

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>ZONA \ SUELO</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 Dual 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

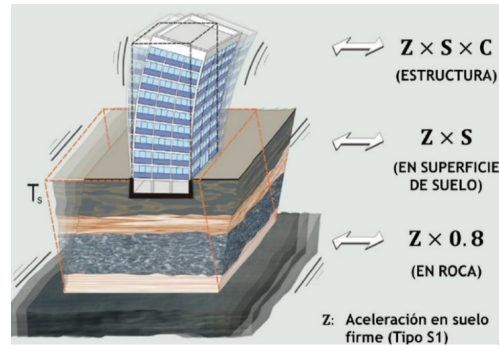
Se determina según el artículo 14 de la E-030.

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 |
| Norma E.030 | | | |
| <i>Factor de Zona (Tabla N° 1)</i> | Z | 0.45 | |
| <i>Factor de Uso (Tabla N° 5)</i> | U | 1.00 | |
| <i>Factor de Suelo (Tabla N° 3)</i> | S | 1.05 | |
| <i>Periodos (Tabla N° 4)</i> | T_P | 0.60 | |
| | T_L | 2.00 | |
| <i>Coef. Básico de Reducción (Tabla N° 7)</i> | R_o | 7.00 | 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 | 7.00 | 7.00 |
| | ZUSg/R | 0.66 | 0.66 |

1.1.8 Espectro de respuesta de aceleraciones

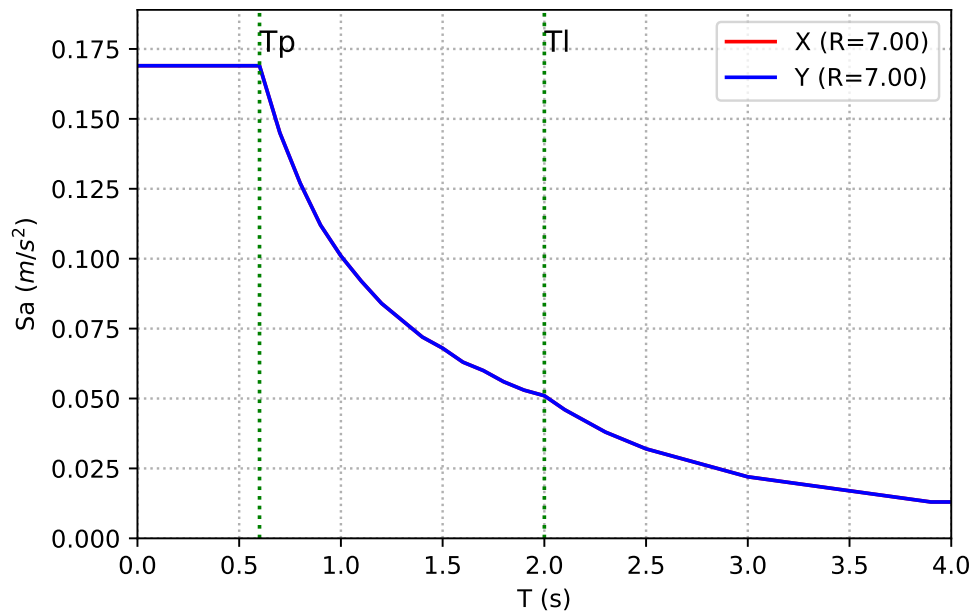


Figure 2: Espectro de aceleraciones

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 |
| 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 | 0.584 | 0.757 | 0.007 | 0.014 | 0.757 | 0.007 | 0.014 |
| 2 | 0.330 | 0.015 | 0.000 | 0.723 | 0.772 | 0.007 | 0.737 |
| 3 | 0.289 | 0.007 | 0.716 | 0.000 | 0.778 | 0.723 | 0.737 |
| 4 | 0.168 | 0.123 | 0.002 | 0.003 | 0.902 | 0.724 | 0.740 |
| 5 | 0.084 | 0.001 | 0.000 | 0.176 | 0.902 | 0.724 | 0.916 |
| 6 | 0.081 | 0.052 | 0.000 | 0.000 | 0.955 | 0.725 | 0.916 |
| 7 | 0.069 | 0.001 | 0.190 | 0.000 | 0.956 | 0.915 | 0.916 |
| 8 | 0.048 | 0.025 | 0.000 | 0.001 | 0.981 | 0.915 | 0.917 |
| 9 | 0.040 | 0.001 | 0.000 | 0.054 | 0.982 | 0.915 | 0.972 |
| 10 | 0.033 | 0.012 | 0.001 | 0.000 | 0.994 | 0.916 | 0.972 |
| 11 | 0.032 | 0.001 | 0.057 | 0.000 | 0.995 | 0.972 | 0.972 |
| 12 | 0.026 | 0.002 | 0.000 | 0.004 | 0.997 | 0.972 | 0.976 |
| 13 | 0.026 | 0.003 | 0.000 | 0.015 | 0.999 | 0.972 | 0.992 |
| 14 | 0.021 | 0.000 | 0.020 | 0.000 | 0.999 | 0.992 | 0.992 |
| 15 | 0.019 | 0.001 | 0.000 | 0.007 | 1.000 | 0.992 | 0.999 |
| 16 | 0.017 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 1.000 | 0.992 | 1.000 |
| 17 | 0.016 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 1.000 | 0.999 | 1.000 |
| 18 | 0.014 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

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 |
|--------|------------|---------|--------|--------------------|-------------|------------|---------|
| Story6 | SDX Max | 73.870 | 10.263 | 24435.238 | | | Regular |
| Story5 | SDX Max | 138.623 | 18.947 | 3420 | 17104.667 | | Regular |
| Story4 | SDX Max | 190.029 | 25.500 | 41872.742 | 2394 | | Regular |
| Story3 | SDX Max | 228.437 | 30.270 | 47896.203 | 29310.920 | 26802.128 | Regular |
| Story2 | SDX Max | 253.172 | 33.223 | 59646.858 | 33527.342 | 33058.385 | Regular |
| Story1 | SDX Max | 263.878 | 34.461 | 110098.722 | 41752.801 | 39844.214 | Regular |

Table 9: Irregularidad de rigidez

| Story | OutputCase | VX | VY | Rigidez Lateral(k) | 70%k previo | 80%Prom(k) | is_reg |
|--------|------------|--------|---------|--------------------|-------------|------------|---------|
| Story6 | SDY Max | 9.852 | 80.626 | 51983.495 | | | Regular |
| Story5 | SDY Max | 18.293 | 144.687 | 88223.659 | 36388.446 | | Regular |
| Story4 | SDY Max | 24.892 | 191.165 | 116992.044 | 61756.561 | | Regular |
| Story3 | SDY Max | 30.043 | 224.829 | 150086.115 | 81894.431 | 68586.453 | Regular |
| Story2 | SDY Max | 33.457 | 247.072 | 209028.765 | 105060.280 | 94747.151 | Regular |
| Story1 | SDY Max | 34.879 | 258.030 | 399427.709 | 146320.135 | 126961.846 | Regular |

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 |
|--------|--------|----------|--------------|---------|
| Story6 | 19.132 | | Azotea | Regular |
| Story5 | 21.489 | 32.234 | Piso | Regular |
| Story4 | 21.336 | 32.004 | Piso | Regular |
| Story3 | 21.336 | 32.004 | Piso | Regular |
| Story2 | 21.336 | 32.004 | Piso | Regular |
| Story1 | 21.541 | 32.311 | Piso | Regular |
| Base | 2.390 | | Sotano | Regular |

1.3.3 Irregularidad Torsional

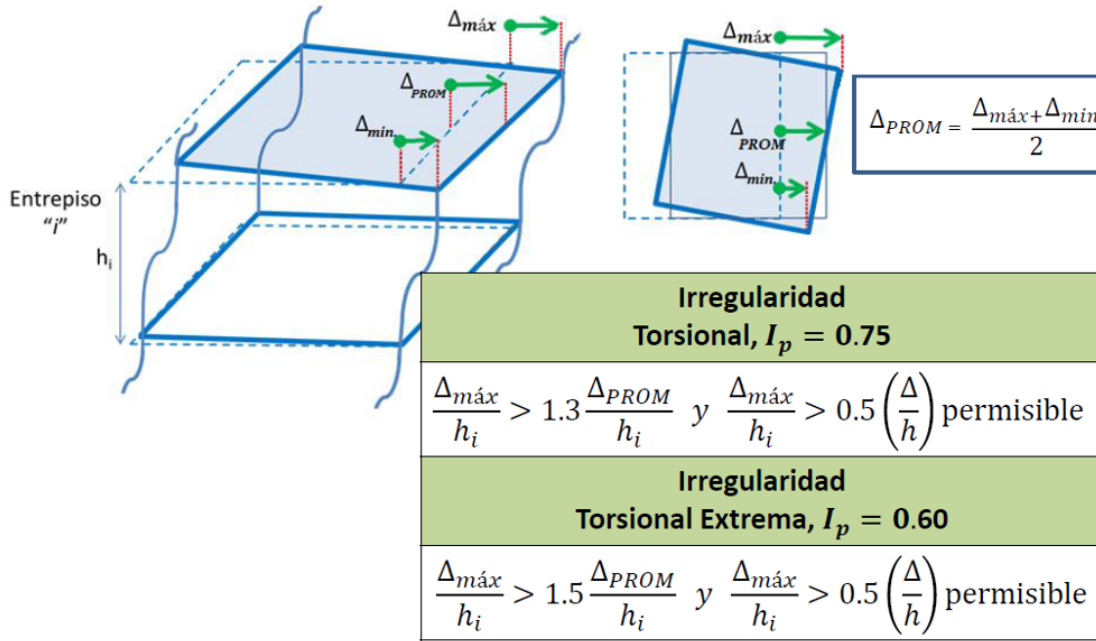
Tabla N°9 E-030

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 |
|--------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|--------|----------|--------------|------------|
| Story6 | SDX Max | X | 0.005147 | 0.004204 | 1.225 | 2.6 | 0.010393 | False | Regular |
| Story6 | SDX Max | Y | 0.001314 | 0.000823 | 1.596 | 2.6 | 0.002653 | True | Regular |
| Story5 | SDX Max | X | 0.006471 | 0.005351 | 1.209 | 2.6 | 0.013066 | False | Regular |
| Story5 | SDX Max | Y | 0.001534 | 0.000962 | 1.595 | 2.6 | 0.003097 | True | Regular |
| Story4 | SDX Max | X | 0.007655 | 0.006413 | 1.194 | 2.6 | 0.015457 | False | Regular |
| Story4 | SDX Max | Y | 0.001689 | 0.001055 | 1.602 | 2.6 | 0.003410 | True | Regular |
| Story3 | SDX Max | X | 0.008171 | 0.006911 | 1.182 | 2.6 | 0.016499 | False | Regular |
| Story3 | SDX Max | Y | 0.001703 | 0.00105 | 1.621 | 2.6 | 0.003439 | True | Regular |
| Story2 | SDX Max | X | 0.007407 | 0.006309 | 1.174 | 2.6 | 0.014956 | False | Regular |
| Story2 | SDX Max | Y | 0.001473 | 0.000899 | 1.638 | 2.6 | 0.002974 | True | Regular |
| Story1 | SDX Max | X | 0.004129 | 0.003504 | 1.178 | 2.8 | 0.007742 | False | Regular |
| Story1 | SDX Max | Y | 0.000853 | 0.00052 | 1.641 | 2.8 | 0.001599 | True | Regular |

Table 12: Irregularidad Torsional

| Story | OutputCase | Direction | Max Drift | Avg Drift | Ratio | Height | Drifts | < Driftmax/2 | Es Regular |
|--------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|--------|----------|--------------|------------|
| Story6 | SDY Max | X | 0.000723 | 0.000556 | 1.3 | 2.6 | 0.001460 | True | Regular |
| Story6 | SDY Max | Y | 0.001718 | 0.001637 | 1.049 | 2.6 | 0.003469 | True | Regular |
| Story5 | SDY Max | X | 0.000876 | 0.000684 | 1.282 | 2.6 | 0.001769 | True | Regular |
| Story5 | SDY Max | Y | 0.001812 | 0.001727 | 1.049 | 2.6 | 0.003659 | False | Regular |
| Story4 | SDY Max | X | 0.001002 | 0.000794 | 1.262 | 2.6 | 0.002023 | True | Regular |
| Story4 | SDY Max | Y | 0.001804 | 0.00172 | 1.049 | 2.6 | 0.003643 | False | Regular |
| Story3 | SDY Max | X | 0.001044 | 0.000837 | 1.247 | 2.6 | 0.002108 | True | Regular |
| Story3 | SDY Max | Y | 0.001656 | 0.001577 | 1.05 | 2.6 | 0.003344 | True | Regular |
| Story2 | SDY Max | X | 0.00093 | 0.000753 | 1.235 | 2.6 | 0.001878 | True | Regular |
| Story2 | SDY Max | Y | 0.001314 | 0.001247 | 1.053 | 2.6 | 0.002653 | True | Regular |
| Story1 | SDY Max | X | 0.000516 | 0.000418 | 1.234 | 2.8 | 0.000967 | True | Regular |
| Story1 | SDY Max | Y | 0.000725 | 0.000685 | 1.058 | 2.8 | 0.001359 | True | Regular |

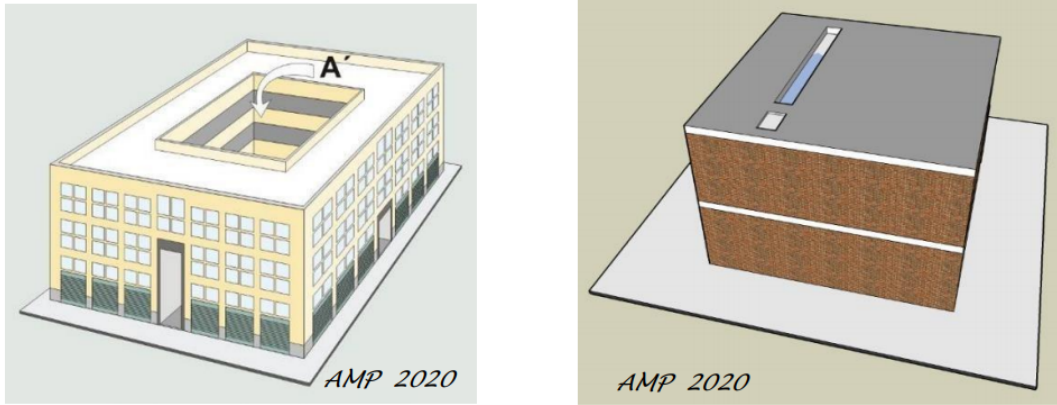
1.3.4 Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

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.

Figure 5: Irregularidad por discontinuidad del diafragma



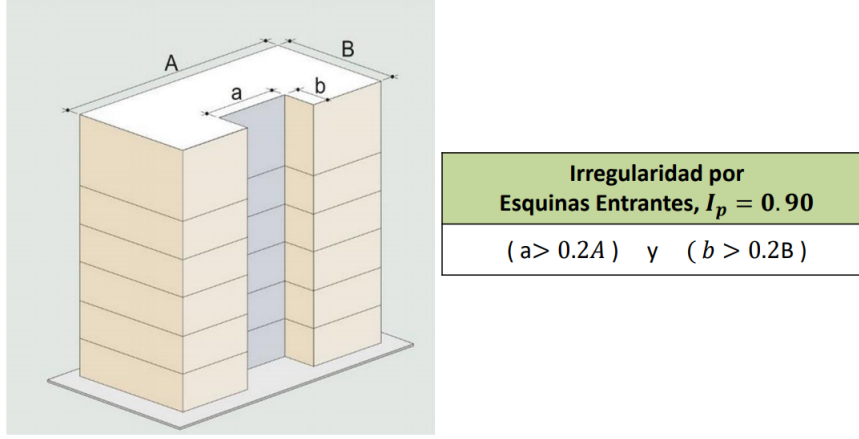
Fuente: Muñoz (2020)

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)

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.

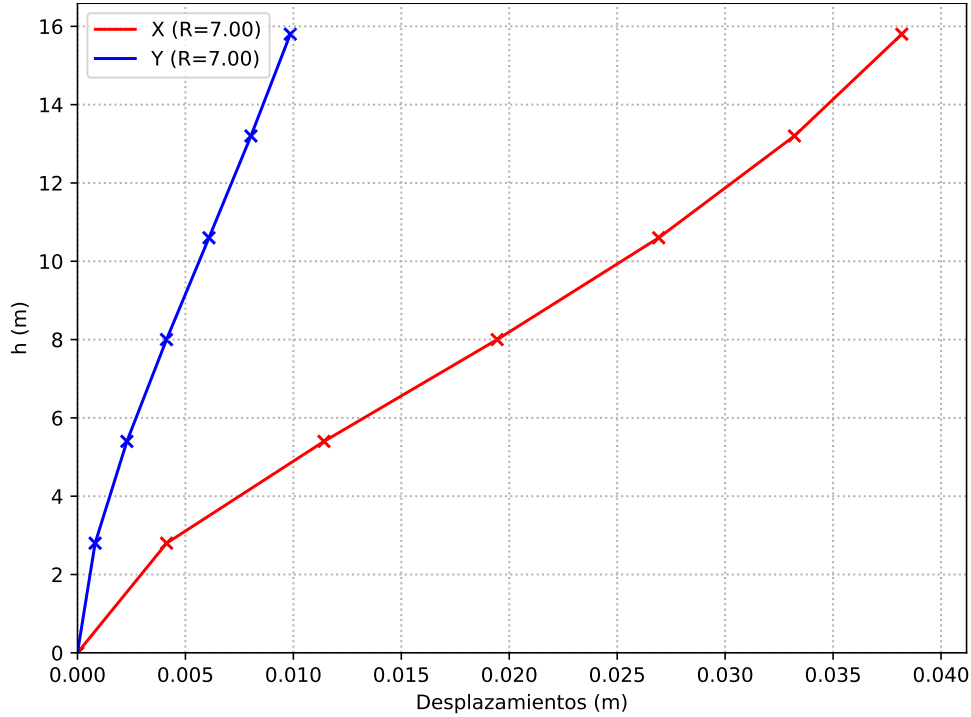


Figure 7: Desplazamientos inelásticos

1.6 Verificación de derivas máximas Art. 32 E-030

Table 13: 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)

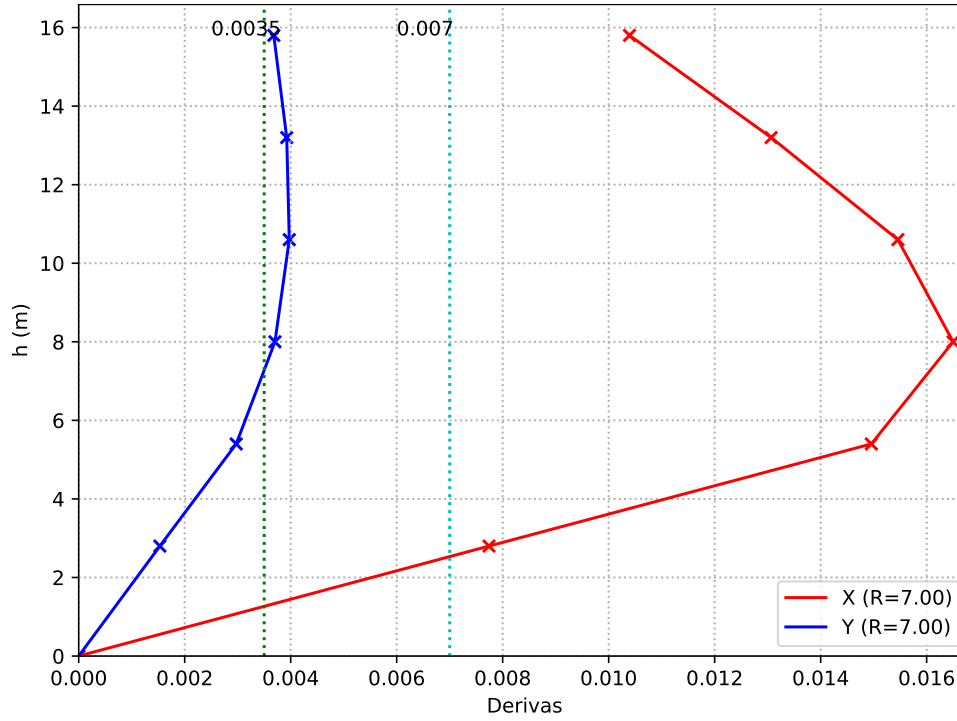


Figure 8: Derivas máxima de entrepiso

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 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%.

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:

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

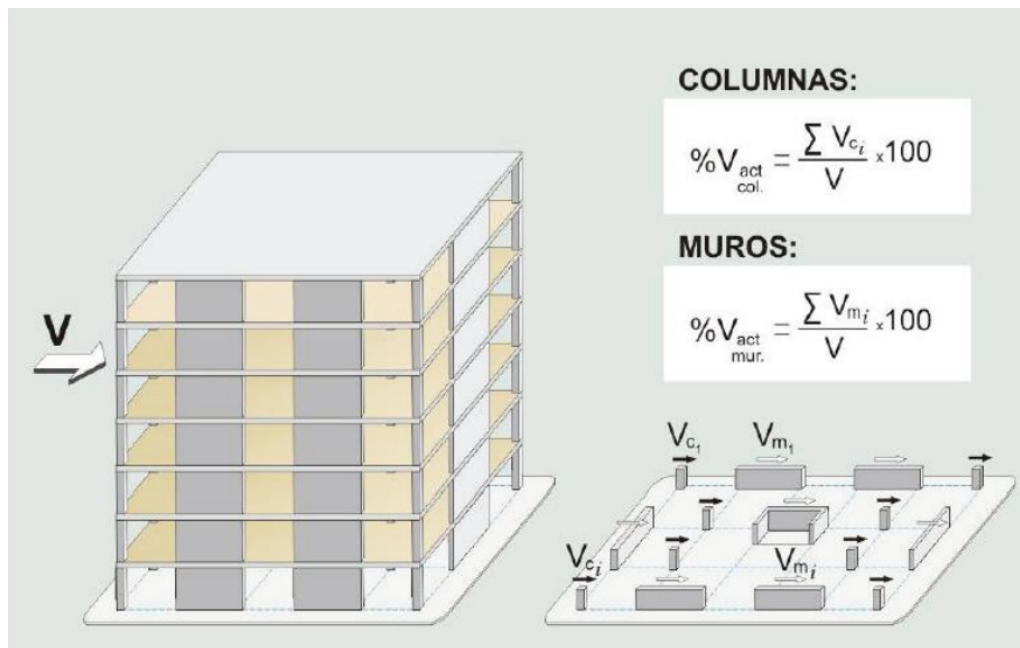
Según el artículo 28.4.2 el periodo fundamental de vibración puede estimarse con la ecuación:

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

Donde:

P_i : es el peso sísmico en el nivel i.

Figure 9: Sistema estructural



Fuente: Muñoz (2020)

Figure 10: Verificación del sistema estructural en X

E Section Cut Forces

Section Cutting Line

Start Point: Global X: -3.4084, Global Y: 0.9788
End Point: 10.5931, 0.9788 m

Load Case: SDX

Objects to Include (highlighted in red):
☐ Columns ☐ Beams ☐ Braces
☐ Floors ☒ Walls ☐ Links

Resultant Force Location and Angle

Global X: 3.5924 m
Global Y: 0.9788 m
Global Z: 0 m
Angle: 0 deg

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 |

Buttons: Save Right Side Cut, Save Left Side Cut

Fuente: Muñoz (2020)

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 (restrigiendo 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.

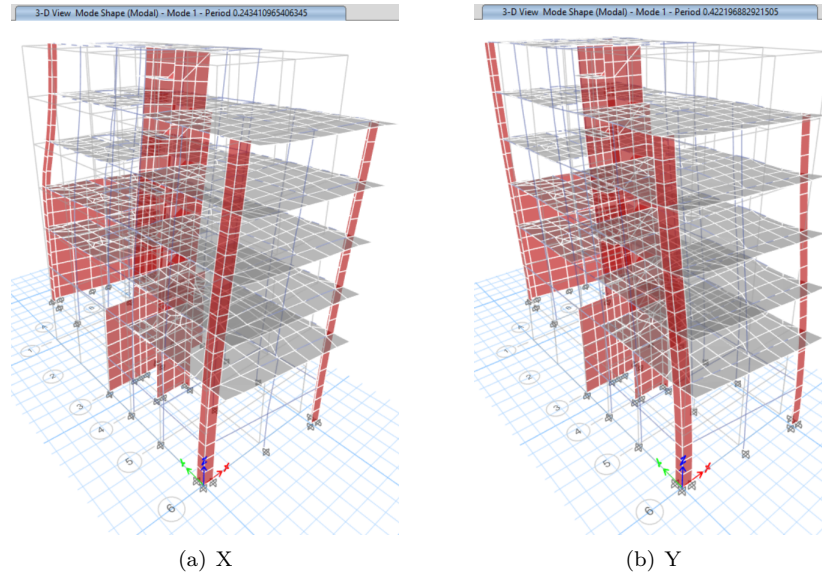


Figure 11: Periodos fundamentales en traslación pura

Table 14: 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 | 1.00 | |
| T | 0.58 | 0.29 |
| C | 2.50 | 2.50 |
| S | 1.05 | |
| R_o | 7.00 | 7.00 |
| I_a | 1.00 | 1.00 |
| I_p | 1.00 | 1.00 |
| R | 7.00 | 7.00 |
| C/R>0.11 | 0.36 | 0.36 |
| Ps (Ton) | 1237.22 | |
| ZUCS/R | 0.17 | 0.17 |
| V (ton) | 208.78 | 208.78 |
| k | 1.04 | 1.00 |

Table 15: Análisis sísmico estático por pisos

| Piso | Peso | Altura | H^{kx} | H^{ky} | PxHx | PxHy | ax | ay | Vx | Vy |
|--------|---------|--------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|--------|--------|
| Story6 | 187.612 | 15.800 | 17.740 | 15.800 | 3328.603 | 2964.275 | 0.266 | 0.293 | 55.444 | 61.183 |
| Story5 | 210.723 | 13.200 | 14.710 | 13.200 | 3099.912 | 2781.540 | 0.247 | 0.273 | 51.635 | 56.979 |
| Story4 | 209.219 | 10.600 | 11.700 | 10.600 | 2448.889 | 2217.718 | 0.195 | 0.216 | 40.791 | 45.013 |
| Story3 | 209.219 | 8.000 | 8.730 | 8.000 | 1826.502 | 1673.749 | 0.146 | 0.161 | 30.424 | 33.573 |
| Story2 | 209.219 | 5.400 | 5.800 | 5.400 | 1212.704 | 1129.781 | 0.097 | 0.107 | 20.200 | 22.291 |
| Story1 | 211.228 | 2.800 | 2.920 | 2.800 | 617.574 | 591.437 | 0.049 | 0.054 | 10.287 | 11.352 |

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.

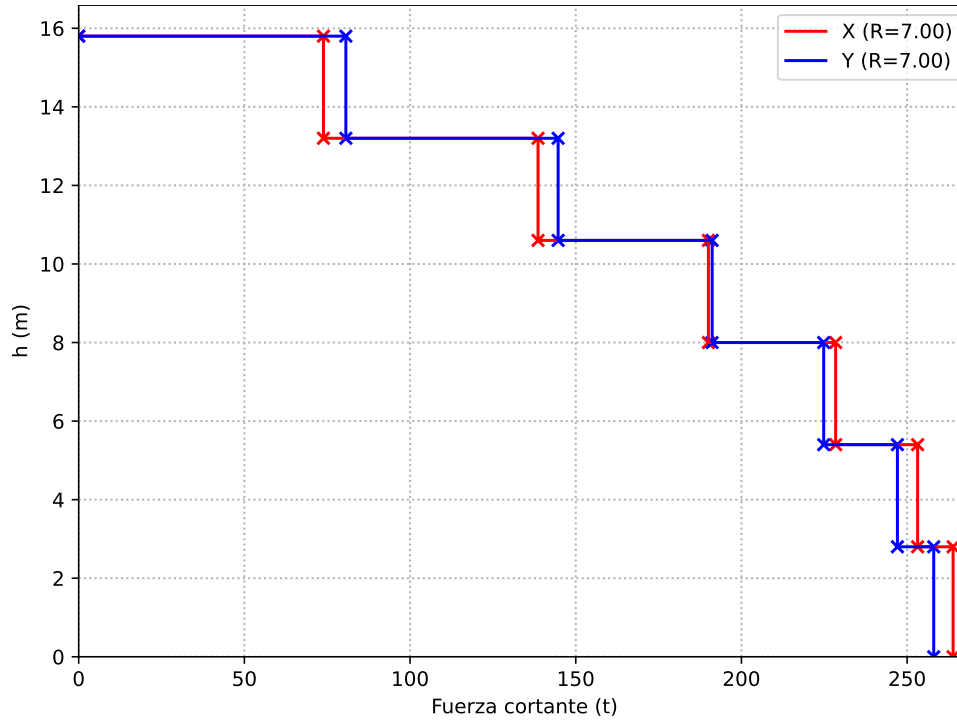


Figure 12: Cortantes de Entrepiso del Análisis Modal Espectral

Table 16: Escalamiento de la cortante dinámica

| | X | Y |
|-------------|---------|---------|
| V din (Ton) | 263.88 | 258.03 |
| V est (Ton) | -276.66 | -276.66 |
| % min | 80.00 | 80.00 |
| % | 95.38 | 93.27 |
| 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.

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

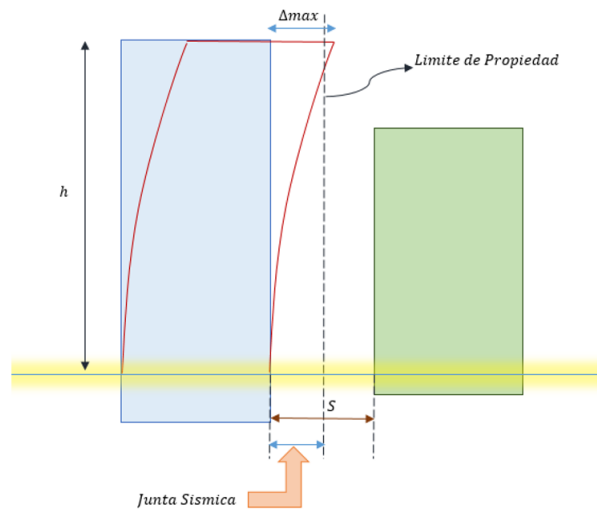


Table 17: Cálculo de la junta sísmica

| | | | |
|--|---------------------------------|--------|------|
| <i>Altura del edificio</i> | h | 1580.0 | cm |
| <i>Separación mínima entre edificios</i> | s=0.006h | 9.48 | >3cm |
| <i>Separación mínima del limite de propiedad</i> | s/2 | 4.74 | cm |
| <i>Desplazamiento máximo en X</i> | Δ_x | 3.82 | cm |
| <i>Desplazamiento máximo en Y</i> | Δ_y | 0.99 | cm |
| <i>Separación del limite de propiedad X</i> | 2/3Δ_x | 2.55 | cm |
| <i>Separación del limite de propiedad Y</i> | 2/3Δ_y | 0.66 | cm |

Según lo calculado en la tabla 17 el edificio tendrá que ser separado del limite de propiedad 5.00 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.