

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
ESTRUCTURAS**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO MODAL ESPECTRAL Y EL
MÉTODO TIEMPO HISTORIA DE LA RESPUESTA SÍSMICA EN
EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO CON
IRREGULARIDADES EN PLANTA Y ALTURA EN ZONA SÍSMICA 4,
2021.**

TESIS

Presentada por:

Bach. Oscar David Flores Chucuya

ORCID: 0000-0002-1444-5196

Asesor:

Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores

ORCID: 0000-0002-4262-5733

Para obtener el Grado Académico de:

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
ESTRUCTURAS**

TACNA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

ESCUELA DE POSTGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
ESTRUCTURAS**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO MODAL ESPECTRAL Y EL
MÉTODO TIEMPO HISTORIA DE LA RESPUESTA SÍSMICA EN
EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO CON
IRREGULARIDADES EN PLANTA Y ALTURA EN ZONA SÍSMICA 4,
2021.**

TESIS

Presentada por:

Bach. Oscar David Flores Chucuya

ORCID: 0000-0002-1444-5196

Asesor:

Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores

ORCID: 0000-0002-4262-5733

Para obtener el Grado Académico de:

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
ESTRUCTURAS**

TACNA – PERÚ

2023

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
ESTRUCTURAS

Tesis

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO MODAL ESPECTRAL Y
EL MÉTODO TIEMPO HISTORIA DE LA RESPUESTA SÍSMICA EN
EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO CON
IRREGULARIDADES EN PLANTA Y ALTURA EN ZONA SÍSMICA 4,
2021”**

Presentada por:

Bach. Oscar David Flores Chucuya

Tesis sustentada y aprobada el 12 de Enero del 2023; ante el siguiente jurado

examinador:

PRESIDENTE: Mtro. Edgar Hipólito CHAPARRO QUISPE,

SECRETARIO: Mtro. Wilber Percy MENDOZA RAMÍREZ,

VOCAL: Mgr. Juan Carlos ROMAINA FLORES

ASESOR: Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Oscar David Flores Chucuya, en calidad de: Egresado de la Maestría en Ingeniería civil con mención en estructuras de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 41829556 Soy autor de la tesis titulada: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO MODAL ESPECTRAL Y EL MÉTODO TIEMPO HISTORIA DE LA RESPUESTA SÍSMICA EN EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO CON IRREGULARIDADES EN PLANTA Y ALTURA EN ZONA SÍSMICA 4, 2021.

DECLARO BAJO JURAMENTO

Ser el único autor del texto entregado para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería Civil con mención en estructuras, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para obtención de un grado académico en ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber trasgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

Declaro, que después de la revisión de la tesis con el software Turnitin se declara 14% de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

Por último, declaro que para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándose que la información presentada es real y soy conocedor (a) de las sanciones penales en caso de infringir las leyes del plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 12 de Enero del 2023


Oscar David Flores Chucuya

DNI 41829556

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, mi esposa y mi familia. A Dios, por las bendiciones recibidas y el haberme dado la bendición de la vida y la salud, a mi esposa Diana por el apoyo incondicional en cada proyecto que emprendemos y de quien admiro su fortaleza, y a mi familia por estar siempre cerca de mí con sus consejos y su preocupación.

AGRADECIMIENTO

A los docentes y profesionales que supieron compartir sus experiencias académicas y laborales. Y a todas las personas que confían en mi trabajo, Gracias.

CONTENIDO

RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: EL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Justificación del problema	4
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Especificos	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.2. Bases teóricas	10
2.2.2. Análisis modal espectral (A.M.E.)	11
2.2.3. Análisis tiempo-historia (A.T.H.).....	22
2.2.4. Respuesta sísmica de edificios	25
2.3. Definición de conceptos.....	27
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Hipótesis	31
3.1.1. Hipótesis General	31
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	31
3.2. Operacionalización de Variables	31
3.2.1. Identificación de la Variables independientes	31
3.2.2. Identificación de la variable dependiente	32
3.2.3. Variables intervinientes:	32
3.3. Tipo de Investigación.....	33
3.4. Nivel de Investigación aplicada	33
3.5. Diseño de Investigación.....	33
3.6. Ámbito y tiempo social de la investigación	33
3.7. Población y/o muestra.....	33
3.8. Procedimiento, técnicas e instrumentos	35
3.8.1. Procedimiento	35
3.8.2. Técnicas	35
3.8.3. Instrumentos	35
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	36
4.1. Descripción del trabajo de campo	36
4.1.1. Definición de la estructura	36

4.1.2.	Definición de acciones gravitacionales y laterales.	38
4.1.2.1.	Muestras de Edificaciones de 03 Niveles	39
4.1.2.2.	Muestras de Edificaciones de 06 Niveles	44
4.1.2.3.	Muestras de Edificaciones de 08 Niveles	49
4.1.2.4.	Modelado de Edificación de 10 Niveles	55
4.1.3.	Parámetros sísmicos.	62
4.2.	Diseño de presentación de resultados	62
4.2.1.	Análisis Modal Espectral	62
4.2.2.	Análisis Dinámico Tiempo - Historia	65
4.2.3.	Análisis de los datos procesados	71
4.2.3.1.	Modelado de Edificaciones de 03 Niveles	71
4.2.3.2.	Modelado de Edificaciones de 06 Niveles	76
4.2.3.3.	Modelado de Edificación de 08 Niveles	81
4.2.3.4.	Modelado de Edificaciones de 10 Niveles	88
4.3.	Resultados	94
4.3.1.	Resumen de Ratios de desplazamientos	94
4.3.2.	Resumen de ratios de distorsiones	97
4.3.3.	Resumen de Ratios de fuerzas cortantes	100
4.3.4.	Ratios promedio de edificaciones irregulares de 10 Niveles	104
4.3.5.	Ratios promedio de edificaciones irregulares de 08 Niveles	106
4.3.6.	Ratios promedio de edificaciones irregulares de 06 Niveles	107
4.3.7.	Ratios promedio de edificaciones irregulares de 03 Niveles	109
4.3.8.	Promedio ponderado total de las respuestas sísmicas obtenidas de las edificaciones muestradas.	110
4.4.	Discusión de Resultados	117
	CONCLUSIONES	119
	RECOMENDACIONES	120
	REFERENCIAS	121
	APÉNDICE 122	
	MATRIZ DE CONSISTENCIA	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	14	
	<i>Clasificación de los perfiles de suelo</i>	14
Tabla 2.	Categoría de las edificaciones según Norma E.030	15
Tabla 3.	Irregularidades Estructurales en Altura.....	20
Tabla 4.	Irregularidades estructuras en planta.....	21
		21
Tabla 5.	34	
	<i>Categoría y regularidad de las edificaciones</i>	34
Tabla 6.	Características principales de los registros sísmicos empleados.....	66
Tabla 7.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03 N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	71
Tabla 8.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03 N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil	72
Tabla 9.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad de Masa o peso	72
Tabla 10.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03 N. con Irregularidad geométrica vertical.....	73
Tabla 11.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes.....	73
Tabla 12.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad Torsional	74
Tabla 13.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad por esquinas entrantes	74
Tabla 14.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma.....	75
Tabla 15.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad de sistemas no paralelos	75
Tabla 16.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	76
Tabla 17.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil.....	76
Tabla 18.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de Masa o peso	77
Tabla 19.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad geométrica vertical.....	78
Tabla 20.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes.....	78
Tabla 21.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad Torsional	79
Tabla 22.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06 N. con Irregularidad por esquinas entrantes	80

Tabla 23.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma	80
Tabla 24.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de sistemas no paralelos	81
Tabla 25.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	81
Tabla 26.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil	82
Tabla 27.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de Masa o peso	83
Tabla 28.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad geométrica vertical	83
Tabla 29.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes.....	84
Tabla 30.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad Torsional	85
Tabla 31.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad por esquinas entrantes	86
Tabla 32.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma	86
Tabla 33.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de sistemas no paralelos	87
Tabla 34.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	88
Tabla 35.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil.....	88
Tabla 36.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de Masa o peso	89
Tabla 37.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad geométrica vertical.....	90
Tabla 38.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes.....	90
Tabla 39.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad Torsional	91
Tabla 40.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad por esquinas entrantes	92
Tabla 41.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma	92
Tabla 42.	Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de sistemas no paralelos	93
Tabla 43.	Resumen de Ratios de Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Rigidez.	94
Tabla 44.	Resumen de Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Resistencia.	94

Tabla 45.	Resumen de Ratios de Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Masa.....	95
Tabla 46.	Resumen de ratios de Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Geométrica Vertical.....	95
Tabla 47.	Resumen de ratios Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad discontinuidad sistema Resistente.....	95
Tabla 48.	Resumen de Ratios Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Torsional.....	96
Tabla 49.	Resumen de ratios Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Esquinas Entrantes.....	96
Tabla 50.	Resumen de ratios Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad por discontinuidad del diafragma.....	96
Tabla 51.	Resumen de ratios de Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de sistemas no Paralelos.....	97
Tabla 52.	Resumen de ratios de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Rigidez.....	97
Tabla 53.	Resumen de ratios de Distorsiones en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Resistencia.....	98
Tabla 54.	Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Masa.....	98
Tabla 55.	Resumen de Distorsiones obtenidos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Geométrica Vertical.....	98
Tabla 56.	Resumen de Distorsiones Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad discontinuidad sistema Resistente.....	99
Tabla 57.	Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Torsional.....	99
Tabla 58.	Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Esquinas Entrantes.....	99
Tabla 59.	Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad por discontinuidad del diafragma.....	100
Tabla 60.	Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Sistemas No Paralelos.....	100
Tabla 61.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Rigidez.....	100
Tabla 62.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Resistencia.....	101
Tabla 63.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Masa.....	101
Tabla 64.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Geométrica Vertical.....	101
Tabla 65.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de discontinuidad sistema resistente.....	102
Tabla 66.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Torsional.....	102

Tabla 67.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad con Esquinas Entrantes.....	103
Tabla 68.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad por discontinuidad del diafragma.	103
Tabla 69.	Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Sistemas No paralelos.	104
Tabla 70.	Resumen Ratios porcentuales de Respuesta sísmicas (THE/AME) de Edificaciones Irregulares de 10N, 08N, 06N y 03N.	110

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Acción del sismo en edificación regular.	10
<i>Figura 2.</i>	Deformación de una edificación irregular por acción del sismo.....	11
<i>Figura 3.</i>	Diagrama de Flujo de la secuencia de cálculo del A.M.E.....	12
<i>Figura 4.</i>	Mapa zonificación sísmica de Perú.....	13
<i>Figura 5.</i>	Perfil de suelo y espectro de aceleraciones.....	14
<i>Figura 6.</i>	Sistema estructural de muros de ductilidad limitada.....	17
<i>Figura 7.</i>	Esquema Sistema Estructural vs Cortante absorbido.....	18
<i>Figura 8.</i>	Ejemplo gráfico comparativo de edificación Regular e Irregular (Esquinas Entrantes).	19
<i>Figura 9.</i>	Ejemplo de Espectro de Diseño	22
<i>Figura 10.</i>	Secuencia de aplicación de registro sísmico	23
<i>Figura 11.</i>	Diagrama de Flujo de la secuencia de cálculo del A.T.H.	23
<i>Figura 12.</i>	Espectro de aceleración.....	24
<i>Figura 13.</i>	Obtención de Deriva (m/m), desplazamiento (m) y Cortante (tn) del ETABS.....	26
<i>Figura 14.</i>	Obtención del periodo fundamental y participación de masas.....	28
<i>Figura 15.</i>	Comportamiento rígido y flexible del diafragma.....	30
<i>Figura 16.</i>	Ingreso de propiedades de material concreto	36
<i>Figura 17.</i>	Definición de sección Viga 25x65 y 25x60	37
<i>Figura 18.</i>	Definición de Muro de corte (t=25cm)	37
<i>Figura 19.</i>	Definición de Losa aligerada	37
<i>Figura 20.</i>	Ejemplo de Modelado tridimensional en ETABS.....	38
<i>Figura 21.</i>	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (03 N.).....	39
<i>Figura 22.</i>	Irregularidad de Resistencia – Piso débil (03 N.)	40
<i>Figura 23.</i>	Irregularidad de Masa o peso (03 N.).....	40
<i>Figura 24.</i>	Irregularidad geométrica vertical (03 N.).....	41
<i>Figura 25.</i>	Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (03 N.)	41
<i>Figura 26.</i>	Irregularidad Torsional (03 N.).....	42
<i>Figura 27.</i>	Irregularidad por esquinas entrantes (03 N.).....	42
<i>Figura 28.</i>	Irregularidad por discontinuidad del diafragma (03 N.)	43
<i>Figura 29.</i>	Irregularidad de sistemas no paralelos (03 N.).....	43
<i>Figura 30.</i>	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (06 N.).....	44
<i>Figura 31.</i>	Irregularidad de Resistencia – Piso débil (6 N.)	44
<i>Figura 32.</i>	Irregularidad de Masa o peso (6 N.).....	45
<i>Figura 33.</i>	Irregularidad geométrica vertical (6 N.).....	45
<i>Figura 34.</i>	Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (6 N.)	46
<i>Figura 35.</i>	Irregularidad Torsional (6 N.).....	46
<i>Figura 36.</i>	Irregularidad por esquinas entrantes (6 N.).....	47
<i>Figura 37.</i>	Irregularidad por discontinuidad del diafragma (6 N.)	48
<i>Figura 38.</i>	Irregularidad de sistemas no paralelos (6 N.).....	49
<i>Figura 39.</i>	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (8 N.).....	49

<i>Figura 40.</i>	Irregularidad de Resistencia – Piso débil (8 N.)	50
<i>Figura 41.</i>	Irregularidad de Masa o peso (8 N.).....	51
<i>Figura 42.</i>	Irregularidad geométrica vertical (8 N.).....	51
<i>Figura 43.</i>	Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (8 N.)	52
<i>Figura 44.</i>	Irregularidad Torsional (8 N.).....	53
<i>Figura 45.</i>	Irregularidad por esquinas entrantes (8 N.).....	53
<i>Figura 46.</i>	Irregularidad por discontinuidad del diafragma (8 N.)	54
<i>Figura 47.</i>	Irregularidad de sistemas no paralelos (8 N.).....	55
<i>Figura 48.</i>	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (10 N.).....	55
<i>Figura 49.</i>	Irregularidad de Resistencia – Piso débil (10 N.)	56
<i>Figura 50.</i>	Irregularidad de Masa o peso (10 N.).....	57
<i>Figura 51.</i>	Irregularidad geométrica vertical (10 N.).....	57
<i>Figura 52.</i>	Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (10 N.)	58
<i>Figura 53.</i>	Irregularidad Torsional (10 N.).....	59
<i>Figura 54.</i>	Irregularidad por esquinas entrantes (10 N.).....	60
<i>Figura 55.</i>	Irregularidad por discontinuidad del diafragma (10 N.)	61
<i>Figura 56.</i>	Irregularidad de sistemas no paralelos (10 N.).....	61
<i>Figura 57.</i>	Configuración de modos de vibrar en ETABS	62
<i>Figura 58.</i>	Configuración combinación modal - Etabs.....	63
<i>Figura 59.</i>	Configuración de espectro de aceleración en ETABS	64
<i>Figura 60.</i>	Ingreso de coeficiente para cortante estático – ETABS.....	64
<i>Figura 61.</i>	Ubicación geográfica de los registros sísmicos considerados.....	65
<i>Figura 62.</i>	Registro sísmico de Chimbote (Este-Oeste)	66
<i>Figura 63.</i>	Registro sísmico de Chimbote (Norte - Sur).....	67
<i>Figura 64.</i>	Registro sísmico de Lima (Este-Oeste).....	67
<i>Figura 65.</i>	Registro sísmico de Lima (Norte Sur)	67
<i>Figura 66.</i>	Registro sísmico de Nazca (Este-Oeste)	68
<i>Figura 67.</i>	Registro sísmico de Nazca (Norte - Sur).....	68
<i>Figura 68.</i>	Registro sísmico de Ocoña (Este - Oeste).....	68
<i>Figura 69.</i>	Registro sísmico de Ocoña (Norte - Sur).....	69
<i>Figura 70.</i>	Registro sísmico de Ica (Este - Oeste)	69
<i>Figura 71.</i>	Registro sísmico de Ica (Norte - Sur).....	69
<i>Figura 72.</i>	Espectro de respuesta $R=1$	70
<i>Figura 73.</i>	Espectro “Match” (objetivo) del registro sísmico.....	70
<i>Figura 74.</i>	Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 10 Niveles según el tipo Irregularidad..	104
<i>Figura 75.</i>	Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 10 Niveles según el tipo Irregularidad.	105
<i>Figura 76.</i>	Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 10 Niveles según el tipo Irregularidad.	105
<i>Figura 77.</i>	Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 08 Niveles según el tipo Irregularidad..	106
<i>Figura 78.</i>	Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 08 Niveles según el tipo Irregularidad..	106

<i>Figura 79.</i>	Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 08 Niveles según el tipo Irregularidad. Mayormente se presentaron fuerzas cortantes por debajo del análisis modal espectral.....	107
<i>Figura 80.</i>	Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 06 Niveles según el tipo Irregularidad.	107
<i>Figura 81.</i>	Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 06 Niveles según el tipo Irregularidad..	108
<i>Figura 82.</i>	Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 06 Niveles según el tipo Irregularidad..	108
<i>Figura 83.</i>	Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 03 Niveles según el tipo Irregularidad.	109
<i>Figura 84.</i>	Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 03 Niveles según el tipo Irregularidad..	109
<i>Figura 85.</i>	Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 03 Niveles según el tipo Irregularidad.	110
<i>Figura 86.</i>	Promedio ponderado total de los desplazamientos THE / AME.....	113
<i>Figura 87.</i>	Promedio ponderado total de distorsión THE / AME.....	114
<i>Figura 88.</i>	Promedio ponderado total de la cortantes THE / AME..	114

RESUMEN

En este trabajo de tesis denominado “Análisis comparativo del método modal espectral y el método tiempo historia de la respuesta sísmica en edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura en zona sísmica 4”, se basa en comparar, a través de una ratio porcentual, la respuesta sísmica de diversas edificaciones con irregularidades estructurales en planta y altura aplicando el análisis modal espectral y análisis tiempo historia.

El objetivo es comparar los resultados de la respuesta sísmica (Desplazamiento, Distorsión, Fuerzas cortantes) empleando del método modal espectral y método tiempo historia para edificaciones ubicadas en la zona de alta sismicidad en Perú.

La metodología dispone la aplicación de la Norma Peruana E.030 (vigente), para este caso se eligen 36 muestras, consistentes en edificaciones de 03, 06, 08 y 10 Niveles de concreto armado, que presentan las irregularidades en planta y altura (admisibles en Zona 4), y de uso común.

Luego de repasar la literatura respecto a los métodos de análisis modal espectral y tiempo historia, así como los considerandos para los mismos en la Norma Peruana E.030, se procede a efectuar el modelado en el software ETABS, configurando las dimensiones, cargas, materiales y envolventes de resultado, según el método empleado, siendo que en las últimas versiones del ETABS es posible realizar el análisis tiempo historia. En los resultados se encontró que, comparando las respuestas sísmicas al emplear el análisis tiempo historia (THE) y el análisis modal espectral (AME), estos sí varían según el tipo de irregularidad, obteniendo que los desplazamientos y distorsiones del THE son mayores respecto al AME (varían de 109% a 214%); y en los resultados de las fuerzas cortantes para edificaciones de 10 y 08 Niveles, los valores de THE son inferiores al AME (promedio del 76%), mientras que para edificaciones de 06 y 03 Niveles, los valores de THE respecto del AME oscilan entre 80% y 135%. Se concluyó que tanto el objetivo general y como los específicos se han cumplido en totalmente en la presente investigación.

Palabras claves: irregularidad estructural, respuesta sísmica, análisis modal espectral, análisis tiempo historia.

ABSTRACT

In this thesis work called "Comparative analysis of the spectral modal method and the time history method of the seismic response in reinforced concrete buildings with irregularities in plan and height in seismic zone 4", it is based on comparing, through a percentage ratio, the seismic response of various buildings with structural irregularities in plan and height applying the spectral modal analysis and time history analysis.

The objective is to compare the results of the seismic response (Displacement, Distortion, Shear Forces) using the spectral modal method and the time history method for buildings located in the area of high seismicity in Peru.

The methodology provides for the application of the Peruvian Standard E.030 (current), for this case 36 samples are chosen, consisting of buildings of 03, 06, 08 and 10 levels of reinforced concrete, which present irregularities in plan and height (admissible in Zone 4), and for common use.

After reviewing the literature regarding the methods of spectral modal analysis and time history, as well as the considerations for them in the Peruvian Standard E.030, the modeling is carried out in the ETABS software, configuring the dimensions, loads, materials and result envelopes, depending on the method used, since in the latest versions of ETABS it is possible to perform time history analysis. In the results, it was found that, comparing the seismic responses when using the time history analysis (THE) and the spectral modal analysis (SMA), these do vary according to the type of irregularity, obtaining that the displacements and distortions of the THE are greater with respect to the AME (vary from 109% to 214%); and in the results of the shear forces for buildings with 10 and 08 levels, the values of THE are lower than the AME (average of 76%), while for buildings with 06 and 03 levels, the values of THE with respect to the AME range between 80% and 135%.

It was concluded that both the general objective and the specific ones have been fully met in the present investigation.

Keywords: structural irregularity, seismic response, spectral modal analysis, time history analysis.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó debido a que en el ejercicio profesional realizamos diseños de edificaciones para vivienda, hoteles, locales comerciales, etc. en zonas de alta sismicidad de nuestro país. Un método muy empleado para el análisis sísmico es el análisis modal espectral, sin embargo, la normativa sísmica (E.030) también considera el análisis Tiempo - Historia como un procedimiento complementario de análisis. Ambos métodos pueden realizarse en un software de análisis como el ETABS que, dentro de sus bondades, incluye el espectro normalizado de la norma peruana sísmica. Esta tesis busca identificar si existe o no, una variación de los resultados producto del tipo de irregularidades estructurales. Estas irregularidades incrementan la incertidumbre de la respuesta esperada, aspecto que es necesario ampliar su estudio en zonas de alta sismicidad de nuestro país.

En el primer capítulo se plantea el problema, la formulación y la justificación de manera general de la propuesta de las edificaciones a evaluar, el objetivo principal de la investigación es comparar los resultados el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la respuesta sísmica en edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, y determinar que varían según el tipo de irregularidad. En el segundo capítulo se planteó el marco teórico en relación con la investigación, donde se efectuó análisis comparativos entre los análisis modal espectral y análisis tiempo historia de edificaciones Regulares y con Irregularidades en planta o elevación. En el tercer capítulo se realiza una revisión de la metodología para realizar los análisis sísmicos que se desean comparar, teniendo en cuenta lo dispuesto en la norma peruana E.030. En el cuarto capítulo se realiza una revisión de los resultados que son evaluadas mediante un ratio que, es el cociente porcentual del promedio de respuestas del análisis tiempo historia respecto del análisis modal espectral donde se determinó que si existe variaciones en las respuestas según el tipo de irregularidad. En el quinto capítulo se dieron a conocer las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Las configuraciones de las edificaciones se recomiendan que sean sencillas, simétricas, rectilíneas tanto en planta y elevación, con la finalidad de obtener un comportamiento de la estructura que resista las acciones de carga aplicadas, a este tipo de edificaciones se les denomina como ESTRUCTURAS REGULARES.

La edificación cuya configuración estructural que no sea sencilla y asimétrica en planta o elevación, se denominan ESTRUCTURAS IRREGULARES. La irregularidad significa mayor tiempo y dedicación en el análisis. La experiencia muestra que las edificaciones de configuración irregular rara vez muestran eficacia a comparación de las regulares, esto por la incertidumbre de su comportamiento y más cuando en una misma estructura pueden presentarse más de una irregularidad estructural.

La NTE E.030 valida, bajo ciertos requerimientos, los métodos de análisis sísmico que son: MÉTODO ESTÁTICO, MÉTODO DINÁMICO y TIEMPO-HISTORIA.

Se ha revisado en otras investigaciones de tesis, que se han analizado edificaciones de concreto armado (01 edificación de varios pisos) catalogadas como REGULARES, y hasta donde su pudo indagar, un sólo artículo que estudia, la comparación de los métodos modal espectral y tiempo historia, de una edificación irregular de concreto, basado en la Norma E.030-2003 (que a la fecha ha tenido cambios ampliándose los requerimientos entre ellos la IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL), empleando un único registro sísmico (Lima 1974), por lo que, considero necesario ampliar los estudios sobre este tema, para conocer sobre la respuesta sísmica utilizando, por ejemplo, otros registros sísmicos como el de Ocoña 2001 o como el de Ica 2007, que propicio cambios en la normatividad E.030 -2003.

Actualmente, en la práctica del análisis sísmico se observa que, entre los aspectos que influyen en los resultados de la respuesta sísmica, se encuentran el sistema estructural empleado, la altura de la edificación, la estructuración del edificio, el tipo de irregularidad de la edificación, entre otros. Siendo este último con mayor diversidad por los factores que la norma E.030 vigente al 2021, así lo indican.

Es por ello que se pretende, a través de un estudio comparativo de los métodos dinámico modal espectral y Tiempo – Historia, mostrar al diseñador estructural, el procedimiento y obtención de la respuesta sísmica (Desplazamiento, distorsión y cortante de entrepiso) considerando cada una de las diversas irregularidades, en planta y elevación considerados en las Tablas N°08 y N°09 de la NTE E.030 vigente al 2021, aportando con mayor información documentada y detallada de los cálculos para edificaciones con diversas irregularidades, y con ello, difundir el uso del análisis tiempo-historia (con fines de verificación) empleando un software, que también fue actualizándose, el ETABS.

1.2 Formulación del problema

Interrogante principal

¿Cuál es la comparación de la respuesta sísmica de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021?

Interrogantes secundarias

- ¿Cuál es la comparación de los desplazamientos laterales de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021?

- ¿Cuál es la comparación de las distorsiones de las edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021?
- ¿Cuál es la comparación de las fuerzas cortantes de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021?

1.3 Justificación del problema

Desde el punto de vista científico

Los diseñadores o proyectistas estructurales contarán con mejor alcance el impacto que genera las irregularidades definidas en las Tablas N°08 y N°09 de la NTE E.030 -2019, una vez que se suscita el sismo, en comparación con el método más empleado en simulación sísmica, el método modal espectral.

Lo que pretende en la presente investigación, es cuantificar la influencia (ratio) porcentual en cada tipo de irregularidad estructural en planta y altura de edificaciones comunes en la zona de alta sismicidad (Zona 4) en el Perú, empleando una comparación entre el método modal espectral y Tiempo – Historia asistido por un software (actualizado) de análisis y diseño estructural, en este caso el ETABS; toda vez que en anteriores investigaciones se han tratado edificaciones regulares (01 muestra única) y con normativas sísmicas peruanas no vigentes (versiones 2003 y 2006), cuyas conclusiones no necesariamente podrían ser respuestas documentadas a la interrogante principal de la presente, considerando que los cambios en la normatividad E.030 vigente, estuvo influenciada por el terremoto en Pisco del 2007 y por investigaciones sobre la irregularidad estructural que datan del 2011.

Desde el punto de vista social

En nuestro país, el sector con más frecuencia de construcción de inversión privada son las viviendas, hoteles, oficinas, restaurantes y que dadas sus condiciones arquitectónicas alcanzan, en su mayoría, alturas mayores a 03 niveles para contar con mayor área techada, este tipo de edificaciones son agrupadas en la NTE E.030 como edificaciones de categoría C (Edificaciones comunes), y donde con mayor probabilidad se presentan irregularidades estructurales.

Anteriores estudios han realizado la comparación de edificaciones regulares y/o una sola edificación que presenta alguna irregularidad en planta o altura, por lo que la presente investigación contribuiría a que los profesionales dedicados al diseño estructural cuenten con información comparativa de las respuestas sísmicas en edificaciones de concreto armado con cada una de las irregularidades estructurales de la NTE E.030 vigente al 2021, comparando el análisis sísmico empleando el método de análisis modal espectral (usado mayormente) que emplea un espectro de diseño normalizado, con el análisis tiempo historia (usado con rara frecuencia) que emplea un espectro en base registros sísmicos históricos.

Desde el punto de vista económico

La mejora de los métodos de diseño sísmico permitirá contar con infraestructuras con menos daños, aun cuando tuviesen irregularidades, logrando un impacto positivo en la economía de la población, pues el nivel de seguridad estructural será mayor, así como la inversión económica tendrá pérdidas mínimas ante un eventual evento sísmico severo.

Así, el presente estudio permitirá a los profesionales, dedicados al diseño de edificaciones, contar con un mayor conocimiento documentado y actualizado sobre las respuestas sísmicas al utilizar el método de análisis modal espectral comparándolo con el análisis tiempo historia.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Comparar la respuesta sísmica de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Comparar los desplazamientos laterales entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia en edificaciones de concreto armado con irregularidades en Zona sísmica 4, 2021.
- Comparar la distorsión de entrepiso entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia en edificaciones de concreto armado con irregularidades en Zona sísmica 4, 2021.
- Comparar la fuerza cortante en la base, entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia en edificaciones de concreto armado con irregularidades en Zona sísmica 4, 2021.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

- En Ricalde Estrada, 2019 en su tesis “*Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador-2019*” que tiene por objetivo realizar el análisis dinámico comparativo modal espectral y análisis dinámico tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada Villa El Salvador-2019, señala entre sus conclusiones que se determinó que los desplazamientos laterales obtenidos en el análisis dinámico tiempo historia posee una variación de 20% en dirección X y 47% en dirección Y, además las derivas del análisis tiempo historia tienen una ratio de variación de 20% en dirección X y 47% en dirección Y, y las fuerzas cortantes poseen una ratio de variación de 67% en dirección X y 60% en dirección Y.

En dicha tesis, se analiza una edificación de concreto armado pero donde la estructura tiende a trabajarse con factor de regularidad igual a uno.

- En Espinoza & Quinto (2018) señalan en su tesis “*Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018*”, cuyo objetivo es realizar el estudio comparativo de respuestas sísmicas entre el método dinámico modal espectral y tiempo historia sobre la estructura de una edificación alta de 16 pisos, analizar y determinar las variaciones de los resultados en porcentajes uno respecto al otro método, en donde en entre sus conclusiones indica que los valores obtenidos por el método tiempo historia superan al método modal espectral, variando en un 20% tanto las derivas, desplazamientos y fuerzas laterales.

En dicha tesis, se analiza una edificación de concreto armado, pero con factor de regularidad igual a uno, tanto en planta como altura.

- En Olaza, 2015 en su tesis “*Análisis comparativo entre el método espectral y el método de tiempo historia, para la obtención de ratios de desplazamientos laterales en edificaciones, Perú - 2012*”, cuyo objetivo principal fue obtener Ratios de desplazamientos laterales mediante el análisis comparativo entre el método Espectral y el método Tiempo Historia en edificaciones peruanas, Al discutir sus resultados indica que al realizar una envolvente de los ratios de desplazamiento, se muestra que el método tiempo historia da valores mayores al espectral, en algunos casos valores son más del 150%, significando que los desplazamientos por el método espectral debe de ampliarse para el caso estructuras aporticadas de concreto armado, además para las estructuras de 10, 09 y 08 pisos, el ratio máximo de los desplazamientos laterales es cuando se utiliza el registro del Ica, mientras que para las estructuras de menores a 08 pisos el ratio máximo corresponde al registro de Nazca, pero la edificación de 05 pisos tiene los mayores Ratios. Finalmente, una de las conclusiones es que el método espectral da menores valores de desplazamiento lateral, que los obtenidos con el método tiempo historia, con Ratio por encima del espectral, que en un caso se llegó a tener un ratio comparativo del 247% para sistemas aporticados.

El modelo estructural hipotético empleado por el autor es REGULAR, con la normatividad E.030 vigente del 2016.

- En la investigación Sandoval Ballarte et al., s.d. titulada “*Análisis dinámico estructural comparativo (modal espectral vs tiempo historia) de una edificación de concreto armado*” se tuvo como

objetivo analizar un edificio de 25 niveles con 2 sótanos, cuyo uso es supuesto destinado para oficinas, con un Espectro basado en la N.T.E. 030-2003, y se comparó con un análisis dinámico Tiempo-Historia, con un registro sísmico de Lima 74 normalizado. Se utilizó el programa ETABS 6.21. Como conclusiones se indica que del análisis modal espectral los cortantes obtenidos han resultado mayores en comparación con el análisis tiempo-historia normalizada, y para este último, la distorsión fue menor.

El modelo presenta dos irregularidades (masa y geométrica vertical) donde el factor de irregularidad no se discrimina por el tipo (en planta o altura), ello en razón de la vigencia de la normatividad en el periodo de estudio. En opinión del investigador, dado el tiempo transcurrido de aquella investigación y los cambios surgidos en la normatividad E.030 hasta el 2021, esto podría haber influenciado o no en el margen de los resultados obtenidos.

- En la tesis Padilla Quincot, 2010 titulada “*Propuesta para considerar la irregularidad estructural en la resistencia lateral de las estructuras en el Perú*” cuyo objetivo fue desarrollar una propuesta de cálculo para la reducción del factor R considerando diferentes tipos y niveles de irregularidad. Se estudiaron 20 edificios irregulares peruanos bajo esta propuesta. Entre las conclusiones que se puede resaltar indica que utilizar sólo el valor de 0.75 para estructuras irregularidades nos cierra posibilidades de análisis cuyos resultados son fáciles de aplicar. Entonces podemos tener más confianza en nuestros métodos de diseño y predecir mejor el desempeño de las estructuras ante eventos sísmicos.

En opinión a la investigación hecha, puedo manifestar mi concordancia sobre la conclusión referenciada, pues considerando la normativa sísmica vigente, al asignar valores y criterios

diferentes para identificar el tipo la irregularidad, la influencia que podría tener en la respuesta sísmica también se espera, sea diferente y que no esté ligada necesariamente en proporción al factor de irregularidad empleado, incluso cuál de ellos (por su configuración) tiene resultados más dispersos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Análisis estructural sísmico

En Muñoz, 2020 indica, para estructuras regulares, el análisis puede hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes (Ejemplo: fuerza sísmica en dirección X se denomina V_x , y en dirección Y se denomina V_y).

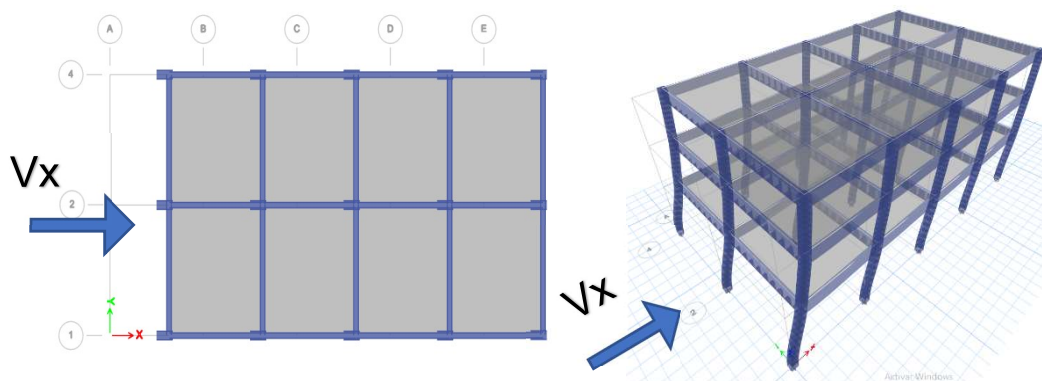


Figura 1. Acción del sismo en edificación regular.

Podríamos decir entonces que, para una edificación con el mismo sistema estructural en ambas direcciones ortogonales, los valores de fuerza sísmica, en cada dirección, son numéricamente iguales.

Para estructuras irregulares se supone que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

Para estructuras irregulares es necesario usar las orientaciones que produzcan los resultados más exigentes en cuanto a deformaciones globales (giros, derivas, etc.) y también las orientaciones que produzcan las mayores exigencias de fuerzas internas para cada componente o eje sismorresistente (RNE-E.030, 2019).

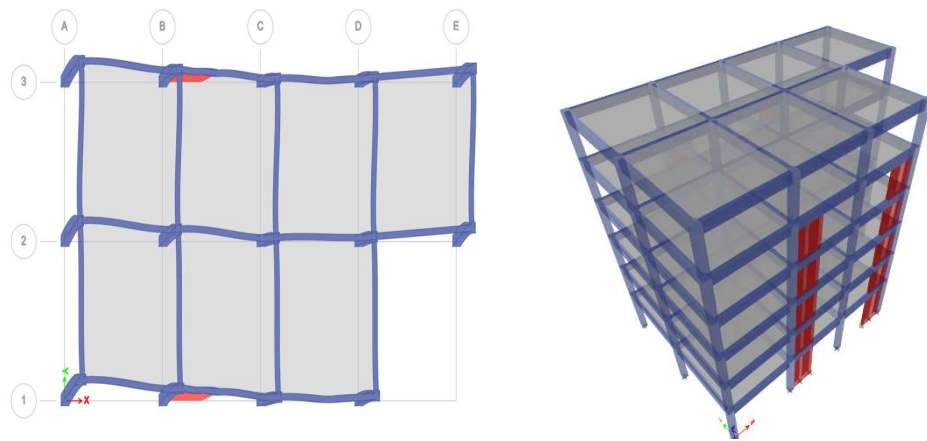


Figura 2. Deformación de una edificación irregular por acción del sismo. Observamos que la edificación presenta asimetría en ambos ejes, ocasionando que las deformaciones, por el efecto torsional, sean numéricamente diferentes en cada eje.

2.2.2. Análisis modal espectral (A.M.E.)

En el análisis modal espectral la determinación del efecto debido a la superposición de todos los modos sólo puede ser hecha de forma aproximada combinando (ya no superponiendo) las respuestas o participaciones modales. El procedimiento establece que se deben calcular los efectos modales para la respuesta que se desee: desplazamientos, fuerzas globales, efectos locales en los elementos, y combinarlos siguiendo diversos criterios (Pique del Pozo & Scaletti Farina, 1991).

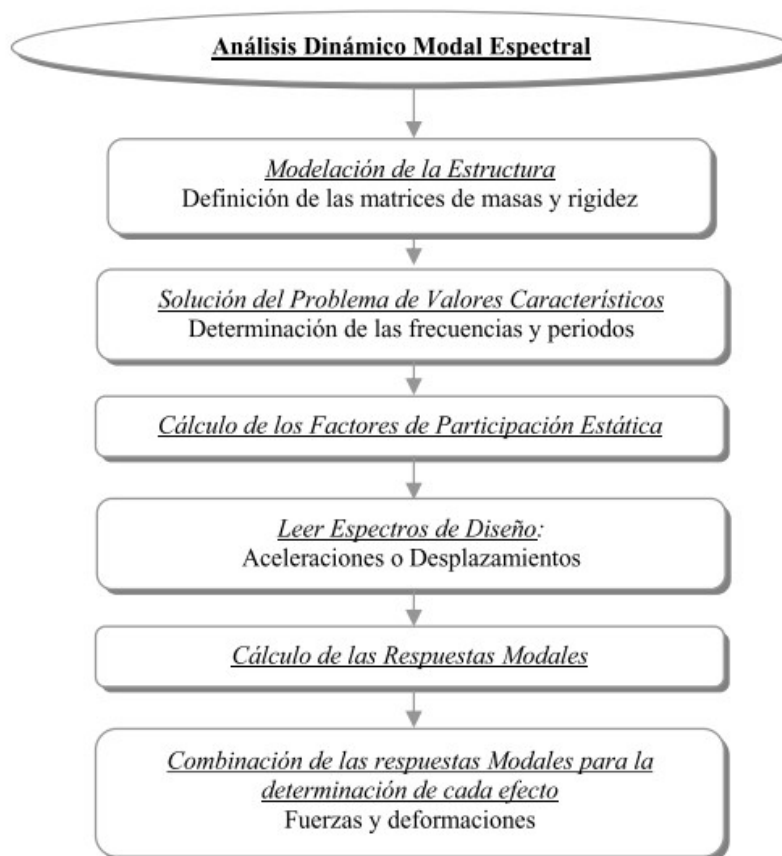


Figura 3. Diagrama de Flujo de la secuencia de cálculo del A.M.E.

• Zonificación

Según Art 10.1 de la norma E.030, el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas (Figura 2). La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Dentro de la normativa se adjunta un anexo que contiene en forma detallada la asignación del parámetro de zonificación por provincias (según regiones).



Figura 4. Mapa zonificación sísmica de Perú. El factor Z se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excesiva en 50 años.

- **Condiciones geotécnicas**

En Muñoz, 2020 según Art. 12.1.1 Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (V_s), alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de N_{60} los obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (S_u) para suelos cohesivos.

Tabla 1.

Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_S	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Nota: Extraído de la tabla N°02 de la Norma E.030

- **Parámetros de sitio (S, T_p, T_L)**

En Muñoz, 2020 el factor S se interpreta como un factor de modificación de la aceleración pico del suelo para un perfil respecto al perfil que estemos identificando por sus condiciones geotécnicas. El valor de T_p corresponde al extremo de la plataforma horizontal (del espectro), y T_L define el inicio de la zona espectral con desplazamiento constante.

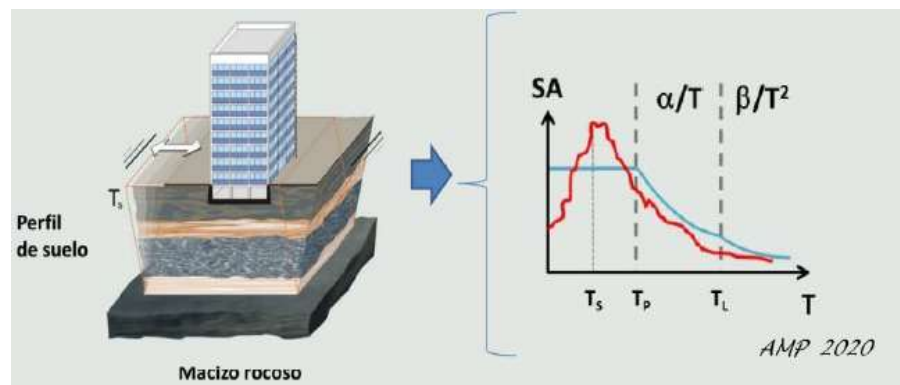


Figura 5. Perfil de suelo y espectro de aceleraciones. Extraído de Muñoz, 2020.



- **Categoría de la edificación**

Según RNE-E.030, 2019 para establecer la categoría de una edificación, se considera varios aspectos, como la importancia del edificio, la cantidad de personas que podría albergar y hasta su

importancia para la ciudad, como es el caso de las edificaciones que forman parte de los sistemas masivos de transporte.

En Art. 15 de la RNE-E.030 (Muñoz, 2020) Cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usa según la clasificación que se haga.

Tabla 2. Categoría de las edificaciones según Norma E.030

Categoría	Gráfica	Factor U
A1	<p>A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.</p> 	<p>Zona 4 y 3, aislamiento en la base.</p> <p>Zona 1 y 2, mínimo U= 1.5</p>
A2	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	<p>1.5</p>

B	<p>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.</p> <p>También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1.3
C	<p>Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.</p>	1
D	<p>Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.</p>	Criterio proyectista



- **Sistema Estructural de Concreto**

La norma (RNE-E.030, 2019) considera cuatro tipos de sistemas estructurales en concreto armado: El sistema de pórticos, el de muros estructurales, el sistema dual y el sistema de muros de ductilidad limitada. Los tres primeros tipos se identifican de acuerdo al porcentaje de la fuerza cortante en la base del edificio que toman los pórticos y los muros estructurales.

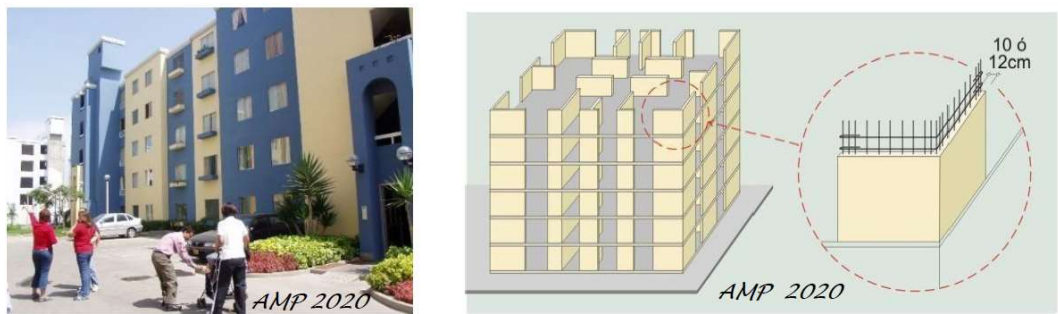


Figura 6. Sistema estructural de muros de ductilidad limitada. Extraído del texto Muñoz, 2020

La normatividad establece un criterio a fin de determinar el tipo de sistema estructural en base al porcentaje tomado o absorbido por las columnas y/o placas con las cuenta la edificación, siendo los siguientes:

- ✓ Si la fuerza cortante tomada por las columnas es mayor o igual al 80 % de la fuerza total, la estructura califica como sistema de pórticos.
- ✓ Si la fuerza cortante que toman los muros (placas) es mayor o igual al 70 % del cortante total, la estructura califica como sistema de muros.
- ✓ En cambio, si la fuerza que toman las columnas es un valor entre el 30% y 80 % de la fuerza total, el sistema califica como dual.

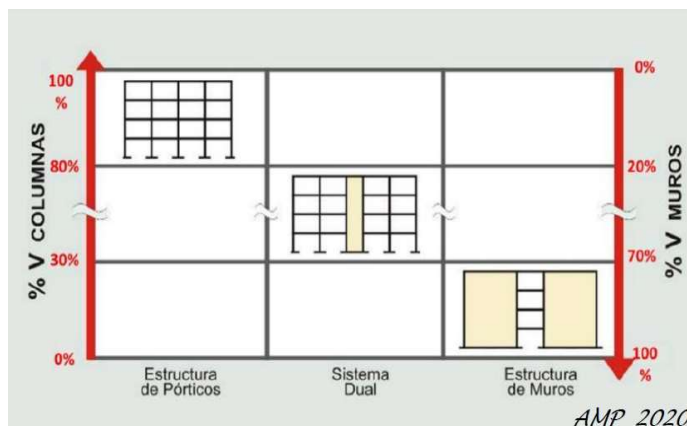


Figura 7. Esquema Sistema Estructural vs Cortante absorbido. Extraído del texto Muñoz, 2020

- **Regularidad Estructural**

Según RNE-E.030, 2019 las estructuras regulares no tienen discontinuidades físicas significativas en su configuración vertical, en planta o en su sistema resistente a fuerzas laterales; estas están formadas por marcos planos con o sin contra-venteo vertical, con o sin muros estructurales, paralelos o casi paralelos, ligados entre sí en todos sus entrepisos a través de sistemas de piso con resistencia y rigidez suficiente para hacer que todos los marcos y muros trabajen en conjunto para soportar las fuerzas laterales debido al sismo o viento, para proporcionar a la estructura, la rigidez suficiente y evitar así el pandeo, en conjunto bajo cargas verticales; como también todos los marcos deben ser simétricos y todas las columnas de un entrepiso deberán tener la misma altura aunque haya entrepiso con diferente altura.

La regularidad o irregularidad estructural está determinado por la composición arquitectónica tanto en planta como en altura y la configuración de la estructura, la que está definida por la localización de los elementos resistentes, es decir, muros, columnas, sistemas de piso, elementos no estructurales, aberturas, masas, etc. (Muñoz, 2020).

Es necesario calificar toda edificación como regular e irregular con el fin de establecer el procedimiento de análisis apropiado, determinar el coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas (R) y eventualmente descalificar una estructura irregular para su uso de acuerdo a la importancia y ubicación de la edificación. Por estas razones, la Norma E.030 establece, entre otras exigencias, que las edificaciones Esenciales deben ser regulares y que las edificaciones Comunes no deben tener irregularidades extremas.

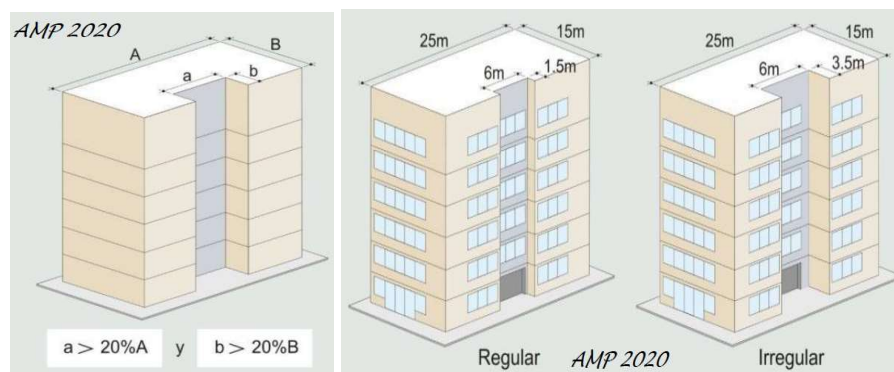


Figura 8. Ejemplo gráfico comparativo de edificación Regular e Irregular (Esquinas Entrantes). Extraído del texto Muñoz, 2020

El Art. 19 Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- ✓ Cumplir las restricciones de la Tabla N° 10.
- ✓ Establecer los procedimientos de análisis.
- ✓ Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

Las Estructuras Regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9. En estos casos, el factor I_a e I_p es igual a 1,0.

Las Estructuras Irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

Tabla 3. Irregularidades Estructurales en Altura

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_{0i}
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 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.</p>	0,75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) 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.</p>	0,50
<p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad de Masa o Peso 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.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Nota: Extraído de RNE-E.030, 2019

Tabla 4. Irregularidades estructuras en planta

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del 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 misma condición de carga (Δ_{prom}).</p> <p>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.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).</p> <p>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.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes 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.</p>	0,90
<p>Discontinuidad del Diafragma 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.</p>	0,85
<p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Nota: Extraído de RNE-E.030, 2019

- **Espectro de diseño**

Para contar con el espectro de diseño, según Art. 29.2.1. dice: Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo- aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

La Norma no establece un valor mínimo para la aceleración espectral; siendo que el valor de C varía según el periodo de vibración. La norma establece un valor mínimo para la fuerza cortante en la base del edificio correspondiente a la proporcionalidad respecto al análisis dinámico modal, debiendo ser de mínimo 80% para estructuras regulares y 90% para estructuras irregulares.

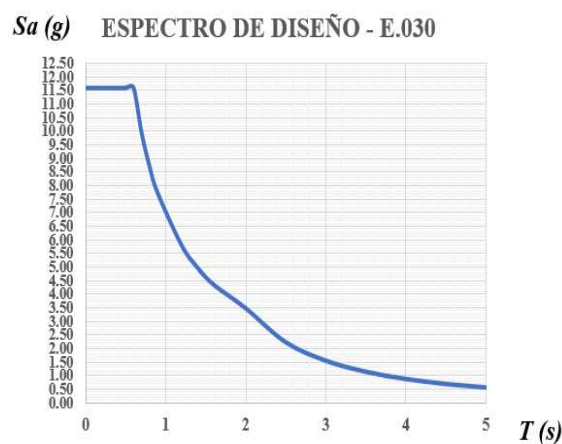


Figura 9. Ejemplo de Espectro de Diseño

2.2.3. Análisis tiempo-historia (A.T.H.)

El análisis tiempo historia se realiza en base a registros sísmicos representativos del lugar en el cual se ubicará el edificio. Estos registros deben ser espectro-compatibles. Es decir, que el espectro formado por cada registro sea compatible con el espectro de diseño propuesto por la norma. El análisis se realiza sometiendo al edificio al registro sísmico.

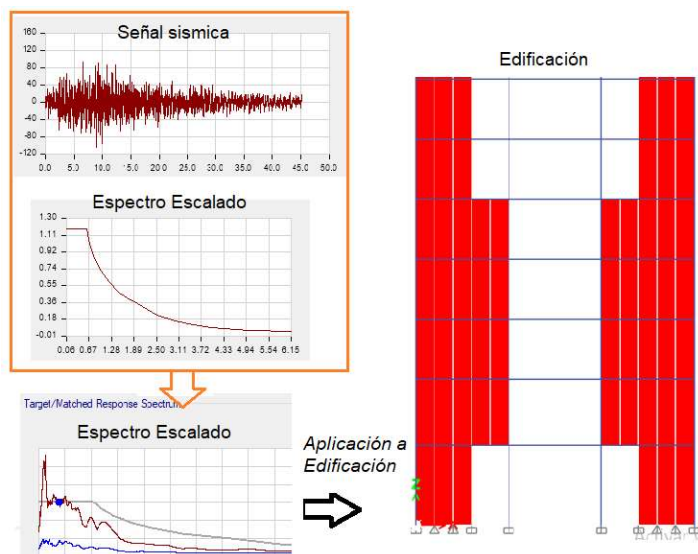


Figura 10. Secuencia de aplicación de registro sísmico

Se escalará el sismo, para expresar los resultados del análisis en el caso de sismos frecuentes (el análisis tiempo-historia de la norma no contempla a sismos frecuentes sino a sismos raros $T_r=500$ años) (Quispe Cartolin, 2021).

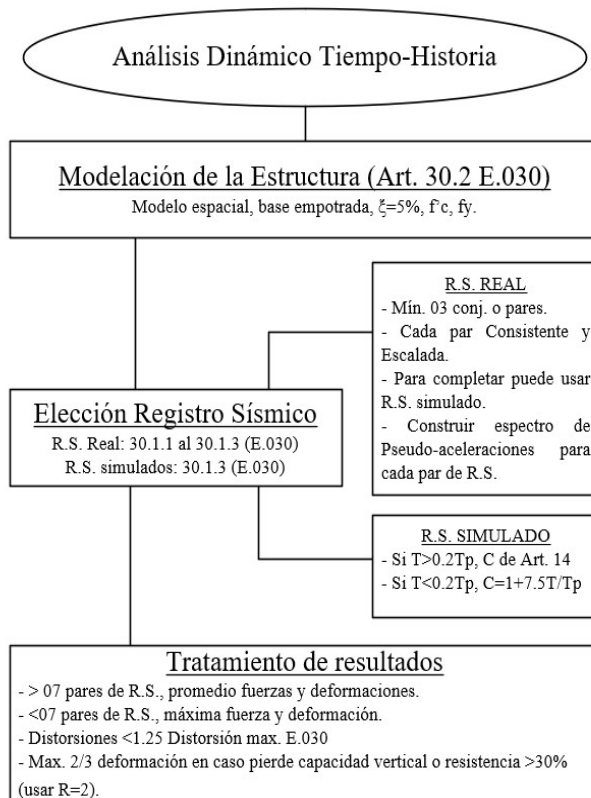


Figura 11. Diagrama de Flujo de la secuencia de cálculo del A.T.H.

- **Registro de Aceleraciones**

Se deben emplear al menos 3 registros de aceleración, cada uno de los cuales contiene la historia de aceleraciones del suelo en dos direcciones perpendiculares.

Es necesario que los registros tengan un contenido de frecuencias representativo de las condiciones locales y del sismo máximo considerado. En caso de no contar con registros de movimientos reales, la norma permite el uso de registros simulados. La Norma establece que el espectro PROMEDIO SRSS de todos los registros supere o iguale el espectro elástico de la Norma ($R = 1$) en el rango de 0.2 a 1.5 veces el periodo fundamental del edificio. Para satisfacer este requisito se deben emplear factores de amplificación iguales para ambas componentes de cada registro o se pueden emplear señales “simuladas”, procesadas para hacerlas espectros compatibles. La siguiente figura muestra los espectros de respuesta SRSS de 3 registros espectro compatibles. (Alfaro Alfaro, 2019).

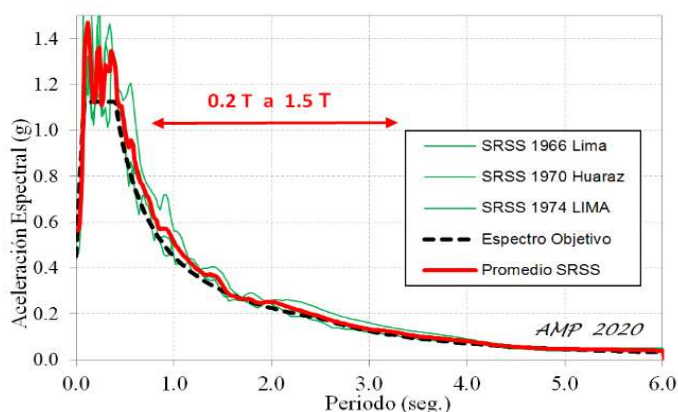


Figura 12. Espectro de aceleración Nota: Se emplean 03 espectros de respuestas de aceleraciones, promediándolas. La norma establece se supere o iguale el espectro elástico en el rango de 0.2T a 1.5T (T =Periodo del edificio). De Muñoz, A. (2020).

2.2.4. Respuesta sísmica de edificios

De acuerdo a RNE-E.030, 2019 se puede obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para 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.

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

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

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

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

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

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

- **Distorsión de entrepiso o Deriva**

Las derivas de entrepiso resultan del cociente entre el desplazamiento relativo y la altura de entrepiso de cada nivel. (Alfaro Alfaro, 2019).

- **Desplazamiento lateral**

Los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico (RNE-E.030, 2019).

- **Fuerza cortante de entrepiso**

Las edificaciones durante los sismos sufren movimientos en la base de la edificación. Ésta se considera como fuerzas distribuidas en los diferentes niveles de la edificación, la fuerza distribuida en la base de la estructura es mayor que la fuerza distribuida en el último piso de la edificación como se observa en la gráfica de las fuerzas cortantes. (Alfaro Alfaro, 2019).

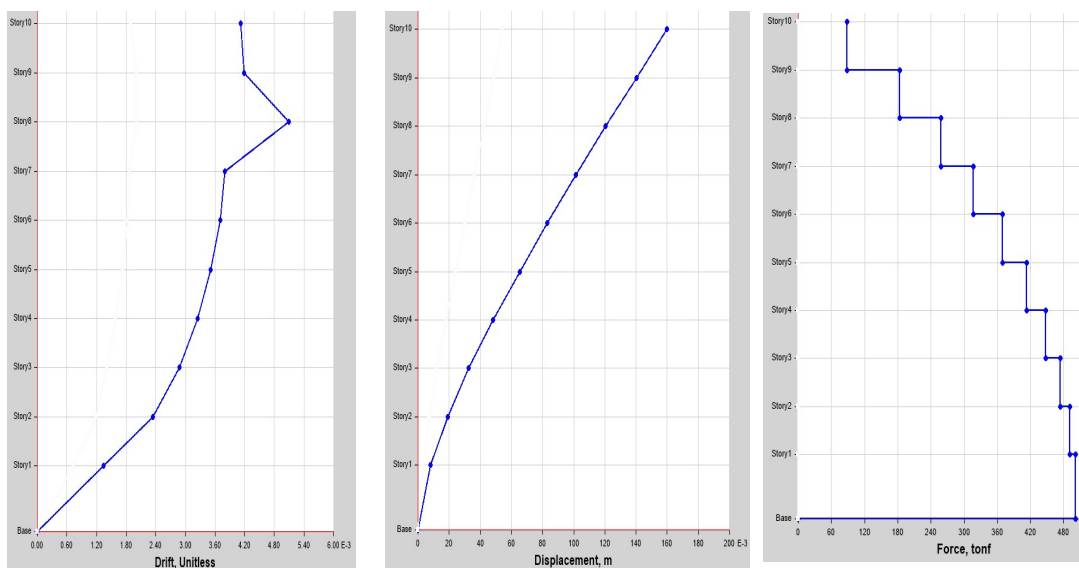


Figura 13. Obtención de Deriva (m/m), desplazamiento (m) y Cortante (tn) del ETABS.

2.3. Definición de conceptos

Fuerza Cortante estático en la base

En el caso del análisis lineal estático la fuerza cortante total (V) en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

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. (Muñoz, 2020).

Período fundamental

Es el tiempo que se demora una estructura de edificación en culminar el primer movimiento sísmico. Es el período de vibración más alto e importante que posee la estructura, la que posiblemente cause daños a la estructura. (Alfaro Alfaro, 2019).

Al emplear un software de cálculo para el análisis modal espectral, se observa que el periodo fundamental, es la que resulta de tener la mayor masa de participación en la dirección de análisis.

Modos de vibración

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas. En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, tomando por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (RNE-E.030, 2019).

Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ
1	1.623	0	0.8683	0	0.8683	0
2	0.754	0.044	0	0.044	0.8683	0.6804
3	0.652	0.6567	0	0.7007	0.8683	0.0452
4	0.534	0	0.0879	0.7007	0.9562	0
5	0.307	0	0.0254	0.7007	0.9816	0
6	0.208	0	0.0101	0.7007	0.9917	0
7	0.185	0.0086	0	0.7093	0.9917	0.1557
8	0.154	0.1518	0	0.8611	0.9917	0.0074
9	0.154	0	0.0045	0.8611	0.9962	0
10	0.128	0.0169	0	0.878	0.9962	0.0006
11	0.12	0	0.0021	0.878	0.9983	0
12	0.097	0.0107	0	0.8887	0.9983	0
13	0.097	0	0.001	0.8887	0.9993	0
14	0.087	0.0016	0	0.8903	0.9993	0.0684
15	0.081	0	0.0004	0.8903	0.9998	0
16	0.071	0	0.0002	0.8903	0.9999	0
17	0.065	0.0719	0	0.9623	0.9999	0.0016

Figura 14. Obtención del periodo fundamental y participación de masas

Factor de escalamiento (feD)

Para el análisis modal espectral se debe usar el espectro sin límite inferior y los resultados de fuerzas internas que se obtengan de la superposición espectral se deben escalar para garantizar que la fuerza cortante en la base del edificio sea igual o mayor al valor mínimo que la norma establece. Esta fuerza cortante mínima está en función del valor obtenido del método estático, para el cual sí se debe considerar el valor mínimo de C/R. (Muñoz, 2020).

La norma E.030 en el art. 29.4.1 establece que la fuerza cortante en el primer entresijo de un edificio, obtenida del análisis modal espectral, debe ser como mínimo el 80% o el 90 % del valor obtenido con el método estático, dependiendo si la estructura es regular o irregular respectivamente. Para cumplir este requisito sólo es necesario escalar las fuerzas internas. No se deben escalar los desplazamientos ya que este es un requisito de resistencia lateral mínima y no de rigidez. (Muñoz, 2020).

Estructuras Regulares

$$f_{eD} = \frac{0.8 V_e}{V_d}$$

Estructurales Irregulares

$$f_{eD} = \frac{0.9 V_e}{V_d}$$

Donde:

Ve : Cortante análisis estático

Vd : Cortante análisis dinámico (AME)

Peso

Se deberá procurar que la edificación tenga el menor peso posible, pues mientras mayor sea la masa, mayores serán las fuerzas sísmicas sobre el edificio. Además, la distribución de peso por cada piso debe ser similar para que el comportamiento y la manera de vibrar del edificio no se altere demasiado. El edificio en cuestión consta de dos departamentos iguales por piso y esto se repite en cada nivel, por lo tanto, la diferencia en masa por piso es muy pequeña. (Gallegos Vicente, 2018)

Rigidez

Uno de los principales objetivos del diseño de una edificación es disminuir y limitar los desplazamientos laterales de la edificación que son los causantes de la mayor parte de los daños producidos por un evento sísmico. La Norma de Diseño Sismorresistente E.030, limita los desplazamientos de entrepiso de las edificaciones de concreto armado a un valor máximo de 0.007.

La opción escogida para limitar los desplazamientos de entrepiso es el uso de muros de corte como sistema estructural, estos otorgan rigidez lateral y toman las cargas de gravedad. Adicionales a los muros, otros elementos como vigas y columnas se unirán a la estructura para formar así pórticos. (Gallegos Vicente, 2018)

Diafragma rígido

En general, para considerar que una losa se comporta como diafragma rígido se debe asegurar que la relación de las dimensiones en planta no sea mayor que 1:4. (Gallegos Vicente, 2018).

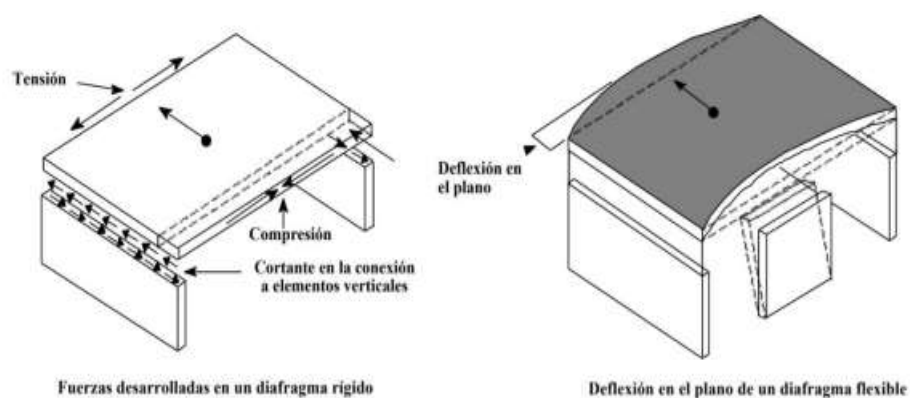


Figura 15. Comportamiento rígido y flexible del diafragma. Extraído de “Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud”, por la Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 2000.

Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel, se considera como 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles (RNE-E.030, 2019).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la respuesta sísmica en edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, los desplazamientos laterales de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.
- Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la distorsión de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.
- Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la fuerza cortante de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.

3.2. Operacionalización de Variables

3.2.1. Identificación de la Variables independientes

Método modal espectral

Método Tiempo Historia modal

3.2.1.1. Indicadores

Variable independiente 1: Análisis modal espectral.

- Zona
- Uso
- Categoría
- Suelo
- Sistema estructural

Variable independiente 2: Análisis tiempo historia.

- Aceleraciones del sismo

3.2.1.2. Escala para la medición de la variable

Razón o proporción

3.2.2. Identificación de la variable dependiente

Respuesta sísmica de edificaciones irregulares en planta y altura.

3.2.2.1. Indicadores

Desplazamiento lateral

Distorsión

Fuerza cortante de entrepiso

3.2.2.2. Escala para la medición de la variable

Razón o proporción.

3.2.3. Variables intervinientes:

Irregularidad estructural. El modelo comparado tiene el mismo tipo de irregularidad sea en planta o altura.

Altura y Número de pisos. Cada estructura fue definida con la misma altura así también el mismo número de pisos.

Estructuración. El tipo de edificación analizada tiene las mismas secciones de columnas, vigas y muros estructurales.

3.3. Tipo de Investigación

Correlacional, ya que se relacionarán los sismos y la respuesta sísmica de la estructura.

3.4. Nivel de Investigación aplicada

El nivel de investigación es Relacional toda vez que se relacionará las respuestas sísmicas (desplazamiento, distorsión de entrepiso, fuerza cortante en la base) comparando los resultados de análisis modal espectral y tiempo historia.

3.5. Diseño de Investigación

Diseño correlacional

3.6. Ámbito y tiempo social de la investigación

El ámbito de investigación son las edificaciones de concreto armado con irregularidad estructural según la norma E.030 vigente al 2021.

3.7. Población y/o muestra

3.7.1. Unidad de Estudio

Esta investigación analizara edificaciones de 03, 06, 08 y 10 Niveles.

3.7.2. Población

La población de estudio son las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona sísmica 4, según la normatividad E.030 vigente al 2021.

3.7.3. Muestra

La muestra es deliberada o por juicio ya que fueron seleccionadas a conveniencia del autor para alcanzar los objetivos planteados. Es así que, se seleccionaron 36 edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona sísmica 4 de uso común y en suelo intermedio, con irregularidades estructurales en planta y altura según norma E.030.

Todas las edificaciones analizadas tienen un área de 240m² en el primer nivel, teniendo entre 03, 06, 08 y 10 Niveles de altura. No se consideraron irregularidades extremas en razón de la Tabla N°10 de la E.030.

Tabla 5.

Categoría y regularidad de las edificaciones

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Nota: Extraído de RNE-E.030, 2019

3.8.Procedimiento, técnicas e instrumentos

3.8.1. Procedimiento

- Se realizará el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia a las muestras realizadas según lo establecido en la Norma E.030.
- Luego de cumplir los parámetros establecidos en la normativa, se evaluará la respuesta obtenida para luego interpretar.

3.8.2. Técnicas

La técnica de recolección empleada es la observación experimental, ya que se investigará sobre la respuesta sísmica en edificaciones de concreto armado empleando los métodos de análisis sísmico: modal espectral y tiempo – historia, con ello se logrará profundizar sobre el comportamiento estructural.

3.8.3. Instrumentos

El instrumento empleado es la ficha de registro de datos, en el que se ingresarán los resultados obtenidos de respuesta sísmica a unas tablas, tal como la distorsión, desplazamiento lateral y fuerza cortante, para luego calcular la diferencia porcentual del método de análisis tiempo historia respecto del análisis modal espectral.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1.Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Definición de la estructura

Las edificaciones son de concreto armado de 03, 06, 08 y 10 Niveles con irregularidades estructurales en planta y altura de uso común.

Las propiedades resistentes del concreto son:

$$\text{Resistencia del concreto} \quad f'c = 21 \text{ MPa}$$

$$\text{Peso específico del concreto} \quad \gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Módulo de elasticidad del concreto (NTE E.060 Art. 8.5.1)} \\ E_c = 23168.34 \text{ MPa}$$

$$\text{Coeficiente de Poisson del concreto } \mu = 0,20$$

La sección de las columnas dependerá de la altura y el cumplimiento de la distorsión admisible (<0.007 para A.M.E. y <0.00875 para T.H.).

La sección de vigas fue de 25x60cm en la Dirección Global X y 25x65cm en la Dirección Global Y.

Los Muros de Corte o Placas de Espesor $t=25\text{cm}$ con longitud que dependerá del análisis de distorsiones.

La losa aligerada de concreto de altura 20cm (típica).

Figura 16. Ingreso de propiedades de material concreto

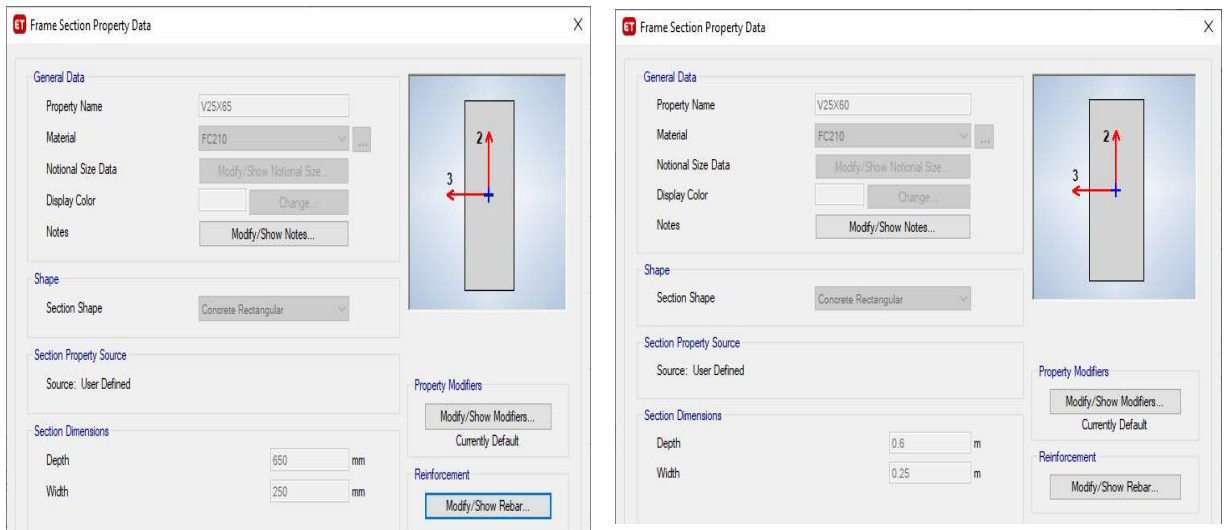


Figura 17. Definición de sección Viga 25x65 y 25x60

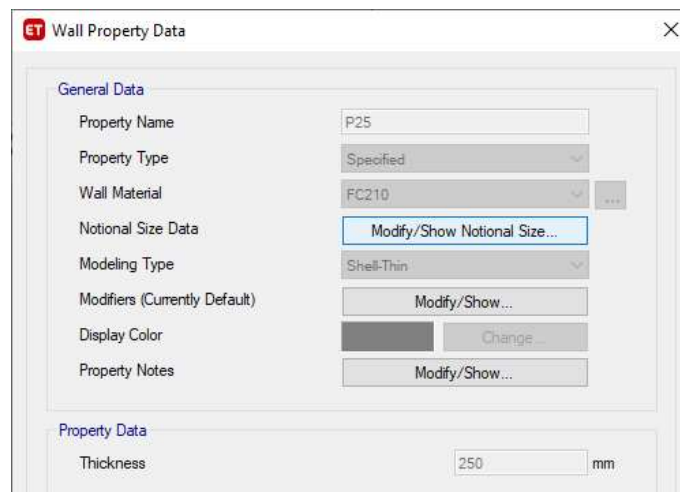


Figura 18. Definición de Muro de corte (t=25cm)

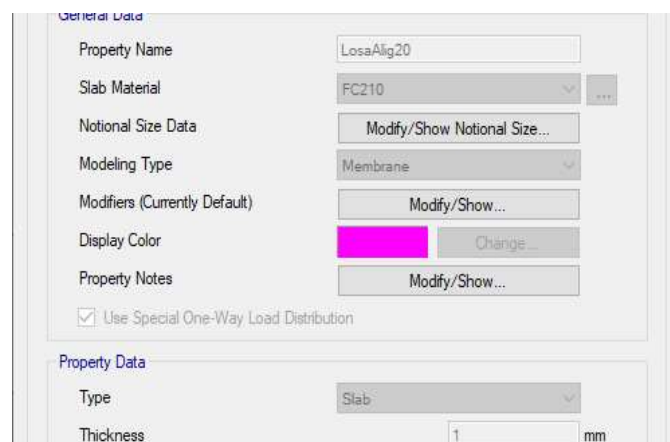


Figura 19. Definición de Losa aligerada

A manera de ejemplo se muestra la estructura de 10 niveles con irregularidad por discontinuidad del diafragma.

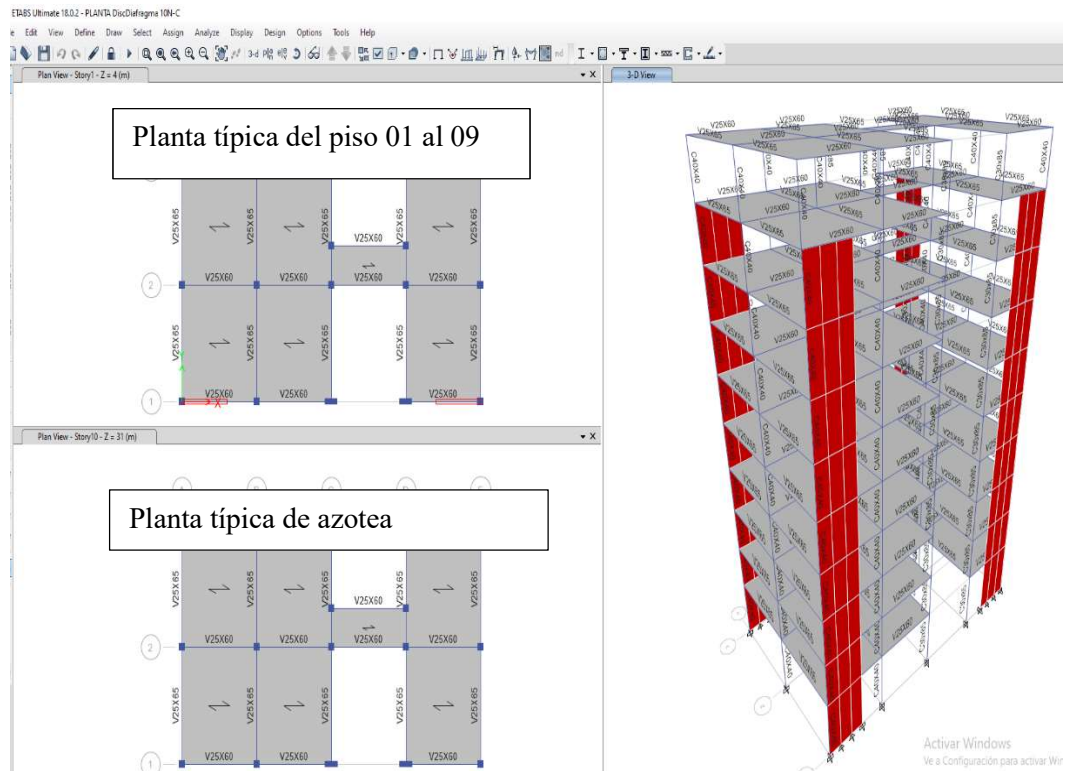


Figura 20. Ejemplo de Modelado tridimensional en ETABS

4.1.2. Definición de acciones gravitacionales y laterales.

- Cargas

Cargas Muertas: Tabique = 0.40 y 0.125 tn/m² en entrepisos
0.025 tn/m² en azoteas

Losa aligerada = 0.30 tn/m²

Acabados = 0.10 tn/m²

Cargas Vivas: Entrepisos = 0.20 tn/m², Azotea = 0.15 tn/m²

- Excentricidad accidental.

Considerado el 5% de la dimensión perpendicular a la dirección de análisis (0.05 Ly).

- Participación de masas (estimación del peso).

De acuerdo a la normatividad Art. 26, se consideró el 100% de las cargas muertas y el 25% de las cargas vivas de entepiso y azotea.

A continuación, se presentan las 36 muestras de manera gráfica.

4.1.2.1. Muestras de Edificaciones de 03 Niveles

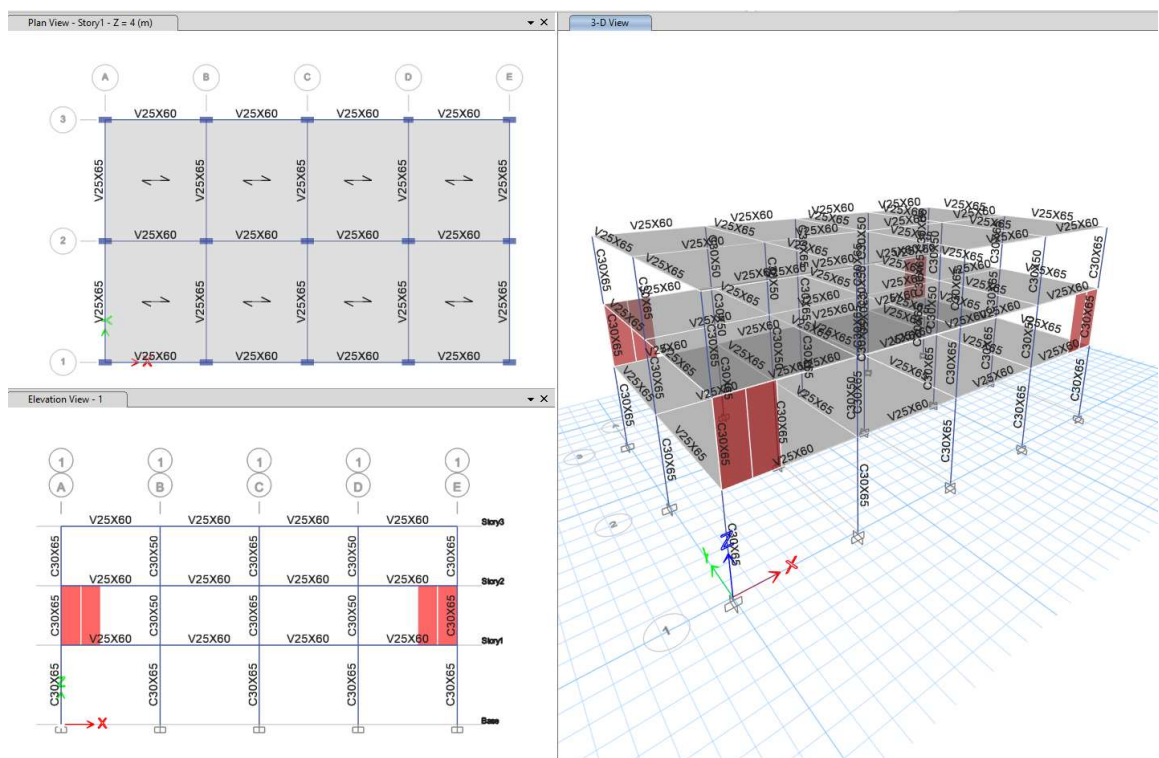


Figura 21. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (03 N.)

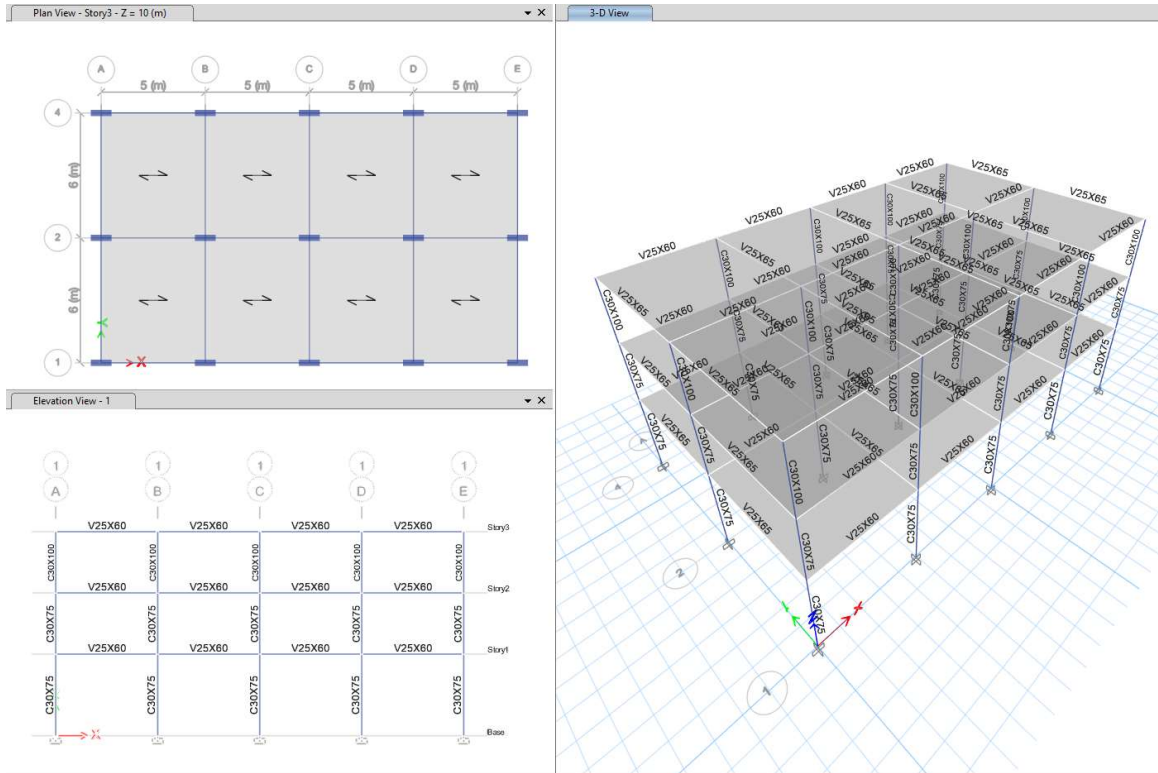


Figura 22. Irregularidad de Resistencia – Piso débil (03 N.)

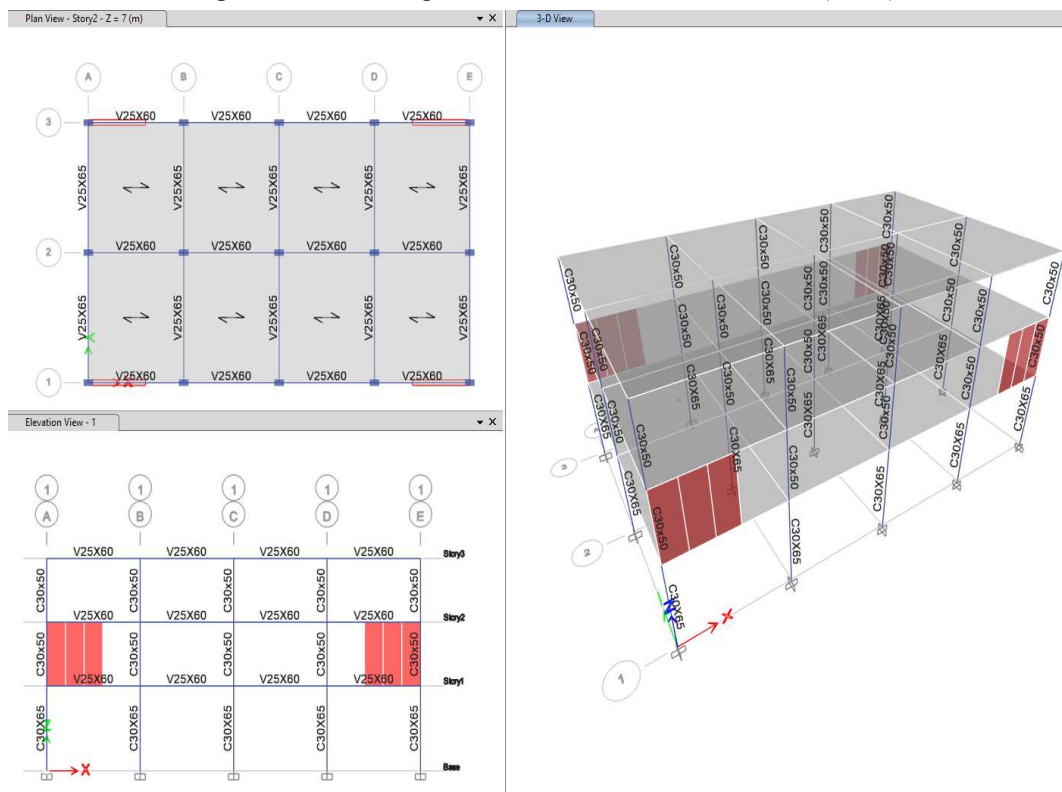


Figura 23. Irregularidad de Masa o peso (03 N.)

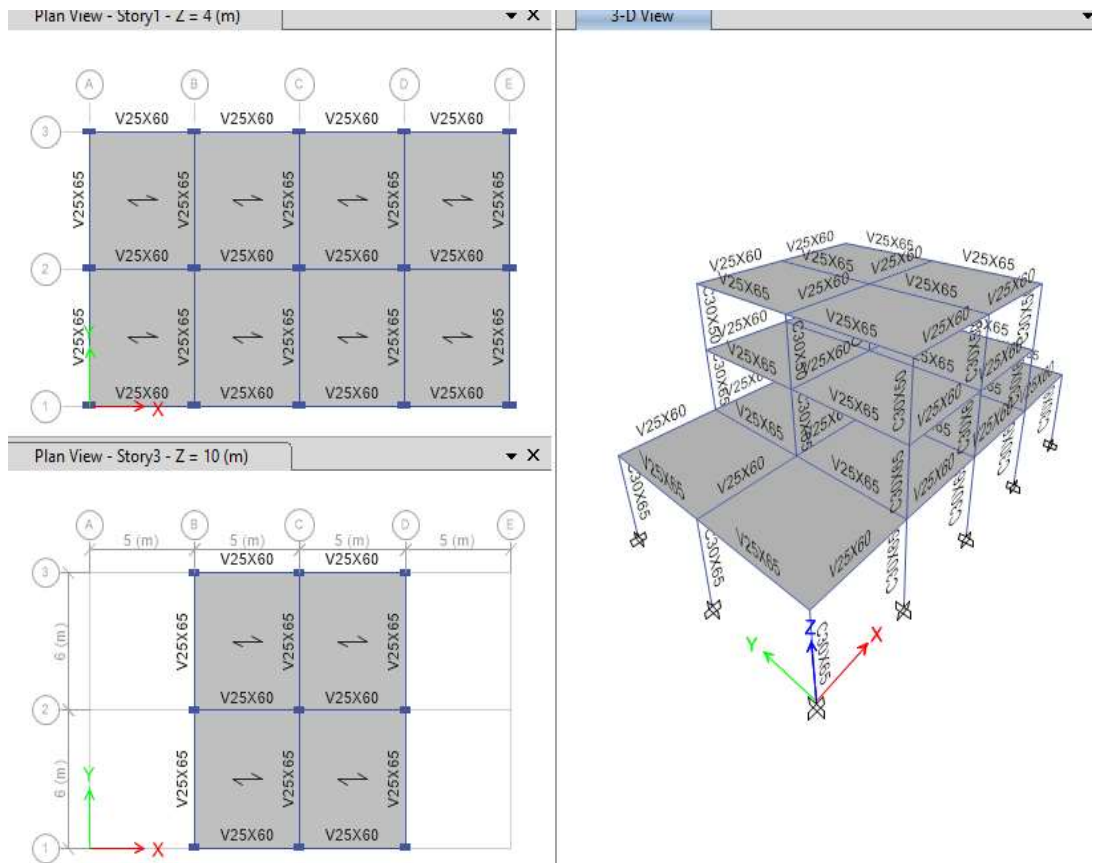


Figura 24. Irregularidad geométrica vertical (03 N.)

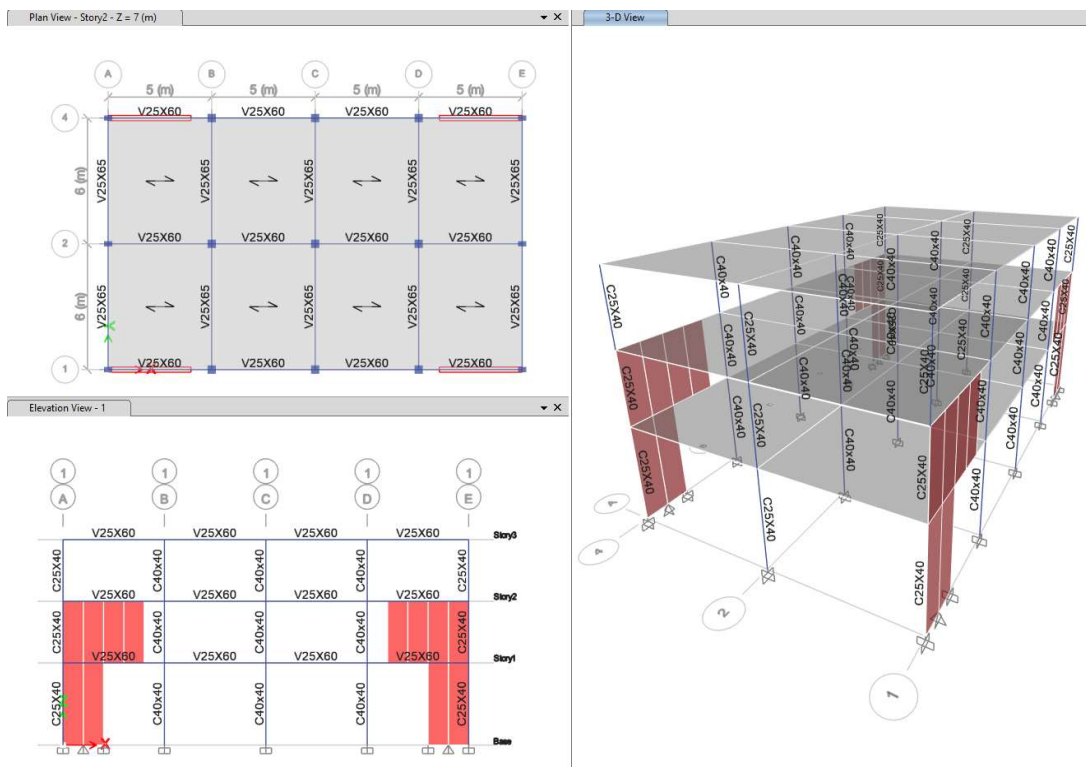


Figura 25. Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (03 N.)

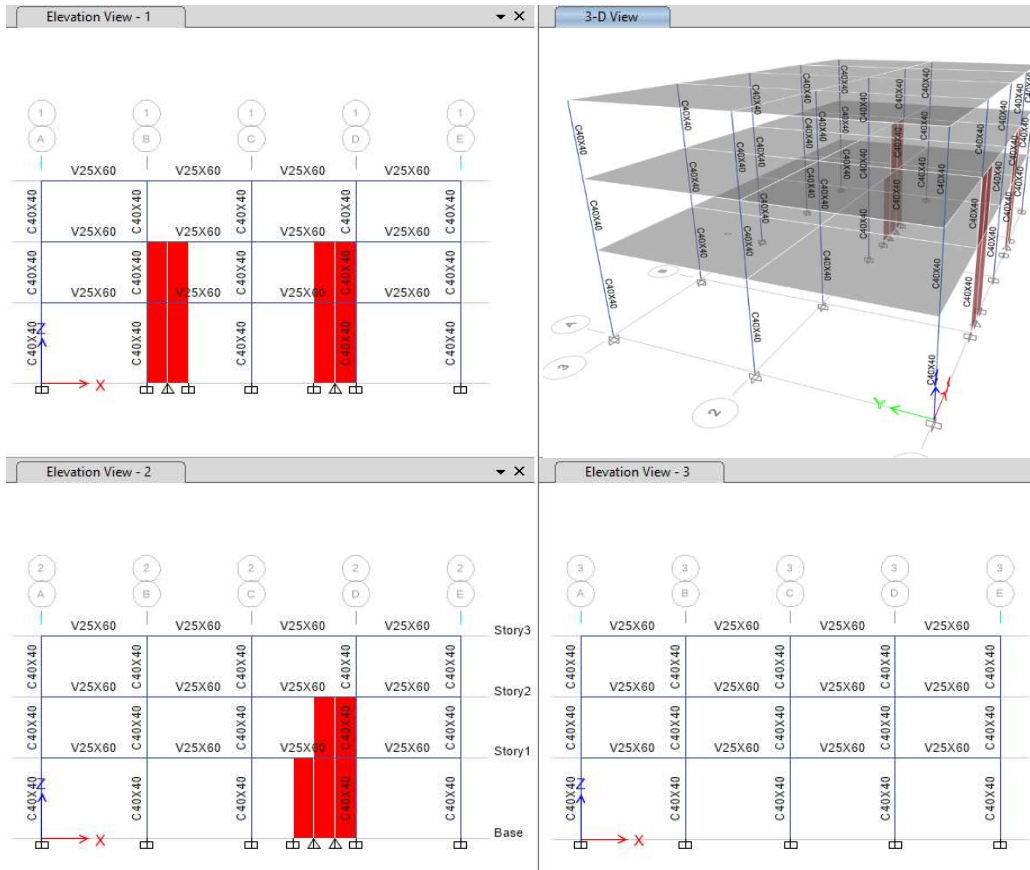


Figura 26. Irregularidad Torsional (03 N.)

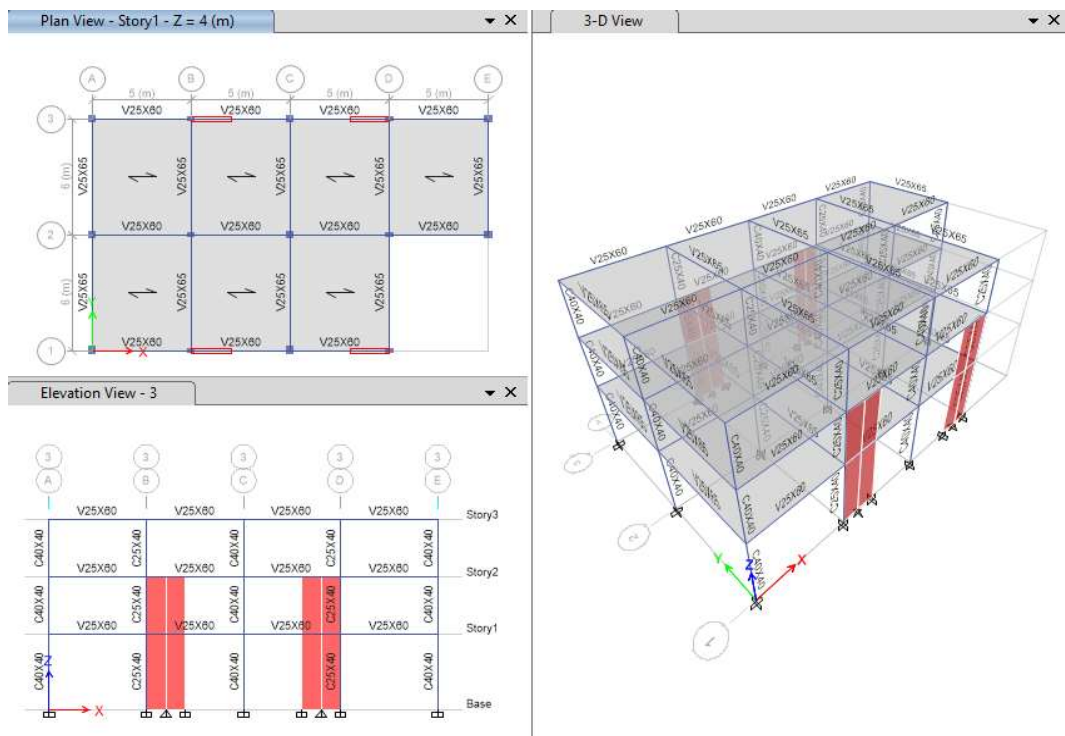


Figura 27. Irregularidad por esquinas entrantes (03 N.)

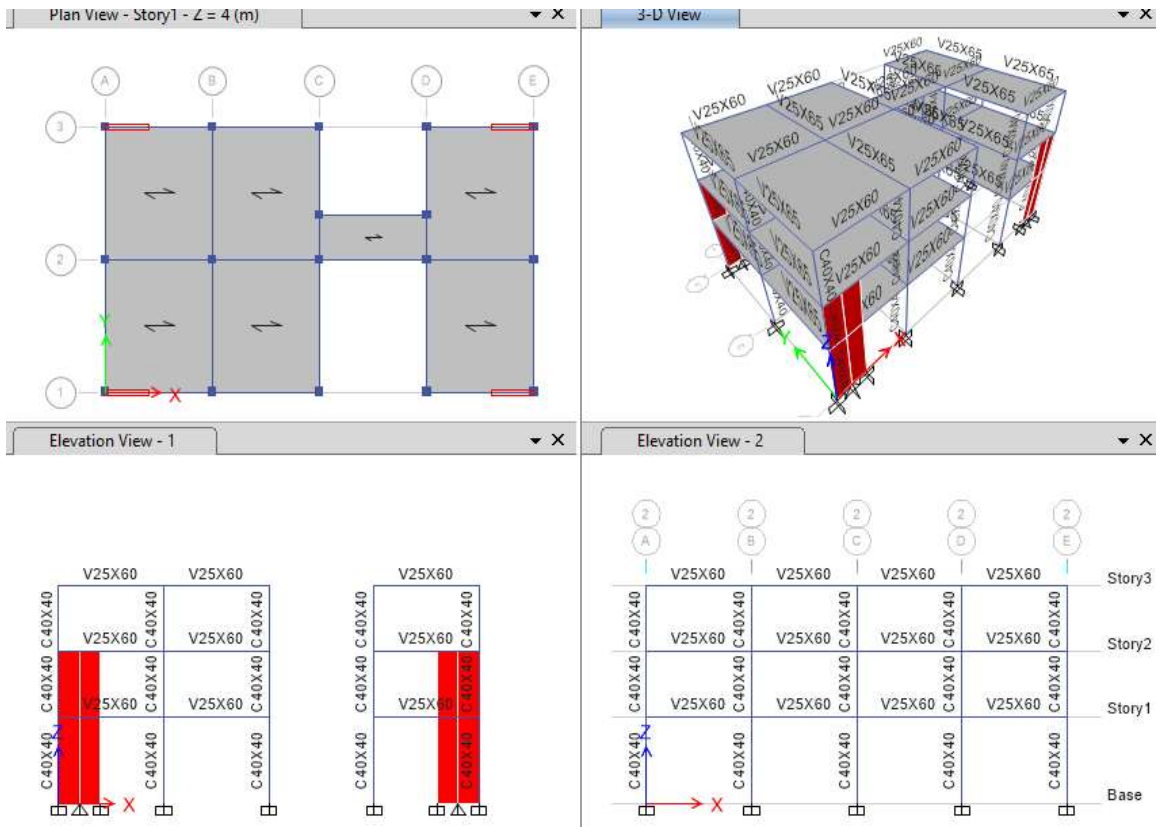


Figura 28. Irregularidad por discontinuidad del diafragma (03 N.)

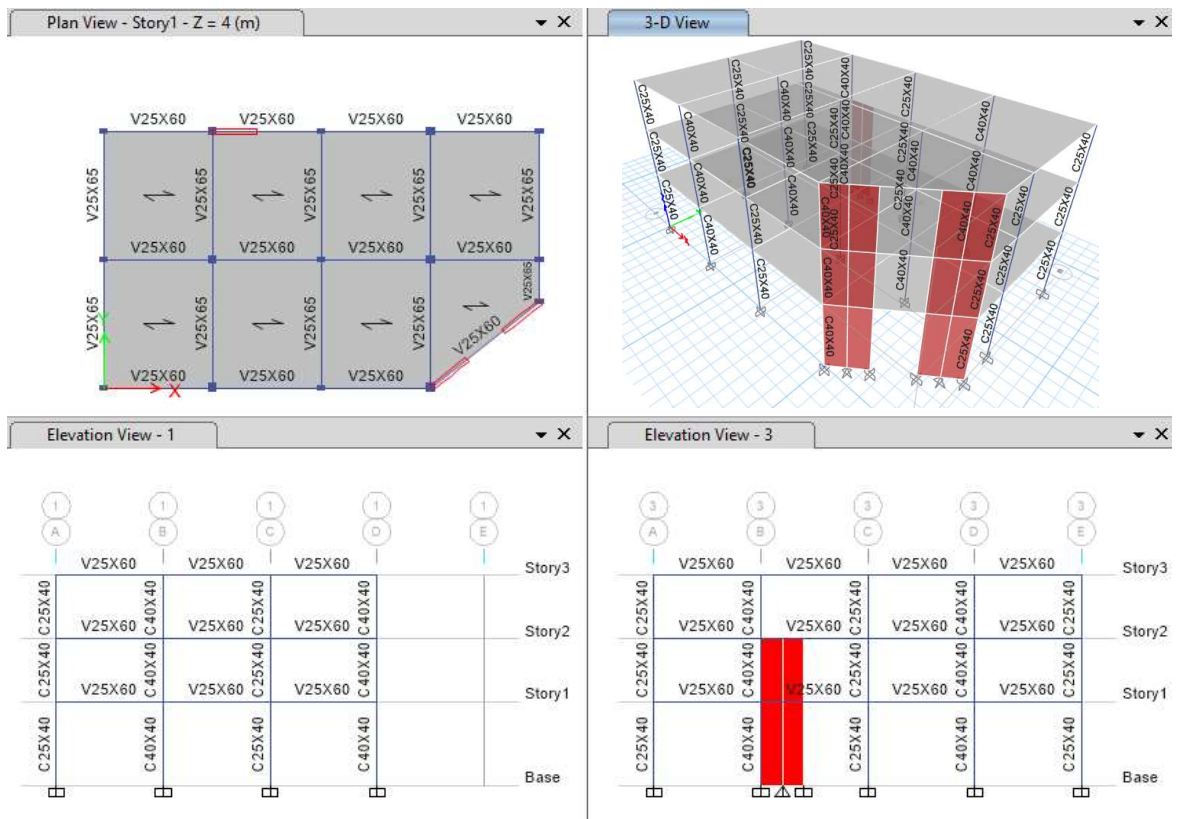


Figura 29. Irregularidad de sistemas no paralelos (03 N.)

4.1.2.2. Muestras de Edificaciones de 06 Niveles

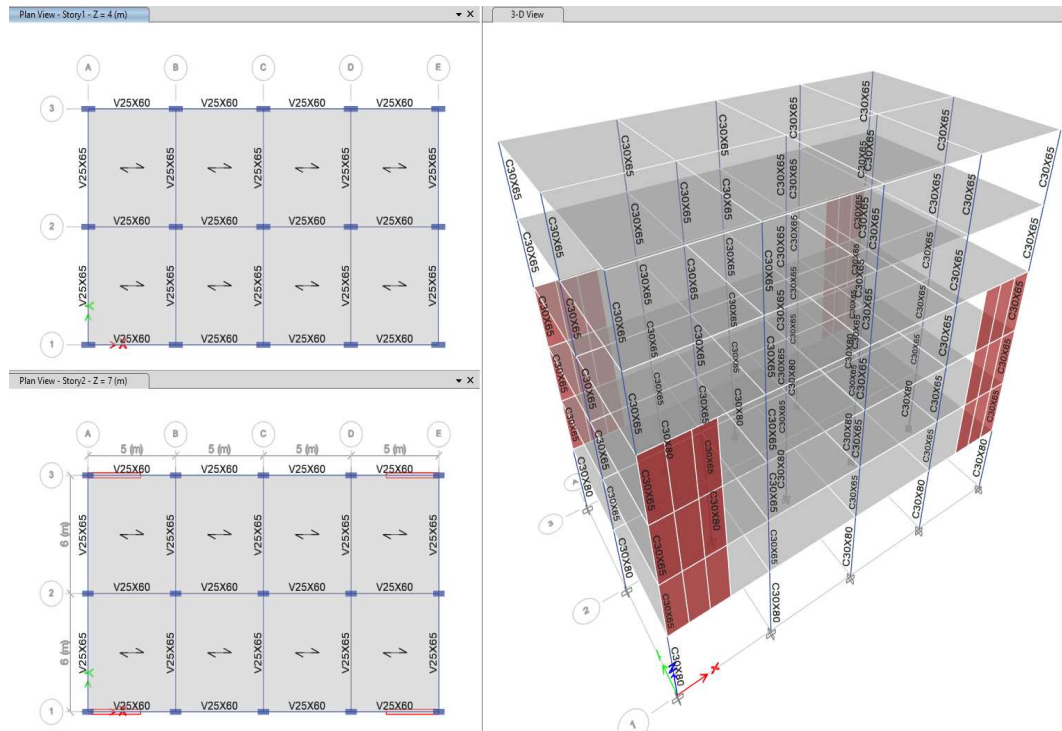


Figura 30. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (06 N.)

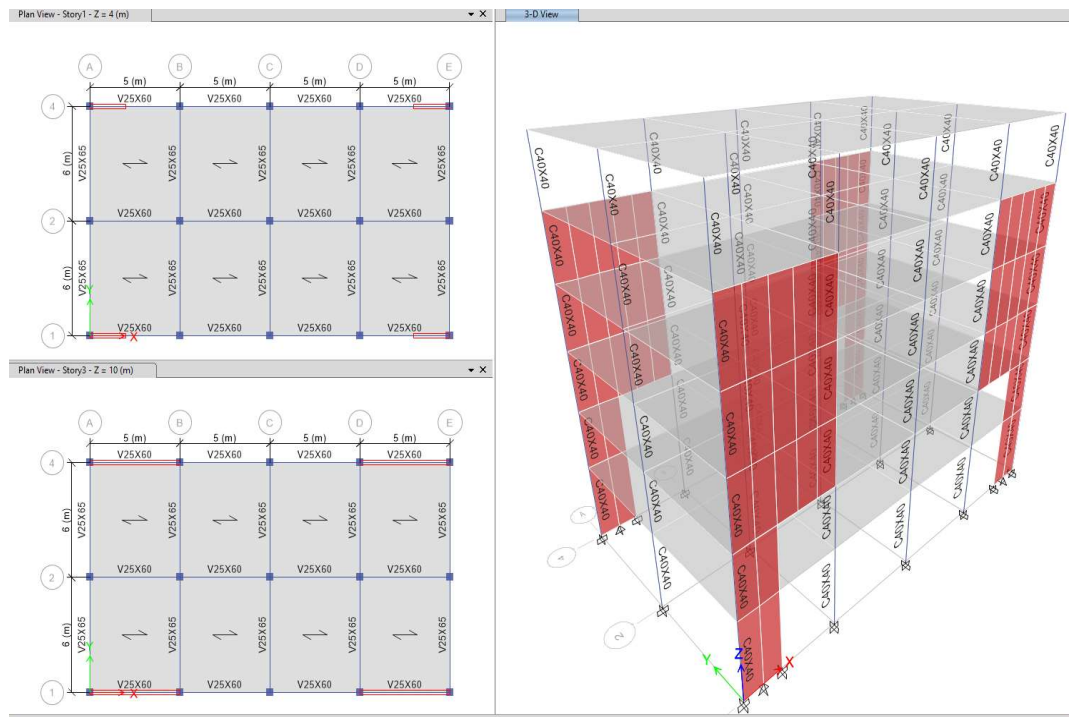


Figura 31. Irregularidad de Resistencia – Piso débil (6 N.)

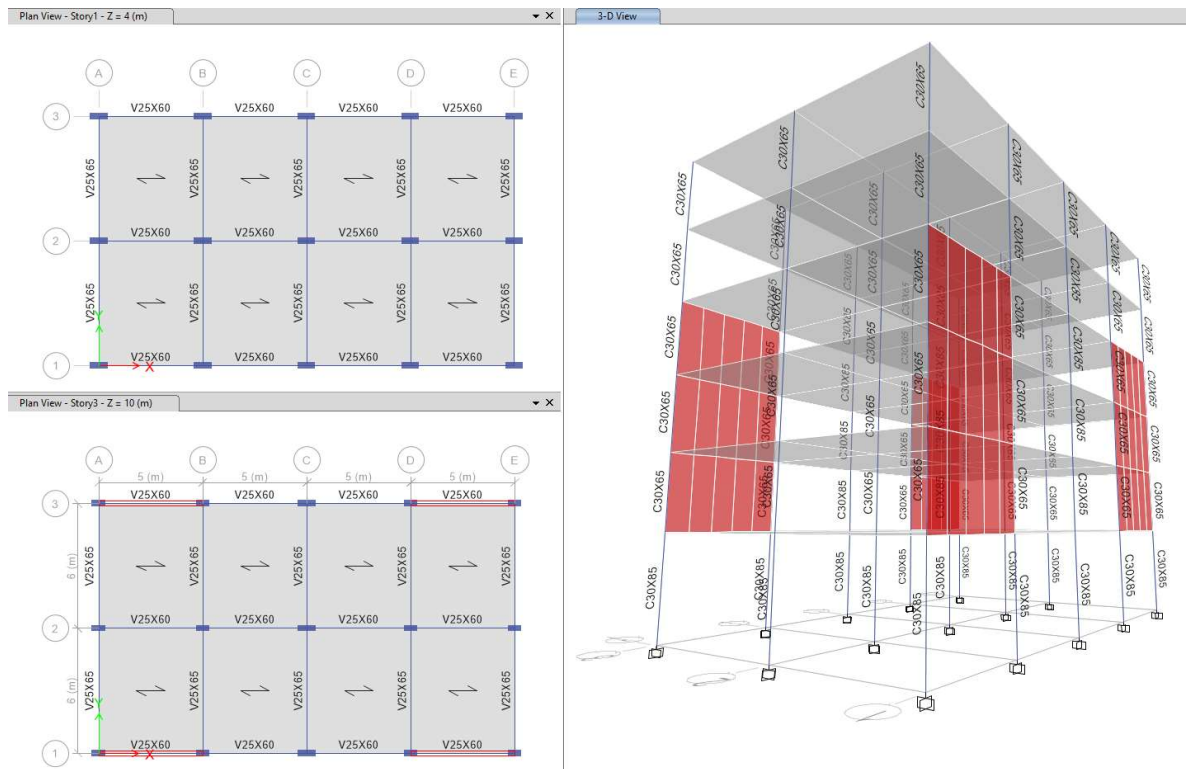


Figura 32. Irregularidad de Masa o peso (6 N.)

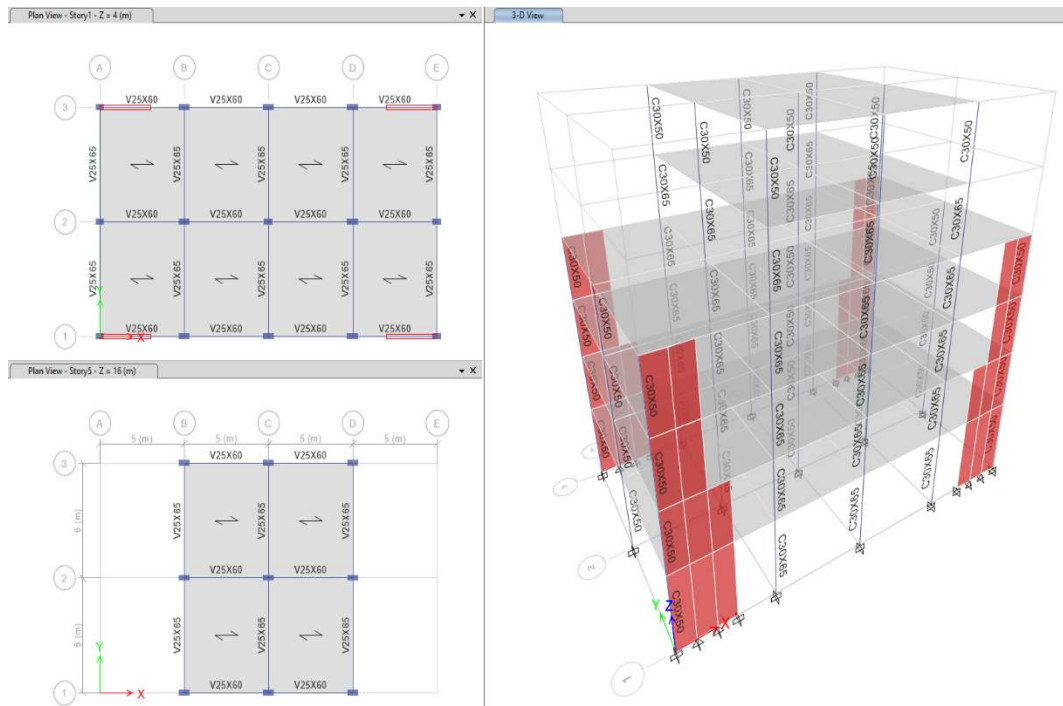


Figura 33. Irregularidad geométrica vertical (6 N.)

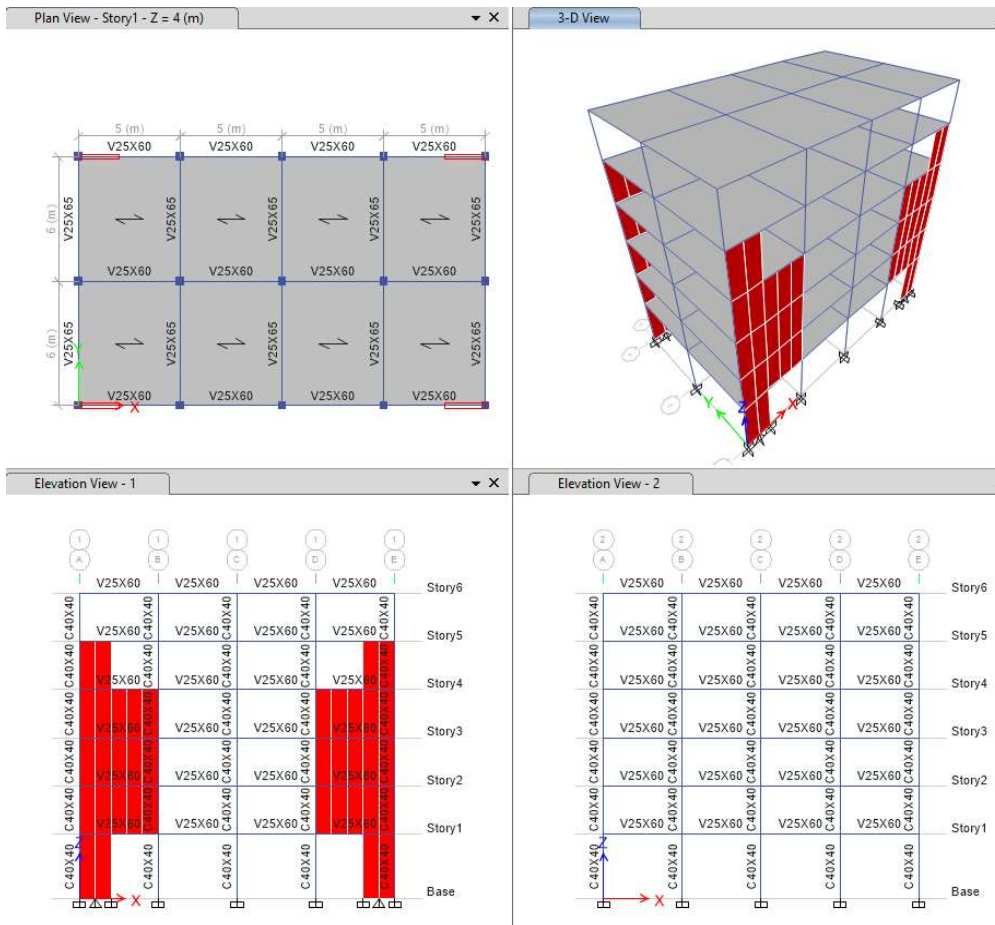


Figura 34. Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (6 N.)

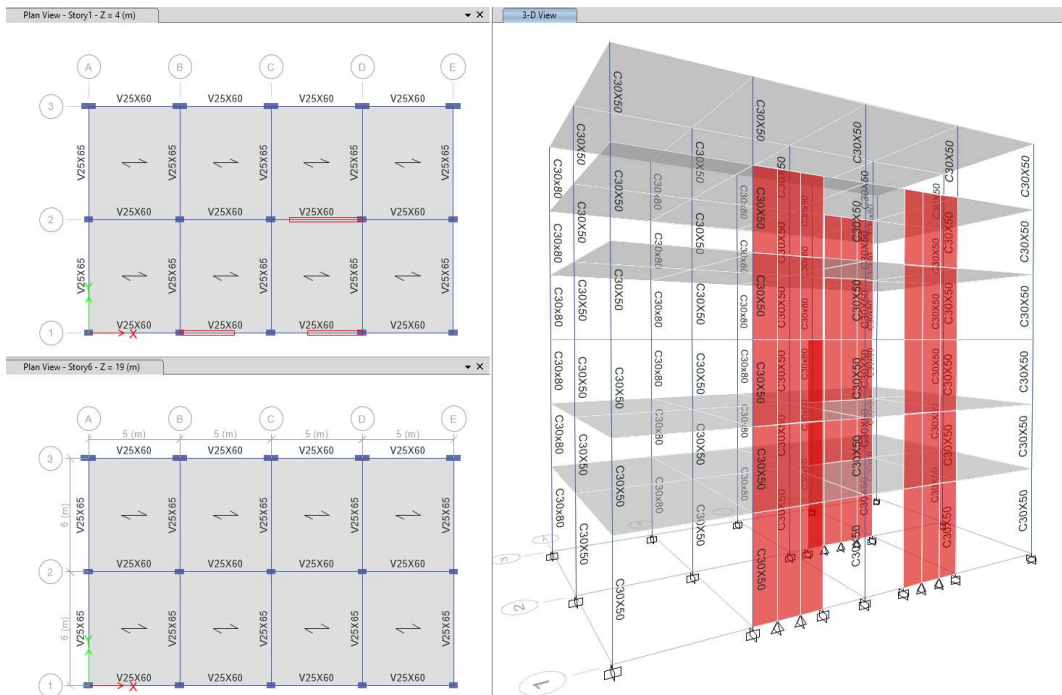


Figura 35. Irregularidad Torsional (6 N.)

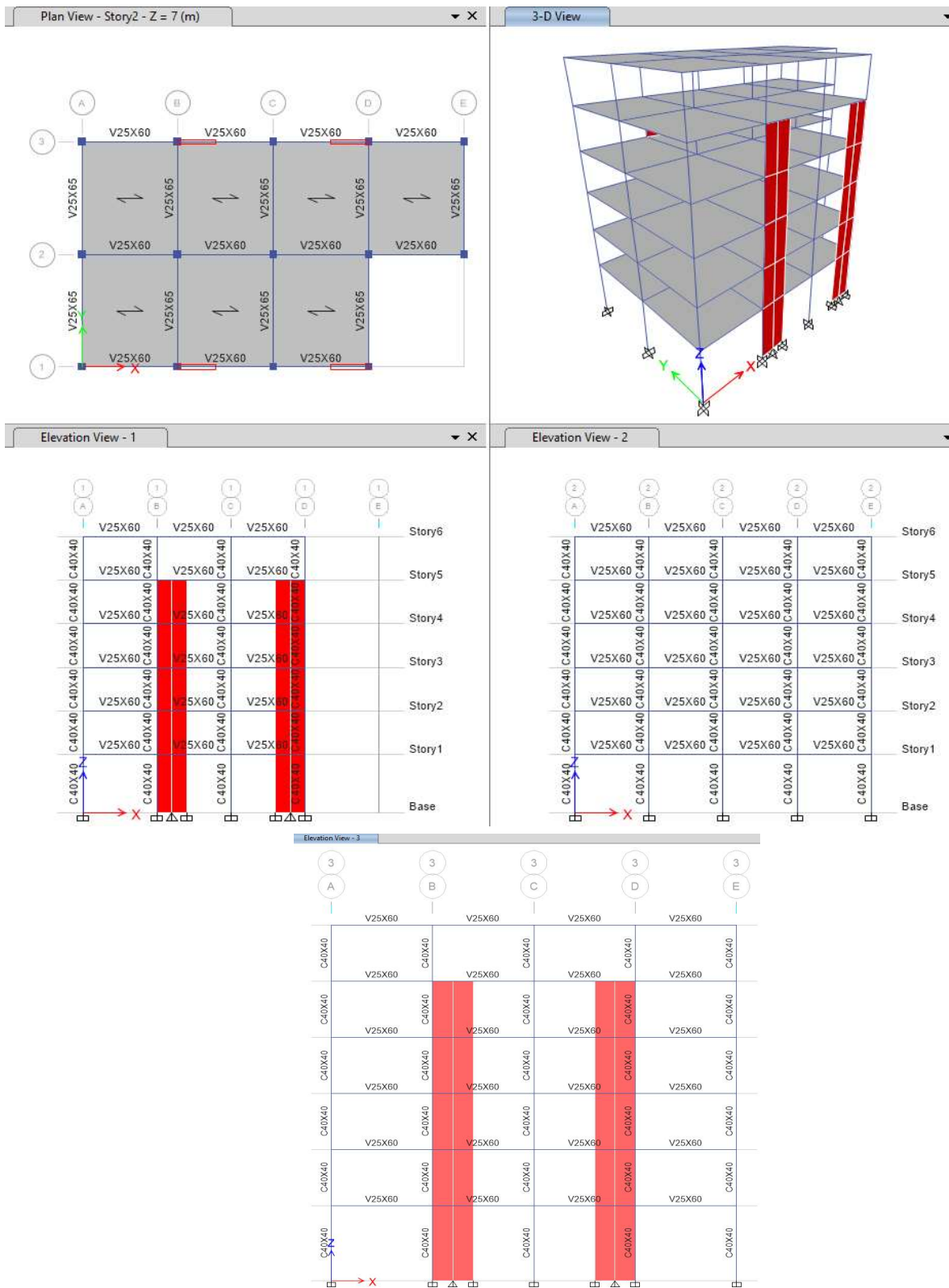


Figura 36. Irregularidad por esquinas entrantes (6 N.)

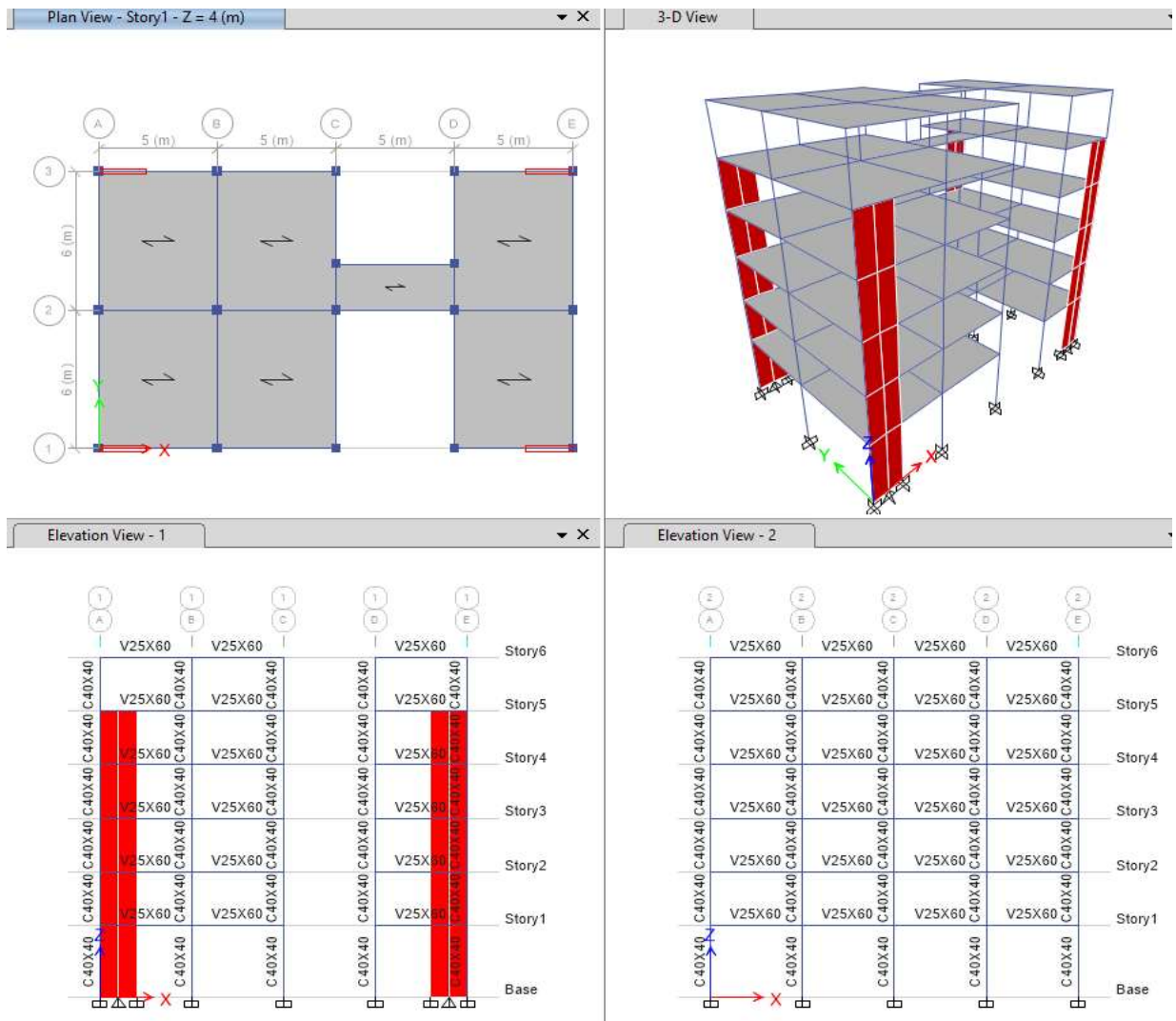
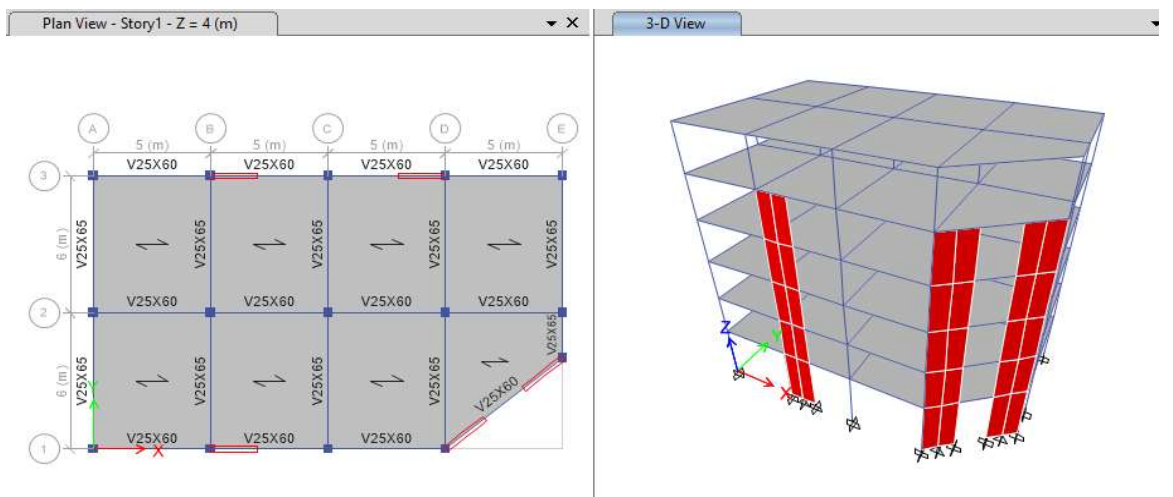


Figura 37. Irregularidad por discontinuidad del diafragma (6 N.)



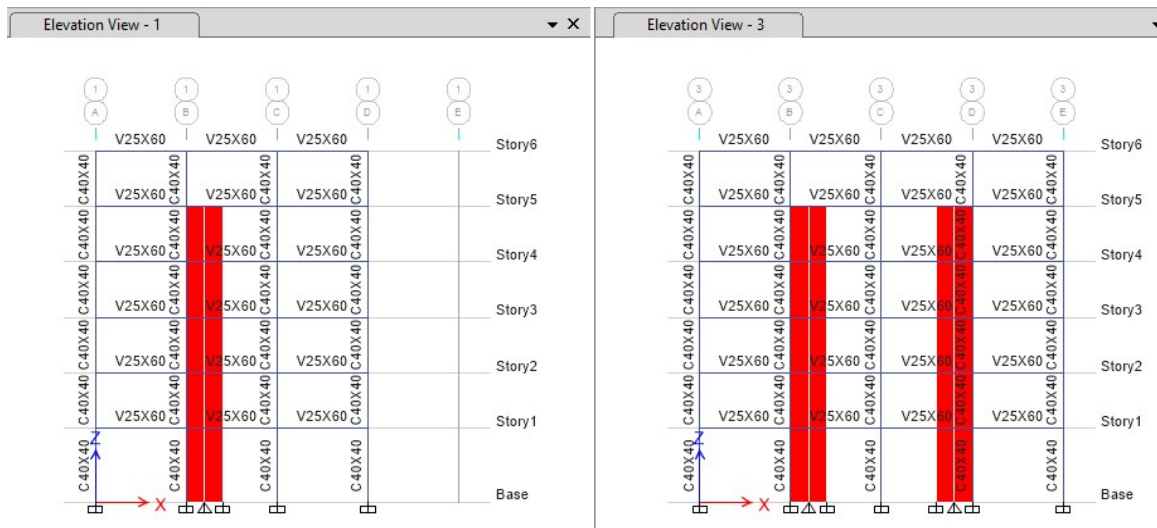


Figura 38. Irregularidad de sistemas no paralelos (6 N.)

4.1.2.3. Muestras de Edificaciones de 08 Niveles

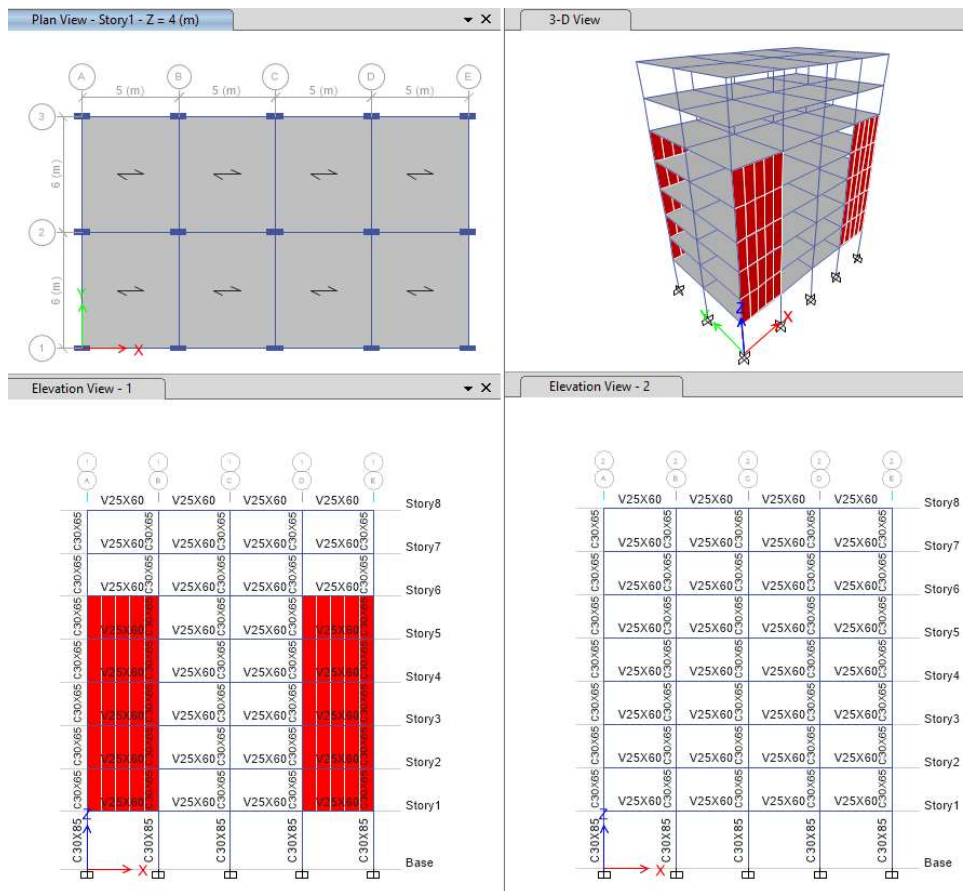


Figura 39. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (8 N.)

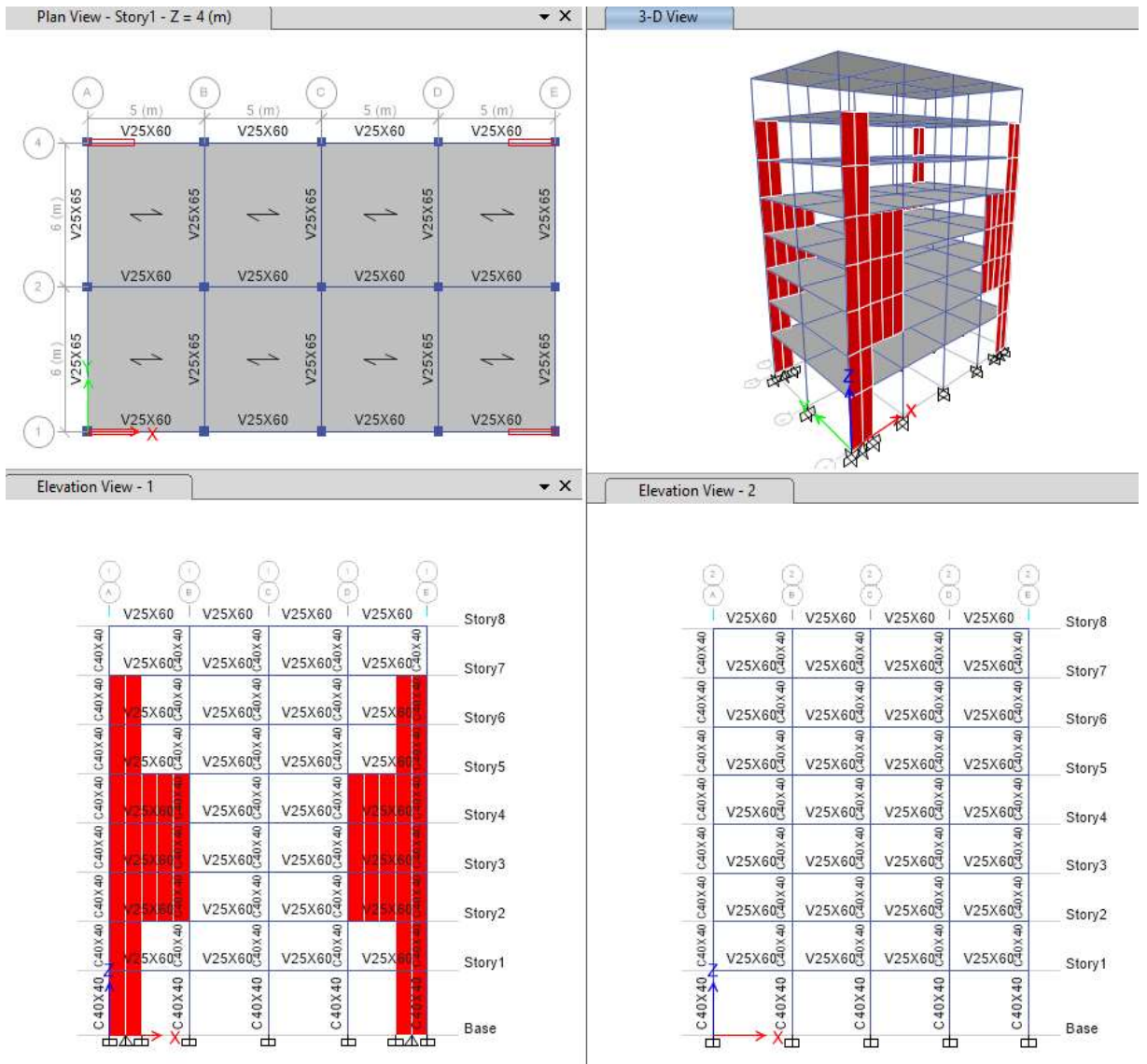
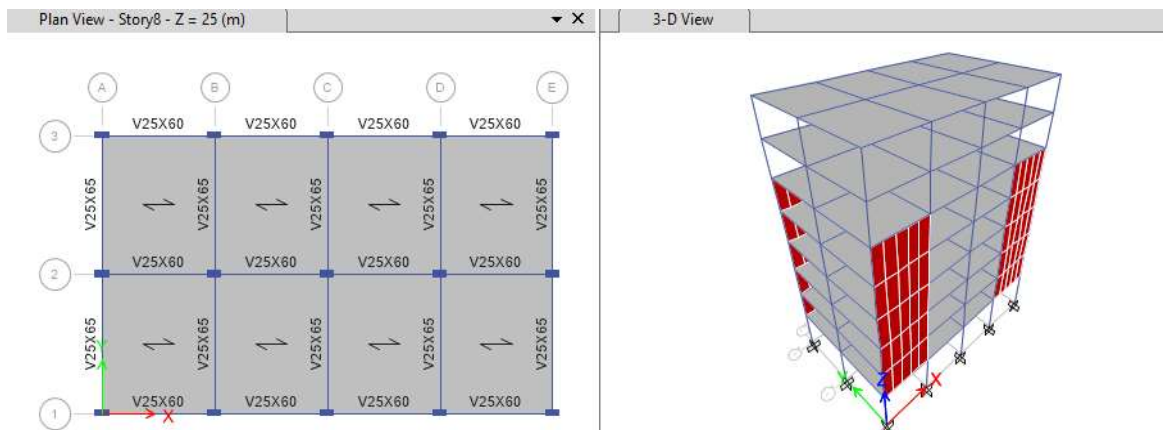


Figura 40. Irregularidad de Resistencia – Piso débil (8 N.)



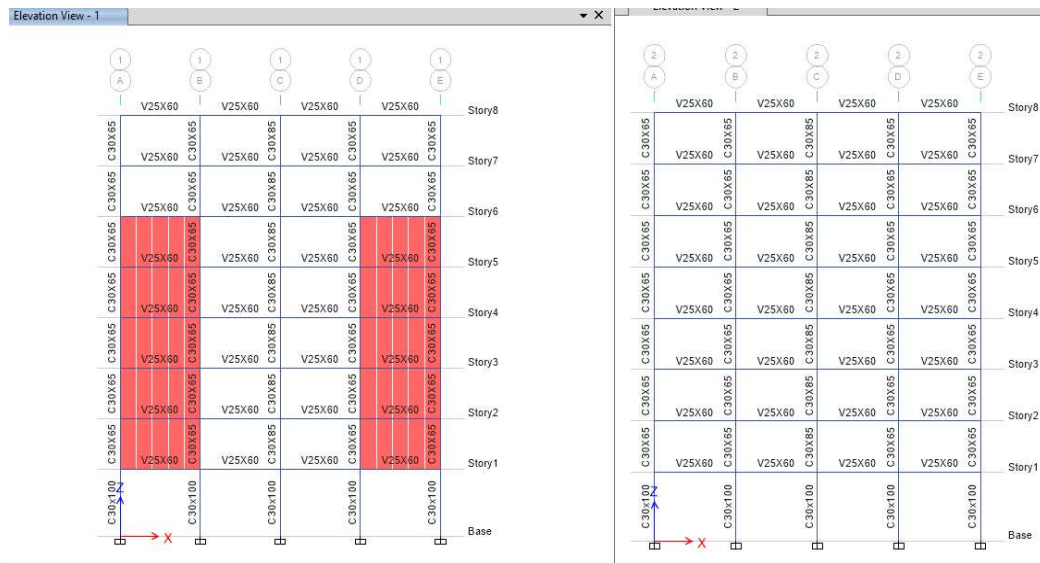


Figura 41. Irregularidad de Masa o peso (8 N.)

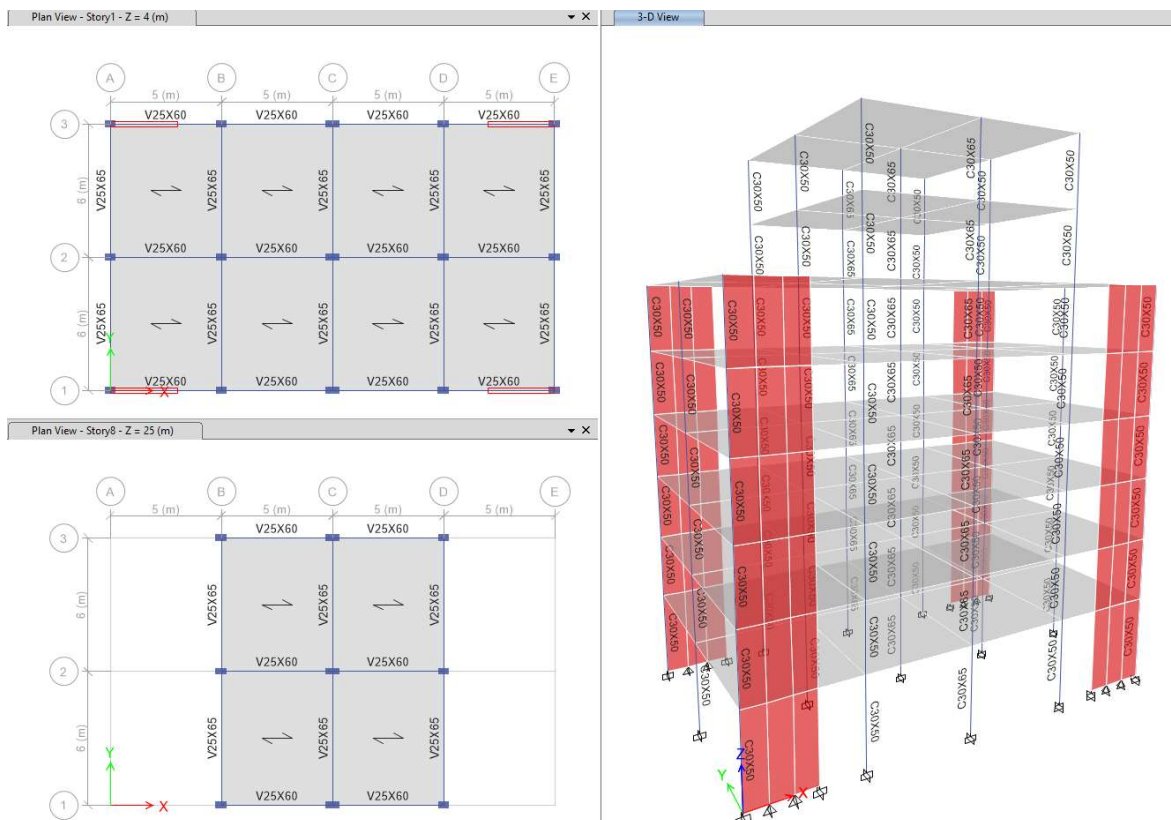


Figura 42. Irregularidad geométrica vertical (8 N.)

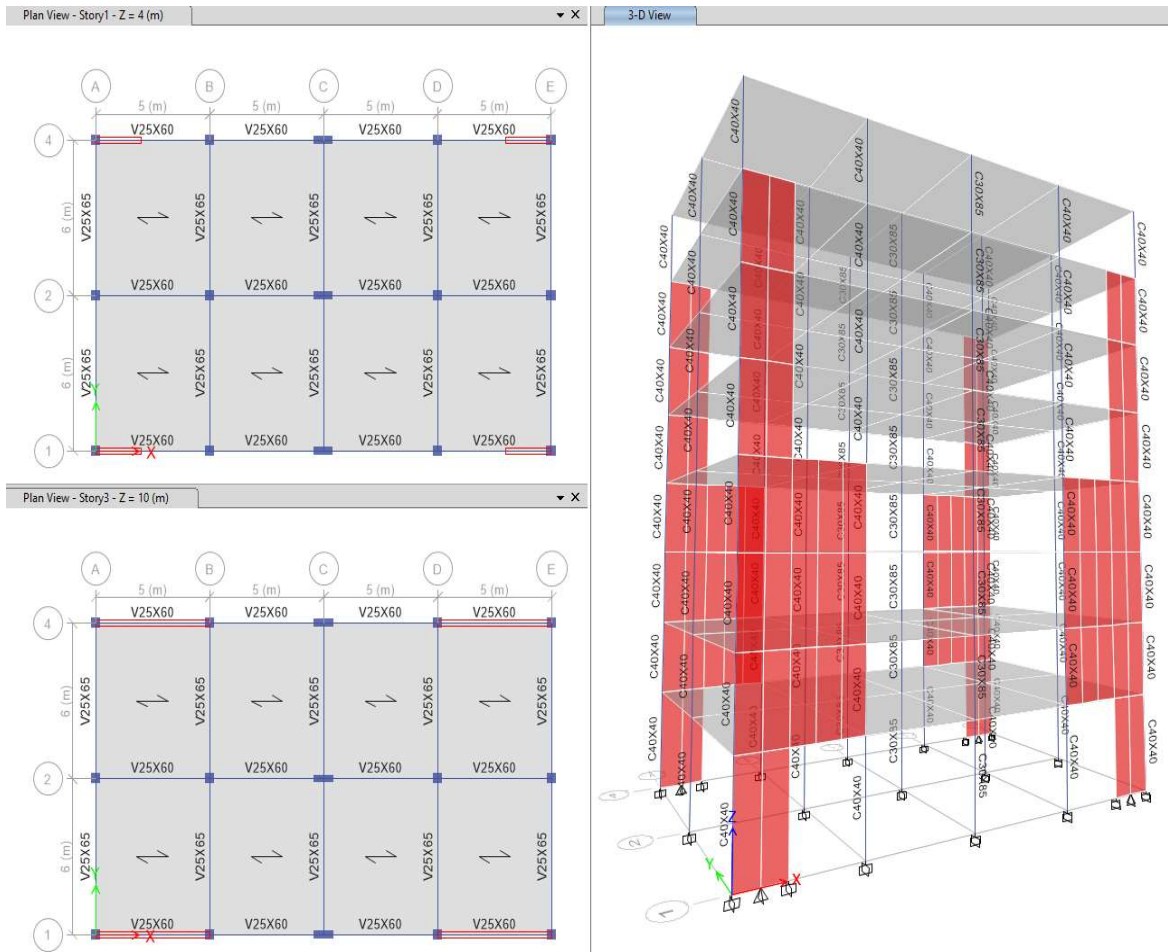


Figura 43. Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (8 N.)

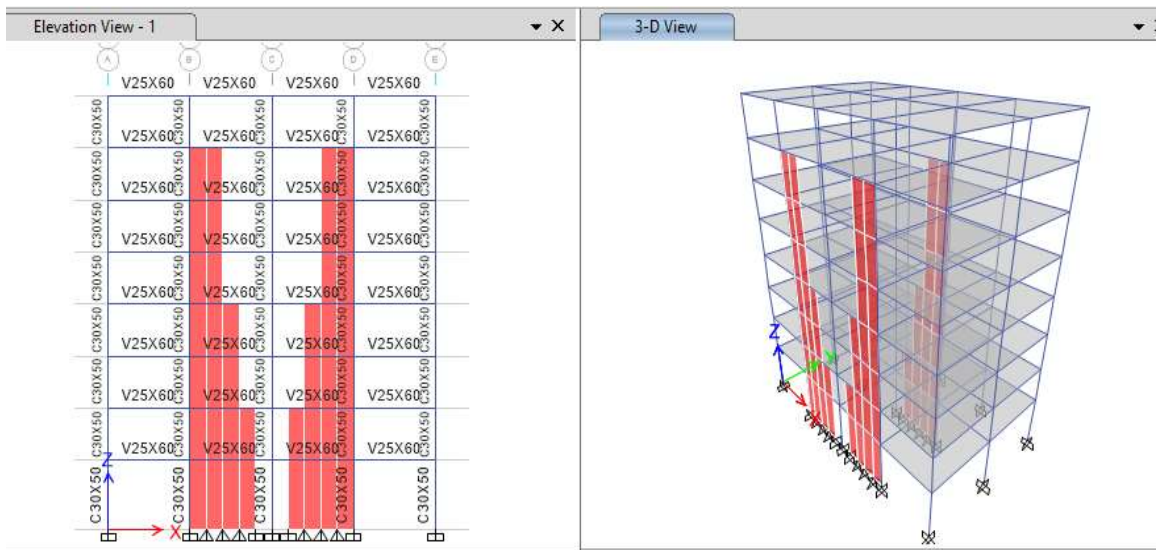




Figura 44. Irregularidad Torsional (8 N.)

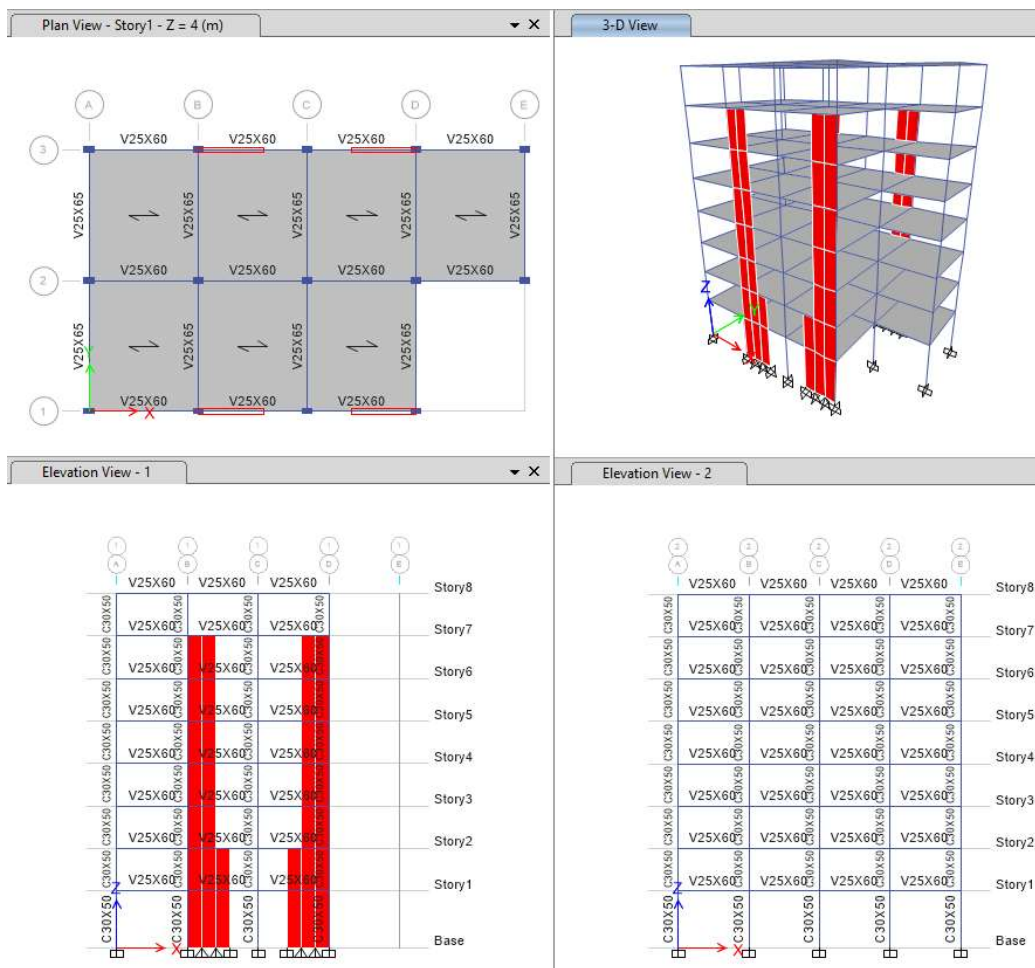


Figura 45. Irregularidad por esquinas entrantes (8 N.)

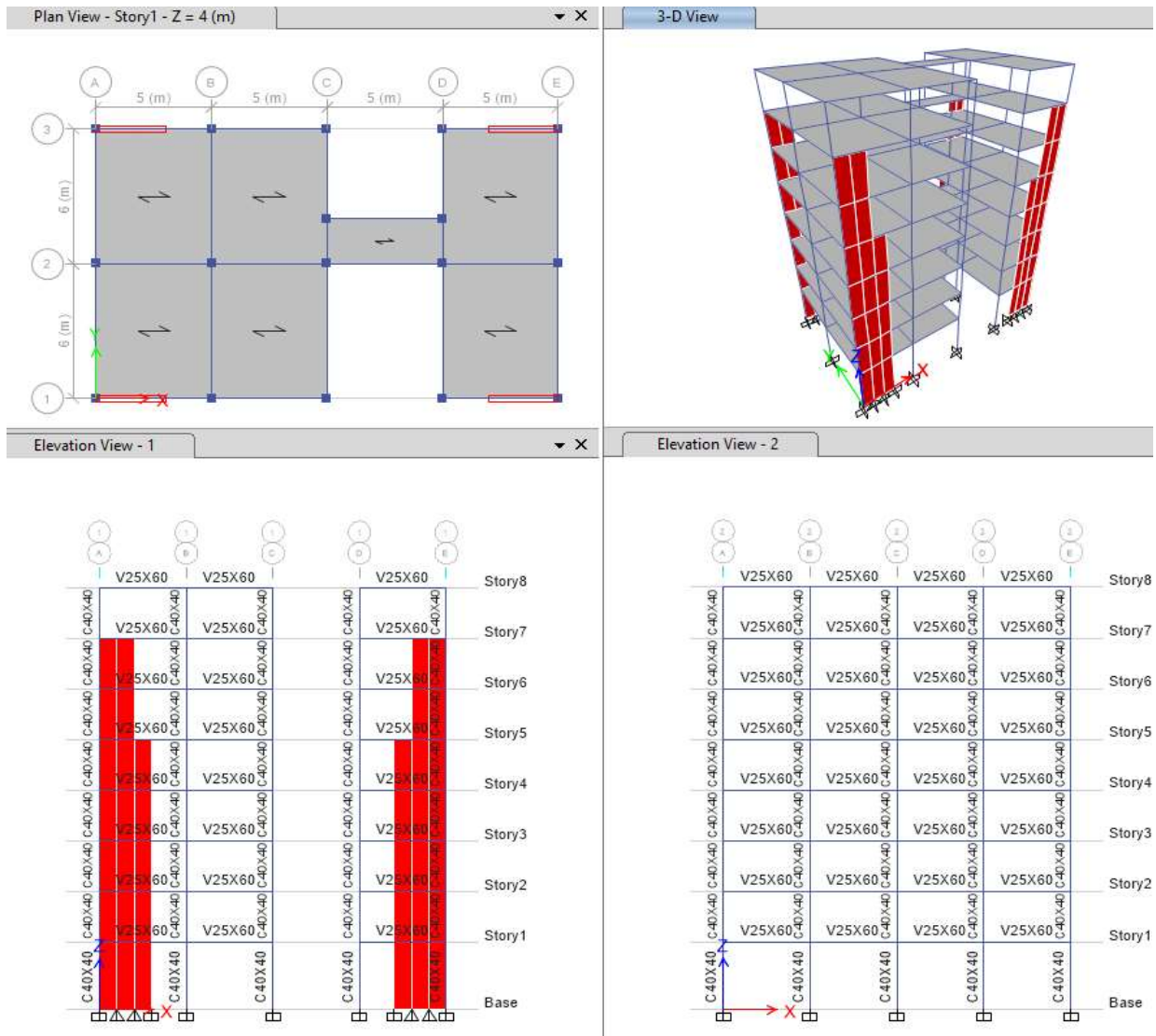
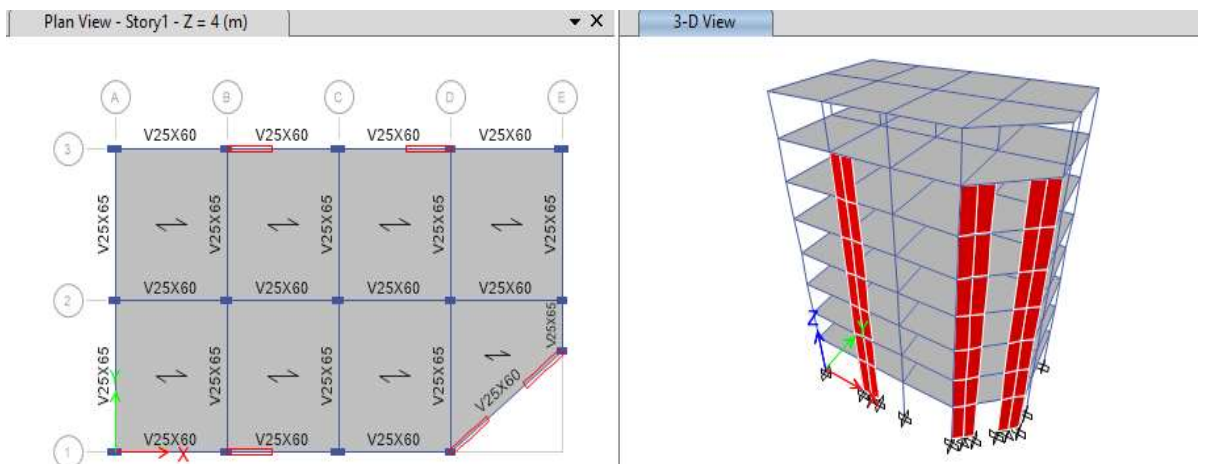


Figura 46. Irregularidad por discontinuidad del diafragma (8 N.)



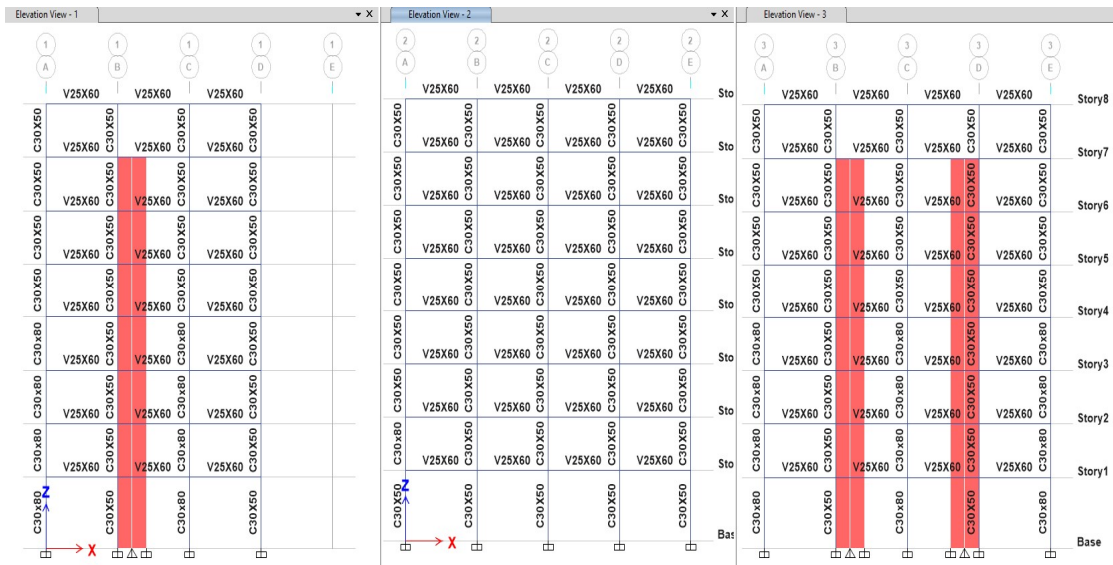


Figura 47. Irregularidad de sistemas no paralelos (8 N.)

4.1.2.4. Modelado de Edificación de 10 Niveles

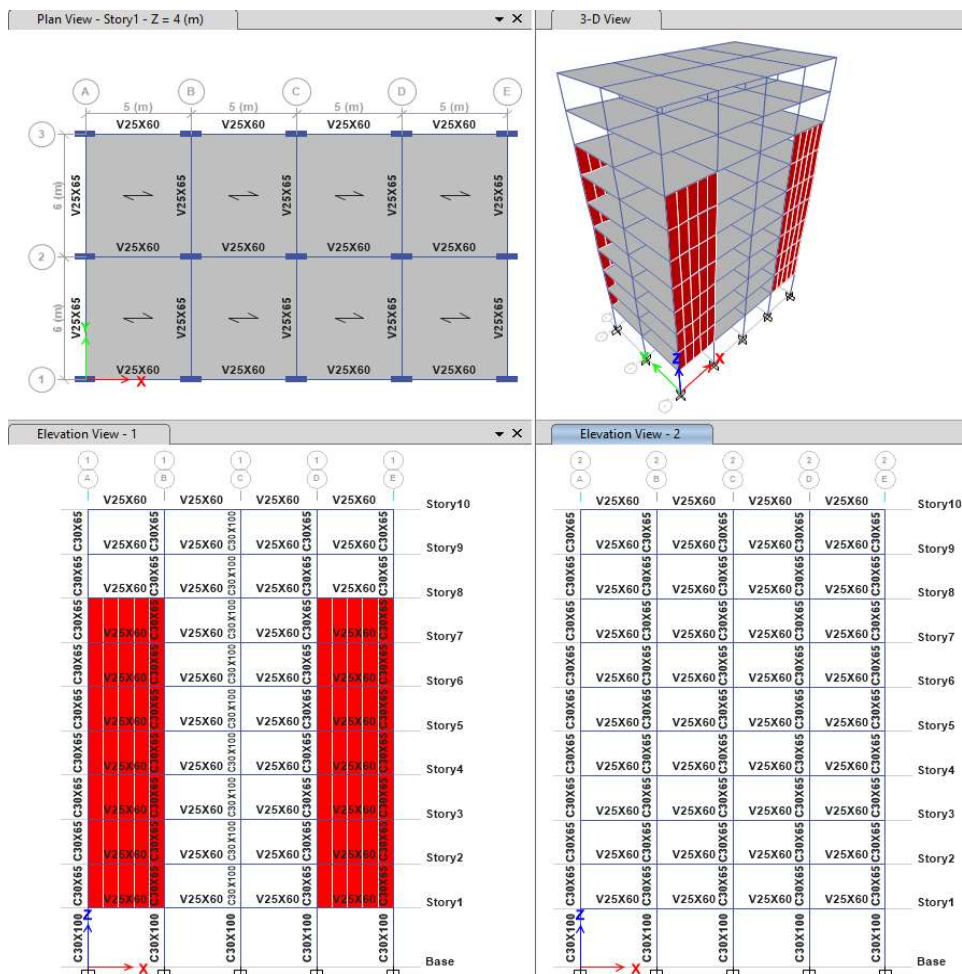


Figura 48. Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (10 N.)

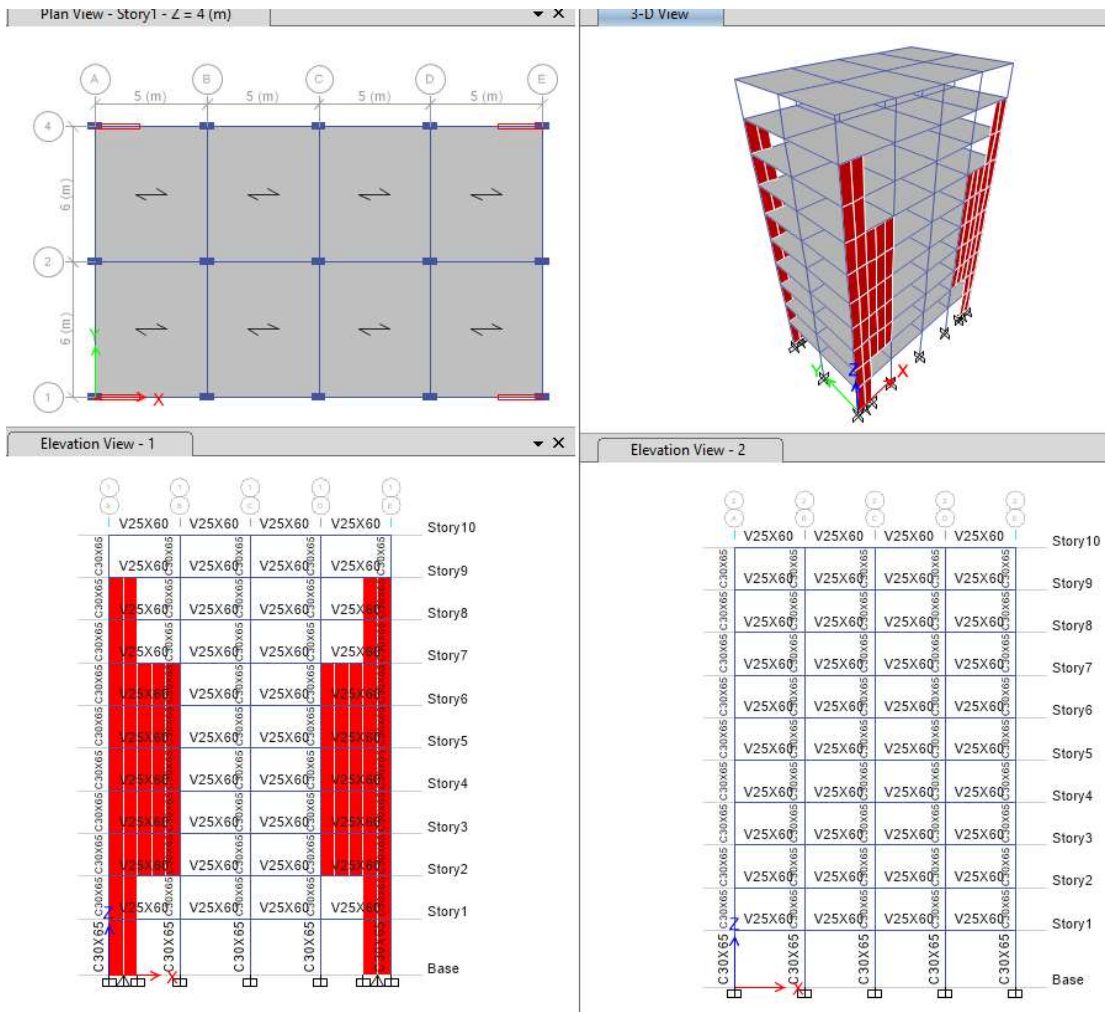
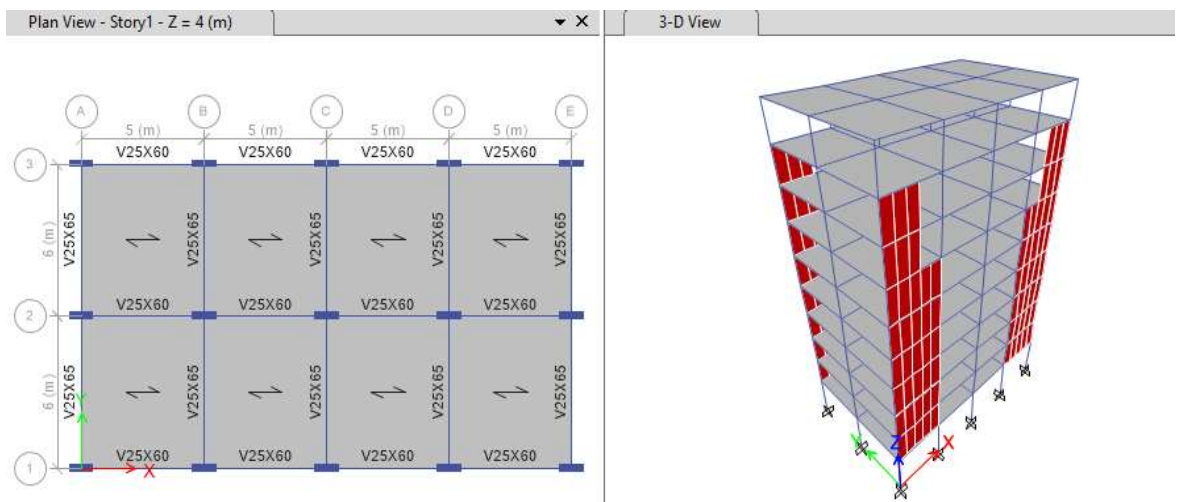


Figura 49. Irregularidad de Resistencia – Piso débil (10 N.)



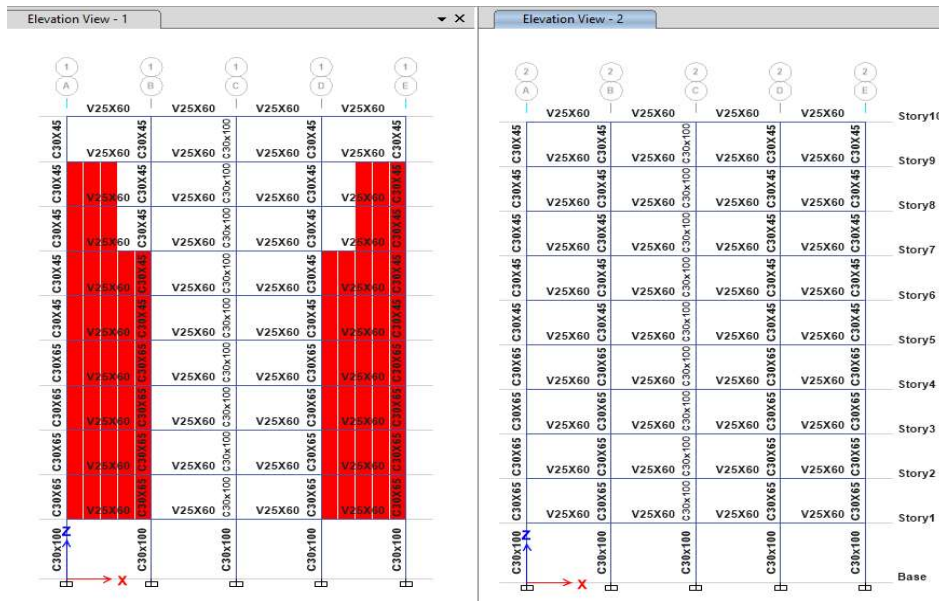


Figura 50. Irregularidad de Masa o peso (10 N.)

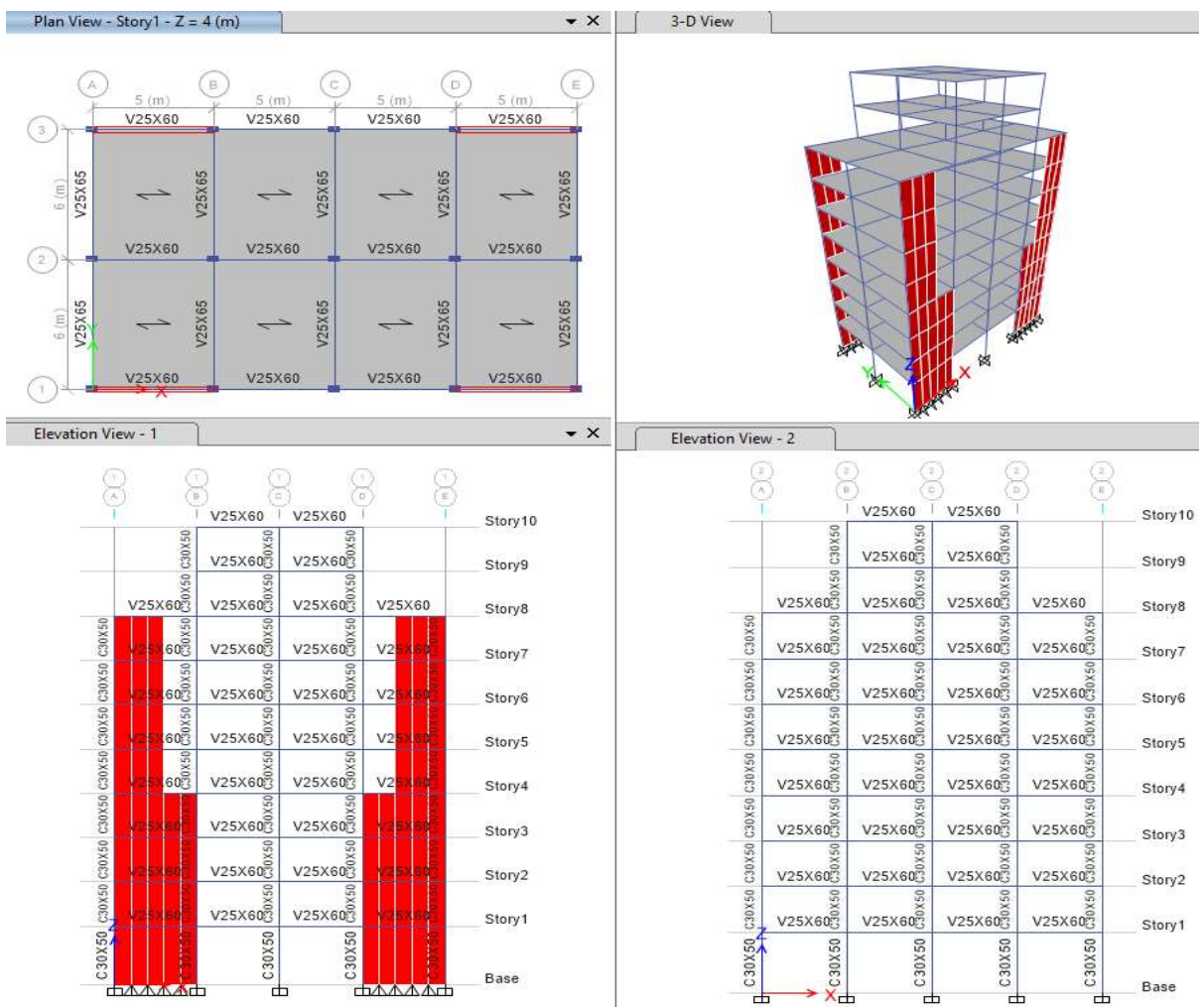


Figura 51. Irregularidad geométrica vertical (10 N.)

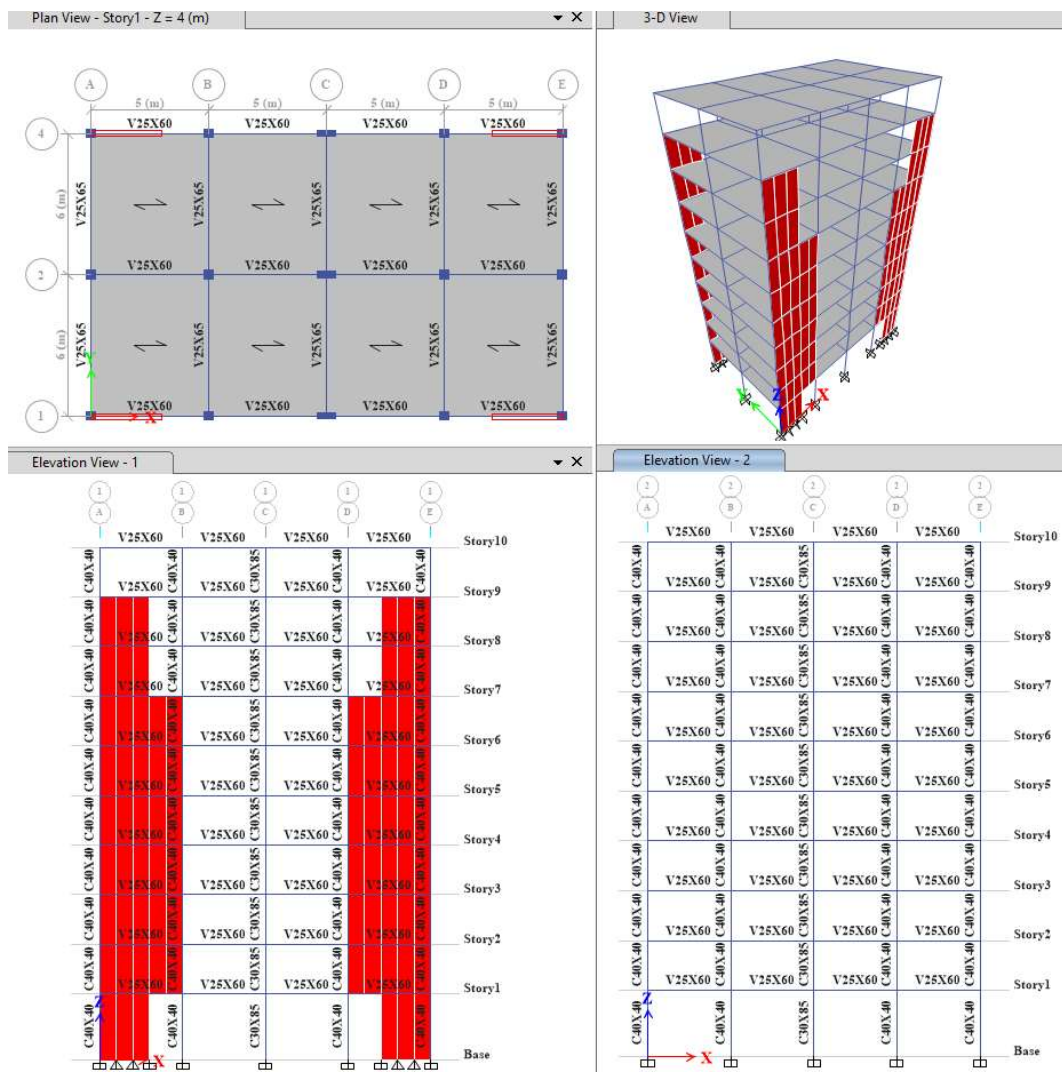
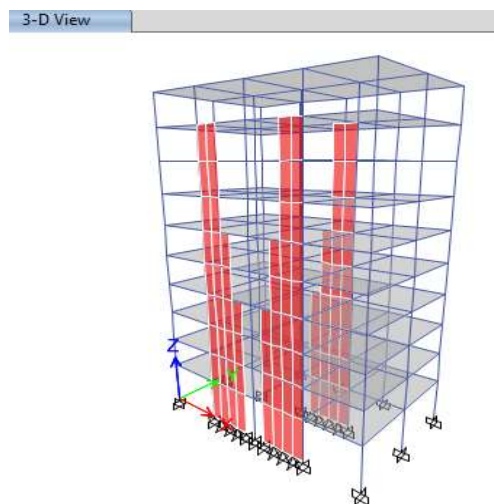


Figura 52. Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes (10 N.)



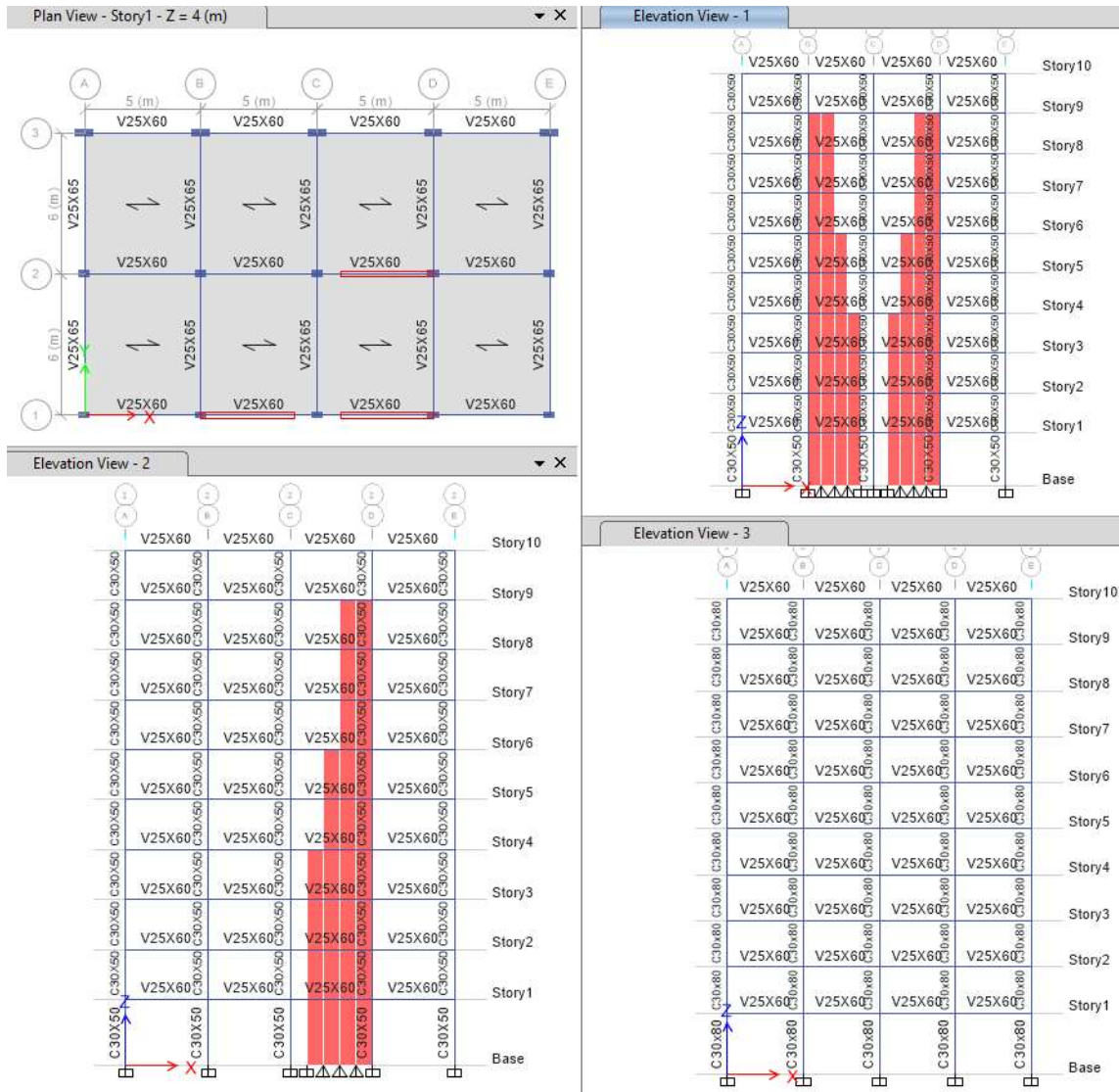


Figura 53. Irregularidad Torsional (10 N.)

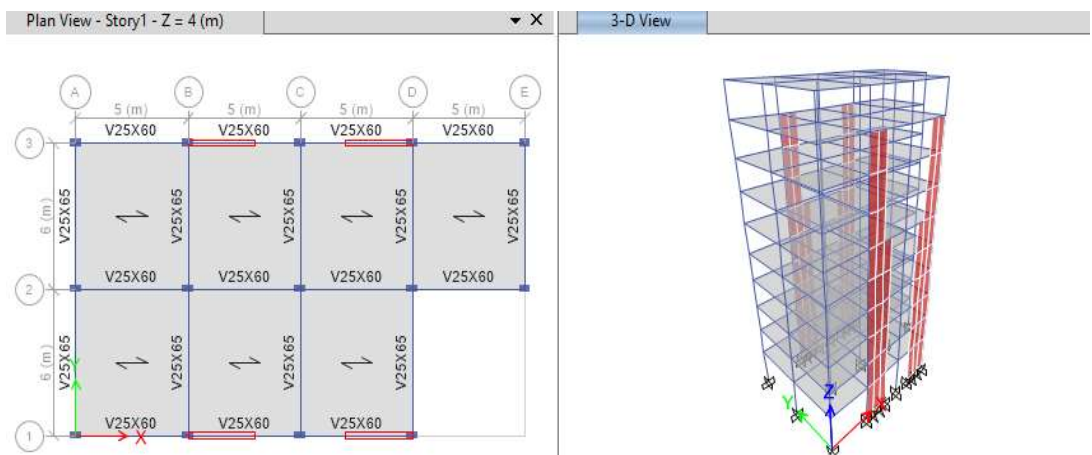
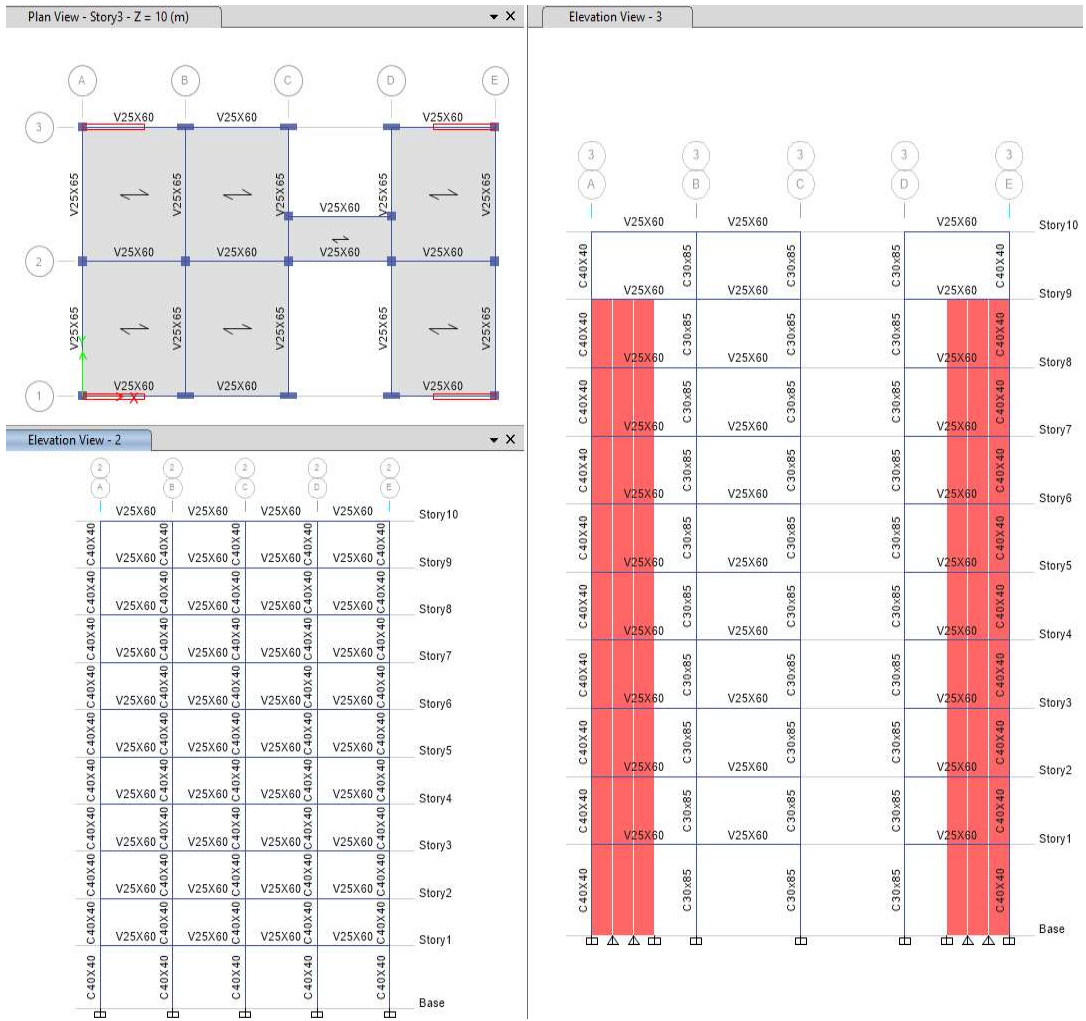




Figura 54. Irregularidad por esquinas entrantes (10 N.)



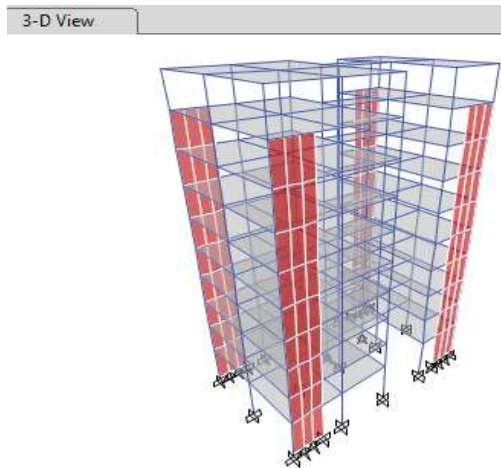


Figura 55. Irregularidad por discontinuidad del diafragma (10 N.)

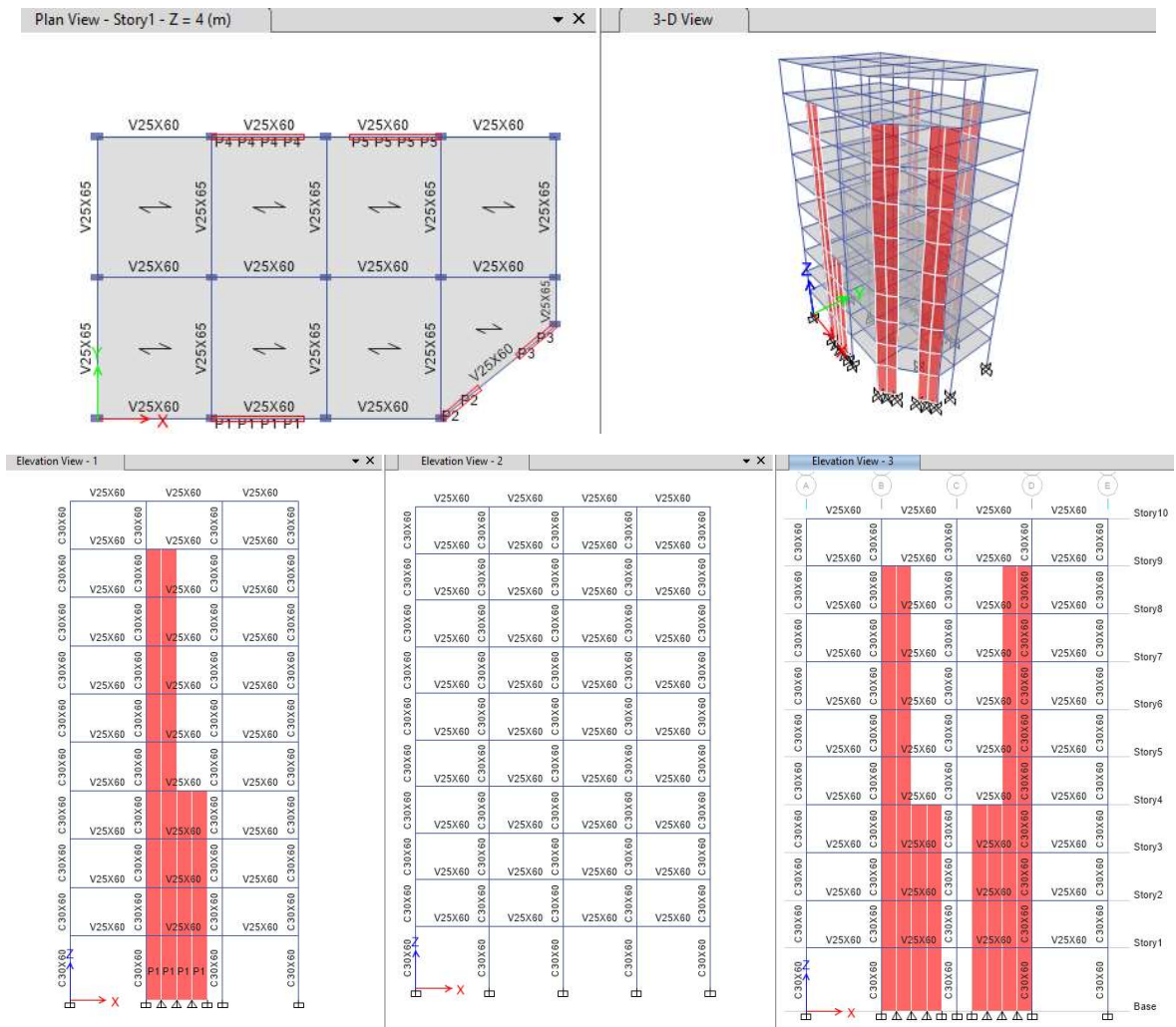


Figura 56. Irregularidad de sistemas no paralelos (10 N.)

4.1.3. Parámetros sísmicos.

Los factores considerados son $Z= 0.45$, $U=1$, $T_p=0.6$, $T_L=2$, $S=1.05$, $R_o=8$ ó 6 (considerando la altura y la distorsión admisible), I_a e I_p = según el caso analizado.

4.2. Diseño de presentación de resultados

4.2.1. Análisis Modal Espectral

4.2.1.1. Modos de vibración.

Se emplearon desde 03 hasta 21 modos de vibrar en los diversos tipos de estructuras. El número de modos de vibración responde a la participación modal acumulada del 90% del total de la masa.

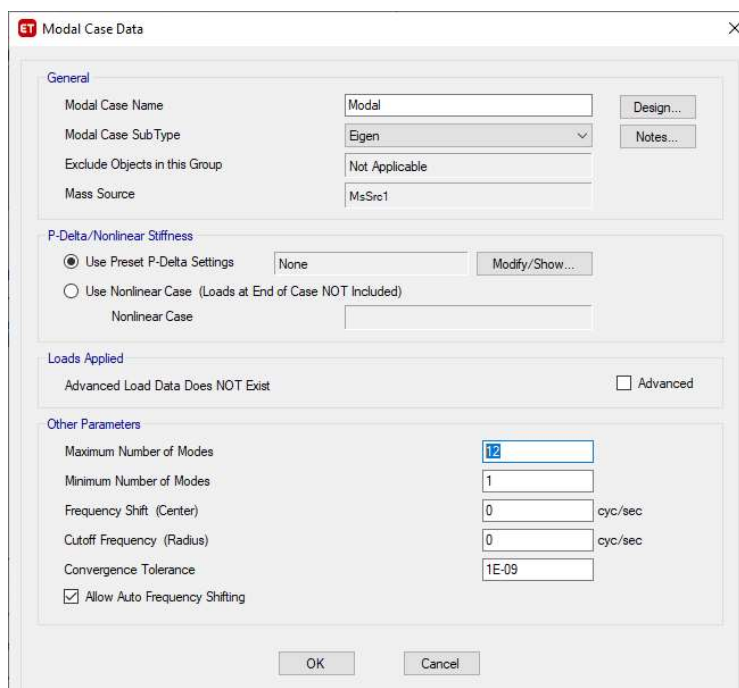


Figura 57. Configuración de modos de vibrar en ETABS

4.2.1.2. Método de combinación modal

En todos los casos se utilizó la combinación empleada es la combinación cuadrática completa (CQC).

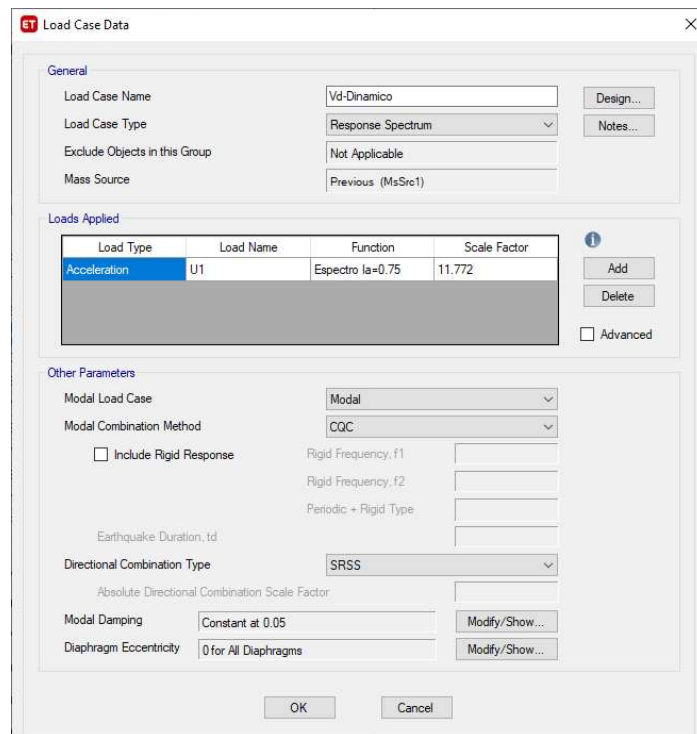


Figura 58. Configuración combinación modal - Etabs

4.2.1.3. Aceleración Espectral

El espectro de diseño es variable según el tipo de irregularidad en planta o altura.

De acuerdo a la normativa sísmica se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z U C S}{R} * g$$

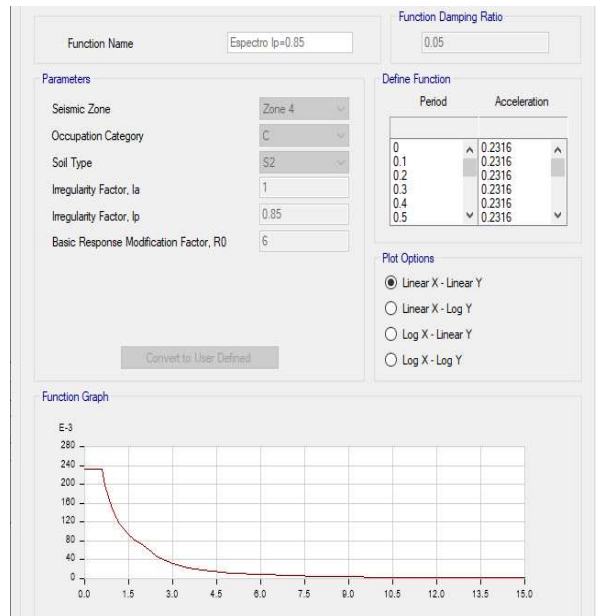


Figura 59. Configuración de espectro de aceleración en ETABS

4.2.1.4.Fuerza Cortante Mínima

Considerando que todas las estructuras son irregulares, el valor del cortante no podrá ser menor a 90% del cortante calculado por el análisis estático de la norma E.030.

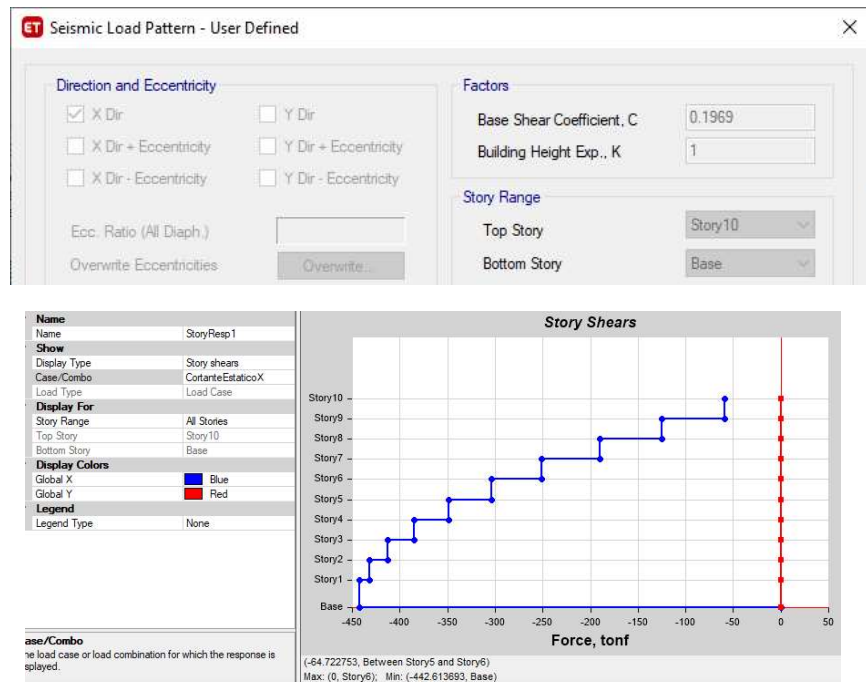


Figura 60. Ingreso de coeficiente para cortante estático – ETABS

4.2.2. Análisis Dinámico Tiempo - Historia

4.2.2.1. Conjunto de registros de aceleraciones

Los registros sísmicos ocurridos en el Perú, fueron extraídos del blog personal del Phd. Genner Villareal en su calidad de asesor de la tesis de Olaza, 2015 mismos que fueron proporcionados por CISMID-UNI en su oportunidad al tesista mencionado.

Se ha verificado que los sismos empleados han ocurrido en la Zona 4, según anexo 01 de la normatividad sísmica peruana.



Figura 61. Ubicación geográfica de los registros sísmicos considerados.

Tabla 6. Características principales de los registros sísmicos empleados

Nº	Lugar	Fecha sismo	Coordenadas	Data	Duración (s)	Dirección	PGA (cm/s ²)
1	Chimbote	31/05/1970	9°28'12" S 78°18'36" W	2259	45.16	E-W	-104.82
						N-S	-97.75
2	Lima	31/10/1974	12°15'0" S 77°31'12" W	4899	97.96	E-W	178.95
						N-S	-192.49
3	Nazca	12/11/1996	14°59'34.8" S 75°40'30" W	6207	124.12	E-W	539.55
						N-S	528.86
4	Ocoña	23/06/2001	16°15'36" S 73°38'24" W	19892	198.91	E-W	-295.23
						N-S	220.04
5	Ica	15/08/2007	13°21'10.8" S 76°30'36" W	21807	218.6	E-W	-272.21
						N-S	334.11

Las unidades del registro de aceleraciones son en cm/s², este último dato es muy importante para considerarlo al escalarlo a nuestro espectro objetivo.

A continuación, se muestran los 05 pares de Registros sísmicos definidos al ETABS, para todos los modelos.

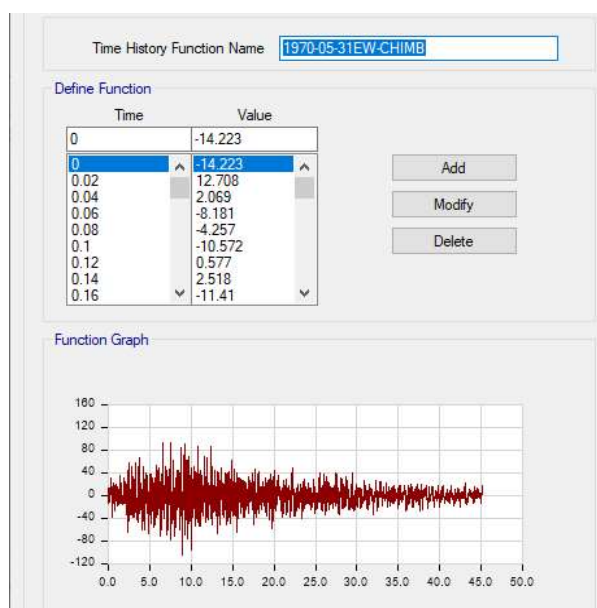


Figura 62. Registro sísmico de Chimbote (Este-Oeste)

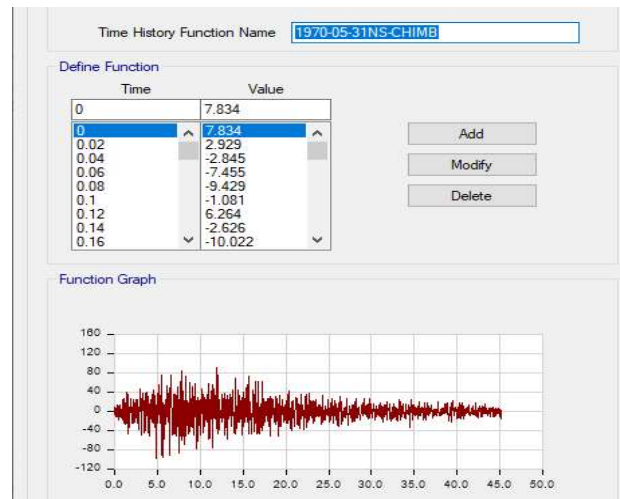


Figura 63. Registro sísmico de Chimbote (Norte - Sur)

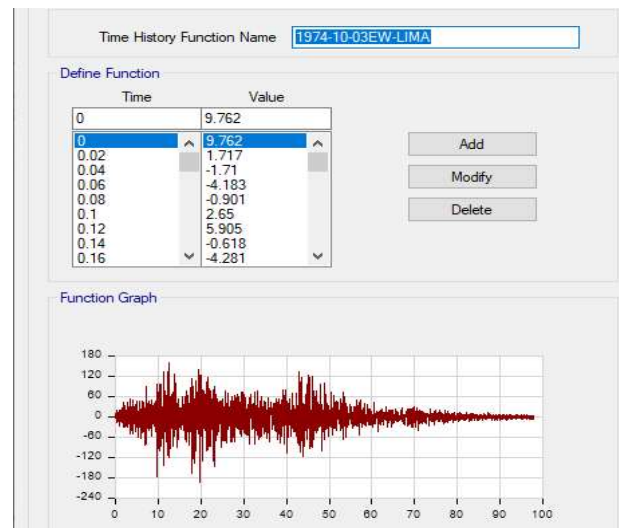


Figura 64. Registro sísmico de Lima (Este-Oeste)

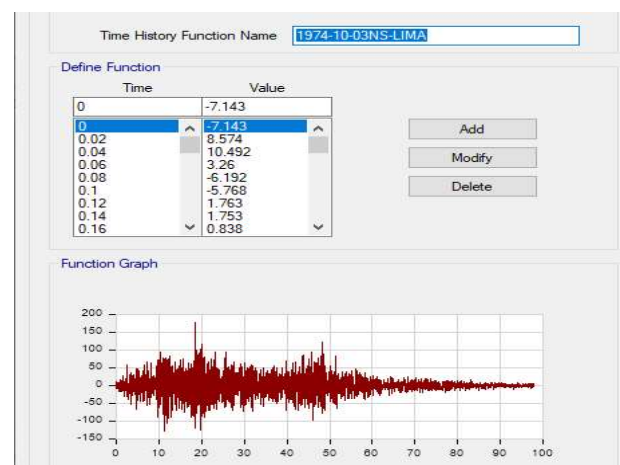


Figura 65. Registro sísmico de Lima (Norte Sur)

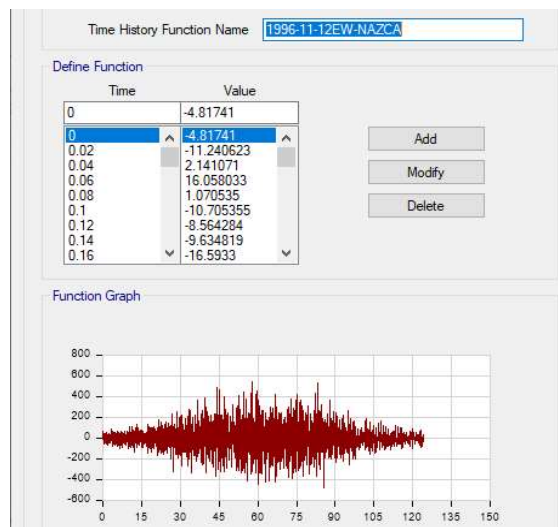


Figura 66. Registro sísmico de Nazca (Este-Oeste)

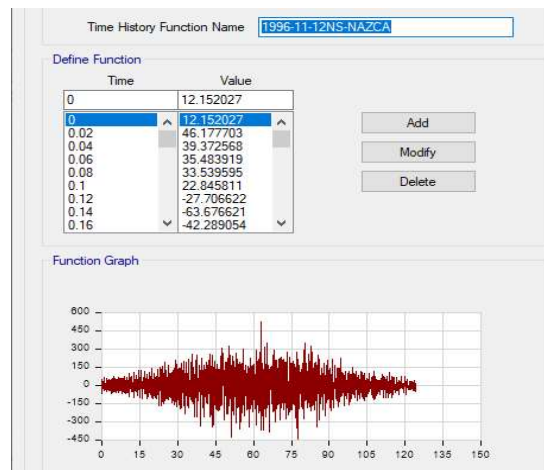


Figura 67. Registro sísmico de Nazca (Norte - Sur)

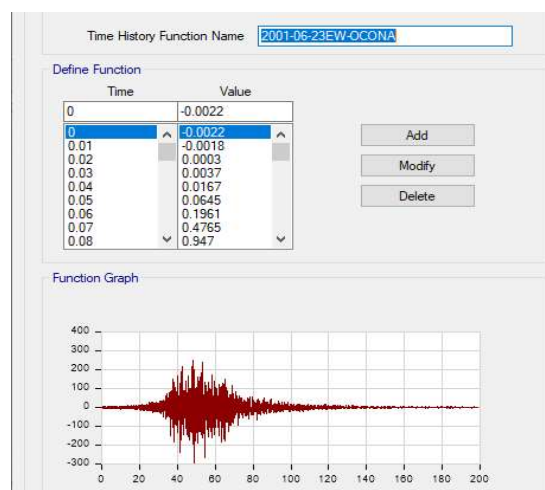


Figura 68. Registro sísmico de Ocoña (Este - Oeste)

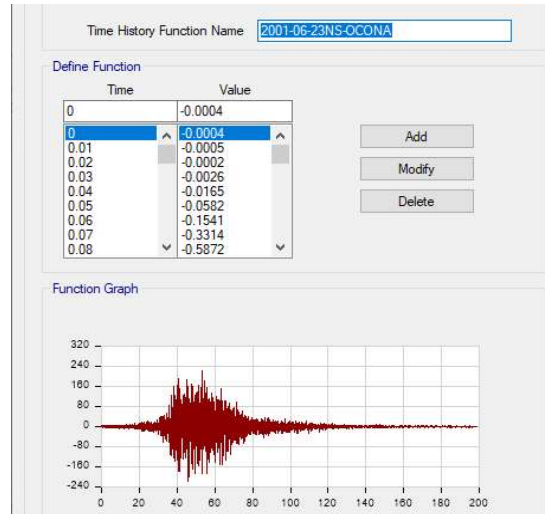


Figura 69. Registro sísmico de Ocoña (Norte - Sur)

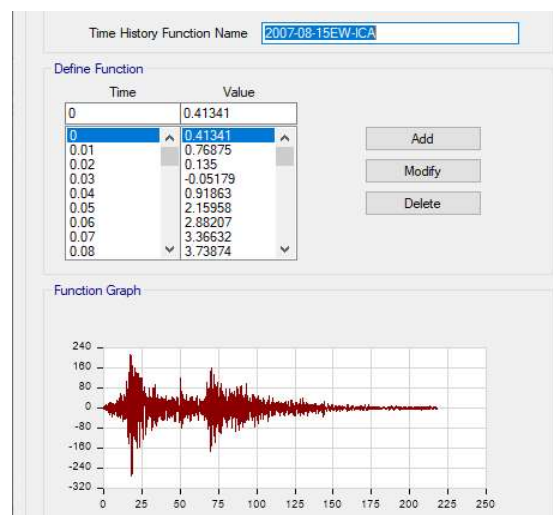


Figura 70. Registro sísmico de Ica (Este - Oeste)

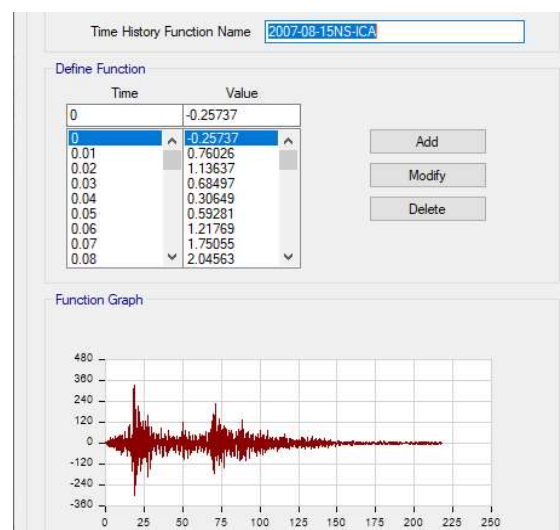


Figura 71. Registro sísmico de Ica (Norte - Sur)

4.2.2.2. Escalamiento de acelerogramas

El espectro de diseño con $R=1$ se ha predefinido en el ETABS para todos los modelados, este será llamado nuestro espectro objetivo. Se ha considerado el 5% de amortiguamiento.

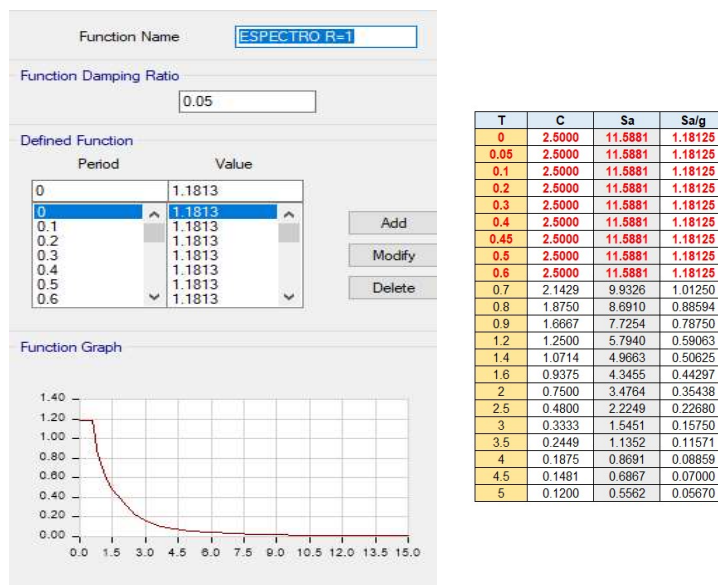


Figura 72. Espectro de respuesta $R=1$.

4.2.2.3. Rango de periodos

El rango requerido por la normatividad ($0.2T$ a $1.5T$).

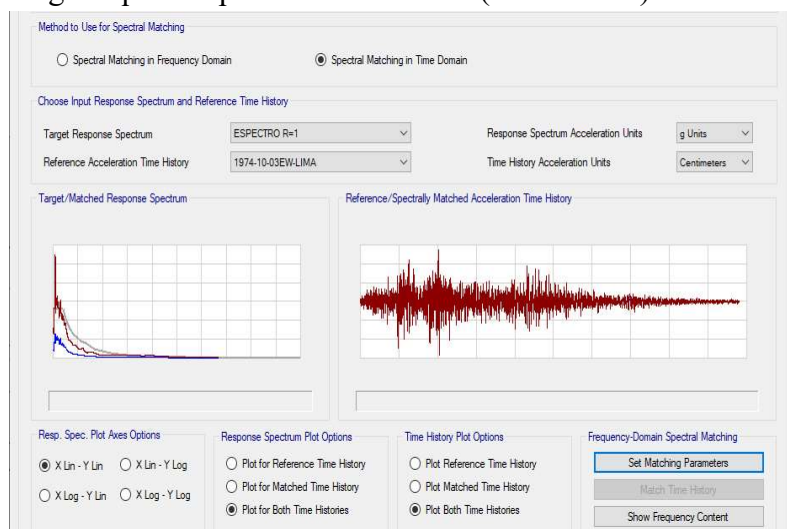


Figura 73. Espectro "Match" (objetivo) del registro sísmico.

4.2.3. Análisis de los datos procesados

Con los registros sísmicos escalados ($R=1$) calcularemos las distorsiones y desplazamientos, multiplicando por $g= 9.81\text{m/s}^2$ (dado que el espectro objetivo así fue establecido).

En los modelos analizados se obtuvo lo siguiente:

- Periodo de vibración estructural (T).
- Factor de escalamiento análisis modal espectral (feD).
- Factor de desplazamiento del análisis modal (fdL).
- Factor de escalamiento tiempo- historia (fTH).

En el caso de las cortantes de entrepiso se multiplicará por g/R .

- Verificación de la Irregularidad estructural (Ia ó I_p).

Para una mejor comprensión, en cada uno de los modelos (agrupados según cantidad de niveles) se presenta el resumen de las secciones y cargas consideradas, así como la verificación según el tipo de irregularidad que presenta.

4.2.3.1. Modelado de Edificaciones de 03 Niveles

Tabla 7. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03 N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30x65	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30x50 / 30x65	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30x50 / 30x65	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de $R=1$	
$Z=$	0.45	$R_o=$	8	$T=$	0.3320	$Ve=$	114	$T1=$	0.066
$U=$	1	$Ia=$	0.75	$Sa\ max=$	0.1969	$90\%Ve=$	102.6	$T2=$	0.498
$S2=$	1.05	$I_p=$	1	$fTH=$	1.635	$Vd=$	100.59	$f1=$	2.008
$g=$	9.81	$R=$	6	$fdL=$	5.1	$feD=$	1.021	$f2=$	15.060

Niveles	V entrepiso	$\Delta_{abs}\text{-CM}$	$\Delta_{rel}\text{-CM}$	Rigidez piso tn/m^2	Verif. 1	Verif. 2	Factor Ia
1	100.588	0.0174	0.0174	5777.27	0.62		0.75
2	74.7172	0.0254	0.0080	9305.92	1.81		1.00
3	37.6458	0.0328	0.0073	5135.15			

Verif. 1: Cociente entre nivel evaluado / nivel superior, si $<70\%$, $Ia=0.75$

Verif. 2: Cociente entre nivel evaluado / promedio de los 3 niveles superiores adyacentes, si $<80\%$, $Ia=0.75$

Tabla 8. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03
N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30x75	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30x75	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30x100	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.3450	Ve =	152.86	T1 =	0.069
U =	1	Ia =	0.75	Sa max =	0.1969	90%Ve =	137.574	T2 =	0.518
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.635	Vd =	131.98	f1 =	1.932
g =	9.81	R =	6	fdL =	5.1	feD =	1.043	f2 =	14.493

Niveles	Vn (tonnef)	Verificacion	Factor Ia
3	1707.86		
2	1280.89	0.75	0.75
1	1280.89	1	1.00

Check: Si Cociente Piso (i) / Piso (i+1) <80%, entonces Ia=0.75

Tabla 9. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N.
con Irregularidad de Masa o peso

Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X65	Ninguno	0.025	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50	25x300	0.500	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.3170	Ve =	106.19	T1 =	0.063
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.1641	90%Ve =	95.571	T2 =	0.476
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.3625	Vd =	98.76	f1 =	2.103
g =	9.81	R =	7.2	fdL =	6.12	feD =	1.000	f2 =	15.773

Nivel	Masa tonf-s2/m	Piso Adyacente			
		Superior	Factor Ia	Inferior	Factor Ia
1	18.31	0.60	1.00		
2	30.31	1.84	0.90	1.66	0.90
3	16.45				

Tabla 10. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03 N. con Irregularidad geométrica vertical

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X65	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X65	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.3410	Ve =	63.48	T1 =	0.068
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.1641	90%Ve =	57.132	T2 =	0.512
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.3625	Vd =	46.92	f1 =	1.955
g =	9.81	R =	7.2	fdL =	6.12	feD =	1.220	f2 =	14.663

Nivel	Dimensiones	Piso Superior	Piso Inferior	factor Ia	factor Ia
	m	Check1	Check 2	Check1	Check 2
1	20	2.00		0.90	
2	10		0.50		1.00
3	10				

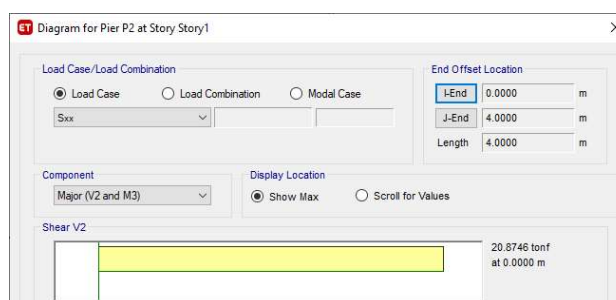
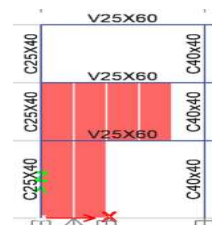
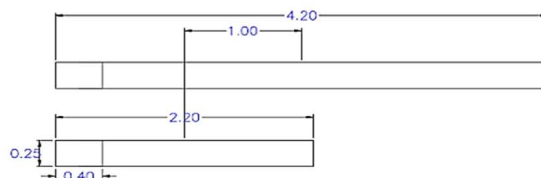
Verific. 1: Cociente piso superior / piso evaluado - Check1: Si Verific.1>1.3 entonces Ia=0.90

Verific. 2: Cociente piso inferior / piso evaluado - Check2: Si Verific.2>1.3 entonces Ia=0.90

Tabla 11. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40X40 / 25X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40X40 / 25X40	25x400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40X40 / 25X40	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.2040	Ve =	145.72	T1 =	0.041
U =	1	Ia =	0.8	Sa max =	0.2461	90%Ve =	131.148	T2 =	0.306
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	2.04375	Vd =	93.85	f1 =	3.268
g =	9.81	R =	4.8	fdL =	4.08	feD =	1.400	f2 =	24.510

Orientación de ejes de muro 1er y 2do nivel



Condicion 1: elemento resiste >10%Vedif

Vd (tonnef) =	93.85	100.00%
Velem (tonnef)=	20.88	22.25%

Verificacion 1 **ok**

Condicion 2: cambio orientacion

e (cm)=	100
b (cm)=	240

Verificacion 2 **ok**

Tabla 12. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad Torsional

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40	25x300 / 25x200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40	25x200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento			Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.2220	Ve =	152.03	T1 =	0.044
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2625	90%Ve =	136.827	T2 =	0.333
S2 =	1.05	Ip =	0.75	fTH =	2.18	Vd =	86.45	f1 =	3.003
g =	9.81	R =	4.5	fdL =	3.825	feD =	1.585	f2 =	22.523

Joint Displacements			Alturas i	Deriva	Max	Prom	Max/prom	Factor Ip
Story	Label	Ux	m	inelastica				
Story3	1	0.0189	3	0.0063	0.0089	0.0076	1.17	1.00
	3	0.0267	3	0.0089				
	13	0.0189	3	0.0063				
	15	0.0267	3	0.0089				
Story2	1	0.0090	3	0.0030	0.0062	0.0046	1.35	0.75
	3	0.0186	3	0.0062				
	13	0.0090	3	0.0030				
	15	0.0186	3	0.0062				
Story1	1	0.0040	4	0.0010	0.0023	0.0016	1.39	NO APLICA
	3	0.0091	4	0.0023				
	13	0.0040	4	0.0010				
	15	0.0091	4	0.0023				

Max: Valor máximo de los desplazamientos

Prom: Valor promedio de los desplazamientos

Si Max/prom > 1.3, Ip = 0.75

Tabla 13. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad por esquinas entrantes

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40 / 25x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40 / 25x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40 / 25x40		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento			Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.2390	Ve =	112.58	T1 =	0.048
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	101.322	T2 =	0.359
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.8167	Vd =	71.75	f1 =	2.789
g =	9.81	R =	5.4	fdL =	4.59	feD =	1.413	f2 =	20.921

Sentido X	
Longitud total (m)	20
Longitud entrante (m)	5
Condicion 1	25%

Sentido Y	
Longitud total (m)	12
Longitud entrante (m)	6
Condicion 2	50%

Factor Ia = 0.9

Tabla 14. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento			Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.2250	Ve =	116.76	T1 =	0.045
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2316	90%Ve =	105.084	T2 =	0.338
S2 =	1.05	Ip =	0.85	fTH =	1.9235	Vd =	81.41	f1 =	2.963
g =	9.81	R =	5.1	fIL =	4.335	feD =	1.292	f2 =	22.222

Direccion	X	Y	Area planta
Longitud total	20	12	240
Abertura 1	5	6	30
Abertura 2	5	4	20
Abertura total			50
% Abertura			20.83%

Condicion 1 No cumple

Condicion 1: Aberturas en planta >50% del area bruta

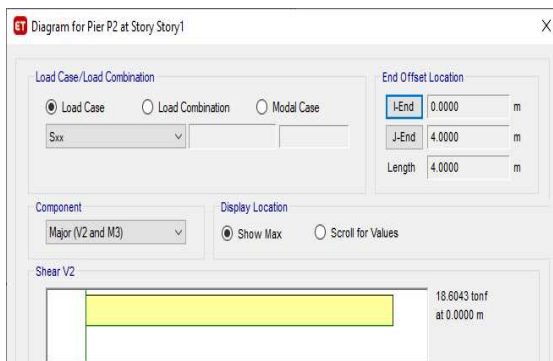
Condicion 2: Area transversal Neta resistente <25% de Area transversal total

Direccion	Longitud	Altura	Area transversal	% Area neta transversal	Factor Ip
Seccion total X	20	0.2	4	75.00%	1
Seccion neta X	15	0.2	3		
Seccion total Y	12	0.2	2.4	16.67%	0.85
Seccion neta Y	2	0.2	0.4		

Condicion 2 Cumple

Tabla 15. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 03N. con Irregularidad de sistemas no paralelos

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	10	25x40 / 40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	25x40 / 40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	4	25x40 / 40x40	25X200	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento			Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.3270	Ve =	122.04	T1 =	0.065
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	109.836	T2 =	2.039
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.816667	Vd =	71.8	f1 =	0.491
g =	9.81	R =	5.4	fIL =	4.59	feD =	1.531	f2 =	15.291



Cortante en elemento no paralelo = 18.61 tonnef
 Cortante en la base = 71.8 tonnef
 Verific. 1 porcentaje que resiste 25.92 >10%
 Verific. 2 Angulo de inclinacion 38.66 >30°

4.2.3.2. Modelado de Edificaciones de 06 Niveles

Tabla 16. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X80	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X65	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X65	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.4660	Ve =	243.63	T1 =	0.093
U =	1	Ia =	0.75	Sa max =	0.1969	90%Ve =	219.267	T2 =	0.699
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.635	Vd =	203.22	f1 =	1.431
g =	9.81	R =	6	fdL =	5.1	feD =	1.080	f2 =	10.730

Niveles	V entrepiso	Δabs-CM	Δrel-CM	Rigidez piso	Verif. 1	Verif. 2	Factor Ia	
				tonf/m				
1	203.221	0.020	0.020	9964.749	0.52	0.62	0.75	0.75
2	185.928	0.030	0.010	19213.393	1.20	1.63	1.00	1.00
3	161.513	0.040	0.010	15981.852	1.25	2.00	1.00	1.00
4	129.897	0.050	0.010	12825.563	1.94		1.00	
5	93.498	0.064	0.014	6625.909	1.47		1.00	
6	47.632	0.075	0.011	4522.598				

Verif. 1: Cociente entre nivel evaluado / nivel superior, si <70%, Ia=0.75

Verif. 2: Cociente entre nivel evaluado / promedio de los 3 niveles superiores adyacentes, si <80%, Ia=0.75

Tabla 17. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40X40		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.3740	Ve =	337.22	T1 =	0.075
U =	1	Ia =	0.75	Sa max =	0.2625	90%Ve =	303.498	T2 =	0.561
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	2.18	Vd =	263.4	f1 =	1.783
g =	9.81	R =	4.5	fdL =	3.825	feD =	1.160	f2 =	13.369

Piso 1er y 2do Nivel			Piso 3er y 4to			Piso 5to y 6to		
descripcion	Columnas	Muros	descripcion	Columnas	Muros	descripcion	Columnas	Muros
b (cm)	40	25	b (cm)	40	25	b (cm)	40	0
h (cm)	40	200	h (cm)	40	500	h (cm)	40	0
d (cm)	32	160	d (cm)	32	400	d (cm)	32	0
fc-kg/cm ²	210	210	fc-kg/cm ²	210	210	fc-kg/cm ²	210	210
fy-kg/cm ²	4200	4200	fy-kg/cm ²	4200	4200	fy-kg/cm ²	4200	4200
A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	0.71	A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	0.71	A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	0.71
Separacion (cm)	10	15	Separacion (cm)	10	15	Separacion (cm)	10	15
Nº ramas/NºMalla	4	2	Nº ramas/NºMalla	4	2	Nº ramas/NºMalla	4	2
Cant. Elementos	15	4	Cant. Elementos	15	4	Cant. Elementos	15	4
Vc (tonnef)	9.83	30.72	Vc (tonnef)	9.83	76.80	Vc (tonnef)	9.83	0.00
Vs (tonnef)	38.17	63.62	Vs (tonnef)	38.17	159.04	Vs (tonnef)	38.17	0.00
Total (tonnef)	1097.36		Total (tonnef)	1663.39		Total (tonnef)	720.01	

Nivel	Vn (tonnef)	Verificacion	Factor Ia
6	720.01		
5	720.01	1	1.00
4	1663.39	2.31	1.00
3	1663.39	1	1.00
2	1097.36	0.66	0.75
1	1097.36	1	1.00

Check: Si Cociente Piso (i) / Piso (i+1) < 80%, entonces Ia=0.75

Tabla 18. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de Masa o peso

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X85 / 30x65	Ninguno	0.025	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X85 / 30x65	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X85 / 30x65	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X85 / 30x65	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X85 / 30x65	Ninguno	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30x65	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.4100	Ve =	250.37	T1 =	0.082
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.1641	90%Ve =	225.333	T2 =	0.615
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.3625	Vd =	214.02	f1 =	1.626
g =	9.81	R =	7.2	fIL =	6.12	feD =	1.060	f2 =	12.195

Nivel	Masa	Piso Adyacente			
	tonf-s ² /m	Superior	Factor Ia	Inferior	Factor Ia
1	19.16	0.62	1.00		
2	30.97	1.10	1.00	1.62	0.90
3	28.04	1.01	1.00	0.91	1.00
4	27.67	1.02	1.00	0.99	1.00
5	27.24			0.98	1.00
6	16.63				

Superior: Cociente entre nivel analizado / nivel superior inmediato

Inferior: Cociente entre nivel analizado / nivel inferior inmediato

Tabla 19. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad geométrica vertical

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50 / 30x65	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50 / 30x65	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30x65	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento			Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.3420	Ve =	228.91	T1 =	0.068
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.2188	90%Ve =	206.019	T2 =	0.513
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.817	Vd =	134.44	f1 =	1.949
g =	9.81	R =	5.4	f _d L =	4.59	f _e D =	1.540	f2 =	14.620

Nivel	Dimensiones	Piso Superior	Piso Inferior	factor Ia	factor Ia
	m	Verific. 1	Verific. 2	Check1	Check 2
1	20	1.00		1.00	
2	20	1.00	1.00	1.00	1.00
3	20	1.00	1.00	1.00	1.00
4	20	2.00	1.00	0.90	1.00
5	10		0.50		1.00
6	10				

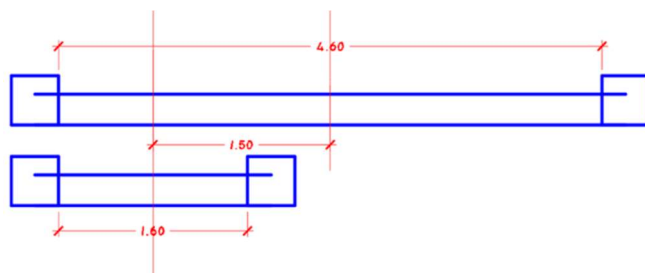
Verific. 1: Cociente piso superior / piso evaluado - Check1: Si Verific.1>1.3 entonces Ia=0.90

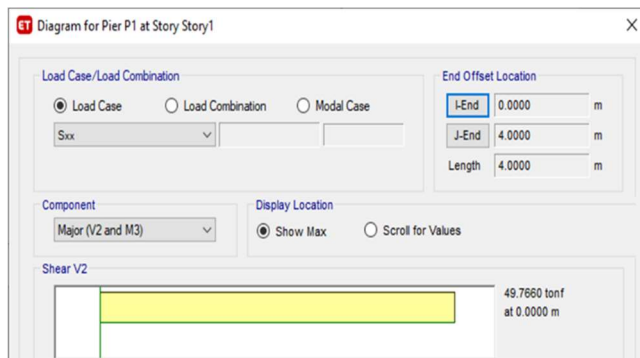
Verific. 2: Cociente piso inferior / piso evaluado - Check2: Si Verific.2>1.3 entonces Ia=0.90

Tabla 20. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40X40	25x500		0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40X40	25x200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40X40	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento			Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.3310	Ve =	316.15	T1 =	0.066
U =	1	Ia =	0.8	Sa max =	0.2461	90%Ve =	284.535	T2 =	0.497
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	2.044	Vd =	222.49	f1 =	2.014
g =	9.81	R =	4.8	f _d L =	4.08	f _e D =	1.280	f2 =	15.106

Orientación de ejes de muro 1er y 2do nivel





Condicion 1: elemento resiste >10% Vedif

Vd (tonnef) =	222.49	100.00%
Velem (tonnef)=	49.77	22.37%

Verificacion 1 **ok**

Condicion 2: cambio orientacion

e (cm)=	150
b (cm)=	240

Verificacion **ok**

Tabla 21. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad Torsional

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m2)	Acabados (tn/m2)	C. Viva (tn/m2)	LOSA (tn/m2)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X50 / 30x80		0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50 / 30x80		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.3380	Ve =	326.14	T1 =	0.068
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2625	90%Ve =	293.526	T2 =	0.507
S2 =	1.05	Ip =	0.75	fTH =	2.180	Vd =	195.41	f1 =	1.972
g =	9.81	R =	4.5	fdL =	3.825	feD =	1.510	f2 =	14.793

Joint Displacements			Alturas	Deriva inelastica	Max	Prom	Max/prom	Factor Ip
Story	Label	Ux	m					
Story6	1	0.04889	3	0.0163	0.0246	0.0205	1.20	1.00
	3	0.07393	3	0.0246				
	13	0.04889	3	0.0163				
	15	0.07393	3	0.0246				
Story5	1	0.03869	3	0.0129	0.0221	0.0175	1.26	1.00
	3	0.06623	3	0.0221				
	13	0.03869	3	0.0129				
	15	0.06623	3	0.0221				
Story4	1	0.03048	3	0.0102	0.0180	0.0141	1.28	1.00
	3	0.05407	3	0.0180				
	13	0.03048	3	0.0102				
	15	0.05407	3	0.0180				
Story3	1	0.02176	3	0.0073	0.0133	0.0103	1.29	1.00
	3	0.03997	3	0.0133				
	13	0.02176	3	0.0073				
	15	0.03997	3	0.0133				
Story2	1	0.01309	3	0.0044	0.0085	0.0064	1.32	0.75
	3	0.02538	3	0.0085				
	13	0.01309	3	0.0044				
	15	0.02538	3	0.0085				
Story1	1	0.00543	4	0.0014	0.0029	0.0021	1.36	NO APLICA
	3	0.01159	4	0.0029				
	13	0.00543	4	0.0014				
	15	0.01159	4	0.0029				

Tabla 22. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06 N. con Irregularidad por esquinas entrantes

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40x40		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.4760	Ve =	240.11	T1 =	0.095
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	216.099	T2 =	0.714
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.817	Vd =	166.31	f1 =	1.401
g =	9.81	R =	5.4	fL =	4.59	feD =	1.310	f2 =	10.504

Sentido X	
Longitud total (m)	20
Longitud entrante (m)	5
Condicion 1	25%

Sentido Y	
Longitud total (m)	12
Longitud entrante (m)	6
Condicion 2	50%

Tabla 23. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y	Vigas en X
1	4	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40x40		0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40x40		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.4840	Ve =	0.484	T1 =	0.097
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2316	90%Ve =	0.4356	T2 =	0.726
S2 =	1.05	Ip =	0.85	fTH =	1.924	Vd =	177.06	f1 =	1.377
g =	9.81	R =	5.1	fL =	4.335	feD =	1.252	f2 =	10.331

Dirección	X	Y	Área planta
Longitud total	20	12	240
Abertura 1	5	6	30
Abertura 2	5	4	20
Abertura total			50
% Abertura			20.83%

Condicion 1 No cumple

Condicion 1: Aberturas en planta >50% del area bruta

Dirección	Longitud	Altura	Área transversal	% Área neta transversal	Factor Ip
Sección total X	20	0.2	4	75.00%	1
Sección neta X	15	0.2	3		
Sección total Y	12	0.2	2.4	16.67%	0.85
Sección neta Y	2	0.2	0.4		

Condicion 2 Cumple

Condicion 2: Área transversal Neta resistente <25% de Área transversal total

Tabla 24. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 06N. con Irregularidad de sistemas no paralelos

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40x40		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.5330	Ve =	262.41	T1 =	0.107
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	236.169	T2 =	0.800
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.817	Vd =	151.94	f1 =	1.251
g =	9.81	R =	5.4	fIL =	4.59	feD =	1.560	f2 =	9.381

VERIFICACION DE CONDICIONES

cortante en elemento no paralelo		29.7 tonnef	
Cortante en la base		151.94 tonnef	
Verific. 1	porcentaje que resiste	19.547	>10%
Verific. 2	angulo de inclinacion	38.66	>30°

4.2.3.3. Modelado de Edificación de 08 Niveles

Tabla 25. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X85	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X65	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X65	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X65	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X65	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X65	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X65	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X65	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.5110	Ve =	345.5	T1 =	0.102
U =	1	Ia =	0.75	Sa max =	0.1969	90%Ve =	310.95	T2 =	0.767
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.635	Vd =	282.91	f1 =	1.305
g =	9.81	R =	6	fIL =	5.1	feD =	1.100	f2 =	9.785

Nivel	Ventre piso	Δ abs-CM	Δ rel-CM	Rigidez piso	Verif. 1	Verif. 2	Factor Ia	
				tonf/m				
1	282.91	0.0221	0.0221	12816.7988	0.34	0.43	0.75	0.75
2	265.97	0.0292	0.0071	37350.5687	1.30	1.60	1.00	1.00
3	244.14	0.0377	0.0085	28628.1074	1.25	1.55	1.00	1.00
4	217.13	0.0472	0.0095	22860.7917	1.24	1.76	1.00	1.00
5	184.05	0.0572	0.0100	18413.8769	1.30	2.24	1.00	1.00
6	144.55	0.0674	0.0102	14145.5426	2.23		1.00	
7	103.11	0.0837	0.0162	6351.7772	1.52		1.00	
8	52.82	0.0963	0.0127	4170.0695				

Verif. 1: Cociente entre nivel evaluado / nivel superior, si <70%, Ia=0.75

Verif. 2: Cociente entre nivel evaluado / promedio de los 3 niveles superiores adyacentes, si <80%, Ia=0.75

Tabla 26. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m2)	Acabados (tn/m2)	C. Viva (tn/m2)	LOSA (tn/m2)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40X40	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	40X40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	40X40	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.5400	Ve =	448.5	T1 =	0.108
U =	1	Ia =	0.75	Sa max =	0.2625	90%Ve =	403.65	T2 =	0.810
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	2.18	Vd =	328.45	f1 =	1.235
g =	9.81	R =	4.5	fDL =	3.825	feD =	1.229	f2 =	9.259

Pisos: 1-2

descripcion	Columnas	Muros
b (cm)	40	25
h (cm)	40	200
d (cm)	32	160
fc-kg/cm2	210	210
fy-kg/cm2	4200	4200
A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	1.21
Separacion (cm)	10	10
Nº ramas/NºMalla	4	2
Cant. Elementos	15	4
Vc (tonnef)	9.83	30.72
Vs (tonnef)	38.17	162.62
Total	1493.39	

Pisos 3-4-5

descripcion	Columnas	Muros
b (cm)	40	25
h (cm)	40	500
d (cm)	32	400
fc-kg/cm2	210	210
fy-kg/cm2	4200	4200
A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	1.21
Separacion (cm)	10	10
Nº ramas/NºMalla	4	2
Cant. Elementos	15	4
Vc (tonnef)	9.83	76.80
Vs (tonnef)	38.17	406.56
Total	2653.47	

Pisos: 6-7

descripcion	Columnas	Muros
b (cm)	40	25
h (cm)	40	200
d (cm)	32	160
fc-kg/cm2	210	210
fy-kg/cm2	4200	4200
A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	0.71
Separacion (cm)	10	15
Nº ramas/NºMalla	4	2
Cant. Elementos	15	4
Vc (tonnef)	9.83	30.72
Vs (tonnef)	38.17	63.62
Total	1097.36	

Piso 8

descripcion	Columnas	Muros
b (cm)	40	0
h (cm)	40	0
d (cm)	32	0
fc-kg/cm2	210	210
fy-kg/cm2	4200	4200
A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	0.71
Separacion (cm)	10	15
Nº ramas/NºMalla	4	2
Cant. Elementos	15	4
Vc (tonnef)	9.83	0.00
Vs (tonnef)	38.17	0.00
Total	720.01	

Nivel	Vn (tonnef)	Verif.	Factor Ia
8	720.01		
7	1097.36	1.52	1.00
6	1097.36	1	1.00
5	2653.47	2.42	1.00
4	2653.47	1	1.00
3	2653.47	1	1.00
2	1493.39	0.56	0.75
1	1493.39	1	1.00

Check: Si Cociente Piso (i) / Piso (i+1) <80%, entonces Ia=0.75

Tabla 27. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de Masa o peso

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30x100	Ninguno	0.025	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30x65 / 30x85	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30x65 / 30x85	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30x65 / 30x85	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30x65 / 30x85	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30x65 / 30x85	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30x65 / 30x85	Ninguno	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30x65 / 30x85	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.5160	Ve =	351.54	T1 =	0.103
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.1641	90%Ve =	316.386	T2 =	0.774
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.3625	Vd =	282.1	f1 =	1.292
g =	9.81	R =	7.2	fdL =	6.12	feD =	1.130	f2 =	9.690

Nivel	Masa	Piso Adyacente			
	tonf-s ² /m	Superior	Factor Ia	Inferior	Factor Ia
1	20.52	0.66	1.00		
2	30.97	1.00	1.00	1.51	0.90
3	30.97	1.00	1.00	1.00	1.00
4	30.97	1.10	1.00	1.00	1.00
5	28.04	1.01	1.00	0.91	1.00
6	27.67	1.01	1.00	0.99	1.00
7	27.30			0.99	1.00
8	16.68				

Superior: Cociente entre nivel analizado / nivel superior inmediato

Inferior: Cociente entre nivel analizado / nivel inferior inmediato

Tabla 28. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad geométrica vertical

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30x50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30x50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30x50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30x50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30x50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30x50 / 30x65	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30x50 / 30x65	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30x50 / 30x65	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.4960	Ve =	326.55	T1 =	0.099
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.2188	90%Ve =	293.895	T2 =	0.744
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.8167	Vd =	221	f1 =	1.344
g =	9.81	R =	5.4	fdL =	4.59	feD =	1.330	f2 =	10.081

Nivel	Dimensiones	Piso Superior	Piso Inferior	factor Ia	factor Ia
	m	Verific. 1	Verific. 2	Check1	Check 2
1	20	1.00		1.00	
2	20	1.00	1.00	1.00	1.00
3	20	1.00	1.00	1.00	1.00
4	20	1.00	1.00	1.00	1.00
5	20	1.00	1.00	1.00	1.00
6	20	2.00	1.00	0.90	1.00
7	10		0.50		1.00
8	10				

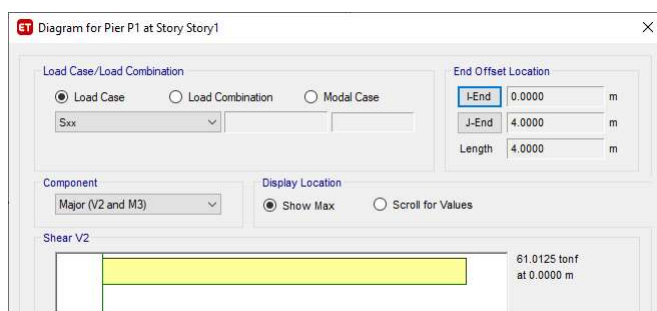
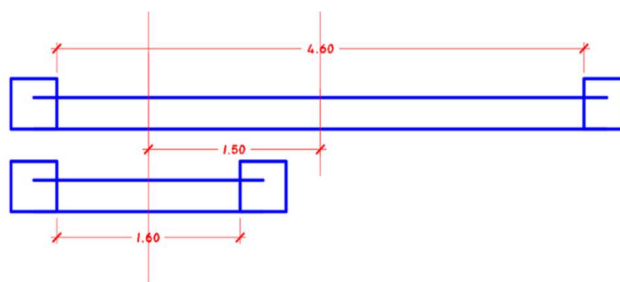
Verific. 1: Cociente piso superior / piso evaluado - Check1: Si Verific.1>1.3 entonces Ia=0.90

Verific. 2: Cociente piso inferior / piso evaluado - Check2: Si Verific.2>1.3 entonces Ia=0.90

Tabla 29. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes

Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m2)	Acabados (tn/m2)	C. Viva (tn/m2)	LOSA (tn/m2)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40 / 30x85	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40x40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40x40 / 30x85	25x200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40x40 / 30x85	25x200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	40x40 / 30x85	25x200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	40x40 / 30x85		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento			Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.4970	Ve =	423.55	T1 =	0.099
U =	1	Ia =	0.8	Sa max =	0.2461	90%Ve =	381.195	T2 =	0.746
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	2.0438	Vd =	280.17	f1 =	1.341
g =	9.81	R =	4.8	fdL =	4.08	feD =	1.361	f2 =	10.060

Orientación de ejes de muro 1er y 2do nivel



Condicion 1: elemento resiste >10%Vedif

Vd (tonnef) =	280.17	100.00%
Velem (tonnef)=	61.01	21.78%

Verificacion 1 **ok**

Condicion 2: cambio orientacion

e (cm)=	150
b (cm)=	240

Verificacion **ok**

Tabla 30. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad Torsional

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50 / 30x80	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50 / 30x80	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X50 / 30x80		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.4660	Ve =	436.1	T1 =	0.093
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2625	90%Ve =	392.49	T2 =	0.699
S2 =	1.05	Ip =	0.75	fTH =	2.1800	Vd =	210.06	f1 =	1.431
g =	9.81	R =	4.5	fDL =	3.825	feD =	1.870	f2 =	10.730

Joint Displacements			Alturas	Deriva	Max	Prom	Max/prom	Factor
Story	Label	Ux	m	inelástica				Ip
Story8	1	0.0868	3	0.02892	0.03926	0.03409	1.15	1.00
	3	0.1178	3	0.03926				
	13	0.0868	3	0.02892				
	15	0.1178	3	0.03926				
Story7	1	0.0745	3	0.02484	0.03685	0.03084	1.19	1.00
	3	0.1105	3	0.03685				
	13	0.0745	3	0.02484				
	15	0.1105	3	0.03685				
Story6	1	0.0603	3	0.02009	0.03290	0.02650	1.24	1.00
	3	0.0987	3	0.03290				
	13	0.0603	3	0.02009				
	15	0.0987	3	0.03290				
Story5	1	0.0451	3	0.01504	0.02780	0.02142	1.30	1.00
	3	0.0834	3	0.02780				
	13	0.0451	3	0.01504				
	15	0.0834	3	0.02780				
Story4	1	0.0309	3	0.01031	0.02178	0.01605	1.36	0.75
	3	0.0654	3	0.02178				
	13	0.0309	3	0.01031				
	15	0.0654	3	0.02178				
Story3	1	0.0193	3	0.00643	0.01541	0.01092	1.41	0.75
	3	0.0462	3	0.01541				
	13	0.0193	3	0.00643				
	15	0.0462	3	0.01541				
Story2	1	0.0101	3	0.00336	0.00930	0.00633	1.47	0.75
	3	0.0279	3	0.00930				
	13	0.0101	3	0.00336				
	15	0.0279	3	0.00930				
Story1	1	0.0041	4	0.00103	0.00313	0.00208	1.50	NO APLICA
	3	0.0125	4	0.00313				
	13	0.0041	4	0.00103				
	15	0.0125	4	0.00313				

Max: Valor máximo de los desplazamientos

Prom: Valor promedio de los desplazamientos

Si Max/prom > 1.3, Ip = 0.75

Tabla 31. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad por esquinas entrantes

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X50		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.5630	Ve =	322.28	T1 =	0.113
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	290.052	T2 =	0.845
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.8167	Vd =	214	f1 =	1.184
g =	9.81	R =	5.4	fdL =	4.59	feD =	1.360	f2 =	8.881

Sentido X	
Longitud total (m)	20
Longitud entrante (m)	5
Condicion 1	25%

Sentido Y	
Longitud total (m)	12
Longitud entrante (m)	6
Condicion 2	50%

Factor Ia = 0.9

Tabla 32. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40x40	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40x40	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	40x40	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	40x40	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.5810	Ve =	337.32	T1 =	0.116
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2316	90%Ve =	303.588	T2 =	0.872
S2 =	1.05	Ip =	0.85	fTH =	1.9235	Vd =	229.7	f1 =	1.147
g =	9.81	R =	5.1	fdL =	4.335	feD =	1.330	f2 =	8.606

Direccion	X	Y	Area planta
Longitud total	20	12	240
Abertura 1	5	6	30
Abertura 2	5	4	20
Abertura total			50
% Abertura			20.83%

Condicion 1 No cumple

Condicion 1: Aberturas en planta >50% del area bruta

Direccion	Longitud	Altura	Area transversal	% Area neta transversal	Factor Ip
Seccion total X	20	0.2	4	75.00%	1
Seccion neta X	15	0.2	3		
Seccion total Y	12	0.2	2.4	16.67%	0.85
Seccion neta Y	2	0.2	0.4		

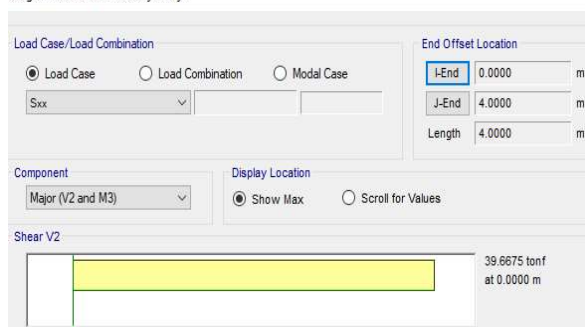
Condicion 2 Cumple

Condicion 2: Area transversal Neta resistente <25% de Area transversal total

Tabla 33. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 08N. con Irregularidad de sistemas no paralelos

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m2)	Acabados (tn/m2)	C. Viva (tn/m2)	LOSA (tn/m2)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X50	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.6910	Ve =	354.47	T1 =	0.138
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	319.023	T2 =	1.037
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.8167	Vd =	185.37	f1 =	0.965
g =	9.81	R =	5.4	fdL =	4.59	feD =	1.730	f2 =	7.236

Diagram for Pier P2 at Story1



VERIFICACION DE CONDICIONES

cortante en elemento no paralelo 39.67 tonnef
 Cortante en la base 185.37 tonnef
 Verific. 1 % que resiste 21.400 >10%
 Verific. 2 Ø de inclinacion 38.66 >30°
 Factor Ip = 0.9

4.2.3.4. Modelado de Edificaciones de 10 Niveles

Tabla 34. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X100	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X65 / 30X100	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X65 / 30X100	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X65 / 30X100	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X65 / 30X100	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X65 / 30X100	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X65 / 30X100	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X65 / 30X100	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	30X65 / 30X100	Ninguno	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	30X65 / 30X100	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.6240	Ve =	441.4	T1 =	0.125
U =	1	Ia =	0.75	Sa max =	0.1969	90%Ve =	397.26	T2 =	0.936
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.6350	Vd =	326.53	f1 =	1.068
g =	9.81	R =	6	fDL =	5.1	feD =	1.220	f2 =	8.013

Nivel	V entrepiso	Δabs-CM	Δrel-CM	Rigidez piso ton/m	Verif. 1	Verif. 2	Factor Ia	
1	326.53	0.0181	0.0181	18055.29	0.49	0.62	0.75	0.75
2	314.82	0.0267	0.0086	36701.34	1.32	1.60	1.00	1.00
3	299.51	0.0375	0.0108	27699.20	1.24	1.46	1.00	1.00
4	280.21	0.0500	0.0125	22409.99	1.19	1.41	1.00	1.00
5	256.04	0.0636	0.0137	18754.59	1.18	1.43	1.00	1.00
6	226.11	0.0779	0.0142	15893.21	1.21	1.62	1.00	
7	189.98	0.0923	0.0145	13139.32	1.28	1.93	1.00	
8	147.87	0.1068	0.0144	10239.10	1.69		1.00	
9	104.95	0.1241	0.0174	6042.17	1.47			
10	54.24	0.1373	0.0132	4121.87				

Verif. 1: Cociente entre nivel evaluado / nivel superior, si <70%, Ia=0.75

Verif. 2: Cociente entre nivel evaluado / promedio de los 3 niveles superiores adyacentes, si <80%, Ia=0.75

Tabla 35. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de Resistencia – Piso débil

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30x65	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30x65	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30x65	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30x65	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30x65	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30x65	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30x65	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30x65	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	30x65	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	30x65		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.6520	Ve =	578.91	T1 =	0.130
U =	1	Ia =	0.75	Sa max =	0.2625	90%Ve =	521.019	T2 =	0.978
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	2.1800	Vd =	400.34	f1 =	1.022
g =	9.81	R =	4.5	fDL =	3.825	feD =	1.301	f2 =	7.669

Pisos: 1-2 / 8-9			Pisos 3@7			Piso azotea		
descripcion	Columnas	Muros	descripcion	Columnas	Muros	descripcion	Columnas	Muros
b (cm)	30	25	b (cm)	30	25	b (cm)	30	0
h (cm)	65	200	h (cm)	65	500	h (cm)	65	0
d (cm)	52	160	d (cm)	52	400	d (cm)	52	0
fc-kg/cm2	210	210	fc-kg/cm2	210	210	fc-kg/cm2	210	210
fy-kg/cm2	4200	4200	fy-kg/cm2	4200	4200	fy-kg/cm2	4200	4200
A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	1.21	A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	1.21	A-Ref. Horiz. 3/8"	0.71	0.71
Separacion (cm)	10	10	Separacion (cm)	10	10	Separacion (cm)	10	15
Nº ramas/NºMalla	4	2	Nº ramas/NºMalla	4	2	Nº ramas/NºMalla	4	2
Cant Elementos	15	4	Cant Elementos	15	4	Cant Elementos	15	4
Vc (tonnef)	11.98	30.72	Vc (tonnef)	11.98	76.80	Vc (tonnef)	11.98	0.00
Vs (tonnef)	62.03	162.62	Vs (tonnef)	62.03	406.56	Vs (tonnef)	62.03	0.00
Total	1883.49		Total	3043.56		Total	1110.11	

Nivel	Vn (tonnef)	Check	Factor Ia
10	1110.11		
9	1883.49	1.70	1.00
8	1883.49	1	1.00
7	3043.56	1.62	1.00
6	3043.56	1	1.00
5	3043.56	1	1.00
4	3043.56	1	1.00
3	3043.56	1	1.00
2	1883.49	0.62	0.75
1	1883.49	1	1.00

Check: Si Cociente Piso (i) / Piso (i+1) < 80%, entonces Ia=0.75

Tabla 36. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de Masa o peso

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m2)	Acabados (tn/m2)	C. Viva (tn/m2)	LOSA (tn/m2)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30x100		0.025	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X65 / 30x100	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X65 / 30x100	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X65 / 30x100	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X65 / 30x100	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X45 / 30x100	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X45 / 30x100	25X500	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X45 / 30x100	25X300	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	30X45 / 30x100	25X300	0.400	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	30X45 / 30x100		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	8	T =	0.6980	Ve =	449	T1 =	0.140
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.1641	90%Ve =	404.1	T2 =	1.047
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.3625	Vd =	301.82	f1 =	0.955
g =	9.81	R =	7.2	fdL =	6.12	feD =	1.340	f2 =	7.163

Nivel	Masa tonf-s2/m	Piso Adyacente			
		Superior	Factor Ia	Inferior	Factor Ia
1	20.57	0.66	1.00		
2	31.06	1.00	1.00	1.51	0.90
3	31.06	1.00	1.00	1.00	1.00
4	31.06	1.01	1.00	1.00	1.00
5	30.79	1.01	1.00	0.99	1.00
6	30.59	1.02	1.00	0.99	1.00
7	29.86	1.03	1.00	0.98	1.00
8	29.12	1.04	1.00	0.98	1.00
9	28.02			0.96	1.00
10	16.51				

Superior: Cociente entre nivel analizado / nivel superior inmediato
Inferior: Cociente entre nivel analizado / nivel inferior inmediato

Tabla 37. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad geométrica vertical

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50	25X500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	30X50		0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	30X50		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.5500	Ve =	432.174	T1 =	0.110
U =	1	Ia =	0.9	Sa max =	0.2188	90%Ve =	388.9566	T2 =	0.825
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	1.8167	Vd =	264.85	f1 =	1.212
g =	9.81	R =	5.4	fdL =	4.59	feD =	1.470	f2 =	9.091

Nivel	Dimensiones	Piso Superior	Piso Inferior	factor Ia	factor Ia
	m	Verific.1	Verific. 2	Check1	Check 2
1	20	1.00		1.00	
2	20	1.00	1.00	1.00	1.00
3	20	1.00	1.00	1.00	1.00
4	20	1.00	1.00	1.00	1.00
5	20	1.00	1.00	1.00	1.00
6	20	1.00	1.00	1.00	1.00
7	20	1.00	1.00	1.00	1.00
8	20	2.00	1.00	0.90	1.00
9	10		0.50		1.00
10	10				

Verific. 1: Cociente piso superior / piso evaluado - Check1: Si Verific.1>1.3 entonces Ia=0.90

Verific. 2: Cociente piso inferior / piso evaluado - Check2: Si Verific.2>1.3 entonces Ia=0.90

Tabla 38. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad discontinuidad de los sistemas resistentes

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40X40 / 30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40X40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40X40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40X40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40X40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40X40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	40X40 / 30x85	25x500	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	40X40 / 30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	40X40 / 30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	40X40 / 30x85	25X300	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.6310	Ve =	549.36	T1 =	0.126
U =	1	Ia =	0.8	Sa max =	0.2461	90%Ve =	494.424	T2 =	0.947
S2 =	1.05	Ip =	1	fTH =	2.0438	Vd =	366.8	f1 =	1.057
g =	9.81	R =	4.8	fdL =	4.08	feD =	1.350	f2 =	7.924

Condicion 1: elemento resiste >10% Vedif

Vd (tonnef) =	366.8	100.00%
Velem (tonnef)=	78.66	21.44%

Verificacion 1 **ok**

Factor Ia = 0.80

Condicion 2: cambio orientacion

e (cm)=	100
b (cm)=	340

Verificacion **ok**

Tabla 39. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad Torsional

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m2)	Acabados (tn/m2)	C. Viva (tn/m2)	LOSA (tn/m2)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50 / 30x80	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50 / 30x80	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50 / 30x80	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50 / 30x80	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50 / 30x80	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	30X50 / 30x80	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	30X50 / 30x80	Ningno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.6230	Ve =	552.05	T1 =	0.125
U =	1	Ia =	1	Sa max=	0.2625	90%Ve=	496.845	T2 =	0.935
S2 =	1.05	Ip =	0.75	fTH =	2.1800	Vd =	268.62	f1 =	1.070
g =	9.81	R =	4.5	fdL =	3.825	feD=	1.850	f2 =	8.026

Joint Displacements			Alturas m	Deriva inelástica	Max	Prom	Max/prom	Factor Ip
Story	Label	Ux						
Story10	1	0.12856	3	0.0429	0.0519	0.0474	1.10	1.00
	3	0.15565	3	0.0519				
	13	0.12856	3	0.0429				
	15	0.15565	3	0.0519				
Story9	1	0.11432	3	0.0381	0.0496	0.0438	1.13	1.00
	3	0.14868	3	0.0496				
	13	0.11432	3	0.0381				
	15	0.14867	3	0.0496				
Story8	1	0.09739	3	0.0325	0.0461	0.0393	1.17	1.00
	3	0.13828	3	0.0461				
	13	0.09739	3	0.0325				
	15	0.13828	3	0.0461				
Story7	1	0.07924	3	0.0264	0.0414	0.0339	1.22	1.00
	3	0.12416	3	0.0414				
	13	0.07924	3	0.0264				
	15	0.12416	3	0.0414				
Story6	1	0.06150	3	0.0205	0.0357	0.0281	1.27	1.00
	3	0.10721	3	0.0357				
	13	0.06150	3	0.0205				
	15	0.10721	3	0.0357				
Story5	1	0.04591	3	0.0153	0.0294	0.0224	1.32	0.75
	3	0.08830	3	0.0294				
	13	0.04591	3	0.0153				
	15	0.08830	3	0.0294				
Story4	1	0.03238	3	0.0108	0.0228	0.0168	1.36	0.75
	3	0.06851	3	0.0228				
	13	0.03238	3	0.0108				
	15	0.06851	3	0.0228				
Story3	1	0.02173	3	0.0072	0.0163	0.0118	1.38	0.75
	3	0.04891	3	0.0163				
	13	0.02173	3	0.0072				
	15	0.04891	3	0.0163				
Story2	1	0.01246	3	0.0042	0.0100	0.0071	1.41	0.75
	3	0.03000	3	0.0100				
	13	0.01246	3	0.0042				
	15	0.03000	3	0.0100				
Story1	1	0.00510	4	0.0013	0.0033	0.0023	1.45	NO APLICABLE
	3	0.01332	4	0.0033				
	13	0.00510	4	0.0013				
	15	0.01332	4	0.0033				

Max: Valor máximo de los desplazamientos

Prom: Valor promedio de los desplazamientos, Si Max/prom > 1.3, Ip = 0.75

Tabla 40. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad por esquinas entrantes

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X50	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	30X50	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	30X50	Ninguno	0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.6610	Ve =	411.11	T1 =	0.132
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	370	T2 =	0.992
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.8167	Vd =	253	f1 =	1.009
g =	9.81	R =	5.4	fdL =	4.59	feD =	1.462	f2 =	7.564

Sentido X	
Longitud total (m)	20
Longitud entrante (m)	5
Condicion 1	25%

Sentido Y	
Longitud total (m)	12
Longitud entrante (m)	6
Condicion 2	50%

Factor Ip = 0.9

Tabla 41. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad por discontinuidad del diafragma

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	40x40/30x85	25X300	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	40x40/30x85		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos				Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1	
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.7140	Ve =	437.06	T1 =	0.143
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2316	90%Ve =	393.354	T2 =	1.071
S2 =	1.05	Ip =	0.85	fTH =	1.9235	Vd =	260.11	f1 =	0.934
g =	9.81	R =	5.1	fdL =	4.335	feD =	1.510	f2 =	7.003

Direccion	X	Y	Area planta
Longitud total	20	12	240
Abertura 1	5	6	30
Abertura 2	5	4	20
Abertura total			50
% Abertura			20.83%

Condicion 1 No cumple

Condicion 1: Aberturas en planta >50% del area bruta

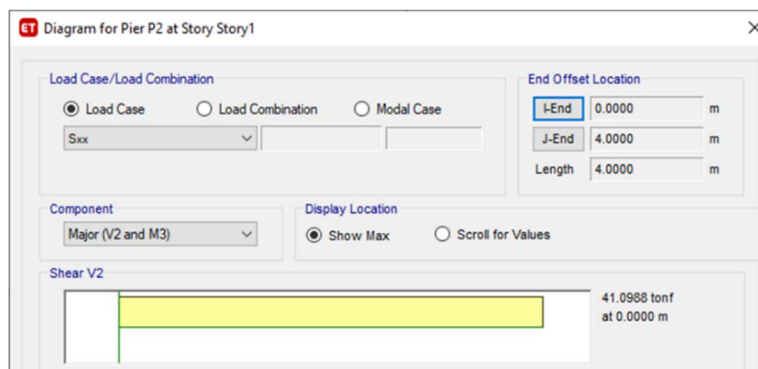
Condicion 2: Area transversal Neta resistente <25% de Area transversal total

Direccion	Longitud	Altura	Area transversal	% Area neta transversal	Factor Ip
Seccion total X	20	0.2	4	75.00%	1
Seccion neta X	15	0.2	3		
Seccion total Y	12	0.2	2.4	16.67%	0.85
Seccion neta Y	2	0.2	0.4		

Condicion 2 Cumple

Tabla 42. Dimensiones, cargas y verificación de Edificación de 10N. con Irregularidad de sistemas no paralelos

Dimensiones de elementos y cargas aplicadas									
Nivel	Altura (m)	Columnas (cm)	Muros (cm)	Tabique (tn/m ²)	Acabados (tn/m ²)	C. Viva (tn/m ²)	LOSA (tn/m ²)	Vigas en Y (cm)	Vigas en X (cm)
1	4	30X60	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
2	7	30X60	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
3	10	30X60	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
4	13	30X60	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
5	16	30X60	25X400	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
6	19	30X60	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
7	22	30X60	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
8	25	30X60	25X200	0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
9	28	30X60		0.125	0.100	0.200	0.300	25X65	25X60
10	31	30X60		0.025	0.100	0.150	0.300	25X65	25X60
Parámetros sísmicos			Factores de escalamiento				Rango espectral de R=1		
Z =	0.45	Ro =	6	T =	0.5960	Ve =	457.76	T1 =	0.119
U =	1	Ia =	1	Sa max =	0.2188	90%Ve =	411.984	T2 =	0.894
S2 =	1.05	Ip =	0.9	fTH =	1.8167	Vd =	274.7	f1 =	1.119
g =	9.81	R =	5.4	fdL =	4.59	feD =	1.500	f2 =	8.389



Cortante en elemento no paralelo	41.1 tonnef
Cortante en la base	274.7 tonnef
Verific. 1	Porcentaje que resiste 14.96 >10%
Verific. 2	Angulo de inclinacion 38.66 >30°

4.3. Resultados

Luego de procesar las muestras, se procedió a obtener las respuestas estructurales (desplazamientos, derivas y cortantes) aplicando el método del análisis modal espectral (AME) así como del análisis tiempo historia (THE), siendo las respuestas estructurales “promediadas” aplicando los registros sísmicos ya mencionados en el ítem 4.2.2.1 del presente estudio.

A continuación, se muestran los resultados de las respuestas sísmicas obtenidas (desplazamiento, distorsión y cortantes) de las edificaciones (10 – 08 – 06 – 03 Niveles) por cada tipo de irregularidad estructural:

4.3.1. Resumen de Ratios de Desplazamientos

Tabla 43. Resumen de Ratios de Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Rigidez.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ / PISO BLANDO													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1566	0.1696	108%									
9	28	0.1423	0.1535	108%									
8	25	0.1230	0.1324	108%	0.1088	0.1445	133%						
7	22	0.1066	0.1147	108%	0.0952	0.1265	133%						
6	19	0.0901	0.0969	108%	0.0773	0.1031	133%	0.0854	0.1099	129%			
5	16	0.0739	0.0796	108%	0.0658	0.0877	133%	0.0739	0.0944	128%			
4	13	0.0583	0.0629	108%	0.0545	0.0726	133%	0.0582	0.0739	127%			
3	10	0.0439	0.0477	108%	0.0438	0.0582	133%	0.0467	0.0593	127%	0.0389	0.0536	138%
2	7	0.0315	0.0344	109%	0.0341	0.0452	133%	0.0352	0.0447	127%	0.0304	0.0419	138%
1	4	0.0216	0.0237	110%	0.0260	0.0345	133%	0.0241	0.0307	127%	0.0209	0.0289	138%
Ratio Promedio		108%			133%			127%			138%		

Tabla 44. Resumen de Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Resistencia.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA / PISO DEBIL													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1618	0.2052	127%									
9	28	0.1477	0.1869	127%									
8	25	0.1285	0.1625	126%	0.1220	0.1315	108%						
7	22	0.1097	0.1387	126%	0.1044	0.1116	107%						
6	19	0.0925	0.1172	127%	0.0851	0.0910	107%	0.0581	0.0900	155%			
5	16	0.0755	0.0960	127%	0.0676	0.0726	107%	0.0440	0.0685	155%			
4	13	0.0591	0.0755	128%	0.0537	0.0578	108%	0.0359	0.0558	156%			
3	10	0.0437	0.0562	129%	0.0403	0.0436	108%	0.0278	0.0433	156%	0.0552	0.0600	109%
2	7	0.0299	0.0387	130%	0.0280	0.0305	109%	0.0200	0.0313	156%	0.0438	0.0476	109%
1	4	0.0135	0.0175	130%	0.0126	0.0139	110%	0.0093	0.0146	157%	0.0244	0.0265	109%
Ratio Promedio		128%			108%			156%			109%		

Tabla 45. Resumen de Ratios de Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Masa.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1752	0.2091	119%									
9	28	0.1601	0.1902	119%									
8	25	0.1398	0.1660	119%	0.1131	0.1345	119%						
7	22	0.1196	0.1424	119%	0.0989	0.1173	119%						
6	19	0.1008	0.1203	119%	0.0795	0.0942	118%	0.0704	0.1035	147%			
5	16	0.0824	0.0989	120%	0.0665	0.0787	118%	0.0578	0.0845	146%			
4	13	0.0650	0.0786	121%	0.0536	0.0634	118%	0.0422	0.0618	146%			
3	10	0.0489	0.0599	122%	0.0415	0.0490	118%	0.0352	0.0516	147%	0.0346	0.0478	138%
2	7	0.0350	0.0435	124%	0.0307	0.0361	118%	0.0286	0.0421	147%	0.0266	0.0366	138%
1	4	0.0240	0.0303	126%	0.0218	0.0257	118%	0.0227	0.0335	148%	0.0212	0.0292	138%
Ratio Promedio		121%			118%			147%			138%		

Tabla 46. Resumen de ratios de Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Geométrica Vertical.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1342	0.1332	99%									
9	28	0.1234	0.1208	98%									
8	25	0.1039	0.1012	97%	0.1048	0.1196	114%						
7	22	0.0855	0.0833	97%	0.0958	0.1074	112%						
6	19	0.0670	0.0652	97%	0.0800	0.0883	110%	0.0537	0.0926	172%			
5	16	0.0491	0.0479	98%	0.0650	0.0716	110%	0.0399	0.0684	172%			
4	13	0.0337	0.0331	98%	0.0494	0.0544	110%	0.0266	0.0453	171%			
3	10	0.0220	0.0216	98%	0.0339	0.0373	110%	0.0177	0.0303	171%	0.0428	0.0633	148%
2	7	0.0120	0.0119	99%	0.0195	0.0214	110%	0.0098	0.0168	172%	0.0296	0.0440	149%
1	4	0.0046	0.0046	99%	0.0076	0.0084	110%	0.0039	0.0068	172%	0.0148	0.0224	151%
Ratio Promedio		98%			111%			172%			149%		

Tabla 47. Resumen de ratios Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad discontinuidad sistema Resistente.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD SISTEMA RESISTENTE													
Ia=0.80													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1544	0.1692	110%									
9	28	0.1379	0.1513	110%									
8	25	0.1188	0.1304	110%	0.1029	0.1153	112%						
7	22	0.1001	0.1098	110%	0.0884	0.0983	111%						
6	19	0.0824	0.0904	110%	0.0694	0.0768	111%	0.0481	0.0696	145%			
5	16	0.0650	0.0713	110%	0.0505	0.0562	111%	0.0335	0.0484	144%			
4	13	0.0483	0.0531	110%	0.0351	0.0393	112%	0.0247	0.0358	145%			
3	10	0.0328	0.0361	110%	0.0246	0.0277	113%	0.0176	0.0257	146%	0.0155	0.0248	160%
2	7	0.0191	0.0211	110%	0.0152	0.0172	113%	0.0111	0.0163	147%	0.0044	0.0076	172%
1	4	0.0081	0.0090	111%	0.0073	0.0083	114%	0.0055	0.0081	148%	0.0022	0.0039	172%
Ratio Promedio		110%			112%			146%			168%		

Tabla 48. Resumen de Ratios Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Torsional.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1556	0.1891	121%									
9	28	0.1142	0.1300	114%									
8	25	0.1383	0.1622	117%	0.1178	0.1670	137%						
7	22	0.1242	0.1436	116%	0.1105	0.1489	135%						
6	19	0.1072	0.1228	114%	0.0987	0.1312	133%	0.0739	0.1300	176%			
5	16	0.0883	0.1009	114%	0.0834	0.1092	131%	0.0662	0.1144	173%			
4	13	0.0685	0.0784	114%	0.0654	0.0842	129%	0.0541	0.0926	171%			
3	10	0.0489	0.0562	115%	0.0462	0.0592	128%	0.0400	0.0679	170%	0.0267	0.0594	223%
2	7	0.0300	0.0347	116%	0.0279	0.0356	128%	0.0254	0.0429	169%	0.0186	0.0407	219%
1	4	0.0133	0.0155	116%	0.0125	0.0159	127%	0.0116	0.0195	168%	0.0091	0.0198	218%
Ratio Promedio		116%			131%			171%			220%		

Tabla 49. Resumen de ratios Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Esquinas Entrantes.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1643	0.1831	111%									
9	28	0.1499	0.1666	111%									
8	25	0.1320	0.1464	111%	0.1272	0.1445	114%						
7	22	0.1126	0.1246	111%	0.1132	0.1281	113%						
6	19	0.0929	0.1024	110%	0.0955	0.1083	113%	0.0857	0.1167	136%			
5	16	0.0740	0.0818	111%	0.0759	0.0862	114%	0.0726	0.0985	136%			
4	13	0.0553	0.0616	111%	0.0551	0.0628	114%	0.0575	0.0781	136%			
3	10	0.0375	0.0421	112%	0.0348	0.0400	115%	0.0412	0.0560	136%	0.0207	0.0367	177%
2	7	0.0213	0.0241	113%	0.0182	0.0212	116%	0.0246	0.0334	136%	0.0091	0.0173	190%
1	4	0.0083	0.0095	114%	0.0071	0.0083	117%	0.0098	0.0133	136%	0.0038	0.0074	193%
Ratio Promedio		112%			115%			136%			187%		

Tabla 50. Resumen de ratios Desplazamientos de Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad por discontinuidad del diafragma.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA													
Ia=0.85													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1504	0.2020	134%									
9	28	0.1375	0.1838	134%									
8	25	0.1211	0.1617	133%	0.1192	0.1545	130%						
7	22	0.1041	0.1388	133%	0.1043	0.1349	129%						
6	19	0.0864	0.1151	133%	0.0860	0.1115	130%	0.0840	0.1186	141%			
5	16	0.0685	0.0913	133%	0.0677	0.0880	130%	0.0719	0.1005	140%			
4	13	0.0507	0.0678	134%	0.0503	0.0655	130%	0.0564	0.0785	139%			
3	10	0.0339	0.0455	134%	0.0337	0.0441	131%	0.0400	0.0556	139%	0.0192	0.0325	170%
2	7	0.0191	0.0256	134%	0.0189	0.0248	131%	0.0237	0.0329	139%	0.0096	0.0168	176%
1	4	0.0073	0.0099	135%	0.0072	0.0096	132%	0.0094	0.0130	139%	0.0040	0.0071	177%
Ratio Promedio		134%			130%			139%			174%		

Tabla 51. Resumen de ratios de Desplazamientos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de sistemas no Paralelos.

DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE SISTEMAS NO PARALELOS													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.1283	0.1571	122%									
9	28	0.1164	0.1426	123%									
8	25	0.1000	0.1230	123%	0.1356	0.1618	119%						
7	22	0.0838	0.1009	120%	0.1244	0.1482	119%						
6	19	0.0668	0.0780	117%	0.1090	0.1301	119%	0.0971	0.1051	108%			
5	16	0.0496	0.0568	114%	0.0913	0.1093	120%	0.0838	0.0899	107%			
4	13	0.0346	0.0391	113%	0.0715	0.0860	120%	0.0674	0.0721	107%			
3	10	0.0231	0.0263	114%	0.0510	0.0617	121%	0.0490	0.0526	107%	0.0353	0.0501	142%
2	7	0.0130	0.0151	116%	0.0306	0.0371	121%	0.0298	0.0321	108%	0.0211	0.0314	149%
1	4	0.0051	0.0061	120%	0.0124	0.0151	122%	0.0121	0.0131	108%	0.0097	0.0168	173%
Ratio Promedio		118%			120%			108%			155%		

4.3.2. Resumen de ratios de distorsiones

Tabla 52. Resumen de ratios de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Rigidez.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ / PISO BLANDO													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0051	0.0057	113%									
9	28	0.0067	0.0074	111%									
8	25	0.0055	0.0059	108%	0.0048	0.0066	138%						
7	22	0.0055	0.0060	108%	0.0062	0.0084	137%						
6	19	0.0054	0.0059	108%	0.0039	0.0052	134%	0.0040	0.0052	131%			
5	16	0.0052	0.0056	108%	0.0038	0.0051	134%	0.0054	0.0070	131%			
4	13	0.0048	0.0052	108%	0.0036	0.0048	134%	0.0038	0.0049	128%			
3	10	0.0042	0.0045	108%	0.0033	0.0043	134%	0.0039	0.0049	128%	0.0029	0.0039	138%
2	7	0.0033	0.0036	108%	0.0027	0.0036	134%	0.0037	0.0047	127%	0.0032	0.0043	137%
1	4	0.0054	0.0059	110%	0.0065	0.0086	133%	0.0060	0.0077	127%	0.0052	0.0072	138%
Ratio Promedio		109%			135%			129%			138%		

Tabla 53. Resumen de ratios de Distorsiones en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Resistencia.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA / PISO DEBIL													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0049	0.0063	129%									
9	28	0.0065	0.0083	128%									
8	25	0.0064	0.0081	127%	0.0062	0.0073	117%						
7	22	0.0057	0.0073	127%	0.0065	0.0071	109%						
6	19	0.0057	0.0072	127%	0.0059	0.0063	108%	0.0049	0.0076	156%			
5	16	0.0055	0.0070	126%	0.0047	0.0050	107%	0.0027	0.0042	155%			
4	13	0.0051	0.0065	126%	0.0045	0.0048	107%	0.0027	0.0042	155%			
3	10	0.0046	0.0059	127%	0.0041	0.0044	107%	0.0026	0.0040	155%	0.0038	0.0042	109%
2	7	0.0055	0.0071	129%	0.0051	0.0055	108%	0.0036	0.0056	156%	0.0065	0.0070	109%
1	4	0.0034	0.0044	130%	0.0032	0.0035	110%	0.0023	0.0036	157%	0.0061	0.0066	109%
Ratio Promedio		128%			109%			155%			109%		

Tabla 54. Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Masa.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0053	0.0069	130%									
9	28	0.0069	0.0084	123%									
8	25	0.0068	0.0083	122%	0.0050	0.0061	124%						
7	22	0.0063	0.0076	121%	0.0067	0.0082	122%						
6	19	0.0062	0.0074	120%	0.0044	0.0052	119%	0.0044	0.0065	149%			
5	16	0.0059	0.0070	119%	0.0043	0.0051	119%	0.0053	0.0080	149%			
4	13	0.0054	0.0064	119%	0.0041	0.0048	119%	0.0024	0.0035	147%			
3	10	0.0047	0.0056	119%	0.0036	0.0043	119%	0.0022	0.0032	146%	0.0027	0.0037	139%
2	7	0.0037	0.0045	120%	0.0030	0.0035	119%	0.0020	0.0029	146%	0.0018	0.0025	138%
1	4	0.0060	0.0076	126%	0.0054	0.0064	118%	0.0057	0.0084	148%	0.0053	0.0073	138%
Ratio Promedio		122%			120%			147%			138%		

Tabla 55. Resumen de Distorsiones obtenidos en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Geométrica Vertical.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0044	0.0052	119%									
9	28	0.0070	0.0080	114%									
8	25	0.0061	0.0060	98%	0.0035	0.0046	130%						
7	22	0.0062	0.0061	98%	0.0056	0.0070	125%						
6	19	0.0060	0.0058	97%	0.0050	0.0056	111%	0.0050	0.0085	171%			
5	16	0.0051	0.0050	97%	0.0052	0.0058	111%	0.0049	0.0084	171%			
4	13	0.0039	0.0038	97%	0.0052	0.0057	110%	0.0030	0.0050	169%			
3	10	0.0033	0.0032	98%	0.0048	0.0053	110%	0.0027	0.0045	170%	0.0045	0.0065	145%
2	7	0.0025	0.0024	99%	0.0039	0.0043	110%	0.0019	0.0033	171%	0.0050	0.0073	147%
1	4	0.0012	0.0011	99%	0.0019	0.0021	110%	0.0010	0.0017	172%	0.0037	0.0056	151%
Ratio Promedio		102%			115%			171%			148%		

Tabla 56. Resumen de Distorsiones Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad discontinuidad sistema Resistente.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD SISTEMA RESISTENTE													
Ia=0.80													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0059	0.0068	116%									
9	28	0.0064	0.0070	110%									
8	25	0.0063	0.0069	110%	0.0052	0.0061	119%						
7	22	0.0059	0.0065	110%	0.0064	0.0073	113%						
6	19	0.0058	0.0064	110%	0.0063	0.0071	112%	0.0051	0.0074	146%			
5	16	0.0056	0.0061	110%	0.0052	0.0058	111%	0.0030	0.0043	143%			
4	13	0.0052	0.0057	110%	0.0035	0.0039	111%	0.0023	0.0034	144%			
3	10	0.0046	0.0050	110%	0.0032	0.0038	119%	0.0022	0.0032	144%	0.0040	0.0063	157%
2	7	0.0037	0.0040	110%	0.0026	0.0030	112%	0.0019	0.0027	145%	0.0007	0.0012	170%
1	4	0.0020	0.0023	111%	0.0018	0.0021	114%	0.0014	0.0020	148%	0.0006	0.0010	172%
Ratio Promedio		111%			114%			145%			167%		

Tabla 57. Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Torsional.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0053	0.0059	111%									
9	28	0.0057	0.0060	106%									
8	25	0.0062	0.0073	118%	0.0045	0.0060	134%						
7	22	0.0060	0.0078	130%	0.0048	0.0069	142%						
6	19	0.0065	0.0079	122%	0.0053	0.0079	150%	0.0037	0.0059	157%			
5	16	0.0067	0.0078	117%	0.0061	0.0085	139%	0.0042	0.0074	178%			
4	13	0.0066	0.0076	115%	0.0064	0.0086	133%	0.0048	0.0084	175%			
3	10	0.0063	0.0072	114%	0.0061	0.0086	140%	0.0049	0.0084	172%	0.0036	0.0075	208%
2	7	0.0056	0.0064	115%	0.0051	0.0066	128%	0.0046	0.0078	170%	0.0032	0.0071	220%
1	4	0.0033	0.0039	116%	0.0031	0.0040	127%	0.0029	0.0049	168%	0.0023	0.0049	218%
Ratio Promedio		117%			137%			170%			216%		

Tabla 58. Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Esquinas Entrantes.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0052	0.0066	128%									
9	28	0.0061	0.0071	116%									
8	25	0.0065	0.0075	115%	0.0050	0.0060	121%						
7	22	0.0067	0.0075	113%	0.0060	0.0068	115%						
6	19	0.0063	0.0071	112%	0.0066	0.0075	114%	0.0046	0.0065	141%			
5	16	0.0062	0.0069	111%	0.0070	0.0079	113%	0.0050	0.0068	136%			
4	13	0.0060	0.0066	110%	0.0068	0.0077	113%	0.0055	0.0074	136%			
3	10	0.0054	0.0060	111%	0.0055	0.0063	114%	0.0055	0.0075	136%	0.0040	0.0070	173%
2	7	0.0043	0.0049	113%	0.0037	0.0043	116%	0.0049	0.0067	136%	0.0018	0.0033	187%
1	4	0.0021	0.0024	114%	0.0018	0.0021	117%	0.0024	0.0033	136%	0.0010	0.0018	193%
Ratio Promedio		114%			115%			137%			185%		

Tabla 59. Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad por discontinuidad del diafragma.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA													
Ia=0.85													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0045	0.0064	144%									
9	28	0.0055	0.0076	139%									
8	25	0.0057	0.0079	138%	0.0052	0.0070	134%						
7	22	0.0059	0.0081	137%	0.0061	0.0079	130%						
6	19	0.0060	0.0081	135%	0.0061	0.0079	129%	0.0042	0.0064	150%			
5	16	0.0059	0.0079	134%	0.0058	0.0075	129%	0.0052	0.0073	142%			
4	13	0.0056	0.0075	133%	0.0055	0.0072	130%	0.0055	0.0077	141%			
3	10	0.0050	0.0066	134%	0.0049	0.0064	130%	0.0055	0.0076	139%	0.0033	0.0056	169%
2	7	0.0039	0.0052	134%	0.0039	0.0051	131%	0.0048	0.0066	139%	0.0019	0.0032	175%
1	4	0.0018	0.0025	135%	0.0018	0.0024	132%	0.0023	0.0033	139%	0.0010	0.0018	177%
Ratio Promedio		136%			131%			142%			174%		

Tabla 60. Resumen de Distorsiones obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Sistemas No Paralelos.

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE SISTEMAS NO PARALELOS													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	0.0042	0.0054	128%									
9	28	0.0056	0.0068	123%									
8	25	0.0062	0.0076	123%	0.0040	0.0053	131%						
7	22	0.0067	0.0082	123%	0.0052	0.0063	122%						
6	19	0.0064	0.0079	123%	0.0060	0.0072	121%	0.0047	0.0054	115%			
5	16	0.0050	0.0062	123%	0.0066	0.0080	120%	0.0055	0.0060	109%			
4	13	0.0038	0.0043	112%	0.0069	0.0082	119%	0.0061	0.0066	108%			
3	10	0.0034	0.0038	112%	0.0068	0.0082	120%	0.0064	0.0069	107%	0.0049	0.0068	138%
2	7	0.0026	0.0030	114%	0.0061	0.0073	121%	0.0059	0.0063	107%	0.0040	0.0057	143%
1	4	0.0013	0.0015	120%	0.0031	0.0038	122%	0.0030	0.0033	108%	0.0024	0.0042	173%
Ratio Promedio		120%			122%			109%			151%		

4.3.3. Resumen de Ratios de fuerzas cortantes

Tabla 61. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Rigidez.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ / PISO BLANDO													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	66.17	53.25	80%									
9	28	128.04	101.68	79%									
8	25	180.41	141.07	78%	58.10	63.75	110%						
7	22	231.78	180.21	78%	113.42	122.83	108%						
6	19	275.86	212.20	77%	159.01	169.41	107%	51.44	53.69	104%			
5	16	312.37	237.54	76%	202.45	214.63	106%	100.98	106.15	105%			
4	13	341.86	259.18	76%	238.85	251.45	105%	140.29	145.82	104%			
3	10	365.40	277.77	76%	268.55	280.82	105%	174.43	178.12	102%	38.44	44.45	116%
2	7	384.09	293.04	76%	292.57	306.93	105%	200.80	205.20	102%	76.29	88.51	116%
1	4	398.37	306.17	77%	311.20	329.43	106%	219.48	224.71	102%	102.70	119.40	116%
Ratio Promedio		77%			106%			103%			116%		

Tabla 62. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Resistencia.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA / PISO DEBIL													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	86.07	68.57	80%									
9	28	173.62	138.38	80%									
8	25	246.19	195.68	79%	87.18	74.61	86%						
7	22	309.16	243.57	79%	162.98	131.40	81%						
6	19	366.17	284.16	78%	227.91	176.87	78%	77.45	82.22	106%			
5	16	414.58	319.71	77%	282.00	213.45	76%	145.09	152.88	105%			
4	13	454.73	348.70	77%	328.46	249.74	76%	207.13	217.65	105%			
3	10	486.86	375.96	77%	365.10	283.24	78%	254.52	270.50	106%	54.81	49.64	91%
2	7	510.15	396.42	78%	391.50	309.21	79%	288.61	313.20	109%	108.25	98.05	91%
1	4	521.25	406.84	78%	403.99	321.54	80%	305.54	336.78	110%	137.65	124.71	91%
Ratio Promedio		78%			79%			107%			91%		

Tabla 63. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Masa.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn)- IRREGULARIDAD DE MASA O PESO													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	53.34	47.68	89%									
9	28	124.35	106.99	86%									
8	25	184.31	153.40	83%	51.47	48.50	94%						
7	22	234.47	189.08	81%	115.41	107.42	93%						
6	19	277.62	217.29	78%	166.42	152.62	92%	45.05	53.40	119%			
5	16	314.18	239.54	76%	213.54	194.18	91%	100.30	119.37	119%			
4	13	345.28	264.43	77%	251.97	228.45	91%	140.84	167.88	119%			
3	10	371.32	289.48	78%	282.28	255.32	90%	178.34	212.08	119%	31.80	38.74	122%
2	7	392.83	312.91	80%	305.88	278.40	91%	209.80	249.21	119%	76.29	92.94	122%
1	4	404.44	327.09	81%	318.17	291.69	92%	226.86	269.71	119%	98.76	120.32	122%
Ratio Promedio		81%			92%			119%			122%		

Tabla 64. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Geométrica Vertical.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn)- IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	47.68	31.45	66%									
9	28	91.28	57.80	63%									
8	25	166.72	99.02	59%	40.79	32.16	79%						
7	22	231.24	137.55	59%	79.42	63.23	80%						
6	19	279.04	167.53	60%	144.02	108.68	75%	50.21	44.55	89%			
5	16	315.30	188.65	60%	199.38	146.61	74%	87.75	78.52	89%			
4	13	343.41	211.28	62%	239.96	173.26	72%	135.66	118.29	87%			
3	10	365.90	232.18	63%	269.53	194.87	72%	171.74	156.71	91%	22.35	23.22	104%
2	7	381.40	247.22	65%	289.27	209.50	72%	194.73	187.48	96%	38.96	40.58	104%
1	4	389.33	254.80	65%	298.56	216.79	73%	207.04	203.76	98%	57.25	64.38	112%
Ratio Promedio		62%			75%			92%			107%		

Tabla 65. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de discontinuidad sistema resistente.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD SISTEMA RESISTENTE													
Ia=0.80													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	85.97	65.35	76%									
9	28	171.54	126.43	74%									
8	25	246.93	178.73	72%	92.31	73.14	79%						
7	22	309.84	223.24	72%	170.75	131.00	77%						
6	19	364.70	258.41	71%	234.48	172.51	74%	84.99	81.93	96%			
5	16	409.08	288.77	71%	280.98	201.42	72%	148.95	141.10	95%			
4	13	443.35	314.48	71%	318.07	228.48	72%	200.70	193.38	96%			
3	10	468.64	336.76	72%	348.97	254.47	73%	240.23	239.13	100%	72.62	70.08	97%
2	7	485.92	351.98	72%	370.36	272.55	74%	267.96	273.97	102%	102.98	108.92	106%
1	4	495.18	359.46	73%	381.59	282.14	74%	284.71	294.79	104%	131.40	146.71	112%
Ratio Promedio		72%			74%			99%			105%		

Tabla 66. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad Torsional.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD TORSIONAL													
Ia=0.75													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	92.35	48.46	52%									
9	28	182.93	92.85	51%									
8	25	260.13	130.81	50%	91.56	57.05	62%						
7	22	322.19	159.61	50%	178.49	114.75	64%						
6	19	371.84	181.39	49%	252.03	160.90	64%	80.31	67.35	84%			
5	16	412.42	200.08	49%	307.41	193.68	63%	153.69	128.43	84%			
4	13	445.45	218.48	49%	348.82	217.16	62%	213.01	180.29	85%			
3	10	471.29	234.99	50%	379.41	234.03	62%	253.59	223.90	88%	76.95	81.70	106%
2	7	488.51	246.30	50%	399.48	245.84	62%	280.68	255.99	91%	115.84	128.72	111%
1	4	496.94	252.15	51%	409.63	252.26	62%	295.07	275.15	93%	137.02	161.04	118%
Ratio Promedio		50%			63%			87%			112%		

Tabla 67. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad con Esquinas Entrantes

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	66.57	54.57	82%									
9	28	128.80	97.07	75%									
8	25	184.73	133.51	72%	64.51	51.61	80%						
7	22	231.44	162.71	70%	123.54	94.00	76%						
6	19	271.16	185.29	68%	176.13	133.55	76%	56.94	52.67	92%			
5	16	304.96	205.37	67%	217.96	164.87	76%	109.39	98.46	90%			
4	13	332.16	221.25	67%	249.65	188.42	75%	153.99	136.00	88%			
3	10	352.28	235.91	67%	271.76	205.22	76%	186.09	162.28	87%	56.15	58.93	105%
2	7	364.77	246.15	67%	285.09	217.45	76%	206.83	179.21	87%	84.77	91.55	108%
1	4	370.14	251.11	68%	291.04	223.43	77%	216.29	187.57	87%	101.38	119.03	117%
Ratio Promedio		70%			76%			89%			110%		

Tabla 68. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad por discontinuidad del diafragma.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA													
Ia=0.85													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	70.49	52.07	74%									
9	28	136.90	100.98	74%									
8	25	196.93	143.44	73%	68.79	53.22	77%						
7	22	246.72	174.90	71%	129.43	99.08	77%						
6	19	288.00	197.96	69%	182.87	138.82	76%	59.08	55.72	94%			
5	16	322.49	215.18	67%	225.64	171.78	76%	112.91	102.84	91%			
4	13	351.01	234.26	67%	259.31	198.44	77%	158.30	139.84	88%			
3	10	373.00	252.07	68%	283.75	220.55	78%	190.78	163.47	86%	56.07	61.78	110%
2	7	387.20	263.92	68%	298.92	235.63	79%	211.73	180.70	85%	87.91	106.13	121%
1	4	393.55	269.27	68%	305.51	242.62	79%	221.33	191.17	86%	105.18	130.64	124%
Ratio Promedio		70%			77%			89%			118%		

Tabla 69. Resumen de Cortantes obtenidas en Edificaciones de 10N, 08N, 06N y 03N con Irregularidad de Sistemas No paralelos.

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE SISTEMAS NO PARALELOS													
Ia=0.90													
Nivel	Altura (m)	10 N			8 N			6 N			3 N		
		AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio	AME	THE	Ratio
10	31	76.29	57.58	75%									
9	28	152.63	107.25	70%									
8	25	219.92	149.77	68%	63.33	42.73	67%						
7	22	274.84	185.98	68%	125.05	81.74	65%						
6	19	318.14	216.11	68%	181.37	115.54	64%	62.68	41.35	66%			
5	16	350.90	240.43	69%	227.59	140.67	62%	118.80	74.63	63%			
4	13	375.90	259.68	69%	264.60	161.47	61%	167.31	102.66	61%			
3	10	394.81	277.80	70%	293.13	178.72	61%	203.20	123.34	61%	52.64	43.46	83%
2	7	407.12	290.94	71%	312.05	191.10	61%	226.46	138.86	61%	90.26	76.70	85%
1	4	413.43	298.59	72%	320.68	197.24	62%	237.03	147.70	62%	109.93	99.77	91%
Ratio Promedio		70%			63%			62%			86%		

4.3.4. Ratios promedio de edificaciones irregulares de 10 Niveles

Luego de modelar las edificaciones irregulares de 10 Niveles con el análisis Tiempo Historia y obteniendo el ratio porcentual con el análisis modal espectral, se obtuvo lo siguiente:

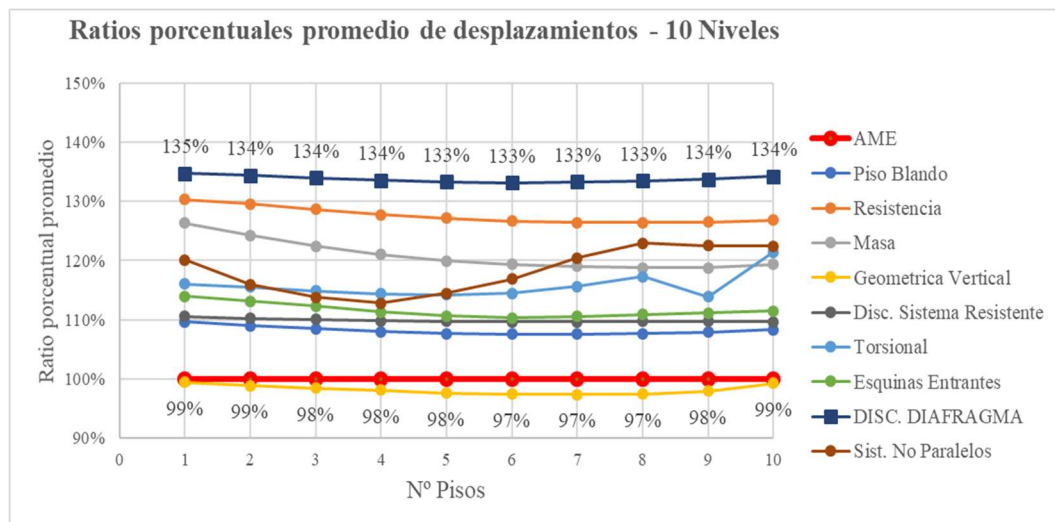


Figura 74. Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 10 Niveles según el tipo Irregularidad. La edificación con I. geométrica vertical está próximo a los ratios del análisis modal espectral. Las edificaciones con I. discontinuidad del diafragma y I. Resistencia presentan mayor ratio.

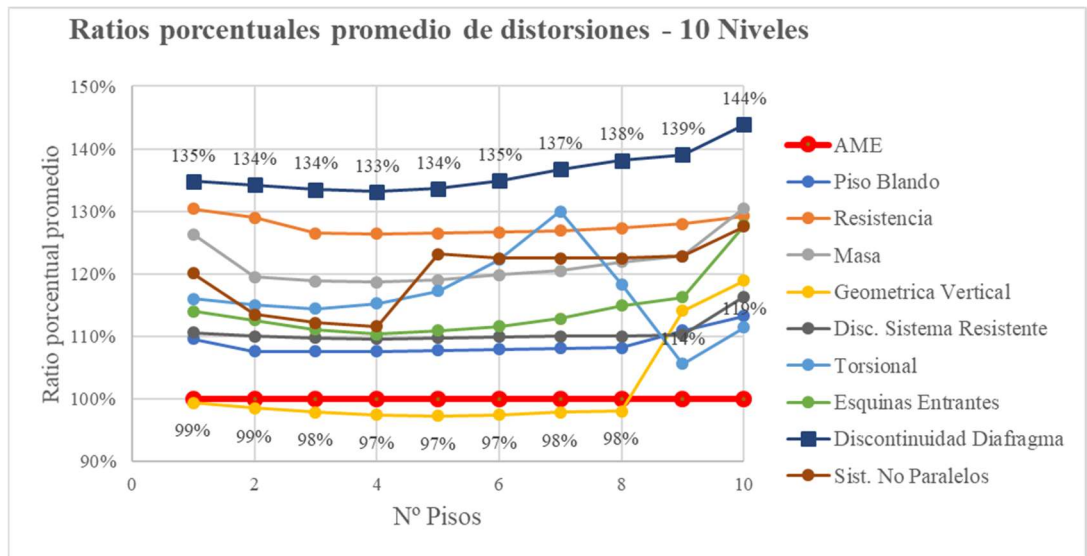


Figura 75. Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 10 Niveles según el tipo Irregularidad. Al realizar el Análisis Tiempo Historia, la I. geométrica vertical estuvo próximo a los valores del Análisis Modal Espectral. La edificación con I. Resistencia presenta mayor ratio de distorsión (mayor a 125%). Con mayor ratio de dispersión la I. Discontinuidad Sistema Resistente.

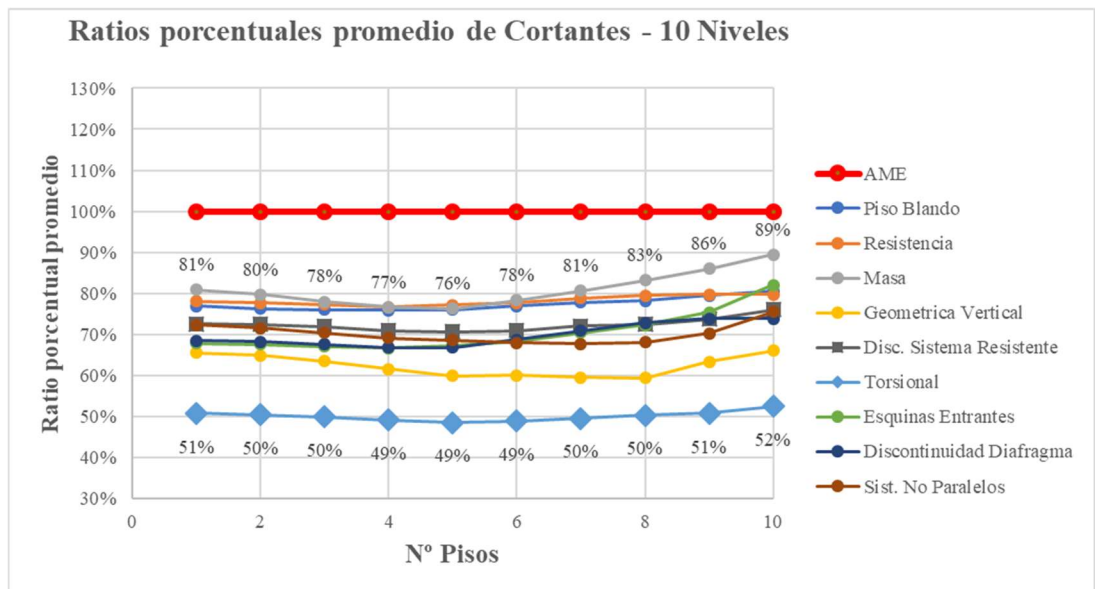


Figura 76. Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 10 Niveles según el tipo Irregularidad. La edificación con I. Torsional presenta menor ratio de cortante (al 50%).

4.3.5. Ratios promedio de edificaciones irregulares de 08 Niveles

Luego de modelar las edificaciones irregulares de 08 Niveles con el análisis Tiempo Historia se obtuvieron las respuestas sísmicas que se resumen en los gráficos siguientes.

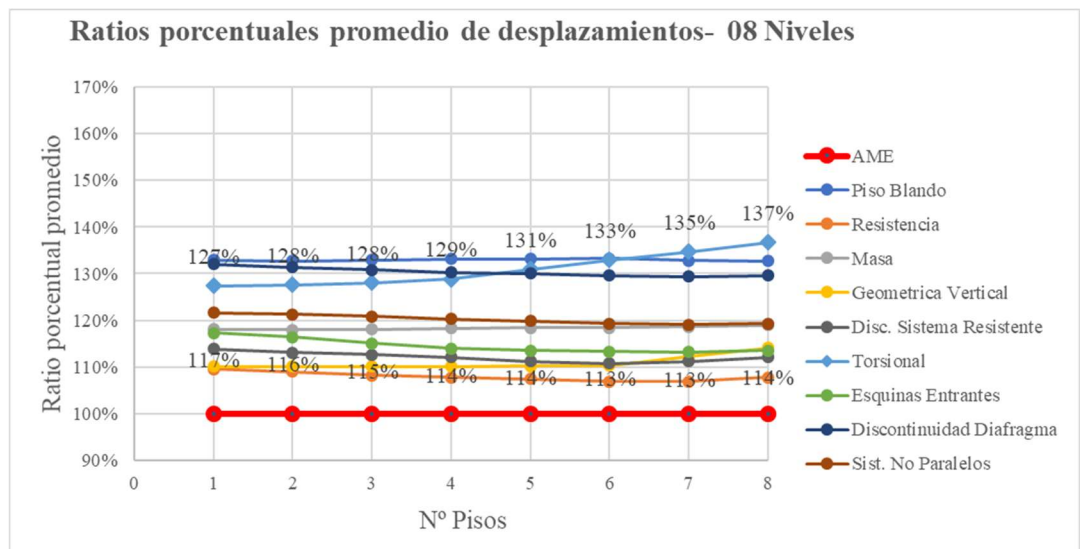


Figura 77. Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 08 Niveles según el tipo Irregularidad. La edificación I. Torsional e I. Piso Blando tienen mayor ratio (superior al 130%).

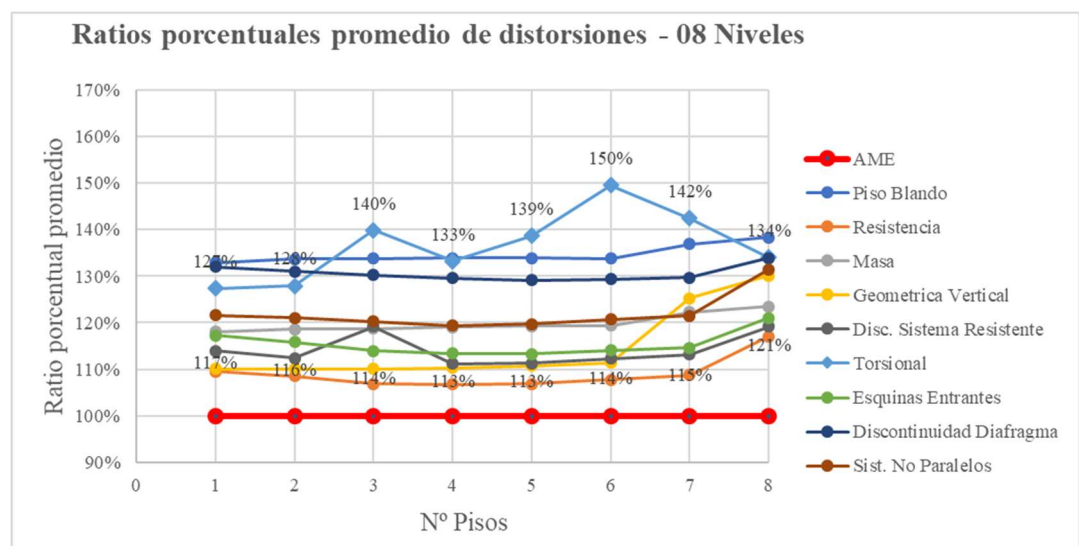


Figura 78. Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 08 Niveles según el tipo Irregularidad. La edificación con I. Torsional muestran mayor ratio con valores por encima del 130%.

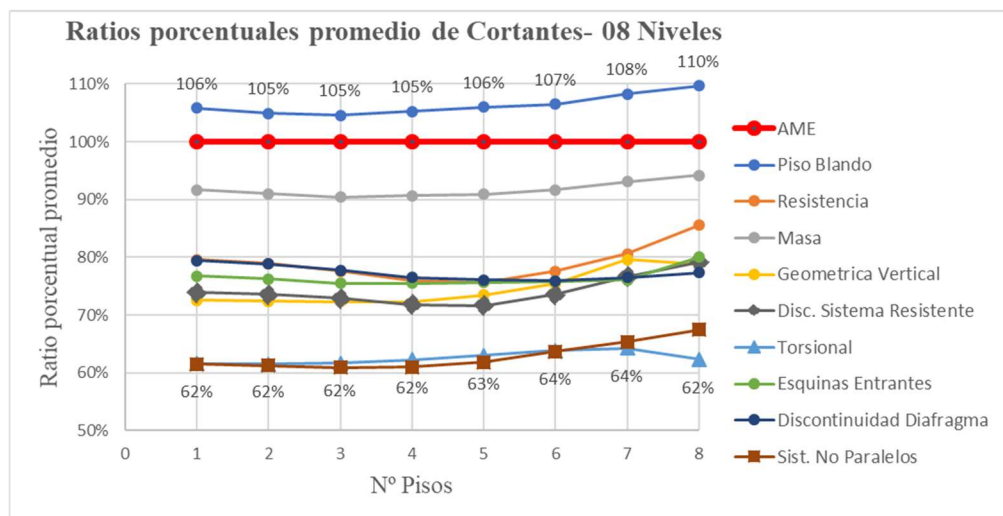


Figura 79. Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 08 Niveles según el tipo Irregularidad. Mayormente se presentaron fuerzas cortantes por debajo del análisis modal espectral. *La edificación con I. Torsional tiene menor ratio de cortante con 62%.*

4.3.6. Ratios promedio de edificaciones irregulares de 06 Niveles

Luego de modelar las edificaciones irregulares de 06 Niveles con el análisis Tiempo Historia, se obtuvieron las respuestas sísmicas que se resumen en los gráficos siguientes.

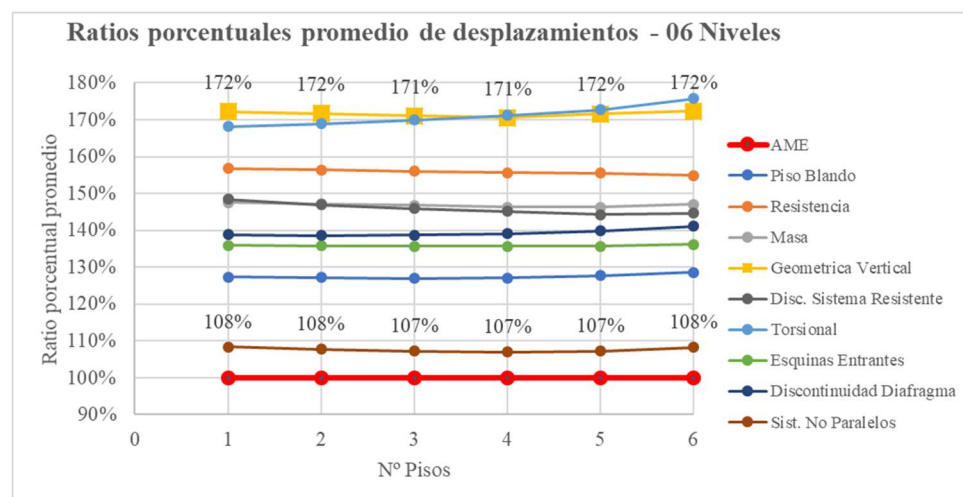


Figura 80. Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 06 Niveles según el tipo Irregularidad. *La edificación con mayor ratio de desplazamientos es la de I. Torsional y la I. Geométrica Vertical cuentan con valores superiores al 170%.*

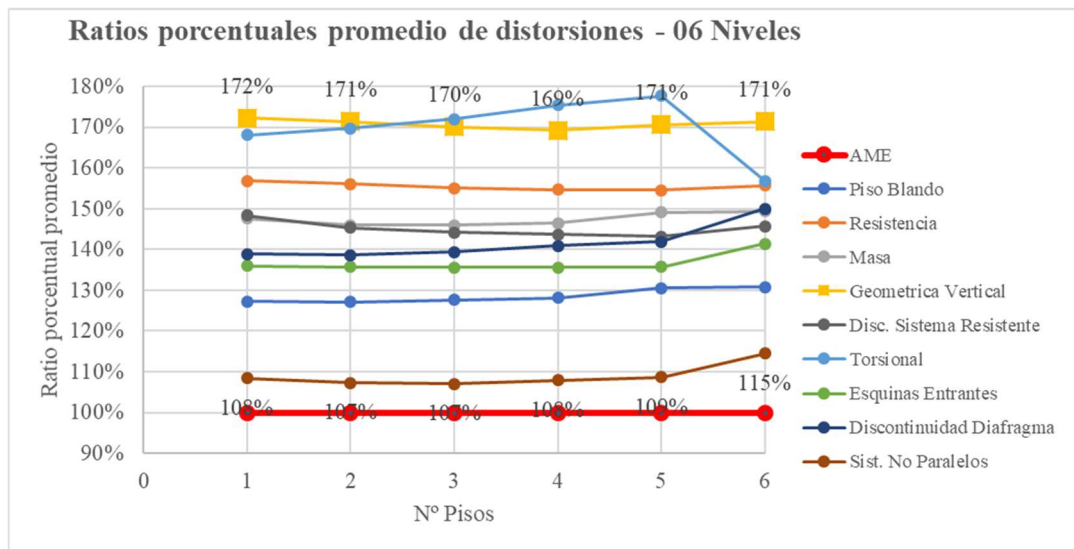


Figura 81. Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 06 Niveles según el tipo Irregularidad. La irregularidad con mayor ratio de desplazamientos es la “Geométrica vertical” (hasta 170%).

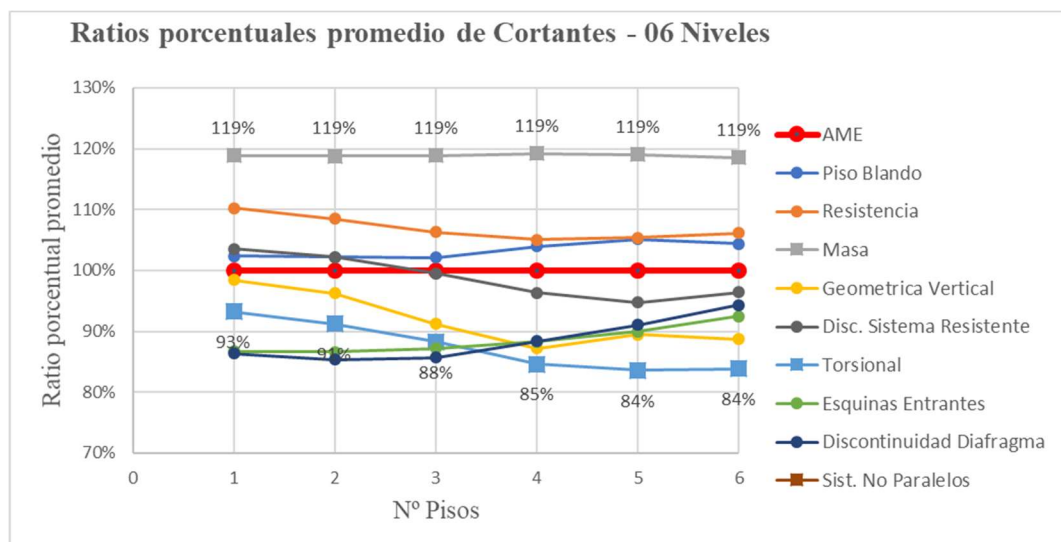


Figura 82. Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 06 Niveles según el tipo Irregularidad. La edificación con I. Masa (hasta 119%), tiene mayor ratio de dispersión. La edificación con I. Torsional presenta el menor ratio con valores promedio del 80%.

4.3.7. Ratios promedio de edificaciones irregulares de 03 Niveles

Luego de modelar las edificaciones irregulares de 03 Niveles con el análisis Tiempo Historia, se obtuvieron las respuestas sísmicas que se resumen en los gráficos siguientes:

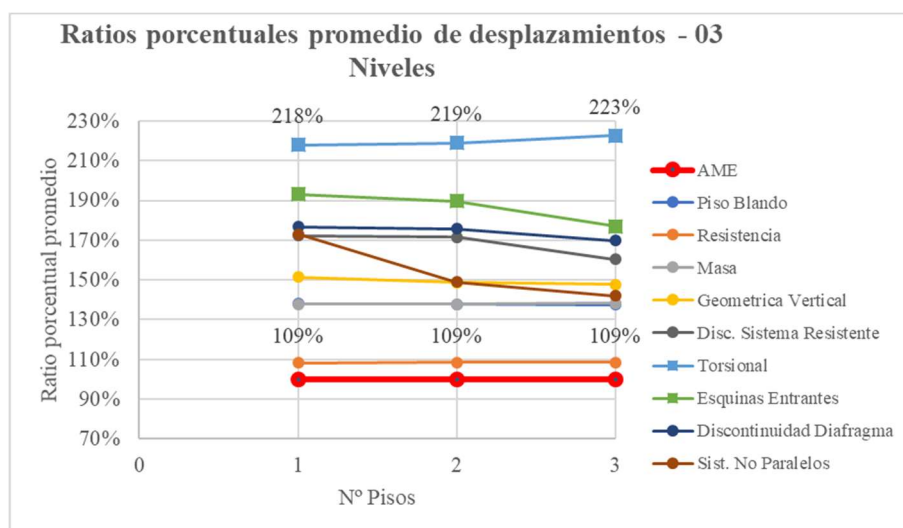


Figura 83. Ratio porcentual promedio de desplazamientos en edificaciones de 03 Niveles según el tipo Irregularidad. La edificación con mayor ratio de desplazamientos es la de I. Torsional con valores superiores al 215%.

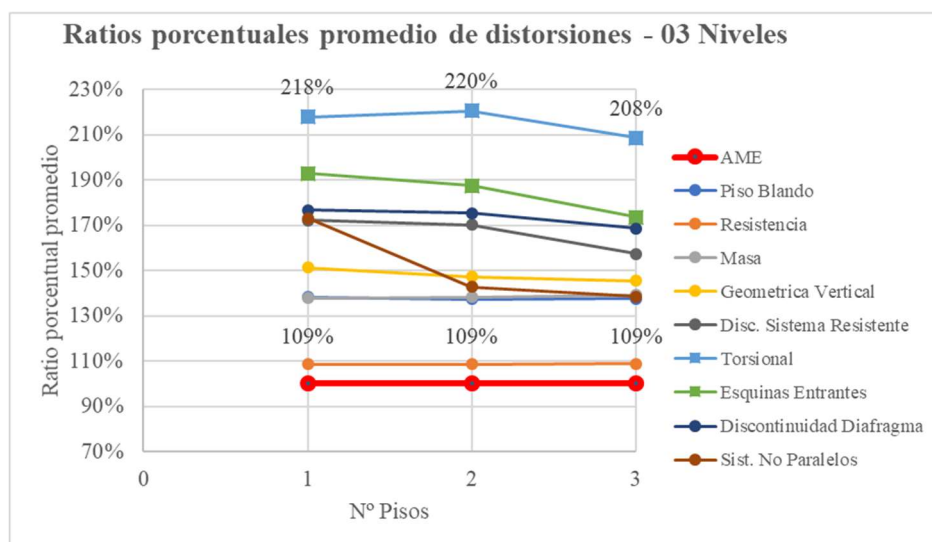


Figura 84. Ratio porcentual promedio de distorsiones en edificaciones de 03 Niveles según el tipo Irregularidad. La edificación con mayor ratio de desplazamientos es la de I. Torsional (mayor al 20%) y de Esquinas Entrantes con valores superiores al 170%.

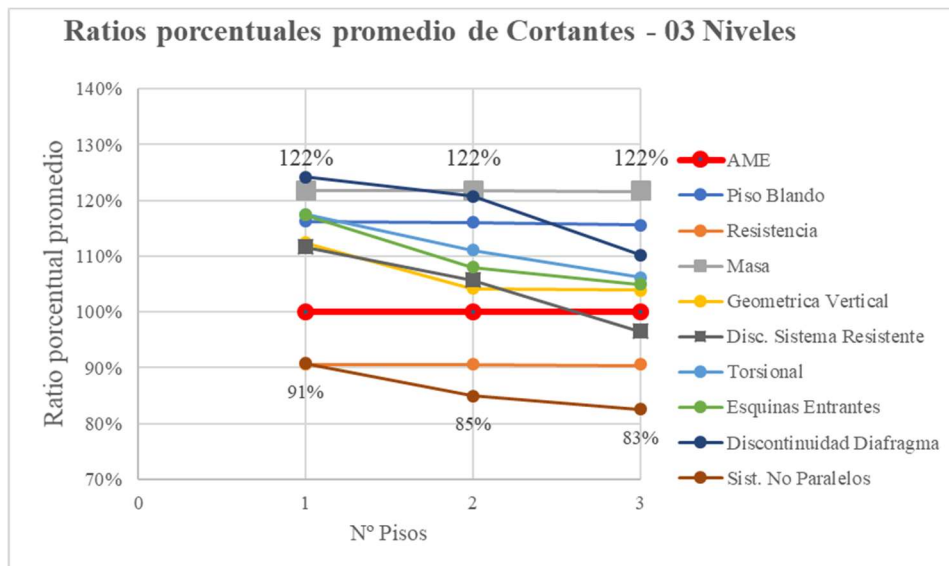


Figura 85. Ratio porcentual promedio de cortantes en edificaciones de 03 Niveles según el tipo Irregularidad: *La edificación con I. Masa presenta un ratio de dispersion del 120%. La edificación con I. Sistemas No Paralelos presenta el menor ratio con valores promedio del 85%.*

4.3.8. Promedio ponderado total de las respuestas sísmicas obtenidas de las edificaciones muestradas.

De las tablas en la sección 4.3, se procedió a realizar el ponderado total de las respuestas sísmicas obtenidas (Distorsión, desplazamiento y Cortante) según la cantidad de niveles (10, 08, 06 y 03) y por cada tipo de irregularidad.

Tabla 70. Resumen Ratios porcentuales de Respuesta sísmicas (THE/AME) de Edificaciones Irregulares de 10N, 08N, 06N y 03N.

Respuesta	DISTORSION				DESPLAZAMIENTO				CORTANTE			
Niveles	10	8	6	3	10	8	6	3	10	8	6	3
Piso Blando	108%	133%	127%	138%	109%	135%	129%	138%	77%	106%	103%	116%
Resistencia	128%	108%	156%	109%	128%	109%	155%	109%	78%	79%	107%	91%
Masa	121%	118%	147%	138%	122%	120%	147%	138%	81%	92%	119%	122%
Geométrica Vertical	98%	111%	172%	149%	102%	115%	171%	148%	62%	75%	92%	107%
Disc. Sis. Resistente	110%	112%	146%	168%	111%	114%	145%	167%	72%	74%	99%	105%
Torsional	116%	131%	171%	220%	117%	137%	170%	216%	50%	63%	87%	112%
Esquinas Entrantes	112%	115%	136%	187%	114%	115%	137%	185%	70%	76%	89%	110%
Disc. Diafragma	134%	130%	139%	174%	136%	131%	142%	174%	70%	77%	89%	118%
Sist. No paralelos	118%	120%	108%	155%	120%	122%	109%	151%	70%	63%	62%	86%

De la tabla anterior, evaluando los valores promedio de las respuestas sísmicas (Distorsión, desplazamiento y Cortante) según el tipo de irregularidad estructural de la edificación, tenemos:

- Piso Blando: Distorsiones y desplazamientos, en edificaciones de 03, 06 y 08 Niveles el ratio alcanza el 130%. En Cortantes, la muestra de 10 Niveles es inferior, hasta 77%.

En las demás muestras son ratios son próximos al del AME.

- Resistencia: Distorsiones y desplazamientos, en edificaciones de 06 y 10 Niveles el ratio es del 156% y 128% respectivamente. En Cortantes, las muestras de 10 y 08 Niveles son del 78%.

En las demás muestras son ratios son próximos al del AME.

- Masa o Peso: Distorsiones y desplazamientos para edificaciones de 03 y 06 Niveles, el ratio es del 142%, y para 10 y 08 Niveles, del 120%. Los cortantes, para 06 y 03 Niveles el ratio es 120%, pero para 10 y 08 Niveles desciende cerca al 85%.

- Geométrica Vertical: Distorsiones y desplazamientos de edificaciones de 03 y 06 Niveles con ratio del 149% al 172% respectivamente. En cortantes, para edificaciones de 10 y 08 Niveles son del 70% del AME.

En las demás muestras los ratios son cercanos al AME.

- Discontinuidad del sistema resistente: Distorsiones y desplazamientos de edificaciones de 03 y 06 Niveles presentan un ratio entre el 155%. En cortantes, para 10 y 08 Niveles el ratio es del 73%.

En las demás muestras los ratios son cercanos al AME.

- Torsional: Distorsiones y desplazamientos de edificaciones de 08, 06 Niveles tienen un ratio del 130% al 171% respectivamente, pero para 03 Niveles alcanza el 220%. Los cortantes para edificaciones de 08 y 10 Niveles tienen ratios del 55% del AME.

En las demás muestras los ratios son cercanos al AME.

- Esquinas Entrantes: Distorsiones y desplazamientos en edificaciones de 06 y 03 Niveles el ratio comprende del 136% al 187% respectivamente. Los cortantes, en caso de las muestras de 10 y 08 Niveles presentaron un ratio aproximado del 73%.

En las demás muestras los ratios son cercanos al AME.

- Discontinuidad del diafragma: En Distorsiones de desplazamientos, el ratio es de 135% para muestras de 10, 08 y 06 Niveles, y 03 Niveles, el ratio supera el 185%. Los cortantes, en edificaciones de 10 y 08 Niveles el ratio es próximo al 74% del AME, y el resto de muestras presentan ratios cercanos al AME.

- Sistemas No paralelos: En edificaciones de 06 y 03 Niveles el ratio es del 120% a 155% respectivamente. Los ratios de los cortantes, para todas las muestras, oscilan entre 63% al 86% del AME .

Así también, se puede observar que el ratio porcentual ponderado obtenido según el tipo de irregularidad y la variación que manifiesta según la cantidad de niveles de la edificación:

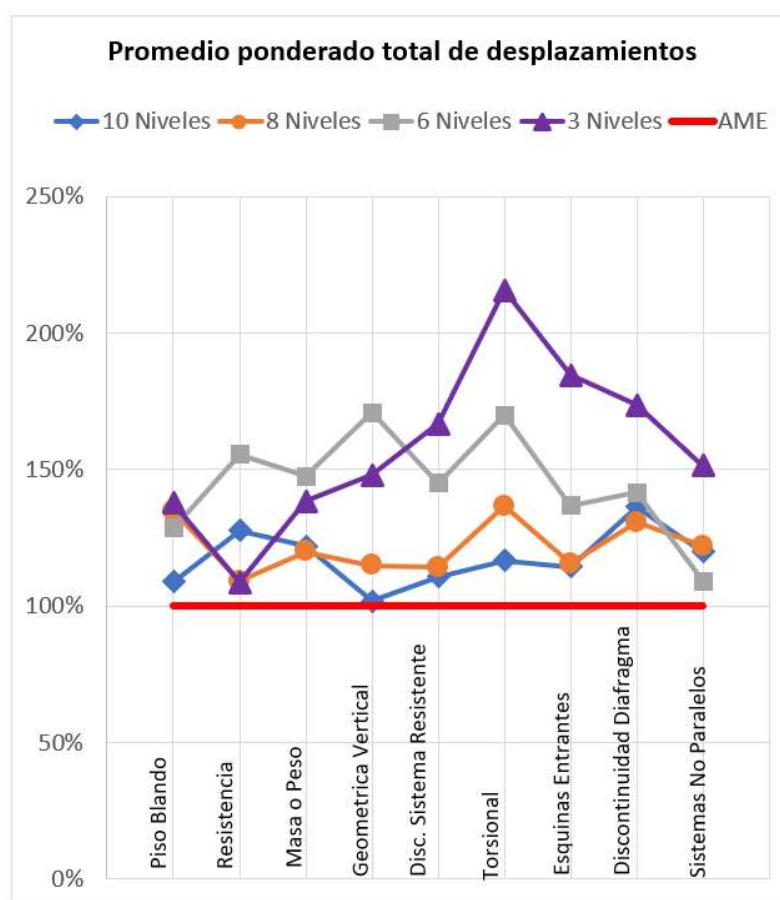


Figura 86. Promedio ponderado total de los desplazamientos THE / AME. Los resultados obtenidos muestran que los ratios de las muestras con irregularidades en planta y altura, son mayores, destacándose que irregularidades en Planta de edificaciones de 03 Niveles, superan el 150% del ratio.

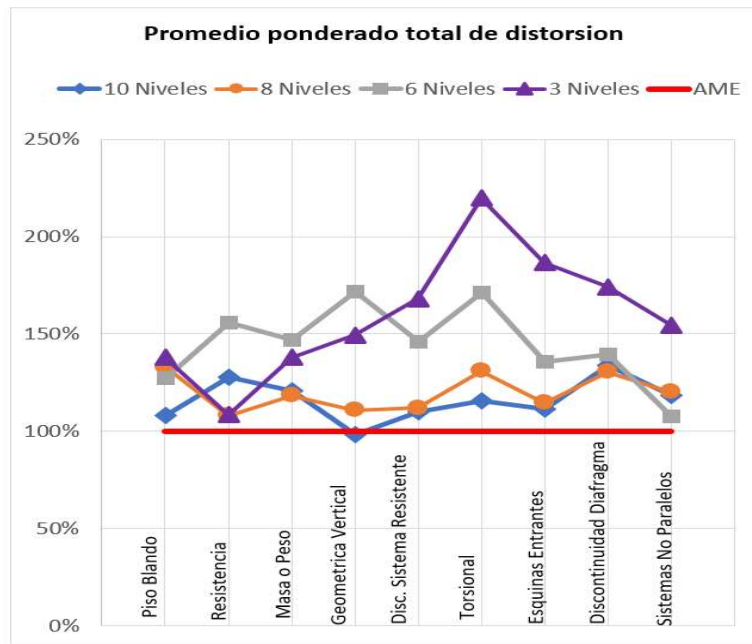


Figura 87. Promedio ponderado total de distorsión THE / AME. Los resultados obtenidos muestran que los ratios de las muestras con irregularidades en planta y altura, son mayores, destacándose que irregularidades en Planta de edificaciones de 03 Niveles, superan el 150% del ratio.

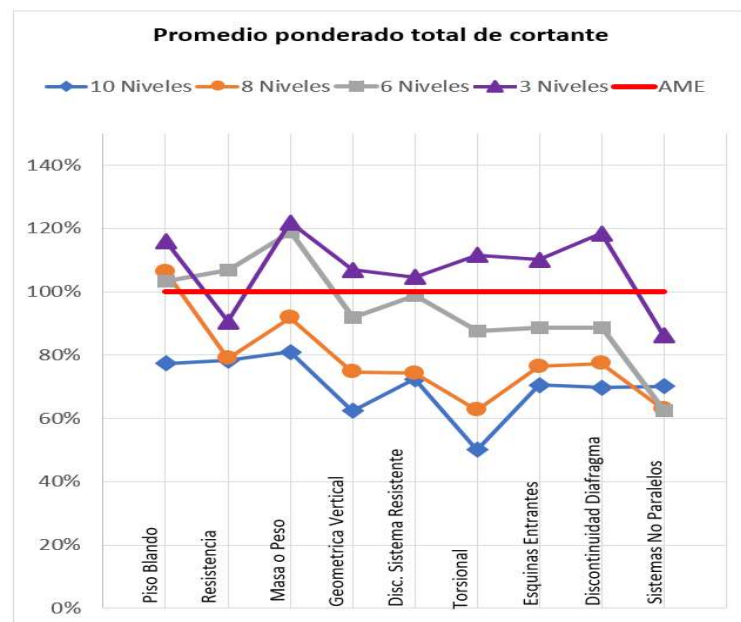


Figura 88. Promedio ponderado total de la cortantes THE / AME. Los resultados obtenidos muestran que mayormente los ratios son inferiores, tanto en las edificaciones Irregularidades en planta como de altura.

De los tres últimos gráficos anteriores de la presente sección, donde se evaluó las respuestas sísmicas (distorsión, desplazamiento y cortante) de las edificaciones con cada tipo de irregularidad, se puede indicar:

- En las edificaciones de 10 Niveles
 - Los ratios de desplazamientos son mayores. Mayor ratio en la I. discontinuidad del diafragma. Ratio mayor al 120% al 130% en 03 de los 09 tipos de irregularidades (discontinuidad del sistema resistente, Masa y discontinuidad del diafragma).
 - Los ratios de distorsiones son mayores. Mayor ratio en la I. discontinuidad del diafragma. Ratio mayor al 120% al 130% en 03 de los 09 tipos de irregularidades (discontinuidad del sistema resistente, Masa y discontinuidad del diafragma).
 - Respecto a los cortantes, los ratios son menores, siendo que en 09 tipos de irregularidad presentan ratio menor promedio del 75%. Destaca la I. Torsional (del 50%) y Geométrica vertical (del 62%).
- En las edificaciones de 08 Niveles
 - Los ratios de desplazamientos son mayores. Mayor ratio en I. Piso Blando (hasta 133%). En 04 de las 09 irregularidades están en el orden del 120% al 133%, (Piso Blando, Torsional, discontinuidad del diafragma y de sistemas no paralelos).
 - Los ratios de distorsiones son mayores. Mayor ratio en I. Torsional (hasta 137%). En 04 de las 09 irregularidades están en

el orden del 120% al 137%, (Piso Blando, Torsional, discontinuidad del diafragma y de sistemas no paralelos).

- Respecto a los cortantes, mayormente son valores menores. En 04 de las 09 irregularidades se obtuvieron ratios al 75% del AME, siendo: Geométrica Vertical, discontinuidad del sistema resistente, Torsional y Sistemas No Paralelos.
- En las edificaciones de 06 Niveles
- Los ratios de desplazamientos son mayores. El mayor ratio esta en la I. geométrica vertical (172%). En 08 de los 09 tipos de irregularidades se han presentado ratios de 135% hasta 172%, excepto la I. de sistemas no paralelos.
 - Los ratios de distorsiones obtenidas son mayores. El mayor ratio está en la I. geométrica vertical (171%). En 08 de los 09 tipos de irregularidades, se han presentado resultados del orden del 140% al 171%, excepto la I. de sistemas no paralelos.
 - Los ratios de los cortantes son valores próximos al 100%, siendo mayormente en las muestras con irregularidades en altura; y en las I. en Planta todos están por debajo del 87%.
- En las edificaciones de 03 Niveles
- Los ratios de desplazamientos son mayores. El mayor ratio está en I. torsional (220%). En 08 tipos de irregularidades se han presentado ratios del 138% al 220%, con excepción de la I. de Resistencia (109%).

- Los ratios de las distorsiones son mayores., El mayor ratio está en I. torsional (216%). En 08 tipos de irregularidades se han presentado ratios del 138% al 216%, con excepción de la I. de Resistencia (109%).
- Los ratios de los cortantes tienen valores próximos al 100%, con excepción de la irregularidad de Masa (122%) y la I. de Sistemas No paralelos del 86%.

4.4. Discusión de Resultados

A partir de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis general que establece que al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la respuesta sísmica en edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.

Estos resultados guardan relación con la tesis Olaza, 2015 titulada “*Análisis comparativo entre el método espectral y el método de tiempo historia, para la obtención de ratios de desplazamientos laterales en edificaciones, Perú - 2012*”. El autor refiere que al realizar un envoltorio de los ratios de desplazamiento, se muestra que el método tiempo historia da valores mayores al espectral, así también que el método espectral da menores valores de desplazamiento lateral, que los obtenidos con el método tiempo historia. Así también en la investigación Sandoval Ballarte et al., s.d. titulada “*Análisis dinámico estructural comparativo (modal espectral vs tiempo historia) de una edificación de concreto armado*” cuyas características de la edificación presenta irregularidades de Masa y Geométrica vertical únicamente y los investigadores concluyen que del análisis modal espectral los cortantes

obtenidos han resultado mayores en comparación con el análisis tiempo-historia normalizada, y para este último, la distorsión fue menor.

En Espinoza & Quinto (2018) señalan en su tesis “*Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018*” y en Ricalde Estrada, 2019 en su tesis “*Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador-2019*”, donde analizan una edificación REGULAR y en sus conclusiones indica que los valores obtenidos por el método tiempo historia superan al método modal espectral, tanto las derivas, desplazamientos y fuerzas laterales. En esta última afirmación se expresa una concordancia parcial en cuanto a las fuerzas laterales, pues se observa que las edificaciones irregulares muestreadas, existe un mayor número de resultados donde la fuerza cortante por el método tiempo historia no supera al método modal espectral.

Al realizar un análisis de los ratios, según el tipo de irregularidad, se muestra que las Irregularidades en Planta tienen desplazamientos y distorsiones, analizados con el método tiempo historia son mayores al método modal espectral, pero menores en el caso de las cortantes. Y en caso de las Irregularidades en Altura los desplazamientos y distorsiones, analizados con el método tiempo historia son mayores al método modal espectral, pero mayores en las cortantes de las edificaciones de 06 y 03 Niveles.

CONCLUSIONES

1. En esta tesis se realizó la comparación de los métodos análisis modal espectral y análisis tiempo historia de las edificaciones de concreto armado con irregularidades estructurales en planta y altura, donde se determinó que, las respuestas sísmicas sí varían según el tipo de irregularidad tanto en desplazamientos, distorsiones y fuerzas cortantes.
2. Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, se obtuvo que los desplazamientos laterales de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, si varían según el tipo de irregularidad, obteniendo desplazamientos con ratios mayores respecto al análisis modal espectral en todas las muestras evaluadas.
3. Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, se verificó que la distorsión de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, si varían según el tipo de irregularidad, obteniendo distorsiones ratios mayores respecto al análisis modal espectral en todas las muestras evaluadas.
4. Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, se verificó que la fuerza cortante de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, si varían según el tipo de irregularidad, obteniendo mayormente fuerzas con ratios menores respecto al análisis modal espectral de las muestras evaluadas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a futuros tesisistas continuar realizando comparación entre los desplazamientos, distorsión y fuerzas cortantes empleando los métodos análisis modal espectral y análisis tiempo historia de las edificaciones de concreto armado con irregularidades estructurales.
- Recomendar a investigadores y proyectistas comparar los desplazamientos obtenidos de edificaciones de concreto armado con irregularidades, donde se ha empleado el método de análisis modal espectral respecto del método del análisis tiempo historia.
- Recomendar a investigadores y proyectistas comparar las distorsiones obtenidos de edificaciones de concreto armado con irregularidades, donde se ha empleado el método de análisis modal espectral respecto del método del análisis tiempo historia.
- Recomendar a investigadores y proyectistas comparar las fuerzas cortantes obtenidos de edificaciones de concreto armado con irregularidades, donde se ha empleado el método de análisis modal espectral respecto del método del análisis tiempo historia.

REFERENCIAS

- Alfaro Alfaro, E. G. (2019). *Universidad Privada de Tacna. Universidad Privada de Tacna.*
- Gallegos Vicente, C. J. (2018). *Comparación de los métodos de análisis sísmico Tiempo Historia Lineal Elástico y Modal Espectral. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.*
- Muñoz, A. (2020). Comentarios a la Norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente. *SENCICO*, 59.
- Olaza, C. (2015). *Análisis comparativo entre el Método Espectral y el Método de Tiempo Historia, para la obtención de Ratios de desplazamientos laterales en edificaciones.*
- Padilla Quincot, G. (2010). *PROPUESTA PARA CONSIDERAR LA IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL EN LA RESISTENCIA LATERAL DE LAS ESTRUCTURAS EN EL PERÚ.* Repéré à <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/505>
- Pique del Pozo, J., & Scaletti Farina, H. (1991). *Análisis sísmico de Edificios.* (S.l.) : (s.n.).
- Quispe Cartolin, P. J. (2021). *COMPARACIÓN ENTRE ANÁLISIS DINÁMICO TIEMPO-HISTORIA EN SISMOS FRECUENTES Y ANÁLISIS ESPECTRAL PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDA DE 14 PISOS.* Lima.
- Ricalde Estrada, G. Y. (2019). *Análisis Dinámico comparativo Modal espectral Vs Tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador-2019.* Lima. Repéré à https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49656/Ricalde_EGY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- RNE-E.030, 2019. (2019). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.030 Diseño sismorresistente. *Diario El Peruano.*
- Sandoval Ballarte, J., Gallardo Tapia, J., Cotrado F., D., Chunga C., C., Lavado D, L., & Ramirez O., M. (s.d.). *ANÁLISIS DINÁMICO ESTRUCTURAL COMPARATIVO (MODAL ESPECTRAL VS TIEMPO HISTORIA) DE UNA EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO.* Repéré à www.construccion.org/

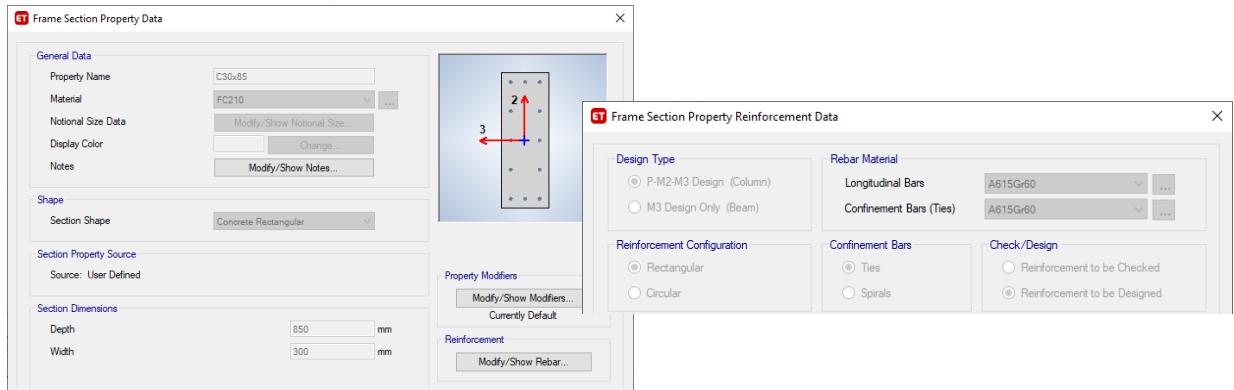
APÉNDICE

MATRIZ DE CONSISTENCIA

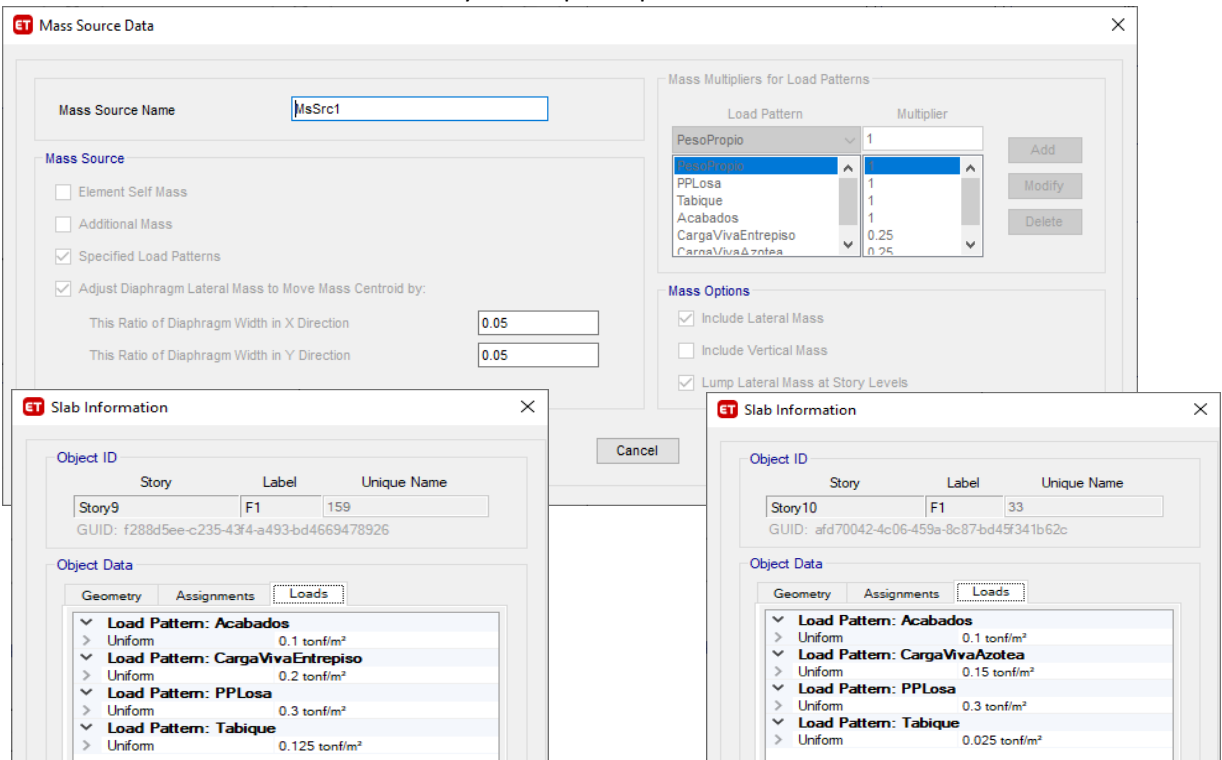
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿Cuál es la comparación de la respuesta sísmica de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021?</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Comparar la respuesta sísmica de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la respuesta sísmica de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.</p>	<p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Variable independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis modal espectral. • Análisis tiempo historia. <p>Variable Dependiente</p> <p>Respuesta sísmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Investigación Correlacional - Diseño de la investigación Relacional - Ámbito de estudio Zona 4. - Población La población de estudio son las edificaciones de concreto armado (Vigas, Columnas y Muros) ubicadas en la zona sísmica 4, según la normatividad E.030 vigente al 2021. - Muestra La muestra es deliberada. Son 36 edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona sísmica 4 de uso común y en suelo intermedio, con irregularidades estructurales en planta y altura según norma E.030 -2021. - Técnicas de recolección de datos La técnica de recolección empleada es la observación experimental, ya que se investigará sobre la respuesta sísmica en edificaciones de concreto armado empleando los métodos de análisis sísmico: modal espectral y tiempo – historia. - Instrumentos El instrumento empleado es la ficha de registro de datos, en el que se ingresarán los resultados obtenidos de respuesta sísmica a unas tablas, tal como la distorsión, desplazamiento lateral y fuerza cortante.
<p>2. INTERROGANTES ESPECIFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la comparación de los desplazamientos laterales de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021? • ¿Cuál es la comparación de las distorsiones de las edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021? • ¿Cuál es la comparación de las fuerzas cortantes de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en planta y altura empleando los análisis modal espectral y análisis tiempo historia en Zona sísmica 4, 2021? 	<p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar los desplazamientos laterales entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia en edificaciones de concreto armado con irregularidades en Zona sísmica 4, 2021. • Comparar las distorsiones entrepiso entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia en edificaciones de concreto armado con irregularidades en Zona sísmica 4, 2021. • Comparar las fuerzas cortantes de entrepiso, entre el análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia en edificaciones de concreto armado con irregularidades en Zona sísmica 4, 2021. 	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>5. Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, los desplazamientos laterales de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.</p> <p>6. Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la distorsión de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.</p> <p>7. Al comparar el análisis modal espectral y el análisis tiempo historia, la fuerza cortante de entrepiso de edificaciones de concreto armado con irregularidades en zona sísmica 4 - 2021, varían según el tipo de irregularidad.</p>	<p>2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>Variable independiente 1: Análisis modal espectral.</p> <p>Zona</p> <p>Uso</p> <p>Categoría</p> <p>Suelo</p> <p>Sistema estructural</p> <p>Variable independiente 2: Análisis tiempo historia.</p> <p>Aceleraciones del sismo</p> <p>Variable dependiente: Respuesta sísmica</p> <p>Desplazamiento lateral</p> <p>Distorsión</p> <p>Fuerza cortante de entrepiso</p>	

Ingreso de datos en ETABS (análisis modal)

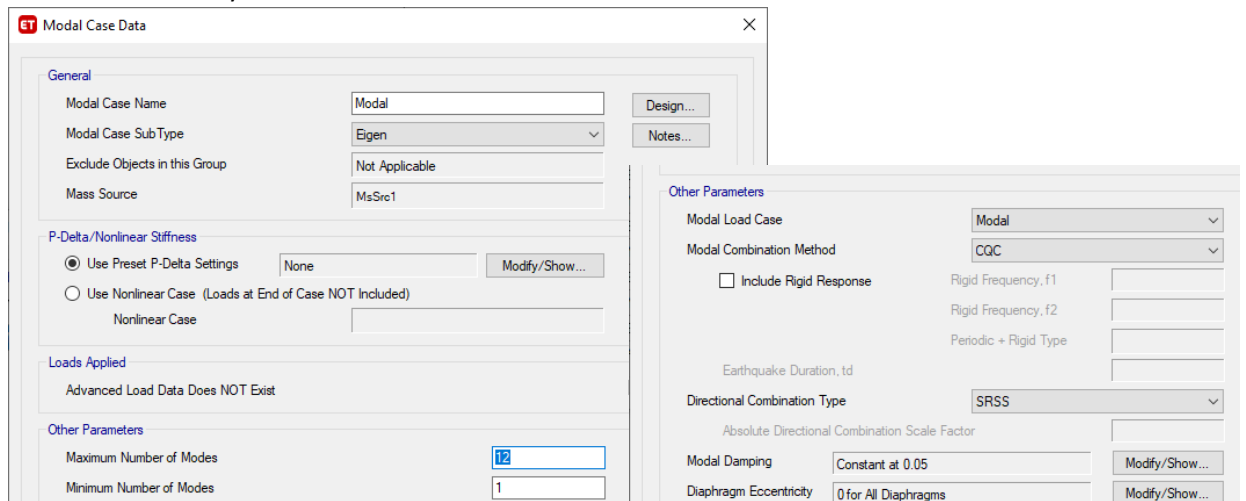
Propiedades y sección de elementos columna.



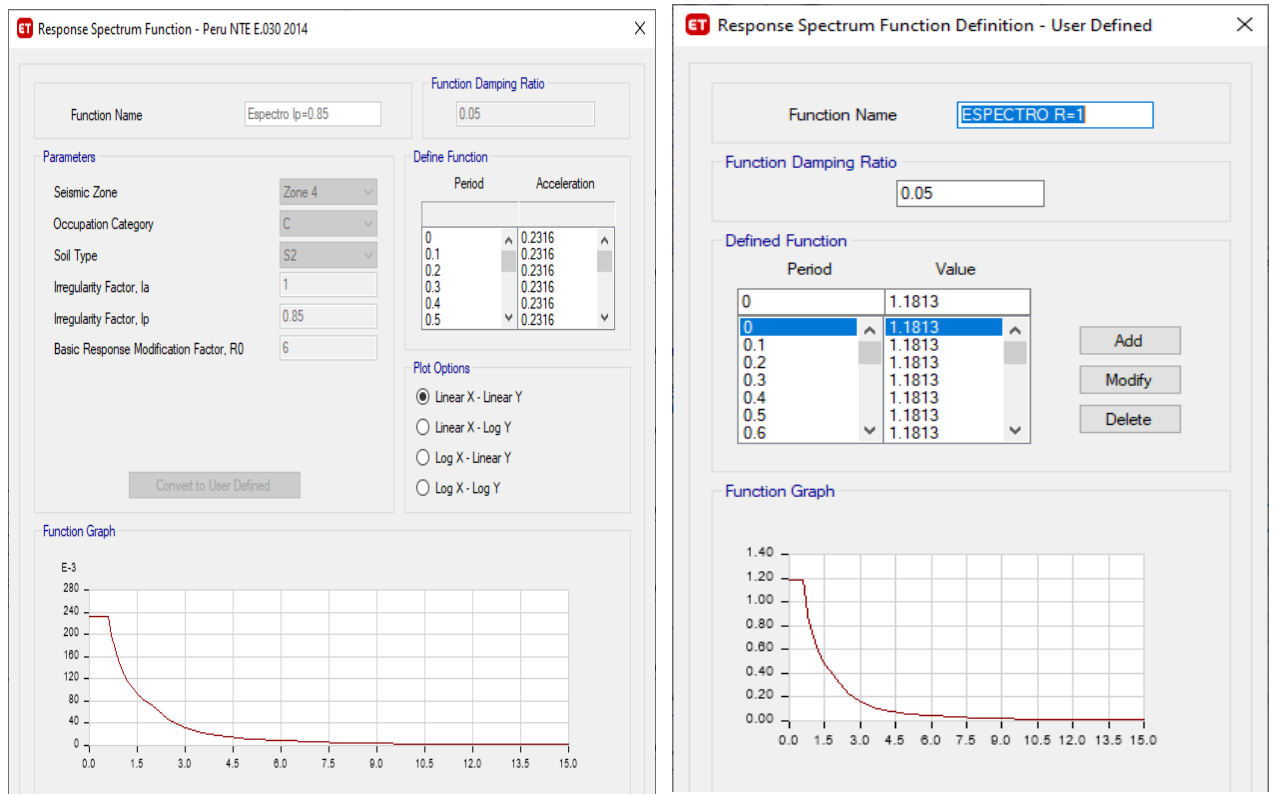
Definición de Excentricidad accidental y masas participativas.



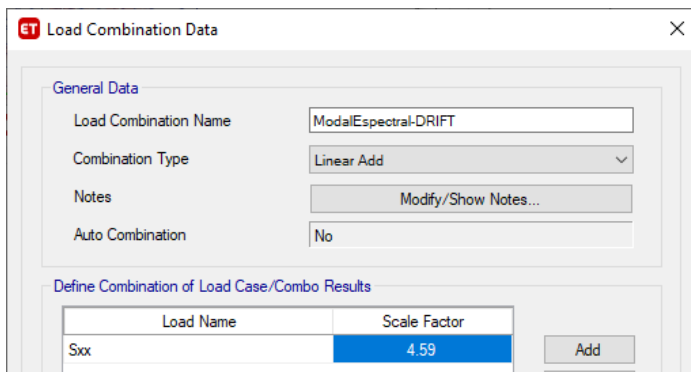
Modos de vibración y método de combinación modal



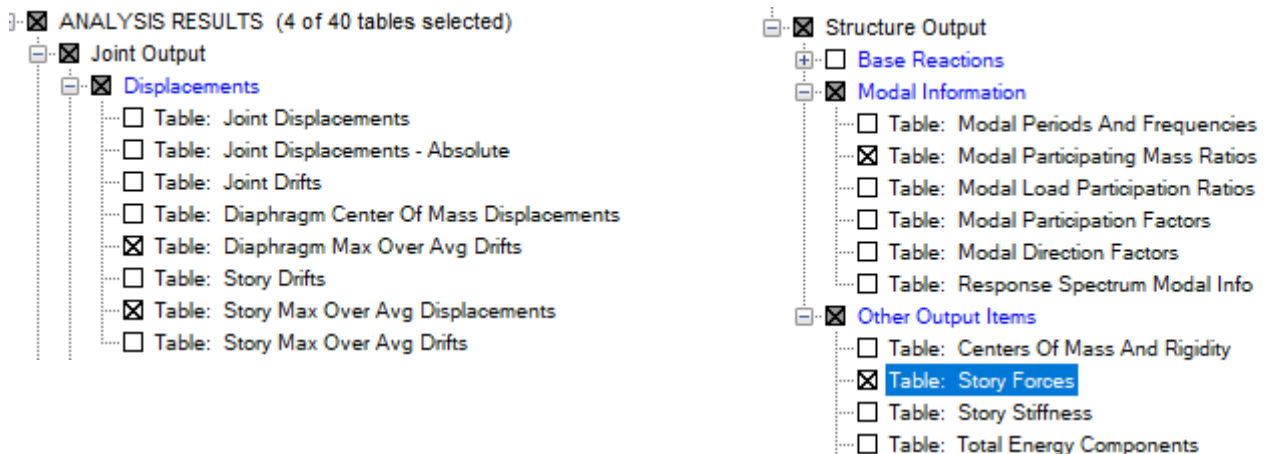
Espectro de diseño del análisis modal y espectro objetivo para análisis tiempo historia (R=1)



Factor para calculo de desplazamiento lateral (análisis modal).



Opciones para obtención de tablas de respuestas sísmicas (análisis modal y tiempo historia)



Procesamiento datos para Análisis TIEMPO HISTORIA en ETABS

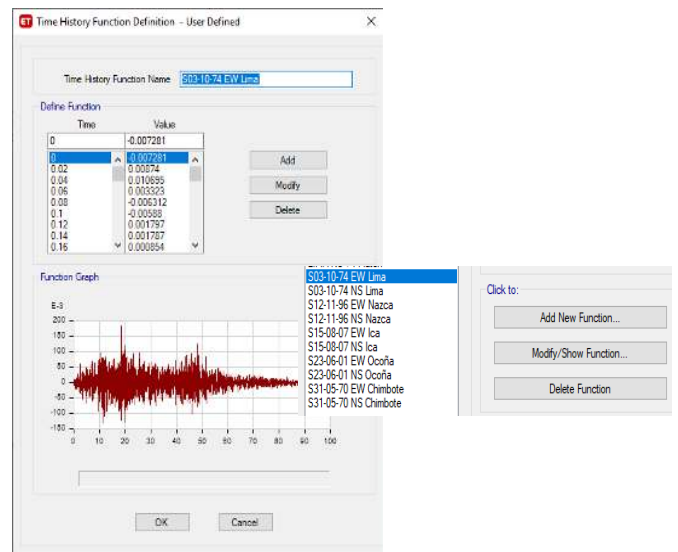
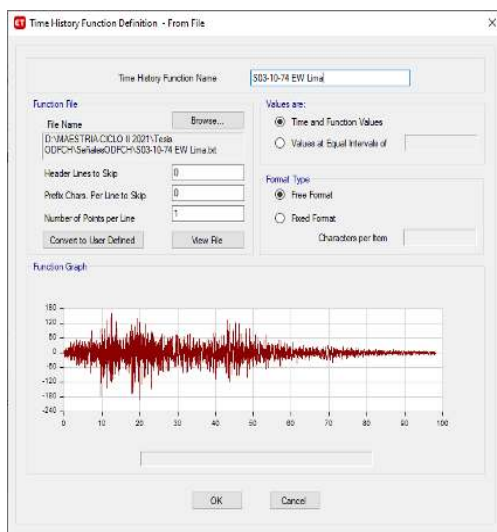
Seleccionar el registro sísmico original en cm/s² la unidad de aceleración. Por ejemplo el registro de Lima 03-10-74 EW ubicándonos al final del registro verificamos la duración del sismo 97.96s y la cantidad de líneas (4899).

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
97.7	-2.049			
97.72	0.914			
97.74	-0.509			
97.76	-0.843			
97.78	1.745			
97.8	-0.245			
97.82	-5.111			
97.84	-5.61			
97.86	-1.161			
97.88	-0.387			
97.9	-3.482			
97.92	-4.805			
97.94	-2.094			
97.96	0.032			

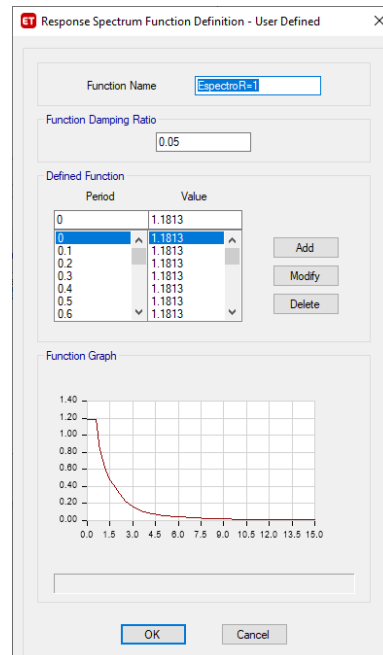
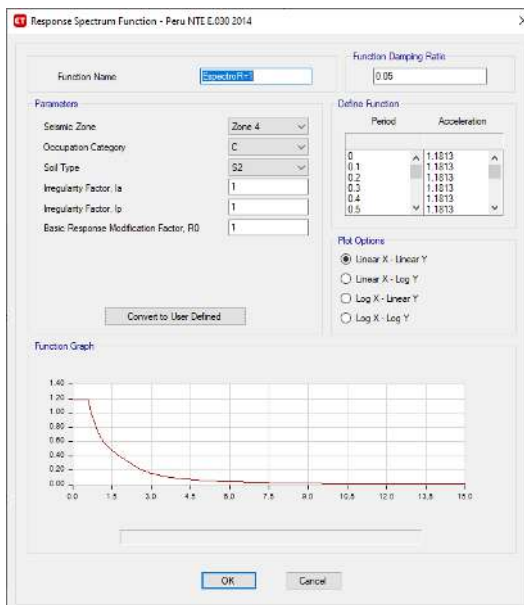
Linea 4899, cc

- 📄 S03-10-74 EW Lima.txt
- 📄 S03-10-74 NS Lima.txt
- 📄 S12-11-96 EW Nazca.txt
- 📄 S12-11-96 NS Nazca.txt
- 📄 S15-08-07 EW Ica.txt
- 📄 S15-08-07 NS Ica.txt
- 📄 S23-06-01 EW Ocoña.txt
- 📄 S23-06-01 NS Ocoña.txt
- 📄 S31-05-70 EW Chimbote.txt
- 📄 S31-05-70 NS Chimbote.txt

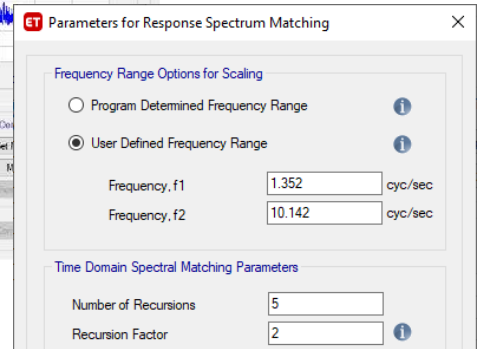
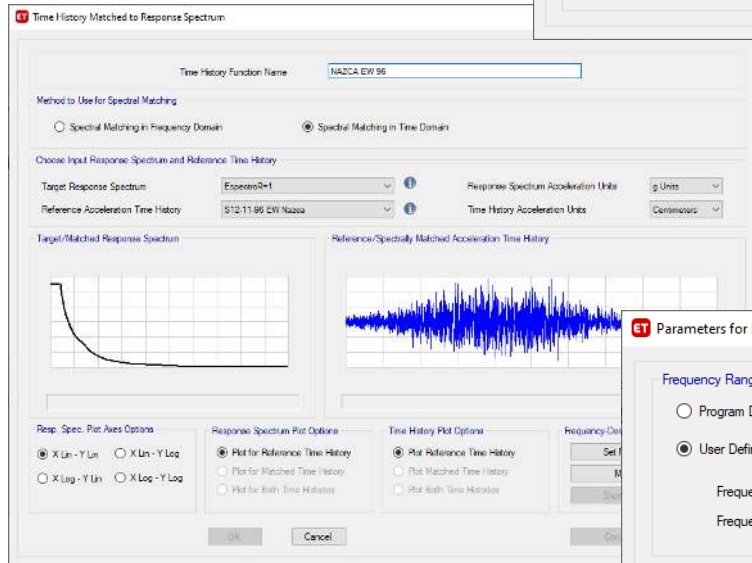
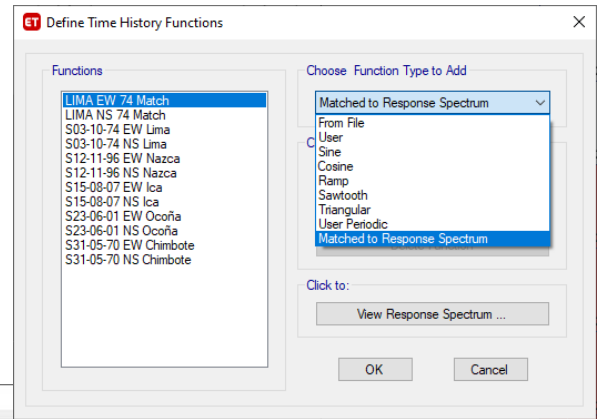
Ingresamos el registro ORIGINAL en ETABS. De preferencia activamos CONVERT TO USER DEFINED.



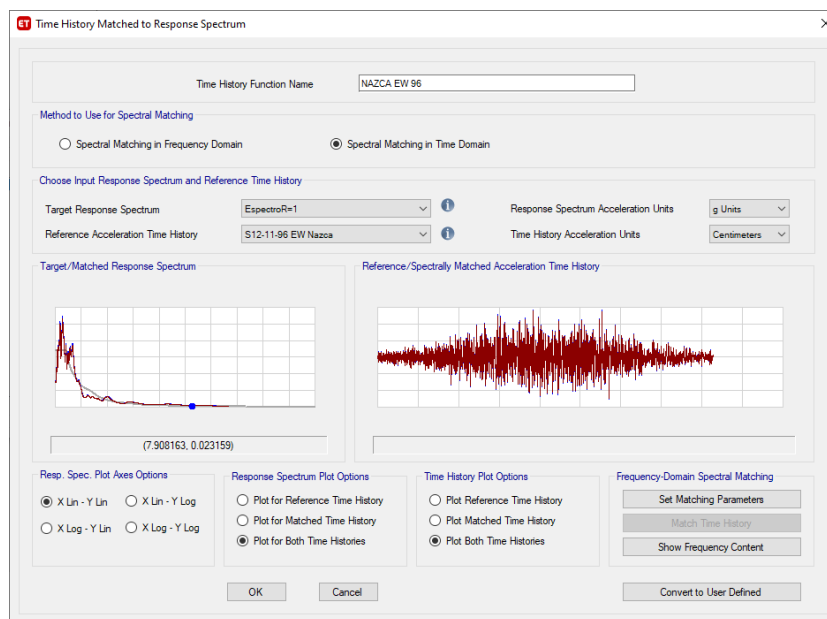
Se define un ***Espectro objetivo***, considerando los parámetros Z, U, S según norma y con R=1, como se exige en la E.030. Unidades de gals (en función de g).



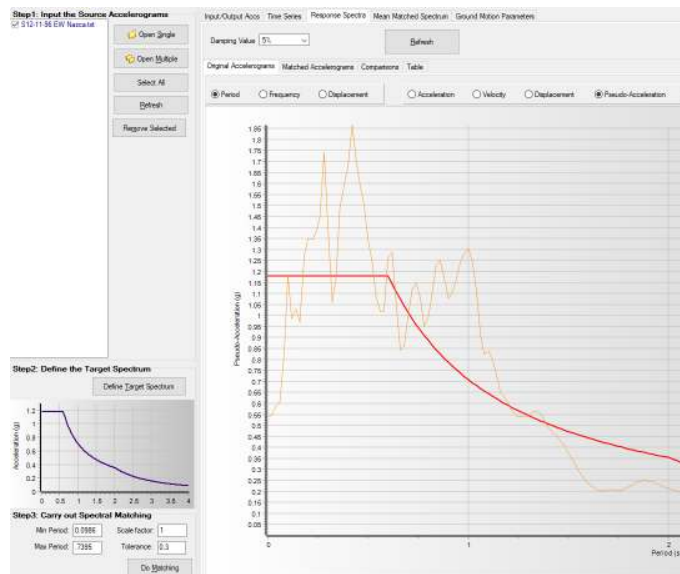
Se procede a **escalar** la señal original usando el espectro objetivo (ESPECTRO R=1). Recordando que el espectro esta en gals y el registro en cm/s², además determinamos que el $T_x = 0.493$ s ($f = 2.028$ hertz). En el SET MATCHING PARAMETERS se define el rango de frecuencia (inversa del periodo) a relacionar, como exige la normativa E.030 (0.2T @ 1.5T).



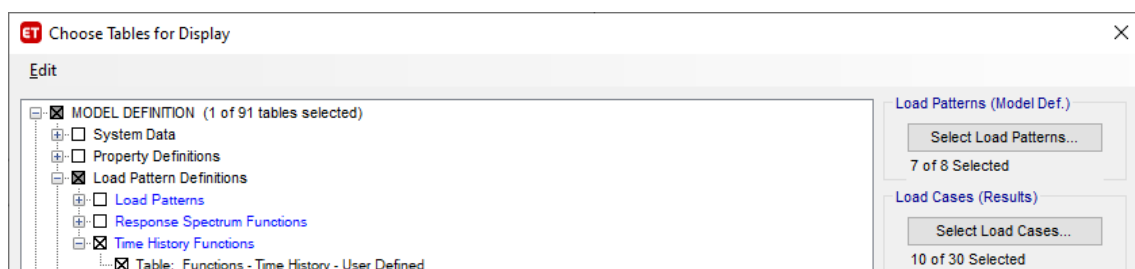
Seleccionar Match Time History. La línea Azul representa el REGISTRO SISMICO ORIGINAL, la línea roja es el REGISTRO SÍSMICO ESCALADO.



Comparando con el SEISMOMATCH puede observarse la similitud de los resultados obtenidos en cuanto al espectro escalado ($R=1$).

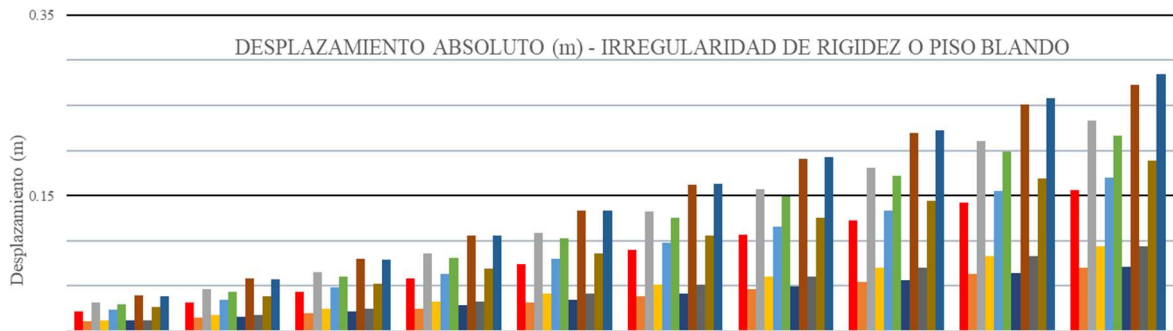
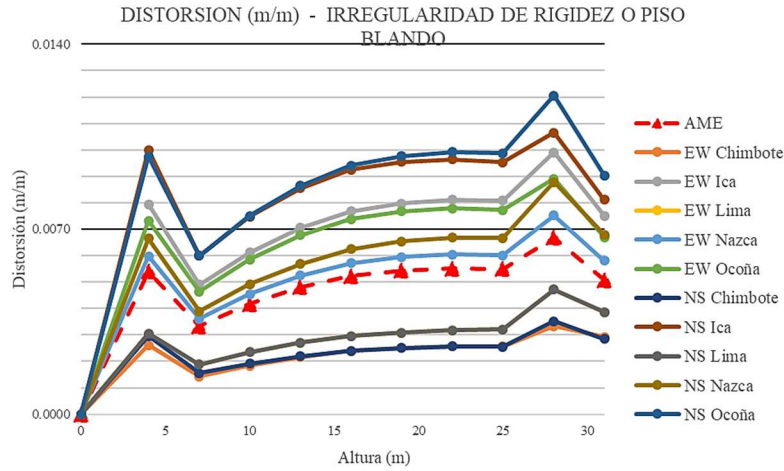


A fin de facilitar el traslado de los registros corregidos (escalados al espectro $R=1$), se exportan mediante TABLAS.

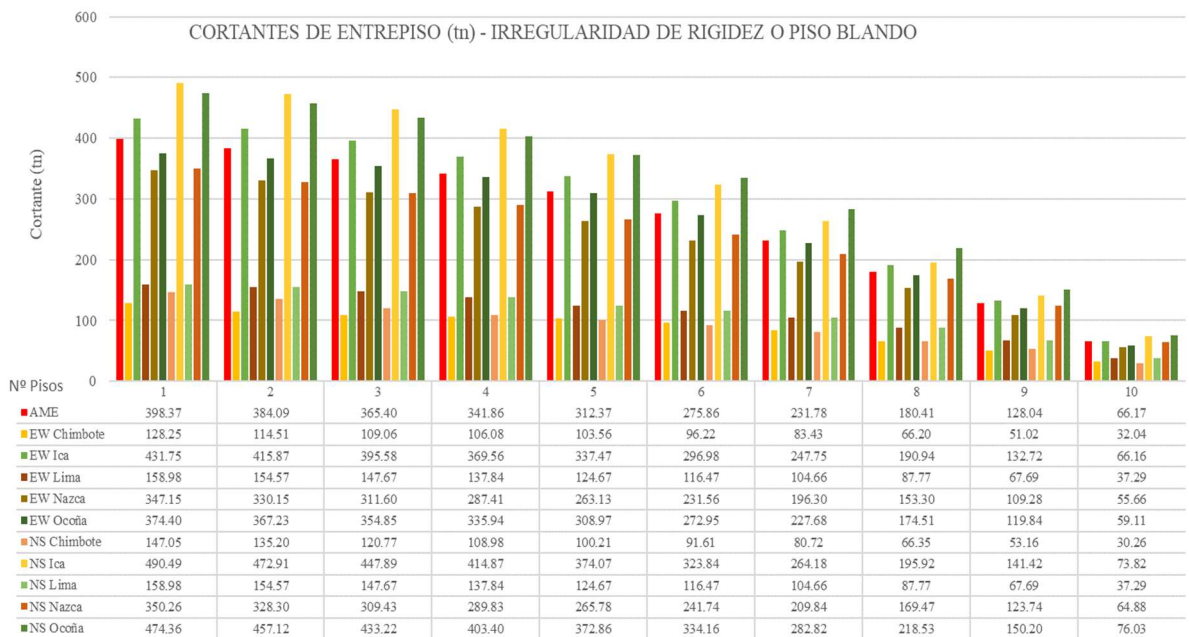


RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA

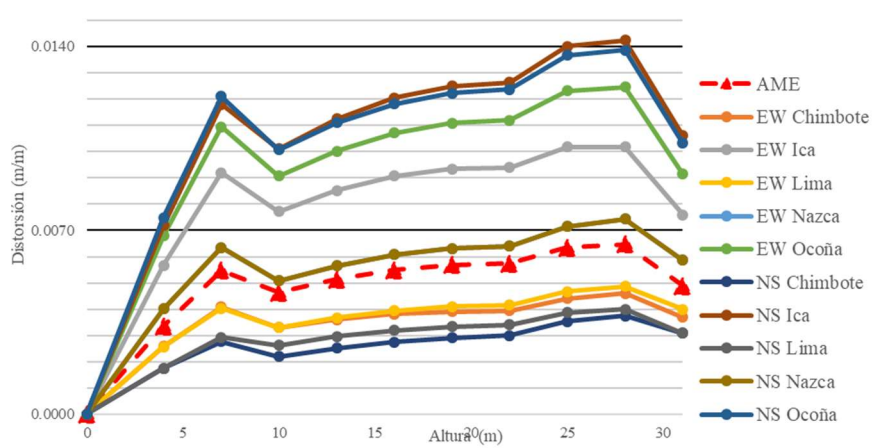
MODELO 10 NIVELES



Nº Pisos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AME	0.0216	0.0315	0.0439	0.0583	0.0739	0.0901	0.1066	0.1230	0.1423	0.1566
EW Chimbote	0.0105	0.0145	0.0194	0.0249	0.0317	0.0390	0.0464	0.0540	0.0633	0.0700
EW Ica	0.0318	0.0464	0.0648	0.0859	0.1089	0.1328	0.1570	0.1812	0.2110	0.2335
EW Lima	0.0122	0.0178	0.0249	0.0330	0.0418	0.0509	0.0604	0.0699	0.0827	0.0938
EW Nazca	0.0239	0.0347	0.0481	0.0636	0.0802	0.0976	0.1157	0.1338	0.1547	0.1701
EW Ocoña	0.0293	0.0430	0.0604	0.0807	0.1027	0.1256	0.1489	0.1720	0.1983	0.2169
NS Chimbote	0.0118	0.0163	0.0219	0.0283	0.0350	0.0418	0.0489	0.0562	0.0640	0.0707
NS Ica	0.0400	0.0579	0.0802	0.1059	0.1336	0.1623	0.1912	0.2198	0.2509	0.2727
NS Lima	0.0122	0.0178	0.0249	0.0330	0.0418	0.0509	0.0604	0.0699	0.0827	0.0938
NS Nazca	0.0266	0.0382	0.0525	0.0688	0.0864	0.1054	0.1251	0.1447	0.1688	0.1891
NS Ocoña	0.0390	0.0570	0.0795	0.1055	0.1337	0.1630	0.1927	0.2223	0.2582	0.2850

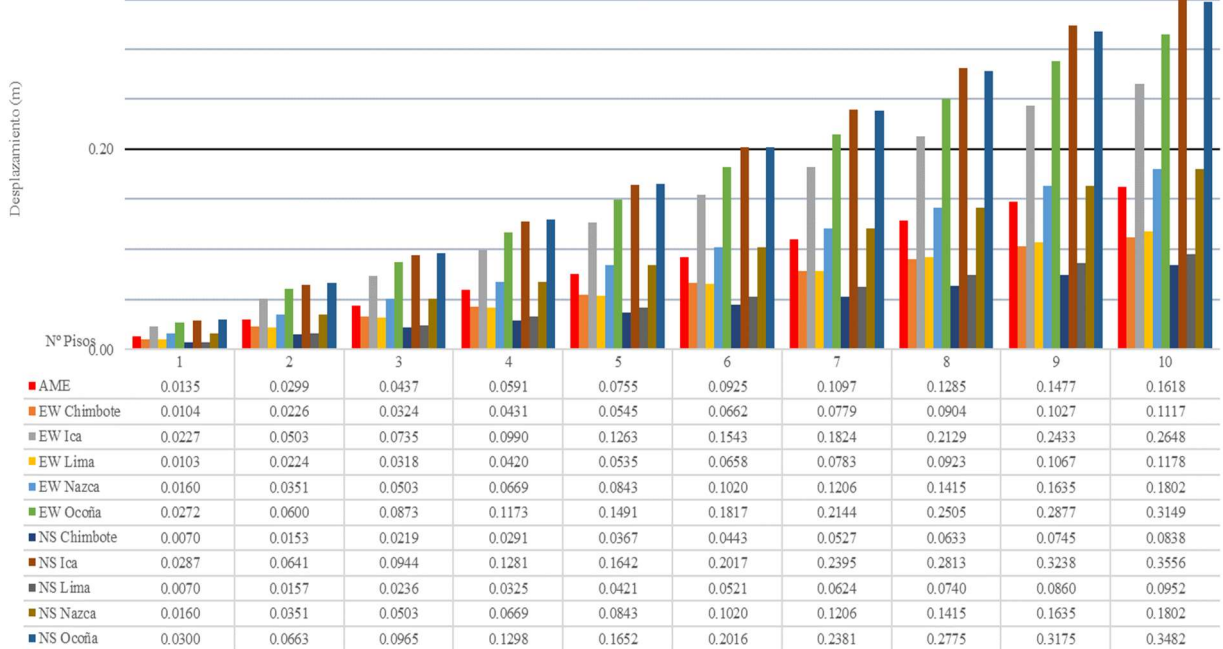


DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL

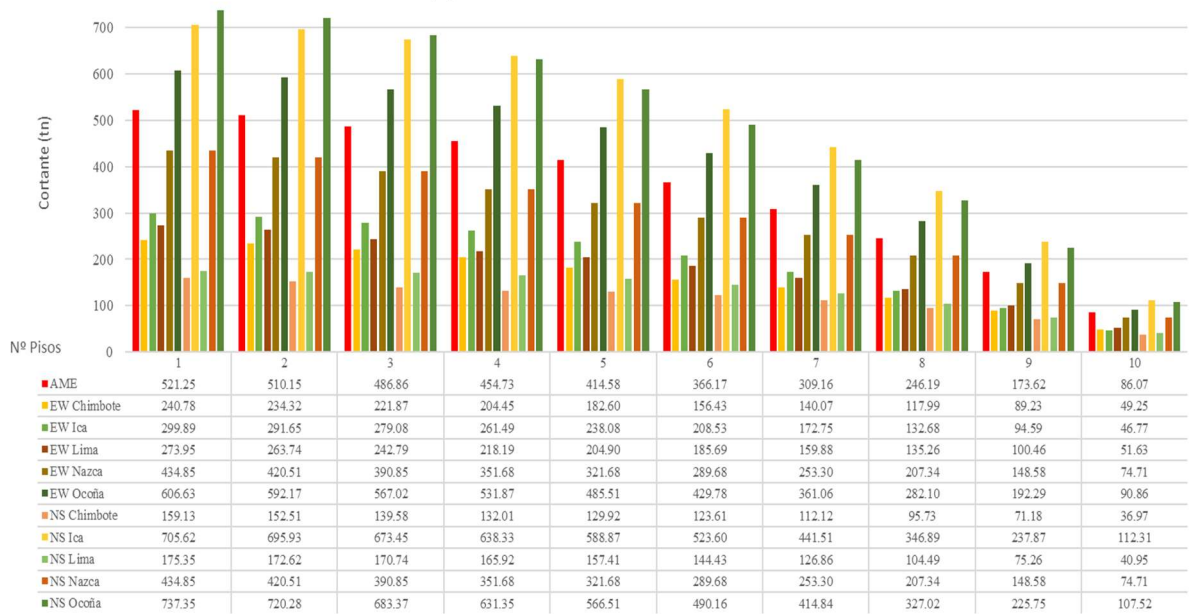


0.40

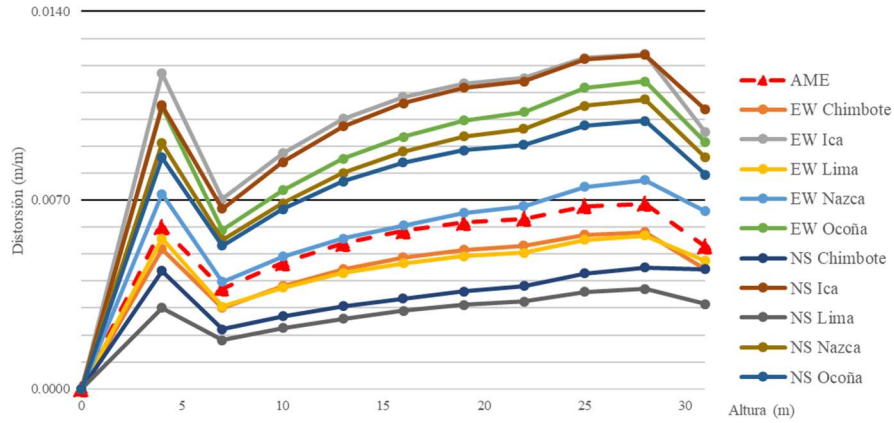
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL



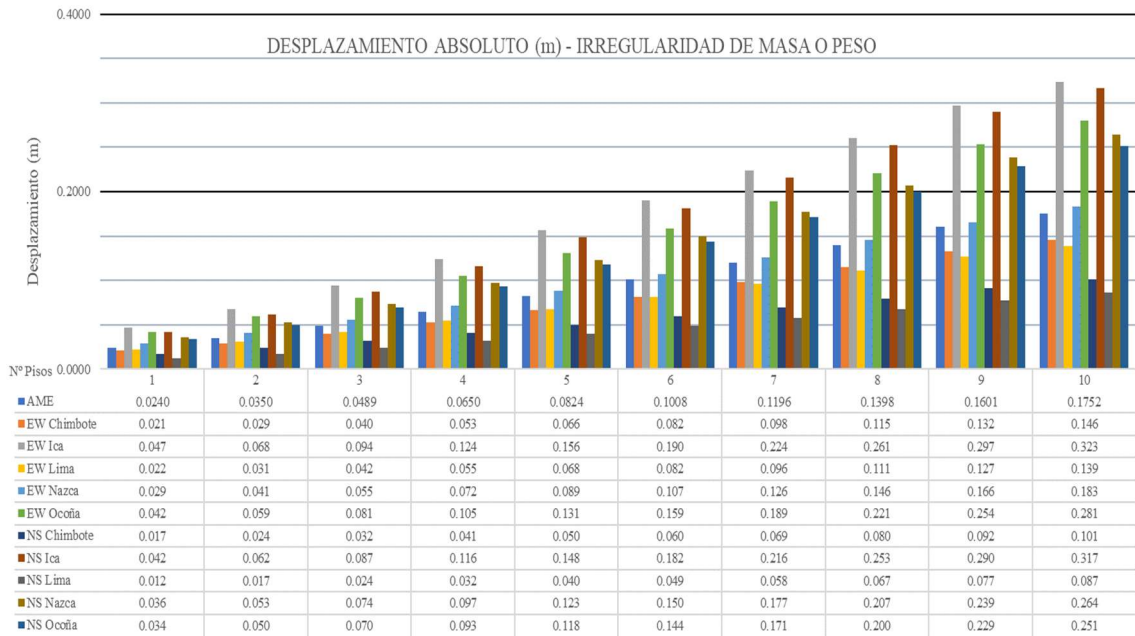
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL



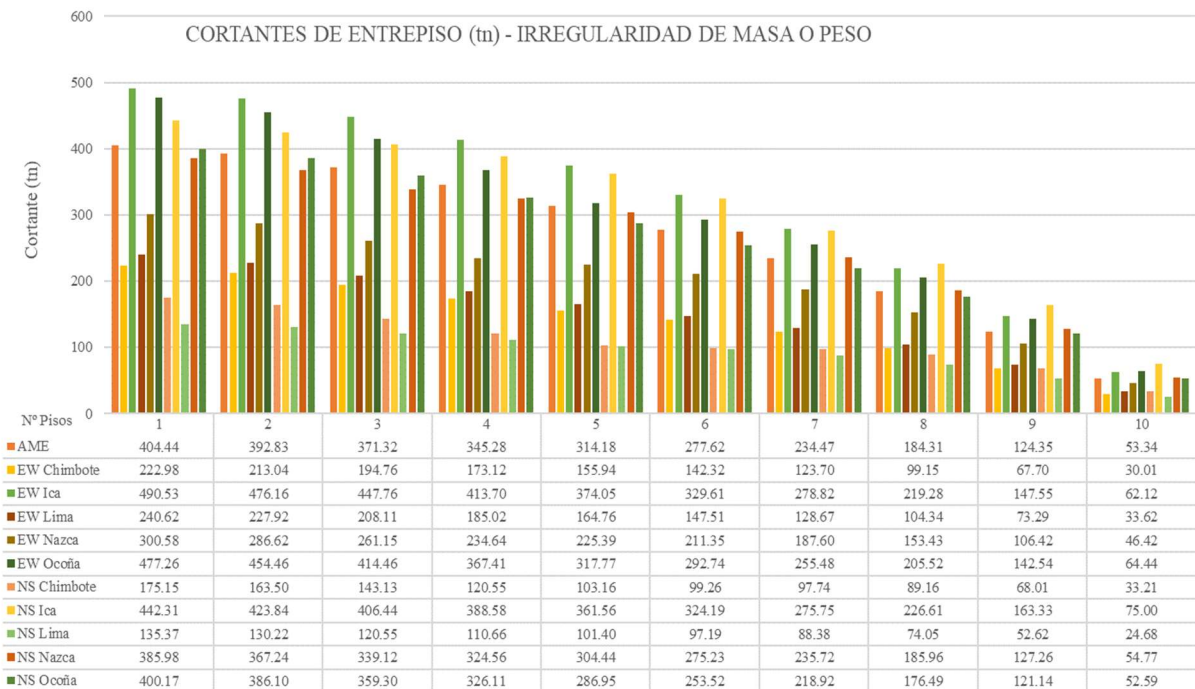
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

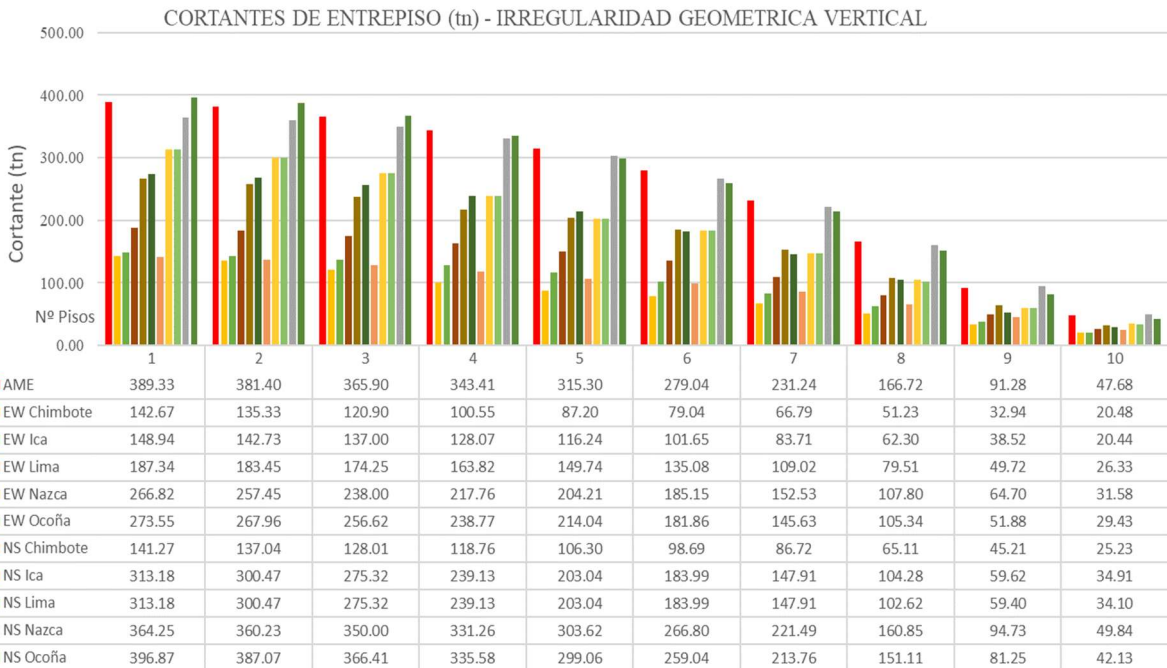
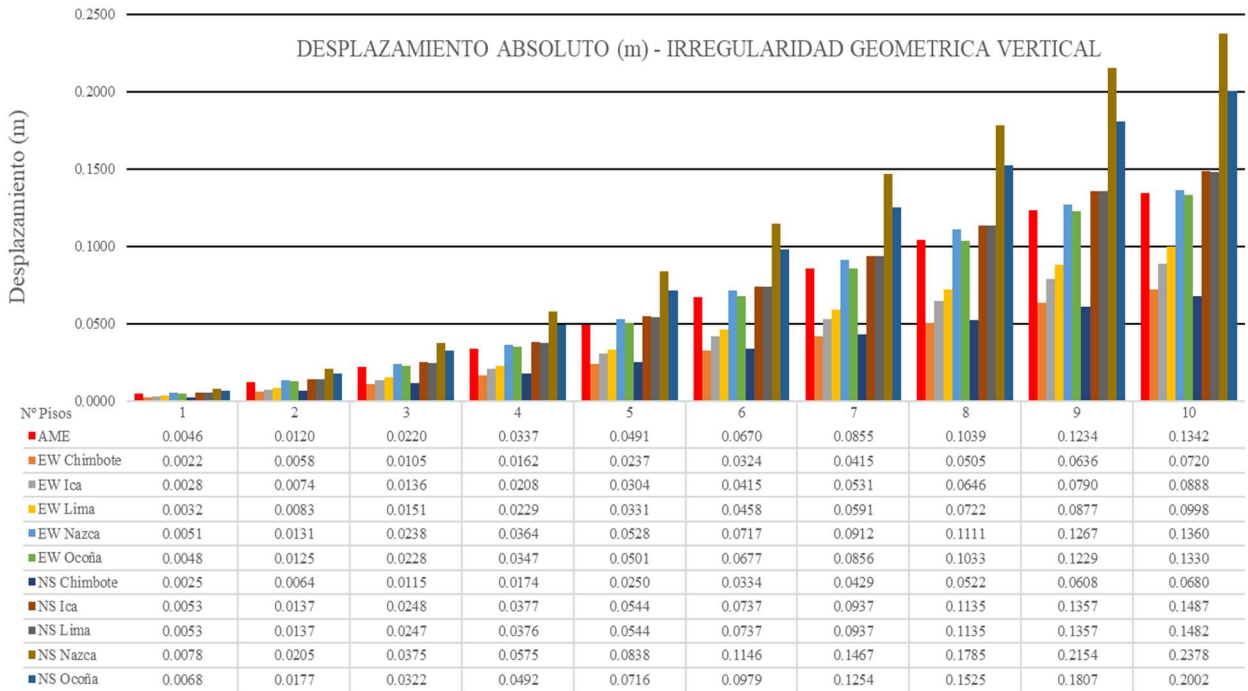
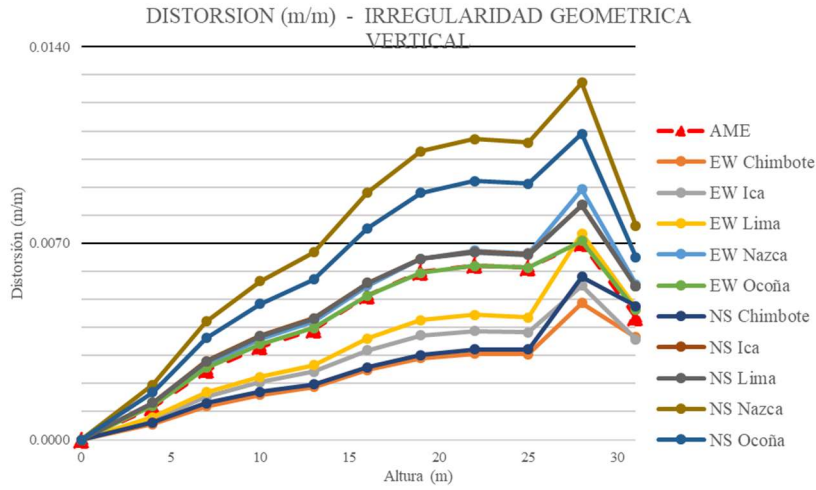


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

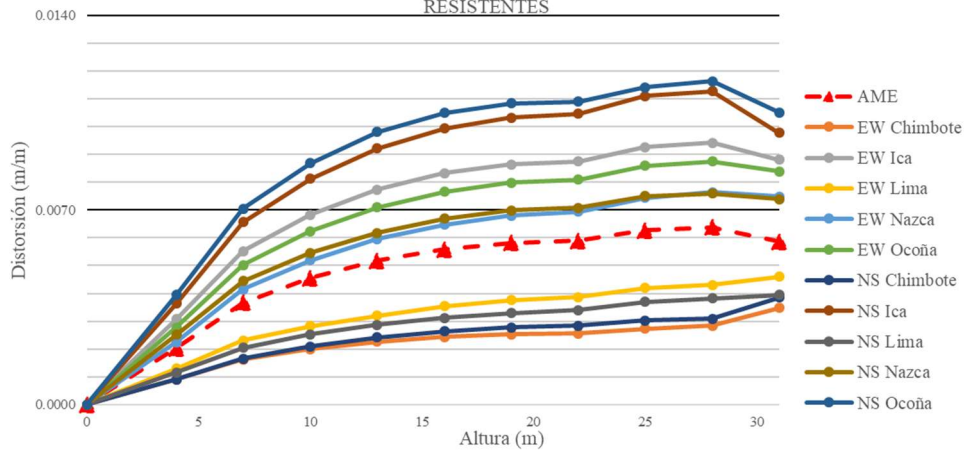


CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

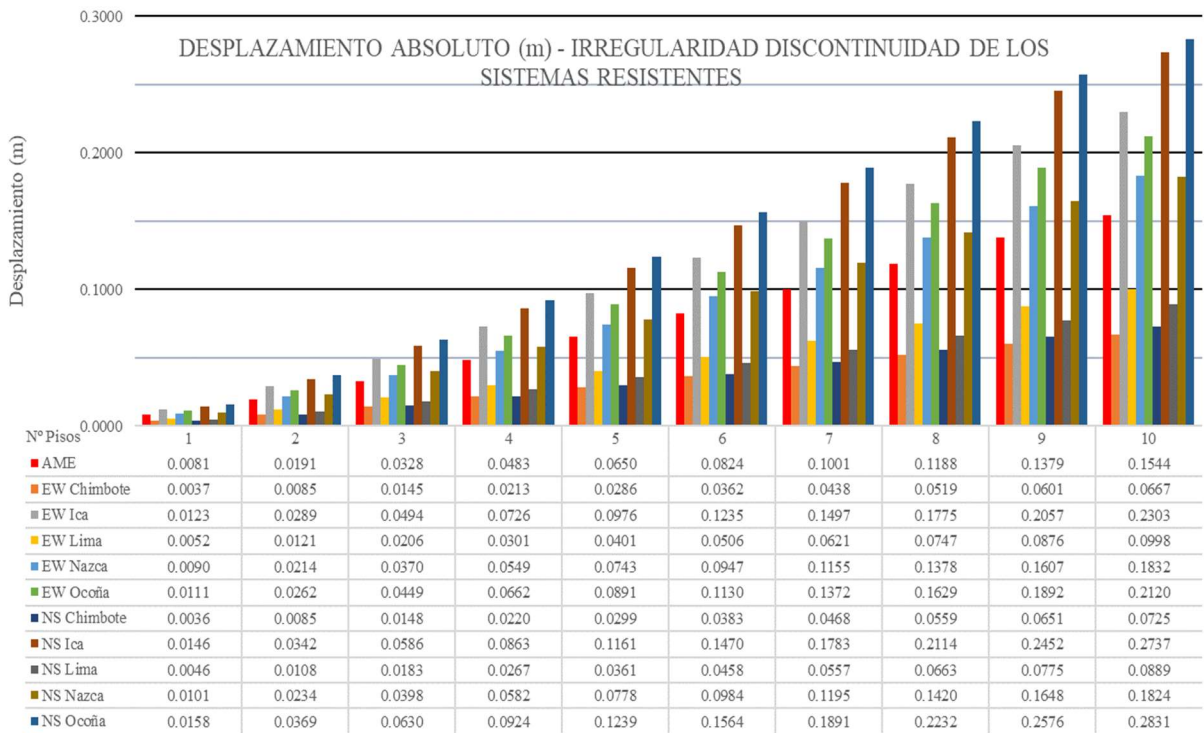




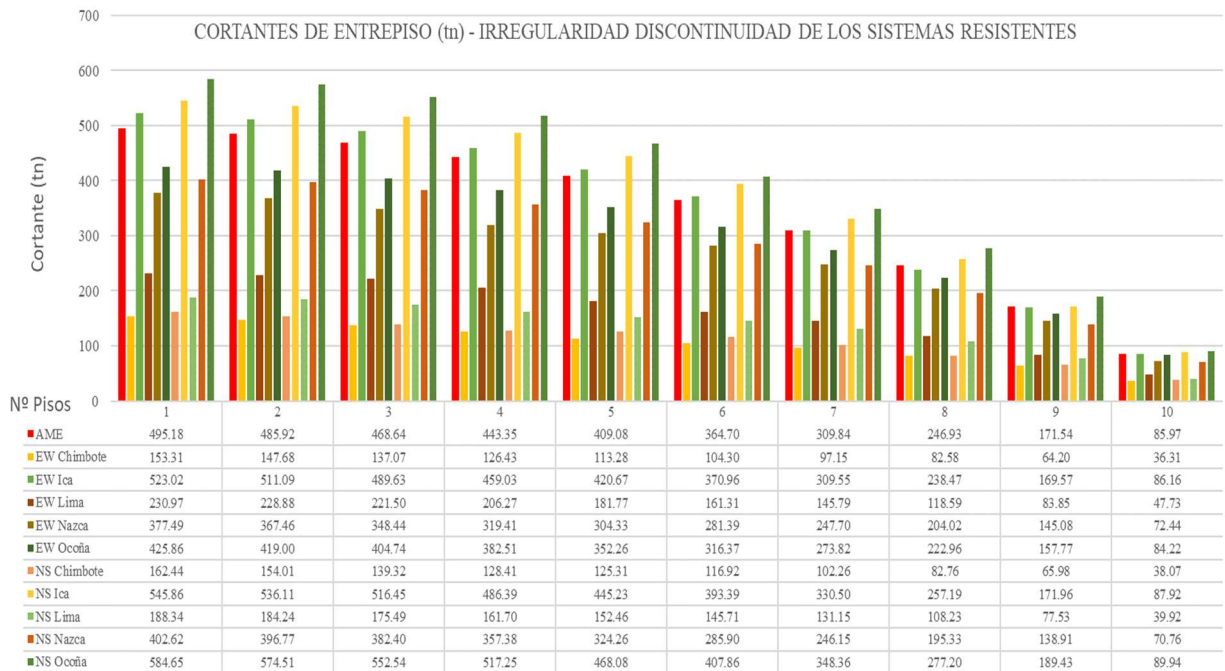
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES



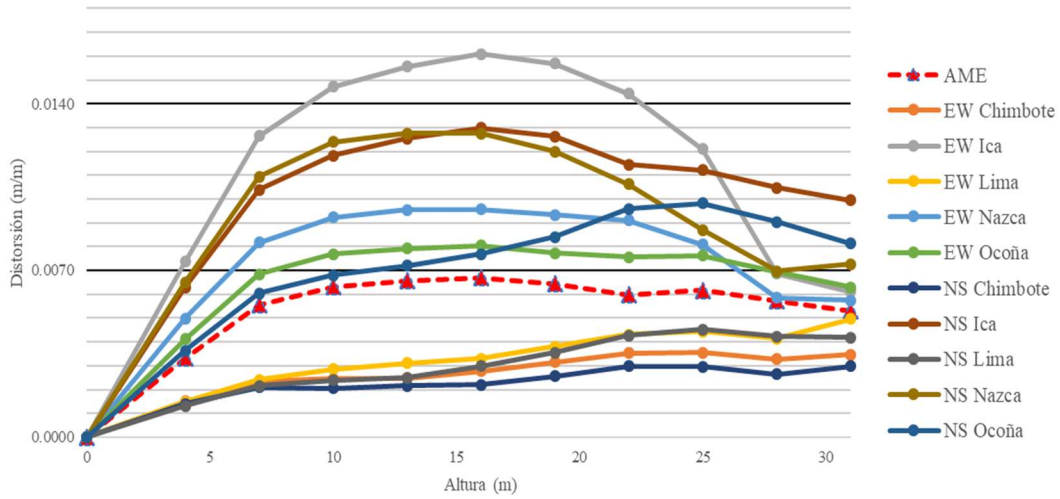
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES



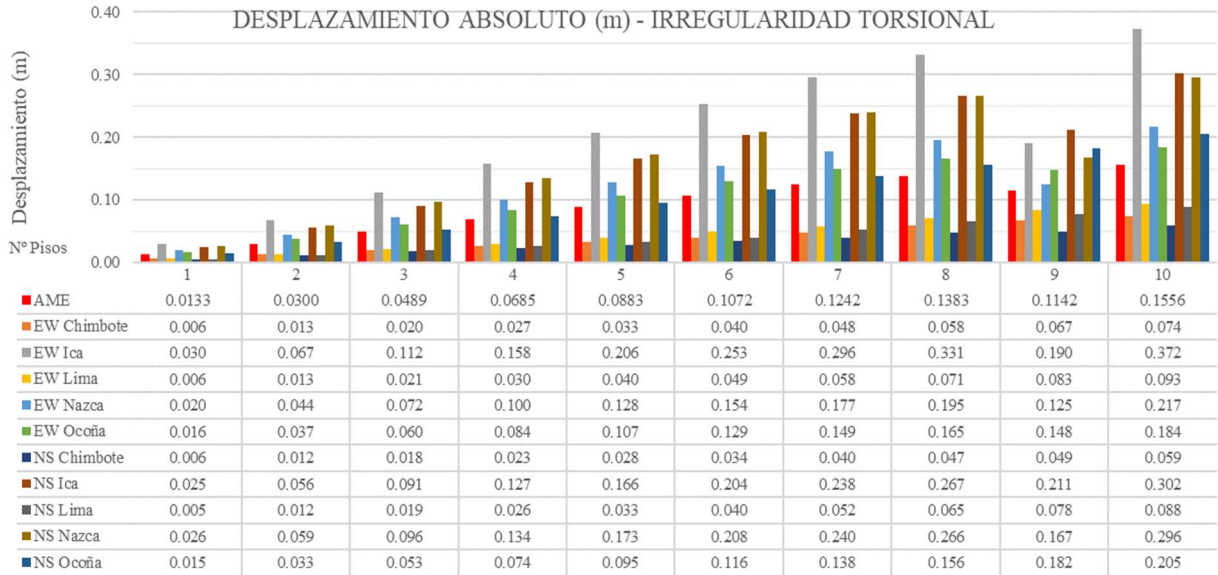
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES



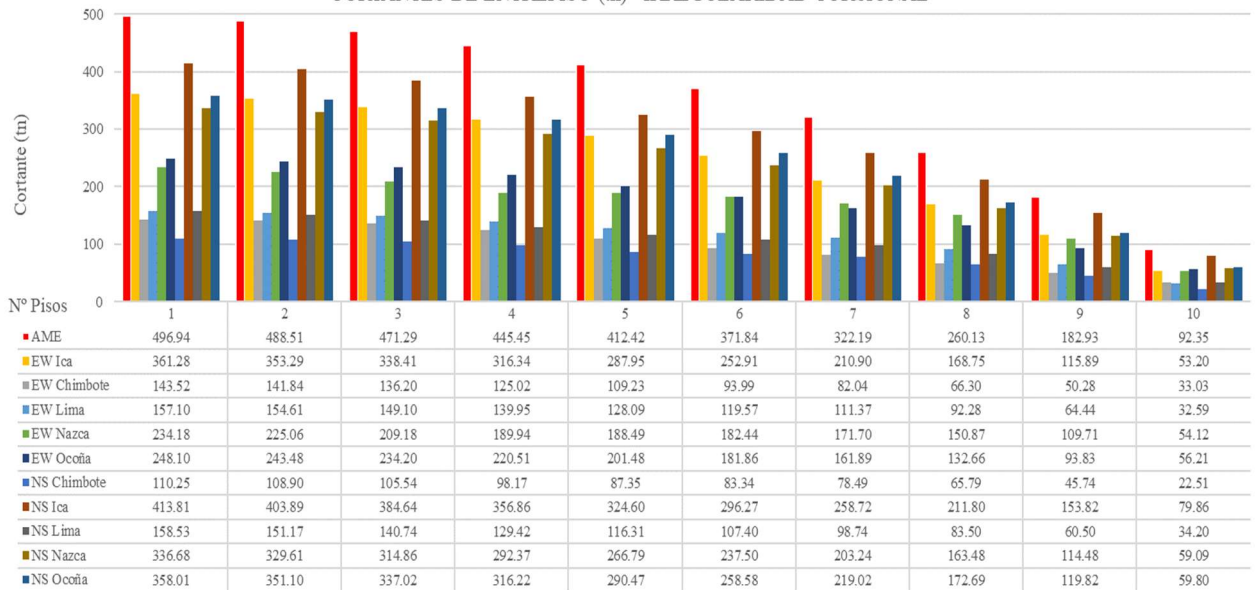
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



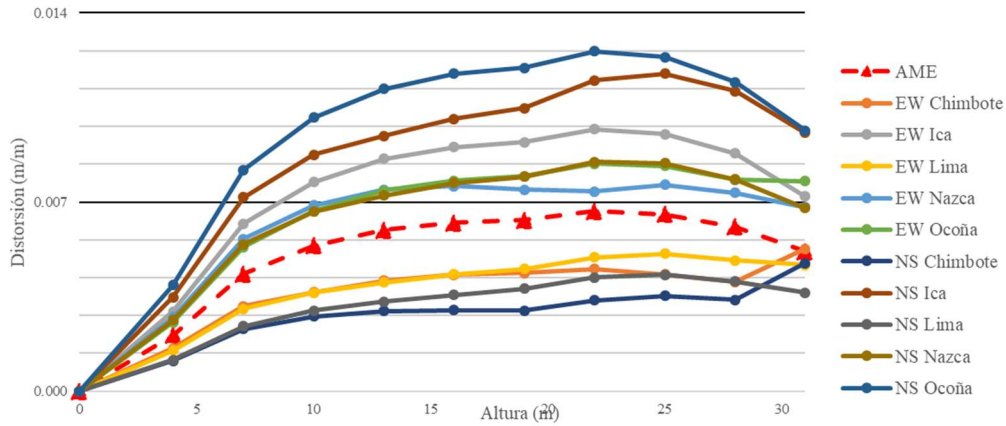
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



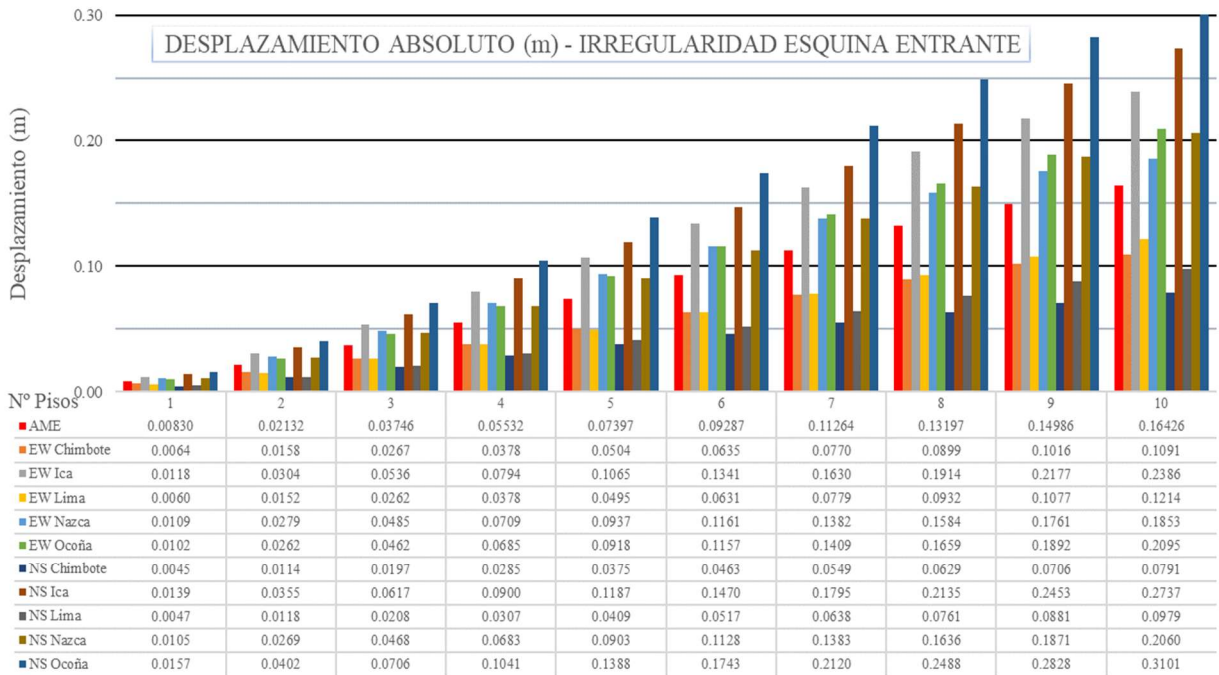
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



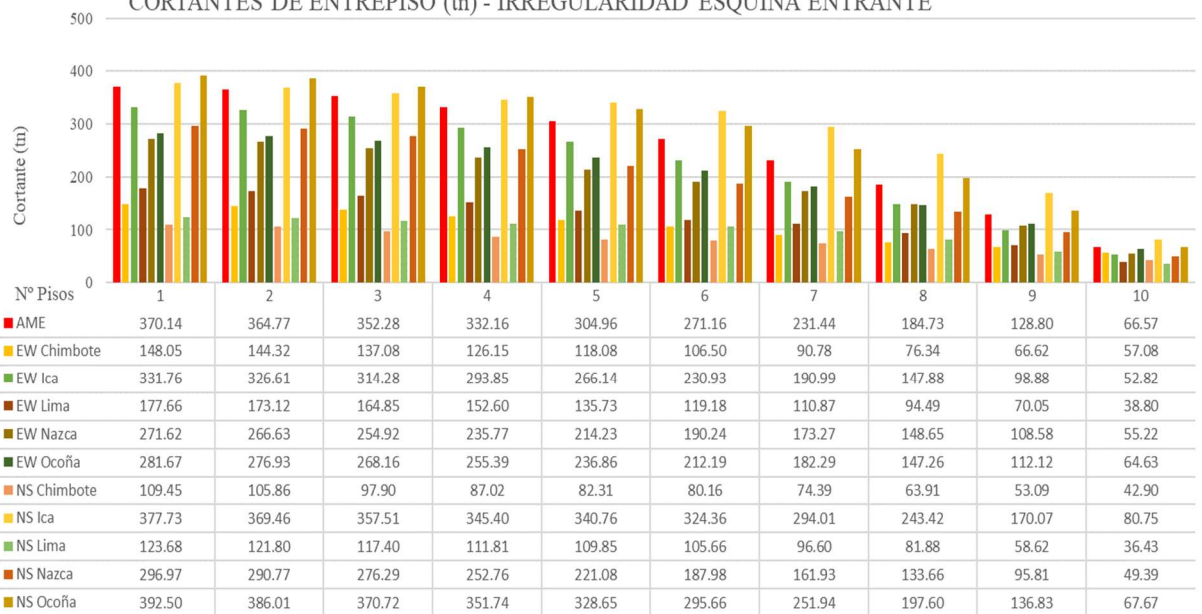
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE



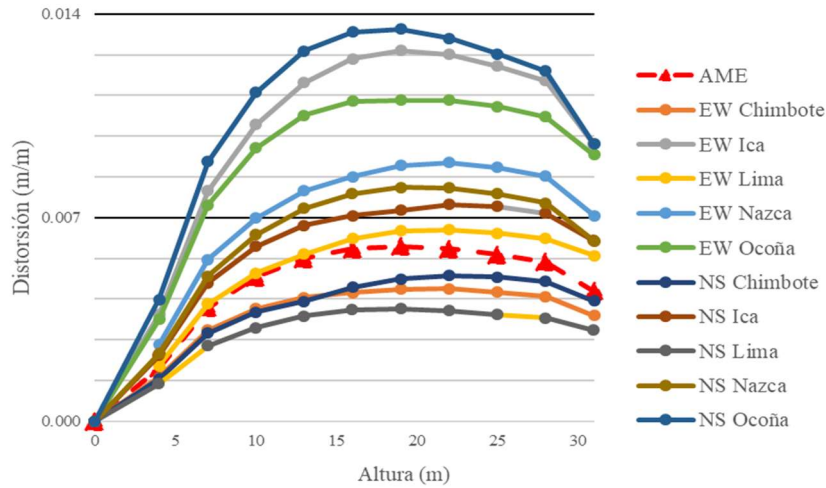
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE



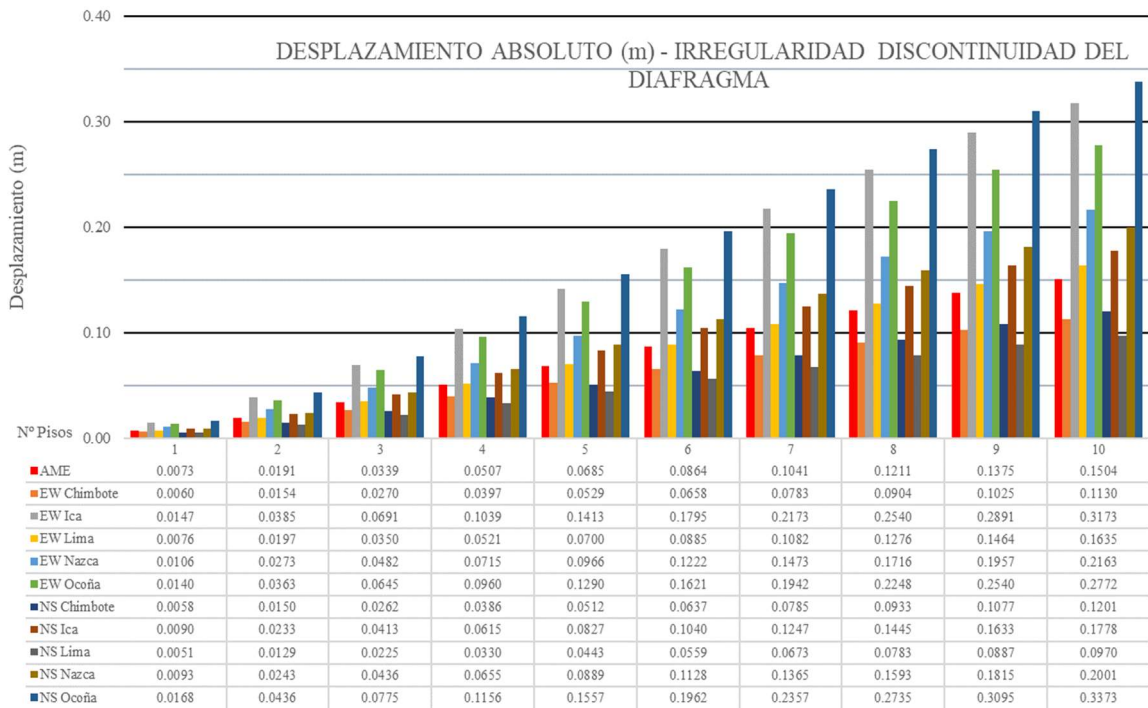
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE



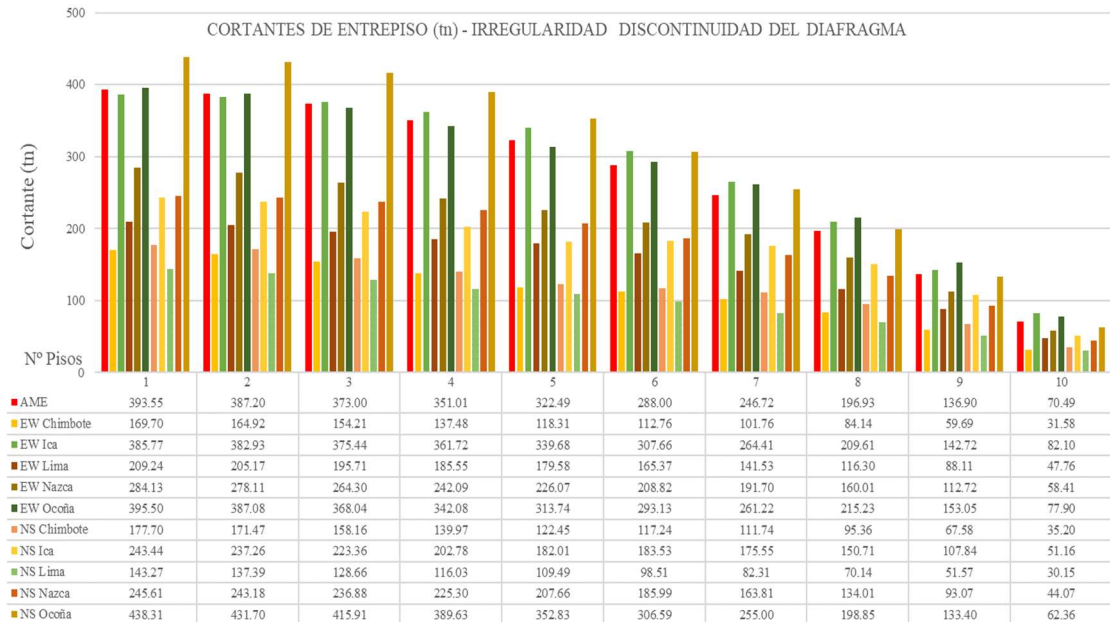
DISTRORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA



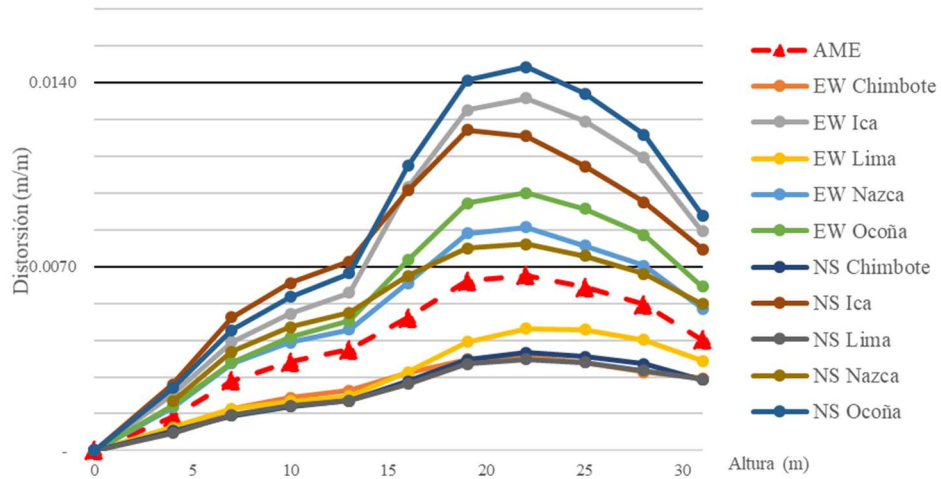
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA



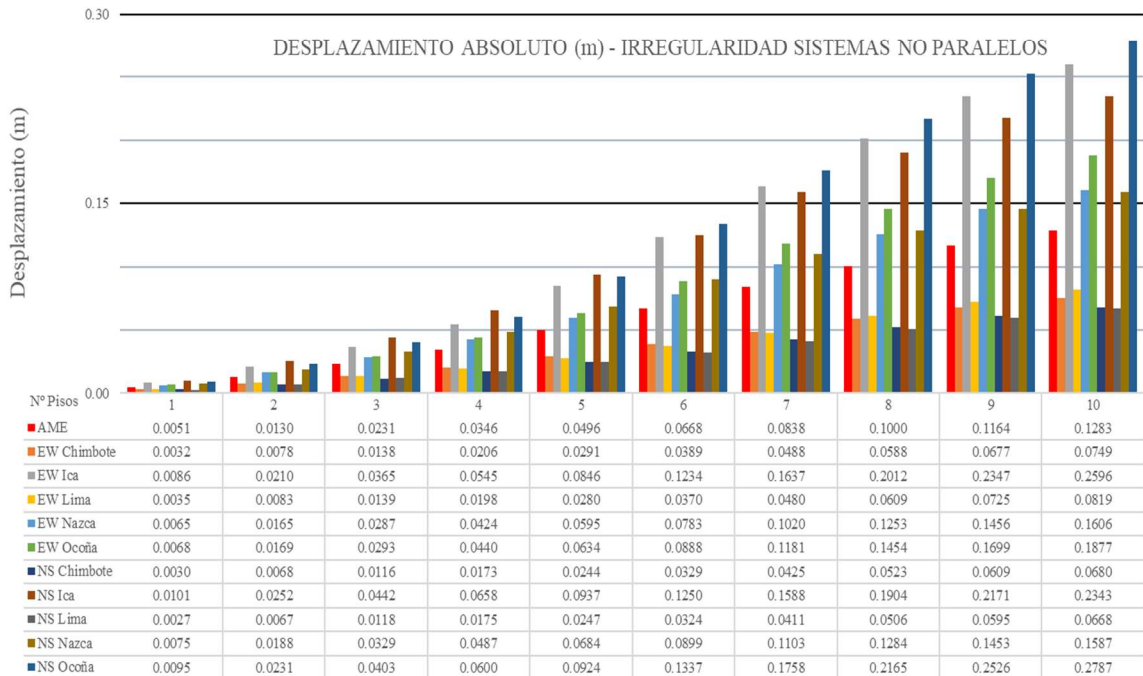
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA



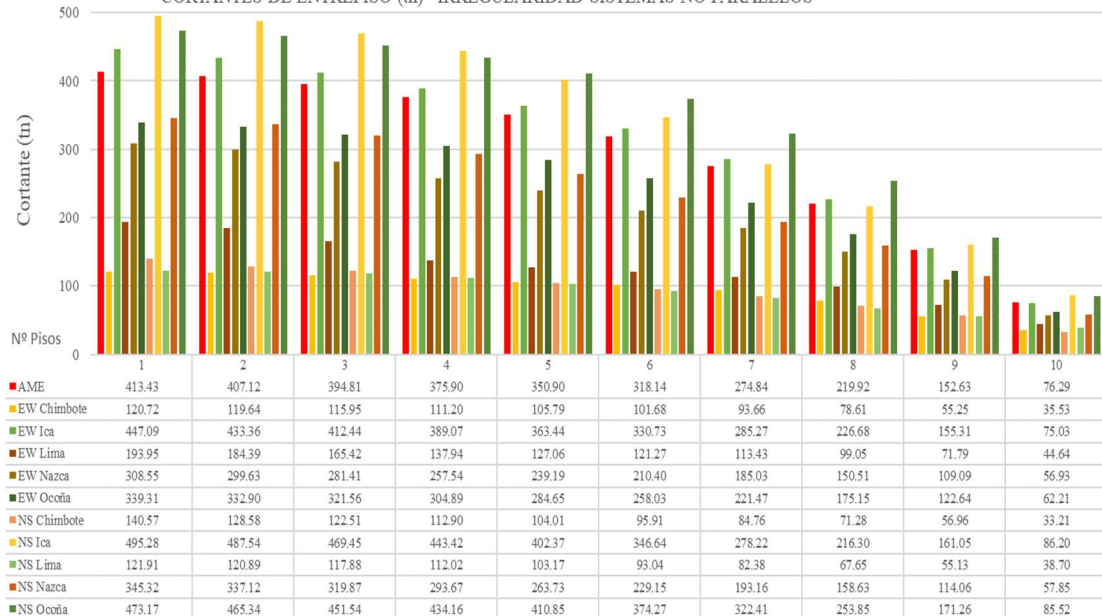
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS



DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS

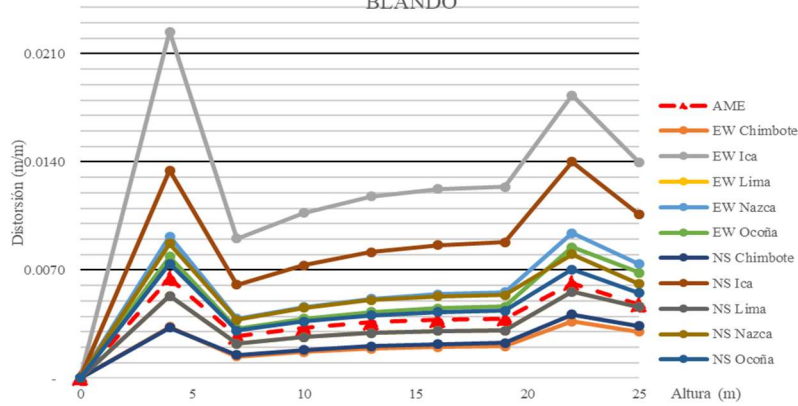


CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS

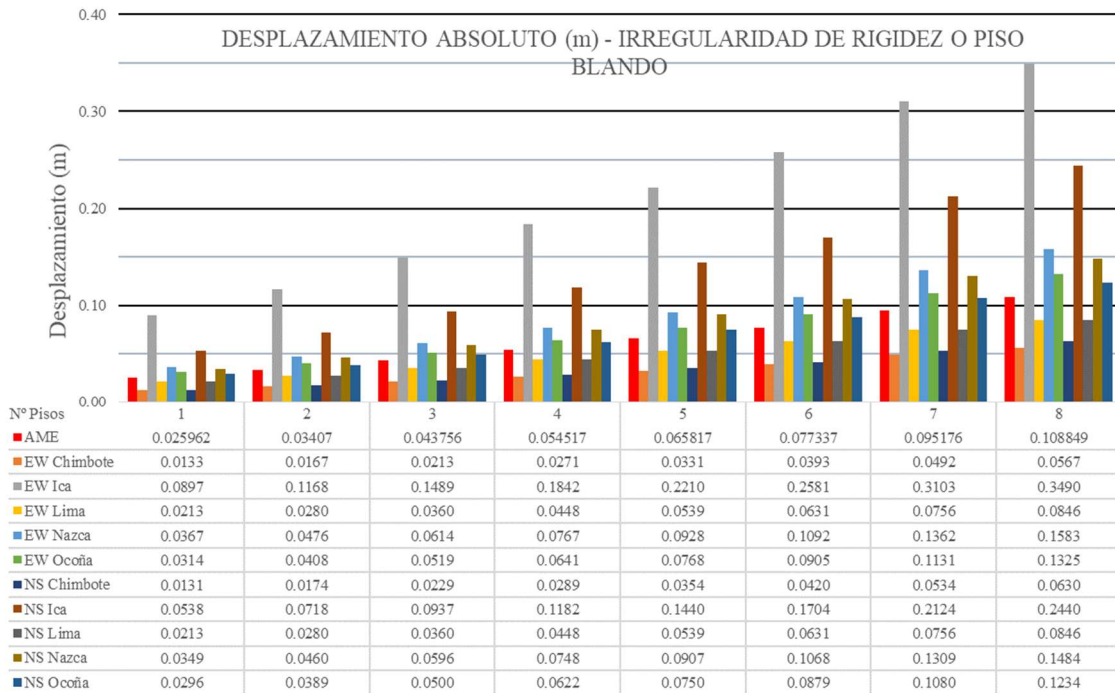


MODELO 08 NIVELES

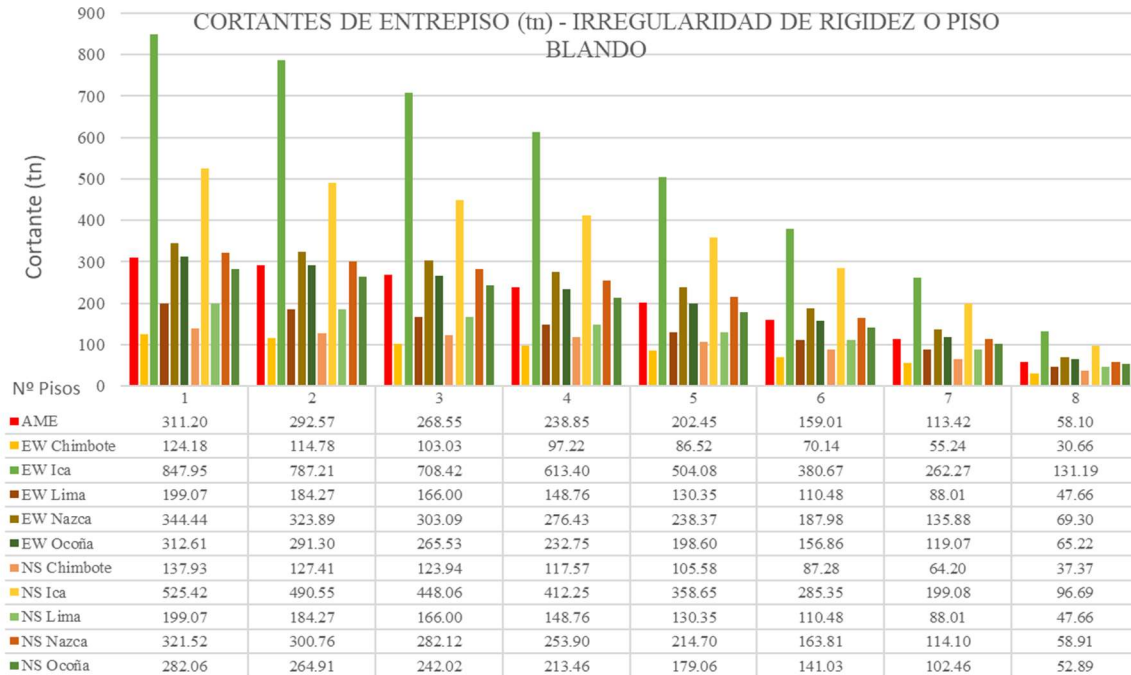
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO

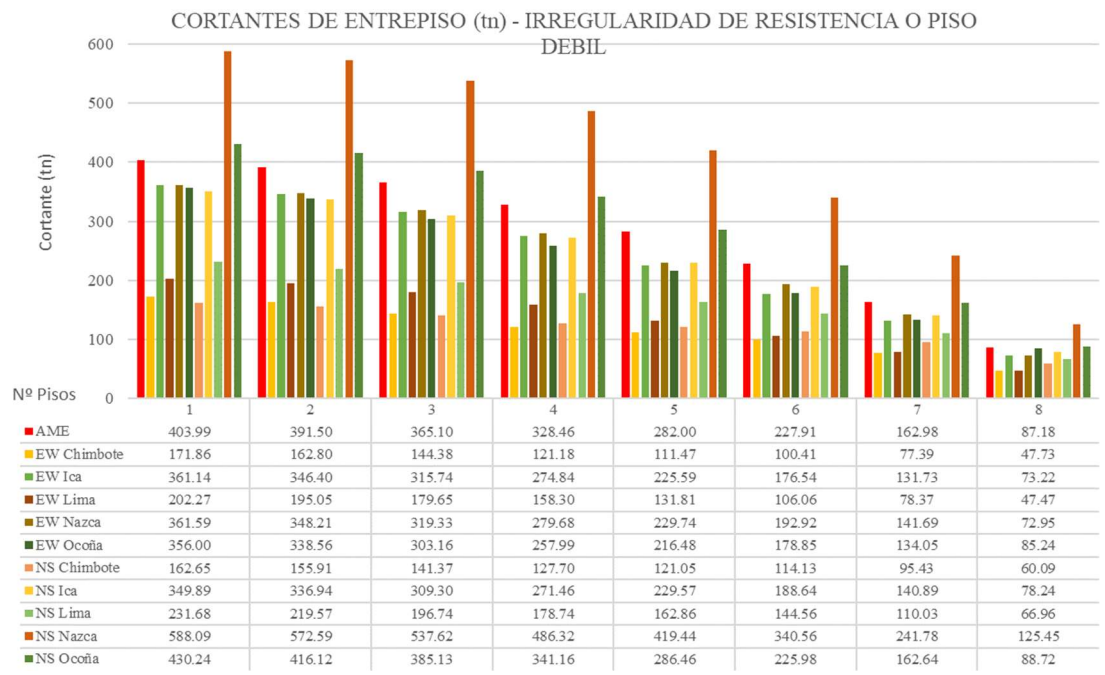
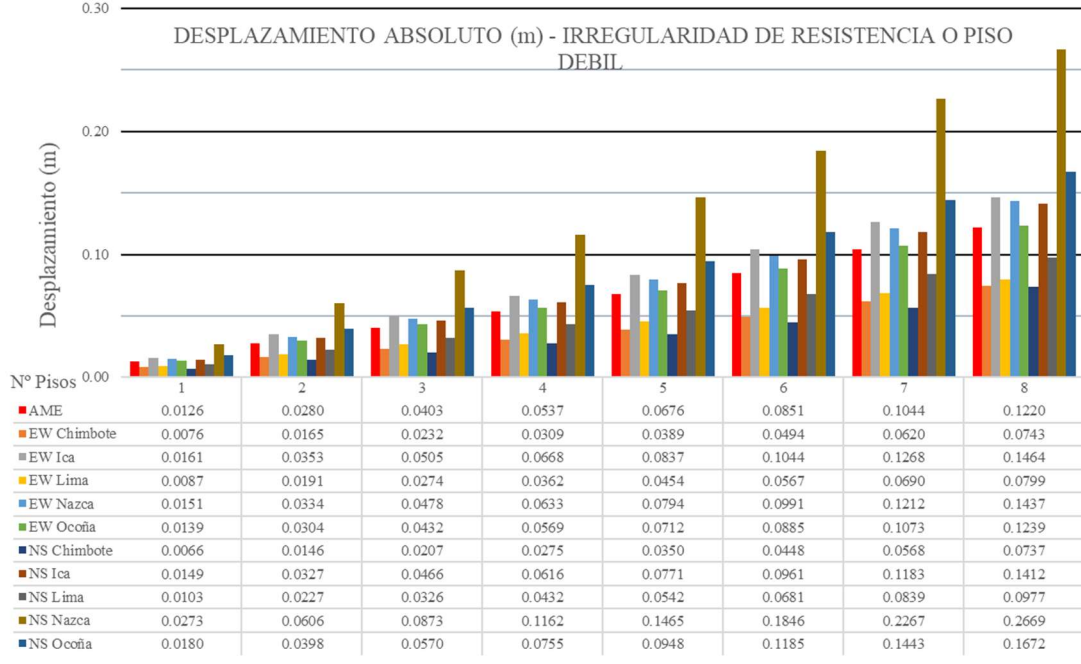
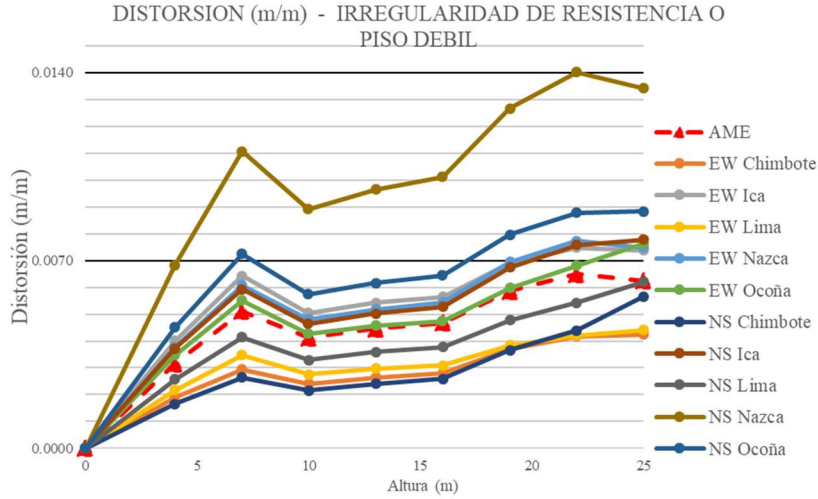


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO

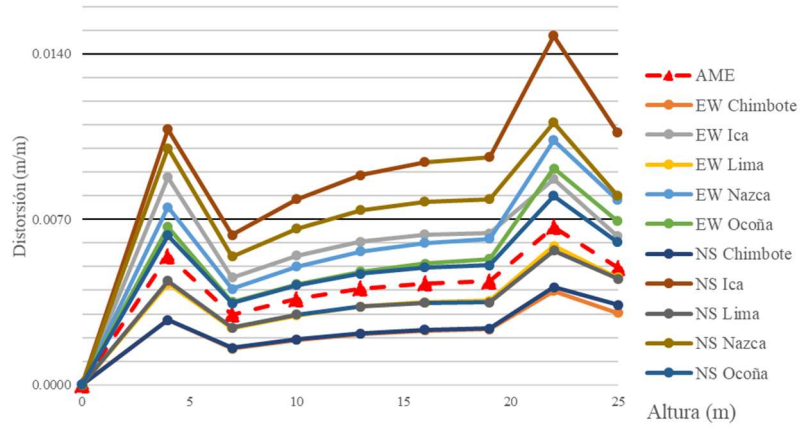


CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO

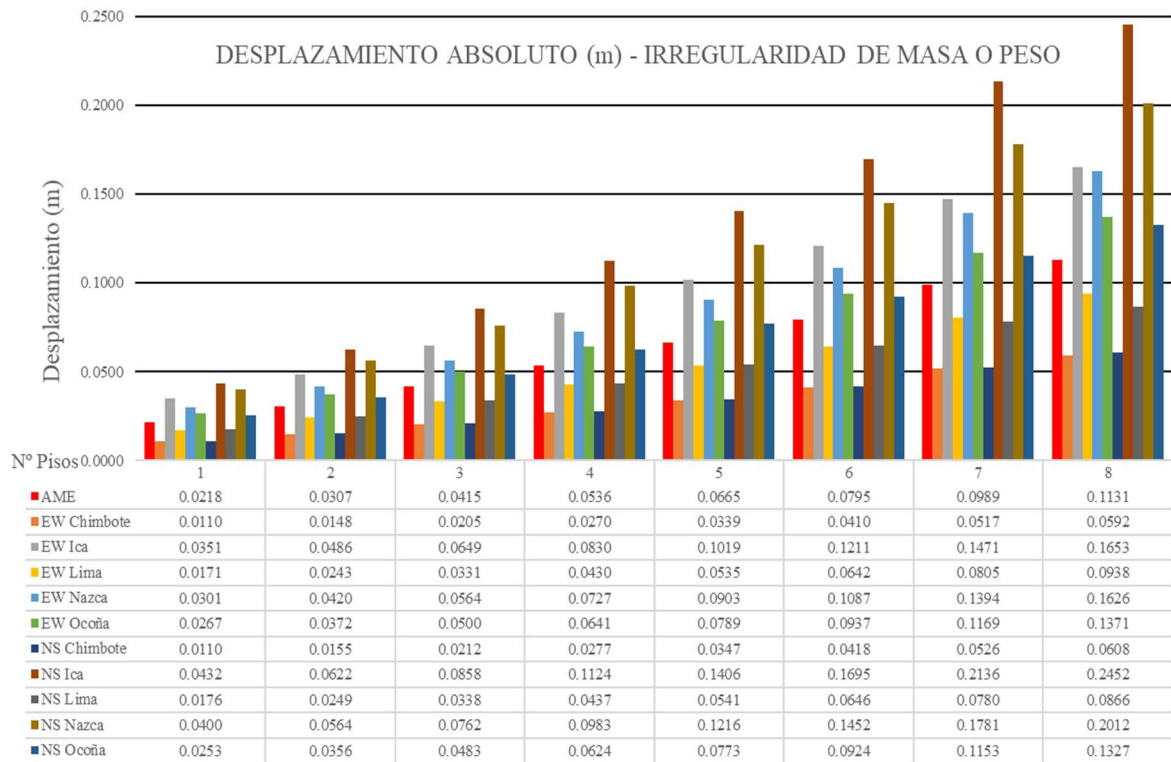




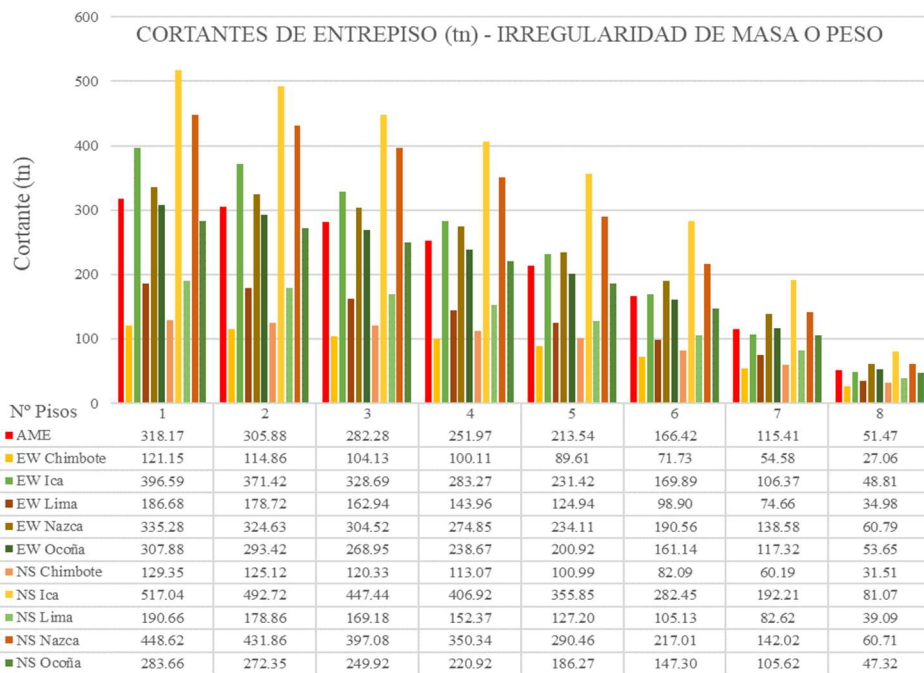
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



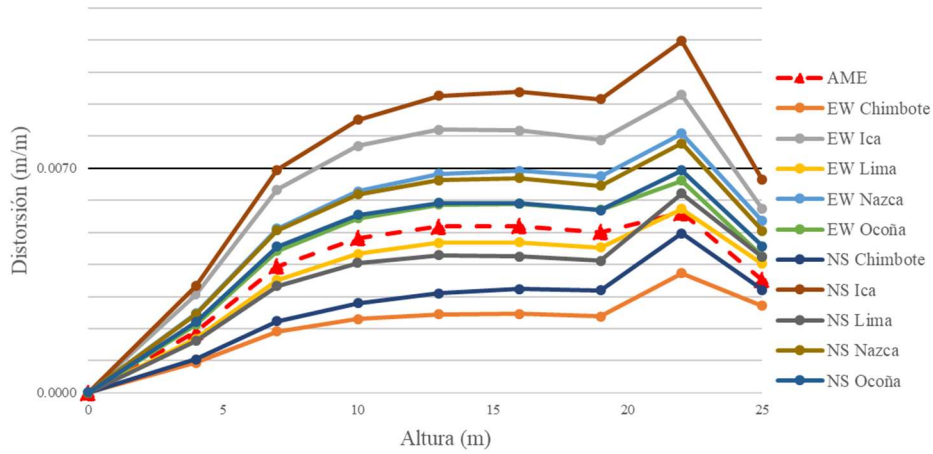
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



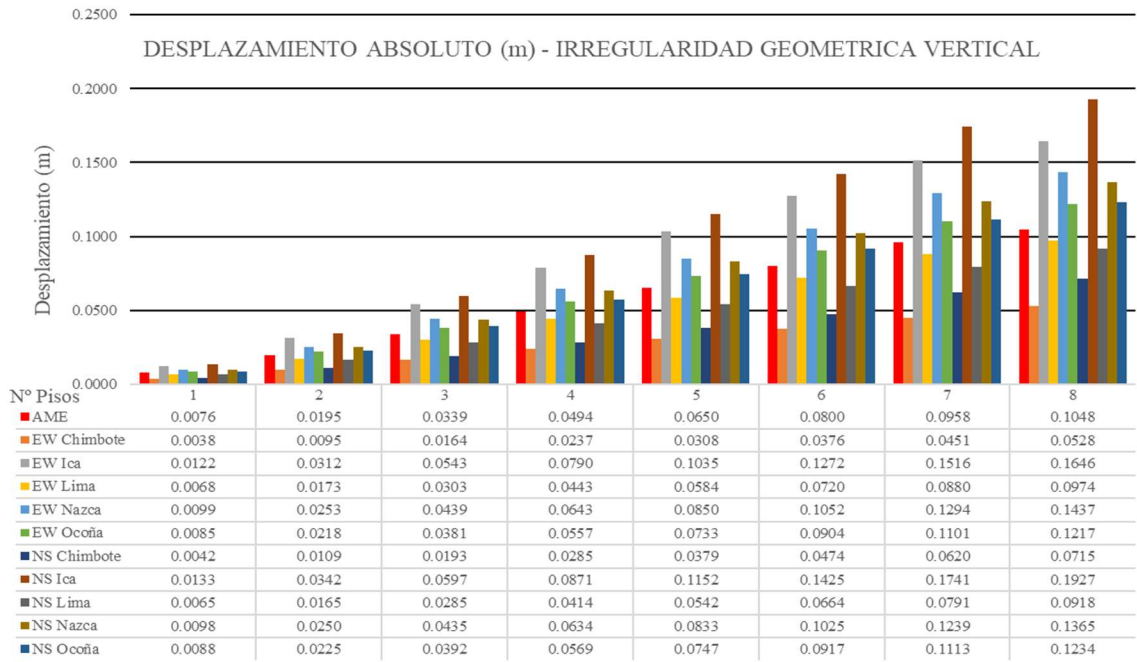
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



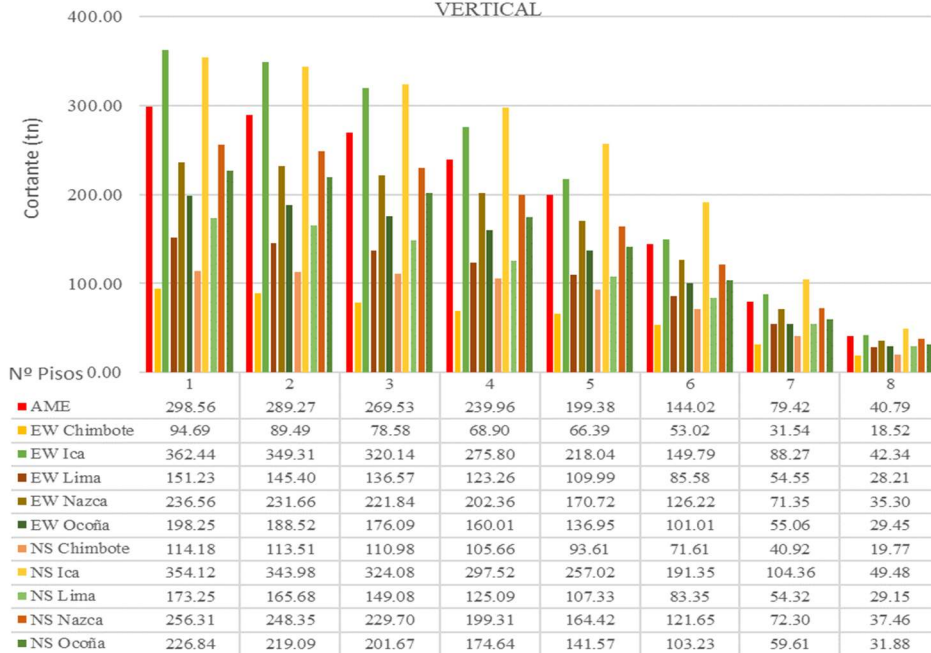
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL



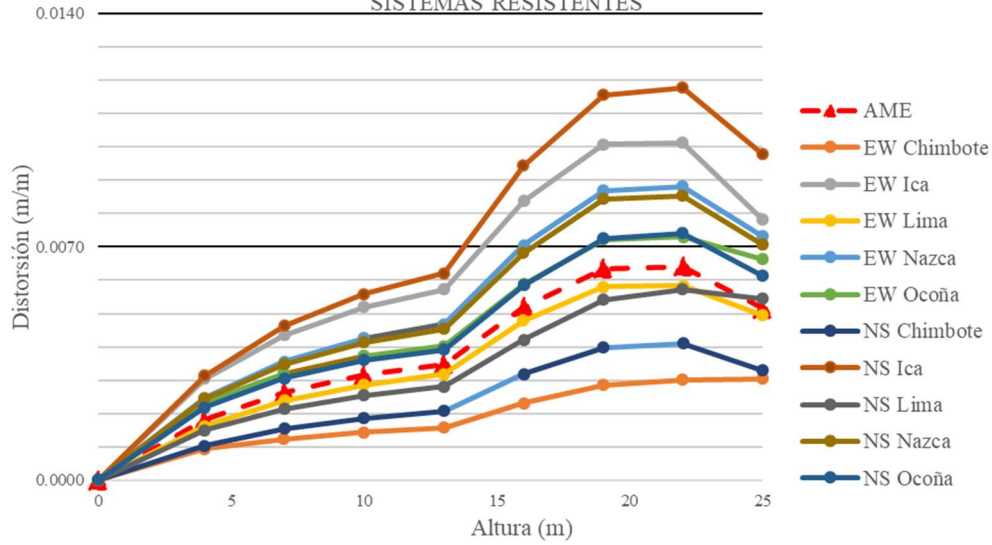
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL



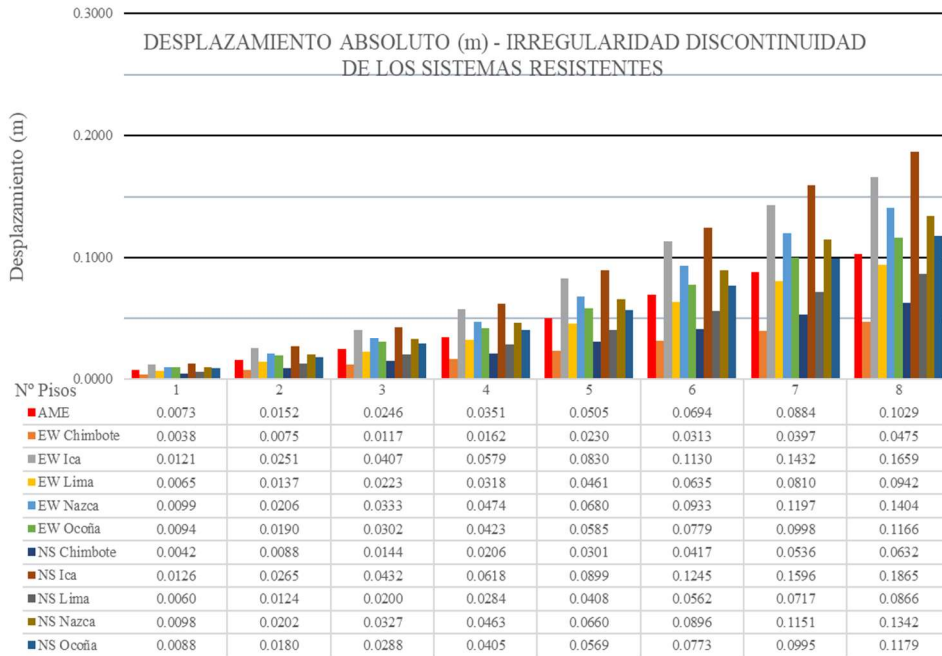
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL



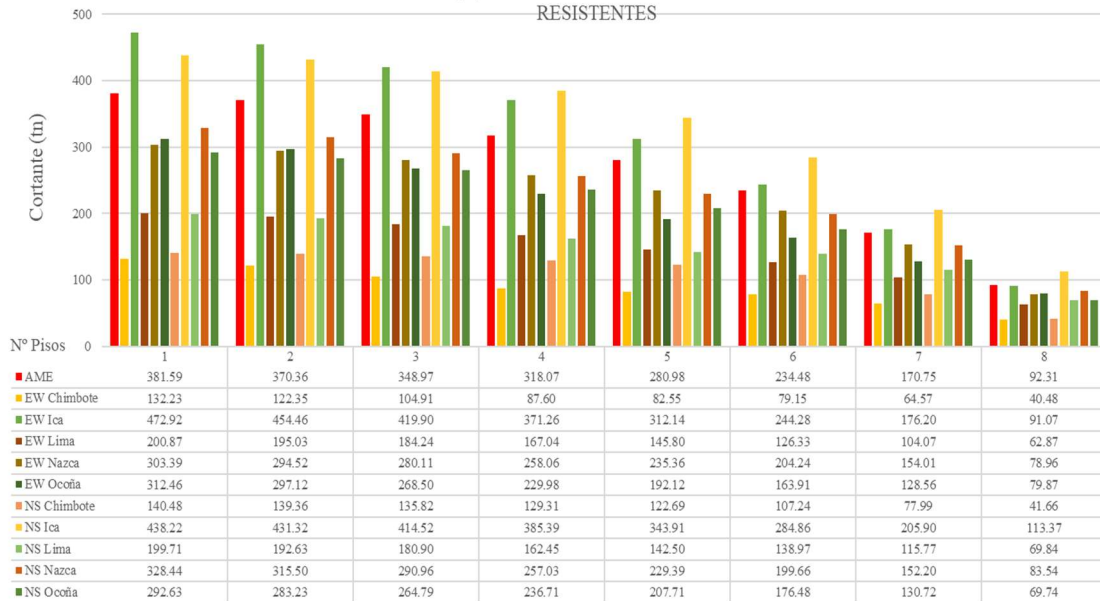
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES



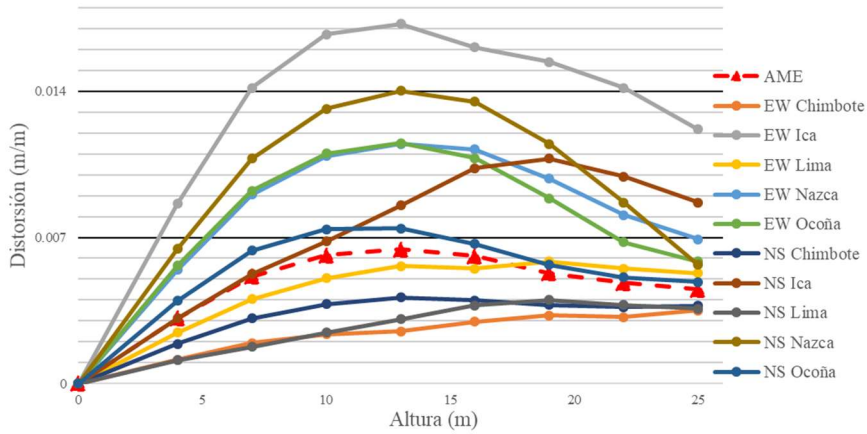
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES



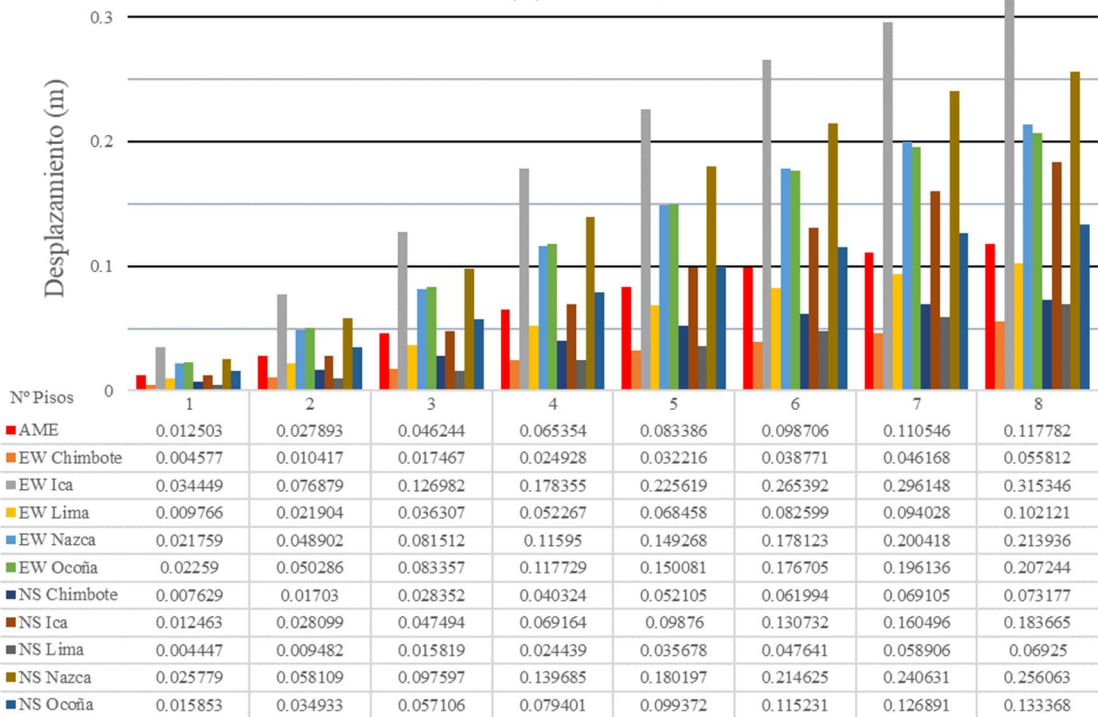
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES



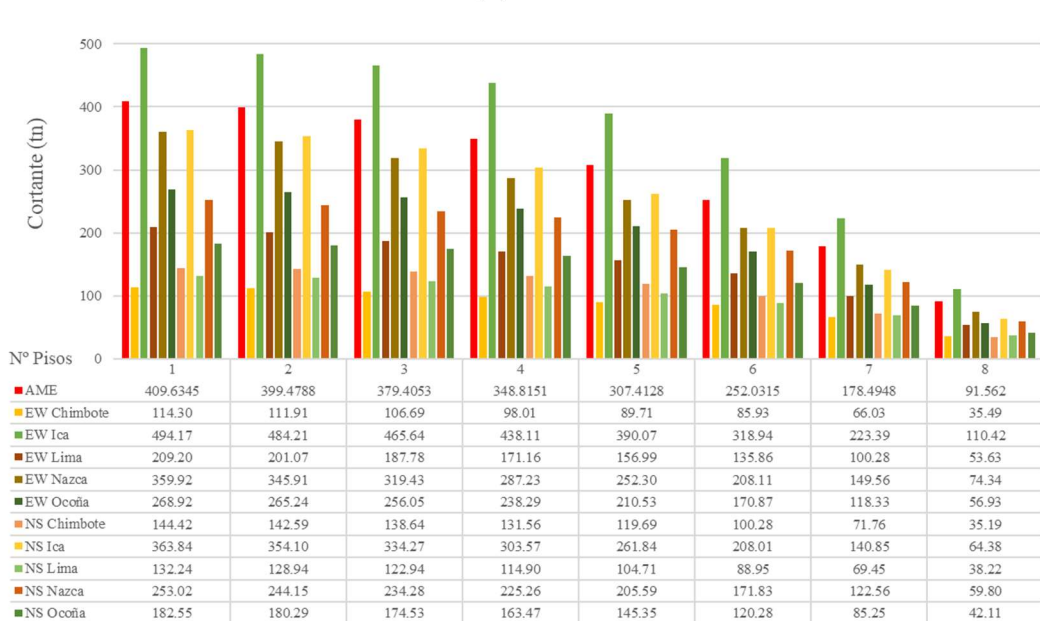
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



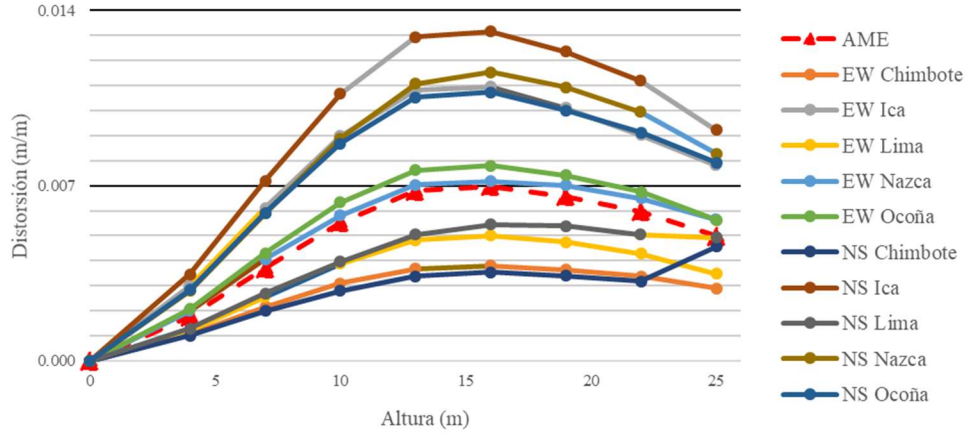
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



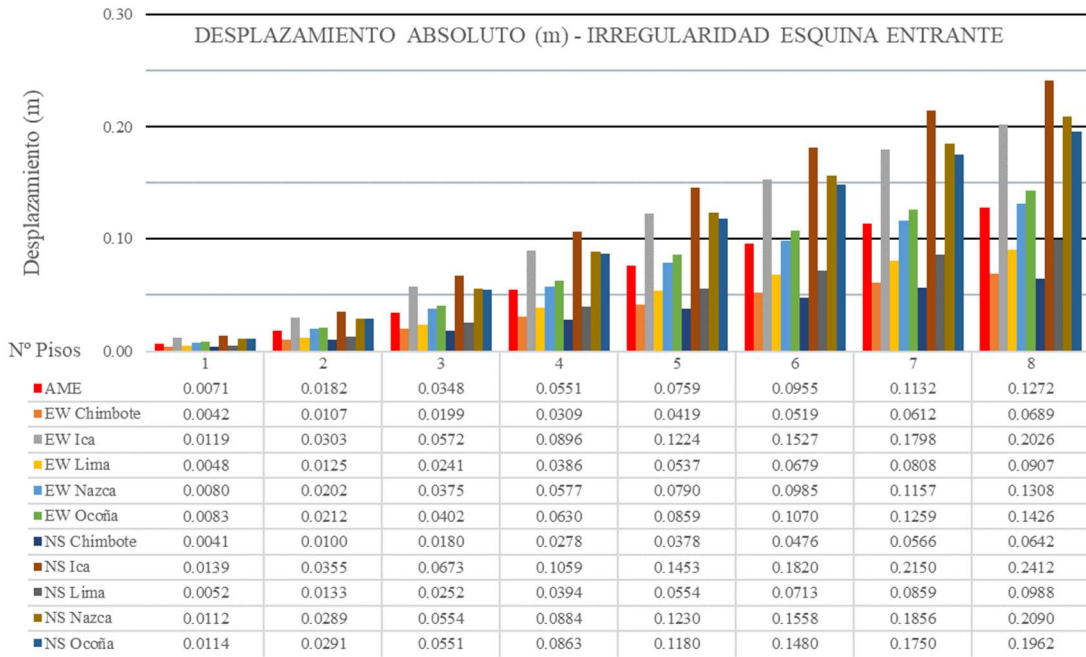
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



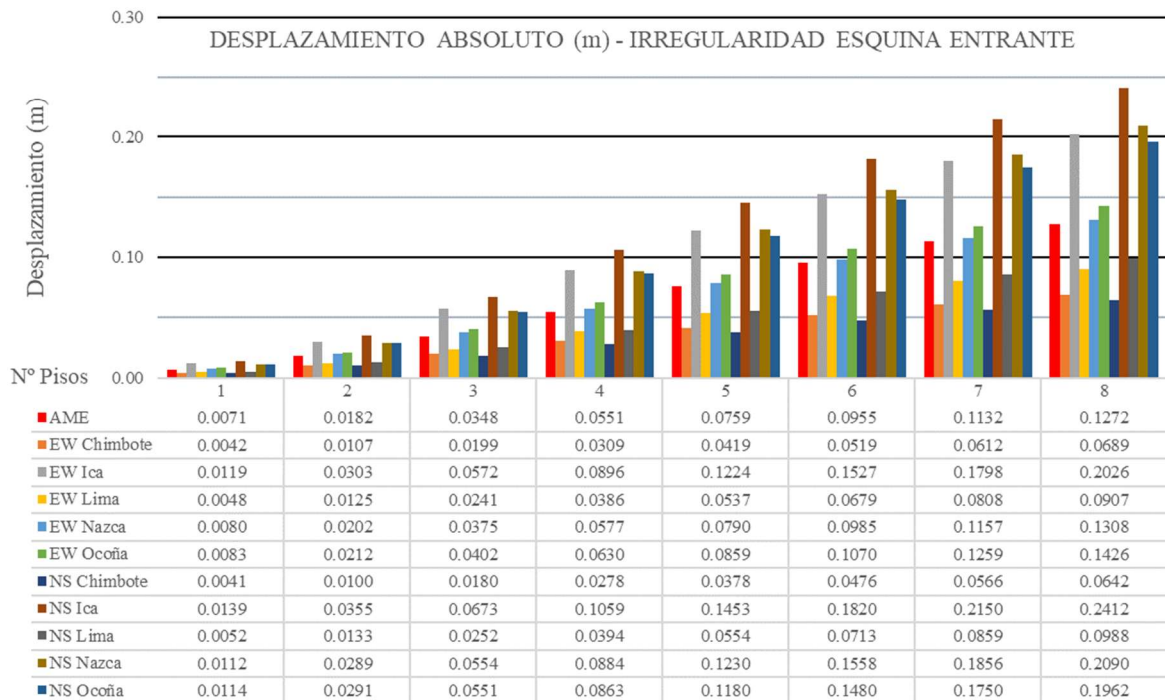
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE



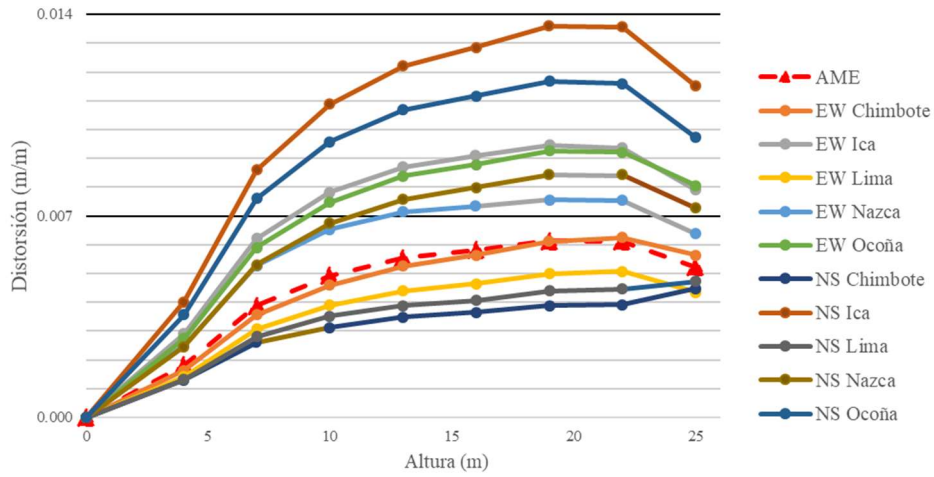
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE



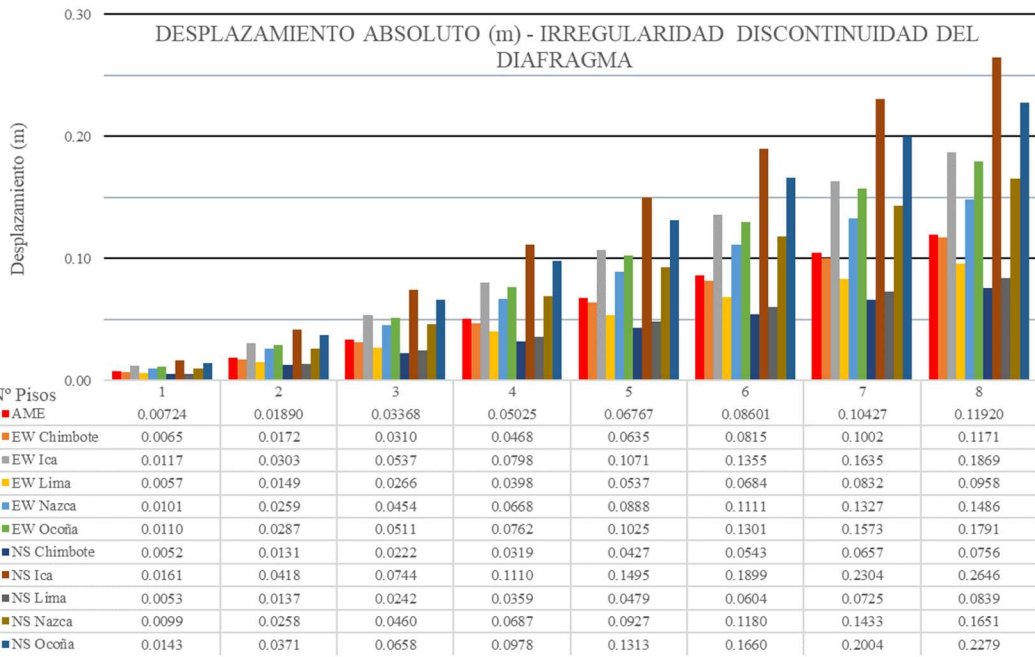
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE



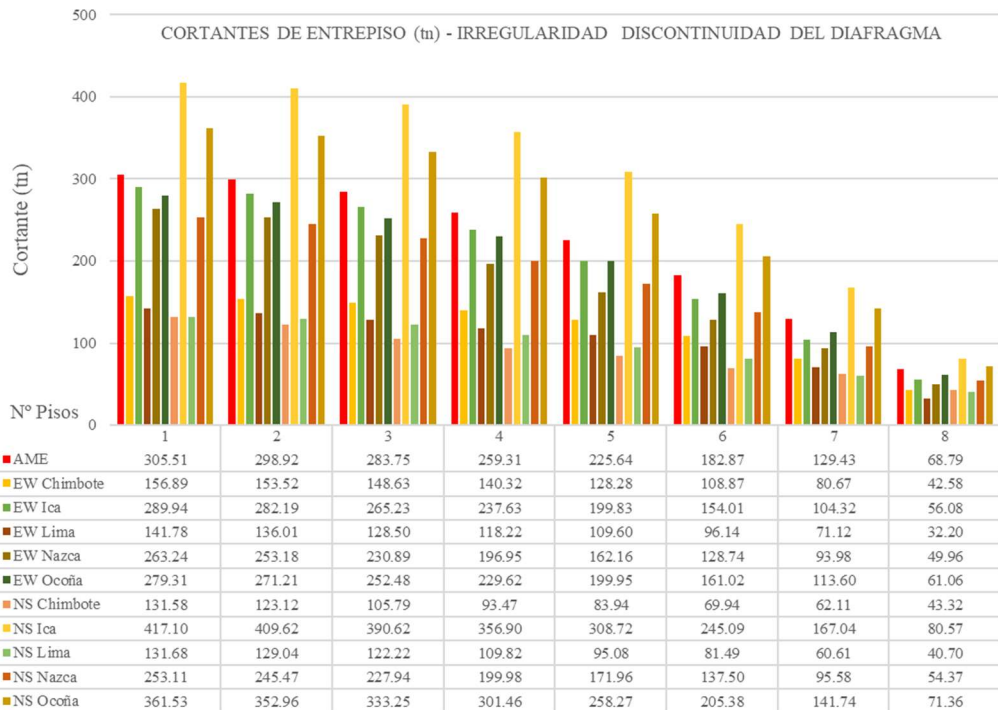
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA



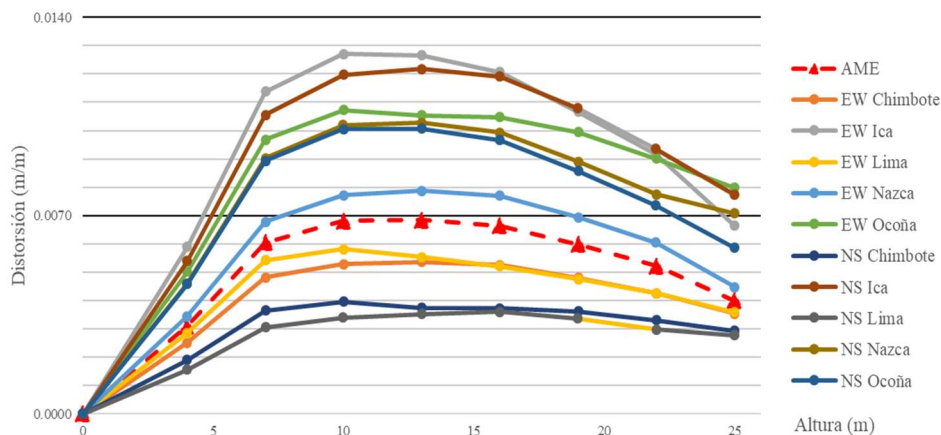
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA



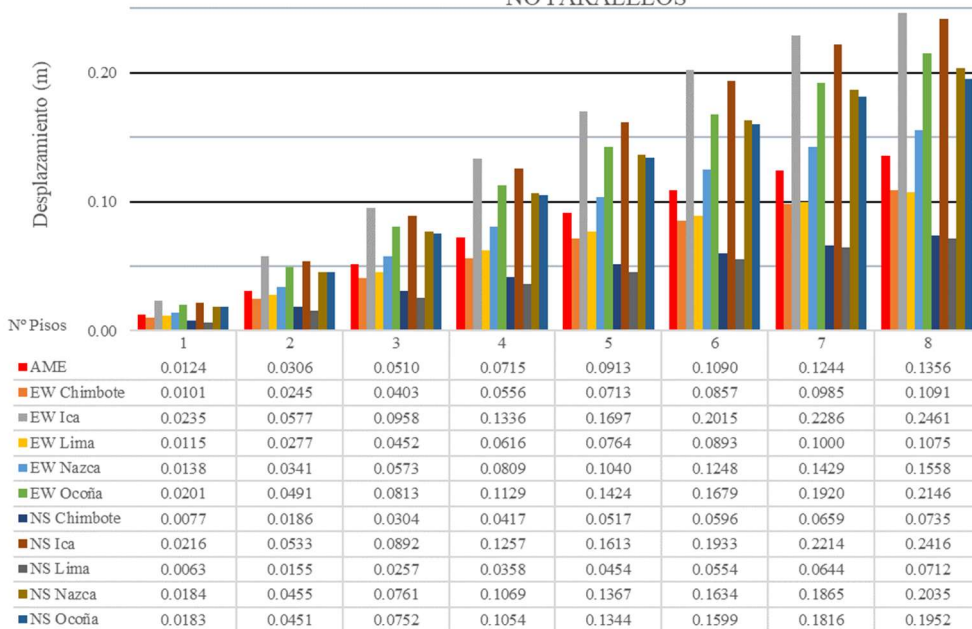
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA



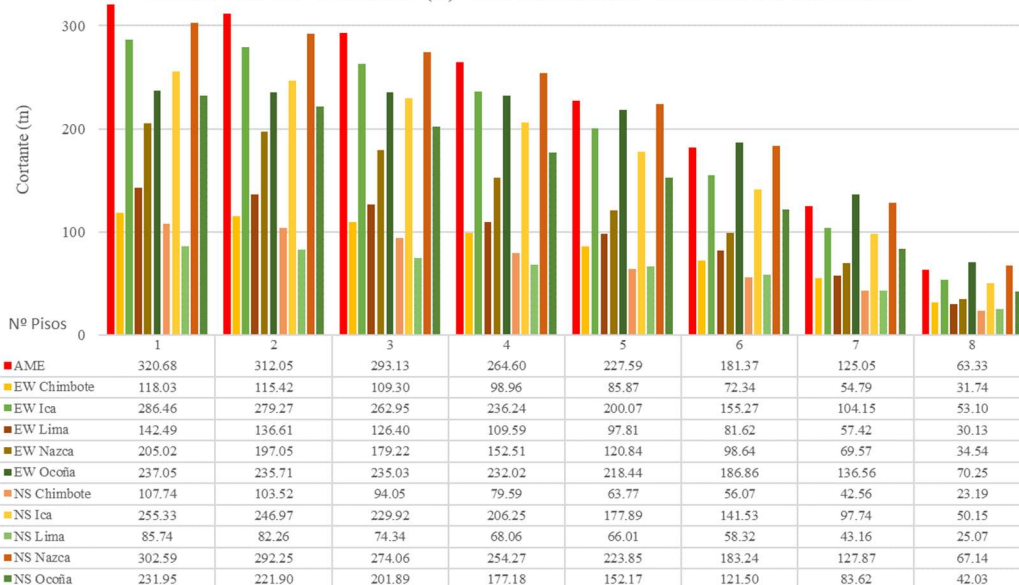
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS



DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS

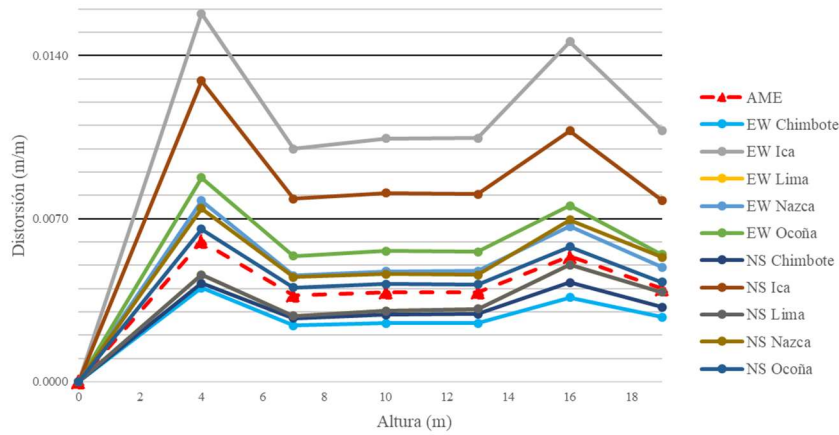


CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS

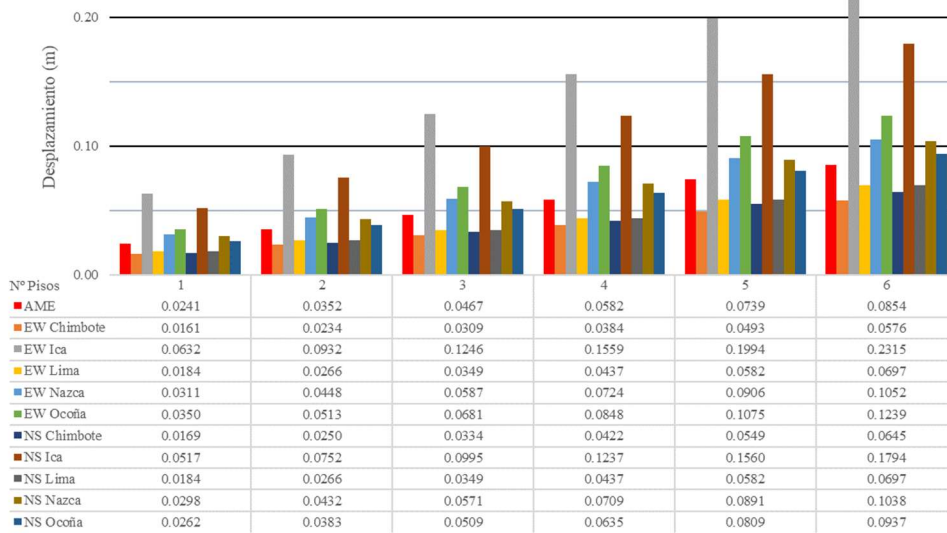


MODELO 06 NIVELES

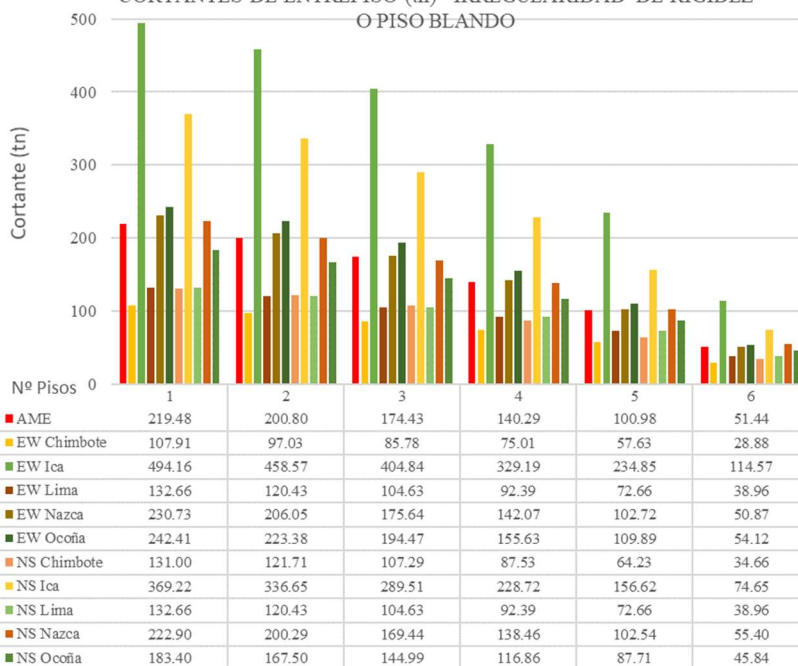
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO



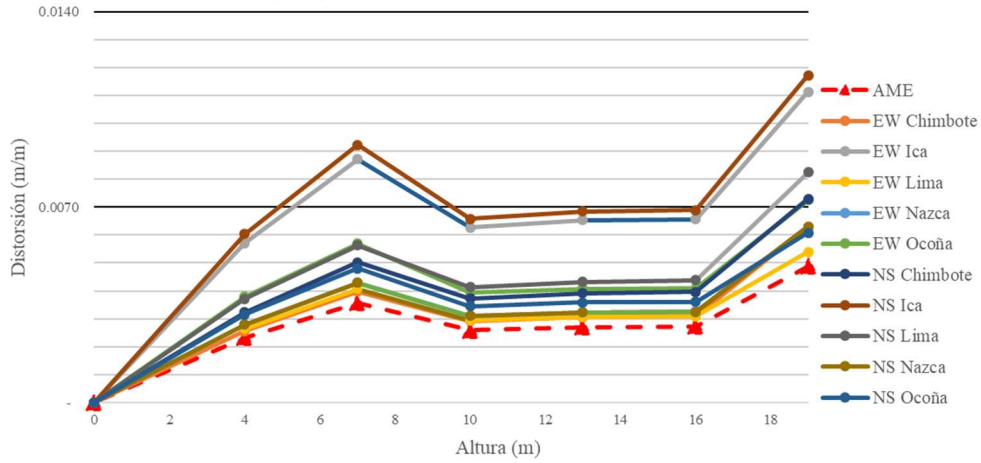
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO



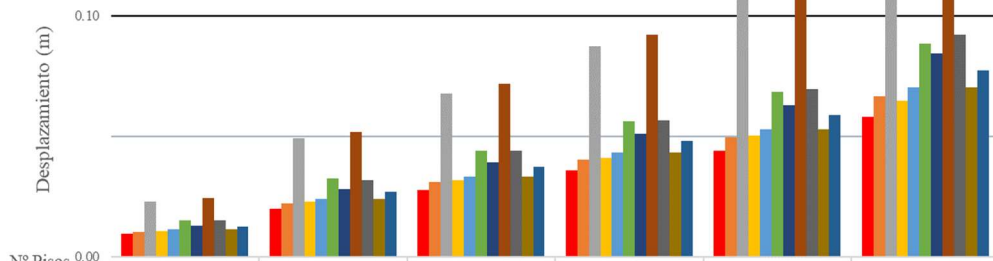
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO



DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL

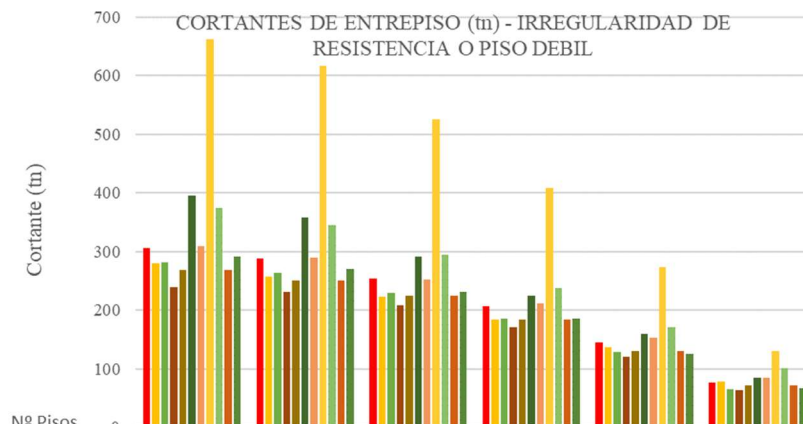


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL



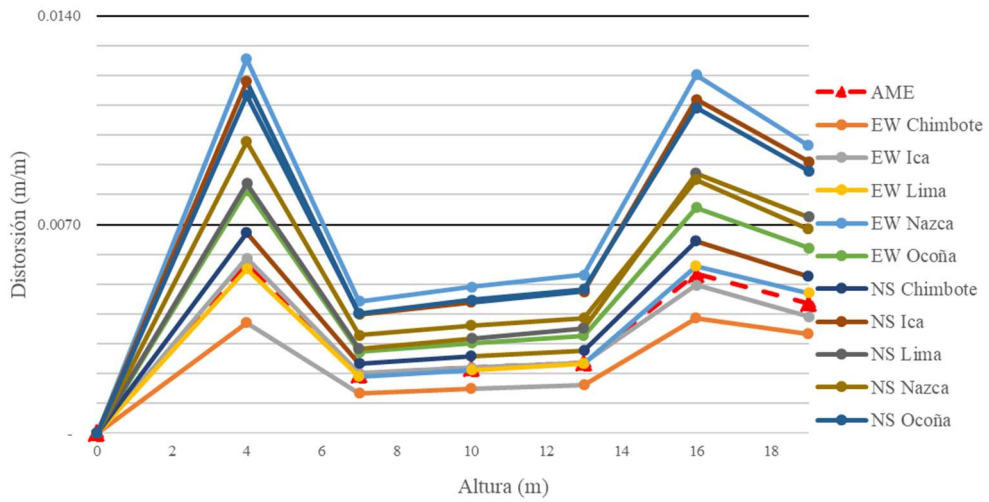
Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	0.0093	0.0200	0.0278	0.0359	0.0440	0.0581
EW Chimbote	0.0103	0.0222	0.0309	0.0401	0.0493	0.0665
EW Ica	0.0228	0.0490	0.0678	0.0873	0.1070	0.1388
EW Lima	0.0106	0.0228	0.0316	0.0409	0.0501	0.0648
EW Nazca	0.0112	0.0241	0.0334	0.0430	0.0528	0.0702
EW Ocoña	0.0152	0.0323	0.0441	0.0563	0.0685	0.0883
NS Chimbote	0.0129	0.0280	0.0391	0.0509	0.0627	0.0845
NS Ica	0.0242	0.0518	0.0716	0.0921	0.1128	0.1480
NS Lima	0.0149	0.0317	0.0438	0.0566	0.0696	0.0920
NS Nazca	0.0112	0.0241	0.0334	0.0430	0.0528	0.0702
NS Ocoña	0.0126	0.0270	0.0374	0.0481	0.0589	0.0772

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL

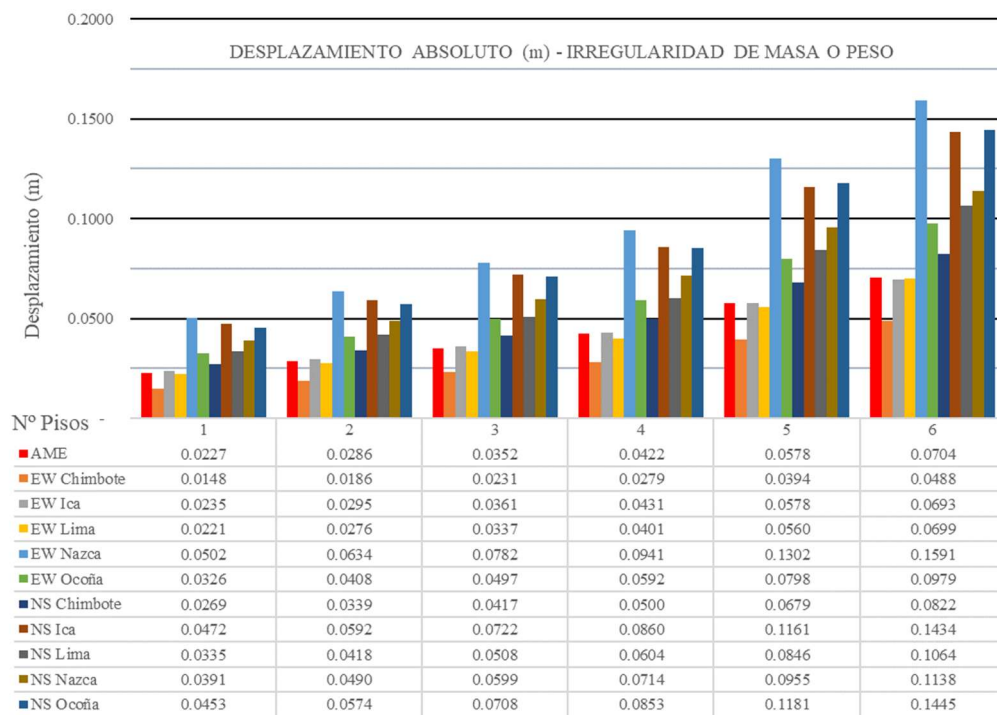


Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	305.54	288.61	254.52	207.13	145.09	77.45
EW Chimbote	279.65	257.48	222.31	183.38	136.62	79.02
EW Ica	281.28	263.78	229.90	185.15	129.14	65.89
EW Lima	239.68	230.44	207.68	171.25	120.94	63.80
EW Nazca	268.01	250.77	224.96	184.82	130.06	72.53
EW Ocoña	396.00	358.67	292.06	224.47	158.97	84.31
NS Chimbote	308.45	288.89	252.65	212.24	152.94	85.09
NS Ica	661.38	615.99	524.73	408.14	273.31	130.64
NS Lima	374.04	344.95	293.91	237.04	170.91	100.96
NS Nazca	268.01	250.77	224.96	184.82	130.06	72.53
NS Ocoña	291.29	270.22	231.86	185.21	125.83	67.39

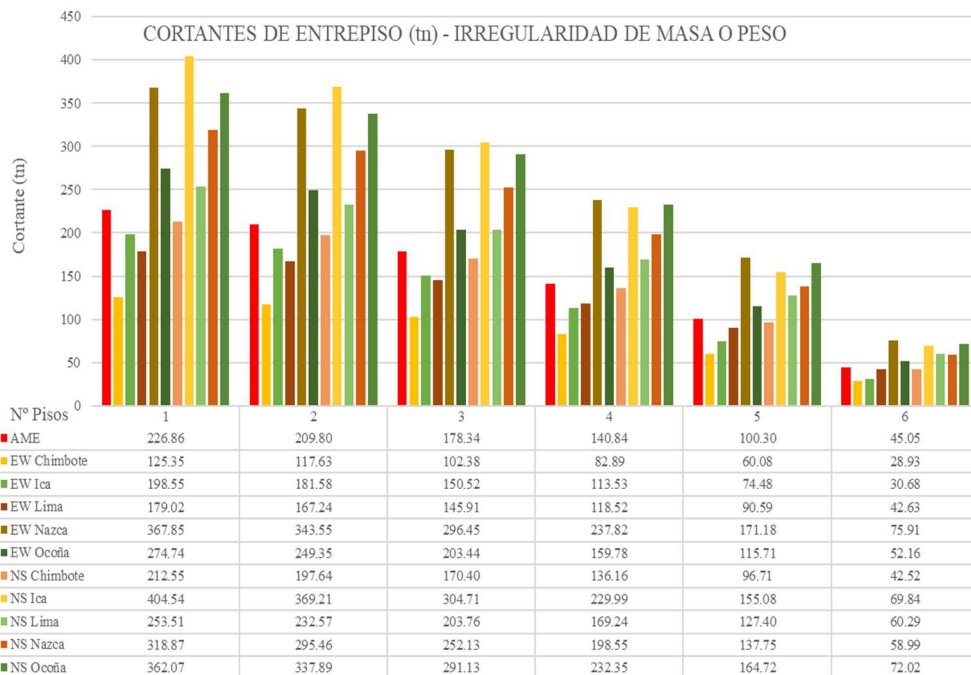
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



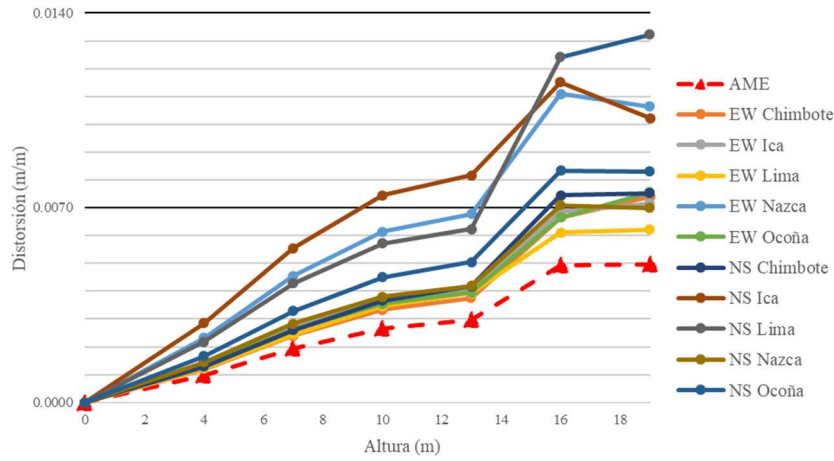
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



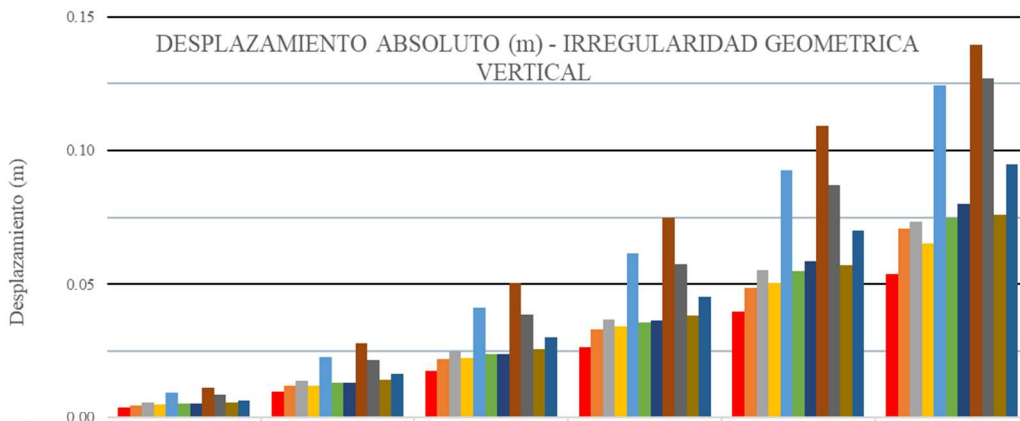
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL

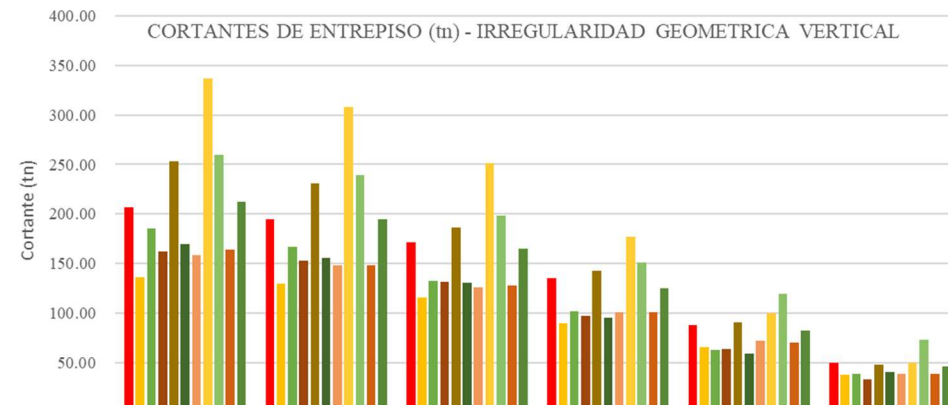


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL



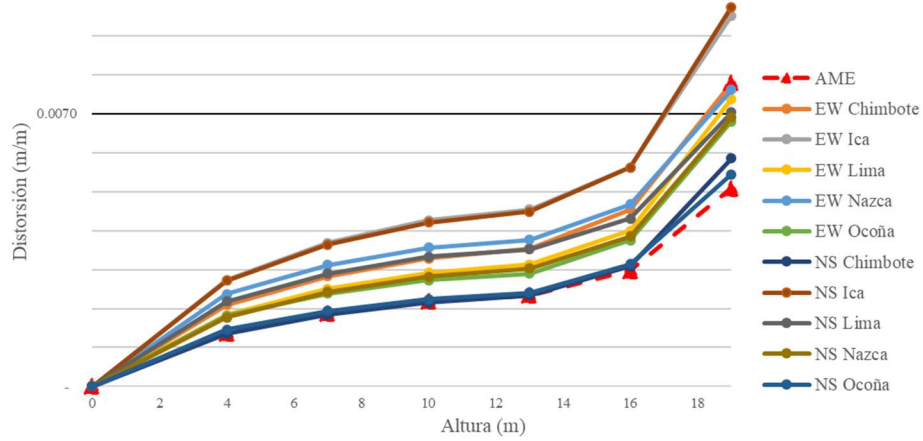
Nº Pisos	AME	EW Chimbote	EW Ica	EW Lima	EW Nazca	EW Ocoña	NS Chimbote	NS Ica	NS Lima	NS Nazca	NS Ocoña
1	0.0039	0.0048	0.0057	0.0049	0.0093	0.0054	0.0052	0.0113	0.0088	0.0058	0.0067
2	0.0098	0.0119	0.0140	0.0121	0.0229	0.0132	0.0130	0.0280	0.0216	0.0143	0.0165
3	0.0177	0.0219	0.0249	0.0225	0.0412	0.0239	0.0240	0.0503	0.0387	0.0257	0.0300
4	0.0266	0.0331	0.0368	0.0342	0.0614	0.0357	0.0365	0.0748	0.0575	0.0382	0.0451
5	0.0399	0.0487	0.0552	0.0505	0.0927	0.0551	0.0585	0.1092	0.0872	0.0573	0.0701
6	0.0537	0.0709	0.0733	0.0654	0.1246	0.0749	0.0799	0.1395	0.1269	0.0760	0.0950

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL

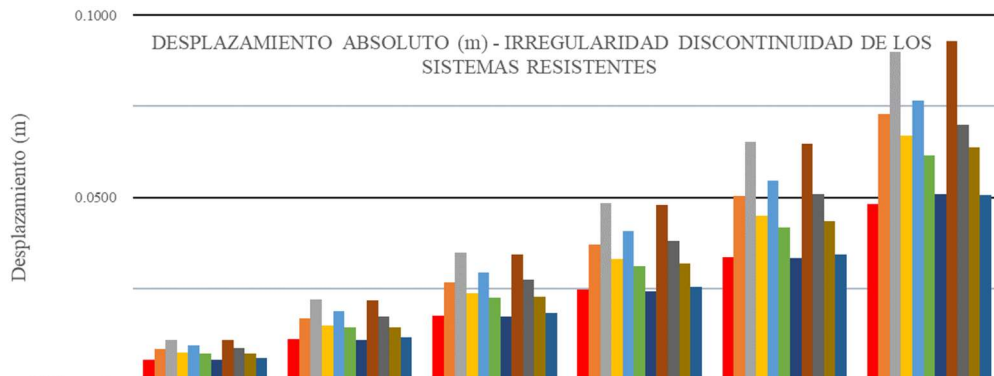


Nº Pisos	AME	EW Chimbote	EW Ica	EW Lima	EW Nazca	EW Ocoña	NS Chimbote	NS Ica	NS Lima	NS Nazca	NS Ocoña
1	207.04	135.93	185.56	161.99	253.62	169.96	158.55	336.45	259.42	163.91	212.15
2	194.73	129.60	166.96	152.96	230.54	155.63	148.19	308.12	239.72	148.05	195.04
3	171.74	115.68	132.51	131.95	186.82	130.52	126.38	251.54	198.86	127.68	165.14
4	135.66	89.59	102.32	97.37	143.03	95.23	100.86	177.19	151.39	101.08	124.84
5	87.75	65.25	62.45	63.80	90.40	59.50	71.82	100.19	119.60	69.86	82.29
6	50.21	37.76	38.63	33.37	48.17	40.26	38.88	50.17	73.17	38.93	46.18

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES

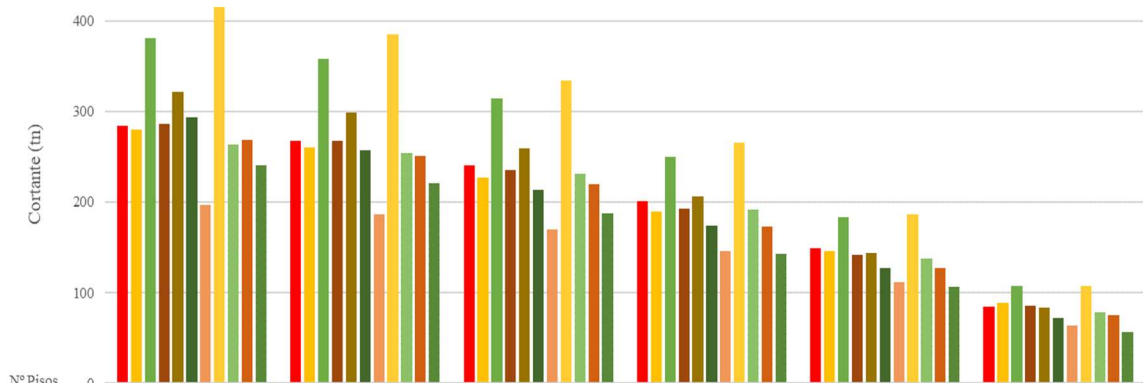


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES



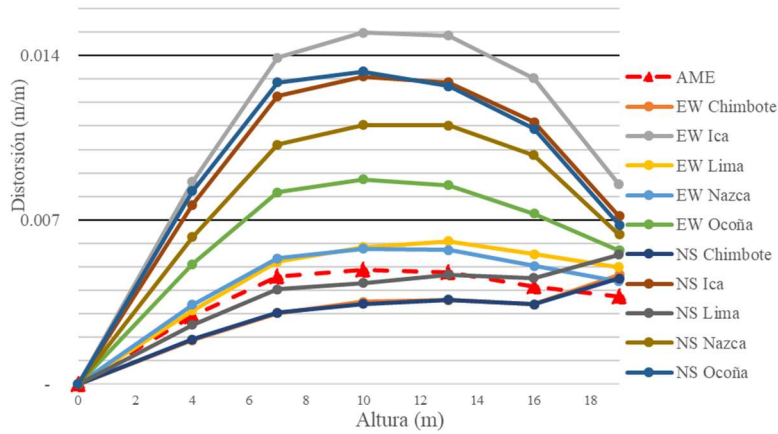
Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	0.0055	0.0111	0.0176	0.0247	0.0335	0.0481
EW Chimbote	0.0084	0.0169	0.0267	0.0371	0.0505	0.0729
EW Ica	0.0109	0.0220	0.0348	0.0484	0.0653	0.0900
EW Lima	0.0073	0.0149	0.0236	0.0330	0.0450	0.0670
EW Nazca	0.0095	0.0188	0.0295	0.0408	0.0546	0.0766
EW Ocoña	0.0072	0.0144	0.0226	0.0312	0.0418	0.0615
NS Chimbote	0.0054	0.0109	0.0173	0.0242	0.0333	0.0509
NS Ica	0.0109	0.0218	0.0344	0.0478	0.0647	0.0928
NS Lima	0.0087	0.0174	0.0274	0.0379	0.0509	0.0700
NS Nazca	0.0071	0.0144	0.0228	0.0319	0.0434	0.0637
NS Ocoña	0.0058	0.0117	0.0184	0.0254	0.0345	0.0506

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS RESISTENTES

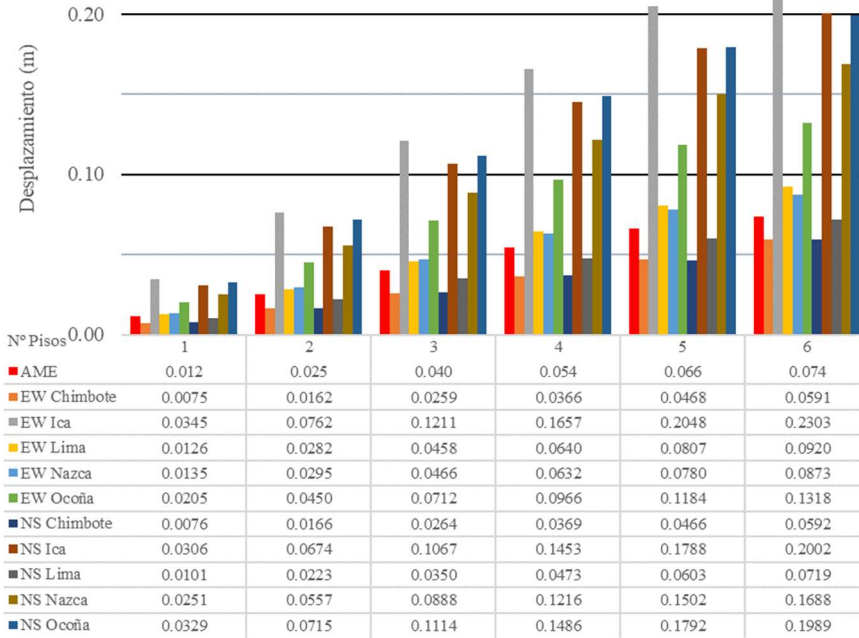


Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	284.71	267.96	240.23	200.70	148.95	84.99
EW Chimbote	280.27	260.72	227.35	189.84	146.33	88.32
EW Ica	380.45	357.90	314.65	250.15	182.93	107.56
EW Lima	286.64	267.85	235.50	192.96	141.75	85.45
EW Nazca	321.81	298.84	259.77	206.54	143.80	83.74
EW Ocoña	293.78	257.12	213.36	174.38	127.47	71.72
NS Chimbote	196.60	186.90	169.42	146.22	112.12	63.74
NS Ica	415.41	384.82	333.67	265.81	186.20	107.74
NS Lima	263.89	253.89	230.67	191.52	137.28	78.23
NS Nazca	268.24	251.04	219.28	173.13	127.02	75.75
NS Ocoña	240.81	220.65	187.65	143.26	106.12	57.06

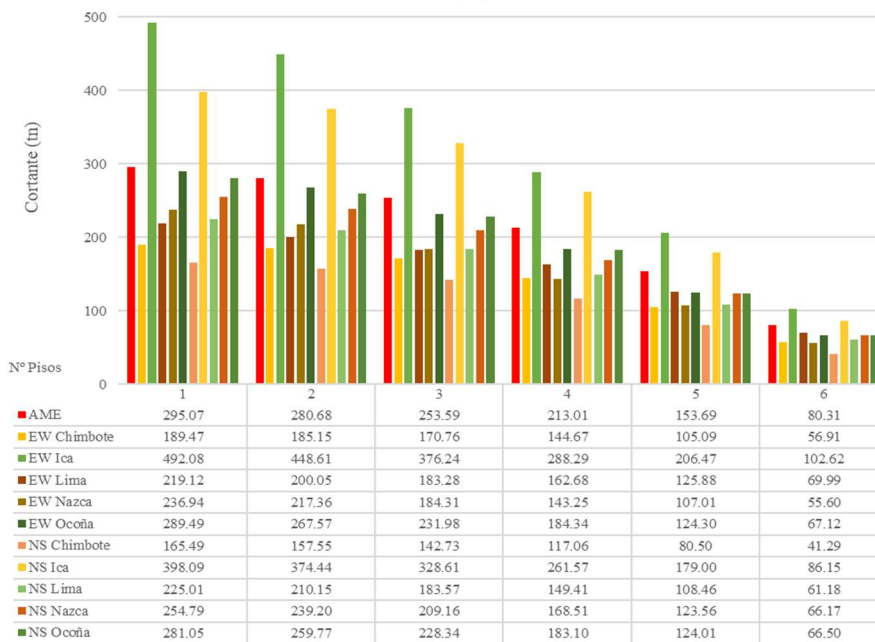
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



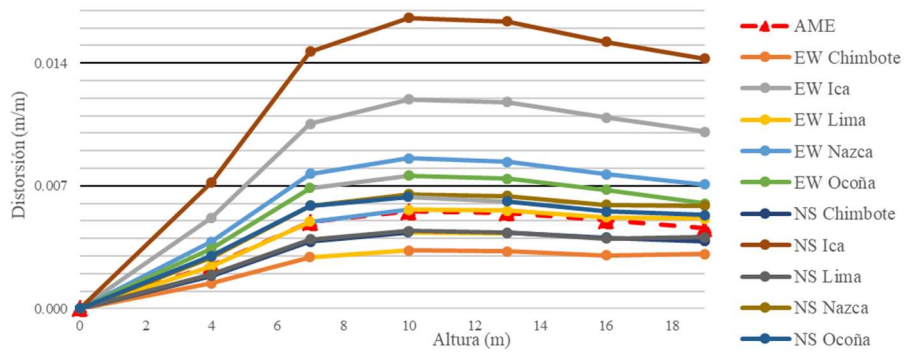
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



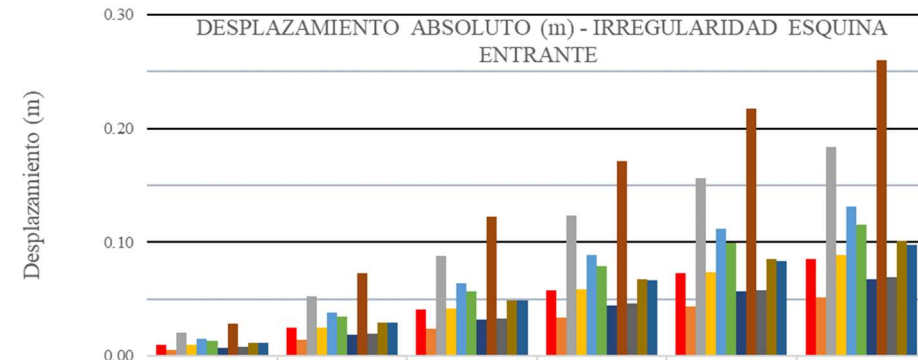
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD TORSIONAL



DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE

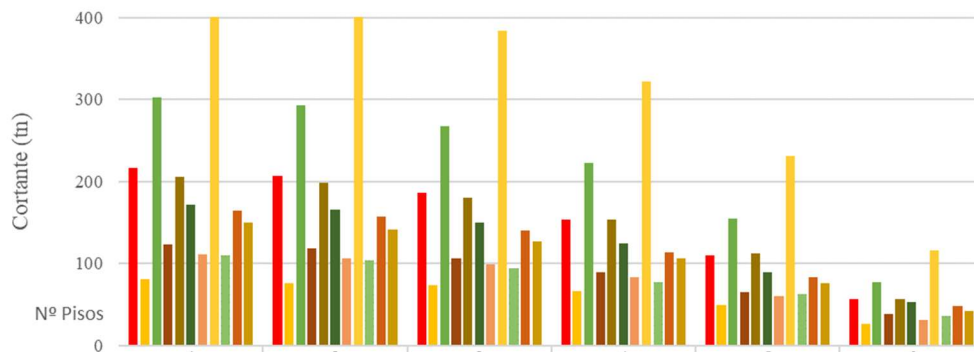


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE



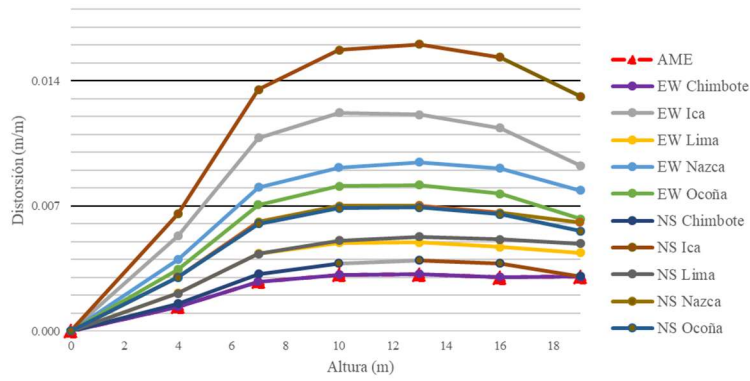
Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	0.0098	0.0246	0.0412	0.0575	0.0726	0.0857
EW Chimbote	0.0058	0.0144	0.0243	0.0341	0.0432	0.0513
EW Ica	0.0207	0.0524	0.0881	0.1233	0.1560	0.1842
EW Lima	0.0098	0.0247	0.0415	0.0583	0.0739	0.0886
EW Nazca	0.0153	0.0383	0.0641	0.0891	0.1121	0.1312
EW Ocoña	0.0137	0.0342	0.0570	0.0790	0.0991	0.1155
NS Chimbote	0.0075	0.0190	0.0319	0.0448	0.0569	0.0679
NS Ica	0.0288	0.0727	0.1224	0.1716	0.2172	0.2600
NS Lima	0.0078	0.0196	0.0329	0.0459	0.0579	0.0694
NS Nazca	0.0117	0.0293	0.0487	0.0677	0.0855	0.1013
NS Ocoña	0.0120	0.0296	0.0487	0.0668	0.0831	0.0978

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD ESQUINA ENTRANTE

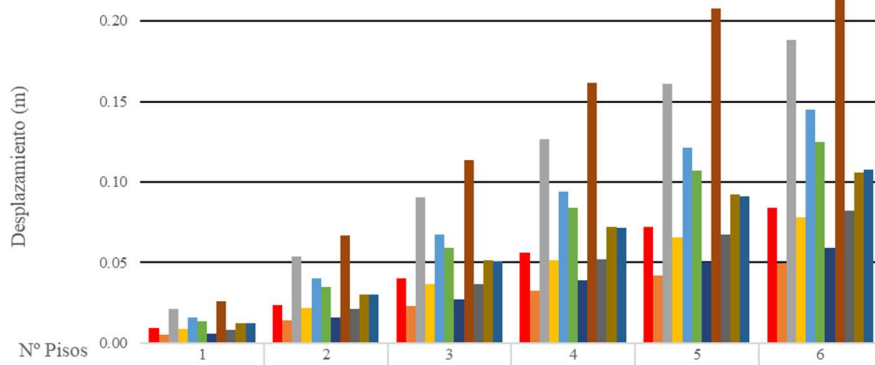


Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	216.29	206.83	186.09	153.99	109.39	56.94
EW Chimbote	80.51	76.04	73.03	66.46	48.86	26.72
EW Ica	302.71	293.19	267.99	222.26	154.55	77.46
EW Lima	123.67	118.57	106.83	88.94	65.24	38.99
EW Nazca	205.21	198.37	180.81	153.88	112.49	57.21
EW Ocoña	172.35	165.59	149.69	124.64	89.09	53.41
NS Chimbote	110.65	105.75	98.55	83.83	60.73	30.63
NS Ica	455.54	431.68	384.39	322.43	231.88	116.19
NS Lima	109.50	104.01	93.63	77.74	62.54	35.69
NS Nazca	164.95	157.66	140.57	113.76	83.45	48.23
NS Ocoña	150.62	141.26	127.30	106.01	75.80	42.16

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA

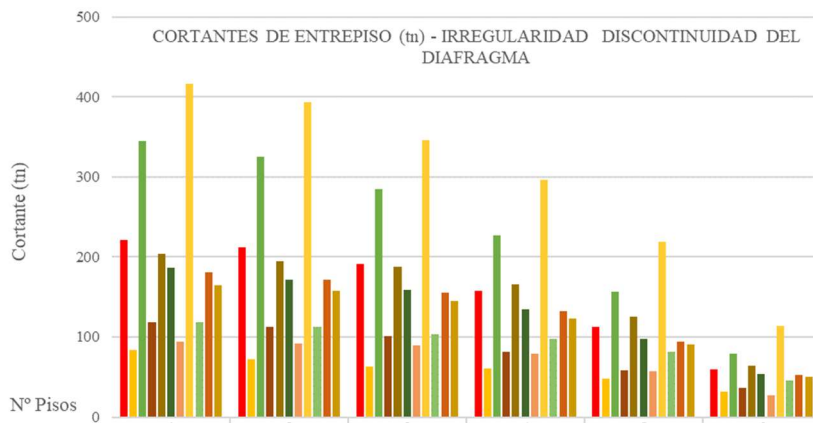


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA



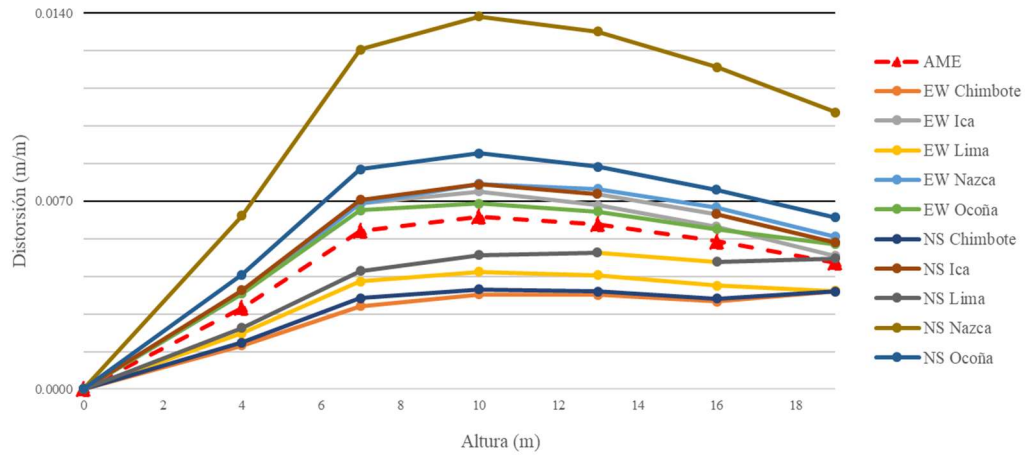
N° Pisos	AME	EW Chimbote	EW Ica	EW Lima	EW Nazca	EW Ocoña	NS Chimbote	NS Ica	NS Lima	NS Nazca	NS Ocoña
1	0.0094	0.0055	0.0213	0.0086	0.0161	0.0138	0.0061	0.0262	0.0084	0.0121	0.0121
2	0.0237	0.0138	0.0537	0.0216	0.0402	0.0350	0.0157	0.0668	0.0214	0.0304	0.0299
3	0.0400	0.0232	0.0904	0.0364	0.0673	0.0593	0.0271	0.1137	0.0365	0.0512	0.0505
4	0.0564	0.0327	0.1267	0.0513	0.0940	0.0838	0.0389	0.1618	0.0521	0.0723	0.0713
5	0.0719	0.0417	0.1608	0.0654	0.1211	0.1069	0.0503	0.2078	0.0675	0.0921	0.0909
6	0.0840	0.0494	0.1883	0.0783	0.1448	0.1247	0.0592	0.2455	0.0822	0.1062	0.1075

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD DEL DIAFRAGMA

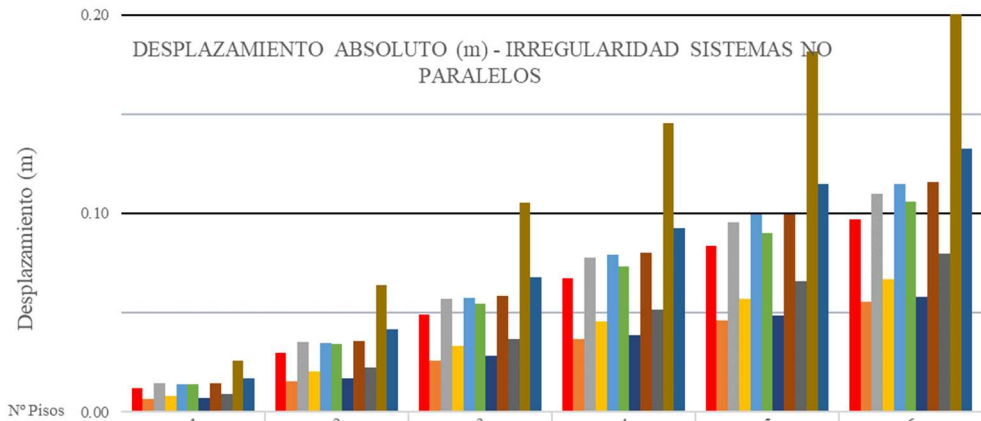


N° Pisos	AME	EW Chimbote	EW Ica	EW Lima	EW Nazca	EW Ocoña	NS Chimbote	NS Ica	NS Lima	NS Nazca	NS Ocoña
1	221.33	84.22	344.83	118.11	204.45	186.27	94.62	416.32	118.13	180.34	164.45
2	211.73	72.78	325.34	112.85	194.99	172.06	92.10	393.68	112.92	171.94	158.36
3	190.78	63.56	284.71	100.75	187.37	158.75	89.52	345.51	103.76	155.66	145.08
4	158.30	60.42	227.29	81.42	166.12	134.31	79.48	296.16	97.63	132.33	123.23
5	112.91	48.17	156.12	58.25	125.09	97.96	57.87	218.67	81.22	93.88	91.21
6	59.08	31.35	79.21	36.43	64.75	54.06	27.38	114.30	45.77	53.15	50.82

DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS

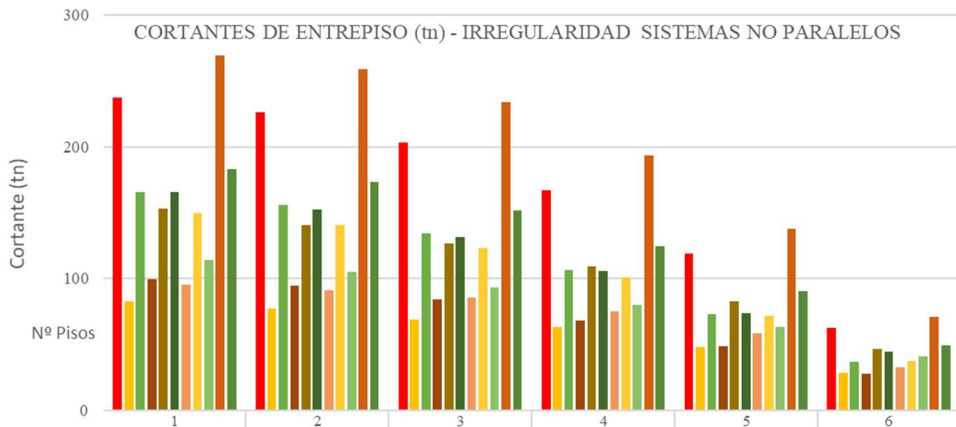


DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS



Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	0.0121	0.0298	0.0490	0.0674	0.0838	0.0971
EW Chimbote	0.006	0.016	0.026	0.037	0.046	0.055
EW Ica	0.014	0.035	0.057	0.078	0.096	0.110
EW Lima	0.008	0.020	0.033	0.046	0.057	0.067
EW Nazca	0.014	0.035	0.058	0.079	0.100	0.115
EW Ocoña	0.014	0.034	0.055	0.073	0.090	0.106
NS Chimbote	0.007	0.017	0.028	0.039	0.048	0.058
NS Ica	0.015	0.036	0.059	0.080	0.100	0.116
NS Lima	0.009	0.022	0.037	0.052	0.066	0.080
NS Nazca	0.026	0.064	0.105	0.145	0.181	0.212
NS Ocoña	0.017	0.042	0.068	0.093	0.115	0.132

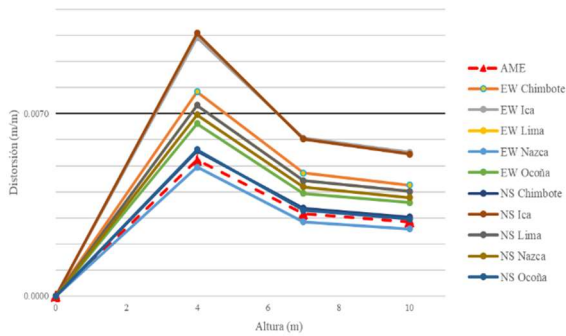
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD SISTEMAS NO PARALELOS



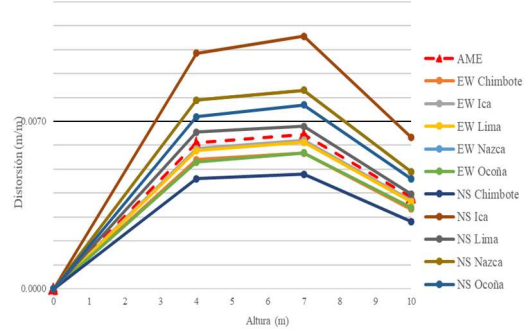
Nº Pisos	1	2	3	4	5	6
AME	237.03	226.46	203.20	167.31	118.80	62.68
EW Chimbote	82.53	76.82	68.82	63.23	47.77	28.24
EW Ica	165.90	155.79	134.58	106.25	73.02	36.42
EW Lima	99.42	94.81	84.24	68.38	48.40	27.41
EW Nazca	152.77	140.33	126.31	109.43	82.53	46.28
EW Ocoña	165.31	152.21	131.64	105.66	73.53	44.39
NS Chimbote	95.39	91.09	85.59	74.86	58.24	32.42
NS Ica	149.27	140.72	123.31	100.63	71.43	37.10
NS Lima	114.00	104.84	93.00	79.72	63.27	40.99
NS Nazca	269.54	258.92	234.14	193.77	137.81	71.00
NS Ocoña	182.91	173.07	151.79	124.70	90.29	49.28

MODELO 03 NIVELES

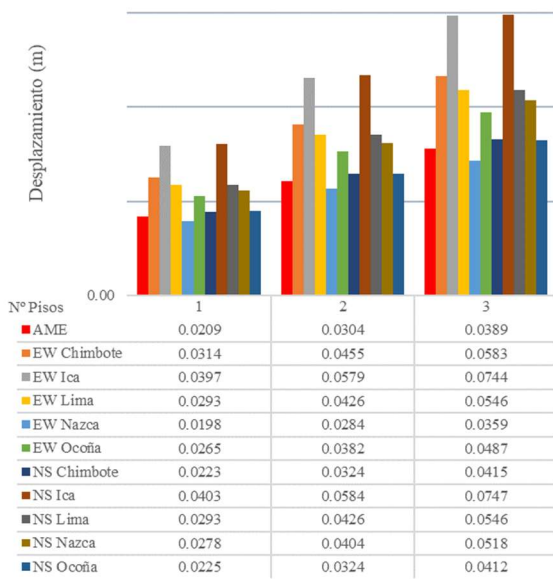
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO



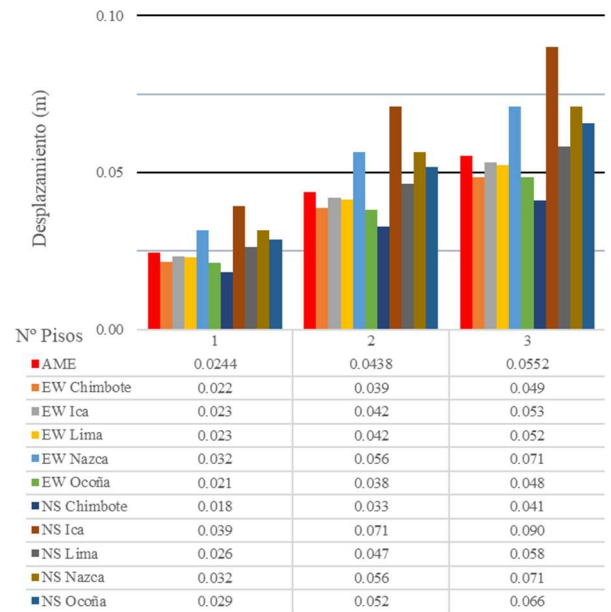
DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL



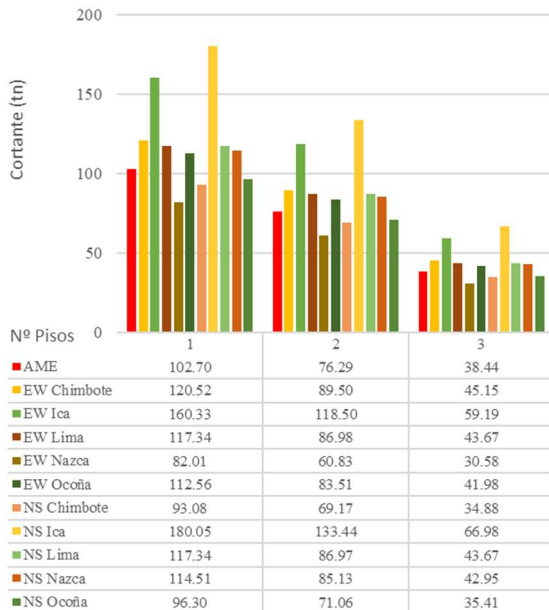
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO



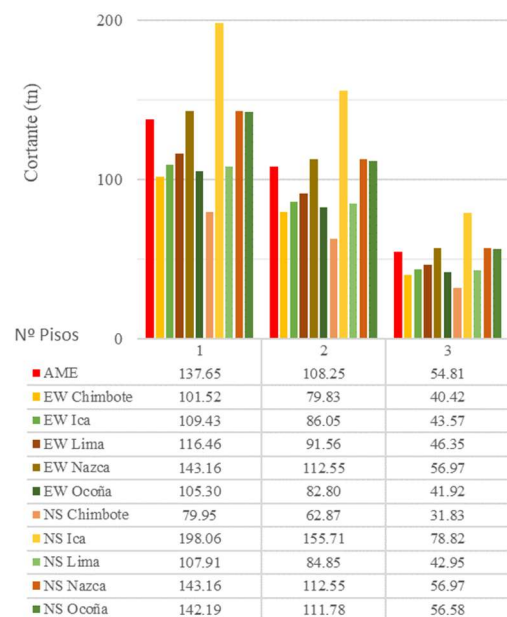
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL



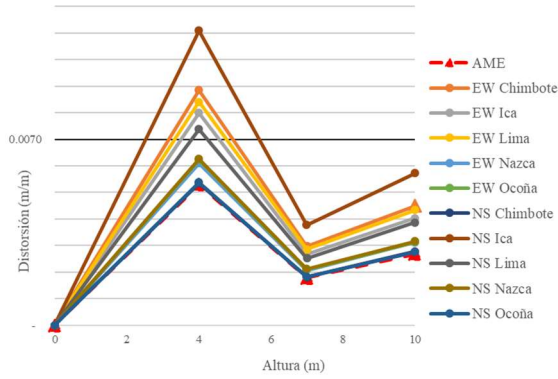
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ O PISO BLANDO



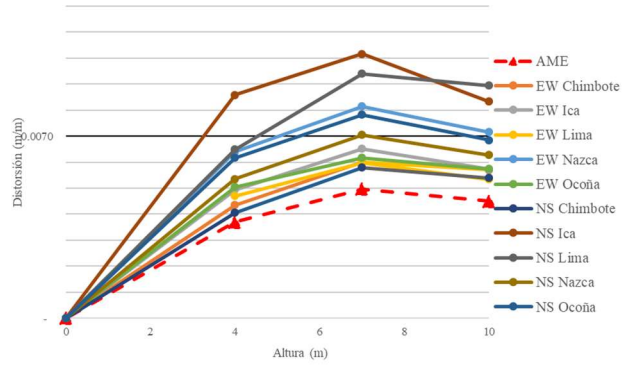
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA O PISO DEBIL



DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

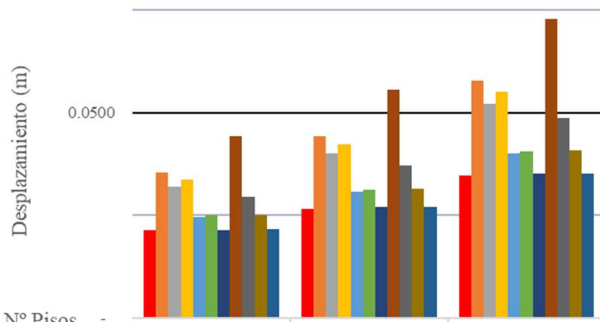


DISTORSION (m/m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL



0.1000

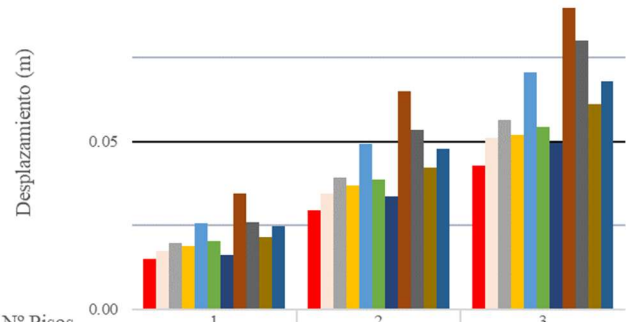
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



Nº Pisos

	1	2	3
AME	0.0212	0.0266	0.0346
EW Chimbote	0.0354	0.0443	0.0578
EW Ica	0.0320	0.0401	0.0521
EW Lima	0.0337	0.0422	0.0552
EW Nazca	0.0244	0.0306	0.0400
EW Ocoña	0.0249	0.0312	0.0405
NS Chimbote	0.0214	0.0269	0.0352
NS Ica	0.0443	0.0556	0.0728
NS Lima	0.0295	0.0371	0.0487
NS Nazca	0.0251	0.0314	0.0409
NS Ocoña	0.0215	0.0269	0.0352

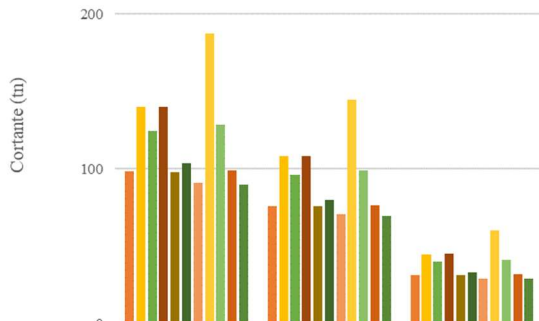
DESPLAZAMIENTO ABSOLUTO (m) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL



Nº Pisos

	1	2	3
AME	0.0148	0.0296	0.0428
EW Chimbote	0.017	0.035	0.051
EW Ica	0.020	0.039	0.056
EW Lima	0.019	0.037	0.052
EW Nazca	0.026	0.049	0.071
EW Ocoña	0.020	0.039	0.054
NS Chimbote	0.016	0.033	0.050
NS Ica	0.034	0.065	0.090
NS Lima	0.026	0.053	0.080
NS Nazca	0.021	0.042	0.061
NS Ocoña	0.025	0.048	0.068

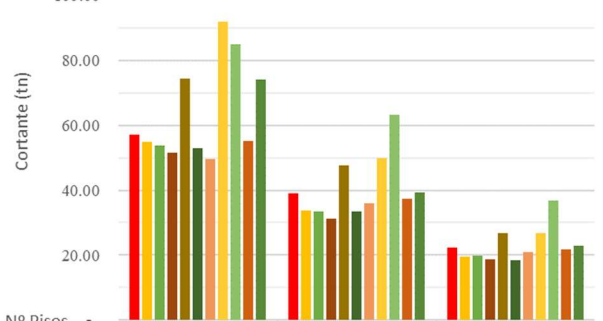
CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD DE MASA O PESO



Nº Pisos

	1	2	3
AME	98.76	76.29	31.80
EW Chimbote	140.09	108.22	45.11
EW Ica	124.25	95.98	40.00
EW Lima	140.26	108.34	45.16
EW Nazca	98.17	75.83	31.61
EW Ocoña	103.82	80.19	33.42
NS Chimbote	91.32	70.54	29.40
NS Ica	187.35	144.72	60.32
NS Lima	128.60	99.34	41.40
NS Nazca	99.27	76.68	31.96
NS Ocoña	90.03	69.55	28.99

CORTANTES DE ENTREPISO (tn) - IRREGULARIDAD GEOMETRICA VERTICAL



Nº Pisos

	1	2	3
AME	57.25	38.96	22.35
EW Chimbote	55.03	33.72	19.51
EW Ica	53.88	33.50	19.71
EW Lima	51.56	31.19	18.71
EW Nazca	74.45	47.74	26.76
EW Ocoña	52.85	33.48	18.37
NS Chimbote	49.74	35.99	20.84
NS Ica	91.89	49.99	26.73
NS Lima	85.02	63.41	36.81
NS Nazca	55.28	37.48	21.79
NS Ocoña	74.09	39.35	22.96

