



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**MODELADO ESTRUCTURAL SIMPLIFICADO
DE UN EDIFICIO CON PLANTA BAJA FLEXIBLE**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS

PRESENTA:

ING. DAVID EMMANUEL CABALLERO CORIA

DIRECTOR DE TESINA: **M.I. FERNANDO MONROY MIRANDA**

MÉXICO, D.F. **SEPTIEMBRE 2013**

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
I.2	OBJETIVOS.....	2
II.	EDIFICIOS CON PLANTA FLEXIBLE	2
II.1	ANTECEDENTES.....	2
II.2	CARACTERÍSTICAS DE EDIFICIOS CON PLANTA FLEXIBLE.....	3
II.3	PROBLEMAS ASOCIADOS CON LA PLANTA BAJA FLEXIBLE.....	4
II.4	DAÑOS OBSERVADOS.....	4
III.	EJEMPLOS	6
III.1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	6
III.2	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	10
III.3	ANÁLISIS DE CARGAS.....	11
III.4	MODELADO DEL PROYECTO UTILIZANDO EL PROGRAMA ETABS.....	12
III.5	ANÁLISIS POR CARGAS SÍSMICAS.....	18
III.5.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA.....	18
III.5.2.	ZONIFICACIÓN.....	18
III.5.3.	BAJADA DE CARGAS PARA ANÁLISIS SISMO.....	19
III.5.4.	ANÁLISIS ESTÁTICO.....	20
III.6	PROPUESTA 1, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN LOSAS Y CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS.....	22
III.7	PROPUESTA 2, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN LOSAS, CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS Y AMPLIFICACIÓN DE MOMENTO.....	23
III.8	PROPUESTA 3, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN TRABES Y CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS.....	25
III.9	PROPUESTA 4, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN TRABES, CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS Y AMPLIFICACIÓN DE MOMENTO.....	26
IV.	ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	28
IV.1	BAJADA DE CARGAS.....	28
IV.2	DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO.....	29
IV.3	CORTANTES DE ENTREPISO.....	32
IV.4	ELEMENTOS MECÁNICOS EN PLANTA BAJA.....	35
IV.5	ZONAS CRÍTICAS.....	38
V.	CONCLUSIONES.....	44
VI.	REFERENCIAS	44

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las personas han ido trazando una tendencia hacia el mejoramiento de la calidad de vida que conlleva fundamentalmente a la residencia de las personas, estas características son subjetivas y por tanto depende de la región, clima, especio, etcétera.

Hay ramas que se están acostumbradas a asociarse a los espacios en edificaciones es la Arquitectura, seguida por la Ingeniería Civil, de las cuales puede haber criterios que interfieren ambas, ya sean espacios, funcionalidad, geometría, materiales, entre otros en el desarrollo.

La tecnología ha permitido que se optimicen los resultados en el diseño de los elementos, mejorando capacidades de resistencia, manejabilidad, durabilidad, inclusive apariencia de los materiales; se ha dado la posibilidad de elaborar proyectos más caprichosos en zonas que antes era prácticamente imposible hacerlo.

El tipo de estructura va evolucionando junto a la localidad, es decir, de manera general en las comunidades que tienen mayor índice de población la tendencia ha sido reducir el área de terreno para la construcción y así desarrollar elementos cada vez más altos.

Se ha estudiado el comportamiento de las estructura mediante métodos aproximados empleando herramientas que se encuentran al alcance del proyectista, que han ido evolucionando entre los cuales consisten en la elaboración de matrices, otros aproximados como Cross o recientemente el software de computación.

El software actual ha sido muy variado, que empezaron programaciones que consistían en insertar las características de la estructura exclusivamente con texto, y así hasta llegar a poder realizar un dibujo más preciso de cada elemento que se desee que participe en el comportamiento de dicha estructura.

I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Debido a que las herramientas actuales tienen mayor complejidad, los análisis pueden diferir entre un estructurista y otro, cada uno puede tomar diferentes consideraciones elementos estructurales, materiales, metodologías de modelaje de la estructura, entre otras.

El tiempo, experiencia profesional, manejo de programas enfocados al análisis de estructuras son de las principales variantes para la elaboración de un modelo estructural de un edificio con planta baja flexible, lo que conlleva a realizar algunos muy detallados o no, estos resultados no son garantía de precisión, para cualquier caso puede existir incertidumbre que el estudio podría determinar la efectividad de los métodos.

I.2 OBJETIVOS.

El objetivo principal de este trabajo consiste en analizar un edificio con planta flexible y comparando las principales características con diversas simplificaciones del modelo estructural.

II. EDIFICIOS CON PLANTA FLEXIBLE

II.1 ANTECEDENTES.

Las estructuras en la Ciudad de México actualmente están reglamentadas para que tengan un ambiente de comodidad, las cuales exigen ciertas características como por ejemplo el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF) publicado en el año 2004, en sus "Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico", requiere un número de espacios para estacionamiento, áreas mínimas para la circulación, niveles, entre otros dependiendo al uso del inmueble, y con el fin de obtener los permisos correspondientes para la construcción de dichos proyectos; debido a la demanda de viviendas en la localidad, y los pequeños espacios para los proyectos ha generado una tendencia a construir edificios altos.

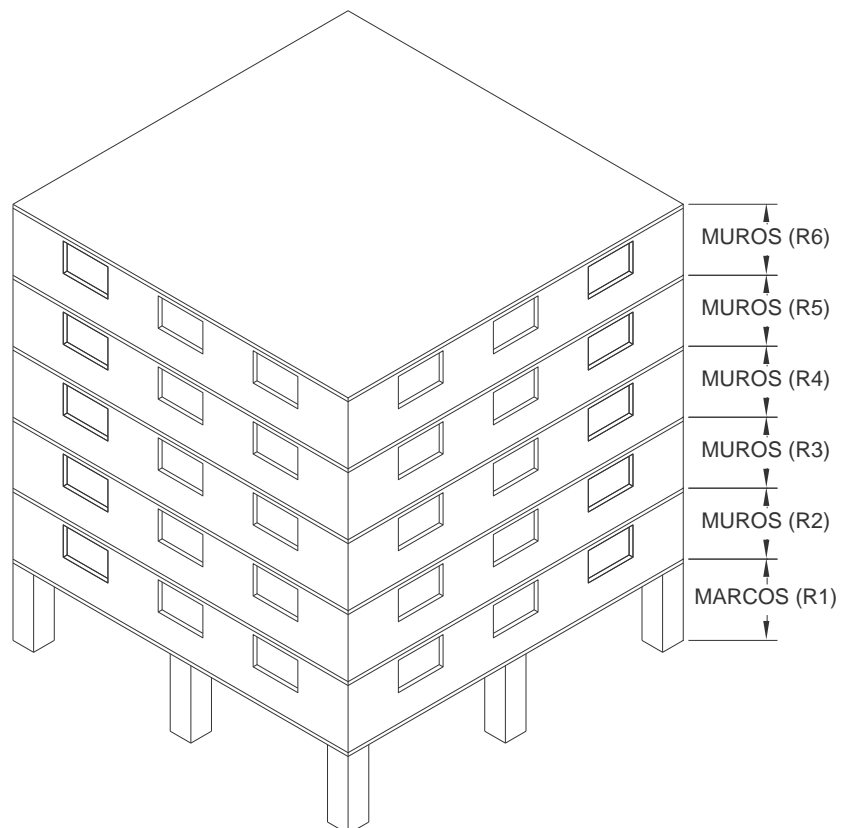
De los materiales más comunes empleados en la Ciudad para el uso de viviendas es la mampostería, que se aprovecha como elemento estructural y divisorio, y el concreto como confinamiento y aumentar la resistencia en algunas zonas requeridas.

Como comúnmente es requerido resguardar automóviles en los edificios se deja el o los primeros niveles del conjunto para ello, y la mampostería requiere cubrir cierta área para resistir las demandas necesarias, que en un estacionamiento puede ser muy difícil colocarlos por las vías de circulación.

Un problema de la localidad es que se ve afectada por la fuerza tectónica generada por la Placa de Cocos en la zona costera principalmente del Estado de Guerrero. Estos efectos demandan una resistencia considerablemente mayor en los primeros niveles de la estructura debido a que es la zona en que se concentran los esfuerzos.

II.2 CARACTERÍSTICAS DE EDIFICIOS CON PLANTA FLEXIBLE.

La similitud entre los edificios de planta baja flexible es que los primeros niveles están formados por marcos compuestos por traveses y columnas de concreto, y en los posteriores están desarrollados por muros de mampostería, los cuales presentan una rigidez considerablemente mayor. En la siguiente imagen se hace un esquema de las rigideces, donde $R1$ menor que $R2$, la cual es similar a $R3$, $R4$, $R5$ y $R6$.



Alguna alternativa para equilibrar las rigideces comúnmente es la colocación de muros estructurales en la planta baja, acomodados estratégicamente para disminuir los efectos de torsión, estos pueden ser de ladrillo convencional, de alta resistencia o concreto según lo requerido.

II.3 PROBLEMAS ASOCIADOS CON LA PLANTA BAJA FLEXIBLE.

De los principales problemas que se han obtenido de algunos análisis es la alta demanda de ductilidad en la planta flexible, esto debido al cambio drástico de rigidez, la cual se puede considerar una masa considerable concentrada en la losa que recibe a los muros.

En las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo, no tiene parámetros para el tipo de estructuras, por lo que el factor de ductilidad Q es impreciso; en cuanto al factor de irregularidad se establece un punto que indica que ningún entrepiso puede diferir más de un 50 por ciento la rigidez en niveles contiguos.

II.4 DAÑOS OBSERVADOS.



Ciudad de San Francisco, California, Estados Unidos.



Artegna, Italia.



Lorca, España.

III. EJEMPLOS

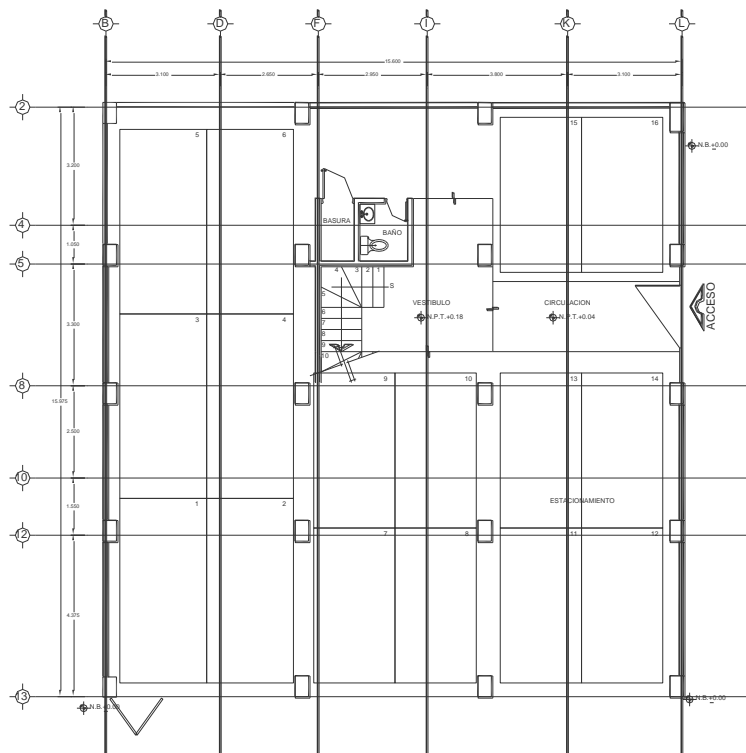
III.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

Nombre del proyecto: Edificio de departamentos en condominio.

Ubicación: San Simón 125, San Simón Tolnahuac, Cuauhtémoc, 06920.

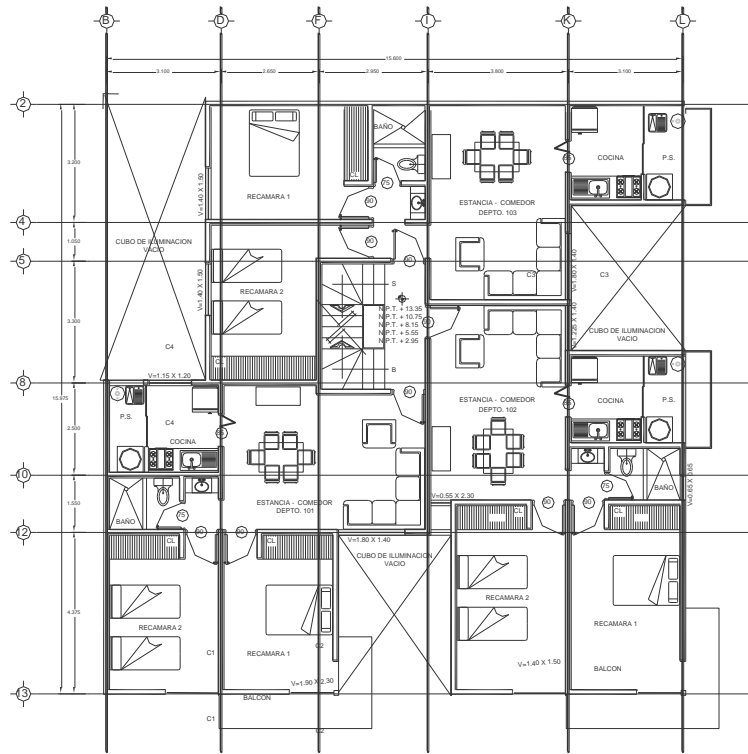


Croquis de localización.

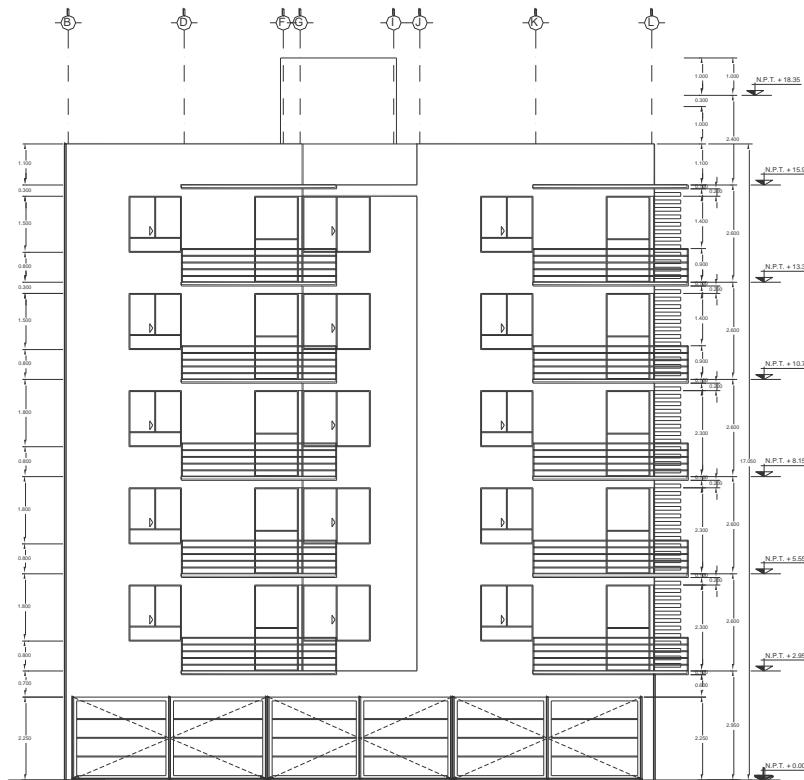


Planta baja.

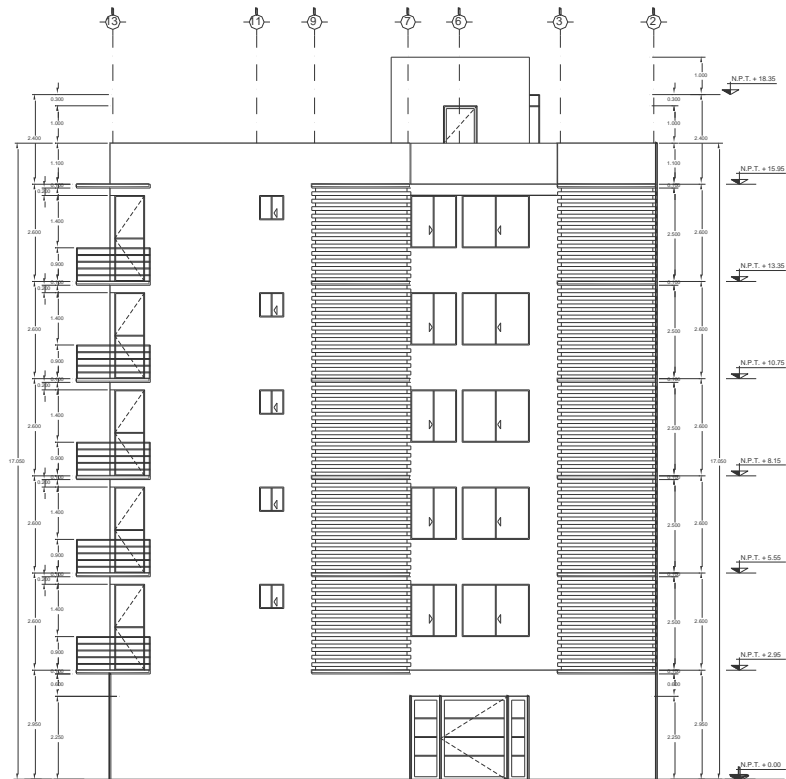
SIMPLIFICACIÓN DEL MODELADO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO CON PLANTA BAJA FLEXIBLE



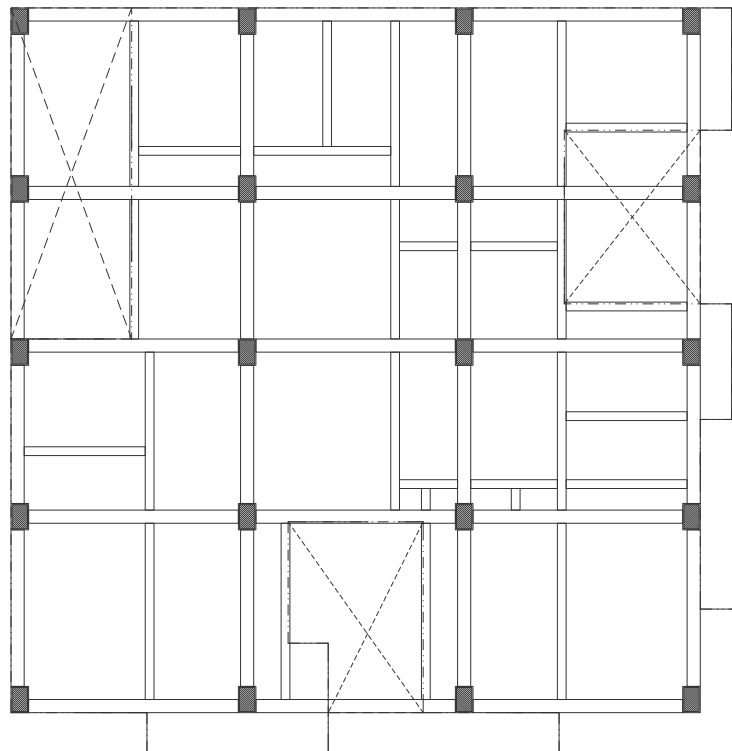
Planta tipo.



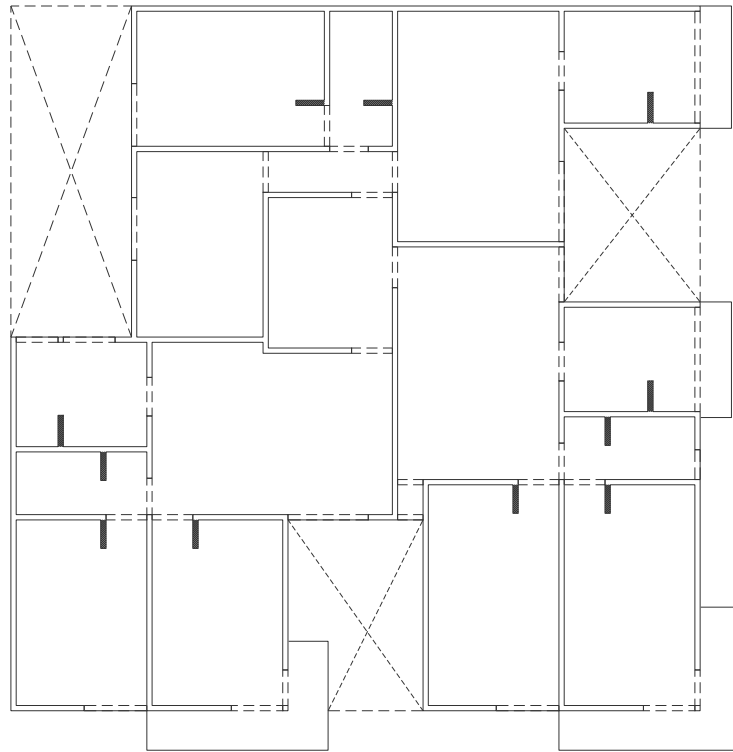
Vista fachada Sur.



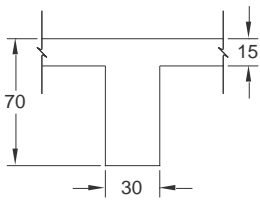
Vista fachada Oriente.



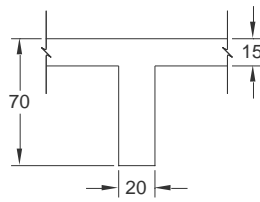
Estructuración de traves para marcos y recibir muros cargadores.



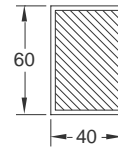
Estructuración muros cargadores y no cargadores.



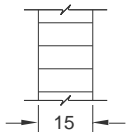
**TRABE
PRINCIPAL**
30 x 70



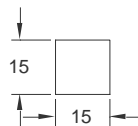
**TRABE
SECUNDARIA**
20 x 70



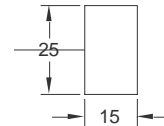
COLUMNA
40 x 60



MURO
e = 12



CASTILLO
15 x 15



CADENA
15 x 30

Secciones propuestas.

III.2 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

Debido en las características del inmueble en la planta baja flexible debido a que es a base de trabes y columnas se propone un concreto de mayor resistencia que el empleado en los niveles de mampostería, su módulo de elasticidad depende de su capacidad a la compresión y al tipo de agregados, para lo cual se empleará de clase 1; el acero de refuerzo es el convencional en este tipo de elementos. Los muros se proponen de alta resistencia del proveedor “novaceramic” mostrados en la siguiente imagen.

t	W	VALORES UTILIZANDO		Q
		f*m	v*m	
10	267	20.0	3.5	1.5
12	313	si f'p > 100 kg/cm ²		
15	350			
10	165	60.0	6.5	1.5 ó 2.0*
11.5	192			
15	267	55.0		

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los parámetros de cada elemento empleado en este proyecto:

MATERIAL	RESISTENCIA	MODULO DE ELASTICIDAD	
CONCRETO	f'c = 300 kg/cm ²	CLASE 1	E = 242487 kg/cm ²
CONCRETO	f'c = 250 kg/cm ²	CLASE 1	E = 221359 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	fy = 4200 kg/cm ²	E = 2 040 000 kg/cm ²	
TABIQUE	f*m = 60 Kg/cm ² V*m = 6.5 Kg/cm ²	E = 37194 kg/cm ²	

III.3 ANÁLISIS DE CARGAS.

El uso del edificio es para casa-habitación con estacionamientos y sus cargas vivas están recomendadas en las Normas Técnicas Complementarias Sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones. Las cargas muertas adicionales para instalaciones y acabados son estimadas conforme al proyecto arquitectónico.

ESTACIONAMIENTO	
CONCEPTO	CARGA
SOBRECARGA DEL RCDF 2004	20 kg/m ²
PISO	20 kg/m ²
INSTALACIONES Y ACCESORIOS	20 kg/m ²
CARGA VIVA MÁXIMA	250 kg/m ²
CARGA VIVA INSTANTÁNEA	100 kg/m ²
CARGA VIVA MEDIA	40 kg/m ²

VIVIENDA	
CONCEPTO	CARGA
SOBRECARGA DEL RCDF 2004	40 kg/m ²
PISO	60 kg/m ²
INSTALACIONES Y ACCESORIOS	20 kg/m ²
MUROS	376 kg/m ²
CARGA VIVA MÁXIMA	170 kg/m ²
CARGA VIVA INSTANTÁNEA	90 kg/m ²
CARGA VIVA MEDIA	70 kg/m ²


AZOTEA	
CONCEPTO	CARGA
SOBRECARGA DEL RCDF 2004	20 kg/m ²
RELLENOS Y PLAFÓN	110 kg/m ²
INSTALACIONES Y ACCESORIOS	10 kg/m ²
CARGA VIVA MÁXIMA	100 kg/m ²
CARGA VIVA INSTANTÁNEA	70 kg/m ²
CARGA VIVA MEDIA	40 kg/m ²

III.4 MODELADO DEL PROYECTO UTILIZANDO EL PROGRAMA ETABS.


Como es el modelo base para la comparativa se propone colocar detalladamente los elementos principales participantes para la contribución de rigidez y peso de la estructura.

Ejemplo de la definición algunos de los materiales empleados:

Material Property Data

Material Name	Ladrillo	Display Color	
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic	Type of Design	Design: None
Analysis Property Data		Design Property Data	
Mass per unit Volume	0.1741		
Weight per unit Volume	1.780		
Modulus of Elasticity	371900.		
Poisson's Ratio	0.3		
Coeff of Thermal Expansion	1.170E-05		
Shear Modulus	143038.462		
OK		Cancel	

Material Property Data

Material Name	fc300c1	Display Color	
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic	Type of Design	Design: Concrete
Analysis Property Data		Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)	
Mass per unit Volume	0.2446	Specified Conc Comp Strength, f'c	3000.
Weight per unit Volume	2.4	Bending Reinf. Yield Stress, fy	42000.
Modulus of Elasticity	2424871.13	Shear Reinf. Yield Stress, fys	42000.
Poisson's Ratio	0.2	<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06	Shear Strength Reduc. Factor	
Shear Modulus	1010362.97		
OK		Cancel	

Definición de algunas secciones:


Rectangular Section

Section Name: C-40x60

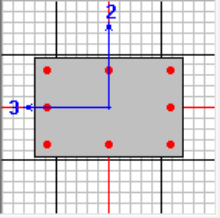
Properties: Section Properties...
Property Modifiers: Set Modifiers...
Material: fc300c1

Dimensions:
Depth (t3): 0.4
Width (t2): 0.6

Concrete: Reinforcement...

Display Color: 

OK Cancel




Rectangular Section

Section Name: CD-15x30

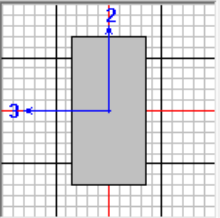
Properties: Section Properties...
Property Modifiers: Set Modifiers...
Material: fc250CDK

Dimensions:
Depth (t3): 0.3
Width (t2): 0.15

Concrete: Reinforcement...

Display Color: 

OK Cancel



Definición de muros y losas:

Wall/Slab Section

Section Name: MC15

Material: fc300c1

Thickness

Membrane: 0.15

Bending: 0.15


Type

Shell Membrane Plate

Thick Plate

Load Distribution

Use Special One-Way Load Distribution

Set Modifiers... Display Color: 

OK Cancel

Wall/Slab Section

Section Name: L15

Material: fc300c1

Thickness

Membrane: 0.15

Bending: 0.15


Type

Shell Membrane Plate

Thick Plate

Load Distribution

Use Special One-Way Load Distribution

Set Modifiers... Display Color: 

OK Cancel

Wall/Slab Section

Section Name: Novaceramic

Material: Ladrillo

Thickness

Membrane: 0.15

Bending: 0.15


Type

Shell Membrane Plate

Thick Plate

Load Distribution

Use Special One-Way Load Distribution

Set Modifiers... Display Color: 

OK Cancel

Wall/Slab Section

Section Name: L12

Material: fc250c1

Thickness

Membrane: 0.12

Bending: 0.12


Type

Shell Membrane Plate

Thick Plate

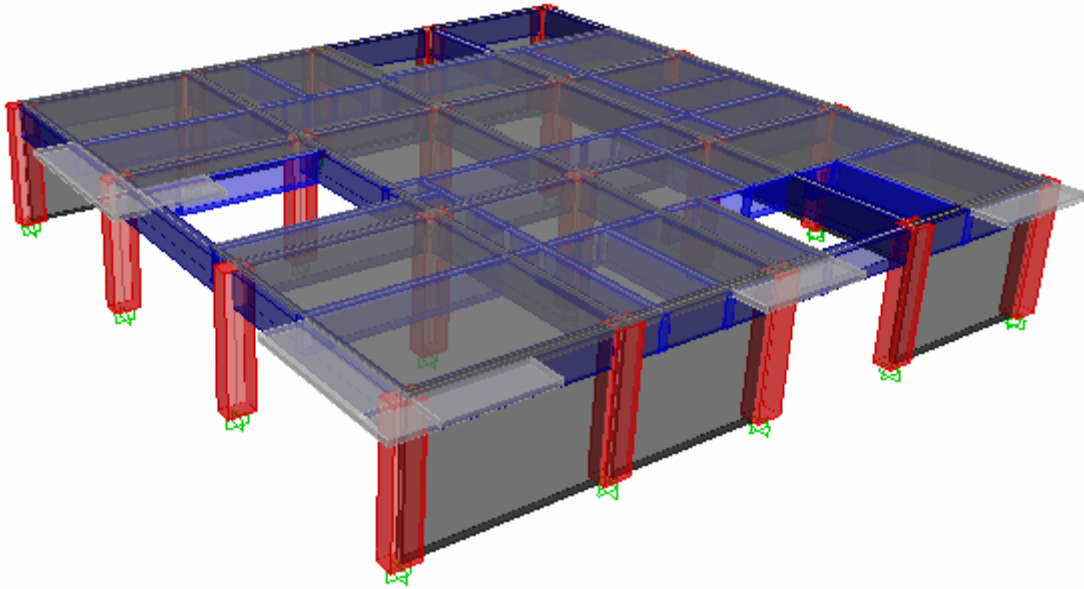
Load Distribution

Use Special One-Way Load Distribution

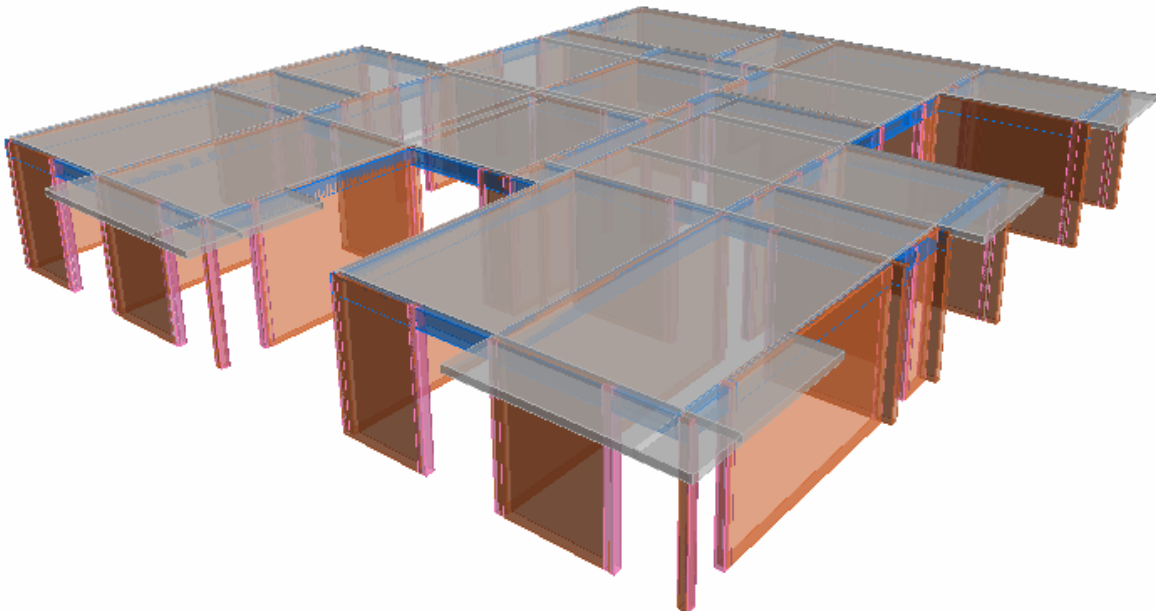
Set Modifiers... Display Color: 

OK Cancel

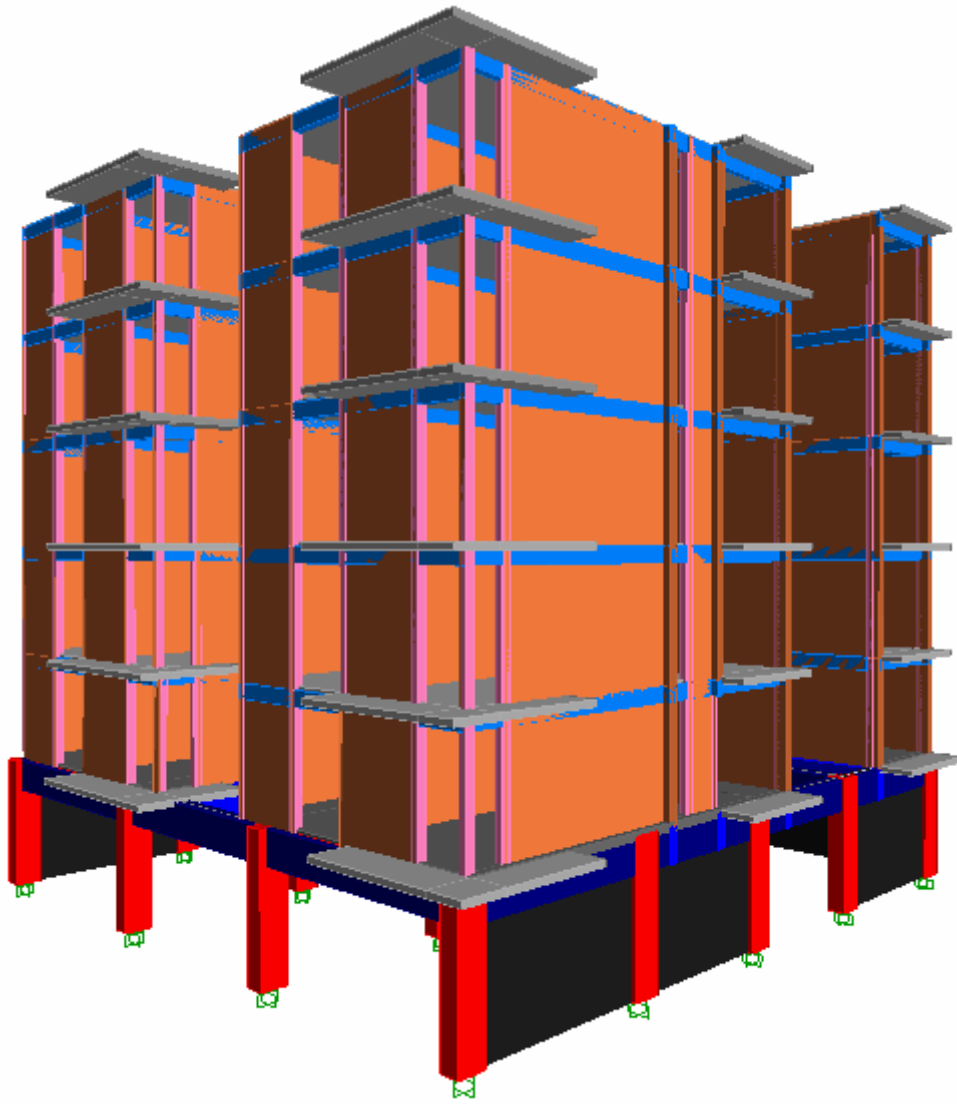
Modelo de la estructura.



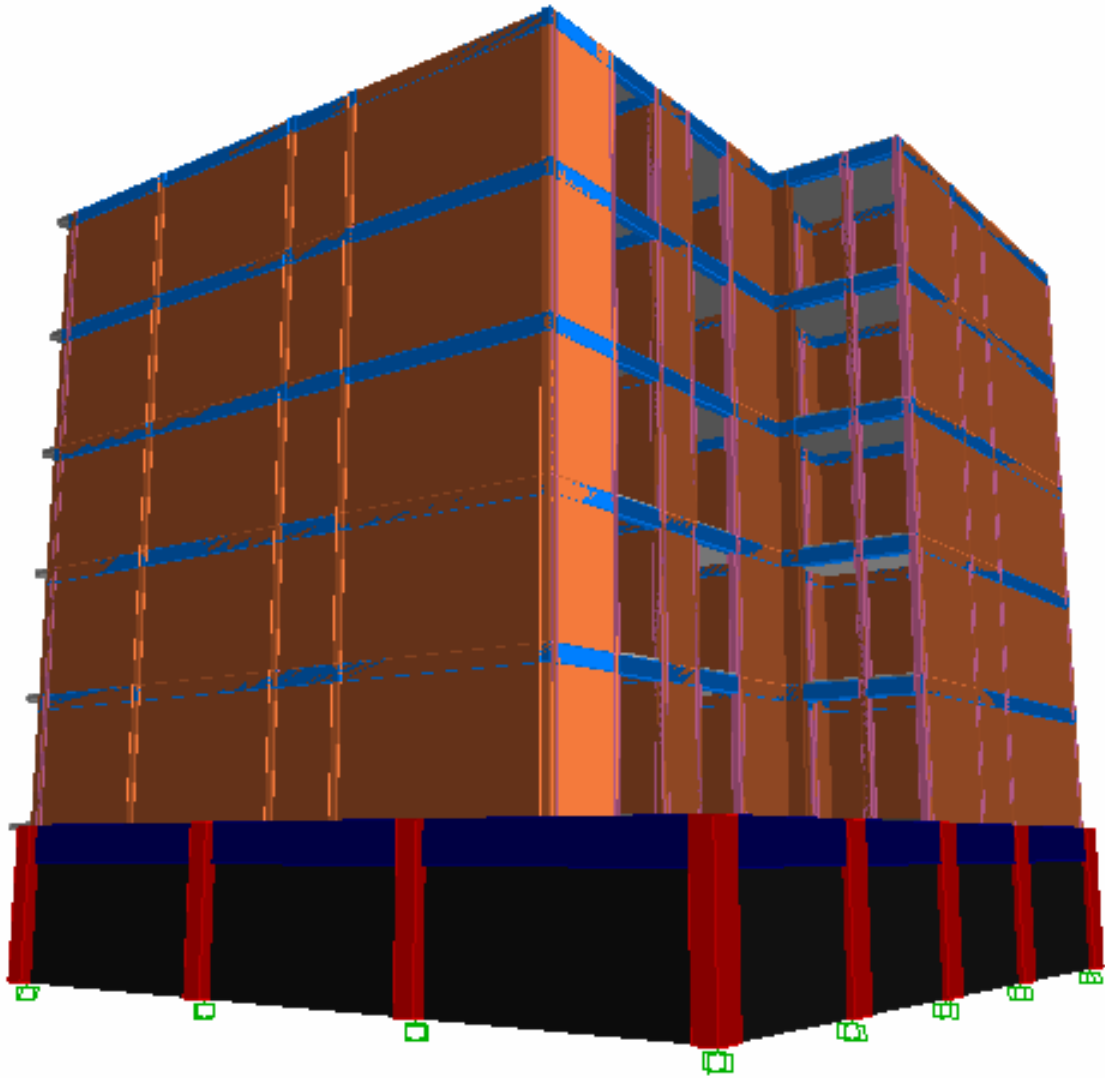
Modelo de la planta baja (zona flexible)



Modelo de planta tipo con muros estructurales de mampostería



Modelo estructural completo. (Vista de acceso vehicular y peatonal)



Perspectiva lado acceso vehicular con colindancia.

III.5 ANÁLISIS POR CARGAS SÍSMICAS.

III.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA.

El reglamento de construcciones en sus Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo indica para diversos grupos de estructuras ciertos parámetros sugeridos para dicho análisis, uno de ellos es el factor de ductilidad (Q) que va desde 1 a 4; también se maneja el factor de irregularidad que es de 0.7 a 1.0.

Según los criterios de las Normas comprendidos, se emplea un factor de ductilidad $Q = 2$, ya que especifica y se relaciona que es para estructuras con columnas y muros de concreto reforzado, y mampostería.

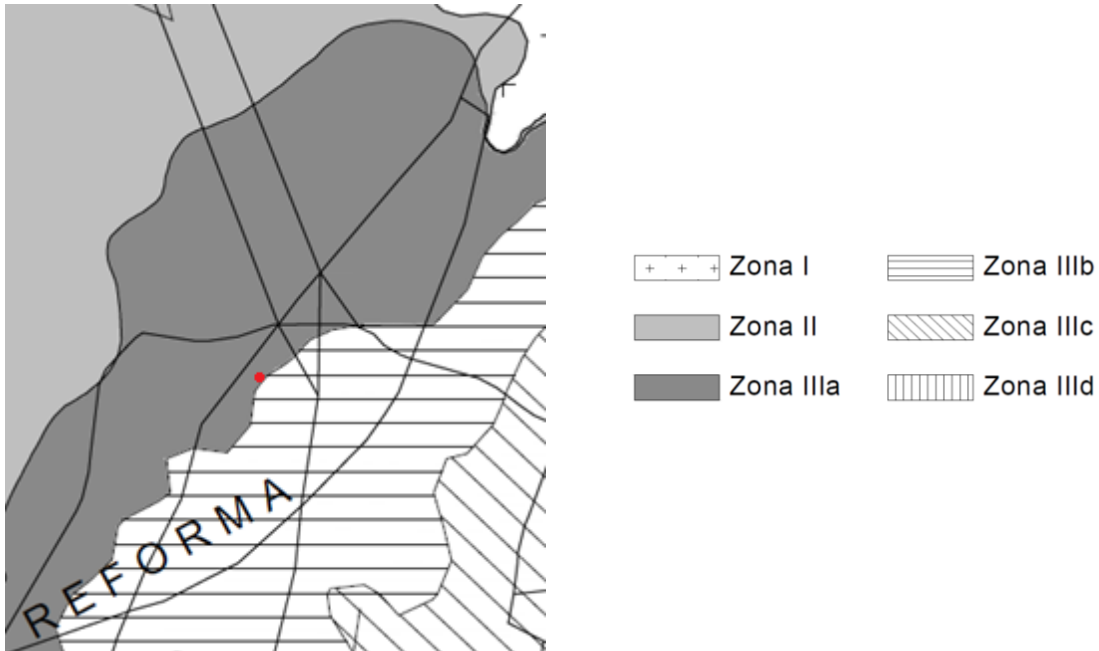
Para el Factor de Irregularidad no cumple en la sección de que en planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera del entrante o saliente, por esto se empleara un valor de 0.9 quedando el factor de ductilidad reducido $Q' = 1.8$.

III.5.2. ZONIFICACIÓN.

Como se mencionó anteriormente, el predio se analizara para la colonia San Simón Tolnahuac la cual se encuentra al lado oriente del cruce de Circuito Interior e Insurgentes Norte casi esquina San Simón y Guerrero, como se muestra en la siguiente imagen:



En las mismas normas existe un mapa con las zonificaciones del tipo de suelo para el diseño de estructuras, que la zona correspondiente sería la siguiente:



Los parámetros para la zona son los siguientes:

Zona	c	a ₀	T _a	T _b	r
IIIa	0.40	0.10	0.53	1.80	2

III.5.3. BAJADA DE CARGAS PARA ANÁLISIS SISMO.

Para el análisis por sismo se considerará la combinación de cargas gravitacionales que incluye el peso propio de la estructura más si carga muerta adicional y la carga viva instantánea. Todas estas serán obtenidas con el programa en el análisis del modelo completo de la estructura.

Nivel	Peso Propio	CM	CVINS	Entrepiso	Total
16	144.28	29.76	14.88	188.92	188.92
13.4	288.56	55.27	34.01	188.92	377.84
10.8	432.84	80.78	53.14	188.92	566.76
8.2	577.13	106.29	72.27	188.92	755.69
5.6	721.14	131.79	91.41	188.92	944.34
3	985.42	157.87	110.96	309.91	1254.25

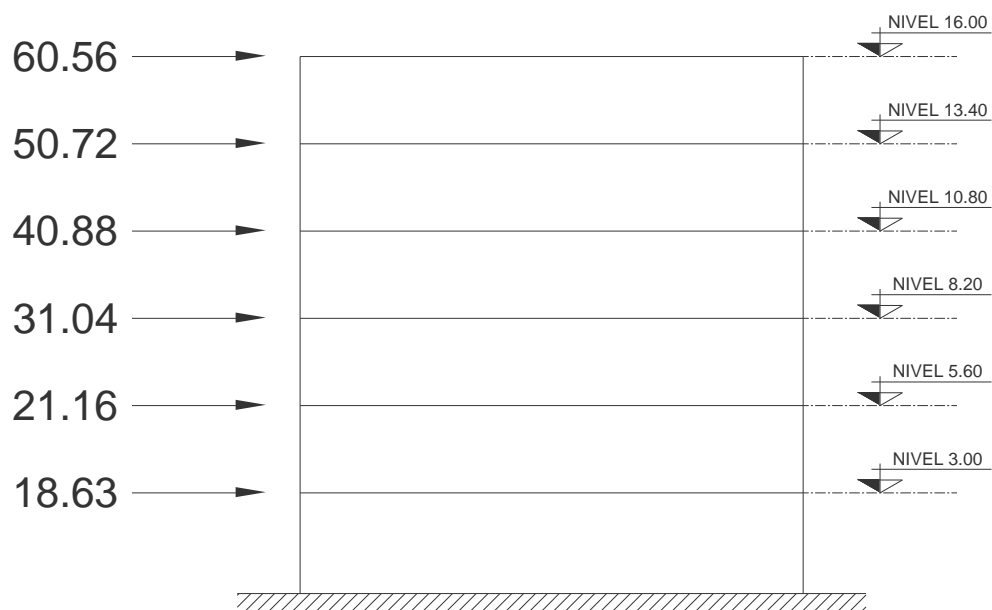
III.5.4. ANÁLISIS ESTÁTICO.

Este es empleado para un cálculo del cortante de entrepiso evitando hacer un análisis dinámico, depende del peso en cada nivel y la altura de la estructura. La ecuación para obtener el cortante de entrepiso es la siguiente:

$$F_i = \frac{c}{Q'} \cdot \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot W_T$$

Ya con los datos necesarios se procede a hacer la tabla correspondiente a la estructura:

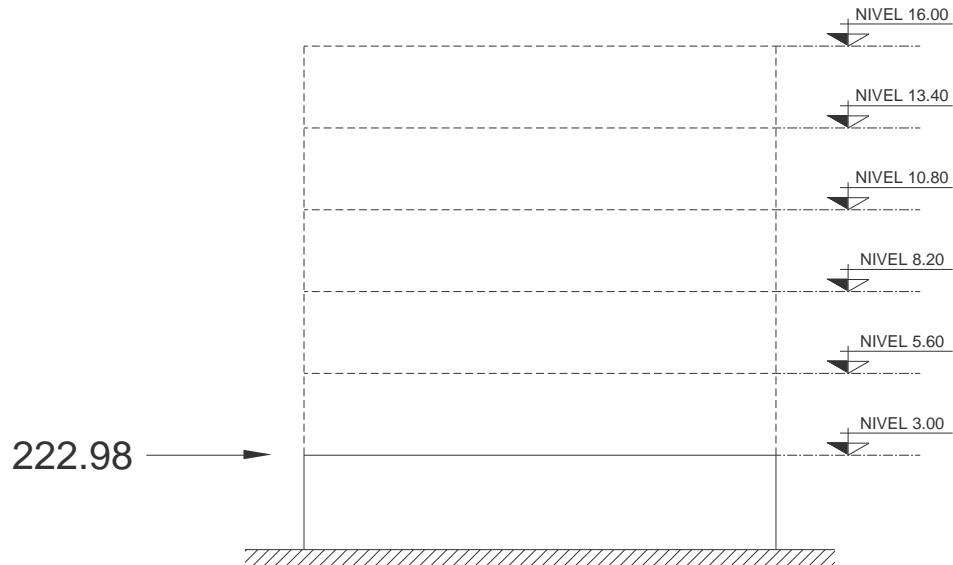
ANÁLISIS ESTÁTICO						
Nivel	H (m)	Hi (m)	W (t)	W·hi (t·m)	Fi (t)	Vi (t)
6	2.6	16	188.92	3022.72	60.56	60.56
5	2.6	13.4	188.92	2531.53	50.72	111.27
4	2.6	10.8	188.92	2040.34	40.88	152.15
3	2.6	8.2	188.92	1549.23	31.04	183.19
2	2.6	5.6	188.92	1056.44	21.16	204.35
1	3	3	309.91	929.73	18.63	222.98
			1254	11129.98		



Como se pretende hacer un modelo simplificado, solo se trabajara con la planta baja, para lo cual se plantean dos casos:

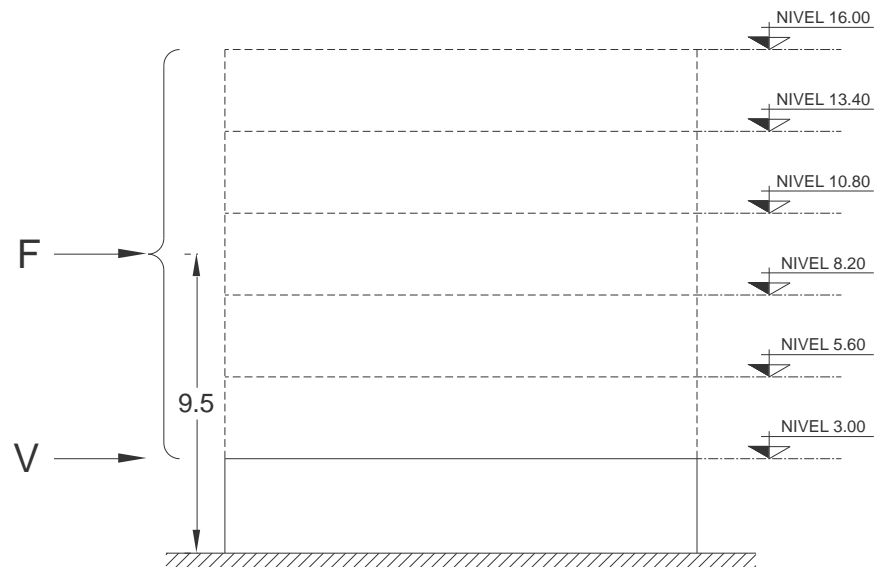
- Caso 1. Cargas sísmicas acumuladas.

El fundamento principal es que la base tenga el cortante total de la estructura, por tanto solo se le aplica el cortante de entrepiso acumulado del modelo completo, quedando representado en el siguiente esquema.



- Caso 2. Amplificación de momento.

Este es fundamentado que las fuerzas de entrepiso ejercen un momento en la base de la estructura, es decir, el la fuerza cortante del bloque de entrepisos por su brazo de palanca hasta la base.



Por tanto para obtener el momento en la base, sería necesario colocar una fuerza mayor en la planta baja, obteniendo lo siguiente:

$$F = \frac{c}{Q'} \cdot W_T = \frac{0.32}{1.8} \cdot (5 \cdot 188.92) = 167.93 \text{ t}$$

$$V_A = \frac{F \cdot H}{h} = \frac{167.93 \cdot 9.50}{3.00} = 531.63 \text{ t}$$

$$V = V_A + F_i = 531.63 + 18.63 = 550.26 \text{ t}$$

III.6 PROPUESTA 1, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN LOSAS Y CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS.

Las cargas se aplicaron de la siguiente manera:

The screenshot shows the 'Area Information' dialog box with the following details:

- Location:** (empty)
- Assignments:** (empty)
- Loads:** (active tab)
- Identification:**
 - Label: F2
 - Area Type: Floor
 - Story: 3.00
- Static Load Cases Table:**

Static Load Case	CVINS
Uniform FGrav	0.5107
Static Load Case	CVMAX
Uniform FGrav	0.9331
Static Load Case	CVMED
Uniform FGrav	0.3831
Static Load Case	CM
Uniform FGrav	3.9696
- Units:** Ton-m
- Buttons:** OK

Cargas uniformemente distribuidas a un tablero.

User Seismic Loading

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
3.00	300	222.98	0.	0.

User Specified Application Point
 Apply at Center of Mass

Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK Cancel

Carga sísmica acumulada aplicada al diafragma de la planta baja en una dirección.

III.7 PROPUESTA 2, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN LOSAS, CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS Y AMPLIFICACIÓN DE MOMENTO.

Las cargas se aplicaron de la siguiente manera:

Area Information

Location Assignments Loads

Identification

Label Area Type

Story

Static Load Case	CVINS
Uniform FGrav	0.5107
Static Load Case	CVMAX
Uniform FGrav	0.9331
Static Load Case	CVMED
Uniform FGrav	0.3831
Static Load Case	CM
Uniform FGrav	3.9696

Units

OK

Carga uniformemente distribuida a un tablero.

User Seismic Loading

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
3.00	300	531.63	0.	0.

User Specified Application Point

Apply at Center of Mass Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK Cancel

Carga sísmica amplificada al diafragma de la planta baja.

User Seismic Loading

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
3.00	300	18.63	0.	0.

User Specified Application Point

Apply at Center of Mass Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK Cancel

Carga sísmica del nivel al diafragma de la planta baja.

III.8 PROPUESTA 3, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN TRABES Y CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS.

Las cargas se aplicaron de la siguiente manera:

Static Load Case	Value
CVINS	0.7841
Uniform FGrav	0.7841
CVMAX	1.418
Uniform FGrav	1.418
CVMED	0.5793
Uniform FGrav	0.5793
CM	5.6578
Uniform FGrav	5.6578

Cargas uniformemente distribuidas a una trabe.

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
3.00	300	222.98	0.	0.

Carga sísmica acumulada aplicada al diafragma de la planta baja en una dirección.

III.9 PROPUESTA 4, PLANTA FLEXIBLE CON CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA DE LA BAJADA DE CARGAS EN TRABES, CARGAS SÍSMICAS ACUMULADAS Y AMPLIFICACIÓN DE MOMENTO.

Las cargas se aplicaron de la siguiente manera:

The screenshot shows the 'Line Information' dialog box with the 'Loads' tab selected. The 'Identification' section contains the following fields:

- Label: B102
- Story: 3.00
- Line Type: Beam
- Design Procedure: Null

The 'Static Load Case' table is as follows:

Static Load Case	CVINS
Uniform FGrav	0.4033
Static Load Case	CVMAX
Uniform FGrav	0.78
Static Load Case	CVMED
Uniform FGrav	0.3173
Static Load Case	CM
Uniform FGrav	6.5135

The 'Units' dropdown menu is set to 'Ton-m'. An 'OK' button is located at the bottom right of the dialog box.

Carga uniformemente distribuida a una trabe.

User Seismic Loading

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
3.00	300	531.63	0.	0.

User Specified Application Point

Apply at Center of Mass Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK Cancel

Carga sísmica amplificada al diafragma de la planta baja.

User Seismic Loading

Edit

User Seismic Loads on Diaphragms

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
3.00	300	18.63	0.	0.

User Specified Application Point

Apply at Center of Mass Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)

OK Cancel

Carga sísmica del nivel al diafragma de la planta baja.

IV. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS

IV.1 BAJADA DE CARGAS.

Con las cargas estáticas se obtuvieron la suma de las reacciones en la base para cada caso, el cual se muestra la comparación en la siguiente tabla.

	Modelo completo	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
DEAD	985.42	263.14	263.14	260.49	263.14
CVINS	110.96	110.96	110.96	110.96	110.96
CVMAX	202.74	202.74	202.74	202.74	202.74
CVMED	83.23	83.24	83.24	83.24	83.24
CM	157.87	880.15	880.14	882.81	880.15
CV	1143.29	1143.29	1143.28	1143.30	1143.29

Las reacciones de las columnas con el peso propio de la estructura más las cargas muertas adicionales se comparan en la siguiente tabla.

Punto	Modelo completo	Propuesta 1 y 2		Propuesta 3 y 4	
1	50.27	34.17	67.97%	45.71	90.93%
2	73.45	52.72	71.78%	65.63	89.35%
3	46.05	35.05	76.11%	44.12	95.81%
4	17.33	16.52	95.33%	19.45	112.23%
5	22.95	14.26	62.14%	19.93	86.84%
6	53.61	58.50	109.12%	51.24	95.58%
7	66.04	93.23	141.17%	81.19	122.94%
8	82.30	93.63	113.77%	84.30	102.43%
9	75.88	92.78	122.27%	89.08	117.40%
10	75.24	47.93	63.70%	64.98	86.36%
11	57.22	41.82	73.09%	47.81	83.55%
12	74.15	96.14	129.66%	94.23	127.08%
13	54.89	92.47	168.46%	71.28	129.86%
14	55.62	96.88	174.18%	80.88	145.42%
15	76.60	52.29	68.26%	68.44	89.35%
16	46.15	51.24	111.03%	37.35	80.93%
17	75.21	61.85	82.24%	62.33	82.87%
18	58.62	47.19	80.50%	46.14	78.71%
19	33.22	26.36	79.35%	28.99	87.27%
20	48.48	38.27	78.94%	40.25	83.02%

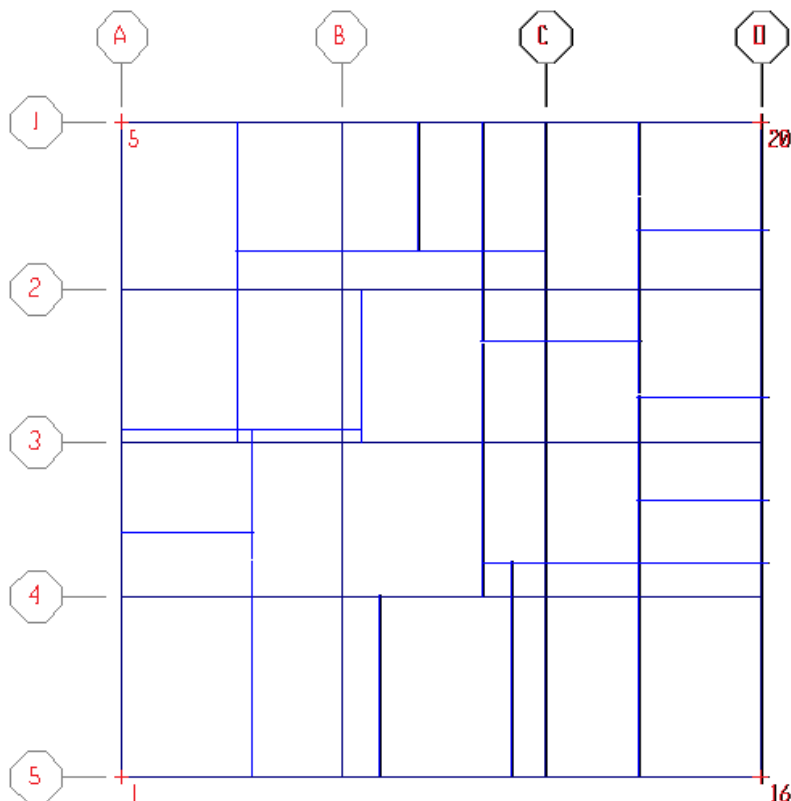
IV.2 DESPLAZAMIENTOS DE ENTREPISO.

Las combinaciones para el análisis por sismo son para cubrir las diferentes posibilidades en las cuales puede aplicar cargas laterales en diferentes direcciones.

COMBINACIONES

CASO	CV	Sx	Sy
1	1.4	0	0
2	1.1	1.1	0.33
3	1.1	1.1	-0.33
4	1.1	-1.1	0.33
5	1.1	-1.1	-0.33
6	1.1	0.33	1.1
7	1.1	0.33	-1.1
8	1.1	-0.33	1.1
9	1.1	-0.33	-1.1

Los puntos de interés para el análisis de los desplazamientos son los de la esquina, y se encuentran numerados en la siguiente imagen.



Desplazamientos dirección en x.

Pto.	Load	δx_0	δx_1	%	δx_2	%	δx_3	%	δx_4	%
1	CASO1	0.015	0.022	45%	0.022	45%	0.012	-21%	0.010	-35%
1	CASO2	0.904	0.887	-2%	2.165	139%	0.891	-1%	2.160	139%
1	CASO3	0.813	0.798	-2%	1.946	139%	0.804	-1%	1.941	139%
1	CASO4	-0.791	-0.767	-3%	-1.915	142%	-0.779	-2%	-1.919	143%
1	CASO5	-0.882	-0.855	-3%	-2.134	142%	-0.865	-2%	-2.139	142%
1	CASO6	0.417	0.412	-1%	0.993	138%	0.407	-2%	0.988	137%
1	CASO7	0.113	0.116	2%	0.262	131%	0.119	5%	0.257	127%
1	CASO8	-0.092	-0.084	-8%	-0.231	152%	-0.094	2%	-0.236	157%
1	CASO9	-0.395	-0.381	-4%	-0.962	143%	-0.382	-3%	-0.967	145%
5	CASO1	0.043	0.030	-30%	0.030	-30%	0.033	-22%	0.034	-21%
5	CASO2	0.399	0.402	1%	0.959	140%	0.406	2%	0.963	141%
5	CASO3	0.390	0.404	4%	0.965	148%	0.408	5%	0.969	149%
5	CASO4	-0.327	-0.361	10%	-0.922	182%	-0.358	9%	-0.918	181%
5	CASO5	-0.336	-0.358	7%	-0.915	173%	-0.355	6%	-0.911	171%
5	CASO6	0.155	0.132	-15%	0.293	89%	0.135	-13%	0.297	91%
5	CASO7	0.126	0.141	12%	0.315	151%	0.144	15%	0.319	154%
5	CASO8	-0.063	-0.097	55%	-0.272	333%	-0.094	49%	-0.268	327%
5	CASO9	-0.092	-0.088	-4%	-0.249	171%	-0.085	-8%	-0.245	167%
16	CASO1	0.015	0.022	45%	0.022	45%	0.012	-21%	0.010	-35%
16	CASO2	0.904	0.887	-2%	2.165	139%	0.891	-1%	2.160	139%
16	CASO3	0.813	0.798	-2%	1.946	139%	0.804	-1%	1.941	139%
16	CASO4	-0.791	-0.767	-3%	-1.915	142%	-0.779	-2%	-1.919	143%
16	CASO5	-0.882	-0.855	-3%	-2.134	142%	-0.865	-2%	-2.139	142%
16	CASO6	0.417	0.412	-1%	0.993	138%	0.407	-2%	0.988	137%
16	CASO7	0.113	0.116	2%	0.262	131%	0.119	5%	0.257	127%
16	CASO8	-0.092	-0.084	-8%	-0.231	152%	-0.094	2%	-0.236	157%
16	CASO9	-0.395	-0.381	-4%	-0.962	143%	-0.382	-3%	-0.967	145%
20	CASO1	-0.003	0.007	-312%	0.007	-312%	-0.005	39%	-0.004	15%
20	CASO2	0.456	0.447	-2%	1.095	140%	0.440	-4%	1.088	138%
20	CASO3	0.459	0.449	-2%	1.100	140%	0.442	-4%	1.093	138%
20	CASO4	-0.464	-0.439	-5%	-1.090	135%	-0.447	-4%	-1.098	137%
20	CASO5	-0.461	-0.437	-5%	-1.085	135%	-0.445	-4%	-1.092	137%
20	CASO6	0.132	0.134	2%	0.323	146%	0.127	-4%	0.316	140%
20	CASO7	0.140	0.142	2%	0.342	145%	0.134	-4%	0.335	140%
20	CASO8	-0.144	-0.132	-9%	-0.332	130%	-0.139	-3%	-0.339	135%
20	CASO9	-0.137	-0.124	-9%	-0.313	130%	-0.132	-3%	-0.321	135%

Desplazamientos dirección en y.

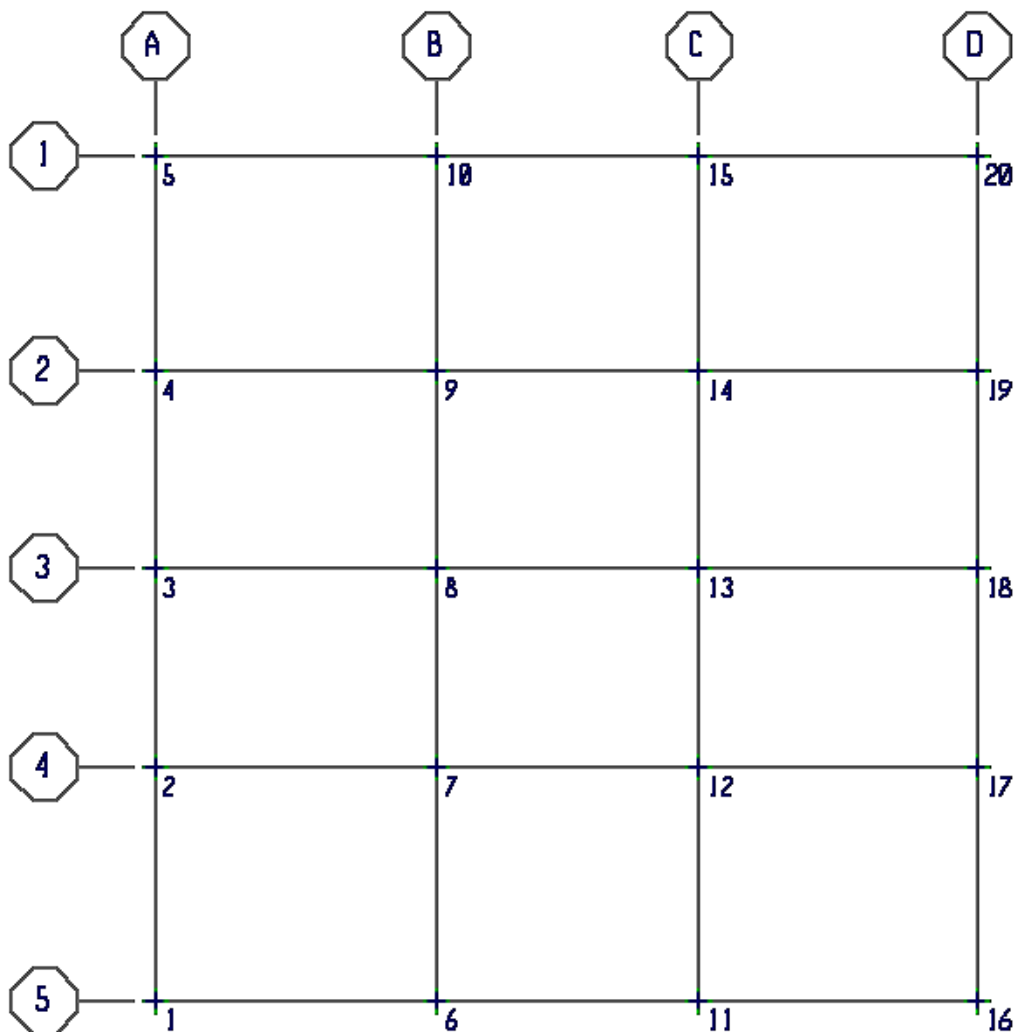
Pto.	Load	δy_0	δy_1	%	δy_2	%	δy_3	%	δy_4	%
1	CASO1	-0.014	-0.020	48%	-0.020	48%	-0.016	16%	-0.014	2%
1	CASO2	-0.123	-0.139	13%	-0.322	161%	-0.141	15%	-0.320	159%
1	CASO3	-0.240	-0.244	2%	-0.581	142%	-0.247	3%	-0.579	141%
1	CASO4	0.220	0.215	-2%	0.552	151%	0.220	0%	0.555	152%
1	CASO5	0.104	0.110	6%	0.293	183%	0.114	10%	0.296	186%
1	CASO6	0.133	0.107	-19%	0.286	116%	0.109	-18%	0.289	118%
1	CASO7	-0.255	-0.243	-5%	-0.578	126%	-0.245	-4%	-0.575	125%
1	CASO8	0.236	0.214	-9%	0.548	133%	0.218	-8%	0.551	134%
1	CASO9	-0.152	-0.136	-10%	-0.315	107%	-0.136	-11%	-0.313	105%
5	CASO1	-0.006	-0.017	177%	-0.017	177%	-0.014	129%	-0.013	116%
5	CASO2	-0.065	-0.076	16%	-0.168	157%	-0.075	15%	-0.166	154%
5	CASO3	-0.112	-0.116	4%	-0.268	140%	-0.117	4%	-0.266	139%
5	CASO4	0.102	0.091	-11%	0.243	137%	0.094	-8%	0.245	139%
5	CASO5	0.056	0.050	-10%	0.142	154%	0.053	-6%	0.144	158%
5	CASO6	0.048	0.030	-37%	0.093	96%	0.032	-33%	0.095	100%
5	CASO7	-0.107	-0.106	-1%	-0.242	126%	-0.105	-2%	-0.240	124%
5	CASO8	0.098	0.080	-18%	0.216	121%	0.083	-16%	0.218	123%
5	CASO9	-0.057	-0.056	-2%	-0.119	109%	-0.055	-4%	-0.117	105%
16	CASO1	0.004	-0.006	-244%	-0.006	-244%	0.000	-98%	-0.001	-122%
16	CASO2	0.313	0.290	-7%	0.721	130%	0.299	-5%	0.726	132%
16	CASO3	0.106	0.096	-9%	0.243	130%	0.106	0%	0.247	134%
16	CASO4	-0.099	-0.104	5%	-0.251	153%	-0.103	4%	-0.246	148%
16	CASO5	-0.307	-0.298	-3%	-0.729	138%	-0.296	-4%	-0.724	136%
16	CASO6	0.411	0.378	-8%	0.939	129%	0.383	-7%	0.944	130%
16	CASO7	-0.281	-0.268	-4%	-0.656	134%	-0.259	-8%	-0.651	132%
16	CASO8	0.287	0.260	-10%	0.647	125%	0.262	-9%	0.652	127%
16	CASO9	-0.404	-0.386	-4%	-0.947	134%	-0.380	-6%	-0.942	133%
20	CASO1	0.004	-0.006	-244%	-0.006	-244%	0.000	-98%	-0.001	-122%
20	CASO2	0.313	0.290	-7%	0.721	130%	0.299	-5%	0.726	132%
20	CASO3	0.106	0.096	-9%	0.243	130%	0.106	0%	0.247	134%
20	CASO4	-0.099	-0.104	5%	-0.251	153%	-0.103	4%	-0.246	148%
20	CASO5	-0.307	-0.298	-3%	-0.729	138%	-0.296	-4%	-0.724	136%
20	CASO6	0.411	0.378	-8%	0.939	129%	0.383	-7%	0.944	130%
20	CASO7	-0.281	-0.268	-4%	-0.656	134%	-0.259	-8%	-0.651	132%
20	CASO8	0.287	0.260	-10%	0.647	125%	0.262	-9%	0.652	127%
20	CASO9	-0.404	-0.386	-4%	-0.947	134%	-0.380	-6%	-0.942	133%

IV.3 CORTANTES DE ENTREPISO.

Las cargas se definieron para provocar excentricidad sobre la estructura, sumando con la irregularidad de dicho elemento, en este caso que tiene muro de concreto en la planta baja en dos extremos y uno es discontinuo, y por en la otra dirección solo uno se generaran torsiones. La suma de las fuerzas resistentes en sentido opuesto serán las aplicadas, y en el otro, algunas columnas contrarrestaran dicha fuerza para así obtener un equilibrio de fuerzas en todo el conjunto.

Para obtener estos resultados se consideró la suma de las reacciones para cada caso de sismo, es decir, para ambas direcciones sin factor para evitar la influencia de algún otro.

La siguiente imagen representa la distribución de los puntos del desplante de columnas para la ubicación de los resultados.



Sismo en x, reacciones en x. (t)									
Pto.	R ₀	R ₁	%	R ₂	%	R ₃	%	R ₄	%
1	-1.20	-2.00	67%	-4.93	311%	-2.02	68%	-4.93	311%
2	-1.60	-1.92	20%	-4.73	196%	-1.93	21%	-4.73	196%
3	-3.22	-1.75	-46%	-4.31	34%	-1.76	-45%	-4.31	34%
4	-3.07	-1.35	-56%	-3.33	8%	-1.35	-56%	-3.33	8%
5	-44.47	-35.15	-21%	-86.73	95%	-35.20	-21%	-86.73	95%
6	-2.54	-2.22	-13%	-5.48	116%	-2.24	-12%	-5.48	116%
7	-1.35	-1.94	44%	-4.79	255%	-1.96	45%	-4.79	255%
8	-0.79	-1.73	119%	-4.26	439%	-1.74	120%	-4.26	439%
9	-0.54	-1.46	170%	-3.60	567%	-1.47	172%	-3.60	567%
10	-54.21	-61.17	13%	-150.95	178%	-61.23	13%	-150.95	178%
11	-1.59	-2.22	40%	-5.48	245%	-2.24	41%	-5.48	245%
12	-1.68	-1.96	17%	-4.84	188%	-1.98	18%	-4.84	188%
13	-2.15	-1.69	-21%	-4.17	94%	-1.70	-21%	-4.17	94%
14	-1.30	-1.47	13%	-3.63	179%	-1.48	14%	-3.63	179%
15	-55.72	-62.56	12%	-154.39	177%	-62.41	12%	-154.39	177%
16	-2.42	-2.01	-17%	-4.97	105%	-2.03	-16%	-4.97	105%
17	-1.72	-1.98	15%	-4.89	184%	-2.00	16%	-4.89	184%
18	-1.30	-1.59	22%	-3.92	202%	-1.60	23%	-3.92	202%
19	-1.74	-1.37	-21%	-3.38	94%	-1.38	-21%	-3.38	94%
20	-40.35	-35.45	-12%	-87.48	117%	-35.28	-13%	-87.48	117%

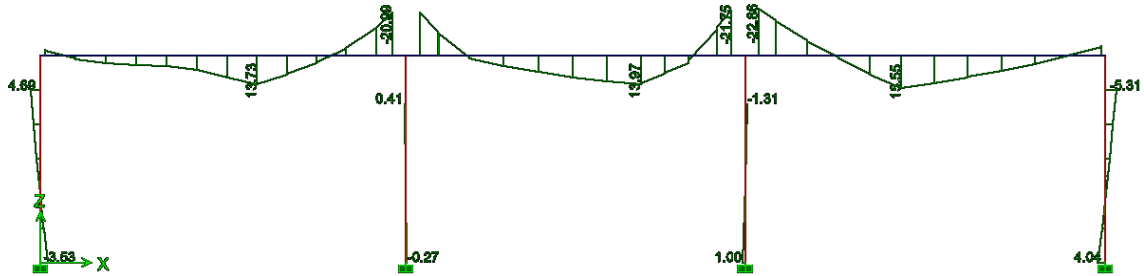
Sismo en x, reacciones en y. (t)									
Pto.	R ₀	R ₁	%	R ₂	%	R ₃	%	R ₄	%
1	9.40	13.99	49%	34.52	267%	14.27	52%	34.52	267%
2	18.54	23.04	24%	56.85	207%	23.50	27%	56.85	207%
3	23.60	19.43	-18%	47.96	103%	19.82	-16%	47.96	103%
4	16.24	14.45	-11%	35.66	120%	14.76	-9%	35.66	120%
5	7.06	6.86	-3%	16.93	140%	7.00	-1%	16.93	140%
6	0.63	0.22	-65%	0.55	-13%	0.23	-63%	0.55	-13%
7	-0.02	0.26	-1400%	0.63	-3250%	0.26	-1400%	0.63	-3250%
8	-0.18	0.27	-250%	0.65	-461%	0.27	-250%	0.65	-461%
9	-0.19	0.26	-237%	0.63	-432%	0.26	-237%	0.63	-432%
10	1.17	0.22	-81%	0.55	-53%	0.23	-80%	0.55	-53%
11	-0.64	-0.31	-52%	-0.77	20%	-0.32	-50%	-0.77	20%
12	-0.21	-0.39	86%	-0.96	357%	-0.40	90%	-0.96	357%
13	-0.07	-0.36	414%	-0.90	1186%	-0.37	429%	-0.90	1186%
14	-0.70	-0.36	-49%	-0.90	29%	-0.37	-47%	-0.90	29%
15	-0.47	-0.32	-32%	-0.79	68%	-0.33	-30%	-0.79	68%
16	-13.76	-15.38	12%	-37.96	176%	-15.68	14%	-37.96	176%
17	-20.18	-24.49	21%	-60.44	200%	-24.96	24%	-60.44	200%
18	-18.35	-14.59	-20%	-36.01	96%	-14.87	-19%	-36.01	96%
19	-6.06	-10.95	81%	-27.02	346%	-11.21	85%	-27.02	346%
20	-15.81	-11.83	-25%	-29.19	85%	-12.08	-24%	-29.19	85%

Sismo en y, reacciones en x. (t)									
Pto.	R ₀	R ₁	%	R ₂	%	R ₃	%	R ₄	%
1	-1.23	-0.34	-72%	-0.84	-32%	-0.33	-73%	-0.84	-32%
2	-0.20	-0.28	40%	-0.68	240%	-0.27	35%	-0.68	240%
3	-0.08	-0.20	150%	-0.49	513%	-0.20	150%	-0.49	513%
4	0.13	-0.10	-177%	-0.25	-292%	-0.10	-177%	-0.25	-292%
5	6.33	0.21	-97%	0.52	-92%	0.20	-97%	0.52	-92%
6	-0.48	-0.38	-21%	-0.94	96%	-0.37	-23%	-0.94	96%
7	-0.24	-0.28	17%	-0.69	188%	-0.27	13%	-0.69	188%
8	-0.26	-0.20	-23%	-0.49	88%	-0.19	-27%	-0.49	88%
9	0.37	-0.10	-127%	-0.24	-165%	-0.09	-124%	-0.24	-165%
10	1.53	0.42	-73%	1.03	-33%	0.39	-75%	1.03	-33%
11	-0.30	-0.42	40%	-1.04	247%	-0.41	37%	-1.04	247%
12	0.33	-0.29	-188%	-0.72	-318%	-0.28	-185%	-0.72	-318%
13	-0.04	-0.18	350%	-0.44	1000%	-0.17	325%	-0.44	1000%
14	-0.50	-0.10	-80%	-0.26	-48%	-0.10	-80%	-0.26	-48%
15	-3.65	2.19	-160%	5.40	-248%	2.13	-158%	5.40	-248%
16	2.22	-0.39	-118%	-0.97	-144%	-0.38	-117%	-0.97	-144%
17	-0.41	-0.30	-27%	-0.74	80%	-0.29	-29%	-0.74	80%
18	-1.03	-0.13	-87%	-0.31	-70%	-0.12	-88%	-0.31	-70%
19	0.29	-0.12	-141%	-0.29	-200%	-0.12	-141%	-0.29	-200%
20	-2.77	0.99	-136%	2.44	-188%	0.98	-135%	2.44	-188%

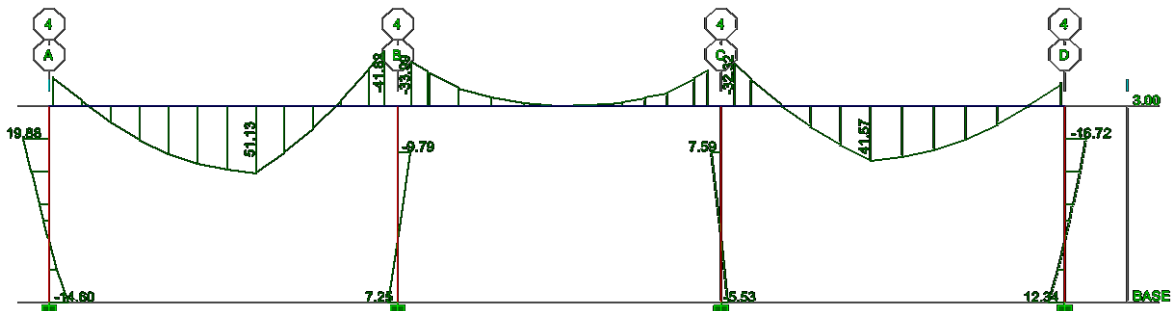
Sismo en y, reacciones en y. (t)									
Pto.	R ₀	R ₁	%	R ₂	%	R ₃	%	R ₄	%
1	-16.65	-13.87	-17%	-34.23	106%	-14.03	-16%	-34.23	106%
2	-18.34	-22.67	24%	-55.94	205%	-22.93	25%	-55.94	205%
3	-19.38	-18.99	-2%	-46.87	142%	-19.21	-1%	-46.87	142%
4	-17.39	-15.31	-12%	-37.78	117%	-15.48	-11%	-37.78	117%
5	-7.79	-7.12	-9%	-17.56	125%	-7.20	-8%	-17.56	125%
6	-1.43	-0.99	-31%	-2.45	71%	-1.00	-30%	-2.45	71%
7	-1.01	-1.20	19%	-2.95	192%	-1.20	19%	-2.95	192%
8	-1.16	-1.20	3%	-2.96	155%	-1.20	3%	-2.96	155%
9	-1.61	-1.23	-24%	-3.03	88%	-1.23	-24%	-3.03	88%
10	-1.27	-1.10	-13%	-2.71	113%	-1.10	-13%	-2.71	113%
11	-1.89	-1.20	-37%	-2.95	56%	-1.19	-37%	-2.95	56%
12	-0.39	-1.46	274%	-3.59	821%	-1.45	272%	-3.59	821%
13	-1.41	-1.43	1%	-3.52	150%	-1.42	1%	-3.52	150%
14	-2.25	-1.47	-35%	-3.62	61%	-1.46	-35%	-3.62	61%
15	-1.06	-1.32	25%	-3.27	208%	-1.31	24%	-3.27	208%
16	-27.59	-25.32	-8%	-62.49	126%	-25.16	-9%	-62.49	126%
17	-27.94	-40.17	44%	-99.13	255%	-39.91	43%	-99.13	255%
18	-27.82	-23.83	-14%	-58.81	111%	-23.68	-15%	-58.81	111%
19	-25.43	-21.87	-14%	-53.96	112%	-21.72	-15%	-53.96	112%
20	-21.17	-21.25	0%	-52.44	148%	-21.11	0%	-52.44	148%

IV.4 ELEMENTOS MECÁNICOS EN PLANTA BAJA.

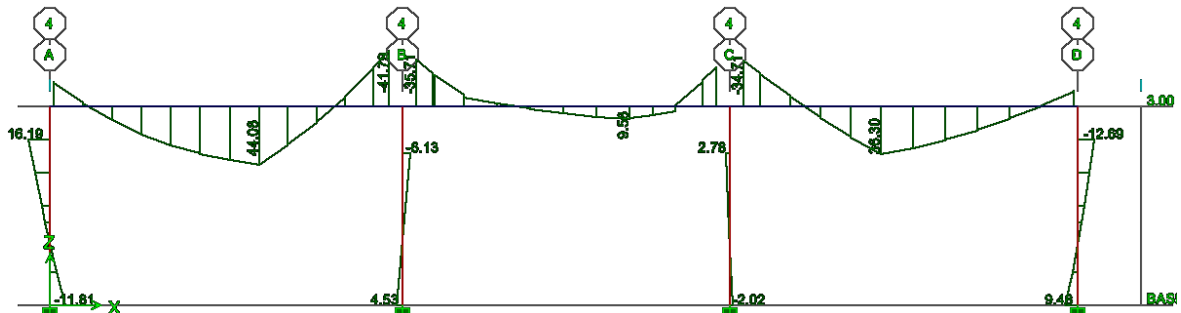
Con base a los resultados y comparaciones anteriores, de los ejes que tienen mayor variación es el 4, por tanto se muestran los diagramas siguientes.



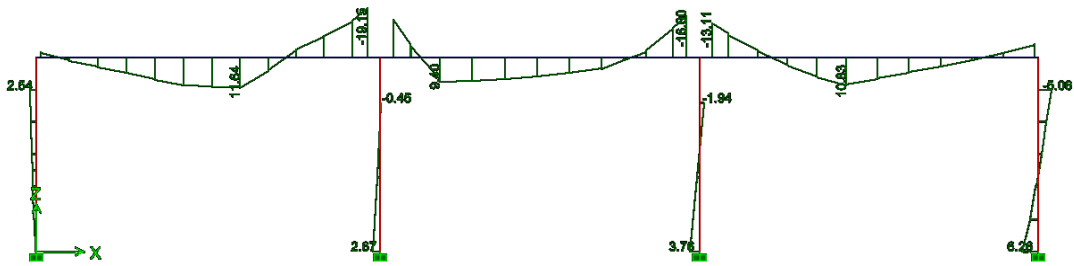
Caso 1. Modelo completo.



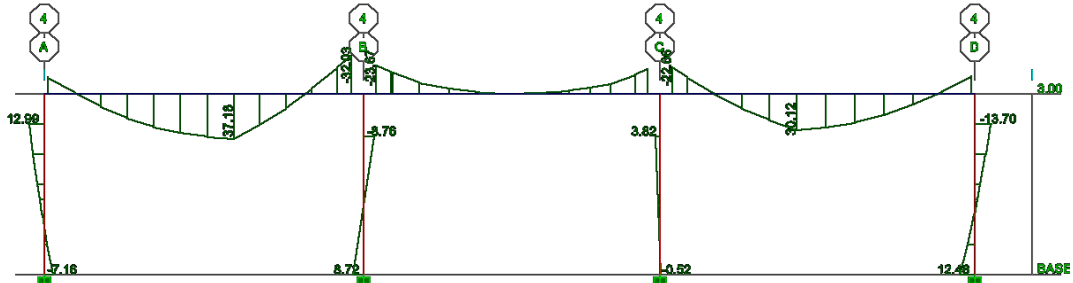
Caso 1. Modelo propuesta 1 y 2.



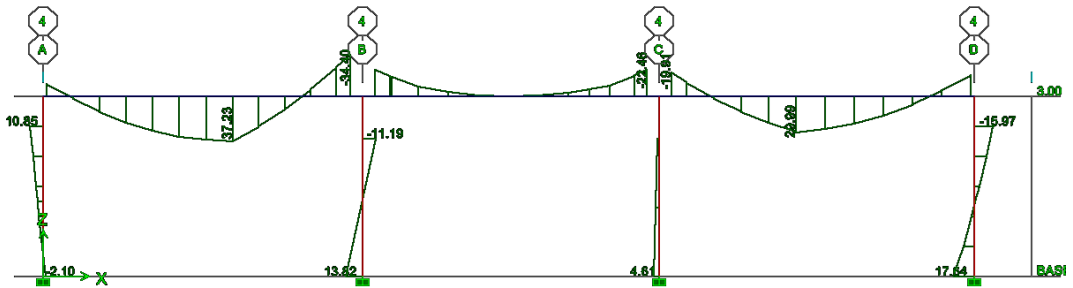
Caso 1. Modelo propuesta 3 y 4.



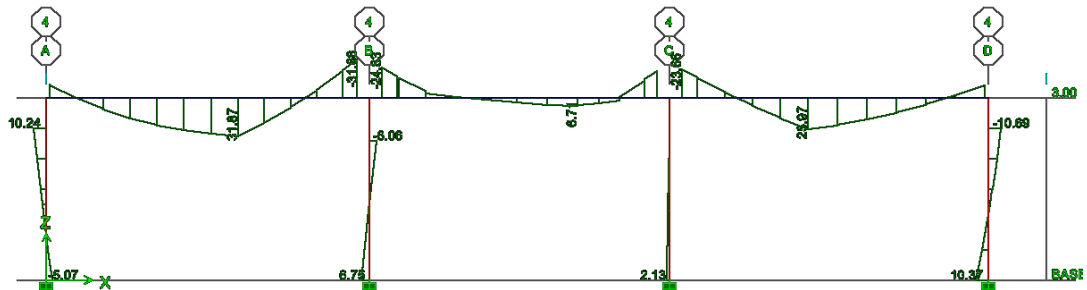
Caso 2. Sismo en dirección x. Modelo completo.



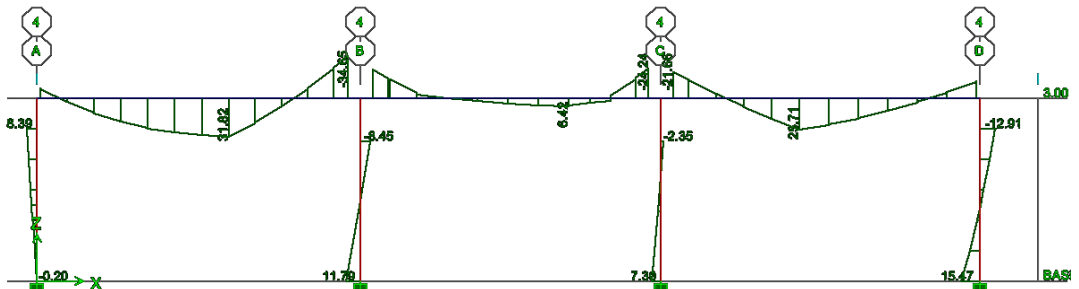
Caso 2. Sismo en dirección x. Propuesta 1.



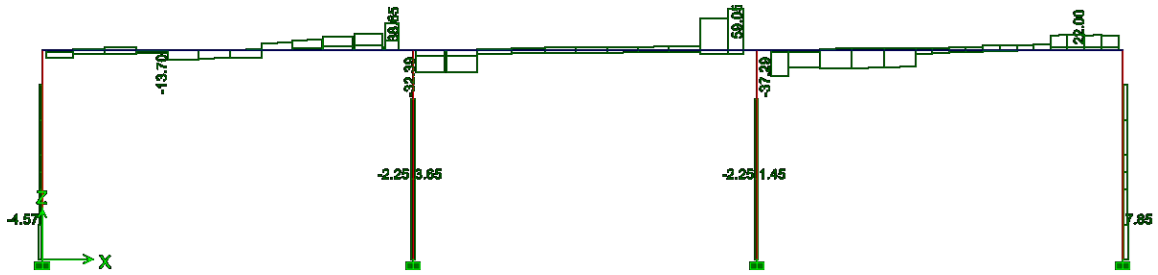
Caso 2. Sismo en dirección x. Propuesta 2.



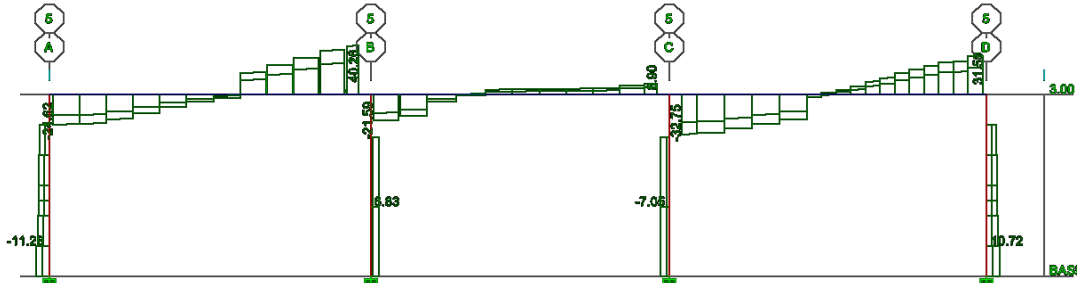
Caso 2. Sismo en dirección x. Propuesta 3.



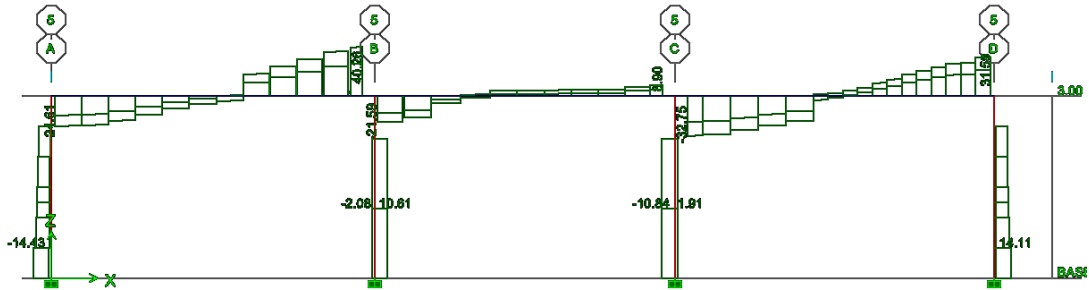
Caso 2. Sismo en dirección x. Propuesta 4.



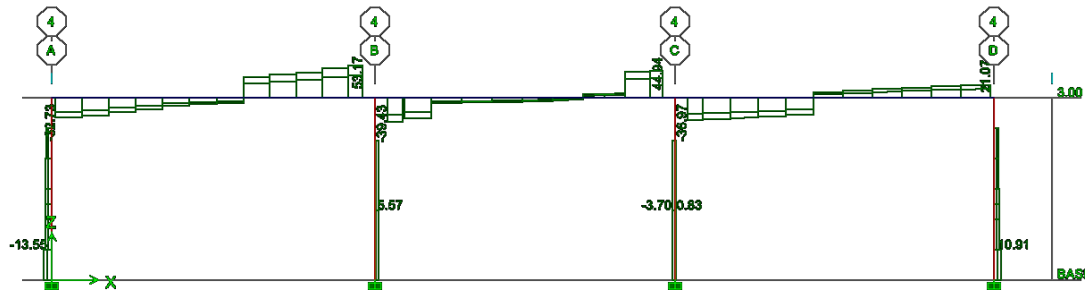
Envolvente de cortantes. Modelo completo.



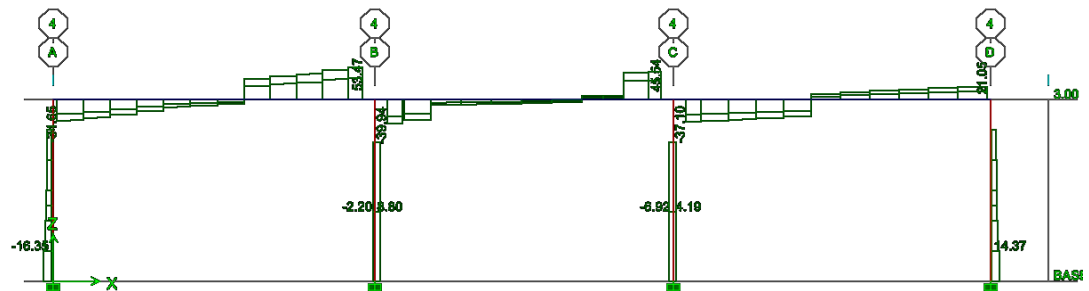
Envolvente de cortantes. Propuesta 1.



Envolvente de cortantes. Propuesta 2.



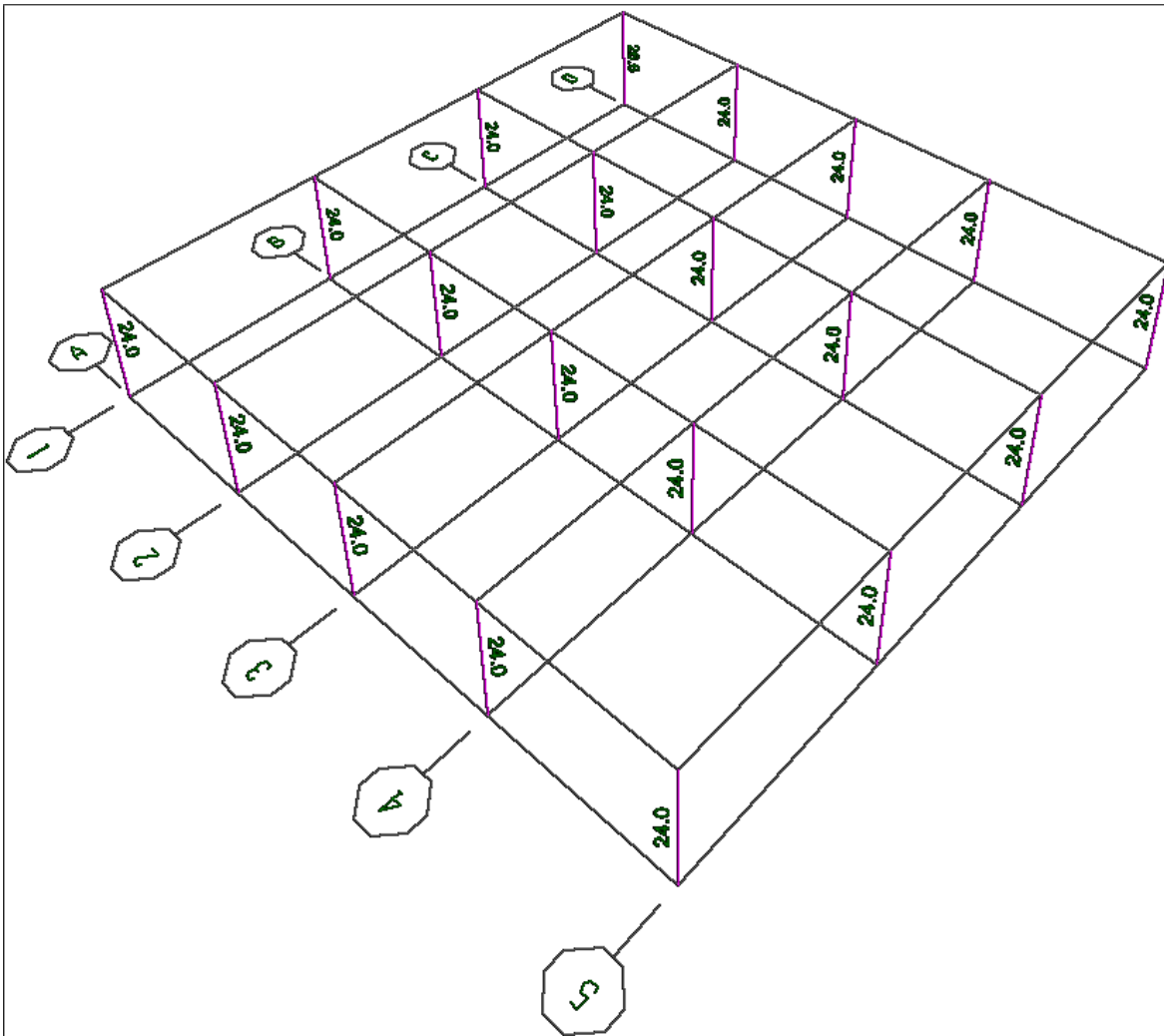
Envolvente de cortantes. Propuesta 3.



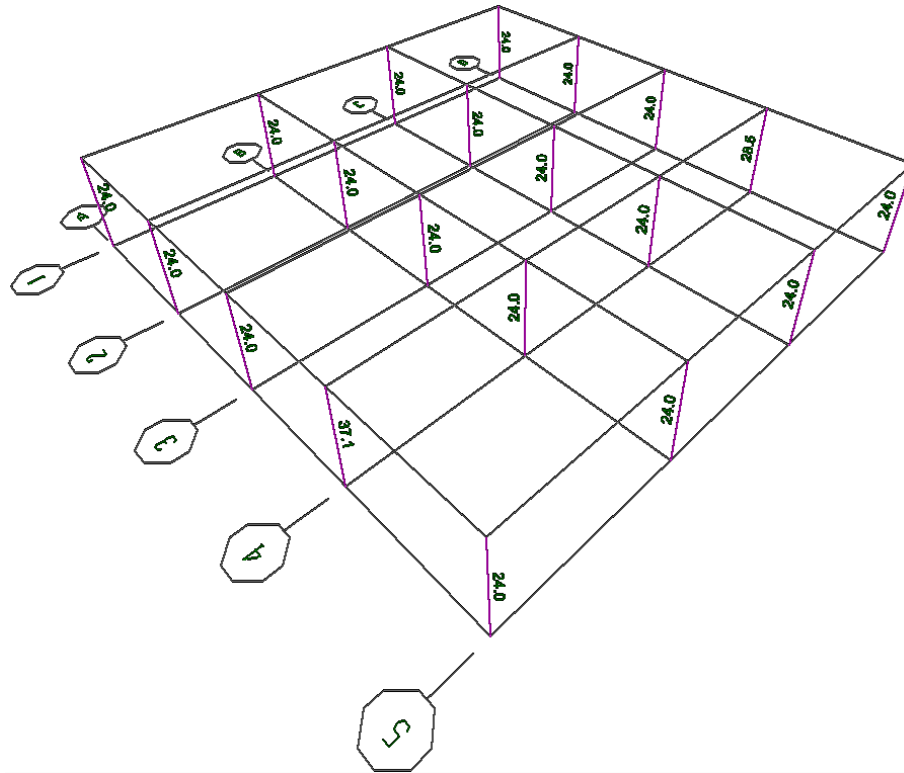
Envolvente de cortantes. Propuesta 4.

IV.5 ZONAS CRÍTICAS.

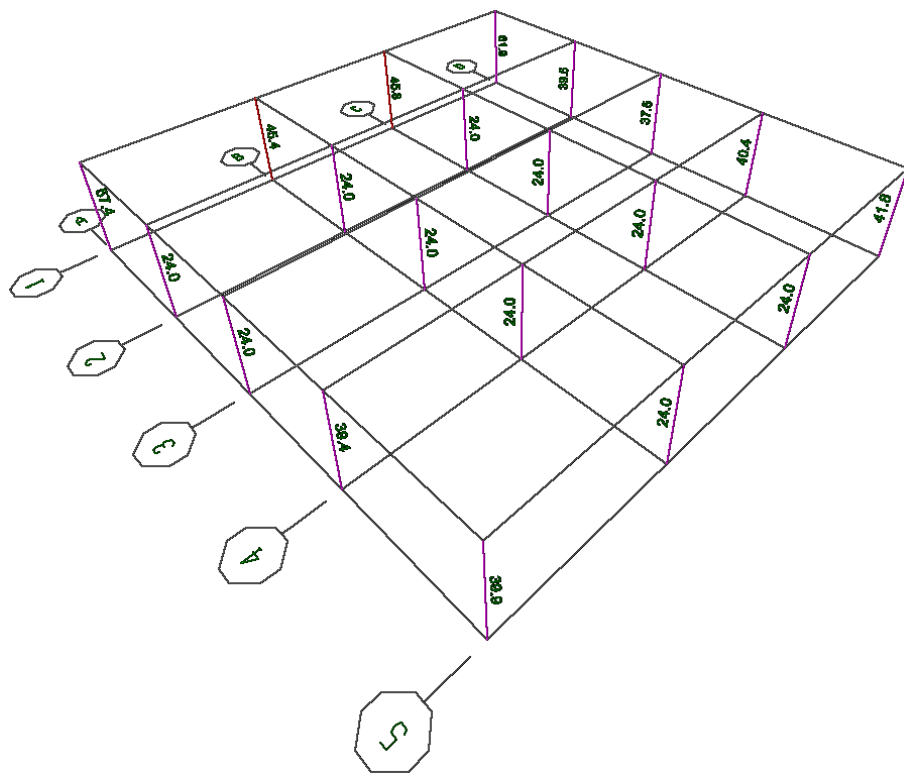
Con el programa de análisis se realizó el diseño de las secciones con base a los elementos mecánicos de los nueve casos para realizar una comparativa entre todas las propuestas.



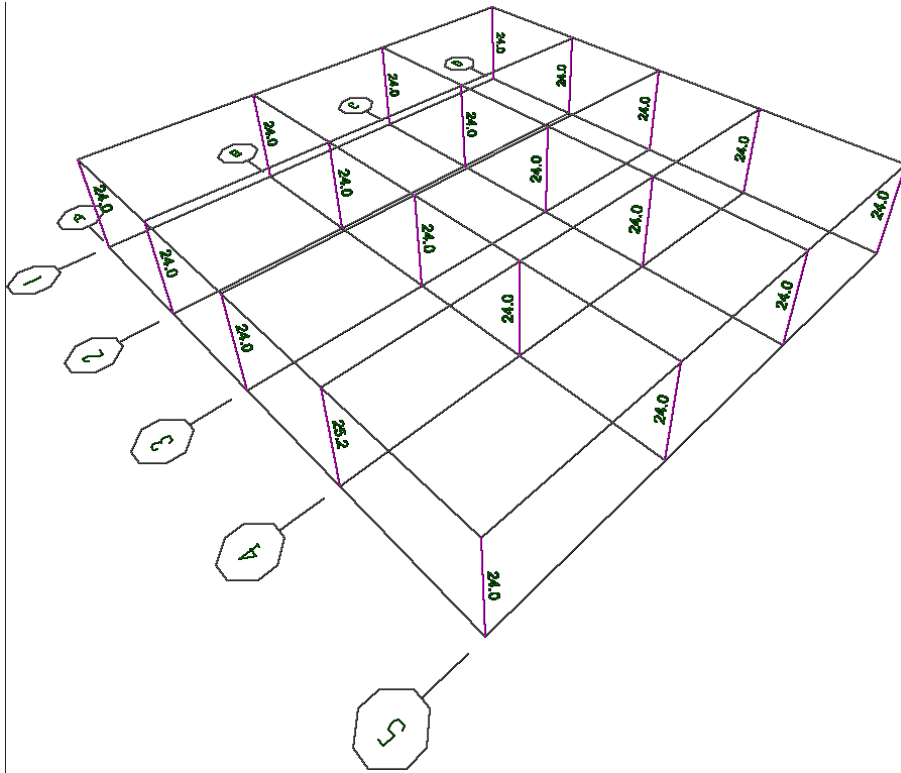
Análisis de columnas. Modelo completo.



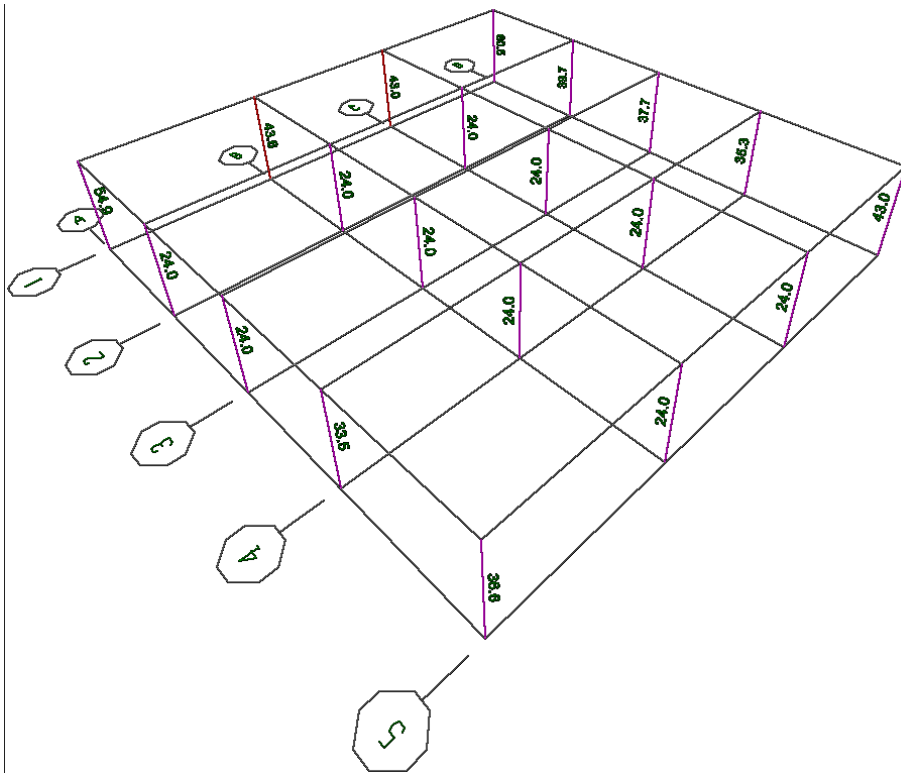
Análisis de columnas. Modelo propuesta 1.



Análisis de columnas. Modelo propuesta 2.

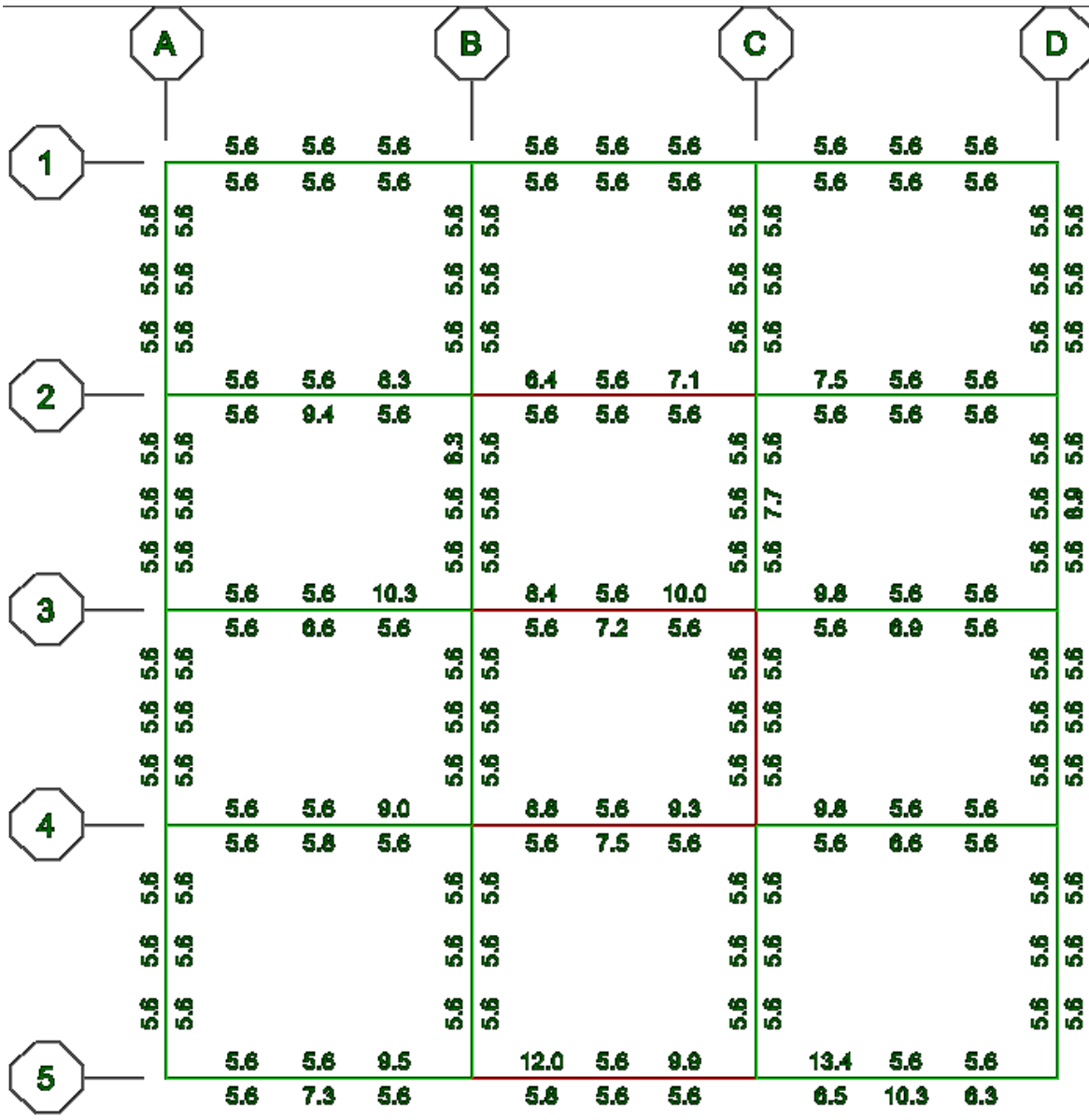


Análisis de columnas. Modelo propuesta 3.

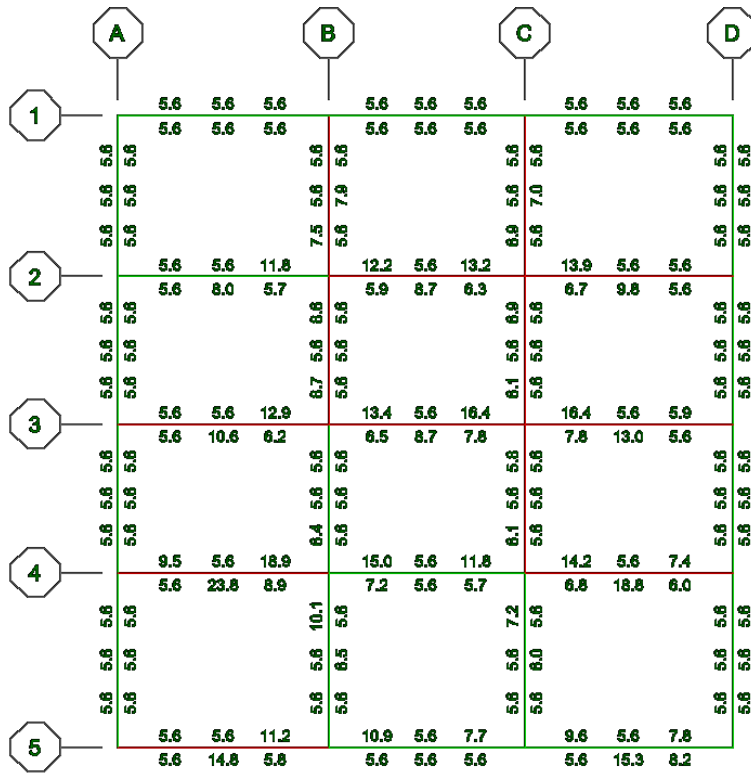


Análisis de columnas. Modelo propuesta 4.

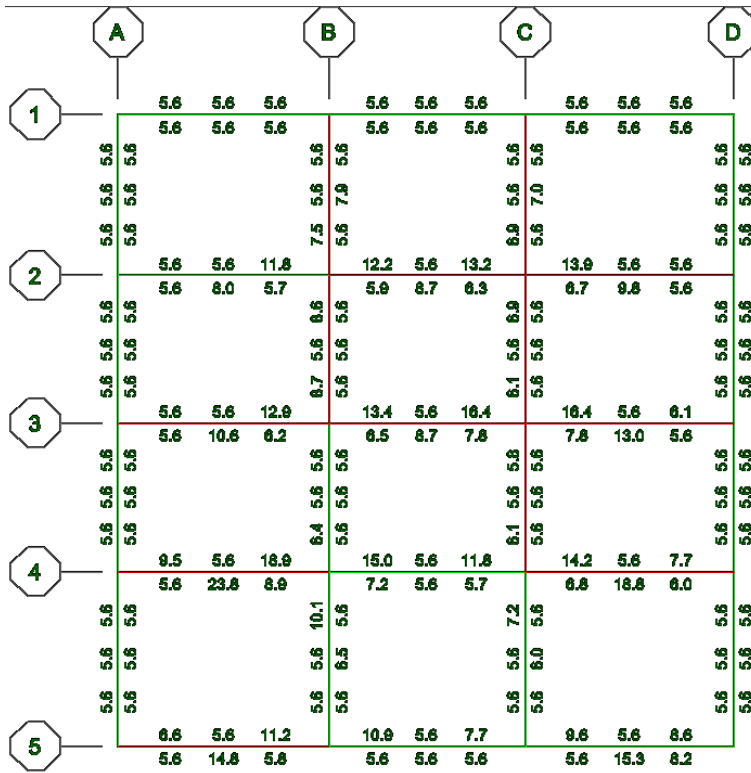
Con los resultados anteriores se puede determinar que para el modelo completo prácticamente no requiere acero adicional al mínimo a excepción del eje 1-D, pero nada representativo, sin embargo, en la propuesta 2 y 4, se requirió una cantidad de acero considerable para las columnas del eje 1, A y D. Para las propuestas 1 y 3 las que requieren acero adicional al mínimo son únicamente las de los ejes 4-A y 4-D.



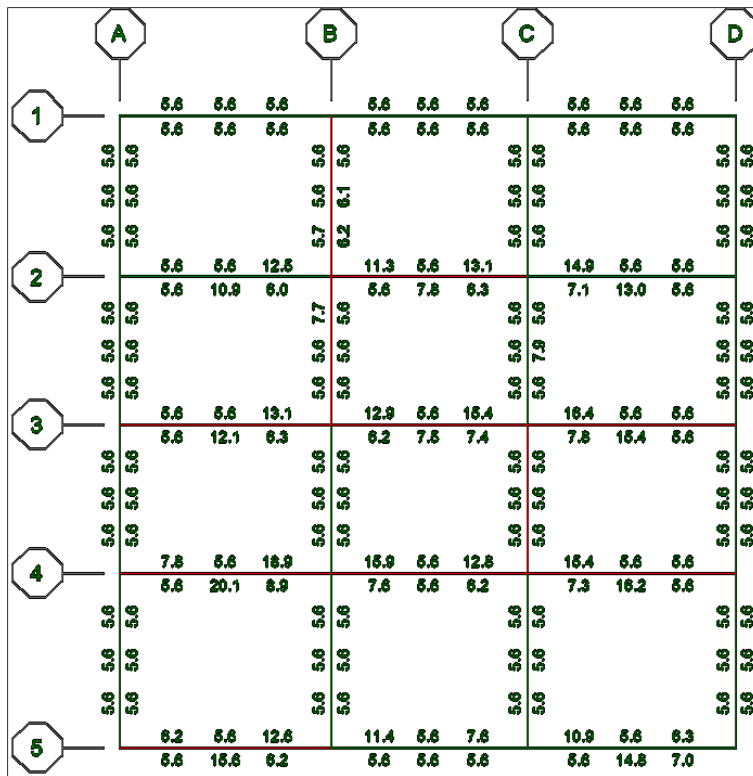
Análisis de travesaños. Modelo completo.



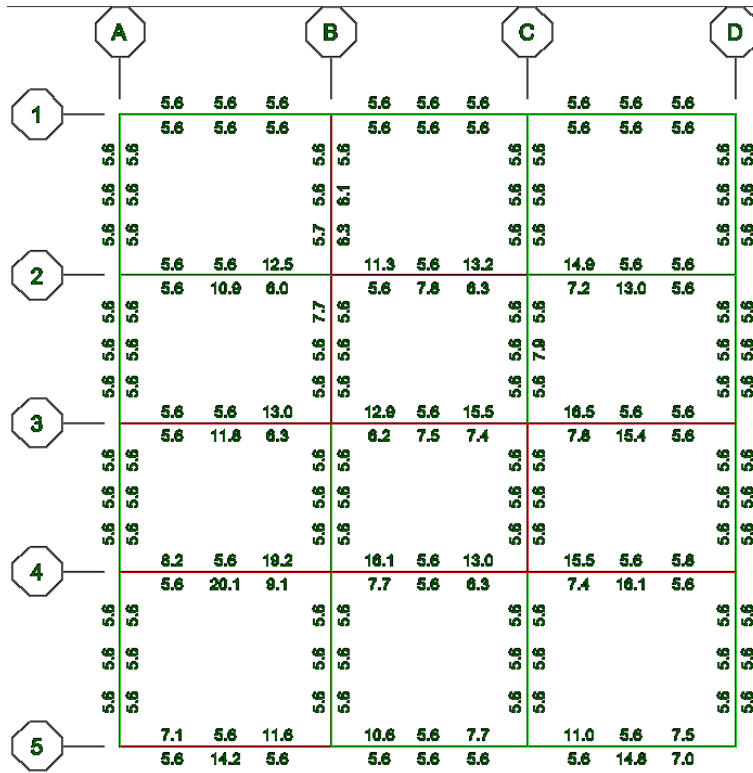
Análisis de traves. Modelo propuesta 1.



Análisis de traves. Modelo propuesta 2.



Análisis de traves. Modelo propuesta 3.



Análisis de traves. Modelo propuesta 4.

En todos estos casos, la demanda de acero es considerablemente mayor a la propuesta del modelo completo, quizá solicitando hasta un 200% de la cantidad necesaria de refuerzo por flexión.

V. CONCLUSIONES

Con los resultados y todas las comparativas realizadas podría decir que si se quisiera hacer un diseño con el cual se optimicen los de refuerzos, no aplicaría alguno de ellos, ya que pueden demandar más del doble requerido, esto siguiendo el diseño del programa de análisis.

Entre las variaciones de las propuestas, se deben de considerar que en este trabajo se despreciaron detalles como la concentración y transferencia de esfuerzos de los muros con respecto a la aplicación de cargas por simplificaciones; efectos de torsión por variantes de elementos resistentes en niveles adyacentes, etcétera.

Para la optimización del tiempo en el que puede desarrollar un modelo es subjetiva, esto debido a la experiencia, programa de análisis, detallado, etcétera, lo que cada individuo tomará estas consideraciones para el desarrollo del proyecto. Esto como se pudo mostrar llevara comúnmente a mayores gastos por refuerzo de la estructura que a gran magnitud representaría impacto sobre los costos totales del proyecto.

En mi opinión sería recomendable trabajar un poco más a detalle, aprovechando las herramientas actuales para optimizar los costos, quizá distribuyendo los excedentes de refuerzo sobre otros puntos críticos del proyecto y de esta manera aumentar la eficiencia de la estructura en conjunto.

VI. REFERENCIAS

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF) publicado el 2004.
- Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.
- Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo.