

1 Análisis Sísmico

1.1 Parámetros de sitio

1.1.1 Factor zona

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años

Table 1: Factor de zona

FACTOR DE ZONA SEGÚN E-030	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10



Fuente: E-030 (2018)

1.1.2 Factor de suelo

Este factor se interpreta como un factor de modificación de la aceleración pico del suelo para un perfil determinado respecto al perfil tipo S1

Table 2: Factor de suelo

FACTOR DE SUELO SEGÚN E-030				
<i>SUELO</i> <i>ZONA</i>	S0	S1	S2	S3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	1.15	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: E-030 (2018)

1.1.3 Periodos de suelo

Table 3: Periodos de suelo

PERIODO "Tp" y "Tl" SEGÚN E-030				
<i>Perfil de suelo</i>				
	S0	S1	S2	S3
Tp	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: E-030 (2018)

1.1.4 Sistema Estructural

Después de realizar el análisis sísmico se determino que los sistemas estructurales en X, Y son Pórticos de Concreto Armado y Dual de Concreto Armado respectivamente

Table 4: Coeficiente básico de reducción

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_o
Acero:	
Porticos Especiales Resistentes a Momento (SMF)	8
Porticos Intermedios Resistentes a Momento (IMF)	5
Porticos Ordinarios Resistentes a Momento (OMF)	4
Porticos Especiales Concentricamente Arrriostrados (SCBF)	7
Porticos Ordinarios Concentricamente Arrriostrados (OCBF)	4
Porticos Excentricamente Arrriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Porticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7

Fuente: E-030 (2018)

1.1.5 Factor de Amplificación sísmica

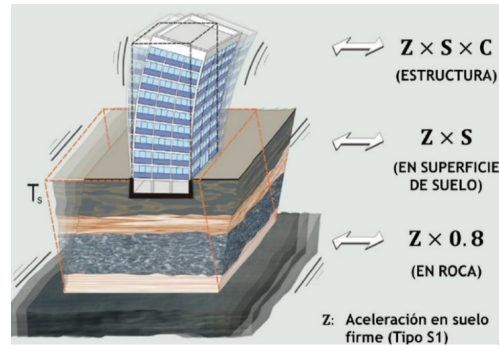
Se determina según el artículo 14 de la E-030.

Figure 1: Factor de amplificación

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

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

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



Fuente: Muñoz (2020)

1.1.6 Factor de Importancia

Table 5: Factor de Uso o Importancia

CATEGORIA DE LA EDIFICACION		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones Escenciales	A1: Establecimiento del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el ministerio de salud.	Con aislamiento 1.0 y sin aislamiento 1.5.
	A2: Edificaciones escenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas que puedan servir de refugio después de un desastre.	1.50
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.	1.30
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.	1.00
D Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	A criterio del proyectista

Fuente: E-030 (2018)

1.1.7 Tabla resumen de parámetros sísmicos

Table 6: Resumen de parámetros sísmicos

	PARÁMETROS SÍSMICOS		
		X	Y
<i>Norma E.030</i>	Z	0.45	
<i>Factor de Zona (Tabla N° 1)</i>	U	1.50	
<i>Factor de Uso (Tabla N° 5)</i>	S	1.05	
<i>Factor de Suelo (Tabla N° 3)</i>	T_P	0.60	
<i>Periodos (Tabla N° 4)</i>	T_L	2.00	
<i>Coef. Básico de Reducción (Tabla N° 7)</i>	R_o	8.00	7.00
<i>Irregularidad en altura (Tabla N° 8)</i>	I_a	1.00	1.00
<i>Irregularidad en planta (Tabla N° 9)</i>	I_p	1.00	1.00
<i>Coef. de Reducción (Artículo 22)</i>	R	8.00	7.00
	ZUSg/R	0.87	0.99

1.1.8 Espectro de respuesta de aceleraciones

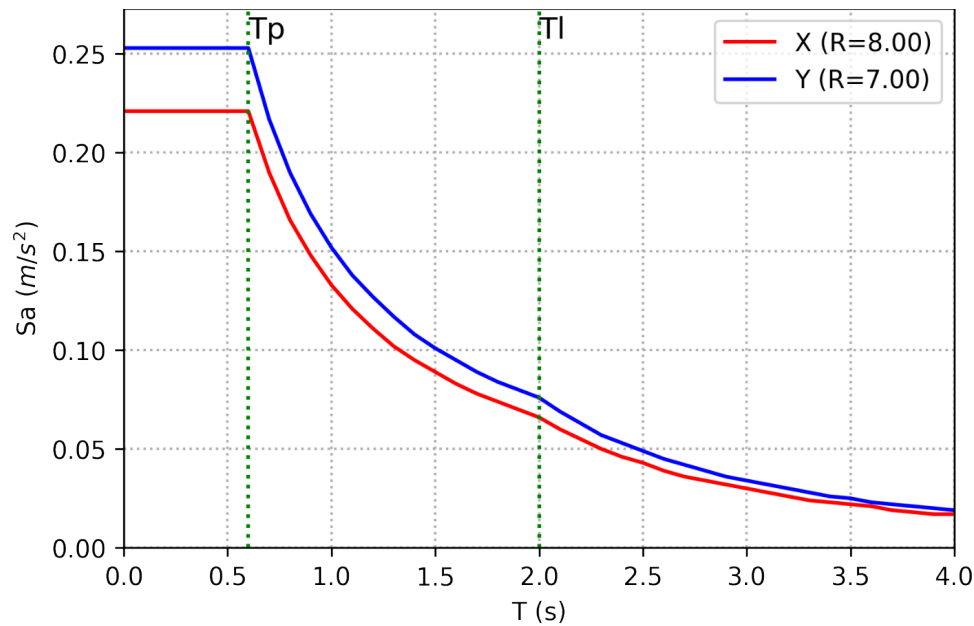


Figure 2: Espectro de aceleraciones

1.1.9 Peso sísmico

Art. 26

El peso (P), se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga. En edificaciones de categoría A y B, se toma el 50% de la carga viva y en edificaciones de categoría C, se toma el 25% de la carga viva.

1.1.10 Excentricidad accidental

Art. 28.5

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considera mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso se considera el signo más desfavorable.

Figure 3: Excentricidad de la masa en ETABS

E Mass Source Data

Mass Source Name

Masa Sismica

Mass Source

☐ Element Self Mass

☐ Additional Mass

☒ Specified Load Patterns

☒ Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Live	0.25

Mass Options

☒ Include Lateral Mass

☐ Include Vertical Mass

☒ Lump Lateral Mass at Story Levels

1.2 Análisis modal Art. 26.1 E-030

Art. 26.1.1

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

Art. 29.1.2

En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

Table 7: Periodos y porcentajes de masa participativa

Mode	Period	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
1	1.041	0.008	0.627	0.018	0.008	0.627	0.018
2	0.836	0.671	0.002	0.028	0.679	0.629	0.045
3	0.790	0.028	0.044	0.624	0.707	0.674	0.670
4	0.247	0.001	0.144	0.007	0.708	0.818	0.677
5	0.219	0.132	0.000	0.002	0.841	0.818	0.679
6	0.197	0.002	0.016	0.135	0.843	0.834	0.814
7	0.109	0.000	0.045	0.003	0.843	0.879	0.817
8	0.103	0.045	0.000	0.000	0.888	0.879	0.817
9	0.090	0.000	0.005	0.046	0.888	0.884	0.863
10	0.067	0.000	0.021	0.001	0.888	0.904	0.864
11	0.063	0.021	0.000	0.000	0.909	0.904	0.864
12	0.056	0.000	0.002	0.020	0.909	0.906	0.884
13	0.048	0.000	0.011	0.001	0.909	0.917	0.884
14	0.044	0.010	0.000	0.000	0.919	0.917	0.884
15	0.040	0.000	0.001	0.010	0.919	0.918	0.894
16	0.037	0.000	0.006	0.000	0.919	0.924	0.895
17	0.034	0.006	0.000	0.000	0.925	0.924	0.895
18	0.031	0.000	0.001	0.005	0.925	0.925	0.900
19	0.030	0.000	0.003	0.000	0.925	0.928	0.900
20	0.028	0.003	0.000	0.000	0.928	0.928	0.900
21	0.026	0.000	0.000	0.003	0.928	0.928	0.904
22	0.025	0.000	0.002	0.000	0.928	0.930	0.904
23	0.024	0.002	0.000	0.000	0.930	0.930	0.904
24	0.022	0.000	0.000	0.001	0.930	0.930	0.905
25	0.022	0.000	0.001	0.000	0.930	0.931	0.905
26	0.021	0.001	0.000	0.000	0.931	0.931	0.905
27	0.020	0.000	0.000	0.000	0.931	0.931	0.906
28	0.019	0.000	0.000	0.001	0.931	0.932	0.906
29	0.019	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.906
30	0.018	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.906
31	0.018	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
32	0.017	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
33	0.017	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
34	0.017	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
35	0.016	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
36	0.016	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
37	0.016	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
38	0.015	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
39	0.015	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
40	0.015	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
41	0.015	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
42	0.014	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
43	0.013	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
44	0.013	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
45	0.012	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
46	0.009	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
47	0.009	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907
48	0.009	0.000	0.000	0.000	0.932	0.932	0.907

1.3 Análisis de Irregularidades

1.3.1 Irregularidad de Rigidez-Piso Blando

Tabla N°9 E-030

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

Tabla N°9 E-030

Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% 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.

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.

Table 8: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
TECHO 14	SDXX Max	73.998	8.693	27423.344			Regular
TECHO 13	SDXX Max	164.648	19.627	63516.828	19196.341		Regular
TECHO 12	SDXX Max	299.117	35.823	107576.877	44461.780		Regular
TECHO 11	SDXX Max	418.960	50.643	145524.713	75303.814	52937.880	Regular
TECHO 10	SDXX Max	522.780	63.628	175769.061	101867.299	84431.578	Regular
TECHO 09	SDXX Max	613.718	75.002	201076.944	123038.343	114365.507	Regular
TECHO 08	SDXX Max	694.085	84.974	223614.737	140753.861	139298.858	Regular
TECHO 07	SDXX Max	765.516	93.718	245977.690	156530.316	160122.864	Regular
TECHO 06	SDXX Max	828.957	101.329	268776.923	172184.383	178845.166	Regular
TECHO 05	SDXX Max	884.640	107.811	301148.045	188143.846	196898.493	Regular
TECHO 04	SDXX Max	931.910	113.077	330635.088	210803.631	217574.042	Regular
TECHO 03	SDXX Max	970.280	117.068	387641.060	231444.561	240149.348	Regular
TECHO 02	SDXX Max	998.329	119.681	473049.012	271348.742	271846.451	Regular
TECHO 01	SDXX Max	1015.210	121.048	542816.143	331134.308	317686.709	Regular
SEMISOTANO	SDXX Max	1582.226	156.269	inf	379971.300	374268.324	Regular
SOTANO	SDXX Max	233.733	27.756	inf	inf	inf	Irregular

Table 9: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
TECHO 14	SDYY Max	16.625	70.990	26992.205			Regular
TECHO 13	SDYY Max	38.577	151.992	58100.803	18894.544		Regular
TECHO 12	SDYY Max	50.930	256.458	93563.699	40670.562		Regular
TECHO 11	SDYY Max	61.894	344.204	121669.989	65494.590	47641.789	Regular
TECHO 10	SDYY Max	72.021	416.249	143583.753	85168.993	72889.198	Regular
TECHO 09	SDYY Max	81.261	477.353	161869.312	100508.627	95684.651	Regular
TECHO 08	SDYY Max	89.639	531.215	179041.119	113308.518	113899.481	Regular
TECHO 07	SDYY Max	97.167	580.373	197070.628	125328.783	129198.449	Regular
TECHO 06	SDYY Max	103.817	626.148	218017.967	137949.440	143461.616	Regular
TECHO 05	SDYY Max	109.513	668.682	245568.013	152612.577	158434.590	Regular
TECHO 04	SDYY Max	114.108	706.955	277782.004	171897.609	176175.095	Regular
TECHO 03	SDYY Max	117.575	739.657	330498.883	194447.403	197698.129	Regular
TECHO 02	SDYY Max	119.838	764.619	413307.568	231349.218	227693.040	Regular
TECHO 01	SDYY Max	121.047	780.494	484477.778	289315.297	272423.588	Regular
SEMISOTANO	SDYY Max	246.534	1249.092	inf	339134.444	327542.461	Regular
SOTANO	SDYY Max	46.923	220.630	inf	inf	inf	Irregular

1.3.2 Irregularidad de Masa o Peso

Tabla N°9 E-030

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

Table 10: Irregularidad de Masa o Peso

Story	Masa	1.5 Masa	Tipo de Piso	is_reg
CM	2.959		Azotea	Regular
TECHO 14	32.372	48.558	Piso	Regular
TECHO 13	51.988	77.981	Piso	Irregular
TECHO 12	86.065	129.097	Piso	Irregular
TECHO 11	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 10	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 09	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 08	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 07	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 06	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 05	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 04	88.816	133.224	Piso	Regular
TECHO 03	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 02	89.232	133.849	Piso	Regular
TECHO 01	93.297	139.946	Piso	Regular
SEMISOTANO	124.788	187.182	Piso	Regular
SOTANO	148.904	223.356	Piso	Regular
Base	40.579		Sotano	Regular

1.3.3 Irregularidad Torsional

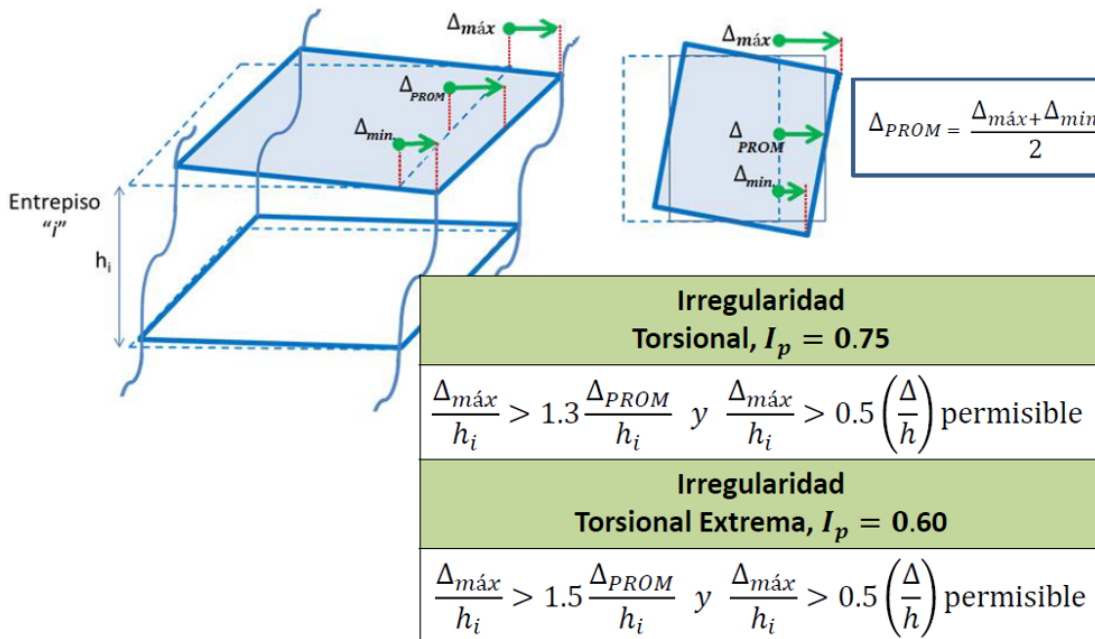
Tabla N°9 E-030

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis el desplazamiento relativo de entrepiso en un 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 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

Tabla N°9 E-030

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis el desplazamiento relativo de entrepiso en un 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 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

Figure 4: Irregularidad torsional



Fuente: Muñoz (2020)

Table 11: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
CM	SDXX Max	X	0.001331	0.001311	1.015	2.6	0.003072	True	Regular
CM	SDXX Max	Y	0.000267	0.000255	1.048	2.6	0.000616	True	Regular
TECHO 14	SDXX Max	X	0.001653	0.001586	1.042	3.2	0.003099	True	Regular
TECHO 14	SDXX Max	Y	0.000464	0.000386	1.202	3.2	0.000870	True	Regular
TECHO 13	SDXX Max	X	0.001747	0.001681	1.039	3.2	0.003276	True	Regular
TECHO 13	SDXX Max	Y	0.000481	0.0004	1.203	3.2	0.000902	True	Regular
TECHO 12	SDXX Max	X	0.002035	0.001877	1.084	3.2	0.003816	False	Regular
TECHO 12	SDXX Max	Y	0.000509	0.00042	1.211	3.2	0.000954	True	Regular
TECHO 11	SDXX Max	X	0.00222	0.002031	1.093	3.2	0.004163	False	Regular
TECHO 11	SDXX Max	Y	0.000548	0.000446	1.23	3.2	0.001027	True	Regular
TECHO 10	SDXX Max	X	0.002397	0.002178	1.1	3.2	0.004494	False	Regular
TECHO 10	SDXX Max	Y	0.000586	0.00047	1.248	3.2	0.001099	True	Regular
TECHO 09	SDXX Max	X	0.002561	0.002311	1.108	3.2	0.004802	False	Regular
TECHO 09	SDXX Max	Y	0.000624	0.000492	1.267	3.2	0.001170	True	Regular
TECHO 08	SDXX Max	X	0.002695	0.002417	1.115	3.2	0.005053	False	Regular
TECHO 08	SDXX Max	Y	0.000654	0.000509	1.286	3.2	0.001226	True	Regular
TECHO 07	SDXX Max	X	0.002787	0.002487	1.121	3.2	0.005226	False	Regular
TECHO 07	SDXX Max	Y	0.000674	0.000518	1.302	3.2	0.001264	True	Regular
TECHO 06	SDXX Max	X	0.002827	0.002512	1.125	3.2	0.005301	False	Regular
TECHO 06	SDXX Max	Y	0.00068	0.000516	1.317	3.2	0.001275	True	Regular
TECHO 05	SDXX Max	X	0.002801	0.002484	1.128	3.2	0.005252	False	Regular
TECHO 05	SDXX Max	Y	0.000668	0.000502	1.33	3.2	0.001252	True	Regular
TECHO 04	SDXX Max	X	0.002692	0.002386	1.128	3.2	0.005047	False	Regular
TECHO 04	SDXX Max	Y	0.000633	0.000472	1.34	3.2	0.001187	True	Regular
TECHO 03	SDXX Max	X	0.002468	0.002191	1.126	3.2	0.004627	False	Regular
TECHO 03	SDXX Max	Y	0.00057	0.000424	1.347	3.2	0.001069	True	Regular
TECHO 02	SDXX Max	X	0.002146	0.001914	1.122	3.2	0.004024	False	Regular
TECHO 02	SDXX Max	Y	0.000481	0.000355	1.353	3.2	0.000902	True	Regular
TECHO 01	SDXX Max	X	0.001933	0.001748	1.106	4.25	0.002729	True	Regular
TECHO 01	SDXX Max	Y	0.000411	0.000307	1.339	4.25	0.000580	True	Regular

1.3.4 Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

Tabla N°9 E-030

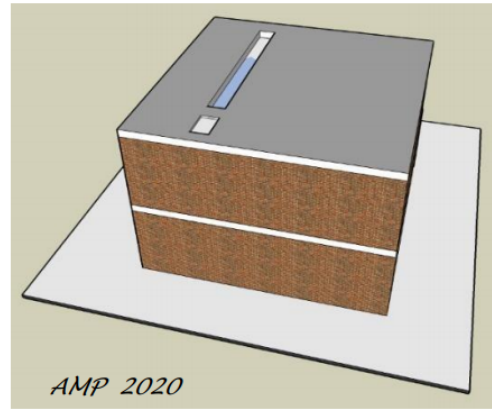
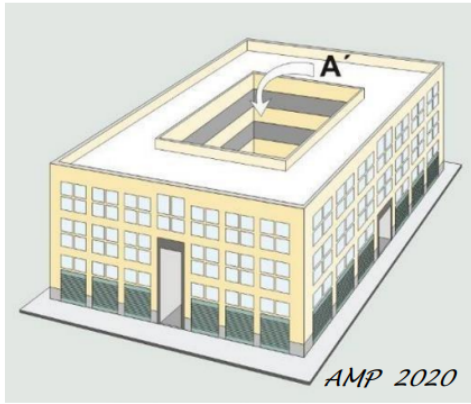
La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma.

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.

Table 12: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
CM	SDYY Max	X	0.000441	0.000415	1.062	2.6	0.001018	True	Regular
CM	SDYY Max	Y	0.002117	0.002064	1.026	2.6	0.004885	False	Regular
TECHO 14	SDYY Max	X	0.000952	0.000555	1.716	3.2	0.001785	True	Regular
TECHO 14	SDYY Max	Y	0.003207	0.002615	1.226	3.2	0.006013	False	Regular
TECHO 13	SDYY Max	X	0.001002	0.000583	1.718	3.2	0.001879	True	Regular
TECHO 13	SDYY Max	Y	0.00332	0.002699	1.23	3.2	0.006225	False	Regular
TECHO 12	SDYY Max	X	0.001053	0.000614	1.715	3.2	0.001974	True	Regular
TECHO 12	SDYY Max	Y	0.003434	0.002787	1.232	3.2	0.006439	False	Regular
TECHO 11	SDYY Max	X	0.001098	0.00064	1.717	3.2	0.002059	True	Regular
TECHO 11	SDYY Max	Y	0.00355	0.002877	1.234	3.2	0.006656	False	Regular
TECHO 10	SDYY Max	X	0.001138	0.000662	1.718	3.2	0.002134	True	Regular
TECHO 10	SDYY Max	Y	0.003643	0.002948	1.236	3.2	0.006831	False	Regular
TECHO 09	SDYY Max	X	0.001169	0.00068	1.72	3.2	0.002192	True	Regular
TECHO 09	SDYY Max	Y	0.003709	0.002997	1.238	3.2	0.006954	False	Regular
TECHO 08	SDYY Max	X	0.001187	0.000689	1.721	3.2	0.002226	True	Regular
TECHO 08	SDYY Max	Y	0.003733	0.003013	1.239	3.2	0.006999	False	Regular
TECHO 07	SDYY Max	X	0.001188	0.00069	1.723	3.2	0.002227	True	Regular
TECHO 07	SDYY Max	Y	0.003705	0.002986	1.241	3.2	0.006947	False	Regular
TECHO 06	SDYY Max	X	0.001169	0.000678	1.723	3.2	0.002192	True	Regular
TECHO 06	SDYY Max	Y	0.003613	0.002907	1.243	3.2	0.006774	False	Regular
TECHO 05	SDYY Max	X	0.001125	0.000654	1.721	3.2	0.002109	True	Regular
TECHO 05	SDYY Max	Y	0.003445	0.002768	1.244	3.2	0.006459	False	Regular
TECHO 04	SDYY Max	X	0.001052	0.000612	1.718	3.2	0.001972	True	Regular
TECHO 04	SDYY Max	Y	0.003187	0.002558	1.246	3.2	0.005976	False	Regular
TECHO 03	SDYY Max	X	0.000942	0.000549	1.714	3.2	0.001766	True	Regular
TECHO 03	SDYY Max	Y	0.002822	0.002262	1.248	3.2	0.005291	False	Regular
TECHO 02	SDYY Max	X	0.000796	0.000467	1.705	3.2	0.001492	True	Regular
TECHO 02	SDYY Max	Y	0.002338	0.00187	1.25	3.2	0.004384	False	Regular
TECHO 01	SDYY Max	X	0.000713	0.000422	1.691	4.25	0.001007	True	Regular
TECHO 01	SDYY Max	Y	0.002047	0.001628	1.257	4.25	0.002890	True	Regular

Figure 5: Irregularidad por discontinuidad del diafragma



Fuente: Muñoz (2020)

Table 13: Irregularidad por discontinuidad del diafragma (a)

Longitud del aligerado (L1)	7.51	m
Espesor del aligerado (e1)	0.05	m
Area del aligerado $A1=L1 \cdot e1$	0.38	m^2
Longitud de la losa macisa (L2)	2.25	m
Espesor de la losa macisa (e2)	0.2	m
Area de la losa macisa $A1=L1 \cdot e1$	0.45	m^2
Ratio	118.42	%
Ratio límite	25.00	%
Verificación	Regular	

Table 14: Irregularidad por discontinuidad del diafragma (b)

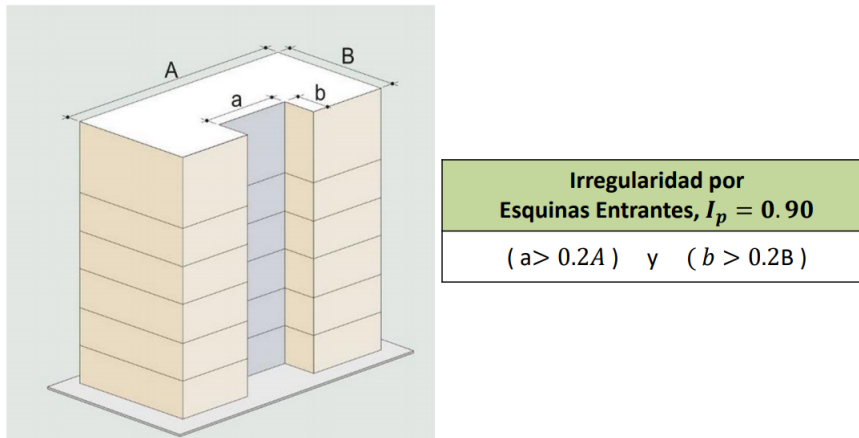
Abertura	Largo (m)	Ancho (m)	Área m^2
1	4.02	2.30	9.25
2	1.10	2.30	2.53
3	1.20	19.00	22.80
Área total de aberturas:			34.58 m^2
Área total de la planta:			120.41 m^2
Ratio:			28.72 %
Ratio límite:			50.00 %
Verificación:			Regular

1.3.5 Irregularidad por Esquinas entrantes

Tabla N°9 E-030

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

Figure 6: Irregularidad por esquinas entrantes



Fuente: Muñoz (2020)

Table 15: Irregularidad por esquinas entrantes

Esquina entrante en X(a)	4.95	m
Esquina entrante en Y(b)	2.3	m
Dimensión total en X(A)	7.51	m
Dimensión total en Y(B)	15.28	m
a/A	65.91	%
b/B	15.05	%
Limite <	20.0	%
Verificación	Regular	

1.4 Análisis Dinámico Espectral Art. 29 E-030

El análisis dinámico modal espectral consiste calcular la respuesta para cada modo ingresando al espectro de pseudo-aceleraciones definido en 1.1.8, para posteriormente combinar los resultados según los criterios que se menciona en la norma E-030:

1.4.1 Criterios de combinación

Art. 29.3.1

Mediante los criterios de combinación que se indican, se puede obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

Art. 29.3.2

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) puede determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \quad (1)$$

Art. 29.3.3

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas, los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2 (1 + \lambda) \lambda^{3/2}}{(1 - \lambda^2) + 4\beta^2 \lambda (1 + \lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i} \quad (2)$$

Donde:

β : fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05.

ω_j, ω_i : son las frecuencias angulares de los modos i, j

1.5 Determinación de desplazamientos laterales Art. 31 E-030

Art. 31.3.1

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

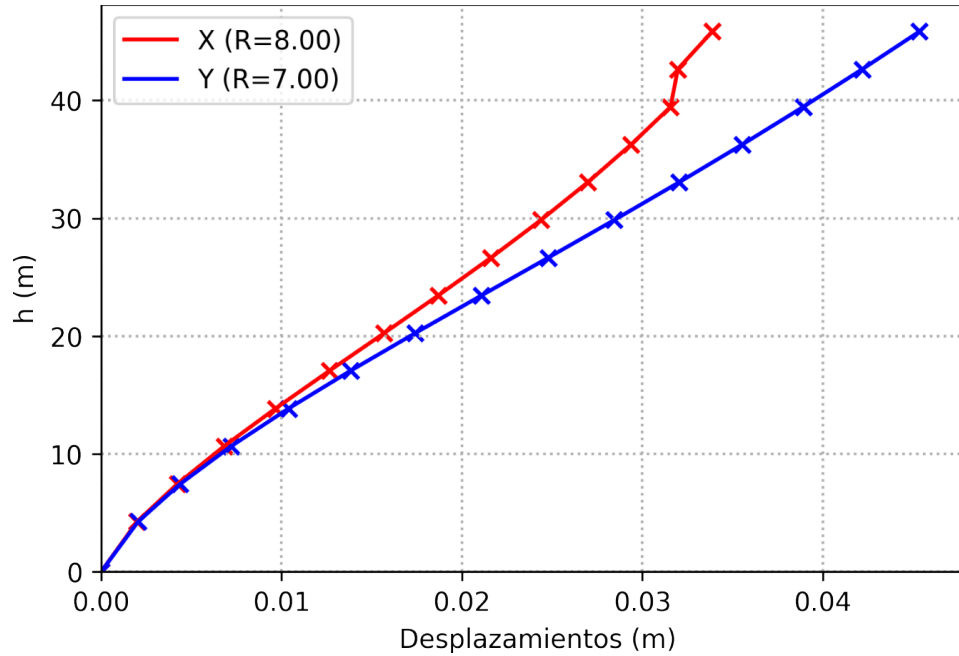


Figure 7: Desplazamientos inelásticos

1.6 Verificación de derivas máximas Art. 32 E-030

Table 16: Derivas máximas

LIMITES PARA LA DISTORSION DE ENTREPISO	
Material predominante:	Δ_i/h_{ei}
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: E-030 (2018)

1.7 Verificación del sistema estructural

Se verificará que efectivamente se tiene un sistema estructural de muros en la dirección X, en la dirección Y no se verificara dado que no existen muros estructurales. Como se muestra en la figura 10 el valor de

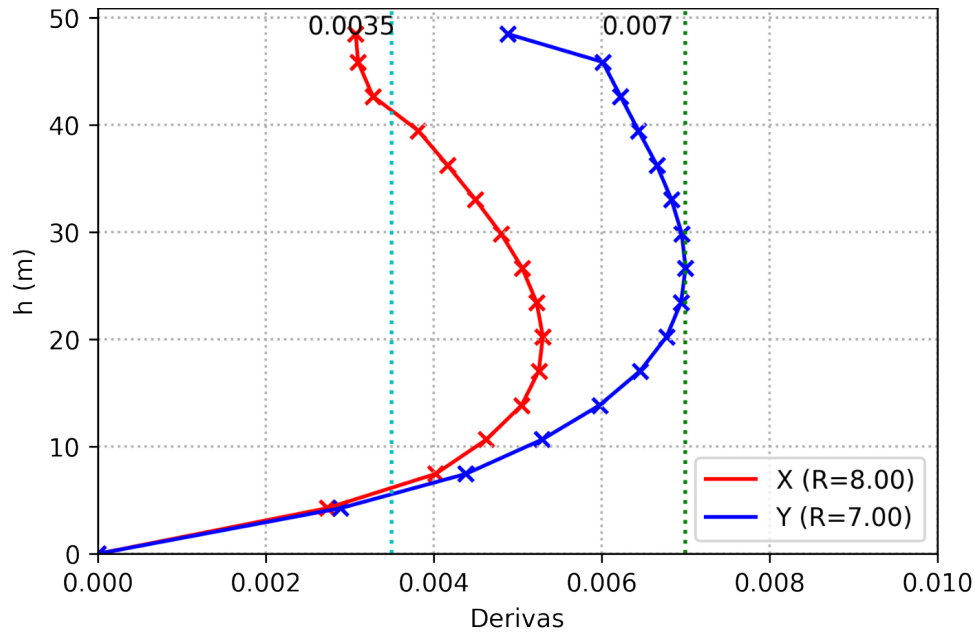
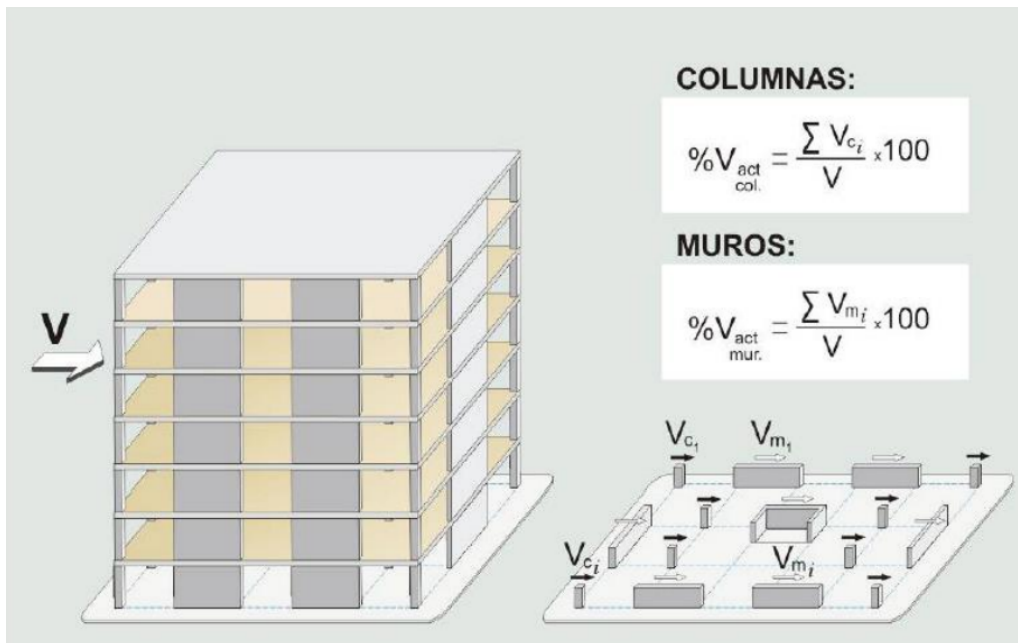


Figure 8: Derivas máxima de entrepiso

cortante que absorben los muros es de 64 ton, y la cortante total es aproximadamente 70 ton (ver figura 12) por lo que el porcentaje que toman los muros es mayor al 90%.

Figure 9: Sistema estructural



Fuente: Muñoz (2020)

Figure 10: Verificación del sistema estructural en X

E Section Cut Forces

Section Cutting Line

Start Point End Point

Global X -3.4084 10.5931 m

Global Y 0.9788 0.9788 m

Load Case

SDX

Resultant Force Location and Angle

Global X 3.5924 m

Global Y 0.9788 m

Global Z 0 m

Angle 0 deg

Objects to Include

☐ Columns ☐ Beams ☐ Braces

☐ Floors ☒ Walls ☐ Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	64.5767	2.133	4.983	64.5767	2.133	4.983
Moment	11.9661	626.9561	385.1589	11.9661	626.9561	385.1589

Save Right Side Cut Save Left Side Cut

Fuente: Muñoz (2020)

1.8 Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes Art. 28 E-030

1.8.1 Fuerza cortante en la base Art 28.2 E-030

Art. 28.2.1

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} P \quad \frac{C}{R} \geq 0,11 \quad (3)$$

Según el artículo 28.4.2 el periodo fundamental de vibración puede estimarse con la ecuación:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2\right)}{g \cdot \left(\sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i\right)}} \quad (4)$$

Donde:

P_i : es el peso sísmico en el nivel i.

f_i : es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

d_i : es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calculan suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Lo anterior equivale a calcular los modos de vibrar en el modelo matemático restringiendo el grado de libertad de rotación. Lo anterior equivale a calcular los modos de vibrar en el modelo matemático restringiendo el grado de libertad de rotación.

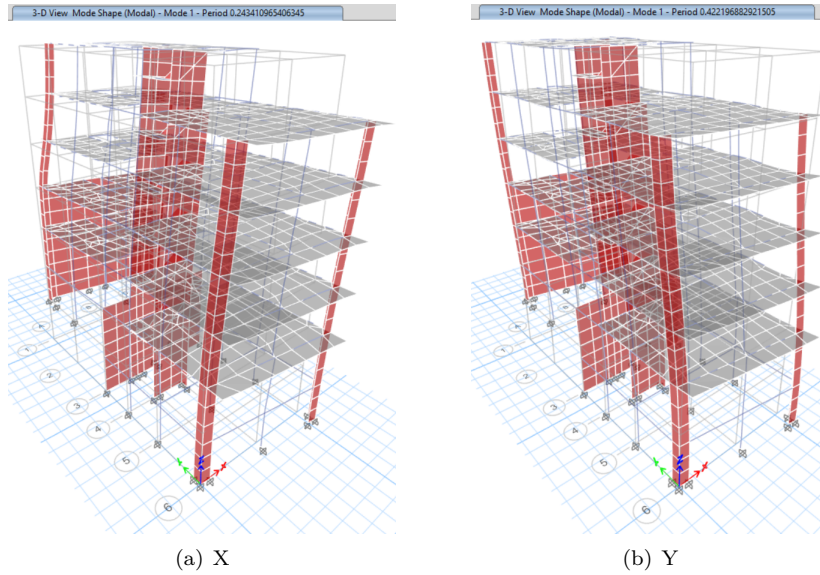


Figure 11: Periodos fundamentales en traslación pura

Table 17: Análisis sísmico estático

Factor de Zona (Tabla N° 1)
 Factor de Uso (Tabla N° 5)
 Periodos en traslación pura obtenidos del ETABS (Art. 28.4.2)
 Factor de Amplificación (Art. 14)
 Factor de Suelo (Tabla N°3)
 Coef. Básico de Reducción (Tabla N°7)
 Irregularidad en altura (Tabla N°8)
 Irregularidad en planta (Tabla N°9)
 Coef. de Reducción (Artículo 22)
 Verificación (Artículo 28.2.2)
 Peso sísmico (ETABS)
 Coeficientes
 Cortante estática (Art.28.2)
 Coeficiente k (Art.28.3.2)

PARÁMETROS SÍSMICOS		
	X	Y
Z	0.45	
U	1.50	
T	0.84	1.04
C	1.79	1.44
S	1.05	
R_o	8.00	7.00
I_a	1.00	1.00
I_p	1.00	1.00
R	8.00	7.00
C/R>0.11	0.22	0.21
Ps (Ton)	14044.93	
ZUCS/R	0.16	0.15
V (ton)	2232.58	2049.06
k	1.17	1.27

Table 18: Análisis sísmico estático por pisos

Piso	Peso	Altura	H^{k_x}	H^{k_y}	PxHx	PxHy	ax	ay	Vx	Vy
CM	29.015	58.050	114.850	174.140	3332.293	5052.809	0.005	0.003	10.453	6.675
TECHO 14	317.437	55.450	108.860	164.300	34556.903	52153.651	0.049	0.034	108.400	69.223
TECHO 13	509.791	52.250	101.560	152.350	51774.624	77664.186	0.073	0.051	162.410	103.713
TECHO 12	843.949	49.050	94.330	140.590	79612.774	118651.507	0.112	0.078	249.734	159.477
TECHO 11	875.013	45.850	87.190	129.040	76288.454	112913.558	0.107	0.075	239.306	152.818
TECHO 10	875.013	42.650	80.120	117.710	70106.760	102997.480	0.099	0.069	219.915	140.435
TECHO 09	875.013	39.450	73.140	106.610	64002.563	93280.784	0.090	0.063	200.767	128.207
TECHO 08	875.013	36.250	66.260	95.740	57981.069	83775.165	0.081	0.057	181.879	116.145
TECHO 07	875.013	33.050	59.480	85.130	52048.322	74494.088	0.073	0.051	163.268	104.261
TECHO 06	875.013	29.850	52.810	74.800	46211.434	65453.254	0.065	0.045	144.959	92.569
TECHO 05	875.013	26.650	46.260	64.770	40478.910	56671.247	0.057	0.040	126.977	81.086
TECHO 04	870.929	23.450	39.840	55.050	34698.428	47945.675	0.049	0.034	108.844	69.506
TECHO 03	875.013	20.250	33.570	45.690	29371.011	39978.589	0.041	0.029	92.133	58.835
TECHO 02	875.013	17.050	27.460	36.720	24025.285	32130.708	0.034	0.023	75.364	48.126
TECHO 01	914.873	13.850	21.540	28.200	19704.886	25797.198	0.028	0.019	61.811	39.472
SEMISOTANO	1223.668	9.600	14.040	17.700	17177.363	21659.045	0.024	0.017	53.883	34.409
SOTANO	1460.154	5.350	7.090	8.420	10354.183	12296.233	0.015	0.010	32.480	20.741

1.9 Fuerza cortante mínima Art. 29.4 E-030

Art. 29.4.1

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

Art. 29.4.2

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

Table 19: Escalamiento de la cortante dinámica

	X	Y
V din (Ton)	1015.25	780.53
V est (Ton)	-1048.72	-642.87
% min	80.00	80.00
%	96.81	121.41
F.E.	1.00	1.00

1.10 Separación entre edificios Art. 33 E-030

Art. 33.1

Toda estructura está separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

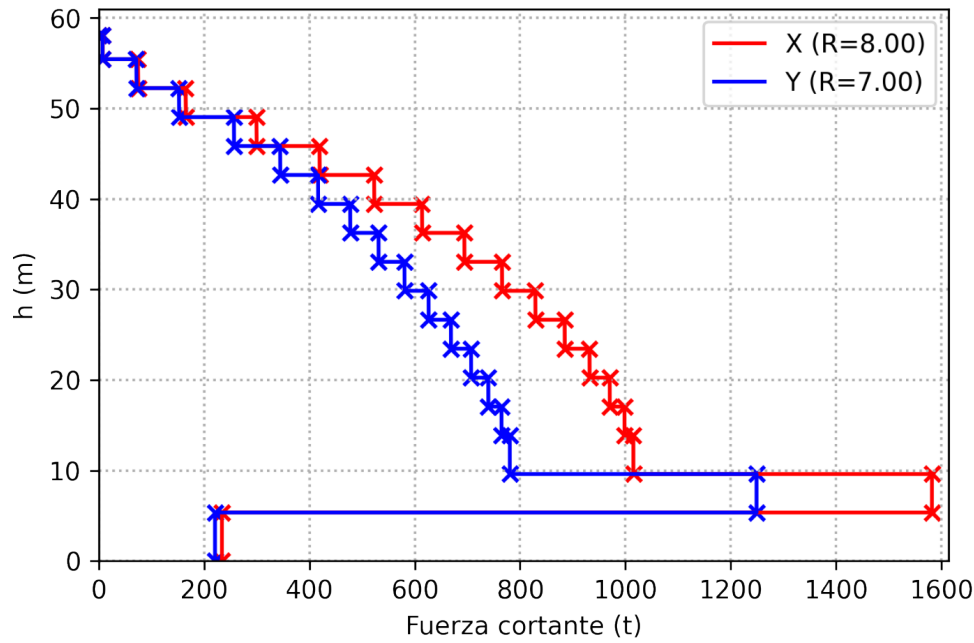


Figure 12: Cortantes de Entrepiso del Análisis Modal Espectral

Art. 33.2

Esta distancia no es menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0.006 h \geq 0.03 m \quad (5)$$

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

Art. 33.3

El edificio se retira de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que 2/3 del desplazamiento máximo calculado según el artículo 28 ni menores que s/2 si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

Figure 13: Separación entre edificios

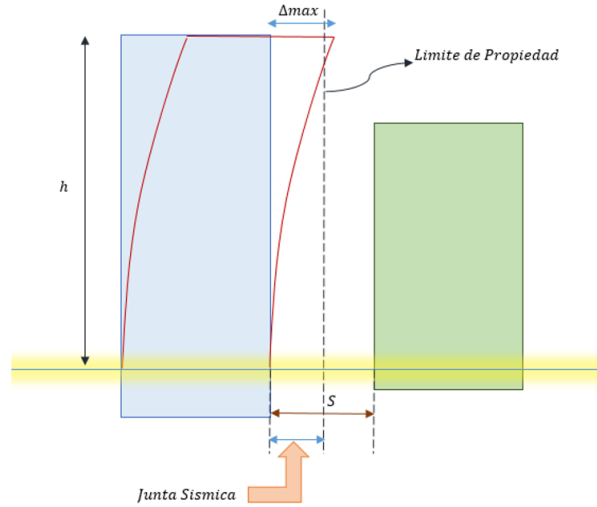


Table 20: Cálculo de la junta sísmica

<i>Altura del edificio</i>	h	5805.000000000002	cm
<i>Separación mínima entre edificios</i>	s=0.006h	34.83	>3cm
<i>Separación mínima del limite de propiedad</i>	s/2	17.42	cm
<i>Desplazamiento máximo en X</i>	Δ_x	3.39	cm
<i>Desplazamiento máximo en Y</i>	Δ_y	4.54	cm
<i>Separación del limite de propiedad X</i>	2/3Δ_x	2.26	cm
<i>Separación del limite de propiedad Y</i>	2/3Δ_y	3.02	cm

Según lo calculado en la tabla 20 el edificio tendrá que ser separado del limite de propiedad 17.50 cm como mínimo en ambas direcciones, en el caso que no exista junta reglamentaria el edificio actual se separa del edificio existente el valor de s/2 que le corresponde, más el valor s/2 de la estructura vecina.