

MEGA

Ingeniería de Proyectos

MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR PARDO

REV.	DESCRIPCION	REALIZADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	FECHA
A	Emisión Cliente	G.A.V.M.	L.G.C.T.	J.A.M.G.	20/10/2022

ÍNDICE

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	2
- Descripción general	2
- Estructuración.....	2
- Normas	3
- Consideraciones generales de diseño.....	4
II. MODELO ESTRUCTURAL Y ANÁLISIS SÍSMICO.....	5
- Etapa 1: Peligro Sísmico	5
- Etapa 2: Características del edificio	7
- Etapa 3: Análisis Estructural.....	18
- Etapa 4 (Validación de la estructura)	25
III. ANÁLISIS Y DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	26
a) Diseño de losa aligerada	26
b) Diseño de vigas.....	29
c) Diseño de columnas.....	33
d) Diseño de placas	37
e) Diseño de zapatas.....	43
IV. CONCLUSIONES	46

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

- Descripción general

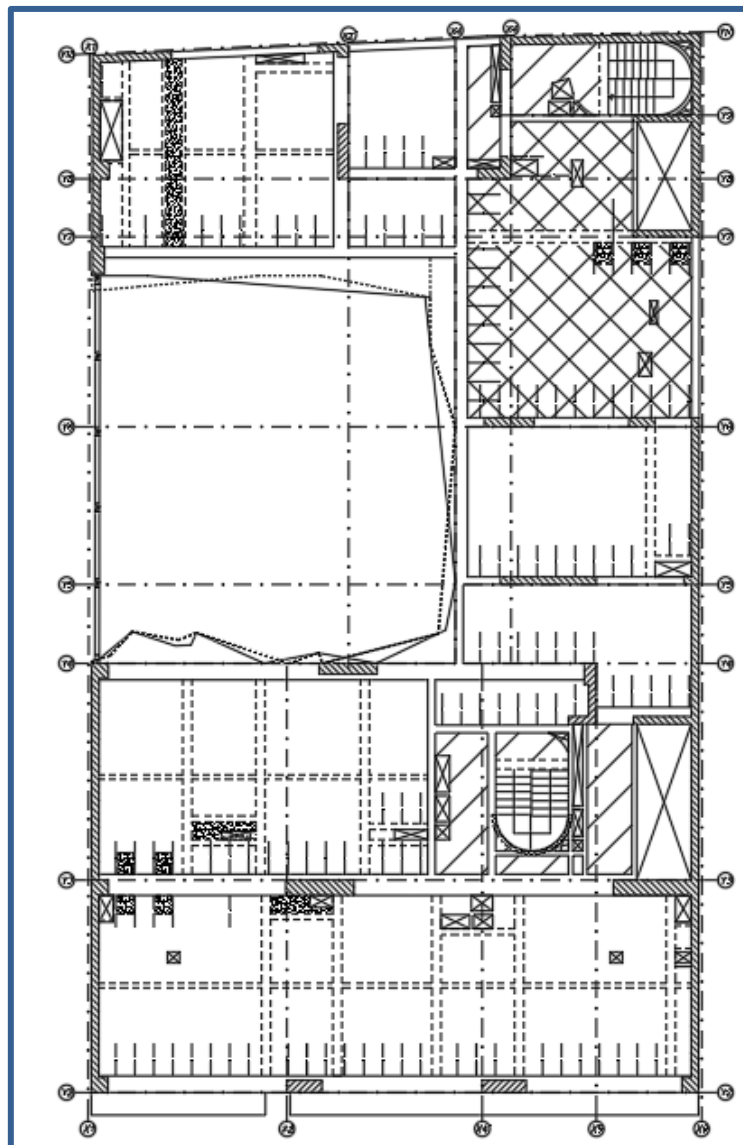
El proyecto consiste en el análisis y diseño de un edificio multifamiliar destinado a viviendas. La edificación cuenta con cisterna, seis sótanos, veintidós pisos y azotea.

El terreno sobre el cual se edificará está ubicado en la avenida José Pardo 669 en el distrito de Miraflores en la provincia y departamento de Lima.

- Estructuración

Las edificaciones han sido estructuradas para soportar cargas de gravedad y cargas sísmicas en ambas direcciones; para ello se ha empleado un sistema de muros de concreto armado (placas) en las dos direcciones principales y límites con los vecinos.

Para los techos se empleó prelosas aligeradas de 20cm y 25cm de espesor y prelosas macizas de 10cm, 12cm, 15cm, 20cm, 23cm y 35cm de espesor. Estas prelosas se apoyan sobre vigas peraltadas de 50cm y 55cm, las que a su vez se apoyan sobre las columnas y placas de la edificación.



Planta de Encofrado típico

- Normas

Para el diseño de los distintos elementos estructurales que conforman la edificación, se utilizaron las siguientes normas técnicas:

- E.020 "Norma de Cargas"
- E.030 "Norma de Diseño Sismorresistente"
- E.050 "Norma de Suelos"
- E.060 "Norma de Concreto Armado"

- **Consideraciones generales de diseño**

Materiales utilizados

-Concreto: $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ (según indicado en planos)
 $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ (según indicado en planos)
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (según indicado en planos)
 $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ (según indicado en planos)
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (según indicado en planos)

-Acero corrugado: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Peso específico

-Concreto simple 2300 kg/m^3
-Concreto armado 2400 kg/m^3
-Terreno 1800 kg/m^3

Carga muerta

Se consideró como carga muerta el peso propio de todos los elementos estructurales y la tabiquería.

Combinaciones de cargas

Se utilizaron las siguientes combinaciones de cargas, según lo establece la Norma Técnica E.020 Cargas del Reglamento Nación de Edificaciones

- $1.4 \times D + 1.7 \times L$
- $1.25 \times (D + L) \pm S$
- $0.9 \times D \pm S$

Dónde: $D = \text{Cargas muertas}$
 $L = \text{Cargas vivas}$
 $S = \text{Cargas de sismo}$

II. Modelo Estructural y análisis sísmico

a) Análisis sísmico

Para la realización del análisis sísmico se seguirá los lineamientos establecidos en el ANEXO I en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

- **Etapla 1: Peligro Sísmico**

- Paso 1 (Factor de zona Z)



Mapa de zonas sísmicas en el Perú

La ubicación del proyecto es en el departamento de Lima, por ende, el valor utilizado para "Z" es de 0,45.

- Paso 2 (Perfil del suelo)

El perfil del suelo o estrato de apoyo de la cimentación es una grava arenosa (GP). El cual es considerado como Perfil Tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.

b) Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte $\bar{v}_s$, entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimenta sobre:

- b.1) Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- b.2) Arena muy densa o grava arenosa densa, con N_{60} mayor que 50.**
- b.3) Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada $\bar{s}_u$ mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

- Paso 3 (Parámetros de sitio S , T_P , T_L)

Debido a que el tipo de suelo es el "Tipo S1", los valores de S , T_P y T_L son 1.0, 0.4 y 2.5 respectivamente.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _P " Y "T _L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

- Paso 4 (Determinación de la función del factor de amplificación "C" versus el periodo T)

Se determinar la función en base al artículo 14

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right)$$

- **Etapla 2: Características del edificio**
- Paso 5 (Categoría de la edificación y factor del uso "U")

Como la edificación a diseñarse está considerada a ser de categoría "C" (Edificaciones comunes) la cual tiene de factor de uso "U" igual a 1.0

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

- Paso 6 (Sistema estructural)

El sistema estructural del edificio está basado en muros estructurales de concreto armado en ambos sentidos.

Artículo 16.- Sistemas Estructurales

16.1. Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente cumplen con lo previsto en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

- a) **Pórticos.** Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- b) **Muros Estructurales.** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.
- c) **Dual.** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio.
- d) **Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL).** Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

Verificación de sistema estructural

En X-X		
Cortante total de placas (Ton)	Cortante Piso 1(Ton)	Porcentaje (%)
505	603	84%

En Y-Y		
Cortante total de placas (Ton)	Cortante Piso 1(Ton)	Porcentaje (%)
1037	1036.8	100%

Artículo 17.- Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta se proyecta empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 6 y respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Tabla N° 6 (*) CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (**)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

- Paso 7 (Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas " R_o ")

Dado que el sistema estructural del edificio está basado en muros estructurales de concreto armado se consideró R_o igual a 6.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

- Paso 8 (Factores de Irregularidad I_a , I_p)

Según la Norma E.030 se establecen los siguientes factores de irregularidades.

Irregularidad en altura	Factor I_a
Irregularidad de rigidez (Piso blando)	0.75
Irregularidad extrema de rigidez	0.50
Irregularidad de masa o peso	0.90
Irregularidad de geométrica vertical	0.90
Discontinuidad de los sistemas resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	0.60
Irregularidad en planta	Factor I_p
Irregularidad torsional	0.75
Irregularidad torsional extrema	0.60
Esquinas entrantes	0.90
Discontinuidad de diafragma	0.85
Sistemas no paralelos	0.90

A continuación, se muestra las verificaciones realizadas para las irregularidades de Rigidez y Resistencia.

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga. Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	0,75
---	-------------

Verificación direccion X-X					
Piso	VX (tonf)	Desp X (m)	Desp. Rel.	Rigidez lateral (tonf/m)	Verificación Irr. Rigidez
Piso 22	359.6712	0.25537	0.012942	27791	NO APLICA
Piso 21	547.9937	0.242428	0.016596	33020	Regular
Piso 20	727.5746	0.225832	0.013597	53510	Regular
Piso 19	880.2006	0.212235	0.012464	70619	Regular
Piso 18	1004.5232	0.199771	0.017405	57715	Regular
Piso 17	1116.1056	0.182366	0.011528	96817	Regular
Piso 16	1206.31	0.170838	0.011004	109625	Regular
Piso 15	1277.3427	0.159834	0.011034	115764	Regular
Piso 14	1335.1924	0.1488	0.013202	101136	Regular
Piso 13	1387.06	0.135598	0.01173	118249	Regular
Piso 12	1437.1656	0.123868	0.011838	121403	Regular
Piso 11	1491.2362	0.11203	0.012094	123304	Regular
Piso 10	1555.193	0.099936	0.012005	129545	Regular
Piso 9	1632.4716	0.087931	0.011936	136769	Regular
Piso 8	1721.2994	0.075995	0.011858	145159	Regular
Piso 7	1819.3738	0.064137	0.011654	156116	Regular
Piso 6	1923.3599	0.052483	0.011319	169923	Regular
Piso 5	2029.5576	0.041164	0.01063	190927	Regular
Piso 4	2132.0783	0.030534	0.009796	217648	Regular
Piso 3	2222.9667	0.020738	0.008667	256486	Regular
Piso 2	2293.4989	0.012071	0.007031	326198	Regular
Piso 1	2336.9861	0.00504	0.00504	463688	Regular

Verificación direccion Y-Y					
Story	VY (tonf)	Desp Y (m)	Desp. Rel.	Rigidez lateral	Verificación Irr. Rigidez
Piso 16	397.7256	0.142584	0.012173	32673	NOAPLICA
Piso 15	624.5951	0.130411	0.010935	57119	Regular
Piso 14	854.3218	0.119476	0.008332	102535	Regular
Piso 13	1052.7849	0.111144	0.008057	130667	Regular
Piso 18	1213.3527	0.103087	0.005459	222266	Regular
Piso 17	1354.3443	0.097628	0.007558	179193	Regular
Piso 16	1468.9785	0.09007	0.007862	186845	Regular
Piso 15	1564.552	0.082208	0.007393	211626	Regular
Piso 14	1655.2853	0.074815	0.007038	235193	Regular
Piso 13	1750.0696	0.067777	0.007223	242291	Regular
Piso 12	1849.0944	0.060554	0.007109	260106	Regular
Piso 11	1954.5665	0.053445	0.006862	284839	Regular
Piso 10	2069.1561	0.046583	0.006464	320105	Regular
Piso 9	2194.6618	0.040119	0.006179	355181	Regular
Piso 8	2325.8932	0.03394	0.005859	396978	Regular
Piso 7	2457.5909	0.028081	0.005487	447893	Regular
Piso 6	2585.5744	0.022594	0.005058	511185	Regular
Piso 5	2706.615	0.017536	0.004567	592646	Regular
Piso 4	2815.6601	0.012969	0.004077	690621	Regular
Piso 3	2907.923	0.008892	0.003524	825177	Regular
Piso 2	2980.3946	0.005368	0.002923	1019636	Regular
Piso 1	3025.825	0.002445	0.002445	1237556	Regular

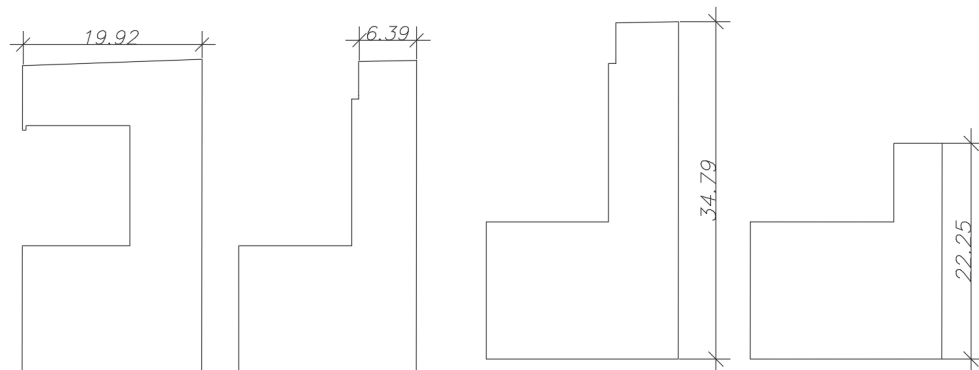
A continuación, se muestra la verificación realizada para la irregularidad de Masa o Peso.

Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
---	-------------

Piso	Diafragma	Masa	Verificación
Piso 1	D1	52.73242	Regular
Piso 2	D2	58.63089	Regular
Piso 3	D3	57.84902	Regular
Piso 4	D4	57.84902	Regular
Piso 5	D5	57.10767	Regular
Piso 6	D6	56.36632	Regular
Piso 7	D7	56.36632	Regular
Piso 8	D8	56.36632	Regular
Piso 9	D9	56.36632	Regular
Piso 10	D10	55.62497	Regular
Piso 11	D11	54.88362	Regular
Piso 12	D12	54.88362	Regular
Piso 13	D13	54.88362	Regular
Piso 14	D14	55.88362	Regular
Piso 15	D15	56.88362	Regular
Piso 16	D16	57.88362	Regular
Piso 17	D17	58.88362	Regular
Piso 18	D18	59.88362	Regular
Piso 19	D19	60.88362	Regular
Piso 20	D20	61.88362	Regular
Piso 21	D21	62.88362	Regular
Piso 22	D16	49.57272	Regular

A continuación, se muestra la verificación realizada para la irregularidad de Geometría vertical.

Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
--	------



EJE X-X	L(corto)	L(largo)		EJE Y-Y	L(corto)	L(largo)	
	m	m			m	m	
Dimensión	6.39	19.92	Irregular	Dimensión	22.25	34.79	Irregular

La estructura presenta irregularidad Geométrica Vertical

La edificación no presenta irregularidad por discontinuidad en los sistemas resistentes.

Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.	0,80
--	------

Respecto a las irregularidades en planta, se muestra las verificaciones realizadas para irregularidad torsional.

Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,75
---	------

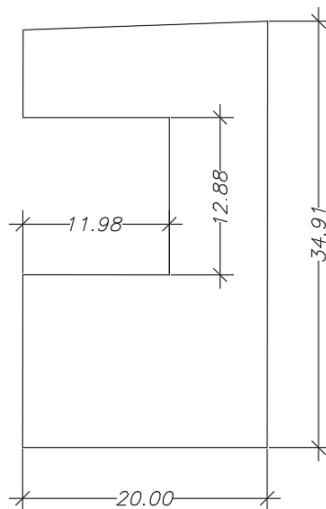
Verificación torsión dirección X-X				
Piso	Promedio extremos	Máximo	Diferencia	Verificación
Piso 22	0.00432	0.00432	1.00	NO TORSION
Piso 21	0.00472	0.00472	1.00	NO TORSION
Piso 20	0.00499	0.00499	1.00	NO TORSION
Piso 19	0.00528	0.00528	1.00	NO TORSION
Piso 18	0.00549	0.00549	1.00	NO TORSION
Piso 17	0.00478	0.00567	1.19	NO TORSION
Piso 16	0.00488	0.00579	1.19	NO TORSION
Piso 15	0.00492	0.00584	1.19	NO TORSION
Piso 14	0.00496	0.00590	1.19	NO TORSION
Piso 13	0.00497	0.00594	1.20	NO TORSION
Piso 12	0.00497	0.00596	1.20	NO TORSION
Piso 11	0.00493	0.00594	1.20	NO TORSION
Piso 10	0.00485	0.00587	1.21	NO TORSION
Piso 9	0.00479	0.00582	1.21	NO TORSION
Piso 8	0.00470	0.00573	1.22	NO TORSION
Piso 7	0.00458	0.00560	1.22	NO TORSION
Piso 6	0.00439	0.00538	1.23	NO TORSION
Piso 5	0.00410	0.00507	1.23	NO TORSION
Piso 4	0.00378	0.00468	1.24	NO TORSION
Piso 3	0.00333	0.00414	1.24	NO TORSION
Piso 2	0.00270	0.00338	1.25	NO APLICA
Piso 1	0.00159	0.00197	1.24	NO APLICA

Verificación torsión dirección Y-Y				
Piso	Promedio extremos	Máximo	Diferencia	Verificación
Piso 22	0.00330	0.00418	1.27	NO TORSION
Piso 21	0.00337	0.00428	1.27	NO TORSION
Piso 20	0.00337	0.00426	1.26	NO TORSION
Piso 19	0.00342	0.00431	1.26	NO TORSION
Piso 18	0.00343	0.00432	1.26	NO TORSION
Piso 17	0.00340	0.00426	1.25	NO TORSION
Piso 16	0.00337	0.00422	1.25	NO TORSION
Piso 15	0.00326	0.00408	1.25	NO TORSION
Piso 14	0.00319	0.00400	1.25	NO TORSION
Piso 13	0.00311	0.00389	1.25	NO TORSION
Piso 12	0.00303	0.00379	1.25	NO TORSION
Piso 11	0.00292	0.00365	1.25	NO TORSION
Piso 10	0.00275	0.00345	1.26	NO APLICA
Piso 9	0.00263	0.00330	1.26	NO APLICA
Piso 8	0.00249	0.00313	1.26	NO APLICA
Piso 7	0.00233	0.00294	1.26	NO APLICA
Piso 6	0.00215	0.00271	1.26	NO APLICA
Piso 5	0.00194	0.00245	1.26	NO APLICA
Piso 4	0.00174	0.00220	1.27	NO APLICA
Piso 3	0.00150	0.00191	1.27	NO APLICA
Piso 2	0.00125	0.00159	1.27	NO APLICA
Piso 1	0.00085	0.00107	1.27	NO APLICA

La estructura no cuenta con irregularidad torsional.

A continuación, se muestra la verificación realizada para la irregularidad de Esquinas Entrantes.

Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
---	-------------



Direc./Lado	Corto	Largo	
X-X	11.98	20.00	Irregular
Y-Y	12.88	34.91	Irregular

La estructura presenta irregularidad por esquinas entrantes.

A continuación, se muestra la verificación realizada para la irregularidad de Discontinuidad de Diafragma.

Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0,85
--	-------------

EJE X-X	Espesor	L(corto)	L(largo)	A(corto)	A(largo)	
	m	m	m	m2	m2	
Prelosa Aligerada	0.05	7.38	19.5	0.369	0.975	Regular

EJE Y-Y	Espesor	L(corto)	L(largo)	A(corto)	A(largo)	
	m	m	m	m2	m2	
Prelosa Aligerada	0.05	19.55	34.05	0.9775	1.7025	Regular

La estructura no presenta irregularidad por Sistemas no paralelos.

Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.	0,90
---	------

Finalmente, se concluye que la estructura presenta irregularidad Geométrica Vertical en altura y Esquinas Entrantes en planta.

- Paso 9 (Restricciones a la irregularidad)

Con lo descrito anteriormente: La categoría "C", la zona Z4 y sin irregularidades extremas se cumple con la tabla N°10 del Artículo 21.

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

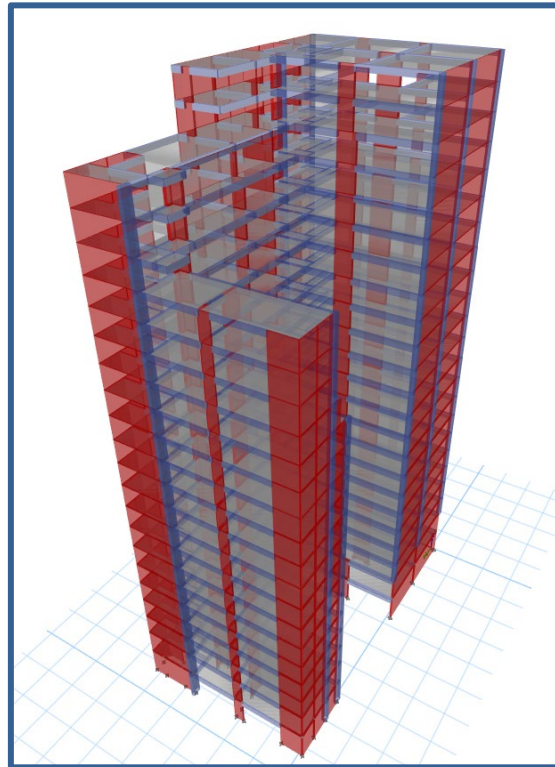
- Paso 10 (Coeficiente de reducción de la fuerza Sísmica R)

$$\begin{aligned}
 R &= R \times I_a \times I_p \\
 &= 6 \times 0.9 \times 0.9 = 4.86
 \end{aligned}$$

- **Etapla 3: Análisis Estructural**

Paso 11 (Modelo de análisis)

Se realizó un modelo tridimensional de la estructura.



Modelo de estructuras tridimensional

- Paso 12 (Estimación del Peso "P")

Para la estimación del peso se consideró dentro del programa ETABS una masa equivalente al peso total por cargas permanentes y un 25% de la carga viva sobre la estructura, tal cual lo estipula la norma en el artículo 26.

Artículo 26.- Estimación del Peso (P)

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.**
- c) En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.

El peso de la estructura es de 11368 ton.

- Paso 13 (Procedimientos de Análisis Sísmico)

Análisis Estático

A continuación, se procederá a calcular el cortante estático en la base, para el cual se determinará el valor de C con los periodos de la estructura.

	Periodo (s)
Dirección X-X	1.57
Dirección Y-Y	0.96

Con los periodos obtenidos anteriormente, se procede a calcular el valor del factor de amplificación sísmica (C).

	Valor "C"
Dirección X-X	0.64
Dirección Y-Y	1.04

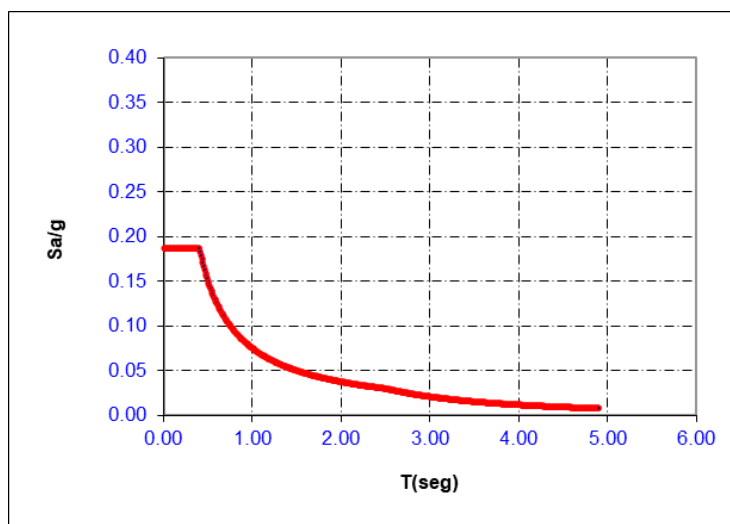
Con los valores de "C" se obtienen los valores de las cortantes estáticas.

$$\begin{aligned} V_x &= 670 \text{ ton} \\ V_y &= 1096 \text{ ton} \end{aligned}$$

Análisis Dinámico

Calcular el espectro inelástico de pseudo aceleraciones

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$



Función del espectro del sismo

Con el cual se determinarán los valores de las cortantes dinámicas en ambas direcciones con sus respectivos factores de amplificación de fuerzas.

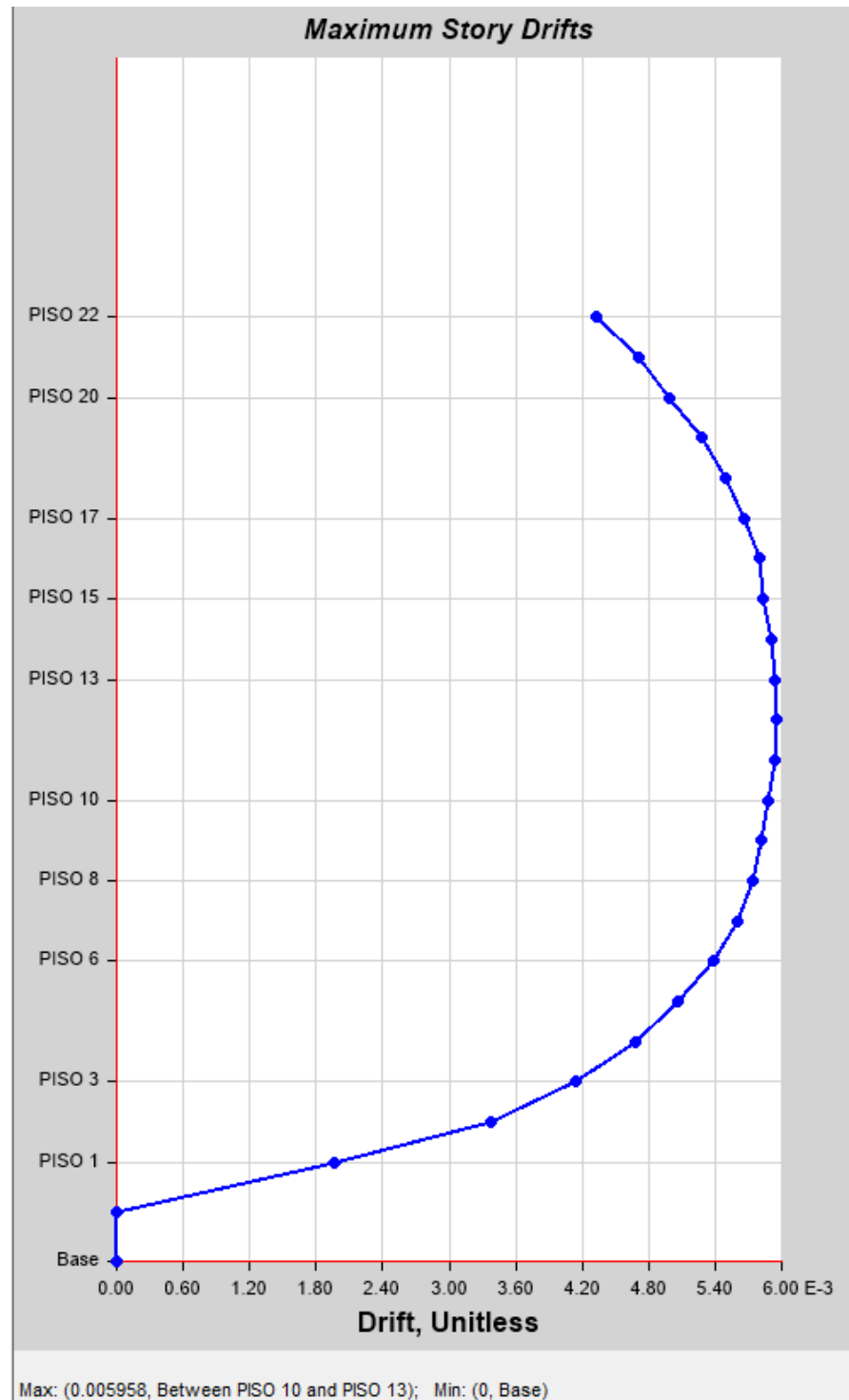
	Cortante Dinámica (ton)
Dirección X-X	458
Dirección Y-Y	593

Con estos valores de cortantes dinámicas se proceden a amplificar al 80% de las cortantes estáticas en sus direcciones correspondientes y se determinan los factores de amplificación

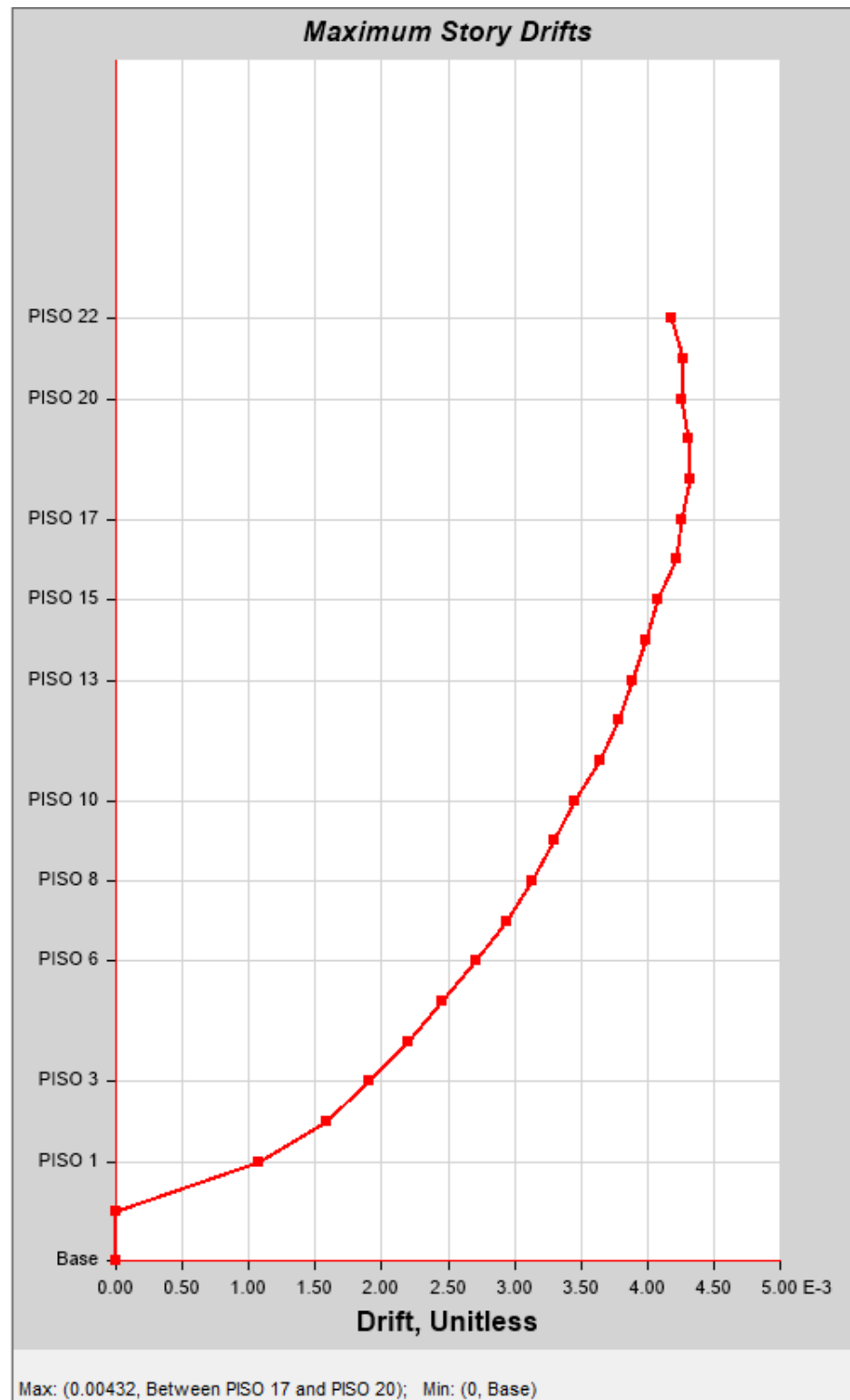
	V al 90% Est (ton)
Dirección X-X	603
Dirección Y-Y	987
	Factor de amplificación
Dirección X-X	1.32
Dirección Y-Y	1.66

- Derivas

En la dirección X-X

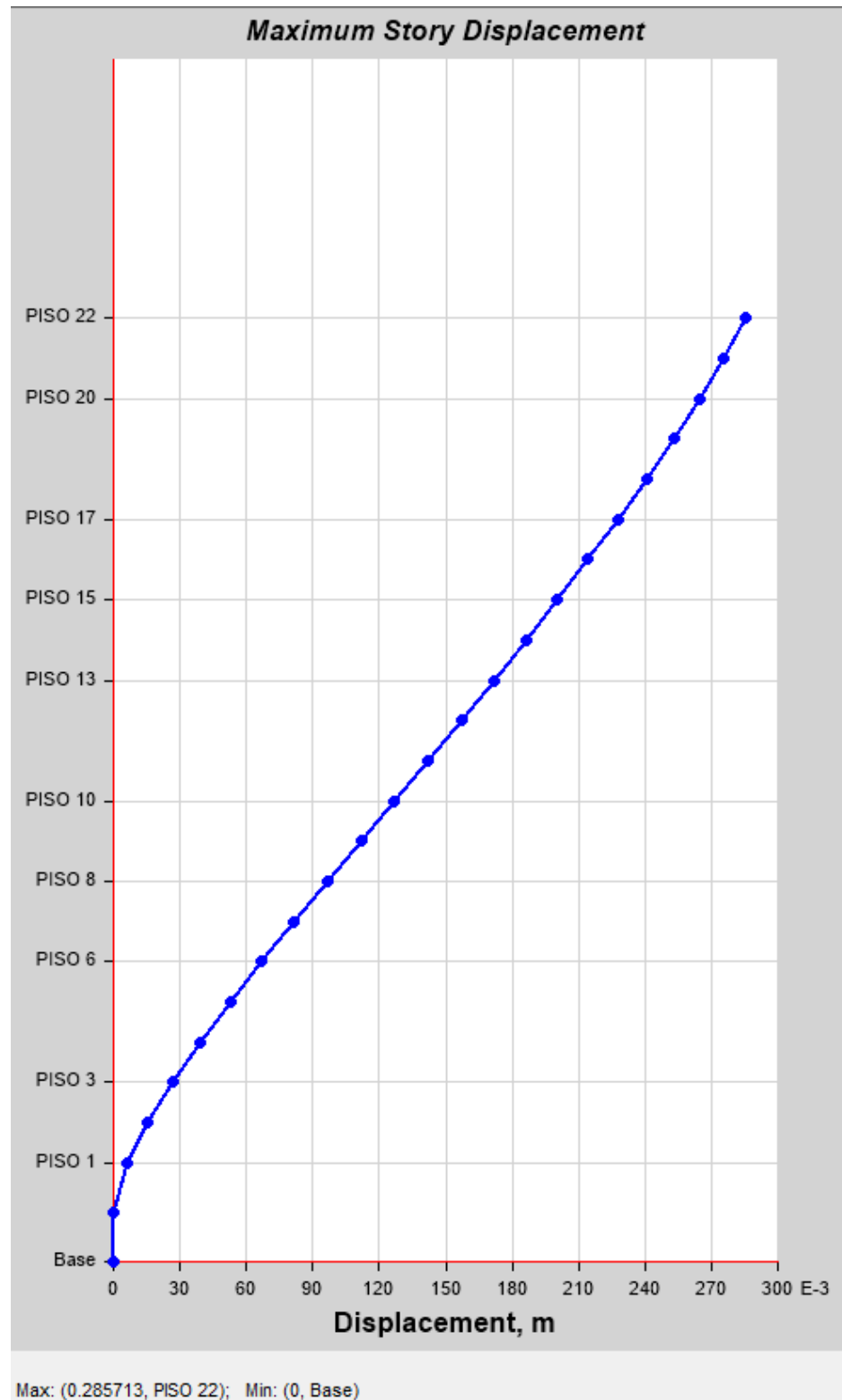


En la dirección Y-Y

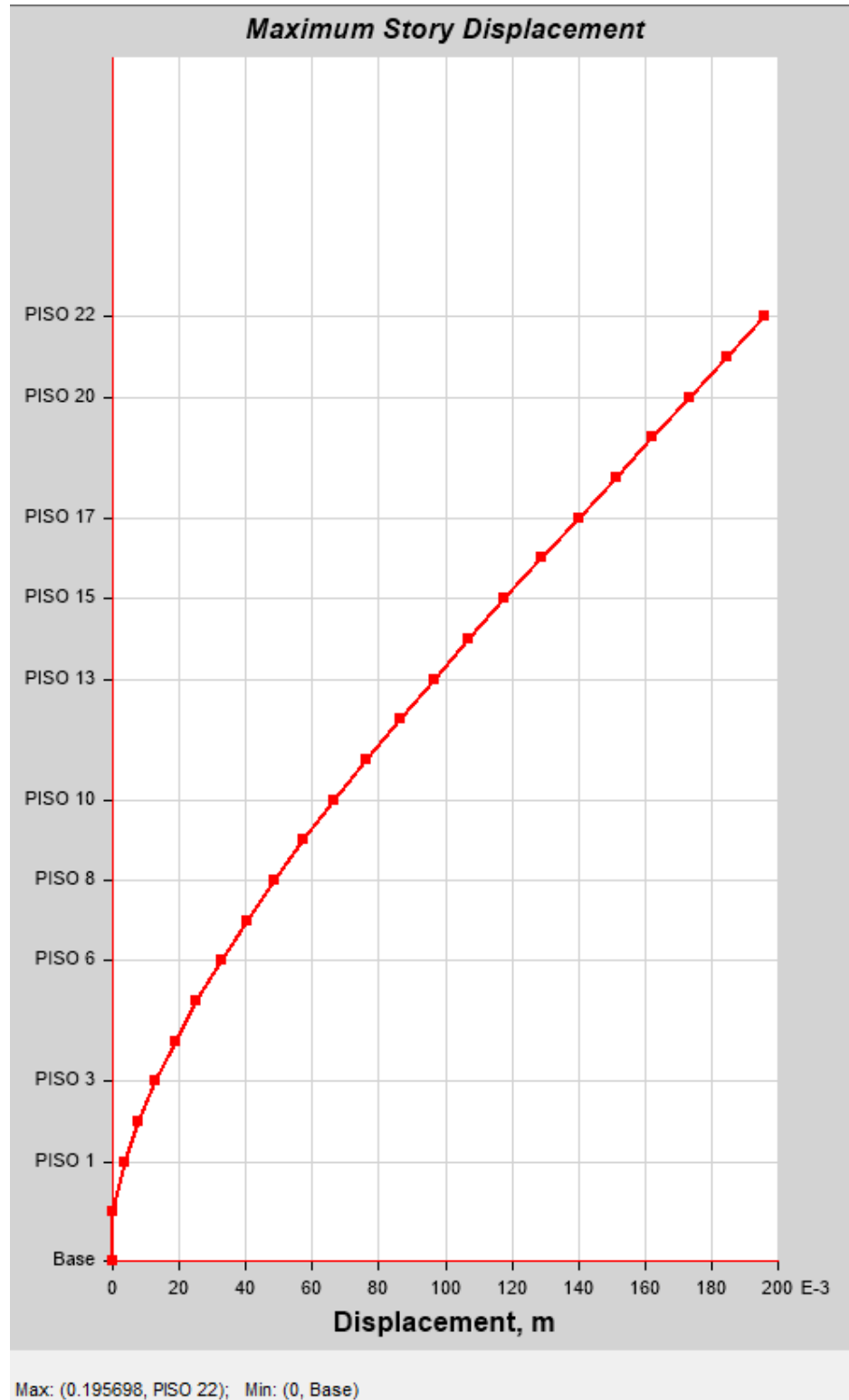


- Desplazamiento máximo

En la dirección X-X



En la dirección Y-Y



- **Etapla 4 (Validación de la estructura)**

De acuerdo con los resultados mostrados líneas arriba se verifican los pasos 14, 15, 16 y 17 indicados en el Anexo 1 de la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

- Paso 18 (Separación entre Edificios)

La separación entre edificios no es menor que:

- a) $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos
- b) $0.006 \times h \geq 3.0 \text{ cm}$

Dirección X-X

El retiro de los límites de propiedad no debe de ser menor:

- a) $2/3$ del desplazamiento máximo obtenido = $2 / 3 \times 28.57 = 19.05 \text{ cm}$
- b) $s / 2 = 37.80 / 2 = 18.90 \text{ cm}$

Dirección Y-Y

El retiro de los límites de propiedad no debe de ser menor:

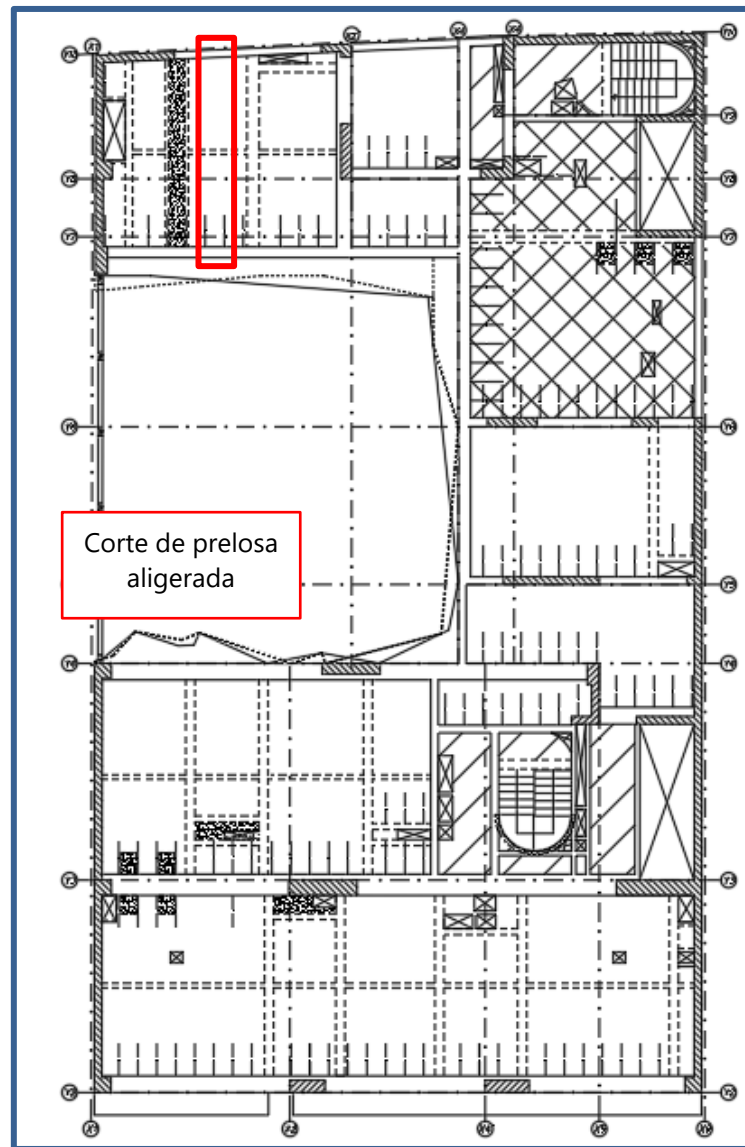
- a) $2/3$ del desplazamiento máximo obtenido = $2 / 3 \times 19.57 = 13.05 \text{ cm}$
- c) $s / 2 = 32.76 / 2 = 16.38 \text{ cm}$

Finalmente, se concluye que la estructura cumple con los requerimientos indicados en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

III. Análisis y diseño de elementos estructurales

a) Diseño de losa aligerada

En la siguiente imagen se muestra el encofrado de piso típico donde se indica el corte de una losa aligerada a verificar:



A continuación, se muestran los diagramas de momentos flector y fuerzas cortantes de la vigueta:



Hand-drawn structural drawing of a wall section showing reinforcement details. The drawing includes a vertical wall with a horizontal reinforcement bar (X1) and a vertical reinforcement bar (Y10). The wall is shown in cross-section with hatching. Reinforcement bars are labeled with their size and spacing: 3/8" @ 30 (sup.) and 3/8" @ 30 (int.). Dimensions are given in inches: 1.30, 90, and 30. The drawing is labeled with Y7, Y8, and Y10 on the left and V-1 and V-2 on the right.

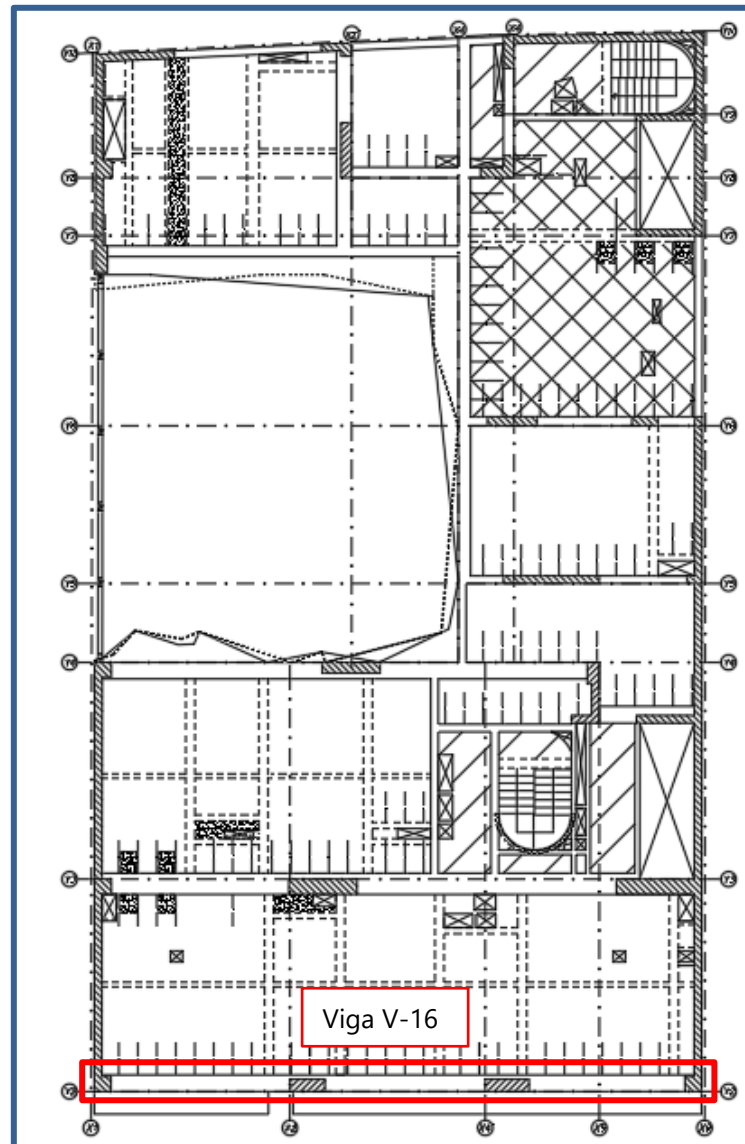
Av. Juan de Aliaga 687 - Magdalena del Mar
Tel: (511) 731-2342/ informes@megaings.com
megaings.com

TRAMOS	1		
Mu-	0.00		0.00
Mu+		2.28	
b cortante (cm)	12.5	12.5	12.5
b flexión (cm)	62.5	62.5	62.5
d (cm)	22.0	22.0	22.0
f'c	245	245	245
ku	0.0	7.5	0.0
w	0.0	0.0	0.0
ro	0.0	0.0	0.0
As nec.	0.0	2.8	0.0
As (sup.)	0.00		0.00
As (inf.)		2.80	
As col (cm2)	1.4	2.84	1.00
Vu	1.49		1.49
ØVC	2.13		2.13
ØVC>Vu	ok		ok

Como se puede observar en la tabla *el diseño es adecuado y cuenta con la resistencia requerida.*

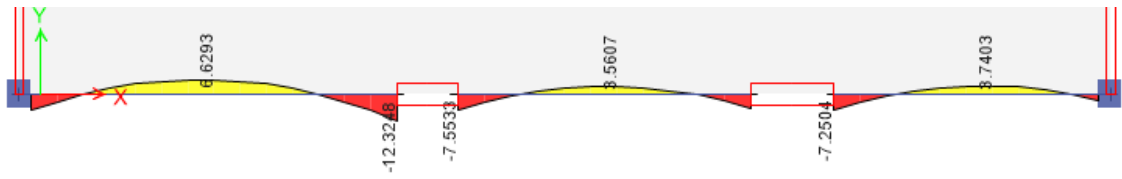
b) Diseño de vigas

En la siguiente imagen se muestra un encofrado típico donde se indica el corte 9-9 a verificar:

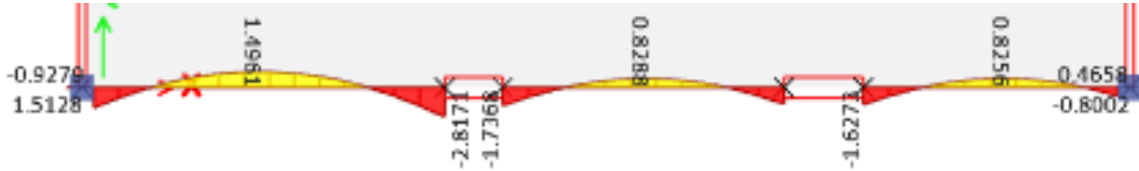


Ubicación de la viga V-16

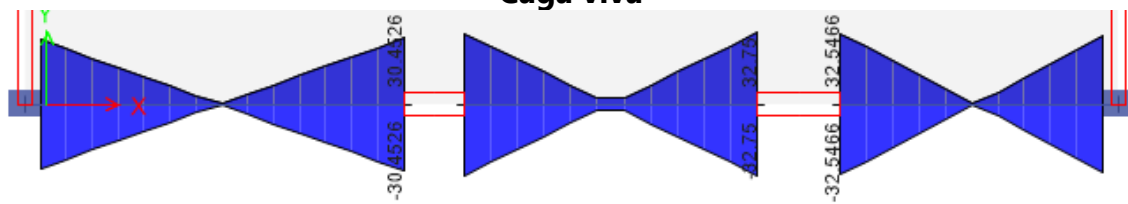
A continuación, se muestran los diagramas de momentos flector y fuerzas cortantes de la viga:



Carga muerta

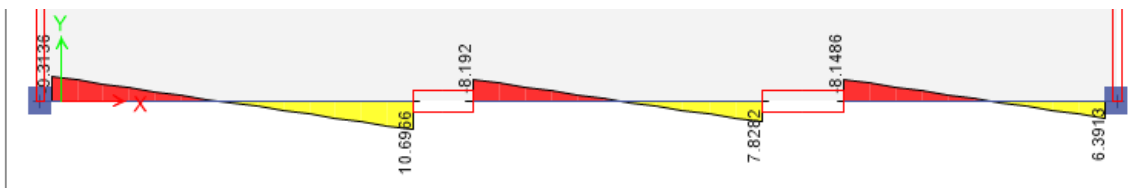


Carga viva



Carga de sismo

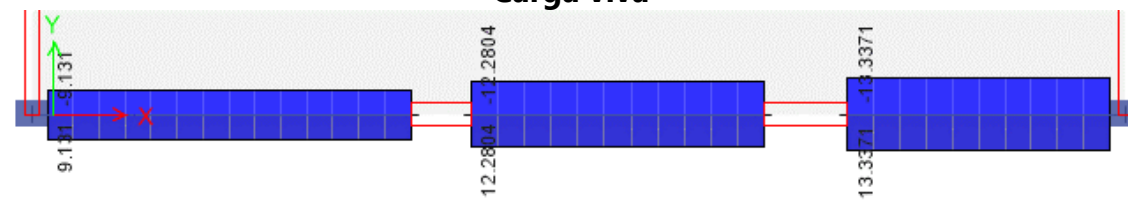
Diagrama de momentos flectores



Carga muerta



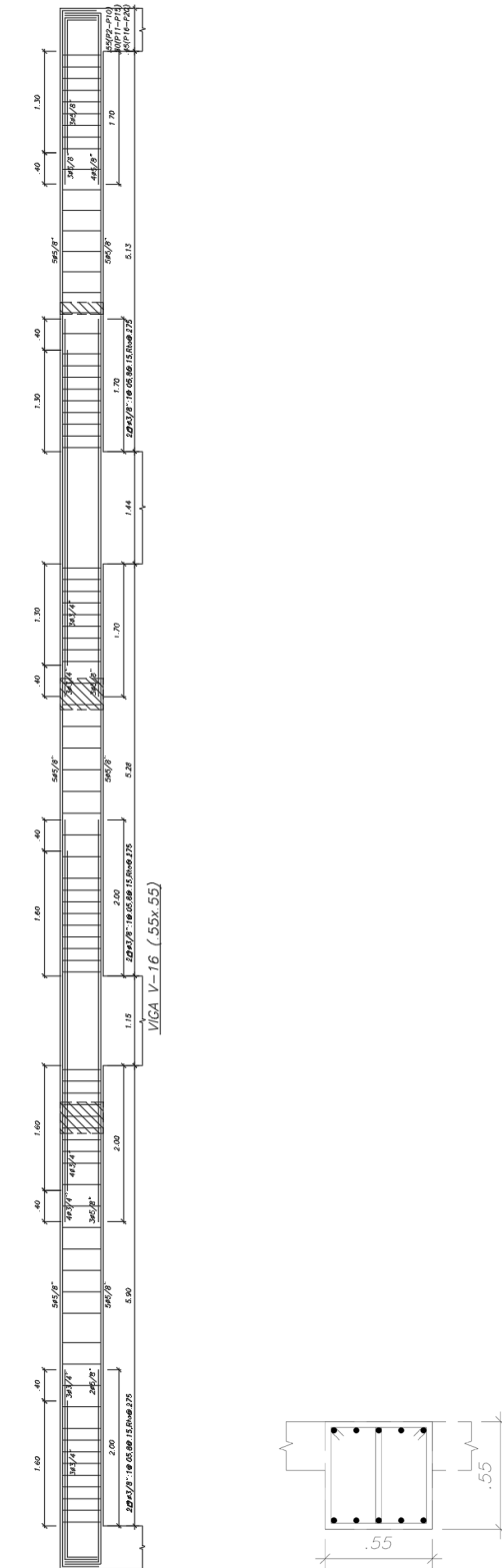
Carga viva



Carga de sismo

Diagrama de fuerzas cortantes

A continuación, se muestra el detalle de acero de la viga:



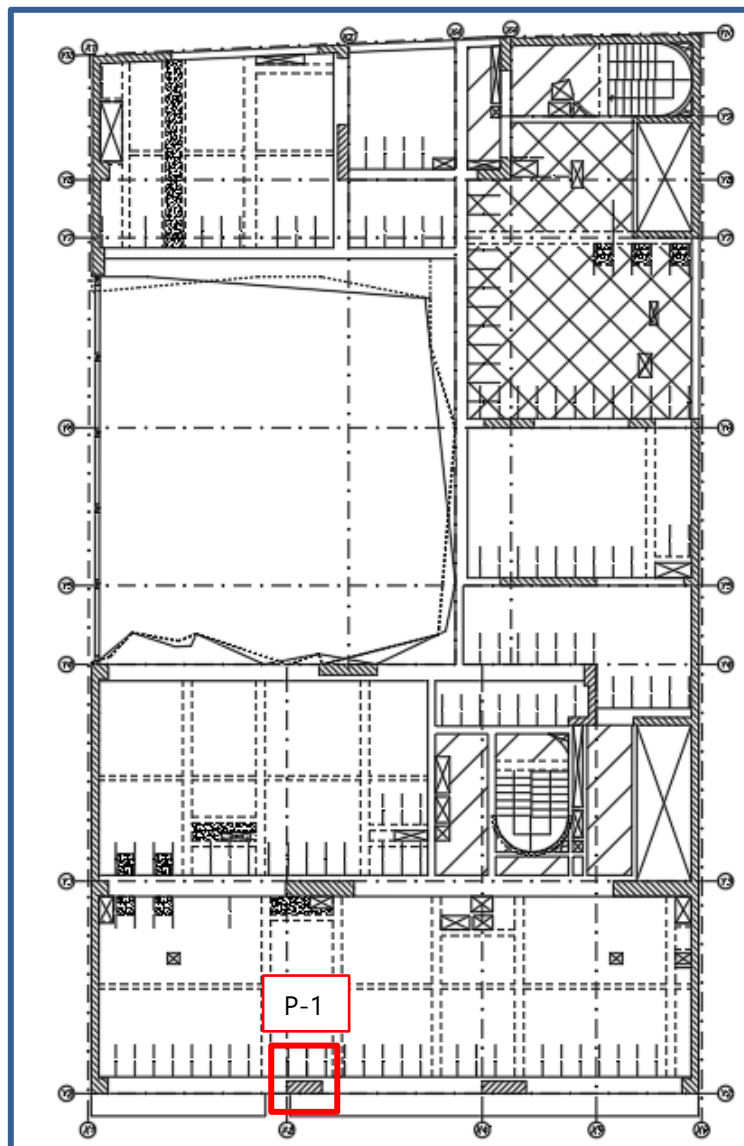
En la siguiente tabla se muestra la verificación de la viga V-16

	TRAMO 1 L= 5.9			TRAMO 2 L= 5.3			TRAMO 3 L= 5.1		
L (m)	5.9	5.9	5.9	5.3	5.3	5.3	5.1	5.1	5.1
b (cm)	55	55	55	55	55	55	55	55	55
d (cm)	47	47	47	47	47	47	47	47	47
d' (cm)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
A's- (cm2)	27.04	10	32.72	32.72	10	27.04	27.04	10	22
A's+ (cm2)	14	10	16	16	10	16	16	10	18
f'c (kg/cm2)	245	245	245	245	245	245	245	245	245
fy (kg/cm2)	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
φ	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
MD (ton.m)(--+)	7.72	6.62	12.32	7.55	3.53	6.58	7.25	3.71	3
VD (ton)	9.31		10.7	8.19		7.83	8.15		6.39
ML (ton.m)(--+)	1.94	1.5	2.82	1.74	0.82	1.56	1.63	0.83	0.81
VL (ton)	2.2		2.46	1.9		1.84	1.86		1.52
MS (ton.m)(+-)	29.77		30.45	32.7		32.75	32.55		31.14
VS (ton)	9.13		9.13	12.28		12.28	13.34		13.34
M 1.4D+1.7L (ton.m)	14.106	11.82	22.042	13.528	6.34	11.864	12.921	6.61	5.577
M 1.25(D+L)+S (ton.m)	41.845	10.15	49.375	44.3125	5.44	42.925	43.65	5.68	35.9025
M 0.9D+S (ton.m)	36.718	5.96	41.538	39.495	3.18	38.672	39.075	3.34	33.84
M 1.25(D+L)-S (ton.m)	-17.695	10.15	-11.525	-21.0875	5.44	-22.575	-21.45	5.68	-26.3775
M 0.9D-S (ton.m)	-22.822	5.96	-19.362	-25.905	3.18	-26.828	-26.025	3.34	-28.44
ENV M- (ton.m)	41.845	0.00	49.375	44.3125	0.00	42.925	43.65	0.00	35.9025
ENV M+ (ton.m)	22.822	11.82	19.362	25.905	6.34	26.828	26.025	6.61	28.44
V 1.4D+1.7L (ton.m)	16.774		19.162	14.696		14.09	14.572		11.53
V 1.25(D+L) (ton.m)	14.3875		16.45	12.6125		12.0875	12.5125		9.8875
As máx (sin A's)	48.06	48.06	48.06	48.06	48.06	48.06	48.06	48.06	48.06
a	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63	17.63
Mn1 (sin A's)	77.09	77.09	77.09	77.09	77.09	77.09	77.09	77.09	77.09
f's	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200	4200
Mn2 (As'-) (ton.m)	44.29	16.38	53.60	53.60	16.38	44.29	44.29	16.38	36.04
Mn2 (As'+) (ton.m)	22.93	16.38	26.21	26.21	16.38	26.21	26.21	16.38	29.48
Mn1 + Mn2 (As'-) (ton.m)	121.38	93.47	130.69	130.69	93.47	121.38	121.38	93.47	113.13
Mn1 + Mn2 (As'+) (ton.m)	100.02	93.47	103.30	103.30	93.47	103.30	103.30	93.47	106.57
M máx. (-) (ton.m)	109.24	84.12	117.62	117.62	84.12	109.24	109.24	84.12	101.81
M máx. (+) (ton.m)	90.02	84.12	92.97	92.97	84.12	92.97	92.97	84.12	95.92
ku-	34	0	41	36	0	35	36	0	30
ku+	19	10	16	21	5	22	21	5	23
w-	0.132	0.000	0.158	0.140	0.000	0.135	0.138	0.000	0.112
w+	0.069	0.035	0.058	0.079	0.019	0.082	0.079	0.019	0.087
ro-	0.99%	0.00%	1.19%	1.05%	0.00%	1.02%	1.03%	0.00%	0.84%
ro+	0.52%	0.26%	0.44%	0.59%	0.14%	0.61%	0.59%	0.15%	0.65%
As nec. - (cm2)	25.5	0.0	30.7	30.7	0.0	26.7	26.7	0.0	21.6
As nec. + (cm2)	13.4	6.8	15.3	15.3	3.6	15.9	15.9	3.8	16.9
As col. - (cm2)	27.04	10	32.72	32.72	10	27.04	27.04	10	22
As col. + (cm2)	14	10	16	16	10	16	16	10	18
ro-	1.05%	0.39%	1.27%	1.27%	0.39%	1.05%	1.05%	0.39%	0.85%
ro+	0.54%	0.39%	0.62%	0.62%	0.39%	0.62%	0.62%	0.39%	0.70%
w-	0.139	0.052	0.169	0.169	0.052	0.139	0.139	0.052	0.113
w+	0.072	0.052	0.083	0.083	0.052	0.083	0.083	0.052	0.093
	0.128	0.050	0.152	0.152	0.050	0.128	0.128	0.050	0.106
	0.069	0.050	0.079	0.079	0.050	0.079	0.079	0.050	0.088
Mn (-) (ton.m)	49.0	19.1	58.2	58.2	19.1	49.0	49.0	19.1	40.5
Mn (+) (ton.m)	26.5	19.1	30.0	30.0	19.1	30.0	30.0	19.1	33.6
Vu cap. (ton)	27.7825527		30.7917759	29.254772		26.9989738	28.7027581		23.7240918
ENV Vu (ton)	27.7825527		30.7917759	29.254772		26.9989738	28.7027581		23.7240918
ØVC	18.2		18.2	18.2		18.2	18.2		18.2
Vs	11.2		14.8	13.0		10.3	12.3		6.5
Ramas	4		4	4		4	4		4
s-8mm	35.1		26.7	30.4		38.3	32.0		61.1
s-3/8	49.9		37.9	43.2		54.3	45.5		86.7
s-1/2	90.6		68.9	78.5		98.7	82.7		157.5
s-5/8	139.8		106.3	121.1		152.3	127.5		243.0
Vu max	89.4		89.4	89.4		89.4	89.4		89.4

Como se puede observar en la tabla el diseño es adecuado y cuenta con la resistencia requerida.

c) Diseño de columnas

En la siguiente imagen se muestra un encofrado típico donde se indica la columna a verificar:



Ubicación de columna P1

A continuación, se muestra el metrado de cargas y verificación de la columna:

PISO	B XX (m)	L XX (m)	B YY (m)	L YY (m)	h piso (m)	AT (m2)	f c (kg/cm2)	CM (ton/m2)	CV (ton/m2)	PP (ton)	CM/piso (ton)	CV/piso (ton)	(CM+CV) /piso (ton) (3)	(3)/AT (ton/m2)	CM acum. (ton)	CV acum. (ton)	CM+CV acum. (ton)	AREA (cm2)	Pu/piso (ton)	Pu acum. (ton)	φPh (ton)	As (%)	As (cm2)	Pu/φPh
SÓTANO 6	1.15	0.5			2.7	42.01	420	0.685	0.25	3.73	32.50	10.50	43.01	1.02	727.4	209.5	936.8	5750	63.4	1374.4	1391.0	1.95%	112.2	0.99
SÓTANO 5	1.15	0.5			2.7	41.9	420	0.505	0.25	3.73	24.89	10.48	35.36	0.84	594.8	199.0	893.8	5750	52.6	1311.0	1391.0	1.95%	112.2	0.94
SÓTANO 4	1.15	0.5			2.7	41.9	420	0.450	0.25	3.73	22.58	10.48	33.06	0.79	670.0	188.5	858.5	5750	49.4	1258.4	1391.0	1.95%	112.2	0.90
SÓTANO 3	1.15	0.5			2.7	41.9	420	0.450	0.25	3.73	22.58	10.48	33.06	0.79	647.4	178.0	825.4	5750	49.4	1209.0	1342.4	1.56%	89.6	0.90
SÓTANO 2	1.15	0.5			2.7	41.9	420	0.450	0.25	3.73	22.58	10.48	33.06	0.79	624.8	167.6	792.4	5750	49.4	1159.6	1342.4	1.56%	89.6	0.86
SÓTANO 1	1.15	0.5			4	41.9	420	0.820	0.225	5.52	39.88	9.43	49.31	1.18	602.2	157.1	759.3	5750	71.9	1110.1	1342.4	1.56%	89.6	0.83
1° PISO	1.15	0.4			3.3	28.94	420	0.799	0.2	3.64	26.77	5.79	32.55	1.12	562.3	147.7	710.0	4600	47.3	1038.3	1066.1	1.48%	68.04	0.97
2° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	420	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	535.6	141.9	677.4	4600	46.4	991.0	1066.1	1.48%	68.04	0.93
3° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	420	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	509.5	136.1	645.5	4600	46.4	944.6	1066.1	1.48%	68.04	0.89
4° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	420	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	483.4	130.3	613.7	4600	46.4	898.2	1066.1	1.48%	68.04	0.84
5° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	420	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	457.3	124.5	581.8	4600	46.4	851.8	1066.1	1.48%	68.04	0.80
6° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	350	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	431.2	118.7	549.9	4600	46.4	805.4	865.7	0.99%	45.44	0.93
7° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	350	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	405.1	112.9	518.0	4600	46.4	759.0	865.7	0.99%	45.44	0.88
8° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	350	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	379.0	107.1	486.1	4600	46.4	712.7	865.7	0.99%	45.44	0.82
9° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	350	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	352.8	101.3	454.2	4600	46.4	666.3	865.7	0.99%	45.44	0.77
10° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	350	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	326.7	95.6	422.3	4600	46.4	619.9	865.7	0.99%	45.44	0.72
11° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	280	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	300.6	89.8	390.4	4600	46.4	573.5	713.9	0.99%	45.44	0.80
12° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	280	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	274.5	84.0	358.5	4600	46.4	527.1	713.9	0.99%	45.44	0.74
13° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	280	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	248.4	78.2	326.6	4600	46.4	480.7	713.9	0.99%	45.44	0.67
14° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	280	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	222.3	72.4	294.7	4600	46.4	434.4	713.9	0.99%	45.44	0.61
15° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	280	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	196.2	66.6	262.8	4600	46.4	388.0	713.9	0.99%	45.44	0.54
16° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	210	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	170.1	60.8	231.0	4600	46.4	341.6	550.8	0.88%	40.4	0.62
17° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	210	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	144.0	55.0	199.1	4600	46.4	295.2	550.8	0.88%	40.4	0.54
18° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	210	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	117.9	49.3	167.2	4600	46.4	248.8	550.8	0.88%	40.4	0.45
19° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	210	0.799	0.2	2.98	26.10	5.79	31.89	1.10	91.8	43.5	135.3	4600	46.4	202.4	550.8	0.88%	40.4	0.37
20° PISO	1.15	0.4			2.7	28.94	210	0.678	0.2	2.98	22.59	5.79	28.38	0.98	65.7	37.7	103.4	4600	41.5	156.0	550.8	0.88%	40.4	0.28
21° PISO	1.15	0.4			2.7	11.25	210	0.734	0.2	2.98	11.24	2.25	13.49	1.20	43.1	31.9	75.0	4600	19.6	114.6	550.8	0.88%	40.4	0.21
22° PISO	1.15	0.4			2.7	24.7	210	1.170	1.2	2.98	31.88	29.64	61.52	2.49	31.9	29.6	61.5	4600	95.0	95.0	550.8	0.88%	40.4	0.17

Metrado de cargas

Av. Juan de Aliaga 687 - Magdalena del Mar
Tel: (511) 731-2342/ informes@megaings.com
megaings.com

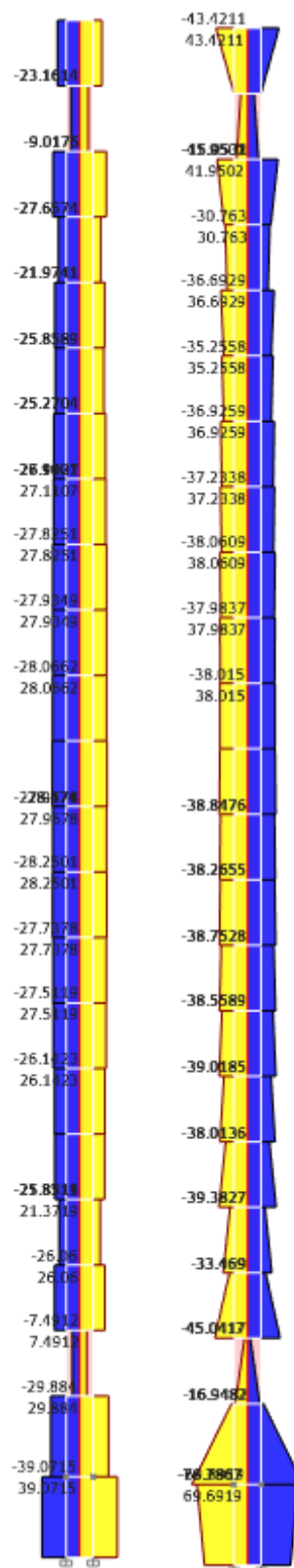
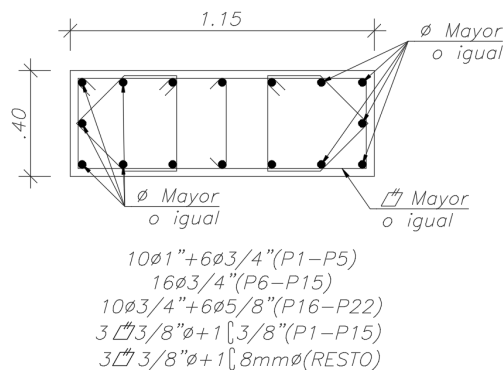


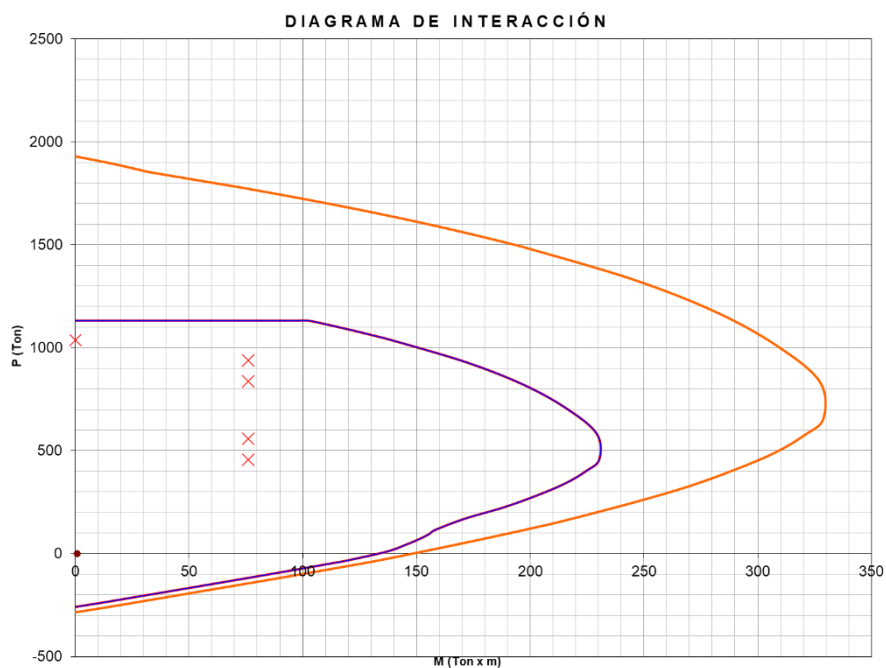
Diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores

A continuación, se muestra el detalle de acero de la columna:



Detalle de acero de columna P1

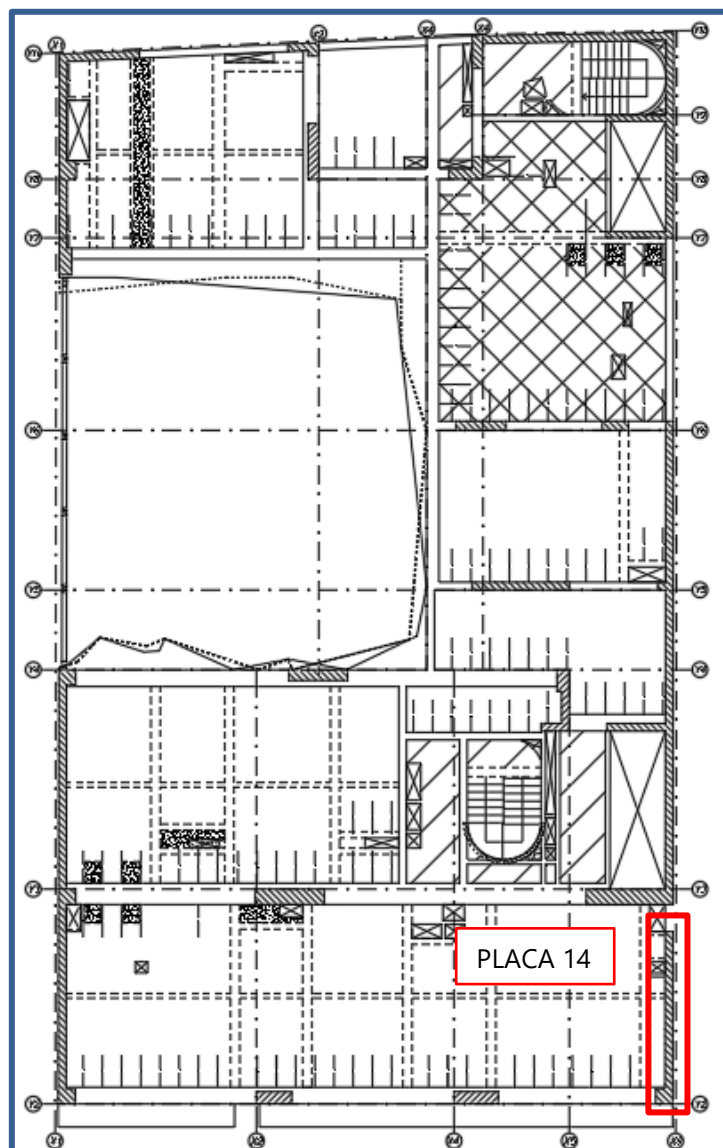
A continuación, se muestra el diagrama de interacción de la columna P1



Como se puede observar en el diagrama, las combinaciones para carga muerta, viva y sismo se encuentran dentro del diagrama de interacción. Por tanto, el diseño es adecuado y cuenta con la resistencia requerida.

d) Diseño de placas

En la siguiente imagen se muestra un encofrado típico donde se indica la placa a verificar:



Ubicación de Placa 14

A continuación, se muestran las cargas obtenidas del análisis de la placa:

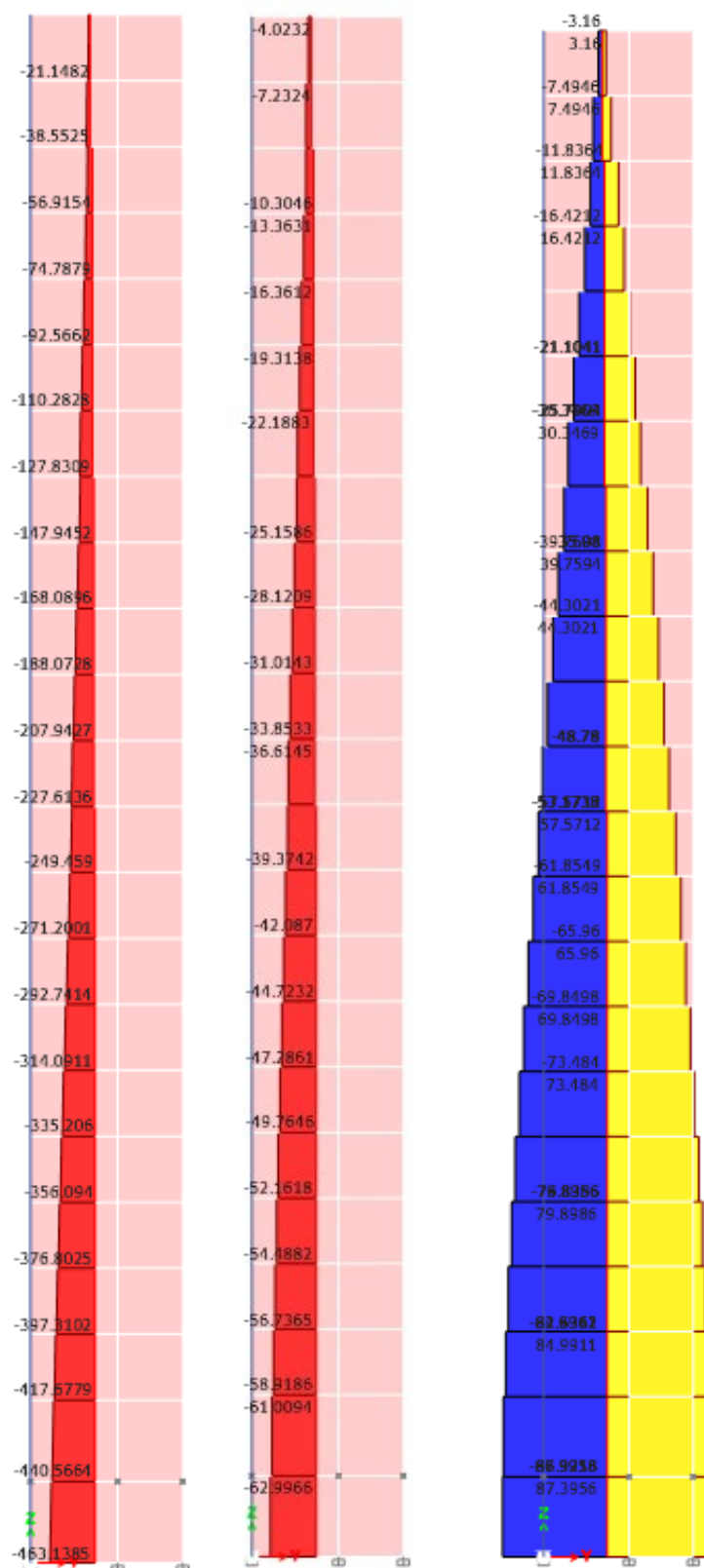


Diagrama de cargas axiales de la Placa 14

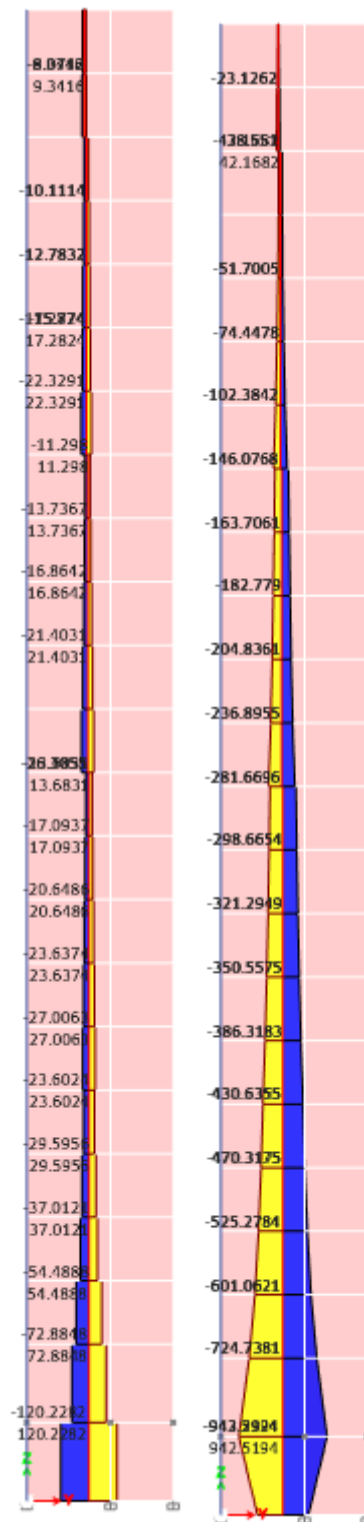
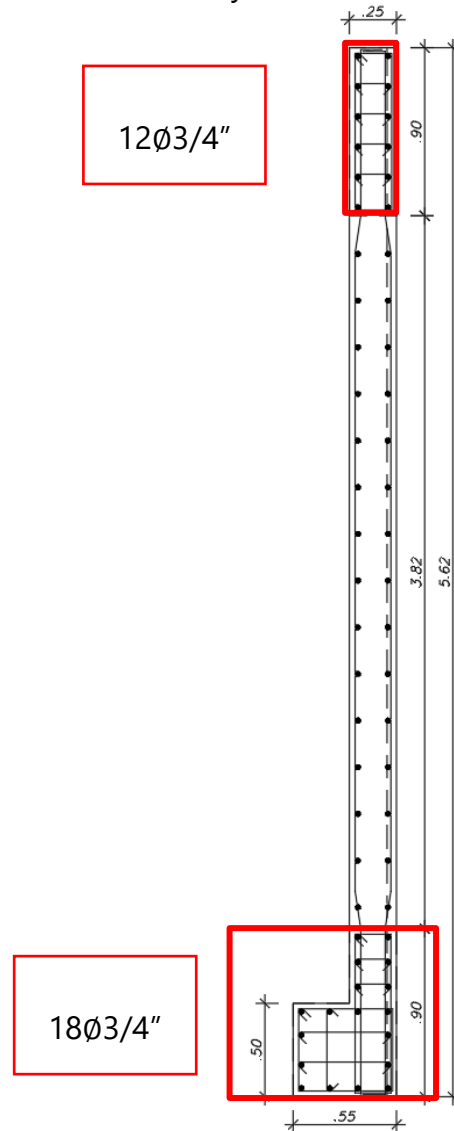


Diagrama de fuerzas cortantes y momento flector de la Placa 14

A continuación, se muestra el detalle de acero de la placa

Acero distribuido horizontal y vertical



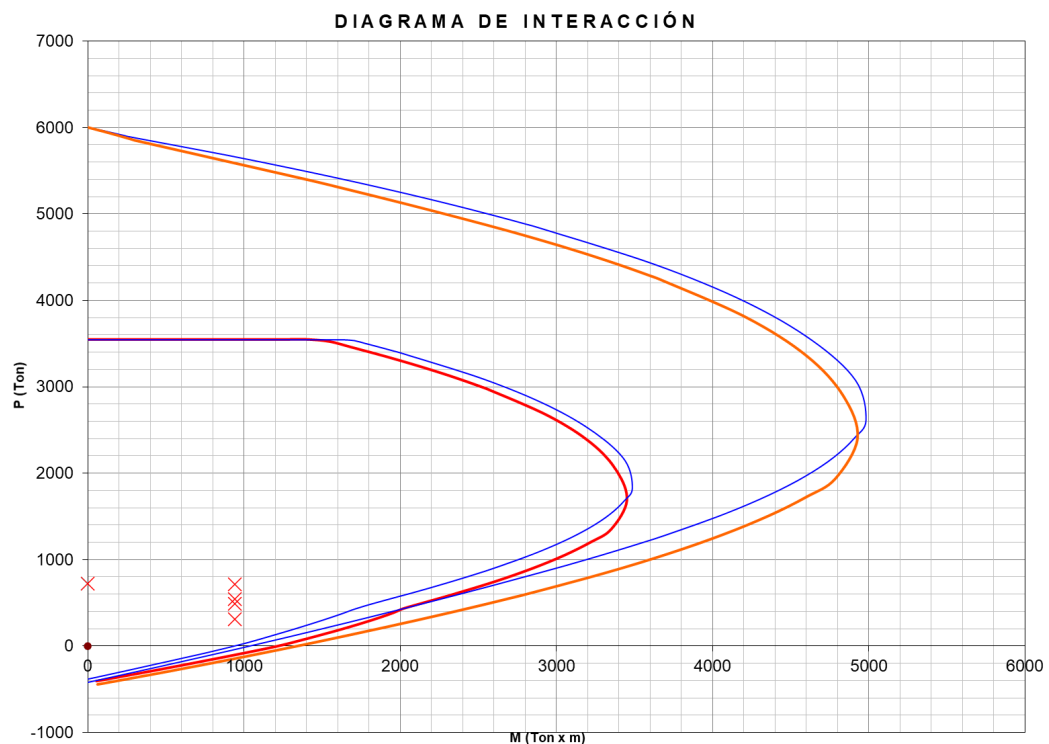
Acero distribuido horizontal: $\varnothing 3/8''$ espaciado cada 12.5 cm

Acero distribuido vertical: $\varnothing 1/2''$ espaciado cada 25 cm

En la siguiente imagen se muestran las cargas y combinaciones de carga obtenidas del análisis:

	CARGAS		
	P	M	V
	Ton	Ton.m	Ton
Muerta	440		
Viva	63		
Sismo	89	943	119

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de interacción de la placa



Como se puede observar en el diagrama, las combinaciones para carga muerta, viva y sismo se encuentran dentro del diagrama de interacción. *Por tanto, el diseño es adecuado y cuenta con la resistencia requerida.*

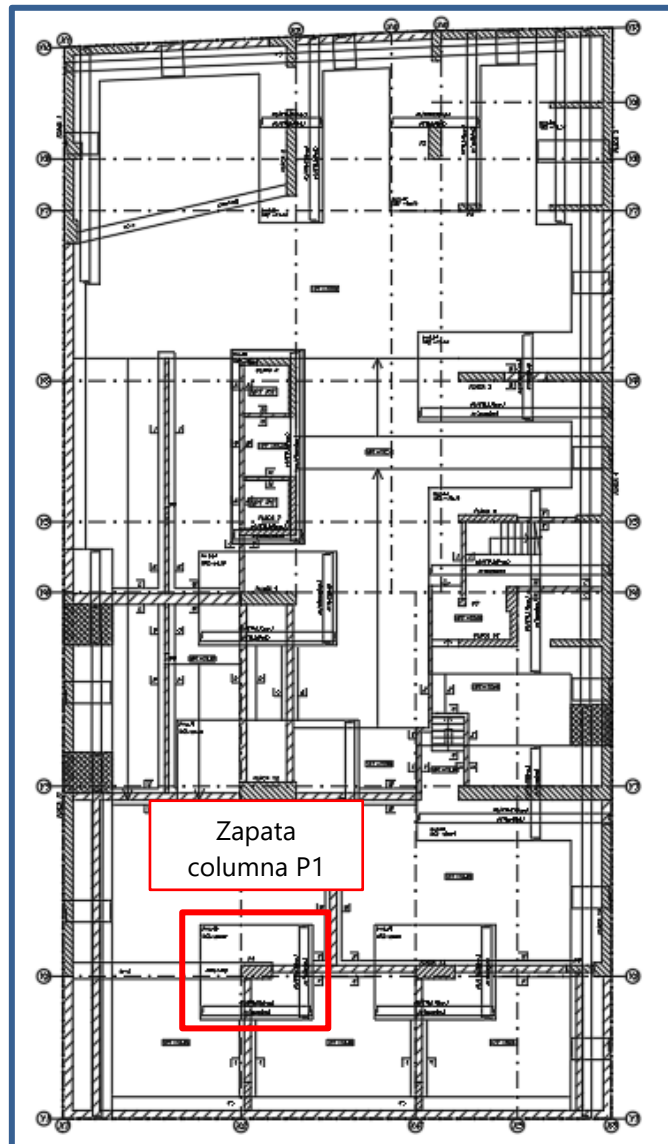
A continuación, se demuestra la verificación por cortante de la placa 14:

DISEÑO POR CORTE			
	$1.25(M+V)+S$	$1.25(M+V)-S$	$0.9M-S$
¿Capacidad?		SI	
Escala	2.55	2.55	1.76
Vcap (ton)	303.02	303.02	209.30
alpha	0.53	0.53	0.53
Vc (ton)	152.61	152.61	152.61
f Vc	129.72	129.72	129.72
f Vn máx.	648.58	648.58	648.58
VS (ton)	203.89	203.89	93.63
Nº de capas	2		
s (3/8")(cm)	16.4	16.4	35.8
s (1/2")(cm)	29.9	29.9	65.0
s (5/8")(cm)	46.3	46.3	100.8

En el recuadro rojo se encierra el espaciamiento requerido por cortante para varillas de 3/8"; sin embargo, el espaciamiento indicado en el detalle de la placa 14 es de 12.5 cm. *Por tanto, el diseño es adecuado y cuenta con la resistencia requerida.*

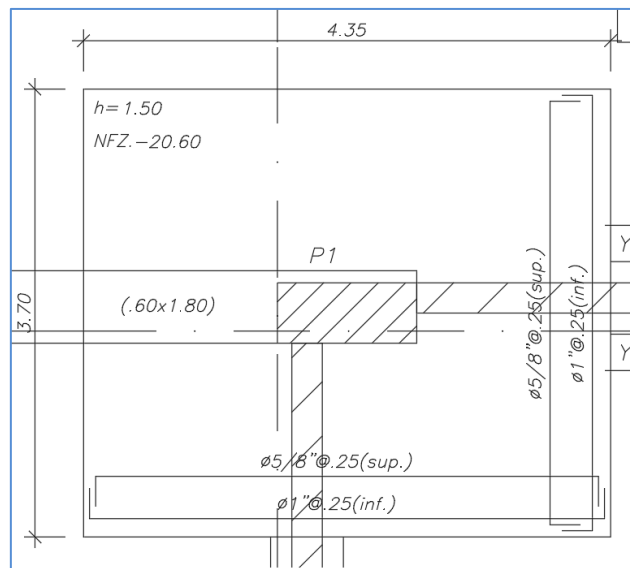
e) Diseño de zapatas

En la siguiente imagen se muestra la planta de cimentación donde se indica la zapata a verificar:



Ubicación de Zapata Columna P1

En la siguiente imagen se muestra el detalle del cimiento a verificar:



En la siguiente tabla se muestra el análisis y verificación de la zapata aislada de la columna P1

DISEÑO DE ZAPATA AISLADA			
DIMENSIONAMIENTO			
σ_{adm}	65.00	ton/m ²	Esfuerzo admisible del terreno
Volado	1.60	m	
h	1.50	m	Altura de zapata
f'c	280	kg/cm ²	Resistencia a la compresión del concreto
d	1.4	m	Distancia del acero en tracción al borde comprimido
L	4.35	m	Largo de zapata
B	3.7	m	Ancho de zapata
A	16.1	m ²	Área de zapata
pp	57.9	ton	Peso propio de zapata
σ_{base}	61.81	ton/m ²	Esfuerzo en la base
σ_{cmu}	1.19	ton/m ²	Esfuerzo último por carga muerta
σ_{cvu}	0.00	ton/m ²	Esfuerzo último por carga viva
σ_{cmu}	68.31	ton/m ²	Esfuerzo último por carga muerta
σ_{cvu}	22.13	ton/m ²	Esfuerzo último por carga viva
σ_u	90.43	ton/m ²	Esfuerzo último total
PUNZONAMIENTO			
Pu	1374.4	ton	Carga última que baja por columna
Vu	936.3	ton	
b	1.15	m	Ancho de columna
l	0.5	m	Largo de columna
A0	4.85	m ²	área de carga
b0	8.9	m	Perímetro resistente a punzonamiento
λ_s	0.55		Factor de efecto de tamaño
Vn1	1216.6	ton	Resistencia 1 nominal a punzonamiento
$\phi Vn1$	1034.1	ton	Resistencia 1 de diseño a punzonamiento
β	0.4		Factor de forma
Vn2	3406.5	ton	Resistencia 2 nominal a punzonamiento
$\phi Vn2$	2895.5	ton	Resistencia 2 de diseño a punzonamiento
α	40.0		
Vn3	2569.6	ton	Resistencia 3 nominal a punzonamiento
$\phi Vn3$	2184.2	ton	Resistencia 3 de diseño a punzonamiento
ϕVn	1034.11	ton	Resistencia de diseño a punzonamiento
FLEXIÓN			
Mu1	115.8	ton.m	Momento último por esfuerzo admisible
Mu2	120.6	ton.m	Momento último por carga de columna
Ku	6.2		
w	0.025		
ro	0.17%		
As	23.14	cm ²	Acero necesario
CORTE			
Vu	18.09	ton	Resistencia de diseño al corte
ϕVc	105.54	ton	Fuerza cortante última

Como se puede observar se verificó la zapata por esfuerzos. *Se verificó que el diseño es adecuado y cuenta con la resistencia requerida.*

IV. Conclusiones

- De acuerdo con los resultados obtenidos, queda demostrado que los elementos estructurales del proyecto cumplen con los requerimientos de la normativa vigente.



JORGE ANDREE MEZA GALLEGOS
INGENIERO CIVIL
CIP- 177450

Ing. Jorge Andree Meza Gallegos
Nº CIP 177450