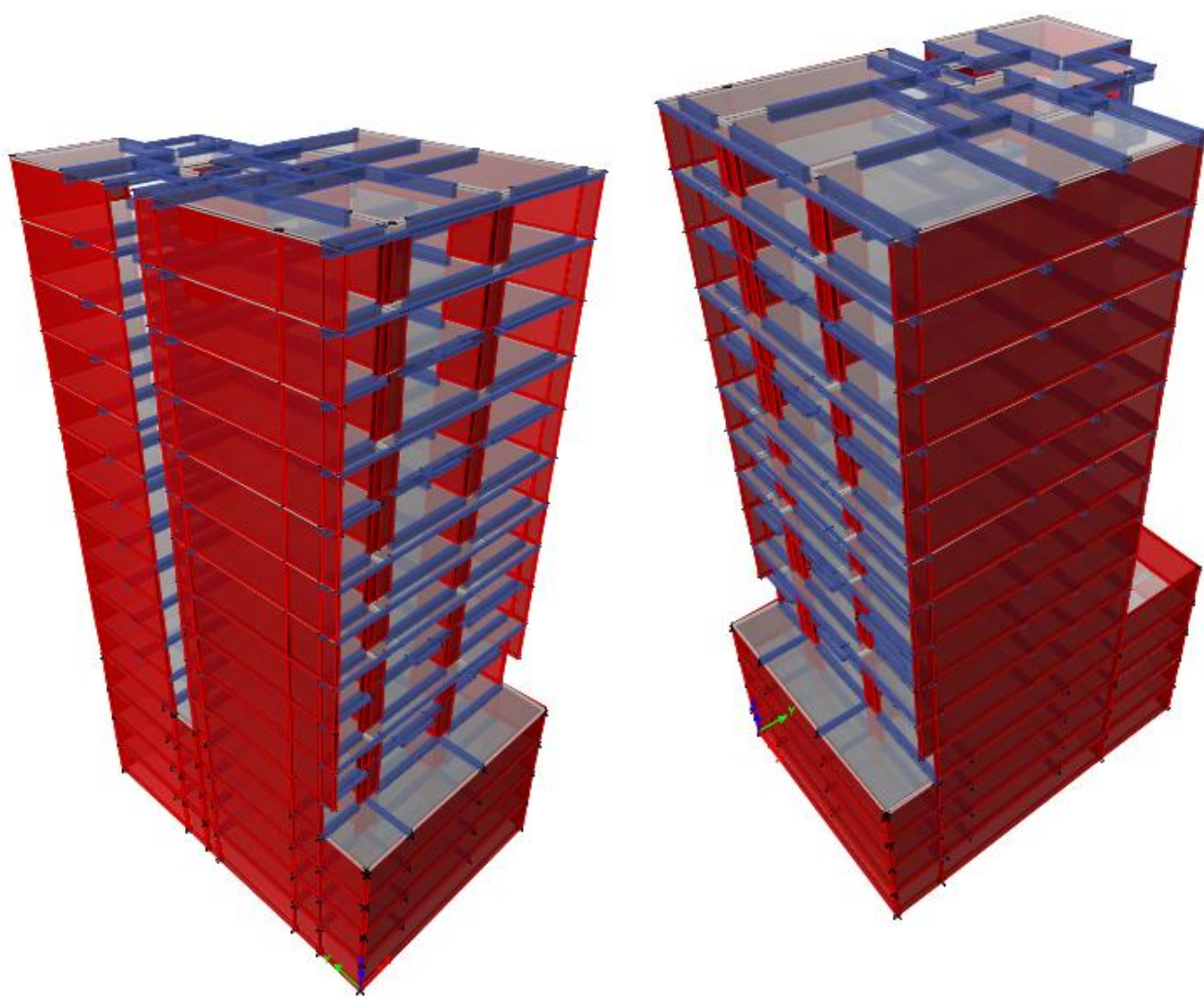


MEMORIA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO
“EDIFICIO MULTIFAMILIAR”



Lima – 2022

Tabla de contenido

I. ASPECTOS GENERALES	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.2. NORMATIVIDAD	3
1.3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	3
II. METRADO DE CARGAS	4
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	4
2.2. CARGAS DE DISEÑO	4
Según Norma Peruana de Estructuras $S_a = Z * U * C * S * gR$	4
III. ANÁLISIS SÍSMICO	5
3.1.1 PELIGRO SÍSMICO	5
3.1.2 DETERMINACIÓN DE JUNTA SISMICA.....	6
3.2 ESPECTRO DE ACELERACIONES.....	13
3.3 INTRODUCCIÓN DE DATOS AL ETABS.....	13
3.4 MODELO ESTRUCTURAL.....	15
3.5 ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA	16
3.6 DESPLAZAMIENTO Y DISTORSIONES	18
3.7 VERIFICACIÓN DE CORTANTE EN LA BASE:.....	22

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se presenta la memoria de estructuras del **PROYECTO VIVIENDA MULTIFAMILIAR**, propiedad de **SOL DEL PLATA CONSTRUCTORA INMOBILIARIA S.A.C**, ubicado en Calle uno N° 161-163-167-169 Mz. B Lote 6 y 7 Urbanización las Orquídeas, Distrito Surquillo, Provincia y departamento de Lima.

La estructura consta de 04 sótanos, 11 pisos y azotea estando conformada por pórticos y muros de concreto armado aprovechando de esta manera la gran capacidad de los muros de absorber las fuerzas sísmicas y restringir desplazamientos laterales.

La capacidad portante considerada del terreno es 6.00 Kg/cm² según Estudio de Mecánica de Suelos realizado por el Ing. Manuel Prado Meza.

1.2. NORMATIVIDAD

Las cargas consideradas para el análisis y diseño del edificio son cargas de gravedad y cargas de sismo, las cuales deben cumplir lo especificado en las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) indicadas a continuación:

Norma Técnica E.020 (Cargas).

Norma Técnica E.030 (Diseño Sismorresistente).

Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones).

Norma Técnica E.060 (Concreto Armado).

Norma Técnica E.070 (Albañilería).

1.3. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Análisis dinámico: A nivel general, se verificó el comportamiento dinámico de la estructura frente a cargas sísmicas mediante un análisis dinámico modal espectral indicado en la Norma de Diseño Sismorresistente E030. Con este propósito se elaboró un modelo matemático para el análisis correspondiente. Para la elaboración de este modelo se ha usado el software ETABS.

Análisis de desplazamientos: Se verificaron los desplazamientos máximos obtenidos con el programa ETABS, en relación a los valores máximos permisibles de la Norma E-030.

II. METRADO DE CARGAS

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Se muestra a continuación los materiales que conformarán la estructura y las especificaciones de los mismos:

Concreto Armado:

- Resistencia del concreto $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto $E = 250998.008 \text{ Kg/cm}^2 (15000 \sqrt{f_c})$
- Resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad del concreto $E = 217370.65 \text{ Kg/cm}^2 (15000 \sqrt{f_c})$
- Coeficiente de Poisson: 0.20
- Módulo de Corte: 905711 Ton/m²

Acero de Refuerzo:

- Resistencia a la fluencia del acero $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

2.2. CARGAS DE DISEÑO

Cargas por peso propio (D): Son cargas provenientes del peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques, y otros elementos que forman parte de la edificación y que son consideradas permanentes.

- Peso propio elementos de concreto armado = 2400 Kg/m³
- Peso propio piso terminado = 100 Kg/m²
- Peso de tabiquería existente = 150 Kg/m²

Cargas vivas (L): Cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura.

- Sobrecarga de piso típico = 200 Kg/m²
- Sobrecarga en pasillos y escaleras = 200 Kg/m²
- Sobrecarga de azotea = 150 Kg/m²

Cargas producidas por sismo (EQ): Son las cargas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la Norma de Diseño Sismorresistente E030.

Según Norma Peruana de Estructuras $S_a = \frac{Z * U * C * S * g}{R}$

III. ANÁLISIS SÍSMICO

3.1.1 PELIGRO SÍSMICO

ZONIFICACIÓN

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica.

Actualmente tenemos 4 zonas, a cada una de estas se le asigna un factor. Este representa la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de ser excedida de 10% en 50 años de exposición.

Para el presente estudio, la zona en la que está ubicado el proyecto (Lima) corresponde a la zona 4, correspondiéndole un factor de **Z = 0.45**.

PARÁMETROS DE SUELO

Para los efectos de este estudio, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Según el EMS tenemos un tipo de **suelo roca o suelo muy rígido (S₁)**, por lo que para efectos de la evaluación se considerara el factor de suelo **S₁ = 1.0**, un periodo de suelo **T_p = 0.40** seg y **T_L = 2.5**.

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\begin{array}{lll} T < T_p & \rightarrow & C = 2.50 \\ T_p < T < T_L & \rightarrow & C = 2.50 (T_p / T) \\ T > T_L & \rightarrow & C = 2.50 (T_p \times T_L) / T^2 \end{array}$$

T es el período fundamental de vibración, se define por la siguiente fórmula:

$$T = h_n / C_T$$

Dónde: h_n = altura del edificio, C_T = factor definido por el tipo de estructura.

$$T = 31.15/60 \rightarrow T = 0.51 \rightarrow T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 (T_p / T).$$

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión. (Ley de Rayleigh)

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2\right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i\right)}}$$

 $T_x = 0.71$ $T_Y = 0.43$

Obteniendo el período fundamental tenemos que los resultados para el factor C, será:

Entonces el factor C estará definido por:

→ $C_x = 1.41$	→ (Análisis estático).
→ $C_y = 2.34$	→ (Análisis dinámico).

3.1.2 DETERMINACIÓN DE JUNTA DE SEPARACIÓN SISMICA EN AMBAS DIRECCIONES

La distancia mínima de separación entre edificios adyacentes no será menor que los $\frac{2}{3}$ de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$S = 0,006 \text{ h} \geq 0,003 \text{ m}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar S .

El Edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según Artículo 31 ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria, caso contrario deberá retirarse una distancia mínima s de la estructura vecina.

De modo que se determinara la junta sísmica de ambas maneras, tomando el mayor valor a utilizar, calculando de la siguiente forma:

A. Donde:

h = Altura del edificio en cm. $h = 3115\text{cm}$

$$S = 0.003 \times 3115 = 9.34 \text{ cm} \rightarrow 9.50 \text{ cm}$$

B. Desplazamientos en ambos sentidos, calculando el 2/3 en cada dirección

Piso	Desplaz. Punto Extremo		Junta sísmica	
	X	y	X	y
11	16.44	5.99	9.15	4.13
10	14.86	5.35	8.26	3.68
9	13.20	4.70	7.33	3.23
8	11.48	4.03	6.38	2.77
7	9.73	3.37	5.40	2.31
6	7.96	2.71	4.41	1.86
5	6.22	2.08	3.44	1.43
4	4.55	1.49	2.51	1.02
3	3.00	0.96	1.66	0.66
2	1.66	0.52	0.91	0.36
1	0.60	0.18	0.33	0.13

Obteniendo como máximo resultado 9.15 cm $\longrightarrow$ 9.50 cm

Sin embargo y por requerimiento de arquitectura la junta máxima será de 14cm, ya que en los pisos superiores se han adecuado las placas del perímetro para cumplir con esta solicitud.

De modo de optimizar la junta sísmica del piso 1° al piso 5° una junta de 9.00 cm y del piso 11° al piso de azotea se utilizará 14 cm de junta sísmica en ambas direcciones.

3.1.2 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

3.1.2.1 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR DE USO

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la norma E.030. Para el presente proyecto la categoría de la edificación es “C” (Edificación Común) y el factor correspondiente es **U = 1.00**.

3.1.2.2 SISTEMAS ESTRUCTURALES

Se verifica la resistencia sísmica que actúa en los muros, si es mayor que el 70% de la fuerza cortante en la base será un sistema de muros estructurales, si se encuentra entre el 20% y 70% será un sistema dual, y los pórticos deberán estar diseñados para resistir por lo menos el 30% de la fuerza cortante en la base.

Cortante dinámico obtenido del software:

Story Forces						
1 de 2 Reload Apply						
	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
▶	PISO 1	SISMO Max	Top	0	214.468	384.2564
	PISO 1	SISMO Max	Bottom	0	214.468	384.2564

Verificación en “X”:
Se verifica que:

Story	Pier	Load Case/Combo	V2
PISO 1	PX1	SISMO Max	188.23
PISO 1	PX2	SISMO Max	13.02
PISO 1	PX3	SISMO Max	9.75
$\sum Vx=$			211.00

$$\Sigma Vx / Vx = 211.00 / 214.46 \times 100\% = 98\% > 70\% \rightarrow \text{Sistema de muros estructurales.}$$

Verificación en “Y”:

Story	Pier	Load Case/Combo	V2
PISO 1	PY1	SISMO Max	157.04
PISO 1	PY2	SISMO Max	76.36
PISO 1	PY3	SISMO Max	43.27
PISO 1	PY4	SISMO Max	10.77
PISO 1	PY5	SISMO Max	18.91
PISO 1	PY6	SISMO Max	54.23
PISO 1	PY7	SISMO Max	5.48
PISO 1	PY8	SISMO Max	11.49
$\sum Vy=$			377.56

$$\Sigma Vy / Vy = 377.56 / 384.25 \times 100\% = 98\% > 70\% \rightarrow \text{Sistema de muros estructurales.}$$

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R).

Para este caso, el sistema predominante en la dirección X-X y Y-Y es un sistema de muros estructurales el cual le corresponde un coeficiente básico de reducción $R_o = 6.00$.

3.1.2.3 REGULARIDAD ESTRUCTURAL

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir con restricciones en la norma.
- Establecer procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

El factor R estará definido por $R = R_o \times L_a \times L_p$

3.1.2.3.1 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

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 el 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.

Promedio distorsiones en “X”

PISO	DRIFT-X1	DRIFT-X2	DRIFT-X3	DRIFT-X4	PROM.X
PISO 11	0.0018	0.0017	0.0018	0.0018	0.0018
PISO 10	0.0018	0.0018	0.0019	0.0019	0.0018
PISO 9	0.0019	0.0018	0.0020	0.0020	0.0019
PISO 8	0.0019	0.0019	0.0020	0.0020	0.0019
PISO 7	0.0019	0.0019	0.0020	0.0020	0.0019
PISO 6	0.0019	0.0018	0.0020	0.0020	0.0019
PISO 5	0.0018	0.0018	0.0019	0.0019	0.0018
PISO 4	0.0017	0.0016	0.0017	0.0017	0.0017
PISO 3	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015
PISO 2	0.0010	0.0010	0.0011	0.0011	0.0011
PISO 1	0.0002	0.0003	0.0004	0.0004	0.0003

Promedio distorsiones en "Y".

PISO	DRIFT-Y1	DRIFT-Y2	DRIFT-Y3	DRIFT-Y4	PROME.Y
PISO 11	0.0008	0.0004	0.0004	0.0008	0.0006
PISO 10	0.0008	0.0004	0.0004	0.0008	0.0006
PISO 9	0.0008	0.0005	0.0005	0.0008	0.0006
PISO 8	0.0008	0.0004	0.0004	0.0008	0.0006
PISO 7	0.0007	0.0004	0.0004	0.0007	0.0006
PISO 6	0.0007	0.0004	0.0004	0.0007	0.0005
PISO 5	0.0006	0.0003	0.0003	0.0006	0.0005
PISO 4	0.0005	0.0003	0.0003	0.0005	0.0004
PISO 3	0.0004	0.0002	0.0002	0.0004	0.0003
PISO 2	0.0003	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002
PISO 1	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001

VERIFICACIÓN 1. Si es menor que 0.70 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, será irregular.

NIVEL	RIGIDEZ-X	RIGIDEZ-Y	$X_a/(X_{a+1}) < 0.70$	Conclusión	$Y_a/(Y_{a+1}) < 0.70$	Conclusión
PISO 11	116.476	485.0635	-	-	-	-
PISO 10	183.4584	905.263	1.58	REGULAR	1.87	REGULAR
PISO 9	216.2887	1226.1455	1.18	REGULAR	1.35	REGULAR
PISO 8	234.7026	1523.4315	1.09	REGULAR	1.24	REGULAR
PISO 7	251.1795	1831.7489	1.07	REGULAR	1.20	REGULAR
PISO 6	276.1972	2217.3263	1.10	REGULAR	1.21	REGULAR
PISO 5	319.9653	2807.9219	1.16	REGULAR	1.27	REGULAR
PISO 4	386.5163	3435.8196	1.21	REGULAR	1.22	REGULAR
PISO 3	490.1044	4392.8991	1.27	REGULAR	1.28	REGULAR
PISO 2	721.2166	6134.4997	1.47	REGULAR	1.40	REGULAR
PISO 1	2413.1214	12223.9604	3.35	REGULAR	1.99	REGULAR

Se verifica que la estructura **NO** presenta esta irregularidad.

VERIFICACIÓN 2. Si es menor que 0,80 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes será irregular.

NIVEL	RIGIDEZ-X	RIGIDEZ-Y	$X_a/X_{prom}<0.85$	Conclusión	$Y_a/Y_{prom}<0.85$	Conclusión
PISO 11	116.476	485.0635	-	-	-	-
PISO 10	183.4584	905.263	4.73	-	5.60	-
PISO 9	216.2887	1226.1455	2.16	-	2.65	-
PISO 8	234.7026	1523.4315	1.36	REGULAR	1.75	REGULAR
PISO 7	251.1795	1831.7489	1.19	REGULAR	1.50	REGULAR
PISO 6	276.1972	2217.3263	1.18	REGULAR	1.45	REGULAR
PISO 5	319.9653	2807.9219	1.26	REGULAR	1.51	REGULAR
PISO 4	386.5163	3435.8196	1.37	REGULAR	1.50	REGULAR
PISO 3	490.1044	4392.8991	1.50	REGULAR	1.56	REGULAR
PISO 2	721.2166	6134.4997	1.81	REGULAR	1.73	REGULAR
PISO 1	2413.1214	12223.9604	4.53	REGULAR	2.63	REGULAR

*Se verifica que la estructura **NO** presenta esta irregularidad.*

IRREGULARIDAD 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.

*Se verifica que la estructura **NO** presenta esta irregularidad*

SE TOMARÁ EL FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA: $L_a = 1.00$.

PISO	Vx	Vy	$X_a/(X_{a+1})<80\%$	Conclusión	$Y_a/(Y_{a+1})<80\%$	Conclusión
PISO 11	54.87	75.53	-	-	-	-
PISO 10	90.60	143.67	165.11%	REGULAR	190.21%	REGULAR
PISO 9	110.61	195.33	122.08%	REGULAR	135.96%	REGULAR
PISO 8	122.53	238.39	110.78%	REGULAR	122.04%	REGULAR
PISO 7	131.47	273.55	107.30%	REGULAR	114.75%	REGULAR
PISO 6	142.09	303.63	108.07%	REGULAR	110.99%	REGULAR
PISO 5	157.45	329.06	110.81%	REGULAR	108.37%	REGULAR
PISO 4	176.45	350.89	112.07%	REGULAR	106.64%	REGULAR
PISO 3	194.58	367.79	110.28%	REGULAR	104.81%	REGULAR
PISO 2	208.84	379.43	107.33%	REGULAR	103.17%	REGULAR
PISO 1	214.47	384.26	102.70%	REGULAR	101.27%	REGULAR

3.1.2.3.2 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

IRREGULARIDAD TORSIONAL E IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga.

El factor de 1,3 cambiará a 1.5 para la verificación de irregularidad torsional extrema. Estos criterios sólo se aplican en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible.

A continuación, se verifican las relaciones $\Delta_{\max.\text{ext. X}}/\Delta_{\text{prom. ext. X}}$ y $\Delta_{\max.\text{ext. Y}}/\Delta_{\text{prom. ext. Y}}$ las cuales podrán ser mayores que **1.30** (estructura con irregularidad torsional), más no mayor que **1.50** (estructura con irregularidad torsional extrema).

PISO	Δ promedio		D. Relativos en Δ promedio		Δ maximo		D. Relativos en Δ maximo		$\Delta_{\max.X}/$ $\Delta_{\text{prom.X}}$	$\Delta_{\max.Y}/$ $\Delta_{\text{prom.Y}}$	CONCLUSIÓN	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y			X	Y
PISO 11	4.65	1.36	0.46	0.16	4.80	1.73	0.47	0.21	1.02	1.28	REG.	REG.
PISO 10	4.20	1.20	0.48	0.16	4.33	1.53	0.49	0.21	1.02	1.27	REG.	REG.
PISO 9	3.72	1.03	0.49	0.16	3.84	1.32	0.50	0.21	1.02	1.27	REG.	REG.
PISO 8	3.23	0.87	0.50	0.16	3.34	1.11	0.52	0.21	1.03	1.26	REG.	REG.
PISO 7	2.73	0.71	0.51	0.16	2.83	0.90	0.52	0.20	1.03	1.26	REG.	REG.
PISO 6	2.22	0.55	0.50	0.14	2.30	0.71	0.52	0.18	1.03	1.26	REG.	REG.
PISO 5	1.71	0.41	0.49	0.12	1.79	0.53	0.50	0.16	1.03	1.28	REG.	REG.
PISO 4	1.23	0.29	0.45	0.11	1.29	0.37	0.47	0.14	1.03	1.28	REG.	REG.
PISO 3	0.77	0.18	0.40	0.09	0.82	0.24	0.41	0.11	1.03	1.29	REG.	REG.
PISO 2	0.38	0.10	0.29	0.06	0.41	0.12	0.30	0.08	1.04	1.31	REG.	IRREG.
PISO 1	0.09	0.03	0.09	0.03	0.11	0.04	0.11	0.04	1.24	1.28	REG.	REG.

Se verifica que la estructura presenta irregularidad torsional en **Y** por lo tanto, se dará un factor de **0.75** y en **X** un valor en **1.00**.

ESQUINAS ENTRANTES

La estructura presenta esquinas entrantes, por lo tanto, **SI** califica como irregular. Se da un factor de **0.90**.

DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA

La estructura no presenta discontinuidad de diafragma, por lo tanto, **SI** califica como irregular. Se da un factor de **0.85**.

SISTEMAS NO PARALELOS

Como podemos observar en planta la estructura no califica como irregular.

SE TOMARÁ EL MENOR FACTOR DE IRREGULARIDAD: $L_{px}= 0.85$, $L_{py}= 0.75$

El factor R estará definido por $R_o = 6 \times 1.00 \times 0.75$

→ $R_y = 4.50$

3.2 ESPECTRO DE ACELERACIONES

Para el análisis dinámico se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones:

Dónde:

$Z = 0.45$ (Zona 4 – Lima)

$U = 1.00$ (Categoría C: Edificación común)

$S_1 = 1.00$ ($T_p = 0.40$ Suelo muy rígido)

$g = 9.81$ (Aceleración de la gravedad m/s^2)

$R_o = 4.50$ (sistema de muros estructurales con irregularidad torsional mas no extrema).

Se considerara para $R_o = 4.5$ (sistema de muros estructurales con irregularidad torsional mas no extrema).



3.3 INTRODUCCIÓN DE DATOS AL ETABS.

✓ Combinaciones de Cargas Empleadas:

Las combinaciones de cargas usadas para la verificación de los elementos de concreto de la estructura son las siguientes:

Para elementos de concreto armado:

COMB1: 1.40D + 1.70L

COMB2, 3: 1.25D + 1.25L ±Sx

COMB4, 5: 1.25D + 1.25L ±Sy

COMB6, 7: 0.90D ±Sx

COMB8, 9: 0.90D ±Sy

Dónde:

D: Carga permanente.

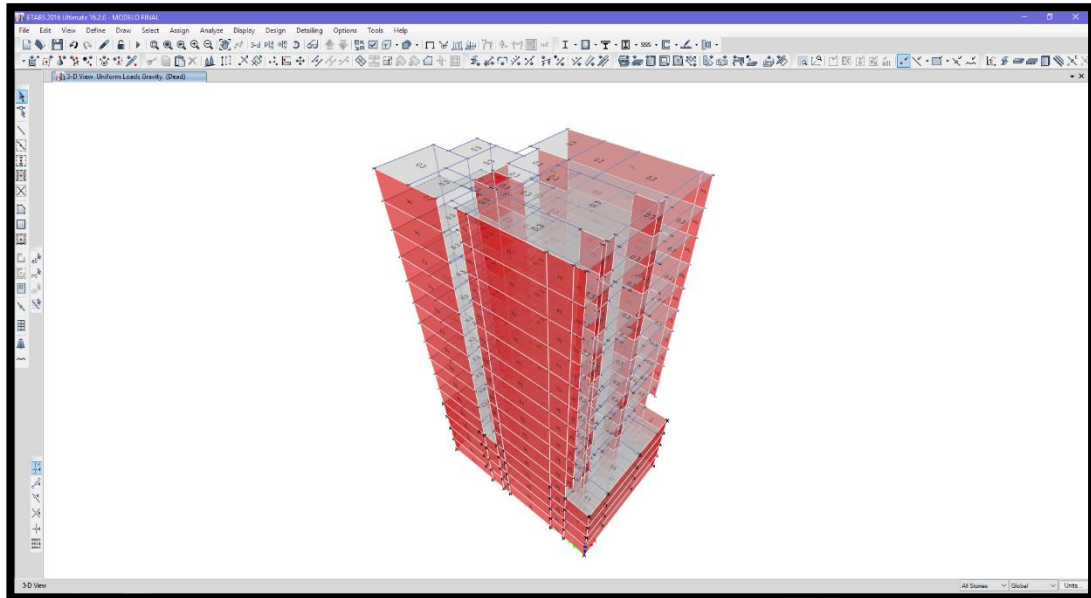
L: Carga Viva.

EQ: sismo.

✓ **Introducción Gráfica de Cargas al ETABS:**

Carga Muerta (D)

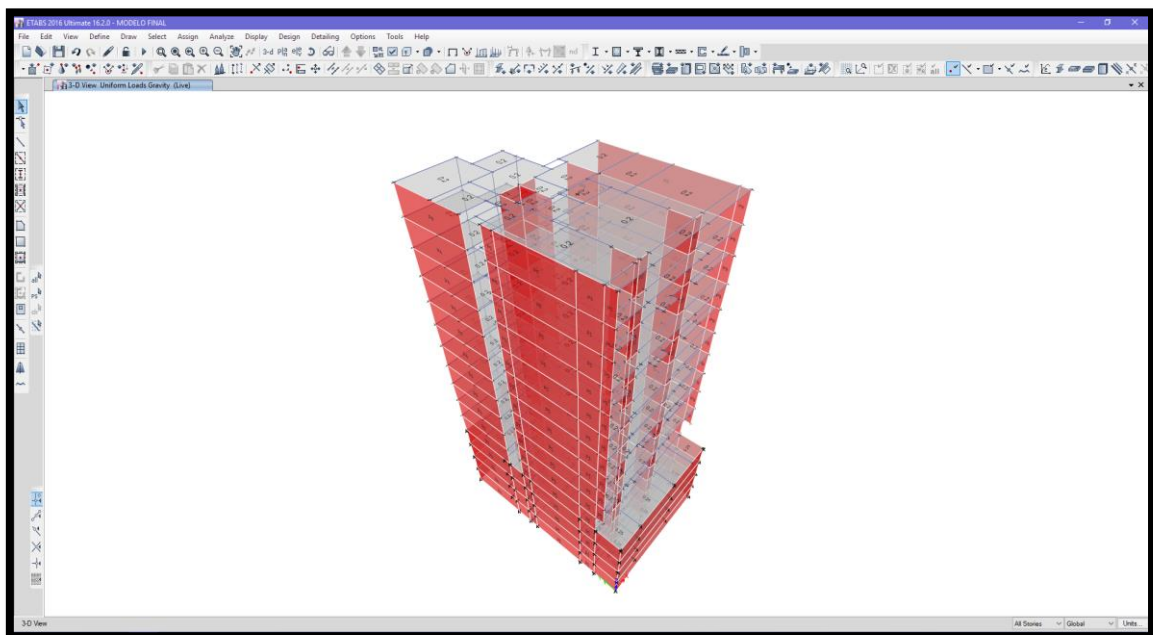
Se muestran las cargas asignadas a la estructura correspondiente a las cargas asignadas a las losas; internamente el programa distribuye estas últimas a las vigas y estas a su vez a las columnas.



Carga muerta aplicada a las losas. (Tn/m²)

Carga Viva (L)

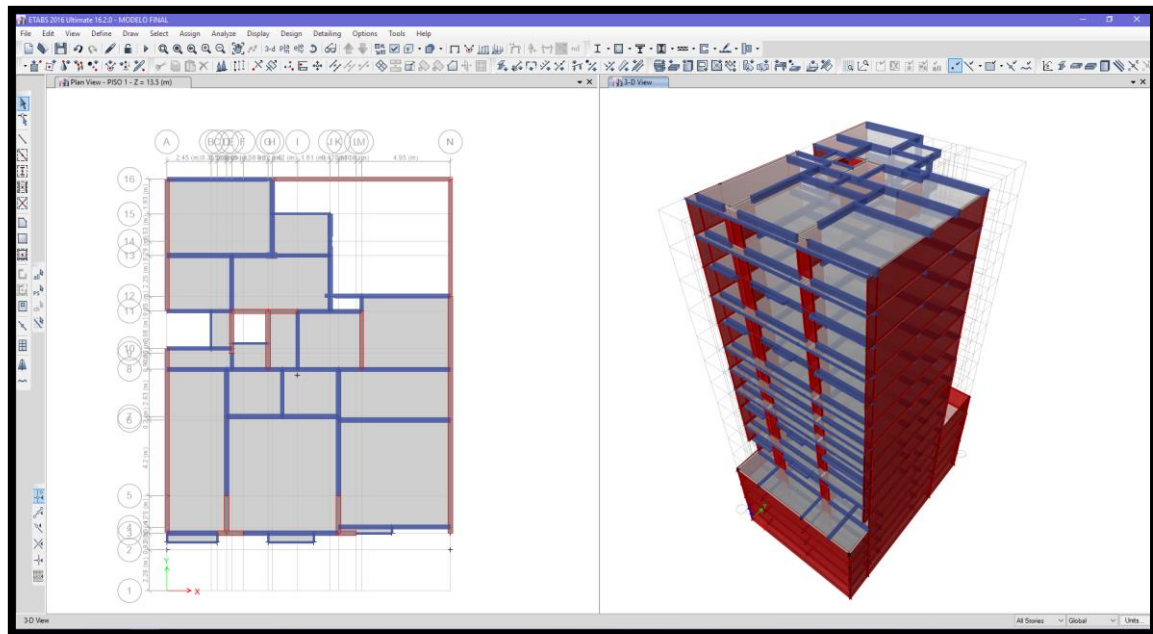
El siguiente gráfico muestra las sobrecargas introducidas en el modelo.



Carga viva aplicada a las losas. (Tn/m²)

3.4 MODELO ESTRUCTURAL.

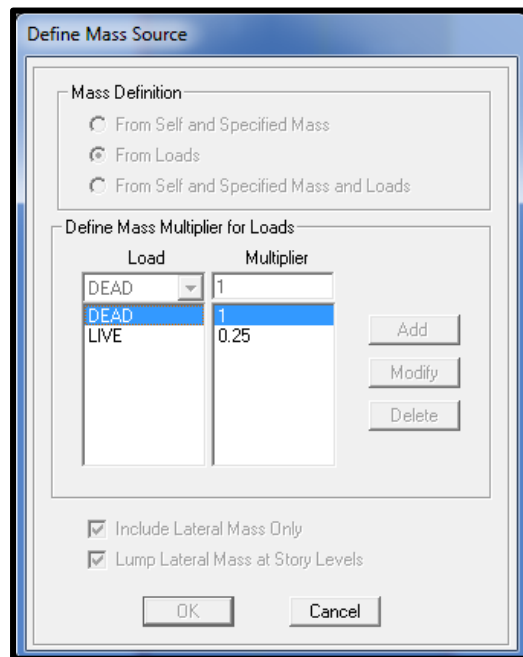
El comportamiento dinámico de la estructura se determinó mediante la generación de un modelo matemático que consideró la contribución de los elementos estructurales tales como vigas y columnas en la determinación de la rigidez de cada nivel de la estructura. Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es necesario precisar la cantidad y distribución de las masas en la estructura.



Vista de la edificación.

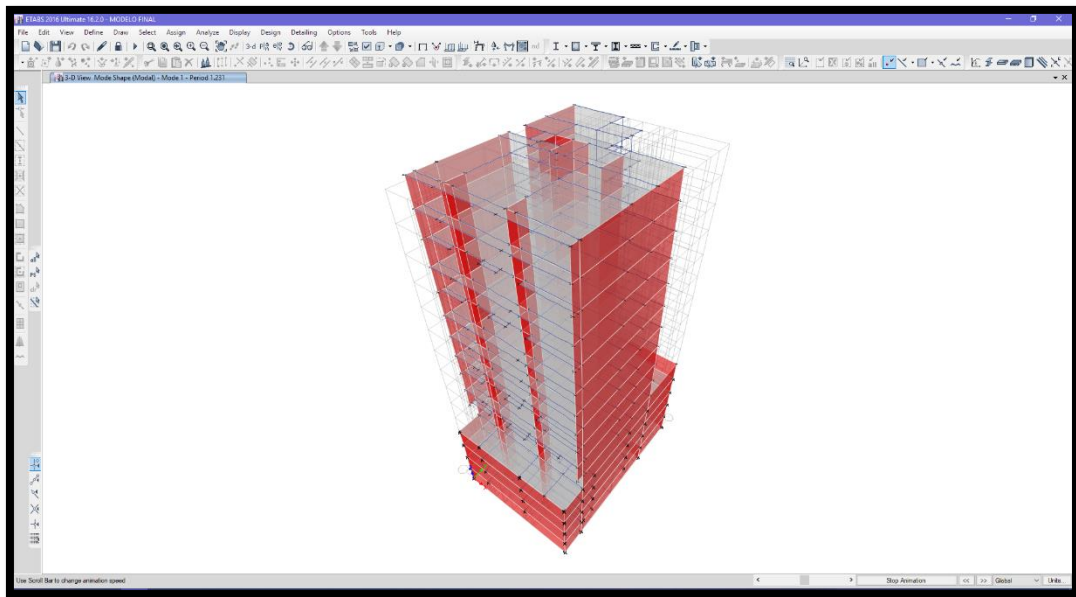
3.5 ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA

- ✓ **Masas de la estructura:** Según los lineamientos de la Norma de Diseño Sismorresistente E030, y considerando las cargas mostradas anteriormente, se realizó el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este análisis el peso de la estructura consideró el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, por tratarse de una edificación del tipo C.

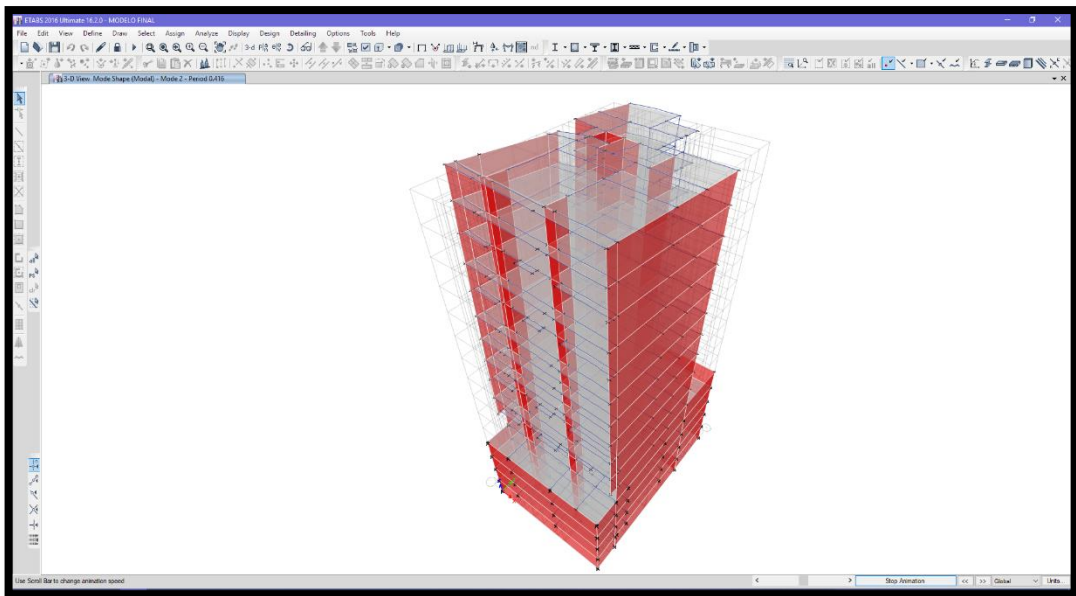


- ✓ **-Modos de Vibración de la Estructura:** El programa ETABS calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras. En el análisis tridimensional se ha empleado la superposición de los 3 primeros modos de vibración por ser los más representativos de la estructura.

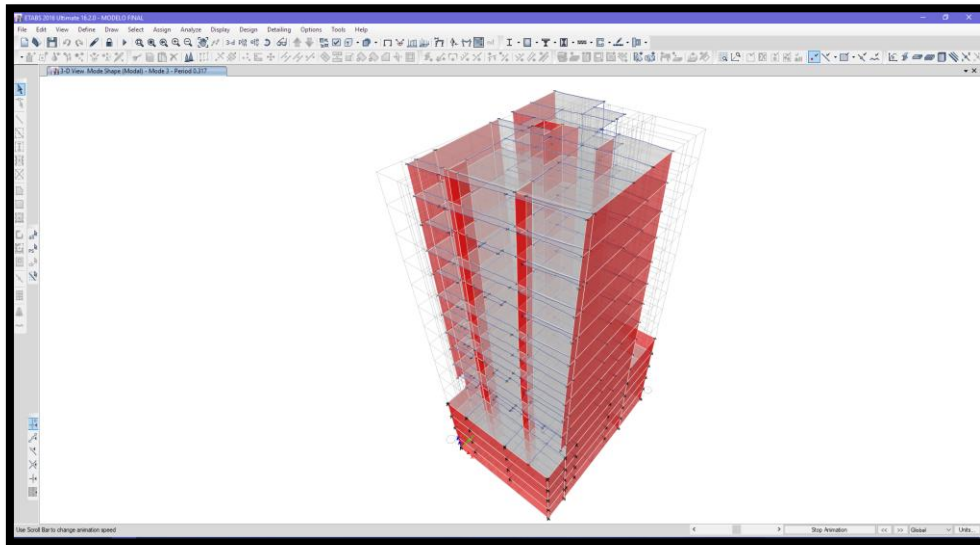
Modo 1 – $T=0.698$ seg.



Modo 2– $T = 0.319$ seg.



Modo 3 – T = 0.25 seg.



✓ **Resumen de Periodos predominantes:**

$T_x = 1.231s$ (Modo 1)

$T_y = 0.416s$ (Modo 2)

3.6 DESPLAZAMIENTO Y DISTORSIONES

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante.

Tabla N° 11	
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

✓ **Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:**

La Norma Técnica de Diseño Sismoresistente E-030 del RNE, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 concreto armado, la distorsión real se obtendrá de la distorsión teórica multiplicada por 0.75.R para estructuras regulares y por 0.85 R para estructuras irregulares.

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
PISO 11	4.65	1.36	0.0015	0.0006
PISO 10	4.20	1.20	0.0015	0.0006
PISO 9	3.72	1.03	0.0016	0.0006
PISO 8	3.23	0.87	0.0017	0.0006
PISO 7	2.73	0.71	0.0017	0.0006
PISO 6	2.22	0.55	0.0017	0.0005
PISO 5	1.71	0.41	0.0016	0.0004
PISO 4	1.23	0.29	0.0015	0.0004
PISO 3	0.77	0.18	0.0013	0.0003
PISO 2	0.38	0.10	0.0010	0.0002
PISO 1	0.09	0.03	0.0003	0.0001

Se presenta a continuación las máximas distorsiones obtenidas por piso:

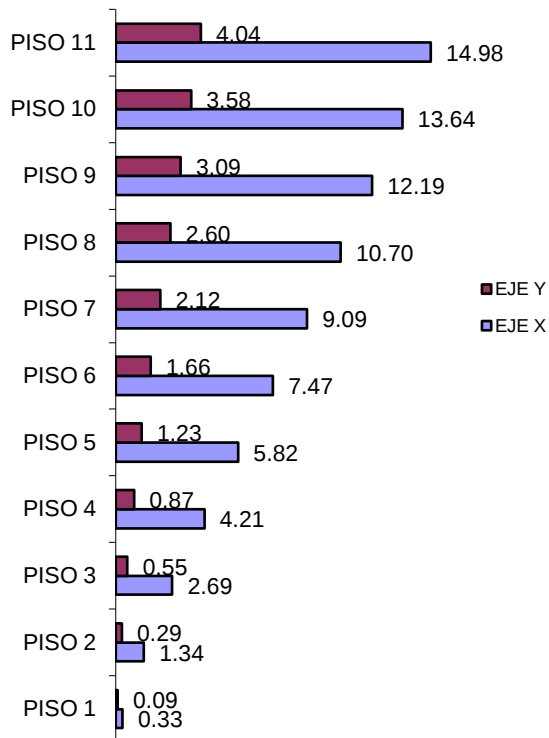
Las máximas distorsiones se presentan en el PISO 8 para la dirección "X" y PISO 8 dirección "Y", con valores de 0.0017 y 0.0006 respectivamente.

Eje "X": $0.0017 * (4.5 * 0.75) = 0.0065 < 0.007 \rightarrow \text{OK CUMPLE}$

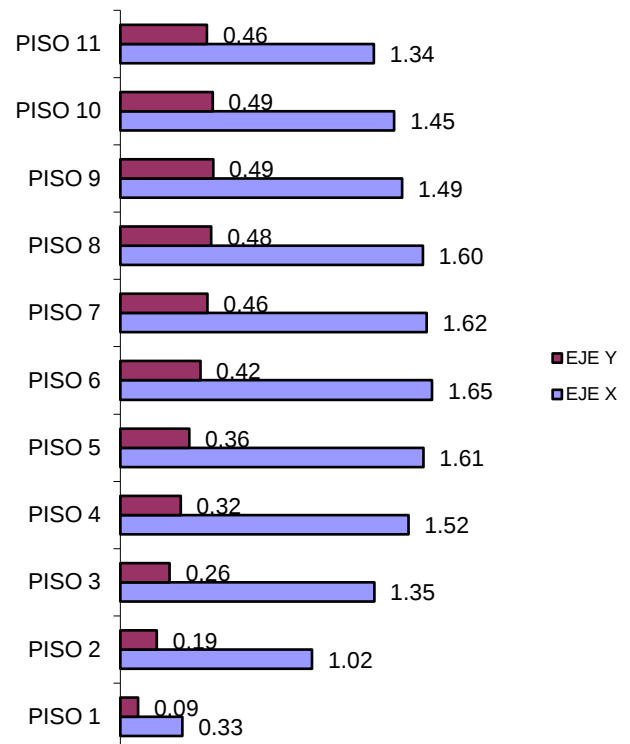
Eje "Y": $0.0006 * (4.50 * 0.75) = 0.0020 < 0.007 \rightarrow \text{OK CUMPLE}$

Finalmente se presentan los desplazamientos máximos y relativos ya multiplicados por el factor R en centímetros:

Desplazamientos Absolutos

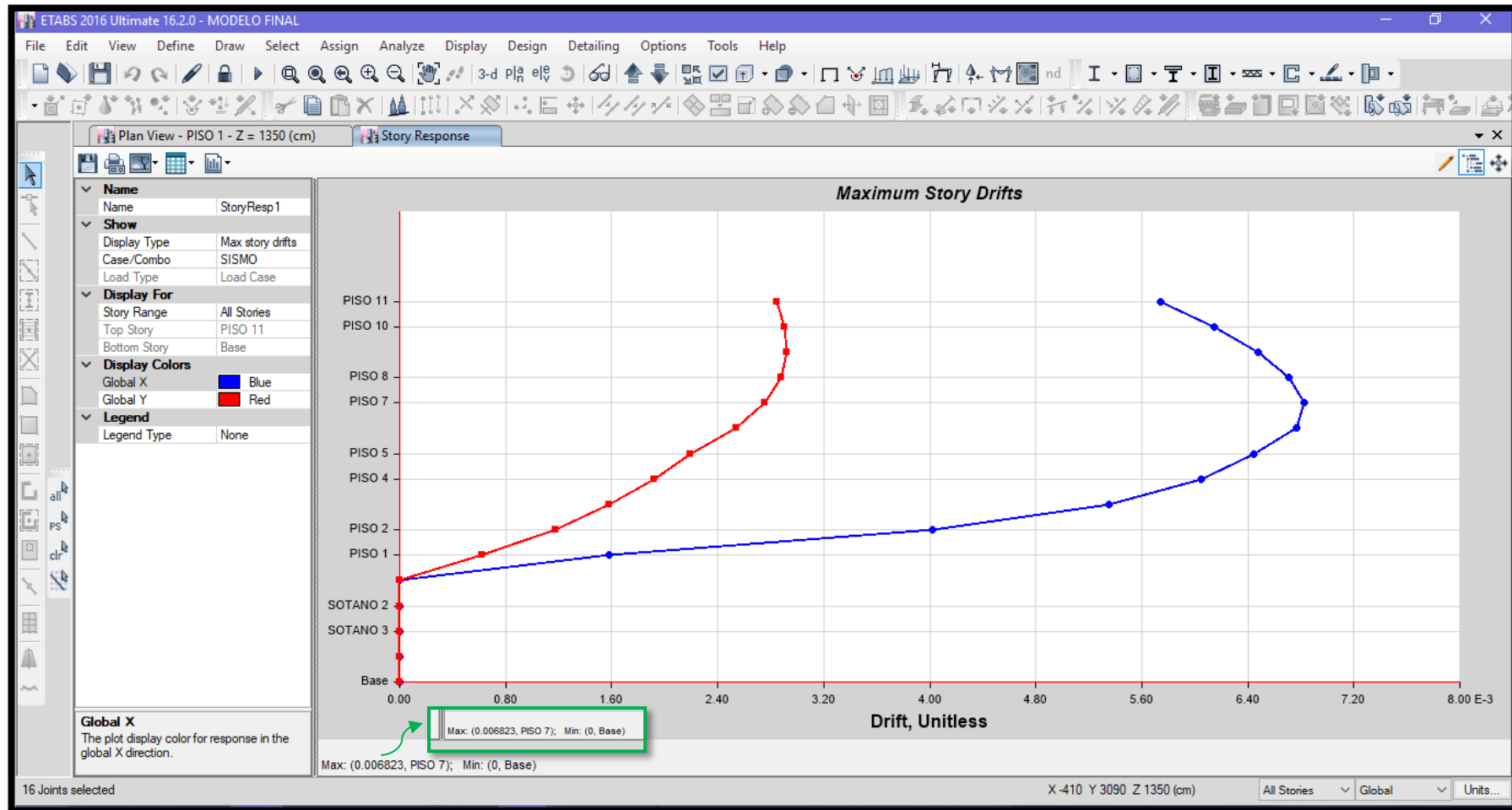


Desplazamientos Relativos



Se observa que todos los valores están por debajo del máximo establecido que en este caso sería de $1.65/265\text{cm} = 0.0062 < 0.007$ para “X” y para el caso de “Y” sería de $0.48/260\text{cm} = 0.0018 < 0.007$ encontrándose los desplazamientos por sismo dentro el rango especificado por el RNE.

Finalmente se presentan los desplazamientos máximos y relativos ya multiplicados por el factor R en centímetros



Se observa que todos los valores están por debajo del máximo establecido < 0.007 para “X” y para el caso de “Y” sería de encontrándose los desplazamientos por sismo dentro el rango especificado por el RNE.

3.7 VERIFICACIÓN DE CORTANTE EN LA BASE:

PESO DE LA EDIFICACIÓN

STORY	LOAD	FX	FY	FZ
PISO 1	DEAD	0	0	2523.73
PISO 1	LIVE	0	0	511.56

El peso de la edificación es de **3058.62 Ton.** (100%CM+25%CV)

ANÁLISIS ESTÁTICO

Z = 0.45; U = 1.00; Cx= 1.41; Cy= 2.34; S₁ = 1.0; Rx= 4.5; Ry=4.5; P = 3058.62 Ton

V_x = 313.77 Ton.

V_y = 662.90 Ton.

Story Forces						
1 de 2 Reload Apply						
	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
▶	PISO 1	SISMO Max	Top	0	214.468	384.2564
	PISO 1	SISMO Max	Bottom	0	214.468	384.2564

ANÁLISIS DINÁMICO

CORTANTE BASAL DINAMICO: V x-x 214.68 ton; V y-y = 384.25 ton.

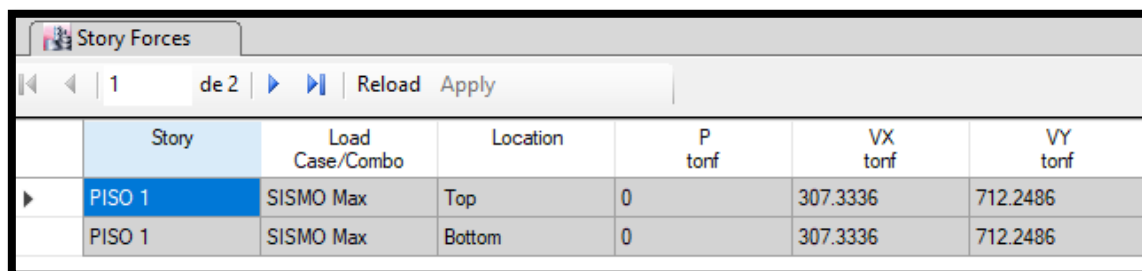
Las fuerzas cortantes en la base del edificio no podrán ser menores que el 80% del valor calculado para estructuras regulares, ni menor del 90% para estructuras irregulares.

	Vx	Vy
V estático	313.77	662.90
V dinámico	214.68	328.25
V din./V est.	0.68	0.50
Fact. Mín.	0.90	0.90
Fact. Amp.	1.32	1.80

Luego en el programa ETABS se realiza el escalonamiento de las fuerzas sísmicas para cada dirección, de acuerdo a los valores detallados.

Los cortantes dinámicos escalados obtenidos son:

CORTANTE BASAL DINAMICO: V x-x = 307.33 ton; V y-y = 712.24 ton.



The screenshot shows the 'Story Forces' window in ETABS. It displays a table with the following data:

	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf
▶	PISO 1	SISMO Max	Top	0	307.3336	712.2486
	PISO 1	SISMO Max	Bottom	0	307.3336	712.2486

Con las fuerzas sísmicas escaladas se verifica el cumplimiento de los requisitos de la Norma de Diseño Sismorresistente E-030.

Es todo mientras tengo que informar.

Atte.

Ing. Carlos Teodoro Barreda Guzmán
CIP. 58079