

PROYECTO:
VIVIENDA UNIFAMILIAR

MEMORIA DESCRIPTIVA
ESTRUCTURAS

CHICLAYO – PERU

MEMORIA DESCRIPTIVA DE ESTRUCTURAS

1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El Perú es un país ubicado dentro de una zona sísmicamente activa, donde las estructuras deben construirse siguiendo los criterios del diseño sismo resistente aceptando que durante su vida útil la estructura experimentará al menos un terremoto de gran intensidad y varios terremotos de moderada intensidad.

Consecuentemente, el propósito de este documento es describir los criterios referidos al Diseño Estructural para la ejecución de la obra **“VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 NIVELES”**.

Para realizar el Diseño estructural se ha usado la Norma de Diseño Sismo resistente vigente.

Debemos mencionar que la filosofía de la Norma establece como principio para el diseño que algunos de los elementos del sistema estructural puedan experimentar comportamiento en el rango Inelástico, soportando grandes deformaciones que disipen la energía inducida por el terremoto. Como producto de este fenómeno se espera, para el caso de sismos moderados, que se presenten daños en los elementos no estructurales (tabiquería, y otros) y que puedan repararse.

De otro lado se acepta, en caso de sismos severos que se presenten daños estructurales, pero no el colapso de la estructura.

1.2 Alcance de la Edificación

La presente memoria descriptiva corresponde exclusivamente al diseño estructural de la obra de concreto armado, fabricación e instalación de las

estructuras del Proyecto: **“VIVIENDA UNIFAMILIAR DE 3 NIVELES”**. Ubicado en la provincia de Chiclayo, Lambayeque

La edificación se desarrolla en una estructura de 3 niveles.

El presente documento establece las directrices a seguir para el análisis estructural y posterior diseño de todas las estructuras, de modo de obtener estructuras funcionales y seguras ante solicitaciones de cargas estáticas y dinámicas aplicando procedimientos y desarrollos que estarán reflejados en planos de ingeniería de detalle y memorias de cálculo debidamente sustentadas, en aplicación de prácticas aceptadas de ingeniería y en cumplimiento de las normas y reglamentos vigentes.

2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

2.1 Generalidades.

Las estructuras que conforman el proyecto serán analizadas considerando un comportamiento linealmente elástico de manera tridimensional, con una adecuada configuración estructural para resistir las cargas gravitacionales de servicio y debidamente arriostradas y aisladas para resistir las cargas laterales de sismo.

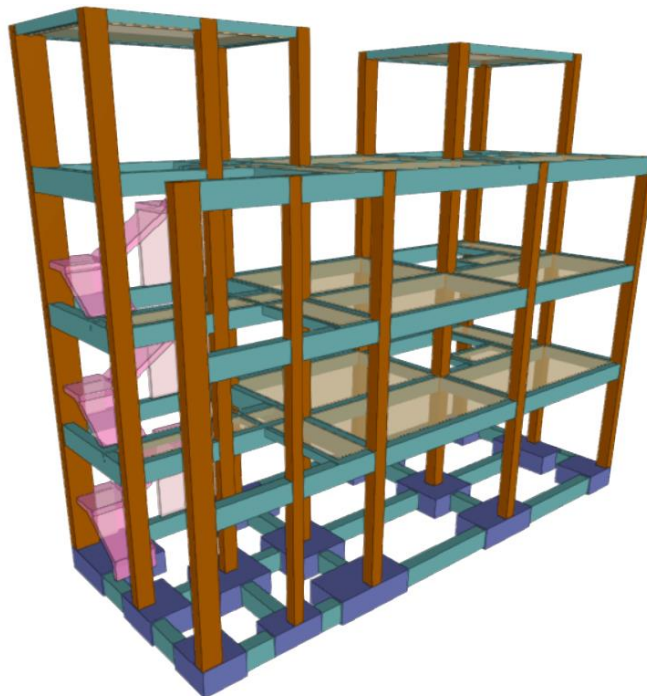
Para las solicitaciones sísmicas, las estructuras serán sometidas a un análisis dinámico de combinación espectral con masas concentradas en los diafragmas, y en dos direcciones ortogonales de acuerdo a las exigencias de la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

El análisis estructural se ha realizado mediante programas de cálculo CYPECAD 2022d, por métodos matriciales ó por elementos finitos. Se ha considerado la flexibilidad del suelo en el análisis, considerando el modelo de Winkler como modelo para idealizar la interacción suelo – estructura.

2.2 Configuración Estructural de las Edificaciones

La edificación en su conjunto, se ha estructurado, con un sistema de pórticos con rigidez suficiente en ambas direcciones para limitar los desplazamientos o derivas calculados para un sismo de diseño.

Se han considerado columnas de 30x60, 25x40, 25x45, 25x35, 25x25, 45x35, 30x30, 30x45, 35x35, 45x25, según las posibilidades de la planta arquitectónica. Las vigas que conforman el sistema resistente a cargas laterales se han considerado de 25x45 en el primer, segundo nivel, tercer nivel y en azotea, mientras que las vigas que no conforman parte del sistema resistente a cargas sísmicas se han considerado como vigas chatas, con un ancho de 15 cm. El diafragma rígido lo componen las losas aligeradas de 20 cm. En las zonas que presentan problemas especiales para el proceso constructivo y correcto funcionamiento de las losas aligeradas, se ha optado por realizar un diafragma rígido, como en el caso de baños, volados y zonas de losa muy pequeñas.



Vista panorámica de las estructuras

2.3 MATERIALES UTILIZADOS.

El diseño de elementos de concreto armado de las diferentes estructuras se desarrollará de acuerdo a la norma E.060 y E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones y complementada con las normas y códigos del American Concrete Institute ACI. Se muestran a continuación las características de los materiales.

2.3.1 Concreto Simple (Resistencia mínima a la compresión)

- Solados $f'c = 100\text{Kg/cm}^2$
- Losas de piso $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$
- Falso piso y veredas $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$

2.3.2 Concreto Estructural (Resistencia mínima a la compresión)

- Concreto armado:
 - $f'c = 245\text{Kg/cm}^2$ (cimentaciones)
 - $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ (columnas, muros)
 - $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ (Losas aligeradas, escaleras, colaborantes y vigas de entrepiso.)

2.3.3 Acero de Refuerzo: ASTM A615 Grado 60.

2.4 CARGAS DE DISEÑO.

Contemplan las solicitaciones a las cuales la estructura estará sometida durante su funcionamiento.

2.4.1 Carga Muerta (D).- Corresponde a cargas permanentes en base a su peso unitario a la cual estará sometida la estructura, entre las que se encuentran el peso propio de los elementos estructurales y no estructurales que la conforman.

En general los edificios llevarán las siguientes cargas permanentes:

- Concreto armado: 2400 kg/m^3

-
-
- Concreto simple: 2300 kg/m³
 - Bloques de Arcilla (albañilería confinada): 1800 kg/m³
 - Acabado para pisos: 100 kg/m²
 - Cargas lineales de tabiquería; Según su altura y dimensiones.
 - Instalaciones eléctricas, sanitarias, mecánicas: 10 kg/m²

2.4.2 Carga Viva (L, Lr).- Corresponden a cargas móviles a las cuales estará sometida la estructura, producto de su tipo de uso u ocupación. Estos valores son tomados de acuerdo a la Tabla N°1. Del Capítulo 3 de la Norma E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones, siendo Lr la carga viva del techo.

2.4.3 Carga de Sismo (E).- Se diseñó la estructura considerando la nueva norma sísmica E.030. A continuación, se muestran los parámetros asumidos para la definición de esta carga sísmica.

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Fig 1 y Anexo 1): Zona 4

Tipo de perfil de suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), 2.3.1): S2

Sistema estructural

R_{ox}: Coeficiente de reducción (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 7)

R_{ox} : 8.00

R_{oy}: Coeficiente de reducción (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 7)

R_{oy} : 8.00

I_a: Factor de irregularidad en altura (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 8)

I_a : 1.00

I_a: Factor de irregularidad en altura (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 8)

I_a : 1.00

I_p: Factor de irregularidad en planta (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 9)

I_p : 1.00

I_p: Factor de irregularidad en planta (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 9)

I_p : 1.00

Geometría en altura (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 3.5): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Tipología estructural (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4): I

Tipología estructural (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4): I

h: Altura del edificio

h : 11.00 m

Importancia de la obra (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 3.1 y Tabla 5): C: Edificaciones comunes

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso

: 0.25

Fracción de sobrecarga de nieve

: 0.00

Factor multiplicador del espectro

: 1.00

Efectos de la componente sísmica vertical

No se consideran

Verificación de la condición de cortante basal: Según norma

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Requisitos especiales para elementos resistentes a fuerzas de sismo según la NTE.060

Factores reductores de la inercia (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019),)

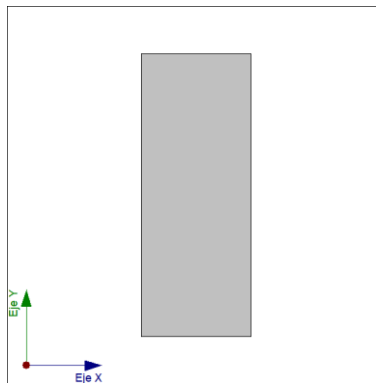
Vigas primarias frente a la acción sísmica: 1

Vigas secundarias frente a la acción sísmica: 0.01
Forjados primarios frente a la acción sísmica: 1
Pilares primarios frente a la acción sísmica: 1
Pantallas: 1
Muros: 1
Muros de fábrica: 1

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

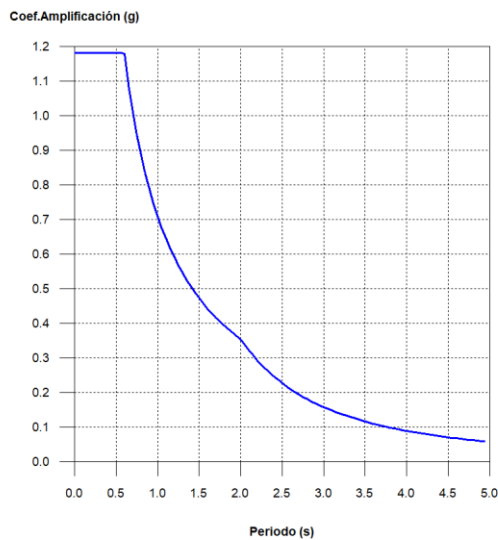
Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

1.2. Espectro de cálculo

1.2.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef. Amplificación:

Donde:

es el factor de amplificación sísmica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 1.181 g.

Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019) (Artículo 4.5.2 y 2.5)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

Z: Factor de zona (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 1)

Z : 0.45

Zona sísmica (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Fig 1 y Anexo 1): Zona 4

U: Factor de importancia (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 3) **U : 1.00**

Importancia de la obra (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 3.1 y Tabla 5): C: Edificaciones comunes

S: Factor de amplificación del suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 3) **S : 1.05**

Tipo de perfil de suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), 2.3.1): S2

T_p: Periodo de la plataforma del espectro (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 4) **T_p : 0.60 s**

T_I: Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 4) **T_I : 2.00 s**

Tipo de perfil de suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), 2.3.1): S2

1.2.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

R_x: Coeficiente de reducción (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 6) **R_x : 8.00**

R_{ox}: Coeficiente de reducción (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 7) **R_{ox} : 8.00**

R_y: Coeficiente de reducción (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 6) **R_y : 8.00**

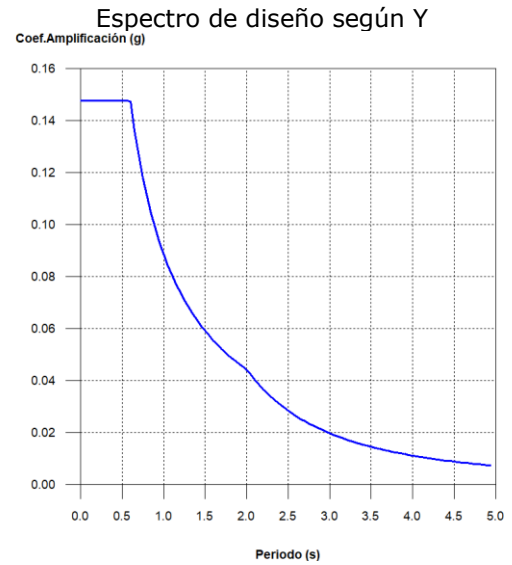
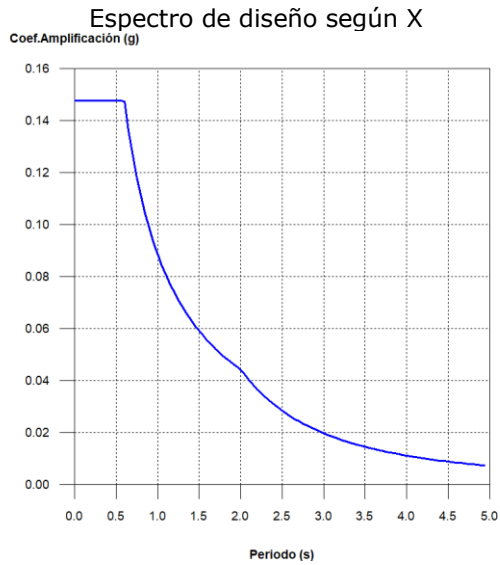
R_{oy}: Coeficiente de reducción (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 7) **R_{oy} : 8.00**

I_a: Factor de irregularidad en altura (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 8) **I_a : 1.00**

I_a: Factor de irregularidad en altura (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 8) **I_a : 1.00**

I_p: Factor de irregularidad en planta (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 9) **I_p : 1.00**

I_p: Factor de irregularidad en planta (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Tabla 9) **I_p : 1.00**



2.5 COMBINACIONES DE CARGA.

Las combinaciones de carga a emplear según el tipo de estructura se regirán al Reglamento Nacional de Edificaciones, las cuales serán las siguientes:

2.5.1 Edificaciones de Concreto Armado. (RNE E.060)

- 1.4D + 1.7L.
- 1.25 (D + L) ± E.
- 0.9D ± E.

2.6 Deflexiones Admisibles.

Los límites para deflexiones para elementos de concreto armado serán según lo estipulado en el capítulo 9.6 de la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Las deflexiones verticales, en los elementos estructurales de acero, causadas por las cargas de gravedad, permanentes y vivas no excederán los valores límites indicados:

- Vigas de Pórticos: L/360
- Estructuras de Concreto vigas y losas: L/360

Se permitirá el uso de contra flechas para elementos de concreto y acero siempre y cuando esté aplicado solo a la carga muerta.

3 RESULTADOS SÍSMICOS

3.1 Desplazamientos Laterales Admisibles

Habiendo realizado el análisis sísmico de la edificación, se procedió a verificar las derivas de entrepiso con el valor máximo indicado en la norma E.030, el cual para edificaciones de este tipo es 0.007 o 1/143

Desplome local máximo de los pilares (δ / h)					
Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas ⁽¹⁾		
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
Azotea	----	----	1 / 209 (C1, C2)	1 / 229 (C10, C13)	CUMPLE
Nivel 3	----	----	1 / 228 (C2, C3)	1 / 275 (C6, ...)	CUMPLE
Nivel 2	----	----	1 / 159 (C3)	1 / 184 (C1, ...)	CUMPLE
Nivel 1	----	----	1 / 145 (C12, ...)	1 / 161 (C1, C6)	CUMPLE
Notas: ⁽¹⁾ Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.					

3.2.- Coeficientes de participación

Procederemos ahora a verificar los modos de vibración y sus masas participativas.

Modo	T	L _x	L _y	L _{gz}	M _x	M _y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.430	0.9997	0.021	0.008	90.84 %	0.04 %	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 6.77403 mm	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 6.77403 mm
Modo 2	0.395	0.0202	0.9693	0.2451	0.04 %	88.92 %	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 5.71439 mm	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 5.71439 mm
Modo 3	0.384	0.0239	0.0125	0.9999	0.01 %	0.35 %	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 5.41968 mm	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 5.41968 mm
Modo 4	0.168	0.3757	0.0128	0.9267	5.25 %	0.01 %	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 1.03045 mm	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 1.03045 mm
Modo 5	0.159	0.033	0.9357	0.3512	0.01 %	6.03 %	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 0.9328 mm	R = 8 A = 1.449 m/s ² D = 0.9328 mm
Total					96.15 %	95.35 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{gz}: Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

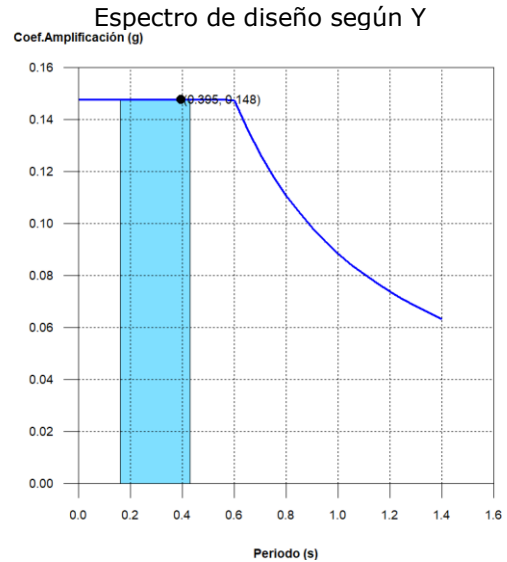
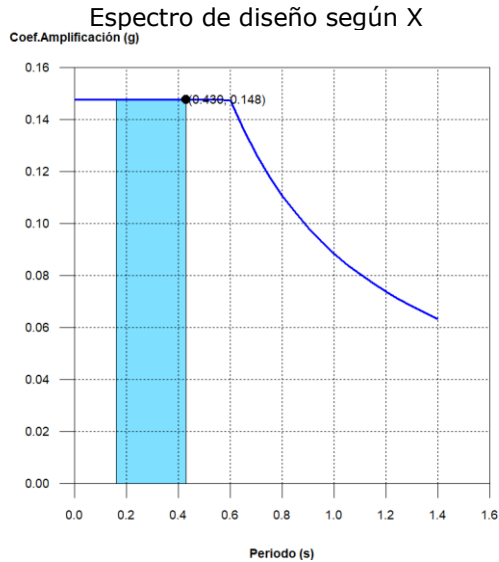
M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo X1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.430	0.148

Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 2	0.395	0.148

Centro de masas, centro de rigidez y excentricidades de cada planta

Planta	c.d.m. (m)	c.d.r. (m)	e_x (m)	e_y (m)
Azotea	(1.71, 7.76)	(1.25, 7.73)	0.46	0.03
Nivel 3	(3.11, 7.82)	(1.87, 7.69)	1.24	0.13
Nivel 2	(2.87, 7.63)	(2.29, 7.65)	0.58	-0.02
Nivel 1	(2.89, 7.81)	(2.26, 7.64)	0.63	0.17

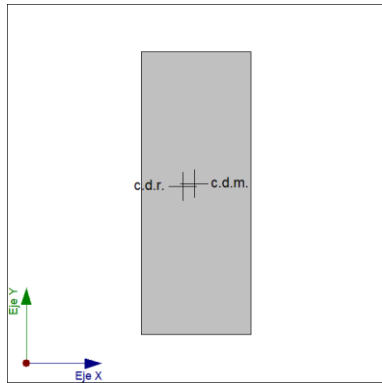
c.d.m.: Coordenadas del centro de masas de la planta (X,Y)

c.d.r.: Coordenadas del centro de rigidez de la planta (X,Y)

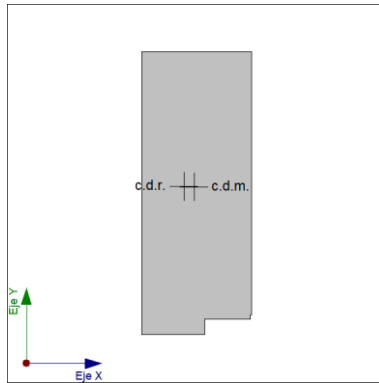
e_x : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (X)

e_y : Excentricidad del centro de masas respecto al centro de rigidez (Y)

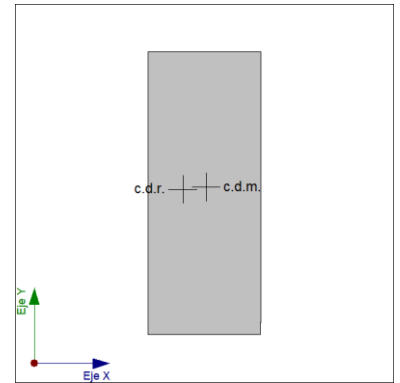
Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta



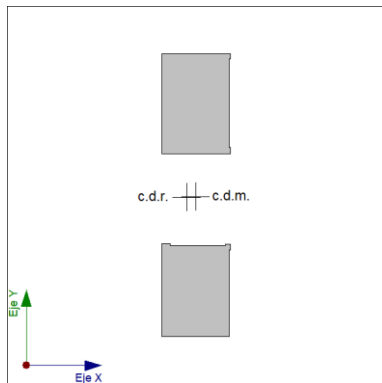
Nivel 1



Nivel 2



Nivel 3



Azotea

Corrección por cortante basal

Cortante dinámico CQC

El cortante basal dinámico (V_d), por dirección e hipótesis sísmica, se obtiene mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los cortantes en la base por hipótesis modal.

Hipótesis sísmica (X)	Hipótesis modal	V_x (t)	$V_{d,x}$ (t)
Sismo X1	Modo 1	36.6243	36.7324
	Modo 2	0.0156	
	Modo 3	0.0410	
	Modo 4	2.1147	
	Modo 5	0.0030	

Hipótesis sísmica (Y)	Hipótesis modal	V_y (t)	$V_{d,y}$ (t)
Sismo Y1	Modo 1	0.0161	36.1276
	Modo 2	35.8792	
	Modo 3	0.1414	
	Modo 4	0.0025	
	Modo 5	2.4319	

V_{d,x}: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

V_{d,y}: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

Cortante basal estático

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

V_{s,x}: Cortante sísmico en la base (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.2)

V_{s,x} : 40.3136 t

S_{d,x}(T_a): Aceleración espectral horizontal de diseño (X)

S_{d,x}(T_a) : 0.148 g

T_{a,x}: Periodo fundamental aproximado (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4)

T_{a,x} : 0.31 s

Tipología estructural (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4): I

h: Altura del edificio

h : 11.00 m

V_{s,y}: Cortante sísmico en la base (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.2)

V_{s,y} : 40.3136 t

S_{d,y}(T_a): Aceleración espectral horizontal de diseño (Y)

S_{d,y}(T_a) : 0.148 g

T_{a,y}: Periodo fundamental aproximado (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4)

T_{a,y} : 0.31 s

Tipología estructural (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016 y RM-043-2019), Artículo 4.5.4): I

h: Altura del edificio

h : 11.00 m

P: Peso sísmico total de la estructura

P : 273.0232 t

El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

p_i: Peso sísmico total de la planta "i"

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso considerada en el cálculo de la acción sísmica.

Planta	P_i (t)
Azotea	18.8076
Nivel 3	53.8318
Nivel 2	101.2561
Nivel 1	99.1277
$P = \sum P_i$	273.0232

Verificación de la condición de cortante basal

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (V_d), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 80 % del cortante basal sísmico estático (V_s), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación: $0.80 \cdot V_s / V_d$.

Geometría en altura (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019), Artículo 3.5): Regular

Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016 y RM-043-2019) (Artículo 4.6.4)

Hipótesis sísmica	Condición de cortante basal mínimo	Factor de modificación
Sismo X1	$V_{d,x1} \geq 0.80 \cdot V_{s,x}$ 36.7324 t \geq 32.2509 t	N.P.
Sismo Y1	$V_{d,y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,y}$ 36.1276 t \geq 32.2509 t	N.P.

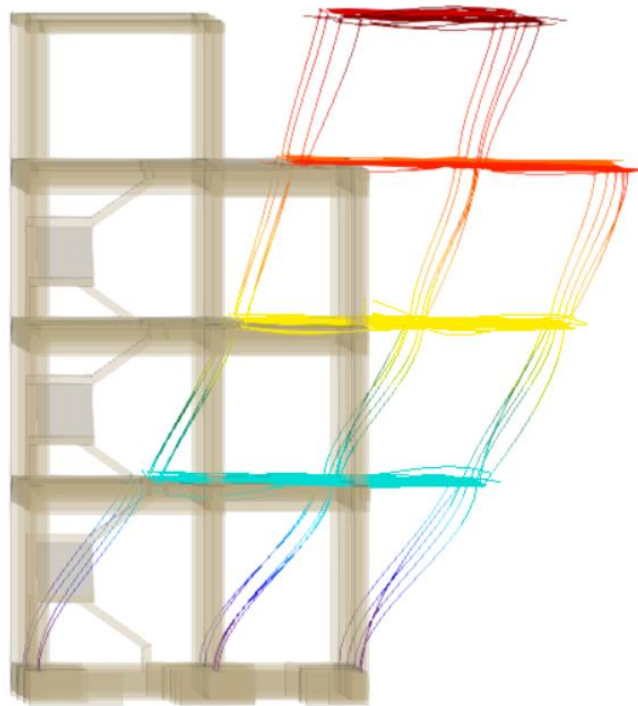
$V_{d,x}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{s,x}$: Cortante basal estático en dirección X, por hipótesis sísmica

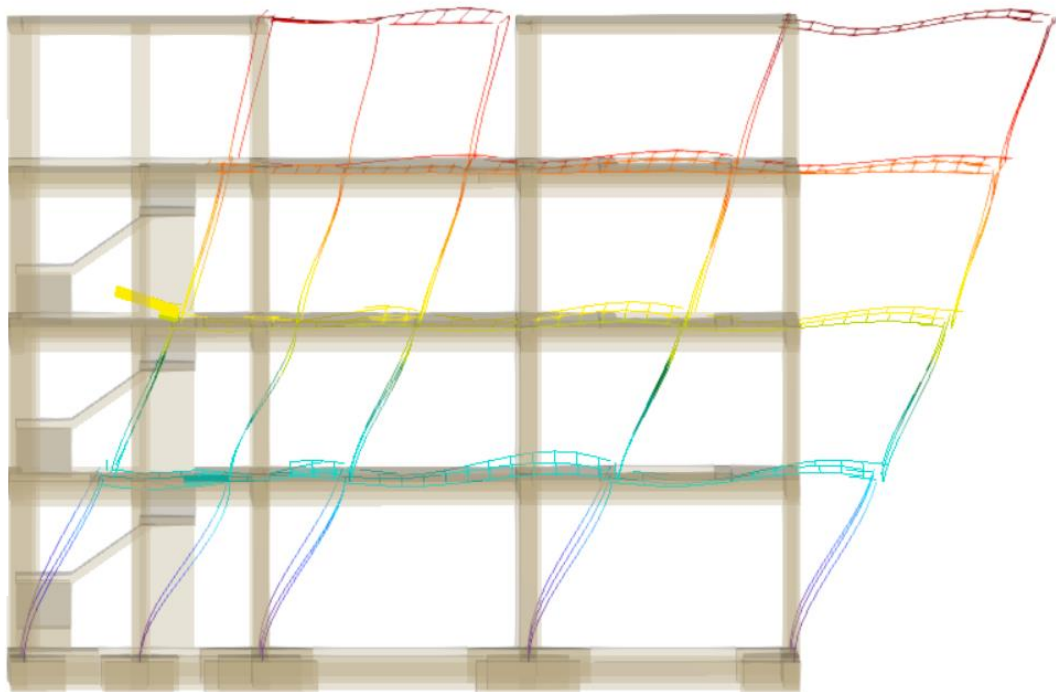
$V_{d,y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

$V_{s,y}$: Cortante basal estático en dirección Y, por hipótesis sísmica

N.P.: No procede



SISMO X - MODO 1

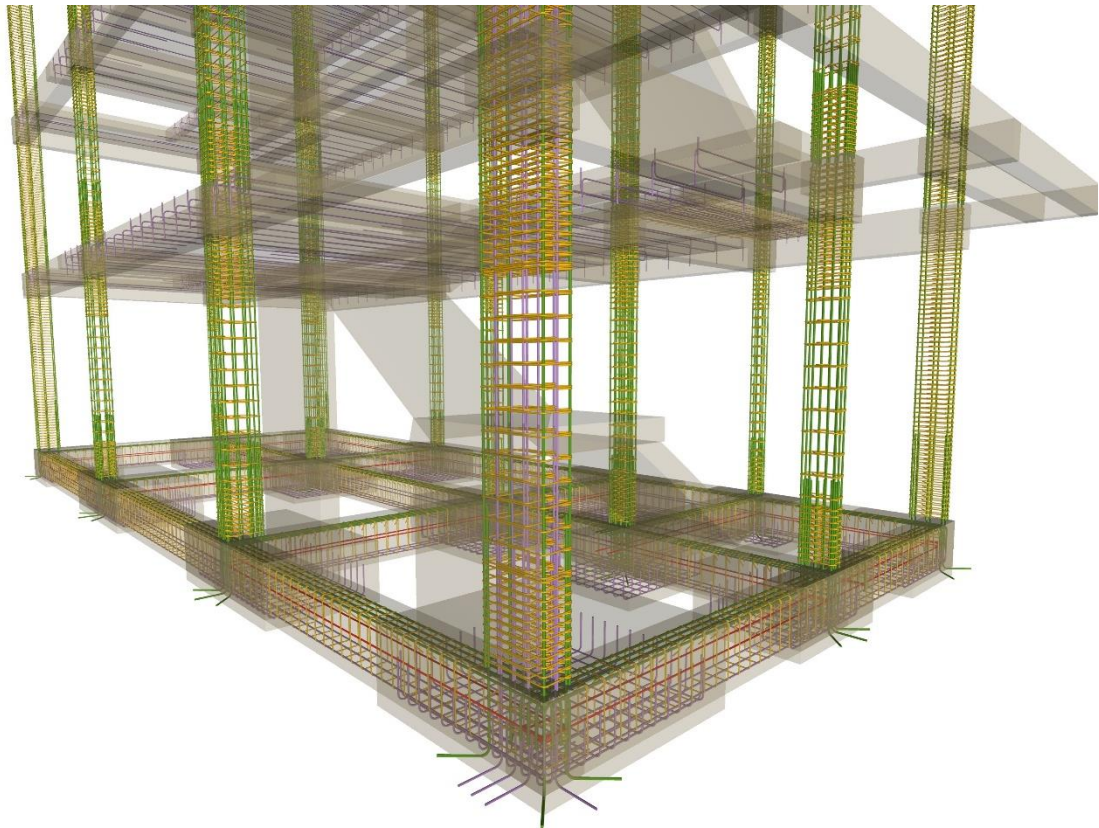


SISMO Y - MODO 2

4. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

De acuerdo a la evaluación de campo efectuada se tiene las siguientes condiciones de cimentación:

1	Tipo de cimentación	Zapatas Conectadas con Vigas de cimentación en la dirección x-x y en la dirección y-y.
2	Estado de apoyo de cimentación	Suelos flexibles/ estratos de gran espesor.
3	Prof. de cimentación mínima	1.60 mts a partir del nivel del terreno natural.
4	Capacidad portante del terreno	0.80 Kg/cm ² .
5	Factor de seguridad por corte	3
6	Agresividad de suelo	Tiene efecto poco agresivo
7	Cemento de concreto en contacto con el sub suelo.	Se considera Pórtland tipo MS



Chiclayo, 10 de febrero del 2022