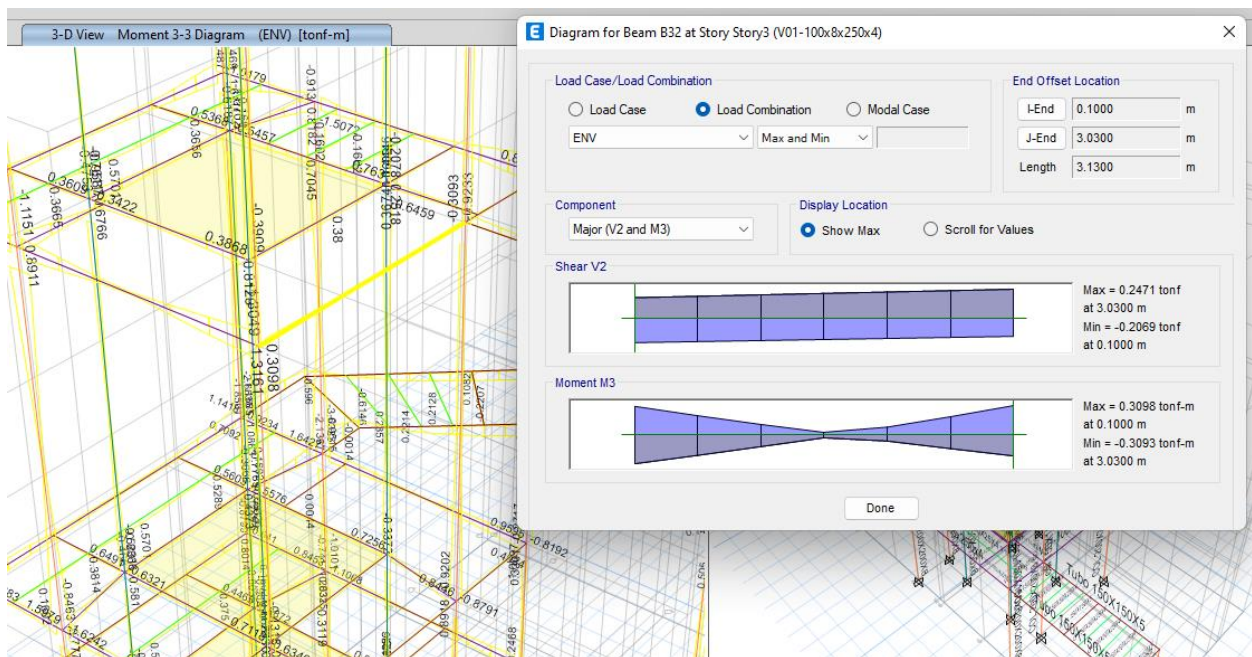


Figura 22. Envoltura de momento y corte de la viga



ETABS Steel Frame Design

AISC 360-10 Steel Section Check (Strength Summary)

Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Element Type	Section	Classification
Story3	B32	62	3.03	5N... 1.2D+EY+0.20S	Ordinary Moment Frame	V01-100x8x250x4	Seismic MD

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
3.13000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_u$	τ_b	EA factor	EI factor
0.005	0.014	1	0.8	0.8

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?	SDC	I	Rho	S_{DS}	R	Ω_0	C_d
No	No	Yes	D	1	1	1	6	3	5.5

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TY}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-20}	Φ_{VT}
0.9	0.9	0.9	0.75	0.9	1	1

Section Properties

A (m ²)	J (m ⁴)	I _{zz} (m ⁴)	I _{yy} (m ⁴)	A _{v2} (m ²)	A _{v1} (m ²)
0.0026	3.964E-08	0.000032	0.000001	0.0016	0.0011

Design Properties

S _{zz} (m ³)	S _{yy} (m ³)	Z _{zz} (m ³)	Z _{yy} (m ³)	r _{zz} (m)	r _{yy} (m)	C _w (m ⁶)
0.000239	0.000027	0.000269	0.000041	0.11067	0.02266	0

Material Properties

E (tonf/m ²)	f _y (tonf/m ²)	R _y	C _{br}	α
20430000	35200	1	1.139	NA

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P _u (tonf)	M _{zz} (tonf-m)	M _{yy} (tonf-m)	V _{z2} (tonf)	V _{z1} (tonf)	T _u (tonf-m)
3.03	-0.4478	-0.3093	0.1056	0.2471	-0.0545	-9.092E-06



Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K ₁	K ₂	B ₁	B ₂	C _m
Major Bending	0.936	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.936	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L _{1b}	K _{1b}	C _b
0.936	1	2.167

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{rx} / M_{cx}) + (M_{ry} / M_{cy})$
0.127	0.009 + 0.036 + 0.081

Axial Force and Capacities

P _r Force (tonf)	φP _n Capacity (tonf)	φP _n Capacity (tonf)
0.4478	24.7427	82.368

Moments and Capacities

	M _u Moment (tonf-m)	φM _n (tonf-m)	φM _n No LTB (tonf-m)	φM _n Cb=1 (tonf-m)
Major Bending	0.3093	8.5188	8.5188	4.5962
Minor Bending	0.1056	1.2989		

Shear Design

	V _u Force (tonf)	φV _n Capacity (tonf)	Stress Ratio
Major Shear	0.2471	19.1751	0.013
Minor Shear	0.0545	30.4128	0.002

End Reaction Major Shear Forces

Left End Reaction (tonf)	Load Combo	Right End Reaction (tonf)	Load Combo
-0.5923	5N... 1.2D+Ex+0.20S	0.6292	5N... 1.2D+Ex+0.20S

Figura 23. Momento de diseño de la viga

Capacidad de la Sección $\phi M_n \geq M_u$: $8.5188 \geq 0.3093$ ok



6.4.4.2. COLUMNAS RELLENAS

De igual manera que en el diseño de vigas, se determina una envolvente de cada fuerza interna presente en el elemento, con lo cual se procede a realizar el diseño final.

Se usó el programa ETABS 2019 para determinar la capacidad última de las columnas y chequear que sean idóneas para resistir las solicitaciones.

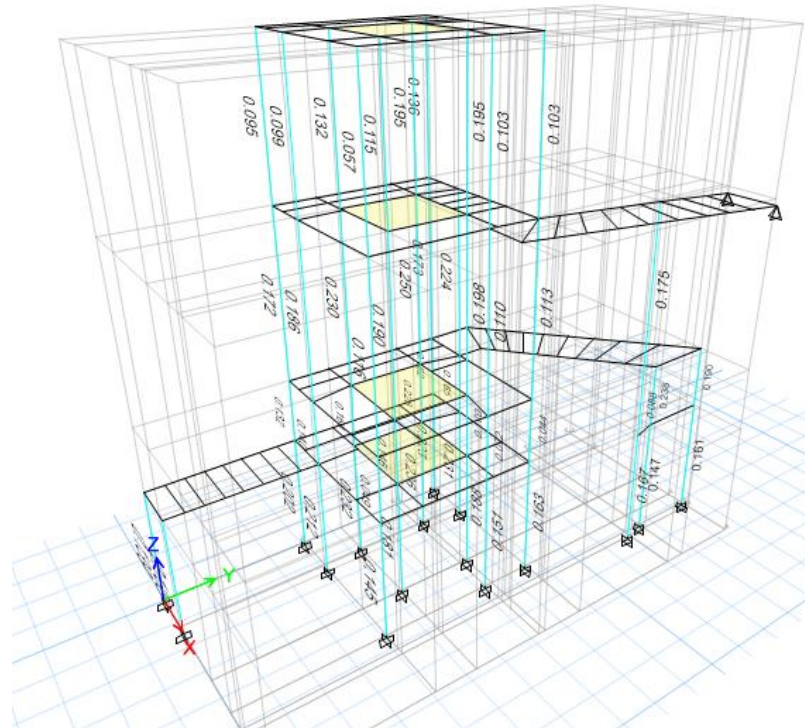
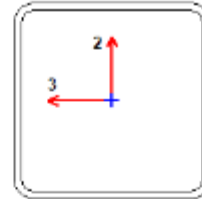


Figura 25. Capacidad de las secciones



ETABS Composite Column Design

AISC 360-10 Composite Steel Section Check (Strength Summary)



Element Details

Level	Element	Unique Name	Location (m)	Combo	Section	Classification
Story3	C2	6	0	5N... 1.2D+Ex+0.20S	COL 200X200X8	Compact

LLRF and Demand/Capacity Ratio

L (m)	LLRF	Stress Ratio Limit
4.78000	1	0.95

Analysis and Design Parameters

Provision	Analysis	2nd Order	Reduction
LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Stiffness Reduction Factors

$\alpha P_r / P_y$	$\alpha P_r / P_u$
0.024	0.014

Seismic Parameters

Ignore Seismic Code?	Ignore Special EQ Load?	Plug Welded?
No	No	Yes

Design Code Parameters

Φ_b	Φ_c	Φ_{TV}	Φ_{TF}	Φ_V	Φ_{V-2}	Φ_{VT}
0.9	0.75	0.9	0.75	0.9	1	1

Design Properties of Steel Section

A (m ²)	J (m ⁴)	I _{zz} (m ⁴)	I _{zz} (m ⁴)	A _{v2} (m ²)	A _{v2} (m ²)
0.0059	0.000057	0.000036	0.000036	0.003	0.0031

Material Properties

E _s (tonf/m ²)	f _c (tonf/m ²)	F _y (tonf/m ²)
20430000	2100	35200



Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_u / 2P_c) + (M_{u22} / M_{c22}) + (M_{u33} / M_{c33})$
0.113 =	$0.016 + 0.07 + 0.027$

Stress Check forces and Moments

Location (m)	P_u (tonf)	M_{u22} (tonf-m)	M_{u33} (tonf-m)	V_{u2} (tonf)	V_{u3} (tonf)	T_u (tonf-m)
0	-4.9169	0.9959	-0.3869	-0.3274	-0.1766	0

Axial Force & Biaxial Moment Design Factors (H1-1b)

	L Factor	K_1	K_2	B_1	B_2	C_m
Major Bending	0.944	1	1	1	1	1
Minor Bending	0.944	1	1	1	1	1

Parameters for Lateral Torsion Buckling

L_{tb}	K_{tb}	C_b
0.944	0	2.571

Axial Force and Capacities

P_u Force (tonf)	ϕP_n Capacity (tonf)	ϕP_n Capacity (tonf)
4.9169	154.4096	187.2631

Moments and Capacities

	M_u Moment (tonf-m)	ϕM_n Capacity (tonf-m)	ϕM_n (No LTB) (tonf-m)
Major Bending	0.9959	14.2527	14.2527
Minor Bending	0.3869	14.2527	

Torsion Moment and Capacities

T_u Moment (tonf-m)	T_n Capacity (tonf-m)	ϕT_n Capacity (tonf-m)
0	12.4153	11.1738

Shear Design

	V_u Force (tonf)	ϕV_n Capacity (tonf)
Major Shear	0.3274	53.5265
Minor Shear	0.1766	53.5265

Figura 26. Momento de diseño de columna

Momento último resistente $\phi M_n = 14.25T\text{-m}$

$\phi M_n \geq M_u = 14.25 \geq 0.9959 T\text{-m}$. O.K

Se asume un correcto dimensionamiento de columnas en base a los cálculos antes mencionados; cabe recalcar que los valores de radio, Demanda / Capacidad son inferiores a 1, estos resultados se los determinó en el programa ETABS 2019 el mismo que lo realiza con la siguiente ecuación:

$$\frac{D}{C} = \frac{Pr}{2P_c} + \left(\frac{Mr_x}{M_{cx}} \right) + \left(\frac{Mr_y}{M_{cy}} \right) \leq 1 \quad O.K$$



7. CIMENTACIÓN

El diseño de la cimentación se lo realizó en el software SAFE 2020 posterior a la exportación de las cargas desde ETABS 2019.

La carga admisible de suelo según el estudio de suelos es de 16.50 t/m²

Ejemplo de diseño de losa de cimentación

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a concrete material. The 'General Data' section includes: Material Name: 'Hormigón 240kg/cm2', Material Type: 'Concrete', Directional Symmetry Type: 'Isotropic', and Material Display Color: a cyan color. The 'Material Weight and Mass' section has 'Specify Weight Density' selected, with 'Weight per Unit Volume' at 2.4028 tonf/m³ and 'Mass per Unit Volume' at 0.245014 tonf-s²/m⁴. The 'Mechanical Property Data' section includes: Modulus of Elasticity, E: 2091411.01 tonf/m²; Poisson's Ratio, U: 0.2; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C; and Shear Modulus, G: 871421.25 tonf/m². There are buttons for 'Modify/Show Material Property Design Data...', 'Time Dependent Properties...', and 'Modulus of Rupture for Cracked Deflections'.

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a rebar material. The 'General Data' section includes: Material Name: 'varilla fy=4200kg/cm2', Material Type: 'Rebar', Directional Symmetry Type: 'Uniaxial', and Material Display Color: a cyan color. The 'Material Weight and Mass' section has 'Specify Mass Density' selected, with 'Weight per Unit Volume' at 7.849 tonf/m³ and 'Mass per Unit Volume' at 0.80038 tonf-s²/m⁴. The 'Mechanical Property Data' section includes: Modulus of Elasticity, E: 20389019.16 tonf/m²; and Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C. There is a button for 'Modify/Show Material Property Design Data...'.

Figura 27. Definición de materiales



Espesor para elementos de cimentación

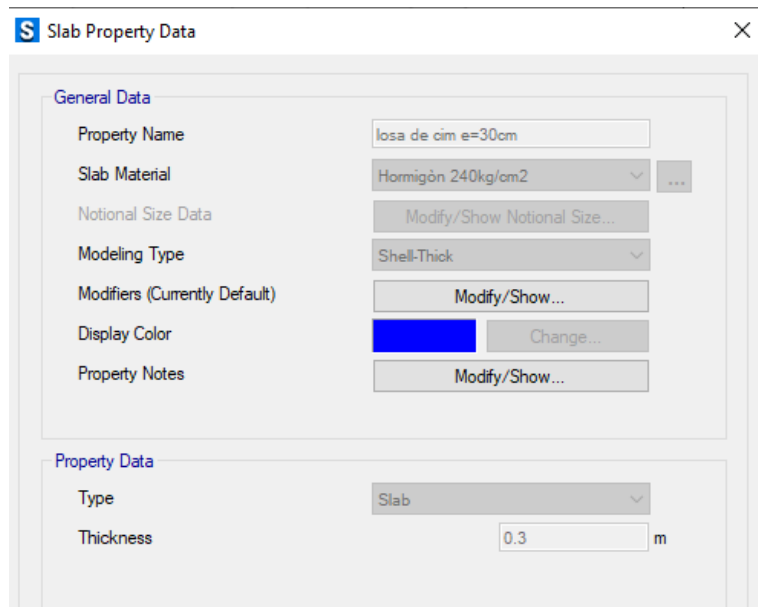


Figura 28. Definición espesor de elementos de cimentación



Parámetros de suelo

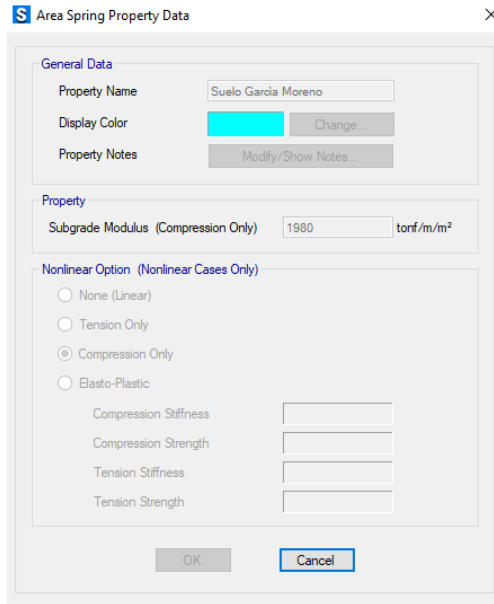


Figura 29. Definición parámetros de suelo

Cargas en elementos de cimentación

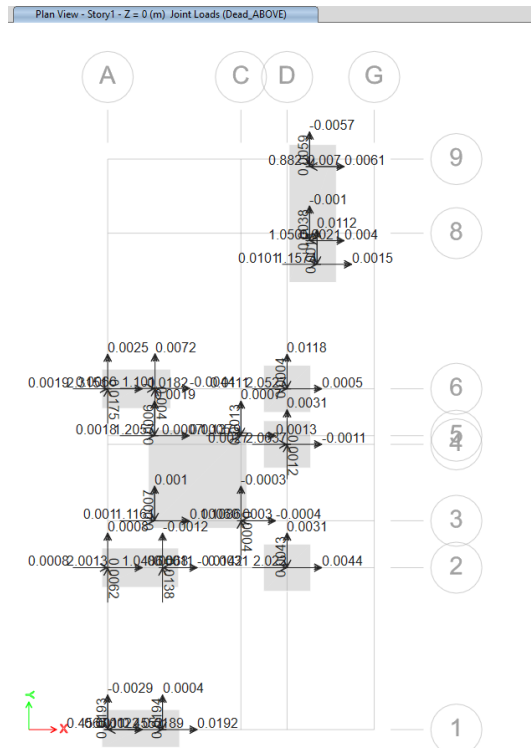


Figura 30. Cargas exportadas desde ETABS



Esfuerzos en losa de cimentación

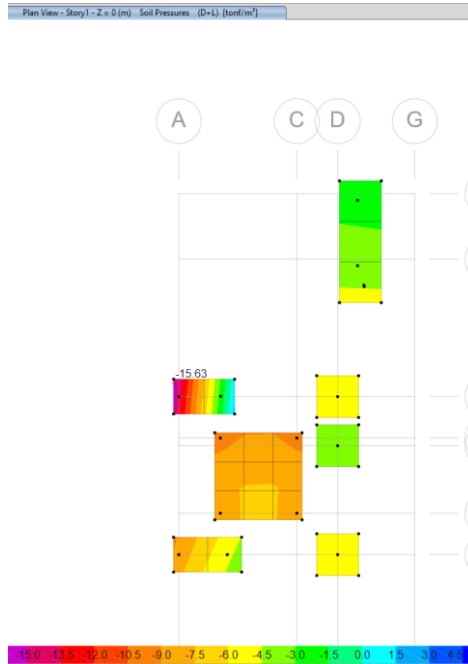


Figura 31. Esfuerzos producidos por combinación D+L

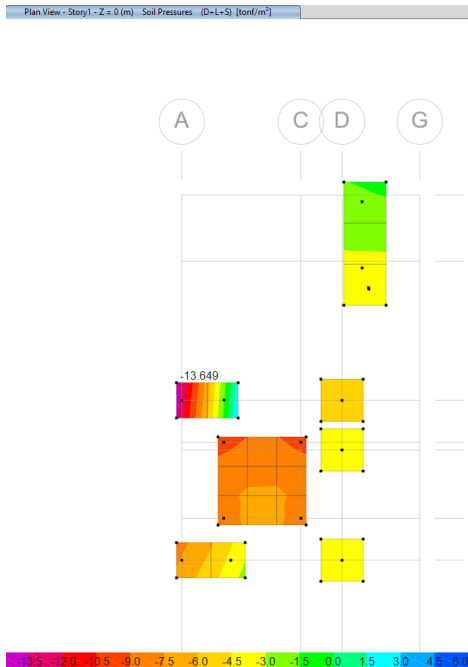


Figura 32. Esfuerzos producidos por combinación D+L+S

Se puede evidenciar que el esfuerzo producido en la losa de cimentación es inferior al soportado por el suelo, por lo tanto, se da por aprobado el diseño.



VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO

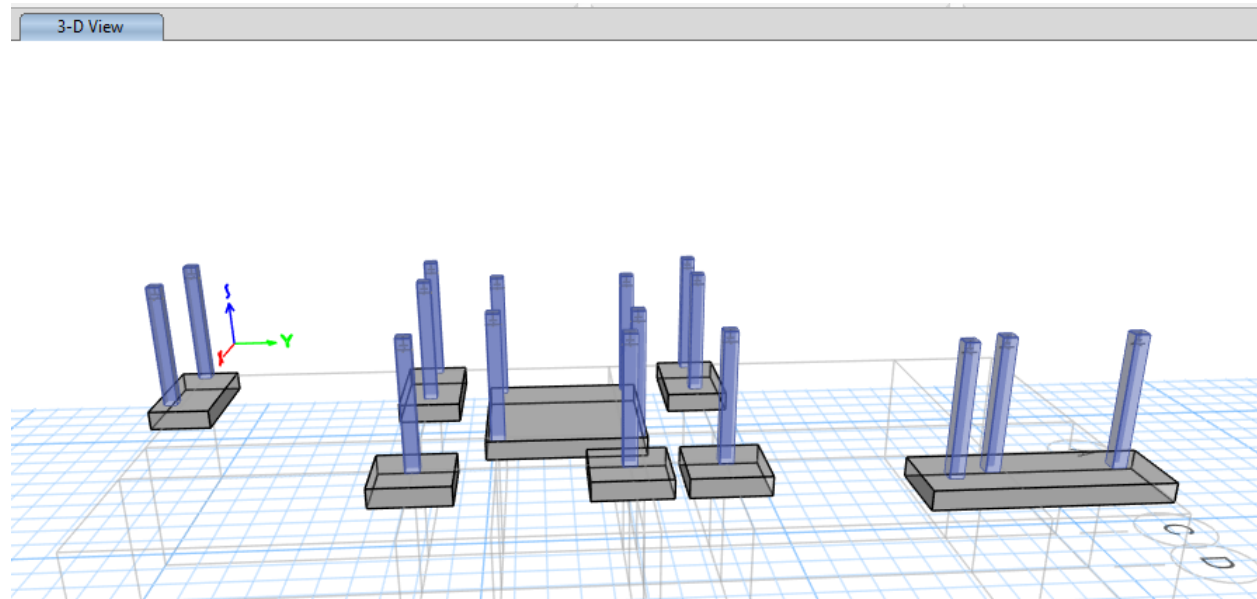


Figura 33. Planta de verificación de punzonamiento

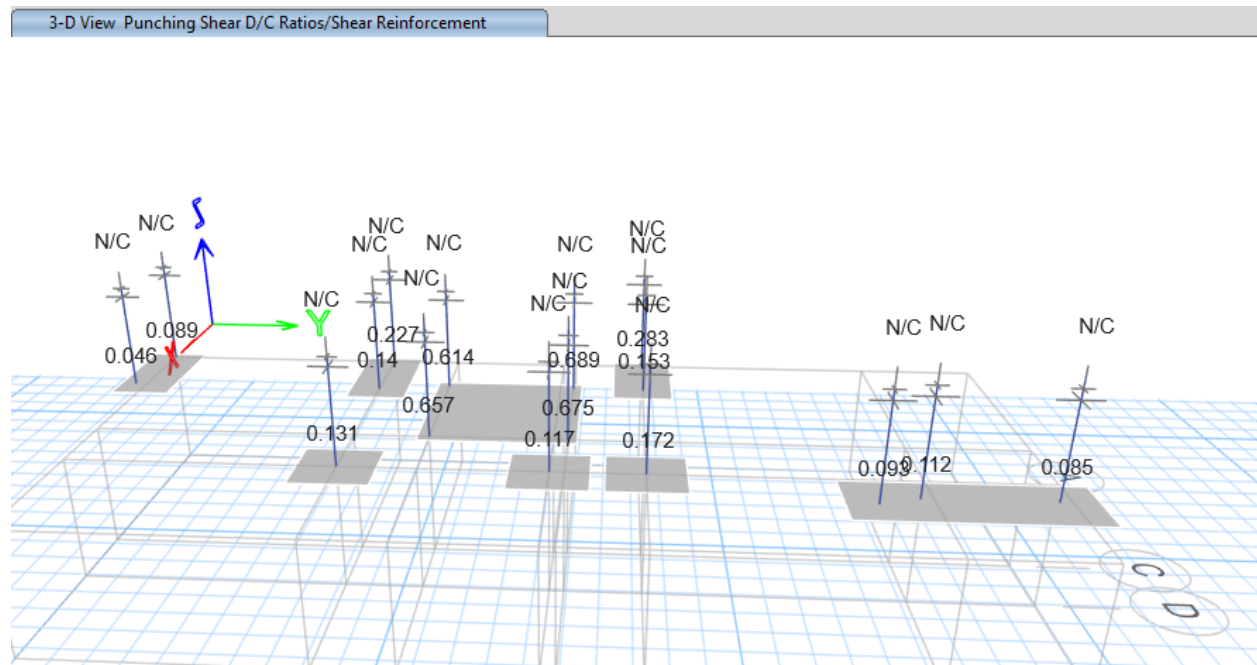


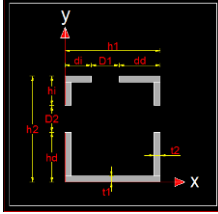
Figura 34. Verificación de punzonamiento

Como se puede verificar, los valores de punzonamiento en la cimentación son inferiores a 1, por lo cual, la cimentación cumple con las condiciones.



CÁLCULO DE PLACAS

• CÁLCULO PB-1



Datos		
h1	20	cm
h2	20	cm
t1	0.8	cm
t2	0.8	cm

P _u =	28.97	T
M _u =	4.86	T-m

2.1.3 CONSIDERANDO CARGAS AXIALES Y MOMENTO FLECTOR CON DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR DE ESFUERZOS

PASO 1. Determinar las dimensiones N y B de la placa base, para realizar la 1ra iteración.

Para secciones I

$$N = d + (2)(3in)$$

$$B = bf + (2)(3in)$$

Para secciones HSS

$$N = h + (2)(3in)$$

$$B = bf + (2)(3in)$$

f _c =	240	kg/cm ²
f _{y placa} =	2500	kg/cm ²
m=	0.075	m
m'=	0.075	m
n=	0.075	m
n'=	0.075	m

N=	0.35	m
B=	0.35	m

dis. Entre el borde de la placa y la columna, en la dirección de la long. De la placa (N)
dis. Entre atiesadores.

lo mismo que m y m' pero en la dirección del ancho de la placa (B)

lo mismo que m y m' pero en la dirección del ancho de la placa (B)

Longitud de la placa base
Ancho de la placa base

PASO 2. Determinar la excentricidad.

$$e = 0.168 \quad m \quad 0.2032$$

19.05

PASO 3. Determinar la excentricidad crítica.

$$e_{kern} = 0.058 \quad m \quad 0.0592$$

***NOTA: EXISTEN TENSIÓN ENTRE LA PLACA Y LA CIMENTACIÓN
e > e_{kern}**

PASO 4. Calcular la base de presiones.

Debido a la compresión axial:

$$f_{p(ax)} = \frac{P_u}{B \times N} \quad f_{p(ax)} = 236.49 \quad T/m^2$$

Debido a la aplicación de momento:

$$S_{pl} = \frac{B \times N^2}{6} \quad S_{pl} = 0.007 \quad m^3$$

$$f_{p(b)} = \frac{M_u}{S_{pl}} \quad f_{p(b)} = 680.12 \quad T/m^2$$

Debido a la combinación de fuerzas:

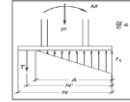
$$f_{p(avall)} = \phi_c \times 0.85 \times f'_c \quad f_{p(avall)} = 1326 \quad T/m^2$$

$$f_{p(max)} = (f_{p(ax)} + f_{p(b)}) \leq f_{p(avall)} \quad f_{p(max)} = 916.61 \quad T/m^2$$

$$f_{p(min)} = (f_{p(ax)} - f_{p(b)}) \quad f_{p(min)} = -443.63 \quad T/m^2$$

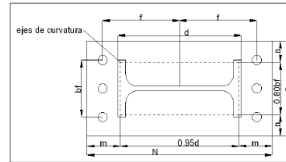
OK

Figura 2.8 Columna con distribución triangular de esfuerzos cuando e > e_{kern}



Fuente: Base Plate and Anchor Rod Design – Second Edition – Norma AISI

Figura 2.2 Longitudes críticas de la placa base



Fuente: Base Plate and Anchor Rod Design – Second Edition – Norma AISI

Donde:

N = Longitud de la placa base, [cm]

m, m' = Dimensión del volado de la placa base paralela a la longitud de la placa base y a la aplicación del momento. La longitud "m" es la distancia entre el borde de la placa y la columna, y "m'" es la distancia entre los atiesadores, se debe hacer el cálculo para las dos dimensiones y de esta manera saber que distancia produce el mayor momento en la placa base, [cm]

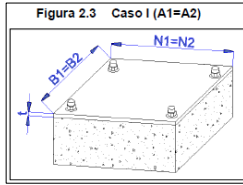


O.K

PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO PARA SECCIONES I y SECCIONES HSS ; e > e_{crit}

PASO 4. Calcular la resistencia del hormigón.

CASO I (A1=A2)



$$\phi_c P_p = \phi_c 0.85 f_c A_1$$

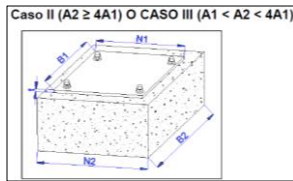
A1 = 0.1225 m²

$\phi_c P_p =$	162.4	Ton
$f_{pu} =$	1326.0	Ton/m ²

OK

$$M_{pl} = \left(f_{p(max)} - 2 f_{pb} \frac{m}{N} \right) \left(\frac{m^2}{2} \right) + 2 f_{pb} \left(\frac{m}{N} \right) \left(\frac{m^2}{3} \right)$$

CASO II (A2 ≥ 4A1) o CASO III (A1 < A2 < 4A1)



$$\phi_c P_p = \phi_c 0.85 f_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

N2 =	0.35	m
B2 =	0.35	m
A2 =	0.1225	m ²

$\phi_c P_p =$	162.4	Ton
$f_{pu} =$	1326.0	Ton/m ²

OK

$$T + P = \frac{f_p AB}{2}$$

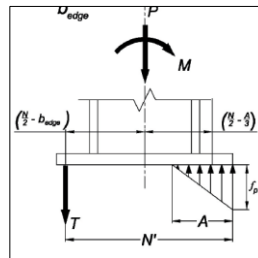
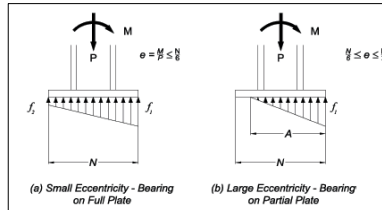
$$PA' + M = \frac{f_p AB}{2} \left(N' - \frac{A}{3} \right)$$

PASO 5. Calcular la longitud de cortante.

$$A = \frac{3N' \pm \sqrt{(3N')^2 - 24(P_u \times A' + M_u) / f_{pu} \times B}}{2}$$

A': Distancia entre la varilla de anclaje y el centro de la columna.

N': Distancia entre el centro del perno en tensión y la presión máxima de la distribución de presiones.



CASO:	CASO I	
$f_{pu} =$	1326.00	Ton/m ²
A' =	0.1	m
N' =	0.28	m
A =	0.68	m
A =	0.15	m
A =	0.15	m

PASO 6. Determinar la fuerza resultante de tensión del perno.

$$T_u = \frac{f_{pu} \times A \times B}{2} - P_u$$

$T_u = 5.4122 \text{ Ton}$

PASO 7. Determinar el esfuerzo de flexión.

$$f_{p(m)} = f_{pu} \frac{A - m}{A}$$

$f_{p(m)} = 654.80 \text{ Ton/m}^2$

$f_{p(m)} = 654.80 \text{ Ton/m}^2$

$f_{p(m)} = 654.79882 \text{ Ton/m}^2$

PASO 8. Calcular los momentos críticos de la placa base.

$$M_{upl} = f_{p(m)} \times \frac{m^2}{2} + \frac{(f_{pu} - f_{p(m)}) \times m^2}{3}$$

$M_{upl} =$	3.10	Ton-m
$M_{upl} =$	3.10	Ton-m

$M_{upl} =$	3.10	Ton-m/m
-------------	------	---------

PASO 9. Calcular el espesor requerido para la placa base.

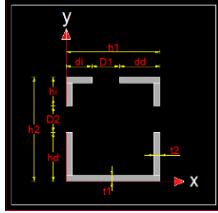
$$t_{req} = \sqrt{\frac{4 \times M_{upl}}{\phi_b \times F_y}}$$

$t_{req} = 23.48 \text{ mm}$



Se adopta un espesor de 25 mm

● **PB-2**



Datos		
h1	13	cm
h2	13	cm
t1	0.6	cm
t2	0.6	cm

$P_U =$	6.19	T
$M_U =$	0.85	T-m

2.1.3 CONSIDERANDO CARGAS AXIALES Y MOMENTO FLECTOR CON DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR DE ESFUERZOS

PASO 1. Determinar las dimensiones N y B de la placa base, para realizar la 1ra iteración.

Para secciones I

$$N = d + (2)(3in)$$

$$B = bf + (2)(3in)$$

Para secciones HSS

$$N = h + (2)(3in)$$

$$B = bf + (2)(3in)$$

m=	0.075	m
m'=	0.075	m
n=	0.075	m
n'=	0.075	m

N=	0.30	m
B=	0.30	m

dis. Entre el borde de la placa y la columna, en la dirección de la long. De la placa (N)
dis. Entre atiesadores.
lo mismo que m y m' pero en la dirección del ancho de la placa (B)
lo mismo que m y m' pero en la dirección del ancho de la placa (B)

Longitud de la placa base
Ancho de la placa base

PASO 2. Determinar la excentricidad.

$$e = 0.137 \quad m \quad 0.2032$$

19.05

PASO 3. Determinar la excentricidad crítica.

$$e_{kern} = 0.050 \quad m \quad 0.0592$$

***NOTA: EXISTEN TENSION ENTRE LA PLACA Y LA CIMENTACIÓN**
 $e > e_{kern}$

PASO 4. Calcular la base de presiones.

Debido a la compresión axial:

$$f_{p(a)} = \frac{P_U}{B \times N} \quad f_{p(a)} = 68.78 \quad T/m^2$$

Debido a la aplicación de momento:

$$S_{pl} = \frac{B \times N^2}{6} \quad S_{pl} = 0.005 \quad m^3$$

$$f_{p(b)} = \frac{M_U}{S_{pl}} \quad f_{p(b)} = 188.89 \quad T/m^2$$

Debido a la combinación de fuerzas:

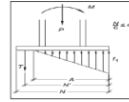
$$f_{p(avall)} = \phi_c \times 0.85 \times f_c \quad f_{p(avall)} = 1326 \quad T/m^2$$

$$f_{p(máx)} = (f_{p(a)} + f_{p(b)}) \leq f_{p(avall)} \quad f_{p(máx)} = 257.67 \quad T/m^2$$

$$f_{p(mín)} = (f_{p(a)} - f_{p(b)}) \quad f_{p(mín)} = -120.11 \quad T/m^2$$

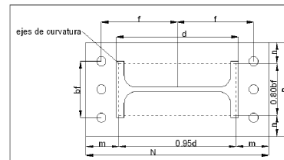
OK

Figura 2.8 Columna con distribución triangular de esfuerzos cuando $e > e_{kern}$



Fuente: Base Plate and Anchor Rod Design – Second Edition – Norma AISI

Figura 2.2 Longitudes críticas de la placa base



Fuente: Base Plate and Anchor Rod Design – Second Edition – Norma AISI

Donde:

N = Longitud de la placa base, [cm]

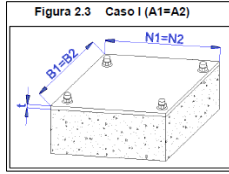
m, m' = Dimensión del volado de la placa base paralela a la longitud de la placa base y a la aplicación del momento. La longitud "m" es la distancia entre el borde de la placa y la columna, y "m'" es la distancia entre los atiesadores, se debe hacer el cálculo para las dos dimensiones y de esta manera saber que distancia produce el mayor momento en la placa base, [cm]



PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO PARA SECCIONES I y SECCIONES HSS ; e > e_{crit}

PASO 4. Calcular la resistencia del hormigón.

CASO I (A1=A2)



$$\phi_c P_p = \phi_c 0.85 f_c A_1$$

$$A_1 = 0.09 \text{ m}^2$$

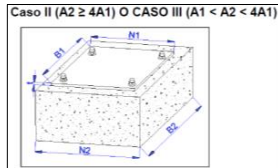
$$\phi_c P_p = 119.3 \text{ Ton}$$

$$f_{pu} = 1326.0 \text{ Ton/m}^2$$

OK

$$M_{pl} = \left(f_{p(max)} - 2 f_{pb} \frac{m}{N} \right) \left(\frac{m^2}{2} \right) + 2 f_{pb} \left(\dots \right)$$

CASO II (A2 >= 4A1) o CASO III (A1 < A2 < 4A1)



$$\phi_c P_p = \phi_c 0.85 f_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$N_2 = 0.30 \text{ m}$$

$$B_2 = 0.30 \text{ m}$$

$$A_2 = 0.09 \text{ m}^2$$

$$\phi_c P_p = 119.3 \text{ Ton}$$

$$f_{pu} = 1326.0 \text{ Ton/m}^2$$

OK

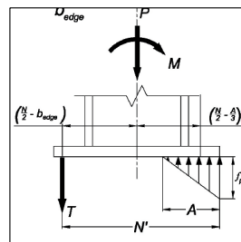
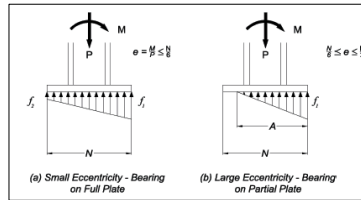
$$T + P = \frac{f_p AB}{2}$$

$$PA' + M = \frac{f_p AB}{2} \left(N' - \frac{A}{3} \right)$$

PASO 5. Calcular la longitud de cortante.

$$A = \frac{3N' \pm \sqrt{(3N')^2 - \frac{24(Pu \times A' + Mu)}{f_{pu} \times B}}}{2}$$

A': Distancia entre la varilla de anclaje y el centro de la columna.
N': Distancia entre el centro del perno en tensión y la presión máxima de la distribución de presiones.



CASO: **CASO I**

$$f_{pu} = 1326.00 \text{ Ton/m}^2$$

$$A' = 0.075 \text{ m}$$

$$N' = 0.23 \text{ m}$$

$$A = 0.64 \text{ m}$$

$$A = 0.03 \text{ m}$$

$$A = 0.03 \text{ m}$$

PASO 6. Determinar la fuerza resultante de tensión del perno.

$$T_u = \frac{f_{pu} \times A \times B}{2} - P_u$$

$$T_u = -0.07 \text{ Ton}$$

PASO 7. Determinar el esfuerzo de flexión.

$$f_{p(m)} = f_{pu} \frac{A - m}{A}$$

$$f_{p(m)} = -1906.08 \text{ Ton/m}^2$$

$$f_{p(m)} = -1906.08 \text{ Ton/m}^2$$

$$f_{p(m)} = -1906.075 \text{ Ton/m}^2$$

PASO 8. Calcular los momentos críticos de la placa base.

$$M_{upl} = f_{p(m)} \times \frac{m^2}{2} + \frac{(f_{pu} - f_{p(m)}) \times m^2}{3}$$

$$M_{upl} = 0.70 \text{ Ton-m}$$

$$M_{upl} = 0.70 \text{ Ton-m}$$

$$M_{upl} = 0.70 \text{ Ton-m/m}$$

PASO 9. Calcular el espesor requerido para la placa base.

$$t_{req} = \sqrt{\frac{4 \times M_{upl}}{\phi_b \times F_y}}$$

$$t_{req} = 11.15 \text{ mm}$$

Se adopta un espesor de 12mm



CÁLCULO DE PERNOS

- PB-1

DISEÑO DE PLACA BASE Y PERNOS DE ANCLAJE 1		
SECCION DE DISEÑO		
CARGAS DE DISEÑO		
Numero Total de Pernos	4	U
Valor de dx	300	mm
Valor de dy	300	mm
Numero Total de Pernos en la Linea X	4	U
Numero Total de Pernos en la Linea Y	4	U
Valor de Fx	5.76	kN
Valor de Fy	1.75	kN
Valor de Fz	22.16	kN
Mu x	3.93	kN.m
Mu y	18.86	kN.m
Vu x	1.44	kN
Vu y	0.44	kN
Vu xy	1.50	kN
Vu max	1.50	kN
Nu x	3.28	kN
Nu y	15.72	kN
Nu Diseño	10.51	kN
DATOS GENERALES		
Capacidad del Material: Acero del anclaje		
Especificación ASTM	A307 Gr C	
Resistencia del acero del perno Fy	420.00	MPa
Resistencia especifica acero perno fu	798.00	MPa
Diámetro exterior del perno do	19.05	mm
Número de filetes por rosca	10.00	u/pul
Sección efectiva del perno Ase	215.78	mm ²
Sección camisa del perno Asl	0.00	mm ²
No. de pernos n	4	
Resistencia del Acero del anclaje a tracción Ns:	688.77	KN
Resistencia del Acero del anclaje a corte Vs:	413.26	KN



BERNARDO BUSTAMANTE
arquitectura + construcción



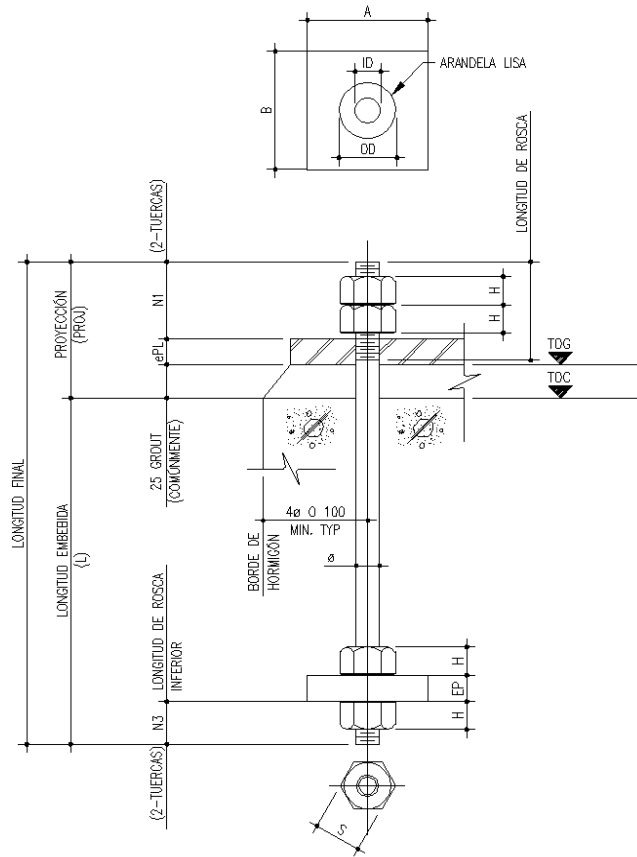
Capacidad del Material: Hormigón		
Resistencia hormigón f_c	24.00	MPa
Resistencia del acero de refuerzo F_y	420.00	MPa
Lado de la cimentación L	400	mm
Lado de la cimentación L'	400	mm
Area de falla del hormigón A_n	160000.00	mm ²
Area de falla del hormigón A_{no}	90000.00	mm ²
Area de falla del hormigón A_v	146250.00	mm ²
Area de falla del hormigón A_{vo}	11250.00	mm ²
Excentricidad a tracción e_n	0.00	mm
Excentricidad a corte e_v	0.00	mm
Distancia borde perno c_{real}	50.00	mm
Distancia borde perno $c/1.5$	33.33	mm
Distancia borde perno c'	50.00	mm
Distancia borde perno $c'/1.5$	33.33	mm
Distancia perpendicular borde perno c_2	50.00	mm
Distancia perpendicular borde perno $c_2/1.5$	33.33	mm
Distancia perpendicular borde perno c_2'	50.00	mm
Distancia perpendicular borde perno $c_2'/1.5$	33.33	mm
Altura de cimentación h	400	mm
Altura de cimentación $h/1.5$	266.67	mm
DISEÑO DE PLACA BASE		
Base de la columna dw	200	mm
Altura de la columna bf	200	mm
Resistencia del acero de la placa F_y	250000	KN/m ²
f_{ph}	8400	KN/m ²
F_b	187500	KN/m ²
Base de la placa X_{pl}	350	mm
Altura de la placa Y_{pl}	350	mm
Excentricidad e_x	851.08	mm
Excentricidad e_y	177.35	mm
Excentricidad crítica e_{crit}	58.33	mm
Esfuerzo máximo en la placa $f_{pmax}(X)$	2820.20	KN/m ²
Esfuerzo máximo en la placa $f_{pmax}(Y)$	730.87	KN/m ²
Esfuerzo mínimo en la placa $f_{pmin}(X)$	-2458.40	KN/m ²
Esfuerzo mínimo en la placa $f_{pmin}(Y)$	-369.07	KN/m ²
Fuerza en la placa p_x	15081.72	KN/m
Fuerza en la placa p_y	3142.69	KN/m
Distancia de la cara de la columna al borde de la placa x_l	75	mm
Distancia de la cara de la columna al borde de la placa y_l	75	mm
$f_{max}(X)$	2820.20	KN/m ²
$f_{max}(Y)$	730.87	KN/m ²
Momento en la placa por metro $M_{borde X}$	7.93	KN.m/m
Momento en la placa por metro $M_{borde Y}$	2.06	KN.m/m
Momento total en la placa $M_{tot X}$	2.78	KN.m
Momento total en la placa $M_{tot Y}$	0.72	KN.m
Espesor de Placa Base e_{PL}	9.43	mm
Espesor de Placa Base $e_{PL_{asumido}}$	25	mm



DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE			
Distancia entre pernos s	300	mm	
Distancia entre pernos s/3	100.00	mm	
Distancia entre pernos exterior so	300	mm	
Factor de modificación λ	1		
Factor de modificación Ψ_e	1		
Longitud de desarrollo ld	310.31	mm	
Profundidad efectiva del perno hef	200	mm	
Profundidad efectiva del perno hef calculado	100.00	mm	
Distancia borde perno c calculada	50	mm	
Distancia del gancho eh	80	mm	
Longitud de apoyo de la carga l	152.4	mm	
Resistencia a la Tracción:			
Coefficiente al desprendimiento k	10.00		
Factor de modificación $\Psi_{ec,N}$	1.00		
Factor de modificación $\Psi_{ed,N}$	0.75		
Factor de modificación $\Psi_{c,N}$	1.25		
Resistencia básica desprendimiento Nb	48.99	KN	
Resistencia al arrancamiento del hormigón del anclaje Ncgb	81.65	KN	
Sección efectiva cabeza perno Abrg	587.98	mm ²	
Factor de modificación $\Psi_{c,p}$	1.00		
Resistencia al arrancamiento cabeza Np	112.89	KN	
Resistencia al arrancamiento gancho Np j	32.92	KN	
Resistencia a la extracción por deslizamiento del anclaje Npr	451.57	KN	
Coefficiente resistencia al desprendimiento Nsbg	2.00		
Coefficiente resistencia al desprendimiento	1.00		
Resistencia al desprendimiento lateral del hormigón del anclaje con cabeza Nsbj	77.22	KN	
Coefficiente * Nsbj	154.43	KN	
Resistencia al Corte:			
Factor de modificación $\Psi_{ec,v}$	1.00		
Factor de modificación $\Psi_{ed,v}$	0.90		
Factor de modificación $\Psi_{c,v}$	1.00		
Factor de modificación $\Psi_{h,v}$	1.00		
Resistencia básica al arrancamiento Vb	7.56	KN	
Resistencia al arrancamiento Vcbj	88.48	KN	
Coefficiente al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje kcp	2.00		
Resistencia al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje Vcp	163.30	KN	
RESUMEN DE PERNOS DE ANCLAJE			
Factor de Cargas de tracción =	0.75		
Factor de Cargas de corte =	0.65		
Esfuerzo Solicitante	Combinación de carga		
Nu máx=15.72 (KN) Vu x=1.50 (KN)	1.0D+0.7ESPy Max		
Menor esfuerzo calculado	Esfuerzo Calculado	Condición	Cumple
Diseño a Tracción			
$\Phi N_n = \Phi N_{cgb}$	ETAPA 1 : Diseño del perno		
	$\Phi N_s = 516.58$ (KN)	$N_u \leq \Phi N_s$	SI
	Diseño del hormigón:		
	ETAPA 2 : Resistencia al arrancamiento del hormigón del anclaje		
	$\Phi N_{cgb} = 61.24$ (KN)	$N_u \leq \Phi N_{cgb}$	SI
	ETAPA 3 : Resistencia a la extracción por deslizamiento del anclaje		
	$\Phi N_{pn} = 338.68$ (KN)	$N_u \leq \Phi N_{pn}$	SI
	ETAPA 4 : Resistencia al desprendimiento lateral del hormigón del anclaje con cabeza		
	$\Phi N_{sbj} = 115.82$ (KN)	$N_u \leq \Phi N_{sbj}$	SI
	Conclusiones		
ETAPA 1 : El perno resiste a tracción			
ETAPA 2 : El hormigón resiste al arrancamiento del anclaje en tracción			
ETAPA 3 : El hormigón resiste a la extracción por deslizamiento del anclaje a tracción			
ETAPA 4 : El hormigón resiste al desprendimiento lateral del anclaje con cabeza			
Diseño a Corte			
$\Phi V_n = \Phi V_b$	ETAPA 1 : Diseño del perno		
	$\Phi V_s = 268.62$ (KN)	$V_u \leq \Phi V_s$	SI
	Diseño del hormigón:		
	ETAPA 2 : Resistencia básica al arrancamiento		
	$\Phi V_b = 4.92$ (KN)	$V_u \leq \Phi V_b$	SI
	ETAPA 3 : Resistencia al arrancamiento		
	$\Phi V_{cbj} = 57.51$ (KN)	$V_u \leq \Phi V_{cbj}$	SI
	ETAPA 4 : Resistencia al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje		
	$\Phi V_{cp} = 106.14$ (KN)	$V_u \leq \Phi V_{cp}$	SI
	Conclusiones		
ETAPA 1 : El perno resiste a corte			
ETAPA 2 : El hormigón resiste al arrancamiento básico del anclaje a corte			
ETAPA 3 : El hormigón resiste al arrancamiento del anclaje a corte			
ETAPA 4 : Resistencia al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje			



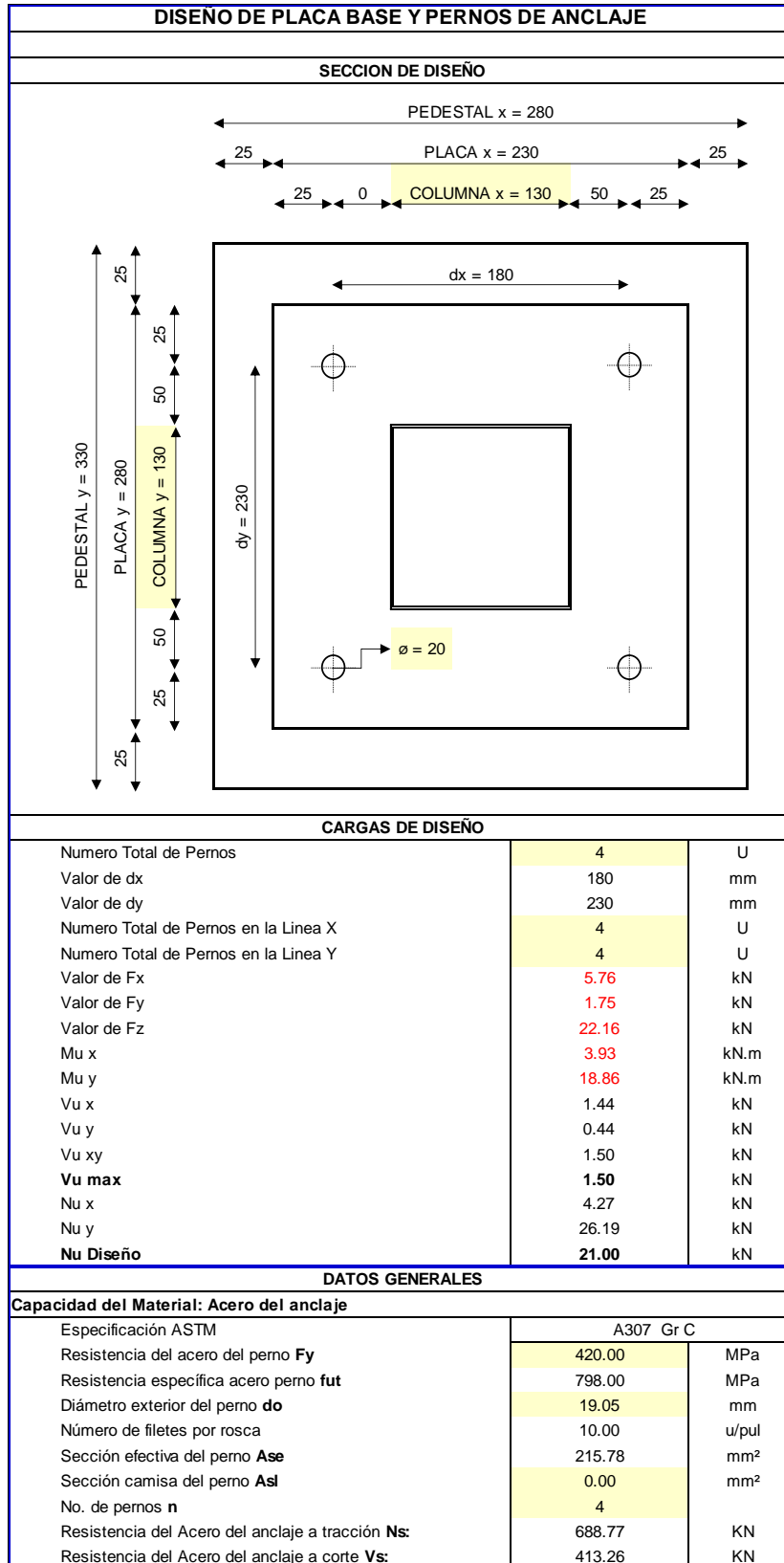
SECCIÓN FINAL DEL PERNO DE ANCLAJE Y PLACA BASE



Dimensión de Placa Base x =	350	mm
Dimensión de Placa Base y =	350	mm
Espesor de la Placa ePL =	25	mm
Diametro de Perno ID =	3/4	in
Numero de Pernos =	4	U
Numero de Tuercas =	4	U
Espesor de Tuerca H =	16	mm
Dimencion de Cabeza de Perno S =	30	mm
Longitud de la Rosca N1 =	42	mm
Grout =	25	mm
Longitud Embebida L =	200	mm
Placa A = B =	60	mm
Espesor Placa EP =	15	mm
Longitud de la Rosca N3 =	57	mm
LONGITUD FINAL DEL PERNO =	292	mm



• PB-2





Capacidad del Material: Hormigón		
Resistencia hormigón f_c	24.00	MPa
Resistencia del acero de refuerzo F_y	420.00	MPa
Lado de la cimentación L	280	mm
Lado de la cimentación L'	330	mm
Area de falla del hormigón A_n	92400.00	mm ²
Area de falla del hormigón A_{no}	32400.00	mm ²
Area de falla del hormigón A_v	92250.00	mm ²
Area de falla del hormigón A_{vo}	11250.00	mm ²
Excentricidad a tracción e_n	0.00	mm
Excentricidad a corte e_v	0.00	mm
Distancia borde perno c_{real}	50.00	mm
Distancia borde perno $c/1.5$	33.33	mm
Distancia borde perno c'	50.00	mm
Distancia borde perno $c'/1.5$	33.33	mm
Distancia perpendicular borde perno c_2	50.00	mm
Distancia perpendicular borde perno $c_2/1.5$	33.33	mm
Distancia perpendicular borde perno c_2'	50.00	mm
Distancia perpendicular borde perno $c_2'/1.5$	33.33	mm
Altura de cimentación h	400	mm
Altura de cimentación $h/1.5$	266.67	mm
DISEÑO DE PLACA BASE		
Base de la columna dw	130	mm
Altura de la columna bf	130	mm
Resistencia del acero de la placa F_y	250000	KN/m ²
f_{ph}	8400	KN/m ²
F_b	187500	KN/m ²
Base de la placa X_{pl}	230	mm
Altura de la placa Y_{pl}	280	mm
Excentricidad e_x	851.08	mm
Excentricidad e_y	177.35	mm
Excentricidad crítica e_{crit}	38.33	mm
Esfuerzo máximo en la placa $f_{pmax}(X)$	7983.85	KN/m ²
Esfuerzo máximo en la placa $f_{pmax}(Y)$	1651.77	KN/m ²
Esfuerzo mínimo en la placa $f_{pmin}(X)$	-7295.65	KN/m ²
Esfuerzo mínimo en la placa $f_{pmin}(Y)$	-963.58	KN/m ²
Fuerza en la placa p_x	66432.62	KN/m
Fuerza en la placa p_y	9340.54	KN/m
Distancia de la cara de la columna al borde de la placa x_l	50	mm
Distancia de la cara de la columna al borde de la placa y_l	75	mm
$f_{max}(X)$	7983.85	KN/m ²
$f_{max}(Y)$	1651.77	KN/m ²
Momento en la placa por metro $M_{borde X}$	9.98	KN.m/m
Momento en la placa por metro $M_{borde Y}$	4.65	KN.m/m
Momento total en la placa $M_{tot X}$	2.79	KN.m
Momento total en la placa $M_{tot Y}$	1.07	KN.m
Espesor de Placa Base e_{PL}	9.46	mm
Espesor de Placa Base $e_{PL_{asumido}}$	25	mm



DISEÑO DE PERNOS DE ANCLAJE		
Distancia entre pernos s	180	mm
Distancia entre pernos s/3	60.00	mm
Distancia entre pernos exterior so	230	mm
Factor de modificación λ	1	
Factor de modificación Ψ_e	1	
Longitud de desarrollo ld	310.31	mm
Profundidad efectiva del perno hef	200	mm
Profundidad efectiva del perno hef calculado	60.00	mm
Distancia borde perno c calculada	50	mm
Distancia del gancho eh	80	mm
Longitud de apoyo de la carga l	152.4	mm
Resistencia a la Tracción:		
Coefficiente al desprendimiento k	10.00	
Factor de modificación $\Psi_{ec,N}$	1.00	
Factor de modificación $\Psi_{ed,N}$	0.75	
Factor de modificación $\Psi_{c,N}$	1.25	
Resistencia básica desprendimiento Nb	22.77	KN
Resistencia al arrancamiento del hormigón del anclaje Ncgb	60.87	KN
Sección efectiva cabeza perno Abrg	587.98	mm ²
Factor de modificación $\Psi_{c,p}$	1.00	
Resistencia al arrancamiento cabeza Np	112.89	KN
Resistencia al arrancamiento gancho Np j	32.92	KN
Resistencia a la extracción por deslizamiento del anclaje Npr	451.57	KN
Coefficiente resistencia al desprendimiento Nsbg	1.77	
Coefficiente resistencia al desprendimiento	1.00	
Resistencia al desprendimiento lateral del hormigón del anclaje con cabeza Nsbg	77.22	KN
Coefficiente * Nsbg	136.41	KN
Resistencia al Corte:		
Factor de modificación $\Psi_{ec,v}$	1.00	
Factor de modificación $\Psi_{ed,v}$	0.90	
Factor de modificación $\Psi_{c,v}$	1.00	
Factor de modificación $\Psi_{h,v}$	1.00	
Resistencia básica al arrancamiento Vb	7.56	KN
Resistencia al arrancamiento Vcbg	55.81	KN
Coefficiente al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje kcp	2.00	
Resistencia al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje Vcp	121.75	KN



RESUMEN DE PERNOS DE ANCLAJE			
Factor de Cargas de tracción =		0.75	
Factor de Cargas de corte =		0.65	
Esfuerzo Solicitante		Combinación de carga	
Nu máx=26.19 (KN) Vu x=1.50 (KN)		1.0D+0.7ESPy Max	
Menor esfuerzo calculado	Esfuerzo Calculado	Condición	Cumple
Diseño a Tracción			
ΦNn=ΦNcgb	ETAPA 1 : Diseño del perno		
	ΦNs=516.58 (KN)	Nu≤ΦNs	SI
	Diseño del hormigón:		
	ETAPA 2 : Resistencia al arrancamiento del hormigón del anclaje		
	ΦNcgb=45.66 (KN)	Nu≤ΦNcgb	SI
	ETAPA 3 : Resistencia a la extracción por deslizamiento del anclaje		
	ΦNpn=338.68 (KN)	Nu≤ΦNpn	SI
	ETAPA 4 : Resistencia al desprendimiento lateral del hormigón del anclaje con cabeza		
	ΦNsbgb=102.31 (KN)	Nu≤ΦNsbgb	SI
	Conclusiones		
ETAPA 1 : El perno resiste a tracción			
ETAPA 2 : El hormigón resiste al arrancamiento del anclaje en tracción			
ETAPA 3 : El hormigón resiste a la extracción por deslizamiento del anclaje a tracción			
ETAPA 4 : El hormigón resiste al desprendimiento lateral del anclaje con cabeza			
Diseño a Corte			
ΦVn=ΦVb	ETAPA 1 : Diseño del perno		
	ΦVs=268.62 (KN)	Vu≤ΦVs	SI
	Diseño del hormigón:		
	ETAPA 2 : Resistencia básica al arrancamiento		
	ΦVb=4.92 (KN)	Vu≤ΦVb	SI
	ETAPA 3 : Resistencia al arrancamiento		
	ΦVcgb=36.28 (KN)	Vu≤ΦVcgb	SI
	ETAPA 4 : Resistencia al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje		
	ΦVcp=79.14 (KN)	Vu≤ΦVcp	SI
	Conclusiones		
ETAPA 1 : El perno resiste a corte			
ETAPA 2 : El hormigón resiste al arrancamiento básico del anclaje a corte			
ETAPA 3 : El hormigón resiste al arrancamiento del anclaje a corte			
ETAPA 4 : Resistencia al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje			
SECCIÓN FINAL DEL PERO DE ANCLAJE Y PLACA BASE			
Dimensión de Placa Base x =	230	mm	
Dimensión de Placa Base y =	280	mm	
Espesor de la Placa ePL =	25	mm	
Diametro de Perno ID =	3/4	in	
Numero de Pernos =	4	U	
Numero de Tuercas =	4	U	
Espesor de Tuerca H =	16	mm	
Dimencion de Cabeza de Perno S =	30	mm	
Longitud de la Rosca N1 =	42	mm	
Grout =	25	mm	
Longitud Embebida L =	200	mm	
Placa A = B =	60	mm	
Espesor Placa EP =	15	mm	
Longitud de la Rosca N3 =	57	mm	
LONGITUD FINAL DEL PERO =	292	mm	



8. REFERENCIAS.

Ref. (1) ANSI/AISC 360 del 22 de junio 2010, Especificaciones para Edificios de Acero Estructural.

Ref. (2) ANSI/AISC 341-2010 del 22 de junio 2010 Seismic Provisions for Structural Steel Buildings

Ref. (3) ANSI/AISC358-2010, Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications.

Ref. (4) Código Ecuatoriano de la Construcción CPE INEN Parte 1 2001

Ref. (5) Norma NEC_SE

Ref. (6) Estudio de Riesgo Sísmico del Hospital Ginecológico Obstétrico Nueva Aurora, FRACTAL, Vinicio Suarez, PhD 2019.

Ref. (7) Earthquake Long Resistent Steel. ARCELOT MITTEL, FSC.
Eur –Cod-051203.

Ref. (8) Ductility Aspect Of Steel Beams, V GIOCU; MOSOARCA, Vol 55 No.137-60

Ref. (9) Seismic Design of Steel Structures, AMIT VARMA & JUDY LIU, Los Angeles, USA.

Ref. (10) Análisis comparativo económico-estructural entre sistemas constructivos tradicionales y un sistema constructivo alternativo liviano - MARÍA BELÉN CORREA VALLEJO.

Ref.(11) Principios de Ingeniería de Cimentaciones, BRAJA M. DAS, 4ta Edición.

Ref.(12) American Concrete Institute - A.C.I. 2008.

Ref.(13) Diseño de Estructuras de Acero en Construcción Compuesta – Oscar de Buen López de Heredia.

GALO SERRANO CHICA.
INGENIERO CIVIL
SENECYT: 1038-2022-2416578
CI: 140069319-6



BERNARDO BUSTAMANTE
arquitectura + construcción