

# 1 Análisis Sísmico

«««< HEAD

## 1.1 Factor de 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=====

## 1.2 Factor zona

Las rigideces laterales pueden calcularse como la razon entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.

»»»> dev<sub>j</sub>osue

Table 1: Factor de zona

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

Fuente: E-030 (2018)

## 1.3 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				
<div><div><i>SUELO</i></div><div><i>ZONA</i></div></div>	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)

### 1.3.1 Periodos de suelo

## 1.4 Sistema Estructural

Después de realizar el análisis sísmico se determino que los sistemas estructurales en X, Y son De muros estructurales y Dual respectivamente.

## 1.5 Factor de Amplificación sísmica

Se determina según el artículo 14 de la E-030

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)

Table 4: Coeficiente básico de reducción

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

Fuente: E-030 (2018)

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)

## 1.6 Factor de Importancia

«««&lt; HEAD

Table 5: Factor de Uso o Importancia

CATEGORIA DE LA EDIFICACION		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	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 esenciales 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)

## 1.7 Espectro de respuesta de aceleraciones

## 1.8 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 C, se toma el 25% de la carga viva.*

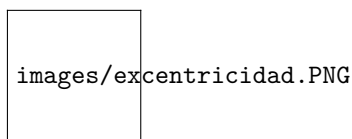
## 1.9 Excentricidad accidental

### 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.*

Para determinar el sentido mas desfavorable de la excentricidad accidental se calculó el centro de masa y centro de rigidez del edificio, resultando negativo en ambos casos.

Figure 2: Excentricidad de la masa en ETABS



## 1.10 Análisis modal Art. 29.1 E-030

### Art. 29.1.1

*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.*

=====

### 1.10.1 Factor de suelo

Table 6: Factor de zona

FACTOR DE SUELO SEGÚN E-030				
<i>ZONA</i> \ <i>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-30 (2018)

### 1.10.2 Periodos de suelo

Table 7: 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-30 (2018)

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.

### 1.10.3 Sistema Estructural

Después de realizar el análisis sísmico se determinó que los sistemas estructurales en X, Y son:

### 1.10.4 Factor de Amplificación sísmica

Se determina según el artículo 11 de la E-30

Table 8: coeficiente básico de reducción

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

Fuente: E-30 (2018)

Figure 3: 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)

#### 1.10.5 Factor de Importancia

#### 1.11 Análisis modal Art. 26.1 E-030

##### Art. 26.1.1

*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.*

##### Art. 26.1.2

*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.*

»»»> dev<sub>j</sub>osue  
«««< HEAD

Table 9: 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.	<b>1.00</b>
D Edificaciones temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	A criterio del proyectista

Fuente: E-30 (2018)

Table 10: Periodos y porcentajes de masa participativa

Mode	Period	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
1	0.360	0.864	0.000	0.000	0.864	0.000	0.000
2	0.273	0.000	0.872	0.000	0.864	0.872	0.000
3	0.225	0.000	0.000	0.850	0.864	0.872	0.850
4	0.101	0.119	0.000	0.000	0.983	0.872	0.850
5	0.077	0.000	0.112	0.000	0.983	0.984	0.850
6	0.062	0.000	0.000	0.132	0.983	0.984	0.982
7	0.048	0.017	0.000	0.000	1.000	0.984	0.982
8	0.037	0.000	0.016	0.000	1.000	1.000	0.982
9	0.029	0.000	0.000	0.018	1.000	1.000	1.000

## 1.12 Análisis de Irregularidades

### 1.12.1 Irregularidad de Rigidez-Piso Blando

=====

### 1.12.2 Irregularidad de Rigidez-Piso Blando

»»»> dev<sub>j</sub>osue

**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.

«««< HEAD =====

Table 11: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
Story3	SDx Max	37.537	9.565	18791.749			Regular
Story2	SDx Max	74.277	19.164	28433.680	13154.224		Regular
Story1	SDx Max	95.209	24.671	35703.618	19903.576		Regular

Table 12: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
Story3	SDy Max	11.261	31.883	18765.862			Regular
Story2	SDy Max	22.283	63.881	28442.075	13136.104		Regular
Story1	SDy Max	28.563	82.237	35708.771	19909.452		Regular

### 1.12.3 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 13: Irregularidad de Masa o Peso

Story	Masa	1.5 Masa	Tipo de Piso	is_reg
Story3	9.191		Azotea	Regular
Story2	13.850	20.774	Piso	Regular
Story1	14.612	21.918	Piso	Regular
Base	2.723		Sotano	Regular

#### 1.12.4 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 ( $\Delta_{max}$ ) 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 ( $\Delta_{prom}$ ). 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 ( $\Delta_{max}$ ) 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 ( $\Delta_{prom}$ ). 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

Table 14: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
Story3	SDx Max	X	0.004028	0.003867	1.042	3.6	0.021751	False	Regular
Story3	SDx Max	Y	0.000643	0.000622	1.034	3.6	0.003472	True	Regular
Story2	SDx Max	X	0.004952	0.004773	1.037	3.6	0.026741	False	Regular
Story2	SDx Max	Y	0.000826	0.000802	1.03	3.6	0.004460	False	Regular
Story1	SDx Max	X	0.004885	0.004718	1.036	5	0.026379	False	Regular
Story1	SDx Max	Y	0.00083	0.000808	1.028	5	0.004482	False	Regular

Table 15: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
Story3	SDy Max	X	0.001227	0.00117	1.049	3.6	0.006626	False	Regular
Story3	SDy Max	Y	0.00176	0.001751	1.005	3.6	0.009504	False	Regular
Story2	SDy Max	X	0.001508	0.001443	1.045	3.6	0.008143	False	Regular
Story2	SDy Max	Y	0.002307	0.002297	1.004	3.6	0.012458	False	Regular
Story1	SDy Max	X	0.001486	0.001426	1.042	5	0.008024	False	Regular
Story1	SDy Max	Y	0.002355	0.002346	1.004	5	0.012717	False	Regular

#### 1.12.5 Irregularidad por Esquinas Entrantes

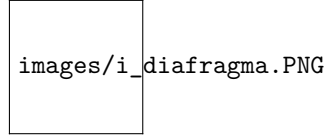
**Tabla N°9 E-030**

*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 4: Irregularidad por discontinuidad del diafragma



Fuente: Muñoz (2020)

Table 16: 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 17: 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

»»»> dev<sub>j</sub>osueLasrigideceslateralespuedencalcularsecomolarazonentrelafuerzacortantedelentrepisoyelcorrespondien

Table 18: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
Story3	SDx Max	37.537	9.565	18791.749			Regular
Story2	SDx Max	74.277	19.164	28433.680	13154.224		Regular
Story1	SDx Max	95.209	24.671	35703.618	19903.576		Regular

Table 19: Irregularidad de rigidez

Story	OutputCase	VX	VY	Rigidez Lateral(k)	70%k previo	80%Prom(k)	is_reg
Story3	SDy Max	11.261	31.883	18765.862			Regular
Story2	SDy Max	22.283	63.881	28442.075	13136.104		Regular
Story1	SDy Max	28.563	82.237	35708.771	19909.452		Regular

### 1.12.6 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 20: Irregularidad de Masa o Peso

Story	Masa	1.5 Masa	Tipo de Piso	is_reg
Story3	9.191		Azotea	Regular
Story2	13.850	20.774	Piso	Regular
Story1	14.612	21.918	Piso	Regular
Base	2.723		Sotano	Regular

### 1.12.7 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 ( $\Delta_{max}$ ) 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 ( $\Delta_{prom}$ ). 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 ( $\Delta_{max}$ ) 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 ( $\Delta_{prom}$ ). 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

Table 21: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
Story3	SDx Max	X	0.004028	0.003867	1.042	3.6	0.006713	False	Regular
Story3	SDx Max	Y	0.000643	0.000622	1.034	3.6	0.001072	True	Regular
Story2	SDx Max	X	0.004952	0.004773	1.037	3.6	0.008253	False	Regular
Story2	SDx Max	Y	0.000826	0.000802	1.03	3.6	0.001377	True	Regular
Story1	SDx Max	X	0.004885	0.004718	1.036	5	0.005862	False	Regular
Story1	SDx Max	Y	0.00083	0.000808	1.028	5	0.000996	True	Regular

Table 22: Irregularidad Torsional

Story	OutputCase	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Height	Drifts	< Driftmax/2	Es Regular
Story3	SDy Max	X	0.001227	0.00117	1.049	3.6	0.002045	True	Regular
Story3	SDy Max	Y	0.00176	0.001751	1.005	3.6	0.002933	True	Regular
Story2	SDy Max	X	0.001508	0.001443	1.045	3.6	0.002513	True	Regular
Story2	SDy Max	Y	0.002307	0.002297	1.004	3.6	0.003845	False	Regular
Story1	SDy Max	X	0.001486	0.001426	1.042	5	0.001783	True	Regular
Story1	SDy Max	Y	0.002355	0.002346	1.004	5	0.002826	True	Regular

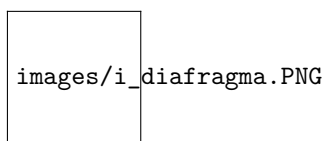
### 1.12.8 Irregularidad por Discontinuidad del Diafragma

**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)

Table 23: 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 maciza (L2)	2.25	m
Espesor de la losa maciza (e2)	0.2	m
Area de la losa maciza $A1=L1 \cdot e1$	0.45	$m^2$
Ratio	118.42	%
Ratio límite	25.00	%
Verificación	Regular	

Table 24: 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