



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



INFORME N° 36-2024-UNACH/UI/MAST

A : **Mg. Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo.**
Presidente del jurado de tesis FCI-UNACH.

ASUNTO : Constancia de Originalidad de Turnitin de DANY VARGAS VALDIVIA.

FECHA : Colpa Matara, 15 de octubre del 2024.

REFERENCIA: i) Envío de tesis en digital en su versión final
ii) CARTA N° 28-2024-UNACH/MAST / Conformidad por parte del presidente del jurado de tesis.
iii) INFORME N° 31-2024 / Conformidad por parte del secretario del jurado de tesis.
iv) CARTA N° 18-2024-UNACH/ENCHV / Conformidad por parte del vocal del jurado de tesis

De mi mayor consideración

Es grato dirigirme a Usted para expresar mi saludo, y a la vez alcanzar la constancia de originalidad de TURNITIN de la tesis denominada: **“INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023”**, elaborado por el bachiller en ingeniería civil **DANY VARGAS VALDIVIA**, para continuar con sus trámites ante la UNACH.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle las muestras de mi distinguida consideración y estima.

Atentamente,

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
R.O.C. N° 15752

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

CC.

Archivo

Adjunto:

- 1) Constancia de originalidad.
- 2) Reporte TURNITIN



Colpa Matara, 15 de octubre del 2024.

C.O. N° 36-2024-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023”**, elaborado por el bachiller en ingeniería civil: **DANY VARGAS VALDIVIA**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 10% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.


Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

DANY VARGAS VALDIVIA

INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN ...

 INFORME FINAL DE TESIS ESTUDIANTES

 UNIDAD DE INVESTIGACION FIC

 Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3041626396

Fecha de entrega

14 oct 2024, 11:11 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

29 oct 2024, 11:59 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS_-_Influencia_de_DFV_en_CE_Edificación_8_Niveles_2023_1.docx

Tamaño de archivo

38.8 MB

70 Páginas

10,572 Palabras

58,716 Caracteres




10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 10% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	hdl.handle.net	4%
2	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	1%
3	Internet	repositorio.upao.edu.pe	1%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	0%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	0%
6	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	0%
7	Internet	repositorio.unach.edu.pe	0%
8	Internet	miunespace.une.edu.ve	0%
9	Internet	tesis.ucsm.edu.pe	0%
10	Internet	repositorio.upn.edu.pe	0%
11	Internet	vsip.info	0%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru	0%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego	0%
14	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	0%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	0%
16	Internet	repositorio.unp.edu.pe	0%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Ricardo Palma	0%
18	Internet	1library.co	0%
19	Trabajos del estudiante	uncedu	0%
20	Internet	nanopdf.com	0%
21	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	0%
22	Internet	repositorio.urp.edu.pe	0%
23	Internet	vbook.pub	0%
24	Internet	www.cdvperu.com	0%
25	Internet	idoc.pub	0%

26	Internet	prezi.com	0%
27	Internet	repositorio.unc.edu.pe	0%
28	Internet	repositorio.ujcm.edu.pe	0%
29	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	0%
30	Internet	repositorio.undac.edu.pe	0%
31	Internet	tesis.usat.edu.pe	0%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO
VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL
DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES,
CAJAMARCA 2023.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: DANY VARGAS VALDIVIA

Asesor: Mg. Ing. DONALD GORKI COLLANTES DELGADO

Chota – Perú

2024

**INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO
VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL
DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES,
CAJAMARCA 2023.**

POR:

DANY VARGAS VALDIVIA

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo

PRESIDENTE



Mg. Jefferson Ruíz Cachi

SECRETARIO



Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería del Campus Universitario - Colpamatara, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller: **Dany Vargas Valdivia**, denominado: **“INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023”**; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

Aprobado

CON EL CALIFICATIVO (*)

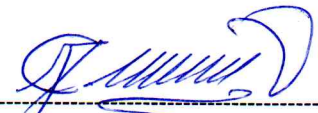
Dieciséis (16)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 08 de noviembre del 2024


Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo
PRESIDENTE


Mg. Jefferson Ruíz Cachi
SECRETARIO


Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
VOCAL


Mg. Donald Gorki Collantes Delgado
Asesor

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: “**INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023**”; presentado por el Bachiller: **Dany Vargas Valdivia**, sustentada el día 08 de noviembre del 2024, por Resolución de Coordinación N°308- 2024-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 08 de noviembre del 2024



Mg. Miguel Angel Silva Tarrillo
PRESIDENTE



Mg. Jefferson Ruíz Cachi
SECRETARIO



Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
VOCAL



Mg. Donald Gorki Collantes Delgado
Asesor

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación:

A mi familia Adriano, Donaila y Fiorela por guiarme y permitirme llegar a esta etapa de mi formación profesional, dándome el apoyo, fuerza y valor en los momentos difíciles no solo en el campo académico sino en todo ámbito de mi vida. A ustedes quienes han sido y serán el motor de mi vida, mis acompañantes en este largo camino.

Dany Vargas Valdivia

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por darme la vida y la salud.
A mis padres por su apoyo en todo momento.
A la UNACH y docentes de la EPIC por compartir sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional. Al Mg. Ing. Donald Gorky Collantes Delgado por asesorar y revisar la presente tesis. A todas las personas, amigos y familiares, que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

Muchas gracias

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Planteamiento del Problema.....	14
1.2. Formulación del Problema	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.1.1. A nivel internacional.....	18
2.1.2. A nivel nacional.....	19
2.1.3. A nivel regional	21
2.2. Bases teórico - científicas.....	22
2.2.1. Estudio de mecánica de suelos “EMS”	22
2.2.2. Comportamiento estructural	24
2.2.3. Requerimientos para estructuras con disipadores.....	33
2.2.4. Disipadores sísmicos de fluido viscoso	38
2.3. Marco conceptual	45
2.4. Hipótesis.....	46
2.5. Operacionalización de Variables.....	47
CÁPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	48
3.1. Tipo y nivel de investigación	48
3.2. Diseño de investigación	48
3.3. Métodos de investigación.....	50
3.4. Población, muestra y muestreo.....	50
3.4.1. Población	50
3.4.2. Muestra	50
3.4.3. Unidad de análisis.....	50
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	52
3.7. Aspectos éticos.....	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1. Descripción de resultados.....	54
4.1.1. EMS	54

4.1.2.	Análisis sísmico estático y dinámico.....	54
4.1.3.	Análisis dinámico Tiempo – historia.....	59
4.1.4.	Incorporación de disipadores de fluido viscoso (DFV).....	64
4.2.	Contrastación de Hipótesis.....	69
4.3.	Discusión de resultados.....	70
4.3.1.	Discusión 01	70
4.3.2.	Discusión 02	70
4.3.3.	Discusión 03	70
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		74
5.1.	Conclusiones	74
5.2.	Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS		76
ANEXOS.....		82
	Anexo A. Matriz de Consistencia.....	83
	Anexo B. Ubicación Geográfica del Estudio	84
	Anexo C. Panel fotográfico.....	86
	Anexo D. EMS	90
	Anexo E. Regularidad Estructural.....	98
	Anexo F. Análisis sísmico.....	102
	Anexo G. Diseño estructural	141
	Anexo H. Ficha técnica - DFV	150
	Anexo I. Diseño de disipadores.....	152
	Anexo J. Planos	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de edificación y número de puntos de exploración.....	23
Tabla 2 Fórmulas de Predimensionamiento de Losas	25
Tabla 3 Fórmulas de Predimensionamiento de Vigas	25
Tabla 4 Fórmulas de Predimensionamiento de Columnas	25
Tabla 5 Factor de zona sísmica “Z”.....	27
Tabla 6 Parámetros de sitio “S”, “T _P ” y “T _L ”.....	27
Tabla 7 Factores de amplificación sísmica "C"	27
Tabla 8 Factor de uso “U”	28
Tabla 9 Coeficiente básico de Reducción “Ro”	28
Tabla 10 Regularidad estructural.....	29
Tabla 11 Restricciones de Irregularidades.....	29
Tabla 12 Límites para las Distorsiones de entrepiso	32
Tabla 13 Combinaciones de diseño	32
Tabla 14 Niveles de demanda sísmica, FEMA 356.....	34
Tabla 15 Niveles de demanda sísmica, SEAOC.....	34
Tabla 16 Niveles de demanda sísmica, ATC-40	34
Tabla 17 Estados de daño y niveles de desempeño, SEAOC.....	35
Tabla 18 Niveles de desempeño, ATC-40.....	35
Tabla 19 Clasificación según tipo de estructura.....	37
Tabla 20 Relación estado de daño – deriva de entrepiso.....	37
Tabla 21 Valores de λ respecto al exponente de velocidad α	42
Tabla 22 Valores de Bmd respecto al amortiguamiento efectivo.....	43
Tabla 23 Matriz de operacionalización de variables	47
Tabla 24 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
Tabla 25 Características Físico-Mecánicas del suelo de Cimentación.....	54
Tabla 26 Parámetros sísmicos en X e Y	55
Tabla 27 Sistema estructural.....	57
Tabla 28 Cortante mínima	57
Tabla 29 Desplazamientos y derivas en X e Y	57
Tabla 30 Sismos sísmicos.....	59
Tabla 31 Desplazamientos y derivas en X e Y, Análisis dinámico R=1	60
Tabla 32 Sismos corregidos en SeismoSignal 2021	61
Tabla 33 Sismos escalados en SeismoMatch 2022	62
Tabla 34 Derivas en X e Y, Análisis dinámico tiempo - historia.....	63
Tabla 35 Desplazamientos y derivas en X e Y, sismo Ica 2007, caso 2.....	63
Tabla 36 Amortiguamiento viscoso de la estructura (B _H).....	64
Tabla 37 Parámetros inherentes del disipador	64
Tabla 38 Desplazamientos y derivas en X e Y, Análisis con DFV	66
Tabla 39 Balance de Energía.....	68
Tabla 40 Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	99
Tabla 41 Irregularidad de Masa o Peso	99
Tabla 42 Irregularidad Torsional.....	101

Tabla 43	Propiedades de los materiales.....	104
Tabla 44	Dimensiones de los elementos estructurales	105
Tabla 45	Cargas muertas y vivas	109
Tabla 46	Cargas distribuidas de muros de albañilería “CM”	109
Tabla 47	Periodos y masa participativa.....	113
Tabla 48	Parámetros sísmicos en X, Y.....	114
Tabla 49	Espectro de respuesta X, Y.....	116
Tabla 50	Sistema estructural.....	119
Tabla 51	Cortante mínima	119
Tabla 52	Desplazamientos y derivas en X e Y	119
Tabla 53	Espectro de respuesta R=1.....	122
Tabla 54	Desplazamientos y derivas en X e Y, Análisis dinámico R=1	123
Tabla 55	Sismos sísmicos.....	124
Tabla 56	Sismos corregidos en SeismoSignal 2021	125
Tabla 57	Sismos escalados en SeismoMatch 2022	126
Tabla 58	Derivas en X e Y, Análisis dinámico tiempo - historia.....	128
Tabla 59	Similitud del Análisis tiempo -historia - Análisis dinámico R=1.	128
Tabla 60	Desplazamientos y derivas en X e Y, sismo Ica 2007, caso 2.....	130
Tabla 61	Desplazamientos y derivas con disipadores en X e Y.....	135
Tabla 62	Balance de Energía.....	137
Tabla 63	Fuerzas axiales de los disipadores, Dirección X	138
Tabla 64	Fuerzas axiales de los disipadores, Dirección Y	139
Tabla 65	Velocidades máximas para cada disipador.....	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Tipos de suelos.....	22
Figura 2	Extracción de muestra de suelo.....	23
Figura 3	Objetivos de desempeño sísmico recomendados para edificaciones, SEAOC	36
Figura 4	Objetivos de desempeño sísmico, ATC-40.....	36
Figura 5	Sistema de control estructural	38
Figura 6	Sistema con Disipación de Energía.....	38
Figura 7	Componentes del Disipador de Fluido Viscoso	39
Figura 8	Disposición Chevron y Diagonal	40
Figura 9	Relación Velocidad vs. Fuerza del Disipador	41
Figura 10	Ángulo y desplazamiento relativo del disipador.....	43
Figura 11	Diseño descriptivo – secuencia temporal.....	49
Figura 12	Procedimiento y análisis de datos	52
Figura 13	Modelo estructural	55
Figura 14	Modos de vibración.....	56
Figura 15	Desplazamientos máximos en X e Y	58
Figura 16	Derivas máximas en X e Y.....	58
Figura 17	Espectro de respuesta R=1	60
Figura 18	Parámetros inherentes del disipador en X e Y	65
Figura 19	Modelo estructural con disipadores	65
Figura 20	Derivas máximas en X e Y, sismo Ica 2007, Caso II.....	66
Figura 21	Máximo Stroke - Dirección X-Y.....	67
Figura 22	Balance de energía	68
Figura 23	Desplazamientos máximos sin y con DFV, X-X	71
Figura 24	Desplazamientos máximos sin y con DFV, Y-Y	71
Figura 25	Derivas máximas sin y con DFV, X-X	72
Figura 26	Derivas máximas sin y con DFV, Y-Y	72
Figura 27	Energía disipada por los DFV	73
Figura 28	Ubicación Geográfica del Lugar de Investigación.....	84
Figura 29	Ruta de acceso principal al lugar de estudio	85
Figura 30	Sistema de coordenadas y cuadrícula.....	103
Figura 31	Propiedades del concreto y acero.....	104
Figura 32	Barras de refuerzo de acero corrugado.....	105
Figura 33	Secciones de columnas.....	106
Figura 34	Secciones de vigas.....	106
Figura 35	Secciones de losas	107
Figura 36	Secciones de muros o placas	107
Figura 37	Modelo estructural	108
Figura 38	Revisión del modelo estructural.....	108
Figura 39	Definir cargas CM y CV.	109
Figura 40	Asignar cargas en el modelado.	110
Figura 41	Condiciones y/o restricciones	110
Figura 42	Estimación de peso.....	111

Figura 43	Definimos los modos de vibración.....	111
Figura 44	Opciones de análisis.....	112
Figura 45	Casos de carga para ejecutar	112
Figura 46	Modos de vibración.....	113
Figura 47	Análisis estático - método de coeficientes X, Y	115
Figura 48	Espectro de respuesta X, Y	117
Figura 49	Datos del caso de carga X, Y	118
Figura 50	Desplazamientos máximos en X e Y	120
Figura 51	Derivas máximas en X e Y.....	120
Figura 52	Diseño estructural Etabs.....	121
Figura 53	Espectro de respuesta X, Y	123
Figura 54	Derivas en X e Y, Análisis dinámico R=1	124
Figura 55	Función tiempo historia.....	127
Figura 56	Datos del caso de carga – Caso I y II.....	127
Figura 57	Derivas máximas en X e Y, sismo Lima 1966 – Caso I y II.....	129
Figura 58	Derivas máximas en X e Y, sismo Lima 1994 – Caso I y II.....	129
Figura 59	Derivas máximas en X e Y, sismo Ica 2007 – Caso I y II	130
Figura 60	Parámetros inherentes del disipador en X e Y	134
Figura 61	Modelo estructural con disipadores	134
Figura 62	Derivas máximas en X e Y, sismo Ica 2007, Caso II.....	135
Figura 63	Máximo Stroke - Dirección X-Y.....	136
Figura 64	Balance de energía	137

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Para efectos del presente estudio, se considera la siguiente lista:

\emptyset_i	Desplazamiento del nivel i (sismo de diseño).
\emptyset_{rj}	Desplazamiento modal relativo entre ambos extremos del disipador j en la dirección horizontal (sismo de diseño).
A_m	Área de la sección del brazo metálico.
B_{mD}	Amortiguamiento efectivo total del m-ésimo modo de vibración de la estructura en la dirección de interés en el desplazamiento de diseño.
B_o	Amortiguamiento del material de la estructura.
C_j	Coefficiente de amortiguamiento del disipador j.
$D_{objetivo}$	Deriva a la que se quiere alcanzar (metodología HAZUS).
e_i	Excentricidad Accidental en el nivel "i".
E_m	Coefficiente de Elasticidad del Acero.
f'_c	Resistencia del Concreto.
F_i	Fuerza sísmica horizontal en el nivel "i".
h_i	Altura del nivel "i" con relación al nivel del terreno.
L_m	Longitud del brazo metálico.
m_i	Masa del nivel i.
M_{ti}	Momento Torsor Accidental.
N_d	Numero de disipadores por dirección ortogonal de análisis.
P_i	Peso del nivel "i".
r_1	Factor de participación del modo fundamental de vibración de la estructura.
S_a	Espectro de pseudo aceleraciones.
θ_j	Angulo de inclinación del disipador j.
A	Amplitud del desplazamiento del modo fundamental.
CS	Carga de sismo.
f_y	Fluencia de acero.
g	Aceleración de gravedad.
n	Número de pisos del edificio.
T	Periodo fundamental de vibración de la estructura.
T_L	Período de desplazamientos constantes.
T_P	Período de plataforma.
T_r	Periodo de retorno.
V	Fuerza Cortante en la base de la estructura.
λ	Parámetro Lambda (tabla FEMA 274).
ω	Frecuencia Angular.

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo determinar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles, Cajamarca 2023, según normativa peruana E.030 y normas internacionales. La muestra fue una edificación de ocho niveles destinado a hotel “categoría C”; para su estudio preliminarmente se realizó un EMS que clasificó al suelo como S2 “suelos intermedios”. Al ejecutar el análisis sísmico estático y dinámico de la edificación, el resultado muestra que los desplazamientos y derivas máximas en X e Y cumplen con la norma E.030, no obstante, al efectuar el análisis tiempo-historia, las derivas máximas superan las permitidas (0.007). La incorporación de DFV permitió cumplir con la deriva objetivo (0.0042) de la Hazus para un nivel de desempeño funcional, reduciéndose en X e Y hasta un máximo de 55% y 65%, esto gracias a los parámetros inherentes, cantidad y disposición de los disipadores; además, logra disipar la energía sísmica en un 70.56%, dejando a la estructura únicamente el 29.44%. Finalmente, se concluye que el sistema de disipación integrado influye significativamente en el comportamiento estructural, reduciendo los desplazamientos, derivas y energía disipada.

Palabras claves: Comportamiento estructural, análisis sísmico estático, dinámico, tiempo–historia, disipadores de fluido viscoso.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the influence of viscous fluid dissipators on the structural behavior of an eight-story building, Cajamarca 2023, according to Peruvian standard E.030 and international standards. The sample was an eight-story building intended for a “category C” hotel; for its preliminary study, an EMS was performed, which classified the soil as S2 “intermediate soils”. When performing the static and dynamic seismic analysis of the building, the result shows that the maximum displacements and drifts in X and Y comply with the E.030 standard; however, when performing the time-history analysis, the maximum drifts exceed the allowed ones (0.007). The incorporation of DFV allowed meeting the target drift (0.0042) of the Hazus for a functional performance level, being reduced in X and Y up to a maximum of 55% and 65%, thanks to the inherent parameters, quantity and arrangement of the dissipators; in addition, it manages to dissipate 70.56% of the seismic energy, leaving only 29.44% to the structure. Finally, it is concluded that the integrated dissipation system significantly influences the structural behavior, reducing displacements, drifts and dissipated energy.

Keywords: Structural behavior, static and dynamic seismic analysis, time-history, viscous fluid dissipators.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La práctica mundial en sus códigos normativos presenta el diseño convencional, para que las edificaciones posean adecuado comportamiento estructural frente al principal problema de sollicitaciones sísmicas (Cisneros, 2016), el cual consiste en crear edificaciones suficientemente rígidas, pero a la vez dúctiles, consiguiéndose con el uso de sistemas tradicionales como: pórticos, muros estructurales, dual, entre otros (Norma E.030, 2018).

Sin embargo, al pasar de los años gran número de edificaciones han sufrido daños y también colapsos, por ende, muchas personas han perdido la vida, dichas experiencias demuestran que “los enfoques empleados no conducen a un eficiente control de daños ni a una plena satisfacción de la filosofía de diseño sismorresistente” (Bertero, 1992, como se citó en Safina, 2002, p.65).

En cuanto al sismo de agosto de 2007 (7ML) con intensidad en Pisco (VII-VIII MM), Lima (VI MM) y Huancavelica (V MM); ha dejado 593 personas fallecidas, 1291 heridos, 48 208 viviendas destruidas, 45 500 inhabitables y 45 813 quedaron afectadas, 14 establecimientos de salud destruidos y 112 afectados (Morales Soto & Zavala, 2008).

La región Cajamarca no es ajena a este problema, presentándose en los últimos tres años 2020, 2021 y 2022 sismos de hasta 4.8, 5.2 y 5 grados Richter respectivamente, cuyos epicentros son varias provincias de la región (IGP, 2022), sin embargo, los sismos de baja magnitud liberan una pequeña parte de energía acumulada, pero no es del todo suficiente ni equivalente a la liberación de energía que representa un sismo de gran magnitud (RSN, 2018).

Otro de los problemas encontrados se basa en la teoría del silencio sísmico, el cual indica que el tiempo transcurrido entre dos sismos continuos acumula energía, y esta es determinante en la magnitud de los mismos (Kuroiwa, 2002). Es decir que, en zonas de alta sismicidad, mientras más tarda en ocurrir un sismo lo más lógico es esperar uno de gran magnitud.

La ciudad de Cajamarca se sitúa en zona 3 (Norma E.30, 2018), zona de alta actividad sísmica; sin embargo, en las últimas décadas no se ha evidenciado sismos de gran intensidad (IGP, 2022); además, según las características de sus suelos los efectos de un sismo se amplificarían, es por esto que se considera zona de silencio sísmico (Mosqueira, 2012).

Sin embargo, se evidencia un incremento de edificaciones que van creciendo en altura, encontrando edificaciones con hasta 10 niveles con sistemas estructurales tradicionales y otros con sistemas estructurales mixtos de pórticos y albañilería, demostrando que se encontrarían muy susceptibles a daños e incluso colapsar durante un evento sísmico severo.

Ante lo expuesto, para reducir daños y mejorar el desempeño sísmico en edificaciones existen nuevas técnicas como son el uso de los dispositivos de disipación de energía (Villarreal y Díaz, 2016), destacando en Perú los disipadores de fluido viscoso para edificaciones nuevas o reforzamientos (CDV Ingeniería antisísmica, 2018), que vienen siendo utilizados en distintos lugares del país.

A pesar de esto, en la actualidad ninguna edificación en Cajamarca cuenta con esta nueva alternativa para evitar daños en las estructuras. Por ende, se buscó determinar ¿Cuál es la influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles?

1.2. Formulación del Problema

- ✎ ¿Cuál es la influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles?

1.3. Justificación

El presente estudio, tiene gran importancia debido a la falta de nuevas alternativas que mejoren el comportamiento estructural de las edificaciones, considerando que la ciudad de Cajamarca se sitúa en una zona de actividad sísmica alta y a la vez se evidencia un crecimiento en altura de las edificaciones.

En la actualidad, no existe ninguna edificación con disipadores de energía en Cajamarca, razón por la cual se espera demostrar el aporte de estos dispositivos en el comportamiento estructural y puedan ser implementados en próximas edificaciones de la ciudad.

La investigación busca promover la implementación de nuevas tendencias estructurales en Cajamarca, y a la vez contribuir a evitar pérdidas humanas, materiales y económicas en términos de reparar dichos daños debido a un evento sísmico severo, que agravan la situación ya que la reparación se traduce en grandes cantidades de dinero.

Adicionalmente, existe un gran interés personal en conocer la influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles de categoría común en la ciudad de Cajamarca, esperando brindar un aporte a la ingeniería estructural local.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

- ✎ Determinar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles, Cajamarca 2023.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- ✎ Estimar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en los desplazamientos de la edificación de ocho niveles.
- ✎ Estimar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en las derivas de la edificación de ocho niveles.
- ✎ Estimar la diferencia de energía absorbida por la edificación de ocho niveles sin y con disipadores de fluido viscoso.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

Rosero (2020) investigó la incidencia de disipadores viscosos, viscoelásticos y de fricción en edificaciones de concreto armado de 10, 15 y 20 niveles, mediante un análisis tiempo-historia. Entre sus resultados, obtuvo que el mejor comportamiento en el modelo de 10 niveles, es con dispositivos viscosos, reducen los desplazamientos en X/Y (24/36%) y derivas (18/40%), disipando 43% de la energía sísmica; en el de 15 niveles, los viscoelásticos, reducen los desplazamientos en X/Y (54/35%) y derivas (51/36%), disipan 61% de la energía sísmica; en el de 20 niveles, los viscoelásticos, reducen los desplazamientos en X/Y (49/20%), derivas (50/24%) y disipan 50% de la energía sísmica. Concluyó que los disipadores mejoran significativamente el comportamiento estructural, reduciendo desplazamientos, derivas y disipando energía sísmica.

Lamprea Pineda & Garzón Amórtegui (2017) realizaron una investigación enfocada en la implementación de DFV, estimando dos valores en el exponente de amortiguamiento (α) de 0.25 y 0.50 en un edificio hospitalario típico de la ciudad de Bogotá, Colombia. Realizaron tres análisis tiempo-historia en el edificio original, edificio con modificación y estructura con disipadores. Concluyeron que el edificio en estudio presenta mejor comportamiento cuando se incluyen los disipadores, reduciendo la demanda de ductilidad, desplazamientos y derivas. Además, con un alfa mayor (0.50), se logran mejores resultados.

Qamaruddin (2016) comparó la respuesta sísmica de edificios de planta cuadrada y rectangular, con secciones transversales de columnas cuadradas y rectangulares, con y sin DFV. Utilizando el análisis Push over y Tiempo historia, se evaluó y comparó las respuestas del edificio. Concluyendo que los edificios con columnas cuadradas presentan una mejor respuesta estructural que los edificios de columnas rectangulares, independientemente de la planta; además, con el uso de DFV, se obtuvo una reducción de hasta un 70% del cortante basal de las estructuras y un 90% en los desplazamientos del último piso.

Aguiar et al. (2016) en su investigación determinó el comportamiento estructural del bloque uno de edificio de post grado durante el terremoto del 16 de abril de 2016 (Mw=7.8) en Ecuador, concluyendo que el edificio tuvo un buen comportamiento, presentando la deriva máxima en el mezanine y en este el daño de elementos estructurales que son reparables, así como gran daño en la mampostería por no estar confinada; proponiendo el uso de mampostería liviana con paredes de Gypsum, indicando que en la rehabilitación se debe pensar en incrementar la capacidad resistente, con la colocación de disipadores de energía.

2.1.2. A nivel nacional

Haro & Izquierdo (2023) realizaron un análisis sísmico utilizando DFV en un edificio de 10 pisos con sistema dual, empleando una metodología aplicada, diseño no experimental transversal correlacional, la muestra es de un edificio de 10 niveles con sistema dual. Entre sus resultados, obtuvo que con el uso de DFV se reducen los desplazamientos para X/Y en 60.26/81.37% y derivas en 63.18/85.31%; así mismo, el 84.7% de energía sísmica es disipada por los DFV. Llegaron a concluir que los DFV en la edificación logran mejorar notablemente su respuesta estructural.

Narváez (2022) en su tesis tuvo como objetivo realizar una comparación técnico-económico del uso de disipadores histeréticos ADAS con los de fluido viscoso en una edificación con sistema aporticado de 12 niveles en la ciudad de Lima. Concluyó que los DFV alcanzan la deriva objetivo (6‰), reduciendo derivas y ductilidad en 50%, mientras que los disipadores histeréticos no alcanzaron la deriva objetivo, pero se mantuvieron por debajo de la normativa E.030 (7‰), con una reducción de ductilidad del 75%. Así mismo, se logra un ahorro de \$ 216,273.60 con disipadores metálicos frente a DFV. La elección entre ambos dependerá del nivel de daño aceptable definido por el proyectista.

Condo y Luque (2021) tuvieron como objetivo diseñar, analizar y comparar un edificio de 11 pisos con y sin disipadores de fluido viscoso, ubicado en el departamento de Arequipa. Concluyendo que con el uso de disipadores, las derivas máximas en ambas estructuras son similares, los esfuerzos cortantes y momentos flectores en columnas y vigas disminuyen, el presupuesto total aumentó en 22.33% y el tiempo de ejecución disminuyó en 23.26% respecto al edificio convencional, indicando que el edificio con DFV no necesitará reparaciones después de un evento sísmico severo.

Paredes (2016) en su investigación evaluó el desempeño sismorresistente de un edificio de 6 niveles destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover, concluyendo que ante sismos severos (raro y muy raro) la edificación cumple con los objetivos de la norma E.030, obteniendo un nivel de desempeño de seguridad de vida y prevención del colapso alcanzando derivas de 0.0066 y 0.0062 en X e Y; sin embargo, existirán grandes pérdidas económicas, pues el costo de reparación del edificio para un sismo ocasional es \$ 44,683.17, para un sismo raro es \$ 84,715.36 y sismo muy raro es \$ 94,461.05.

2.1.3. A nivel regional

Cabanillas (2018) en su investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento estructural del edificio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. En su estudio, evaluó y comparo el comportamiento estructural del edificio con sistema aporticado con diferentes tipos de arriostres en forma de “V” de acero estructural. Los resultados indicaron que el edificio estaba propenso a fallas por la alta carga en columnas (flexo-compresión), así como a los esfuerzos en vigas (corte y momentos). Además, se concluyó que la incorporación de arriostres en forma de “V” mejoró significativamente el comportamiento estructural, reduciendo las deficiencias del modelo sin arriostres del 100% al 45.15%. Sin embargo, esta mejora no fue suficiente para controlar las distorsiones excesivas, ni para evitar las fallas por flexocompresión.

Calderón (2014) en su investigación tuvo como objetivo evaluar si un diseño con disipadores de energía mejora el comportamiento estructural del edificio principal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén, ante un evento sísmico; empleando una metodología enfocada en el desempeño y fundamentada en las disposiciones del ASCE y el FEMA, concluyendo que las derivas del edificio era de 11.38‰ y 8.30‰ en la dirección X e Y, y con la inclusión de disipadores en la edificación se obtuvo derivas 5.00‰ y 4.57‰ en X e Y, reduciendo así el daño en la estructura; en cuanto a la incidencia de los disipadores en el costo de la edificación es de 9.95%, este valor es menor al que se obtendría con una reparación estructural (15-20%), por lo que presentaría un ahorro y mejora con respecto a una reparación estructural.

2.2. Bases teórico - científicas

2.2.1. Estudio de mecánica de suelos “EMS”

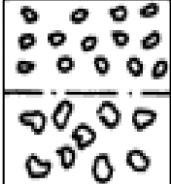
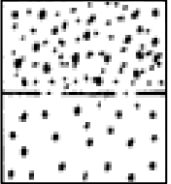
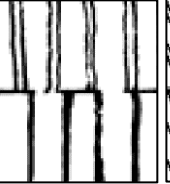
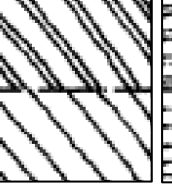
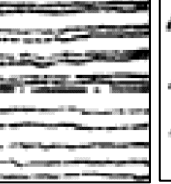
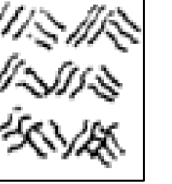
Es un “conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación” (Norma E.030, 2018, p. 25).

2.2.1.1. Suelo

Según Terzaghi y Peck (1973) definen al suelo como “todo agregado natural de partículas minerales separables por medios mecánicos de poca intensidad, como agitación en agua” (p. 4); así mismo, Juárez y Rico (2005) menciona que se trata de un conjunto estructurado con características que varían mucho más rápido en sentido vertical que horizontal.

Figura 1

Tipos de suelos

					
GRAVAS	ARENAS	LIMOS	ARCILLAS	SUELO ORGANICO	ROCA
Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 2.0 mm.	Material de granos finos procedentes de la denudación de las rocas. Sus partículas varían desde 2 mm y 0.05 mm de diámetro.	Suelos finos con poca o ninguna plasticidad, su diámetro está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm.	Partículas sólidas con diámetro menor a 0.005 mm y cuya masa se vuelve plástica al ser mezclada con agua.	Suelo mezclado generalmente con una capa vegetal, utilizada para la siembra en la agricultura.	Material sólido > 3° de procedencia ígnea, metamórfica y sedimentaria.

Nota: Adaptado de (Crespo, 2004)

2.2.1.2. Muestreo y muestra

Los estudios se rigen a la norma E.050, misma que propone la cantidad de exploraciones según la Tabla 1, además según Crespo (2004) la muestra puede ser alterada e inalterada: alterada cuando no guarda las mismas condiciones que en el terreno de donde procede, e inalterada en caso contrario. La forma de muestro se observa en Figura 2.

Tabla 1

Tipo de edificación y número de puntos de exploración

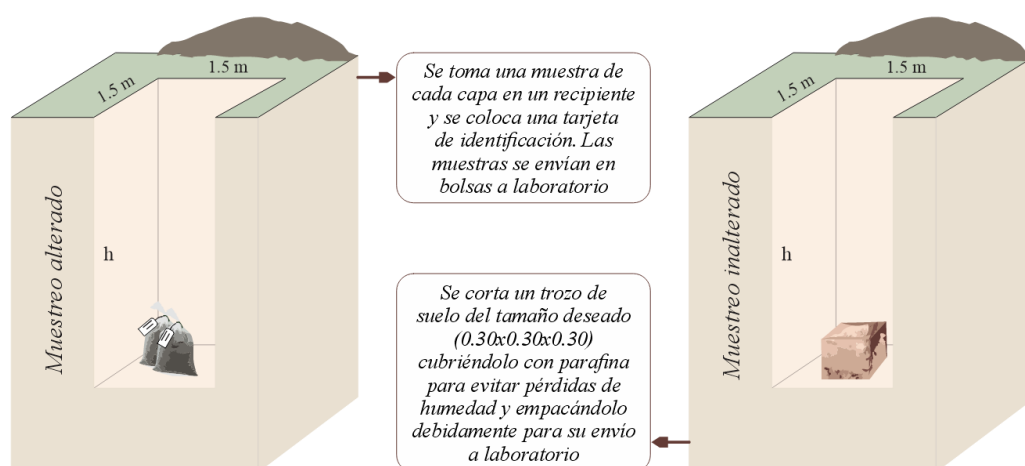
Tipo de edificación		
Descripción	Distancia mayor entre apoyos (m)	Número de pisos (incluidos sótanos)
Pórticos y/o muros de concreto	<10	4 a 8
III		
Número de puntos de exploración		
Tipo de edificación	Número de puntos de exploración (n)	
III	Uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso	

Nota: Tomados de la Norma E.050 (2018)

Figura 2

Extracción de muestra de suelo

Perforación a suelo abierto (Calicata) de 1.50x1.50 m de sección y profundidad requerida.



Nota: Adaptado de (Crespo, 2004, pp, 29-34).

2.2.1.3. Ensayos de laboratorio

Para identificar el tipo de suelo según la clasificación SUCS y determinar su capacidad portante de acuerdo al método de Terzaghi, se llevan a cabo los siguientes ensayos de laboratorio:

- Peso específico de suelo : NTP 339.131
- Contenido de humedad : NTP 339.127
- Análisis granulométrico por tamizado : NTP 339.128
- Límites de consistencia : NTP 339.129
- Corte directo : NTP 339.171

2.2.2. Comportamiento estructural

“Es la respuesta de deformaciones y acciones interiores en los distintos elementos o partes que componen la estructura, ante un conjunto de solicitaciones” (Ottazzi, 2013, p. 101). El uso de las Normas E.020, E.030 y E.060 es indispensable para evaluar el comportamiento estructural de edificaciones.

2.2.2.1. Concepción Estructural Sismorresistente

En toda edificación se deben considerar los siguientes factores: simetría, peso mínimo, selección y utilización adecuada de los materiales de construcción, continuidad estructural en planta y elevación, resistencia, rigidez y ductilidad adecuada (Norma E.030, 2018).

2.2.2.2. Predimensionamiento

Proceso que define las dimensiones iniciales de cada elemento estructural, para después ser analizados y verificados (Acero, 2020).

- a) **Losas.** Pueden dimensionarse considerando el siguiente criterio:

Tabla 2

Fórmulas de Predimensionamiento de Losas

Tipo	Fórmulas
Losas aligeradas - unidireccional	$h = \frac{Ln}{25}$
Losas aligeradas - bidireccional	$h = \frac{Ln}{30}$
Losas macizas (L_M)	$h = \frac{Ln}{40}$

Nota. Si $L_1/L_2 \geq 2 L_M$ en 1 dirección, $L_1/L_2 < 2 L_M$ en 2 direcciones.

L_1 y L_2 Luz libre en ambas direcciones del paño de losa, Ln menor valor, h Peralte.

- b) **Vigas.** Pueden dimensionarse considerando el siguiente criterio:

Tabla 3

Fórmulas de Predimensionamiento de Vigas

Categoría	Fórmulas
“A” Edificaciones Esenciales	$h = \frac{LL}{10}$
“B” Edificaciones Importantes	$h = \frac{LL}{11}$ $b = \frac{h}{2}$
“C” Edificaciones Comunes	$h = \frac{LL}{12}$

Nota: Peralte (h), luz libre entre ejes (LL), base (b).

- c) **Columnas.** Pueden dimensionarse considerando el siguiente criterio:

Tabla 4

Fórmulas de Predimensionamiento de Columnas

Tipo	Fórmulas
Columnas céntricas	$A_{CC} = \frac{P_{Servicio}}{0.45 \times f'c}$
Columnas excéntricas	$A_{CE} = \frac{P_{Servicio}}{0.35 \times f'c}$
	$P_{Servicio} = P \cdot A_t \cdot N$

Nota: Peso ($P=1.0 / 1.2 / 1.5Tn$), A_t ancho tributario, N número de pisos.

d) Muro de Corte o Placas. Puede estimarse con el siguiente criterio:

$$L_i = \frac{V_{\text{basal } i}}{0,85 \cdot \left[0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot (bw) \cdot dw + A_v \cdot f_y \cdot \frac{dw}{S_b} \right]} \quad (1)$$

Donde: L_i longitud total (debe distribuirse de forma simétrica en la estructura), bw espesor de placa, dw Longitud efectiva ($1m=0.8$), A_v Área de acero longitudinal, S_b espaciamiento de barras.

2.2.2.3. Modelo para el Análisis

El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para significar los aspectos más importantes del comportamiento estructural (Norma E.030, 2018).

2.2.2.4. Cargas

Las estructuras deben soportar las cargas que se les imponen (carga muerta y carga viva) debido a su uso previsto, estas cargas operan conjuntamente y se complementan con la norma E.030 y E.060 (Norma E.020, 2006).





Carga Muerta (CM): Peso de materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la estructura, incluyendo su propio peso, permanentes o con variación en magnitud y tiempo (Norma E.020, 2006).

Carga Viva (CV): Peso de ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la estructura (Norma E.020, 2006).

2.2.2.5. Peligro sísmico

a) Factor de Zona “Z”. Se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido y se expresa como una fracción de la gravedad (Norma E.030, 2018).

Tabla 5*Factor de zona sísmica "Z"*

Zona	Z
	4
	3
	2
	1

Nota. (Norma E.030, 2018).

- b) **Parámetros de Sitio (S, T_P y T_L).** Se considera según las condiciones locales (Norma E.030, 2018).

Tabla 6*Parámetros de sitio "S", " T_P " y " T_L "*

Descripción	Suelo				
	Zona	S0	S1	S2	S3
Factor de amplificación del suelo "S"	Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
	Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
	Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
	Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00
Periodos	T_P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
	T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. Tomado de (Norma E.030, 2018, pp. 14-15).

- c) **Factor de Amplificación Sísmica "C".** "Depende de los parámetros de sitio T_P y T_L " (Norma E.030, 2018, p. 77).

Tabla 7*Factores de amplificación sísmica "C"*

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

Nota. (Norma E.030, 2018, p. 15).

2.2.2.6. Caracterización de la edificación

Está sujeto a las características de la edificación (Norma E.030, 2018).

- a) **Factor de Uso “U”**. Está clasificado de acuerdo con la categoría y uso o importancia de cada edificación (Norma E.030, 2018).

Tabla 8

Factor de uso “U”

Categoría de edificación	“U”
“A” Esencial	1.5
“B” Importante	1.3
“C” Común	1.0
“D” Temporal	A criterio del proyectista

Nota. Tomado de (Norma E.030, 2018, p. 16).

- b) **Coefficiente básico de Reducción “R₀”**. Se relaciona con el material y sistema estructural en cada dirección de análisis (Norma E.030, 2018).

Tabla 9

Coefficiente básico de Reducción “R₀”

Sistema Estructural	“R ₀ ”
Concreto Armado	
Pórticos	8
Dual	7
Muros estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4

Nota. Norma E.030 (2018).

- c) **Regularidad estructural**. Puede ser regular o irregular y puede presentar más de una irregularidad tanto en altura (I_a) como en planta (I_p) de los cuales se toma el menor valor para cada dirección de análisis (Norma E.030, 2018).

Tabla 10*Regularidad estructural*

Regularidad estructural	I _a	I _p
Regular	1	1
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	
Irregularidad de Resistencia – Piso Débil	0.75	
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50	
Irregularidad Extrema de Resistencia	0.50	
Irregularidad de Masa o Peso	0.90	
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90	
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80	
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60	
Irregularidad Torsional		0.75
Irregularidad Torsional Extrema		0.60
Esquinas Entrantes		0.90
Discontinuidad del Diafragma		0.85
Sistemas no Paralelos		0.90

Nota. Tomado de (Norma E.030, 2018, pp. 20-21).

- d) Restricciones de Irregularidad.** Están en función de la categoría y lugar donde se ubica el proyecto. Cambie la estructuración si no se cumplen las restricciones (Norma E.030, 2018).

Tabla 11*Restricciones de Irregularidades*

Categoría	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. (Norma E.030, 2018, p. 22).

- e) **Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas “R”**. Factor que reduce la fuerza total del sismo, facilitando un diseño más económico y práctico, se obtiene como:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad (2)$$

2.2.2.7. Análisis Estructural

- a) **Estimación de Peso (P)**. Consiste en sumar toda la carga muerta (CM) con un porcentaje de carga viva (CV), para edificaciones de categoría A y B (50%CV), categoría C (25%CV) y para tejados en general se toma el 25% CV (Norma E.030, 2018).
- b) **Análisis Sísmico Estático o de fuerzas equivalentes**. Representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masa de cada nivel de la estructura (Norma E.030, 2018).

Fuerza cortante basal “V”. Según Norma E.030 (2018), se determina en cada dirección de análisis por la siguiente expresión:

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

Distribución de Fuerza Sísmica en Altura. Según Norma E.030 (2018), se determina en cada dirección de análisis por las siguientes expresiones:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \rightarrow \alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^K}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot (h_j)^K} \quad (4)$$

K: exponente asociado al periodo

Si: $T \leq 0.5 \rightarrow K = 1$

Si: $T > 0.5 \rightarrow K = (0.75 + 0.5 T) \leq 2$

Excentricidad Accidental. Según Norma E.030 (2018), es la excentricidad propia de la estructura debido a irregulares no previstas, puede determinarse en cada dirección de análisis por la siguiente fórmula:

$$M_{ti} = F_i \cdot e_i \quad (5)$$

e_i : “se considera como 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis” (Norma E.030, 2018, p. 27).

- c) **Análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral.** “Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral” (Norma E.030, 2018, p. 7); por tanto, “es uno de los métodos más utilizados para el análisis sísmico de estructuras... en el rango elástico” (Aguiar y Ortiz, 2017, p. 255).

Modos de Vibración. “se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis (Norma E.030, 2018, p. 27).

Aceleración Espectral. Según Norma E.030 (2018), en cada dirección de análisis se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad (6)$$

Fuerza Cortante Mínima. La fuerza cortante de diseño (dinámica) en el primer nivel no debe ser menor al 80 o 90% de la cortante estática en edificios regulares e irregulares (Norma E.030, 2018).

2.2.2.8. Validación de la estructura

Es válida si cumple con las restricciones de irregularidad y fuerza cortante mínima (mencionados), además de presentar una adecuada rigidez, resistencia y ductilidad que se presenta a continuación:

a) Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

Son el producto de 0.75R o 0.85R los resultados del análisis lineal y elástico para estructuras regulares o irregulares (Norma E.030, 2018).

Tabla 12

Limites para las Distorsiones de entrepiso

Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Norma E.030 (2018).

b) **Requisitos de resistencia.** Está dado por cinco combinaciones, que dependen del tipo de cargas aplicables al diseño. (Norma E.060, 2009).

Tabla 13

Combinaciones de diseño

Combinación	Fórmula
U ₁	1.4 CM + 1.7 CV
U ₂	1.25(CM + CV) ± CS _X
U ₃	1.25(CM + CV) ± CS _Y
U ₄	0.9 CM ± CS _X
U ₅	0.9 CM ± CS _Y

Nota: Norma E.060 (2009).

c) **Ductilidad.** “Capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico” (Norma E.060, 2009, p. 8). Se logra incorporando refuerzo en los elementos estructurales según el diseño estructural.

2.2.3. *Requerimientos para estructuras con disipadores*

Los sistemas de disipación de energía están permitidos por la Norma E.030, siempre y cuando se cumpla con los requerimientos para una estructura convencional y en medida se apliquen los requisitos de la Norma ACSE. La norma ASCE 7-16 (2017), en su acápite 18 “requerimientos de diseño sísmico para estructuras con sistemas de disipación” presenta cuatro métodos para el análisis de estructuras con disipadores.

Métodos no lineales

- Análisis no-lineal tiempo-historia
- Análisis no-lineal estático

Métodos lineales

- Análisis de respuesta espectral
- Análisis de fuerza lateral equivalente

En Perú, el método para el análisis de estructuras con disipadores es el análisis no lineal tiempo-historia.

2.2.3.1. Análisis Dinámico Tiempo - historia.

Se emplea un modelo matemático que tiene en cuenta explícitamente el comportamiento histerético de los elementos, determinando la respuesta a través de un mínimo de tres conjuntos de registros sísmicos, cada uno de los cuales comprende un par de componentes horizontales del movimiento del suelo, al cual se crea un espectro de pseudo aceleraciones y se escala por un mismo factor, de modo que los datos espectrales de los conjuntos de registros sísmicos sean iguales o superen la ordenada correspondiente del espectro de análisis dinámico, calculado con un coeficiente de reducción $R=1$ (Norma E.030, 2018).

2.2.3.2. Niveles de Demanda sísmica

Probabilidad de ocurrir un evento sísmico, según las características locales.

FEMA 356 (2000), SEAOC (1999) y ATC-40 (1996).

Tabla 14

Niveles de demanda sísmica, FEMA 356

Evento Sísmico	Tr (años)	Probabilidad de excedencia (% , años)
Frecuente	72	50 / 50
Ocasional	225	20 / 50
Raro	474	10 / 50
Muy Raro	2475	2 / 50

Nota: Adaptado de (FEMA 356, 2000).

Tabla 15

Niveles de demanda sísmica, SEAOC

Evento Sísmico	Tr (años)	Probabilidad de excedencia (% , años)
Frecuente	43	50 / 30
Ocasional	72	50 / 30
Raro	475	10 / 50
Muy Raro	970	10 / 100

Nota: Adaptado de (SEAOC, 1999).

Tabla 16

Niveles de demanda sísmica, ATC-40

Evento Sísmico	Tr (años)	Probabilidad de excedencia (% , años)
Servicio – SS	72	50 / 50
Diseño – SD	475	10 / 50
Máximo – SM	975	5 / 50

Nota: Adaptado de (ATC-40, 1996).

2.2.3.3. Niveles de desempeño

Mide la cantidad de pérdida en términos de propiedad y capacidad operativa causada por el daño de un evento sísmico (FEM 356, 2000).

Tabla 17

Estados de daño y niveles de desempeño, SEAOC

Estado de Daño	Nivel de Desempeño	Características Principales
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural insignificante. Servicio continuo, las instalaciones continuaran prestando servicio.
Leve	Operacional	Daños leves. Las instalaciones esenciales continuaran en servicio, las no esenciales pueden sufrir interrupciones. Reparaciones menores
Moderado	Seguridad de vida	Daños importantes. La estructura sufre daños, pero permanece estable. Seguridad de ocupantes. Reparaciones importantes
Severo	Pre-Colapso	Daño estructural severo. Cerca de colapsar la estructura. Fallan elementos estructurales y no estructurales. La reparación puede ser no factible económicamente.
Completo	Colapso	Colapso parcial o total de la estructura.

Nota: Adaptado de (SEAOC, 1999).

Tabla 18

Niveles de desempeño, ATC-40

Nivel de desempeño no estructural	SP-1 Ocupación inmediata	SP-2 Control de daño	SP-3 Seguridad de vida	SP-4 Seguridad limitada	SP-5 Estabilidad estructural	SP-6 No considerado
NP-A Operacional	1-A Operacional	2-A	NR	NR	NR	NR
NP-B Ocupación inmediata	1-B Ocupación inmediata	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C Seguridad de vida	1-C	2-C	3-C Seguridad	4-C	5-C	6-C
NP-D Amenaza	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
NP-E No considerado	NR	NR	3-E	4-E	5-E Estabilidad estructural	No aplicable

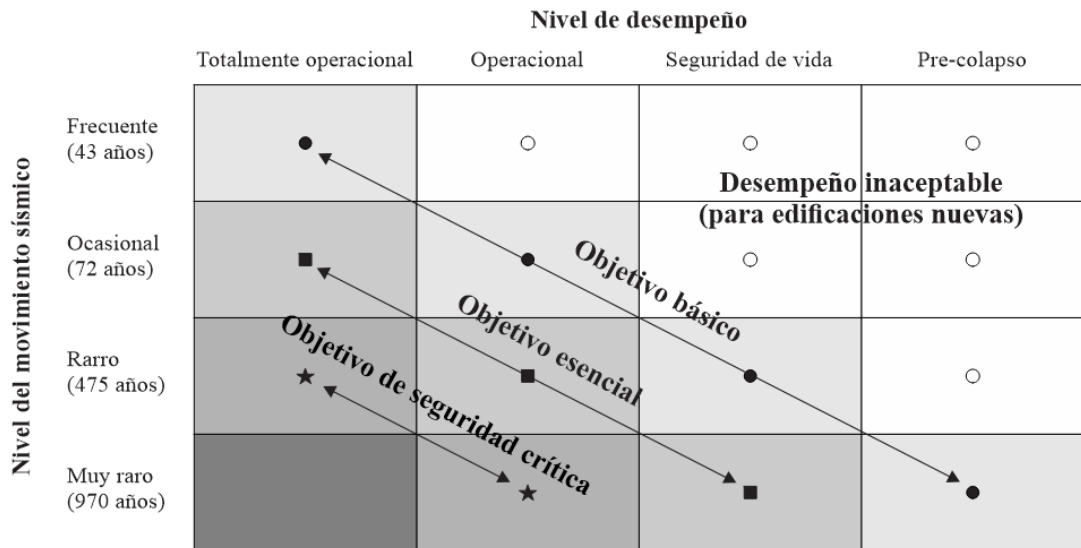
Nota: NR combinación no recomendada (ATC-40, 1996).

2.2.3.4. Objetivos de desempeño

Se define como una expresión del grado deseado de daño (nivel de desempeño) ante una intensidad de sismo (nivel de demanda sísmica) (Medina & Music, 2018).

Figura 3

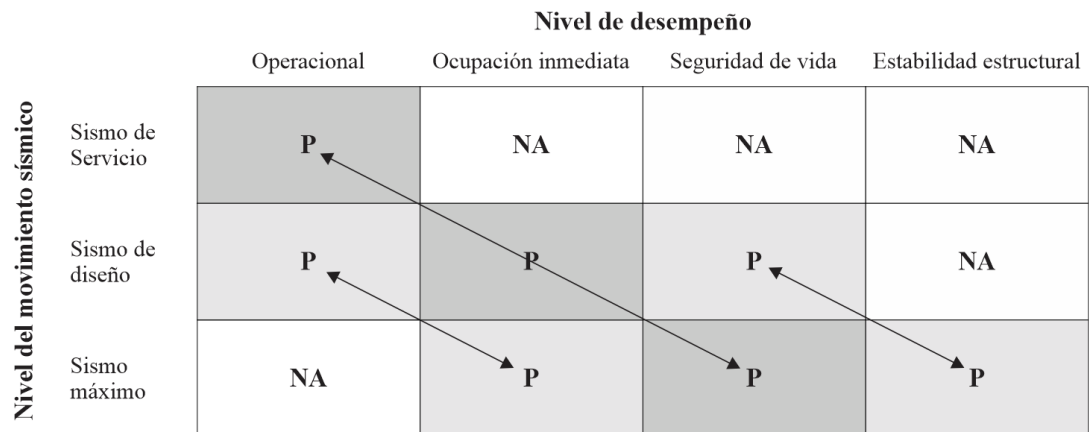
Objetivos de desempeño sísmico recomendados para edificaciones, SEAOC



Nota: Adaptado de (SEAOC, 1999).

Figura 4

Objetivos de desempeño sísmico, ATC-40



Nota: Adaptado de (ATC-40, 1996).

2.2.3.5. Deriva y Daño estructural

El control de los daños es muy complejo. Algunos elementos estructurales son sensibles a la aceleración y otros a las deformaciones entre pisos, lo que hace que la aceleración y deriva sean la consideración clave del diseño (SEAOC, 1999).

Tabla 19

Clasificación según tipo de estructura

Tipo	Descripción	Altura	Pisos	Piso	m
C1L	Pórticos de concreto armado (C1)	Poca altura	1 - 3	2	6
C1M		Media altura	4 - 7	5	15
C1H		Altos	8+	12	36
C2L	Muros de corte de concreto (C2)	Poca altura	1 - 3	2	6
C2M		Media altura	4 - 7	5	15
C2H		Altos	8+	12	36

Nota: La tabla 19 permite clasificar la edificación en estudio, de acuerdo con el tipo de estructura y cantidad de pisos. Fuente: Multi-hazard Loss Estimation Methodology Hazus (FEMA, 2011).

Tabla 20

Relación estado de daño – deriva de entrepiso

Tipo	Deriva de entrepiso - estado de daño			
	Leve	Moderado	Severo	Completo
C1L	0.0050	0.0087	0.0233	0.0600
C1M	0.0033	0.0058	0.0156	0.0400
C1H	0.0025	0.0043	0.0117	0.0300
C2L	0.0040	0.0084	0.0232	0.0600
C2M	0.0027	0.0056	0.0154	0.0400
C2H	0.0020	0.0042	0.0116	0.0300

Nota: La tabla 20 permite estimar la relación entre los niveles de desempeño y la deriva característica dependiendo del tipo de estructura. Fuente: Multi-hazard Loss Estimation Methodology Hazus (FEMA, 2011).

2.2.4. Disipadores sísmicos de fluido viscoso

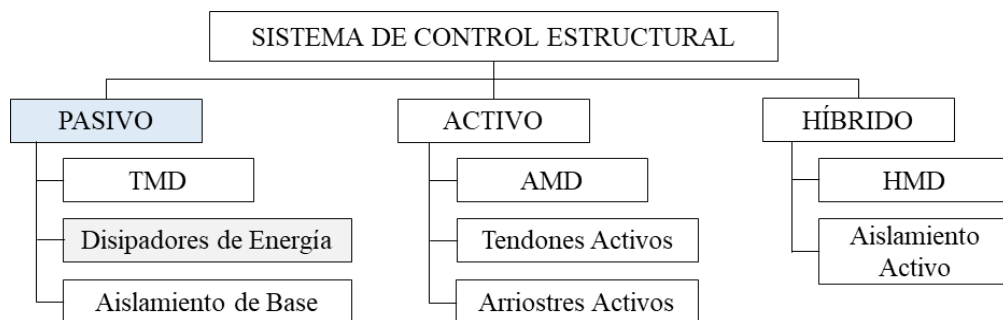
Son elementos que se unen a los pórticos estructurales, que durante un sismo disipan energía sísmica a través del paso de fluido viscoso en su interior, suscitando una resistencia al movimiento libre del edificio (CDV Ingeniería antisísmica, 2018).

2.2.4.1. Sistema de Control Estructural

Los disipadores de fluido viscoso están clasificados como elementos pasivos, ya que necesitan de una excitación externa (velocidad) para activarse (ASCE 7-16, 2017).

Figura 5

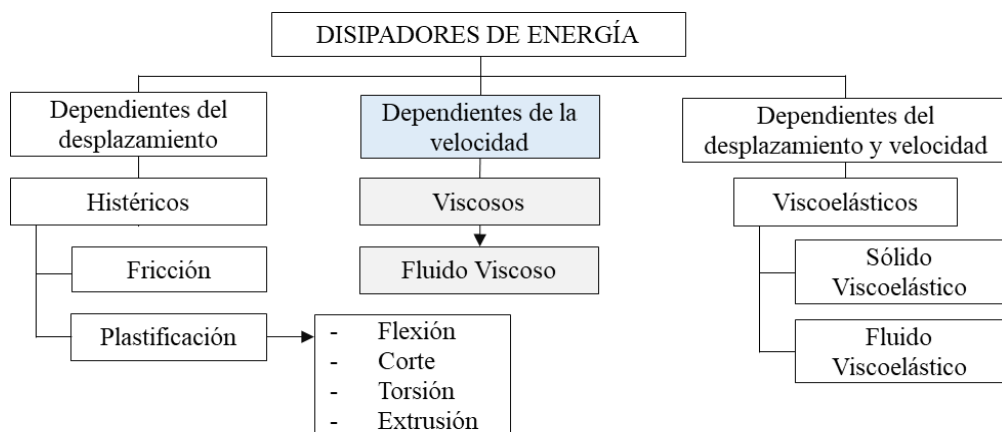
Sistema de control estructural



Nota: Adaptado de ASCE 7-16 (2017).

Figura 6

Sistema con Disipación de Energía

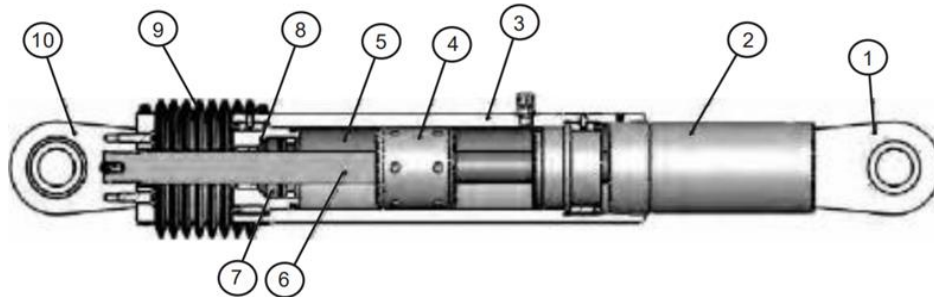


Nota: Adaptado de ASCE 7-16 (2017).

2.2.4.2. Componentes del Disipador de Fluido Viscoso

Figura 7

Componentes del Disipador de Fluido Viscoso



Donde:

1. Horquilla final con tratamiento térmico de aleaciones de acero con protección contra la corrosión.
2. Acero al carbono forjado en aluminio con protección contra la corrosión.
3. Cilindro con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas o pintura.
4. Cabeza del pistón de acero sólido o de bronce.
5. Fluido viscoso, silicona incompresible.
6. Vástago de acero inoxidable.
7. Sellos / rodamientos de sello, juntas dinámicas.
8. Tapa con tratamiento térmico de aleaciones de acero, protegido contra la corrosión a través de placas o pintura.
9. Fuelle, nylon reforzado de neopreno.
10. Cojinete esférico forjado con aleación de calidad aeronáutica.

Nota: Villarreal y Díaz (2016)

2.2.4.3. Criterios de ubicación

Según Carranza y Calderón (2015), los disipadores deben ubicarse en zonas de velocidades máximas y entrepisos con mayor deriva, de acuerdo con la arquitectura. Así mismo, ACSE 7-16 (2017) estipula que se deben disponer al menos dos dispositivos en cada dirección a reforzar de forma simétrica.

2.2.4.4. Disposición o Arreglo del disipador

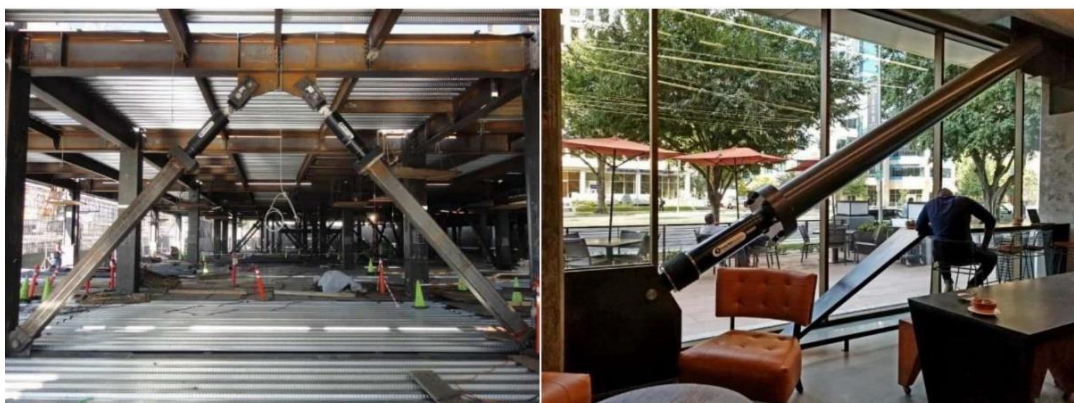
Es la forma en que se colocan los disipadores, “de manera que se permita la inspección, el mantenimiento y el reemplazo de dispositivos, por lo que al acceso a los mismos debe ser previsto en el diseño” (Genatios y Lafuente, 2016, p. 97).

Carranza y Calderón (2015), hacen mención a dos tipos de arreglos:

- **Disposición chevron**, se instalan horizontalmente, de tal forma que asimilan de forma directa las fuerzas sísmicas, eficiencia del 100%.
- **Disposición diagonal**, se instalan diagonalmente, articulado a un nudo rígido (conexión viga-columna). El grado de inclinación del brazo metálico que soporta al DFV es un factor crucial para determinar su eficacia.

Figura 8

Disposición Chevron y Diagonal



Nota: Taylor Devices Inc (2021).

2.2.4.5. Propiedades de los disipadores de fluido viscoso

- **Fuerza en el disipador “F”**

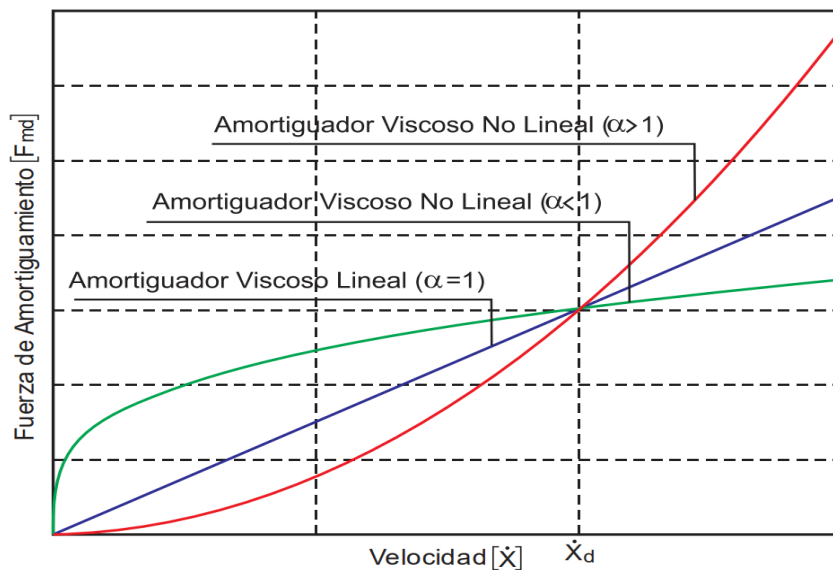
Según ASCE 7-16 y FEMA 356 se caracteriza por la siguiente ecuación:

$$F = CV^\alpha \quad (7)$$

El exponente α caracteriza la respuesta del dispositivo a impactos de velocidad, por ende, los valores predominantes de α para el diseño sísmico de edificios oscilan entre 0.4 y 0.5, lo que se atribuye a la eficacia del disipador ($\alpha < 1$), ya que puede proporcionar una fuerza de amortiguación superior a velocidades relativas bajas en comparación con otros tipos de disipadores (Villareal y Díaz, 2016)

Figura 9

Relación Velocidad vs. Fuerza del Disipador



Nota: (Villareal y Díaz, 2016).

- **Amortiguamiento viscoso de la estructura “B_H”**

El valor de B_H depende del amortiguamiento que se desea alcanzar, además se tiene que contar con las derivas máximas del análisis dinámico tiempo - historia, en las dos direcciones de análisis.

Factor de reducción de respuesta sísmica (B)

$$B = \frac{D_{\text{máx}}}{D_{\text{objetivo}}} \quad (8)$$

Amortiguamiento efectivo (B_{eff})

$$B = \frac{2.31 - 0.41\text{Ln}(B_o)}{2.31 - 0.41\text{Ln}(B_{\text{eff}})} \quad (9)$$

Amortiguamiento viscoso de la estructura (B_H)

$$B_H = B_{\text{eff}} - B_o \text{ (\%)} \quad (10)$$

B_o se considera 5% (concreto). La empresa CDV, sugiere diseñar los DFV con un amortiguamiento viscoso entre el 20% a 40%.

- **Coefficiente de amortiguamiento “C”**

En el cálculo del coeficiente de amortiguamiento no lineal (C) empleamos la ecuación descrita en el Fema 274, de la cual despejando obtenemos lo siguiente:

$$\sum C_j = \frac{B_H \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \cdot \omega^{2-\alpha} \cdot (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \cdot \cos^{1+\alpha} \theta_j)} \quad (11)$$

Tabla 21

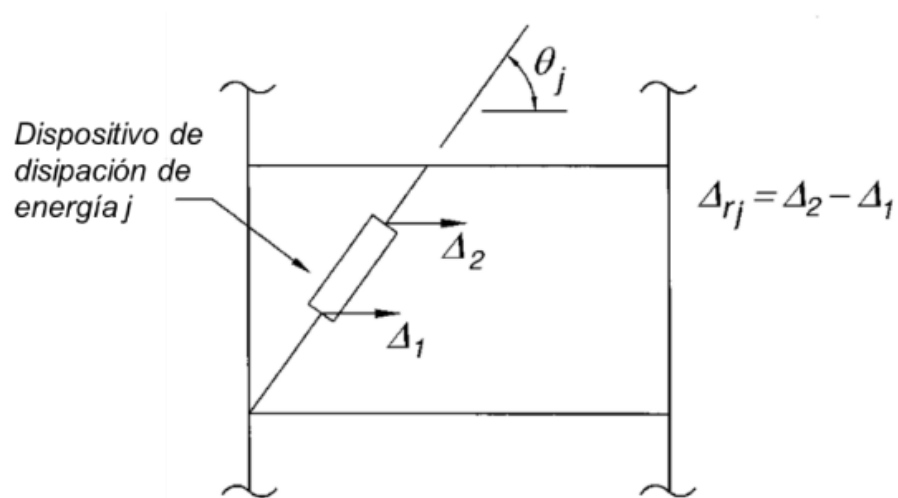
Valores de λ respecto al exponente de velocidad α

Exponente α	Parametro λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2.00	2.7

Nota: FEMA 274 (1997).

Figura 10

Ángulo y desplazamiento relativo del disipador



Nota: FEMA 274 (1997).

Amplitud del desplazamiento del modo fundamental (A).

$$A = \frac{10 \cdot r_1 \cdot S_a \cdot T}{4 \cdot B_{mD} \cdot \pi^2} \text{ (m)} \quad (12)$$

Tabla 22

Valores de Bmd respecto al amortiguamiento efectivo

Amortiguamiento efectivo B_{eff} (Porcentaje del crítico)	$B_{V+1}, B_{1D}, B_{1E}, B_R, B_{1M}, B_{mD}, B_{mM}$ (donde el periodo de la estructura $\geq T_0$)
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.8
40	2.1
50	2.4
60	2.7
70	3.0
80	3.3
90	3.6
≥ 100	4.0

Nota: (ASCE 7-16, 2017).

- **Parámetros inherentes del Disipador de Fluido Viscoso**

Son valores numéricos que definen su comportamiento de estos dispositivos:

Coefficiente de amortiguamiento (C).

$$C = \frac{\sum C_j}{N_d} \text{ (Tn. s/m)} \quad (13)$$

Rigidez axial del brazo metálico (K).

$$K = \frac{E_m \cdot A_m}{L_m} \text{ (Tn/m)} \quad (14)$$

Exponente de velocidad (α).

Se considerará según la eficiencia del DFV ($\alpha < 1$).

2.2.4.6. Disipadores de Energía de Fluido Viscoso “Taylor”

Taylor devices, es el principal fabricante de disipadores de Fluido Viscoso con su marca “Taylor” desde 1955, diseñados y elaborados en North Tonawanda, Nueva York, EE.UU. En Perú, CDV Ingeniería Antisísmica representa, importa y comercializa los disipadores marca Taylor. Para estimar el costo de cada disipador, la empresa requiere la siguiente información:

- Fuerza máxima.
- Coeficiente de amortiguamiento.
- Exponente de velocidad.
- Máximo Stroke (desplazamiento máximo en los dispositivos, el cual se puede determinar al evaluar las curvas histeréticas de cada dispositivo).
- Máxima velocidad.
- Disposición del disipador.
- Cantidad de disipadores.

2.3. Marco conceptual

Comportamiento estructural. “Es la respuesta de deformaciones y acciones interiores en los distintos elementos o partes que componen la estructura, ante un conjunto de sollicitaciones” (Ottazzi, 2013, p. 101).

Disipadores de fluido viscoso. Son elementos que se adosan a los pórticos estructurales, y que, en un momento sísmico, disipan energía sísmica a través del paso de fluido viscoso en su interior ocasionando una resistencia a movimiento libre del edificio (CDV Ingeniería antisísmica, 2018).

EMS. Son exploraciones de campo, pruebas de laboratorio y gabinete con el fin de estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante sollicitaciones (Norma E.050, 2018).

Análisis sísmico estático. Son métodos utilizados para el análisis sísmico de estructuras en el rango elástico (Norma E.030, 2018).

Análisis dinámico modal espectral. “Es uno de los métodos más utilizados para el análisis sísmico de estructuras en el rango elástico” (Aguiar y Ortiz, 2017).

Análisis dinámico tiempo-historia. Es un método complementario para el análisis sísmico de estructuras en el rango inelástico (Norma E.030, 2018).

Disposición o arreglo. Es la forma en que se colocan los disipadores, “de manera que se permita la inspección, el mantenimiento y el reemplazo de dispositivos” (Genatios y Lafuente, 2016, p.96).

Parámetros inherentes. “Caracterizan la respuesta de los disipadores en la edificación ante eventos sísmicos” (Alvares, 2017, p.22).

2.4. Hipótesis

La incorporación de Disipadores de Fluido Viscoso influye significativamente en el comportamiento estructural de la edificación de ocho niveles, reduciendo los desplazamientos, derivas y la energía absorbida.

2.5. Operacionalización de Variables

Tabla 23

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional			
				Indicadores	Ítem		
DEPENDIENTE Comportamiento estructural	“Es la respuesta de deformaciones y acciones interiores en los distintos elementos o partes que componen la estructura, ante un conjunto de solicitaciones” (Ottazzi, 2013, p. 101).	EMS	Son exploraciones de campo, pruebas de laboratorio y gabinete con el fin análisis de estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante solicitaciones (Norma E.050, 2018).	Peso Específico de Suelo	gr/cm ³		
				Contenido de Humedad	%		
				Límites de Consistencia	%		
				Análisis Granulométrico	%		
						Corte Directo	Kg/cm ²
		Análisis sísmico estático	Son métodos utilizados para el análisis sísmico de estructuras en el rango elástico (Norma E.030, 2018)	Sistema estructural	---		
				Irregularidades	---		
				Cortante estática	Tonf		
		Análisis dinámico modal espectral	“Es uno de los métodos más utilizados para el análisis sísmico de estructuras en el rango elástico” (Aguilar y Ortiz, 2017)	Cortante dinámica	Tonf		
				Desplazamientos	cm		
				Derivas inelásticas	< 0.007		
		Análisis dinámico tiempo-historia	Es un método complementario para el análisis sísmico de estructuras en el rango inelástico (Norma E.030, 2018)	Desplazamientos con disipadores	cm		
Derivas inelásticas con disipadores	---						
Amortiguamiento	%						
Energía disipada	%						
INDEPENDIENTE Disipadores de fluido viscoso.	“Son elementos que se adosan a los pórticos estructurales, y que en un momento sísmico, disipan energía sísmica a través del paso de fluido viscoso en su interior ocasionando una resistencia a movimiento libre del edificio” (CDV Ingeniería antisísmica, 2018)	Disposición o arreglo	Es la forma en que se colocan los disipadores, “de manera que se permita la inspección, el mantenimiento y el reemplazo de dispositivos” (Genatios y Lafuente, 2016, p.96)	Chevron diagonal	---		
				Parámetros inherentes	“Caracterizan la respuesta de los disipadores en la edificación ante eventos sísmicos” (Alvares, 2017, p.22)	Rigidez del brazo metálico “K”	Tonf/m
		Coefficiente de Amortiguamiento “C”	Tonf.(s/m)				
		Exponente de amortiguamiento “α”	α < 1				

CÁPITULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación fue de tipo cuantitativo, debido a que acota de forma intencional la información (Hernández et al., 2014), para determinar el comportamiento estructural de edificaciones.

Según Sanca (2011)

- Finalidad: Aplicada.
- Estrategia o enfoque metodológico: Cuantitativa.
- Objetivos: Descriptiva.
- Temporalidad: Transversal (Sincrónica).
- Contexto donde sucede: Biblioteca, laboratorio y campo.

Según Arias (2012)

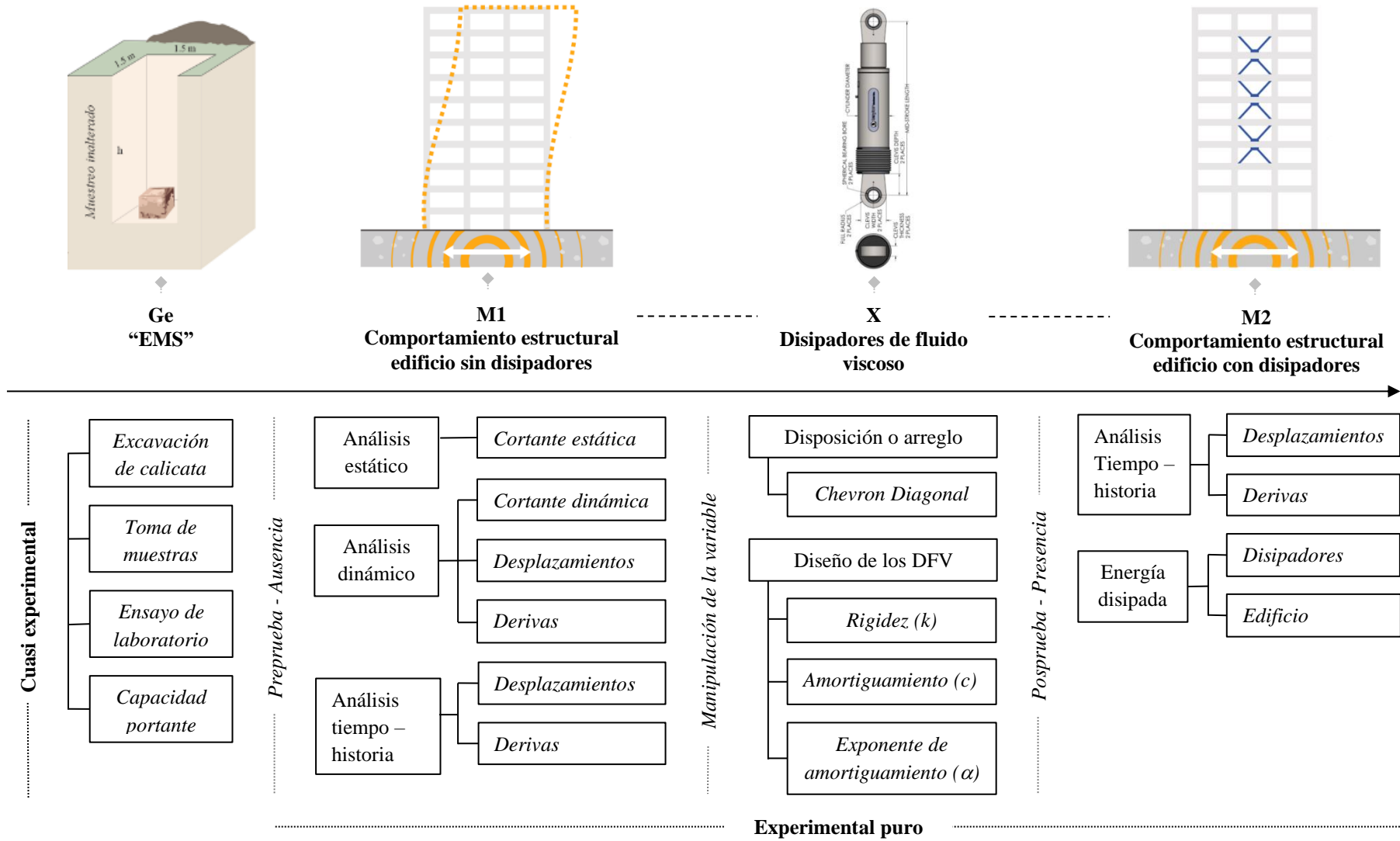
- Fuente de datos: Mixta.
- Control de diseño de la prueba: Experimental puro.

3.2. Diseño de investigación

Para el estudio se usó un diseño experimental-cuantitativa debido a que se manipula la variable independiente (disipadores de fluido viscoso) para analizar las consecuencias que tal manipulación tiene sobre la variable dependiente (comportamiento estructural) (Hernández Sampieri y Mendoza, 2018).

Figura 11

Diseño descriptivo – secuencia temporal



3.3. Métodos de investigación

En el estudio se aplicó el método científico, ya que es “el elemento esencial para dilucidar las cuestiones de investigación a través de la observación, hipótesis, demostración e interpretación” (Pulido, 2015, p.1141).

Preliminarmente se realizó el EMS, seguido de la revisión y entendimiento del diseño arquitectónico, luego se aplicaron los procedimientos y requerimientos de la normatividad vigente (E.020, E.030 y E.060), para determinar el comportamiento estructural de la edificación mediante un modelo estructural en el software ETABS V20. Posteriormente, se incorporaron los DFV, utilizando como guía las normativas ASCE, FEMA y SEAOC, para evaluar la influencia de los DFV en el comportamiento estructural de la edificación. Finalmente, se interpretaron los resultados y se validó la hipótesis formulada.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población estuvo constituida por las edificaciones de concreto armado nuevas por construir de uso para hotel (categoría C) en la ciudad de Cajamarca.

3.4.2. Muestra

La muestra se eligió mediante un muestreo no probabilístico, por conveniencia y estuvo representada por el objeto de estudio que viene a ser una edificación de ocho niveles destinado a hotel (categoría C) en la ciudad de Cajamarca.

3.4.3. Unidad de análisis

Comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles, a la que posteriormente se incorporan los disipadores de fluido viscoso con el fin de determinar la influencia de estos dispositivos.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 24

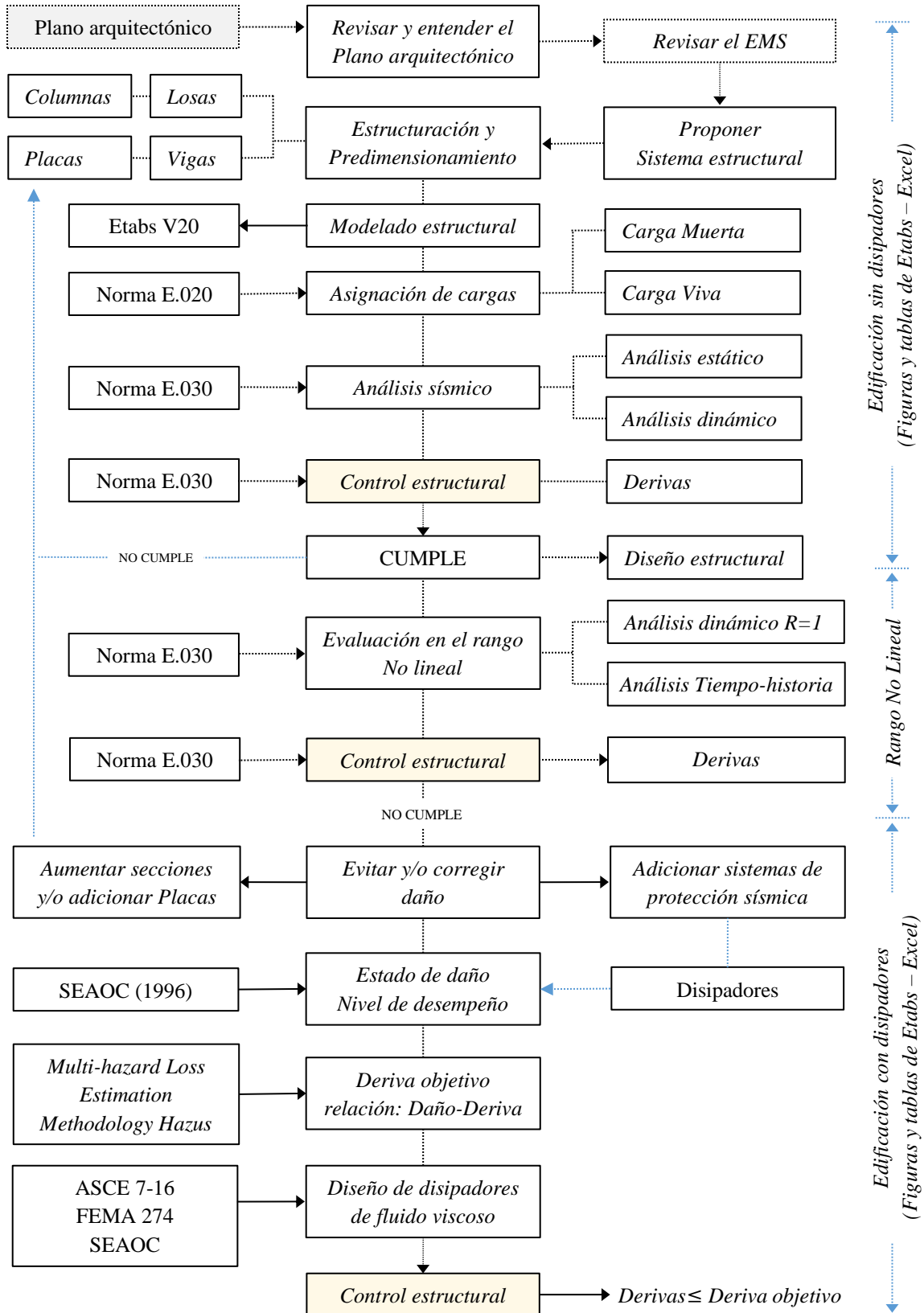
Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnicas	Instrumentos
DEPENDIENTE Comportamiento estructural	Muestras de suelo	Ensayos ex situ: - Peso Específico de Suelo - Contenido de Humedad - Límites de Consistencia - Análisis Granulométrico - Corte Directo	Formatos de ensayos de laboratorio
	Planos de la edificación	Modelamiento	Modelado estructural
	Norma E.020	Análisis sísmico: estático y dinámico	Matriz de análisis
	Norma E.030		
	Registros de aceleración sísmica (CISMID)	Análisis tiempo-historia	Matriz de análisis
Norma E.030			
INDEPENDIENTE Disipadores de fluido viscoso	SEAOC (1996)	Estado de daño y Nivel de desempeño	Recopilación y Guía Observacional
	SEAOC (1996)	Objetivos de desempeño	Recopilación y Guía Observacional
	Multi-hazard Loss Estimation Methodology Hazus (FEMA, 2011)	Deriva y Daño estructural	Recopilación y Guía Observacional
	ASCE 7-16		Matriz de análisis
	FEMA 274	Diseño de DFV	
	SEAOC (1996)		Matriz de análisis

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Figura 12

Procedimiento y análisis de datos



3.7. Aspectos éticos

Según Hernández Sampieri y Mendoza (2018) en su capítulo 2 “La Ética en la Investigación” alude a:

- **Beneficencia:** Las actividades que contribuyen a la investigación, no presenta riesgos, daños, amenazas ni peligros físicos, naturales, sociales o económicos.
- **Dignidad humana:** Todo integrante y/o colaborador en la presente investigación fue informado sobre todos los procedimientos a seguir, respetando sus decisiones y derechos.
- **Consentimiento informado:** El investigador participo de inicio a fin en el presente estudio, así mismo cada participante proporciono consentimiento acerca de su colaboración en la presente investigación.
- **Confidencialidad:** No se revela información ni datos de quien no se tenga el consentimiento.
- **Credibilidad:** Se respeto los resultados obtenidos en su totalidad (sin importar cuales hayan sido).

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. EMS

Según la clasificación SUCS, el tipo de suelo encontrado es una arcilla de plasticidad baja a media (CL), con un contenido de humedad del 11.96%; además, a una profundidad de desplante de 1.50m, la capacidad portante es de 0.99 kg/cm². Dando con esto una clasificación de suelo S2 (Norma E.030, 2018).

Tabla 25

Características Físico-Mecánicas del suelo de Cimentación

Parámetros		C 01	
		Valor	unidad
Peso específico	γ	2.67	gr/cm ³
Contenido de humedad	H	11.96	%
Límite líquido	LL	45.35	%
Límite plástico	LP	20.08	%
Clasificación	SUCS	CL	
Ángulo de fricción	\emptyset	12.30	°
Cohesión	C	0.30	Kg/cm ²
Capacidad portante	q _{adm}	0.99	Kg/cm ²

4.1.2. Análisis sísmico estático y dinámico

La edificación cuenta con ocho niveles, con servicios generales de un Hotel, misma que fue modelada y analizada en el software Etabs V20, conforme a las directrices de la norma E.030 (2018).

Figura 13

Modelo estructural

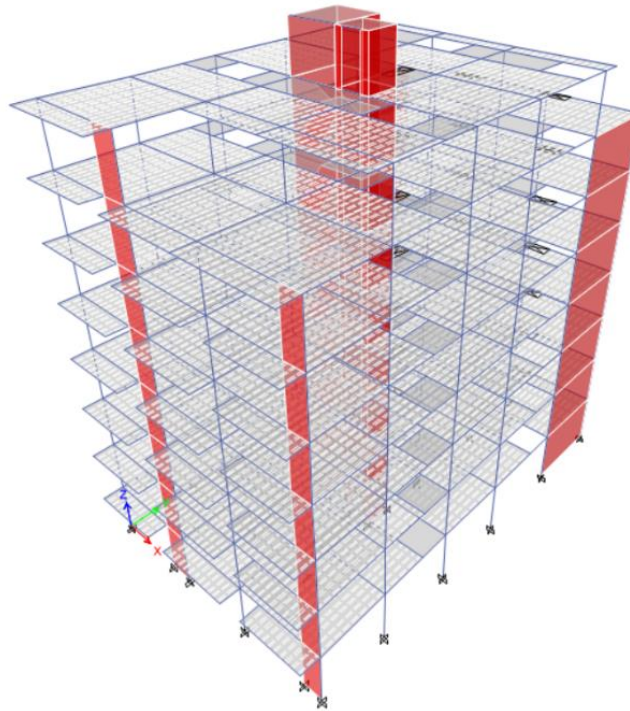


Tabla 26

Parámetros sísmicos en X e Y

Descripción	Símbolo	X	Y
Factor de Zona	Z	0.35	0.35
Factor de Suelo	S	1.15	1.15
Periodo corto	Tp	0.60	0.60
Periodo largo	TL	2.00	2.00
Factor de Amplificación Sísmica	C	1.97	2.37
Factor de Uso	U	1	1
Coefficiente básico de Reducción	Ro	6	6
Factores de Irregularidad en Altura	Ia	1	1
Factores de Irregularidad en Planta	Ip	1	1
Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	R	6	6
Periodo fundamental de la estructura	T	0.763	0.632

En la estructura, el primer modo de vibración tiene un periodo de 0.763 s, es de traslación; el segundo modo de vibración tiene un periodo de 0.663 s, es de rotación; y el tercer modo de vibración tiene un periodo de 0.632, es de traslación. No obstante, en el análisis de irregularidades se constató que no presenta irregularidades en planta y en altura (Anexo E). En la estructura las placas absorben más del 70% de la fuerza cortante, resultando un sistema de muros estructurales, así mismo, la cortante dinámica en el eje X e Y es de 350.66 Ton y 399.25 Ton, lo que representa el 72.50% y 68.40% de la cortante estática, siendo así, no cumple con la cortante mínima de 80% según norma E.030 (2018), por lo que fue necesario escalar por un factor en ambas direcciones de análisis, este factor no afecta a los desplazamientos y derivas (Norma E.030, 2018); así mismo, los desplazamientos absolutos máximos en X e Y es de 27.54 mm y 22.90 mm; así mismo, las derivas máximas en X e Y es de 0.0059 y 0.0051, son menores a 0.007, por lo tanto la estructura cumple con los lineamientos de la norma E.030.

Figura 14

Modos de vibración

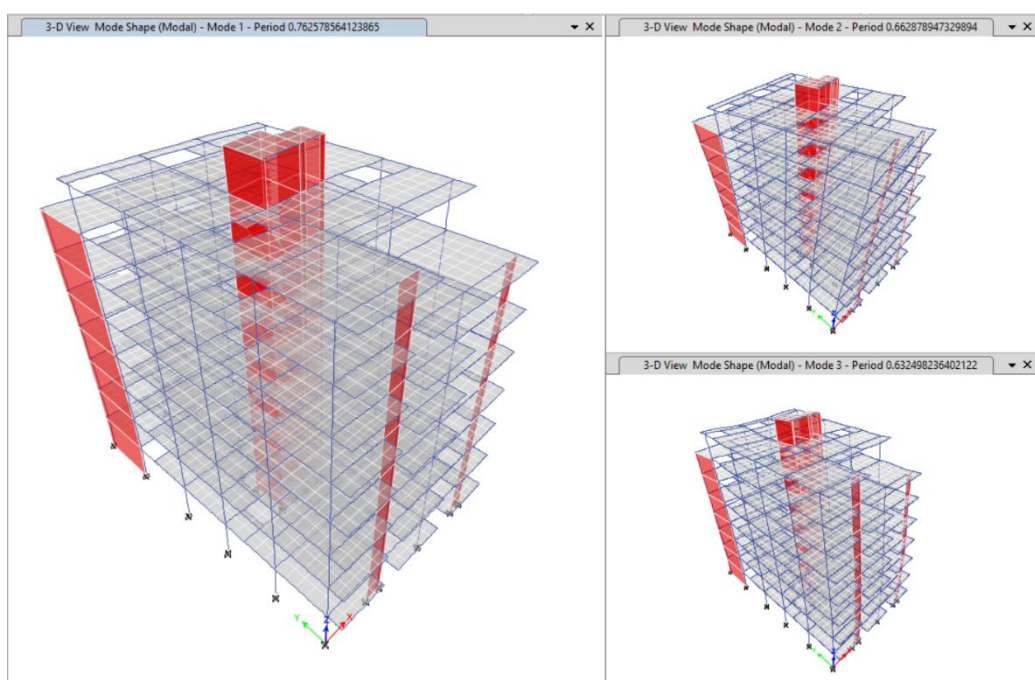


Tabla 27*Sistema estructural*

Dirección	Elemento estructural	Fuerza cortante		Sistema estructural
		(Tonf)	(%)	
X	Columnas	62.25	12.93	Muros estructurales
	Placas	419.01	87.07	
	Total	481.26	100.00	
Y	Columnas	32.56	5.72	Muros estructurales
	Placas	537.10	94.28	
	Total	569.66	100.00	

Tabla 28*Cortante mínima*

Descripción	D _x	D _y	Und
Cortante estática	483.93	584.09	Tonf
Cortante dinámica	350.66	399.25	Tonf
V _d / V _e ≥ 80 %	72.50	68.40	%
Factor de escala	1.1034	1.1696	-
Cortante dinámica escalada	386.92	466.96	Tonf
Verificación	Cumple	Cumple	-

Tabla 29*Desplazamientos y derivas en X e Y*

Nivel	Desplazamientos (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.007
8	27.54	22.90	0.0053	Si	0.0049	Si
7	24.02	19.45	0.0057	Si	0.0051	Si
6	20.04	15.87	0.0059	Si	0.0051	Si
5	15.88	12.26	0.0059	Si	0.0049	Si
4	11.71	8.76	0.0056	Si	0.0045	Si
3	7.72	5.54	0.0050	Si	0.0038	Si
2	4.19	2.82	0.0039	Si	0.0027	Si
1	1.44	0.87	0.0020	Si	0.0012	Si
Máx.	27.54	22.90	0.0059	Cumple	0.0051	Cumple

Figura 15

Desplazamientos máximos en X e Y

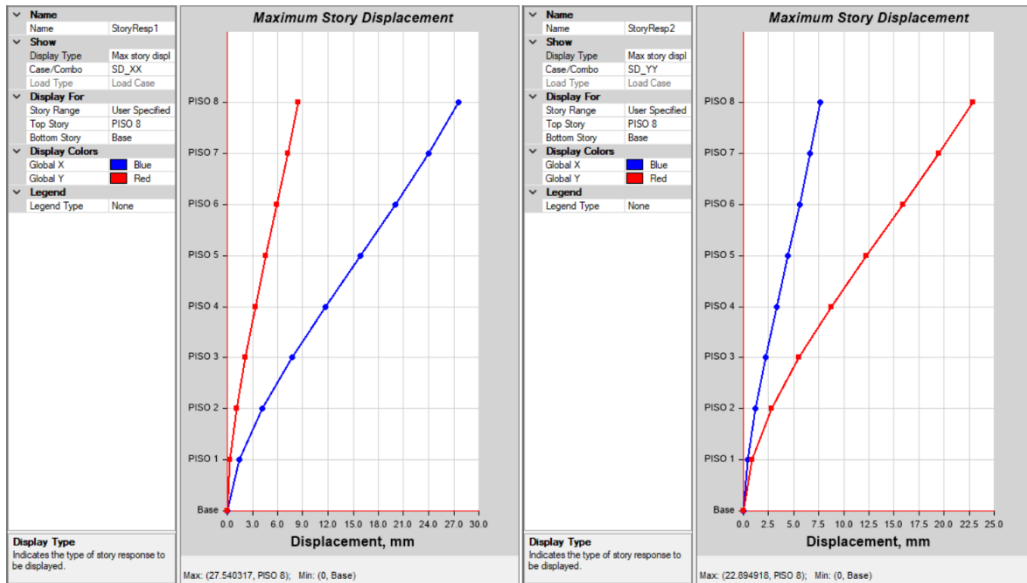
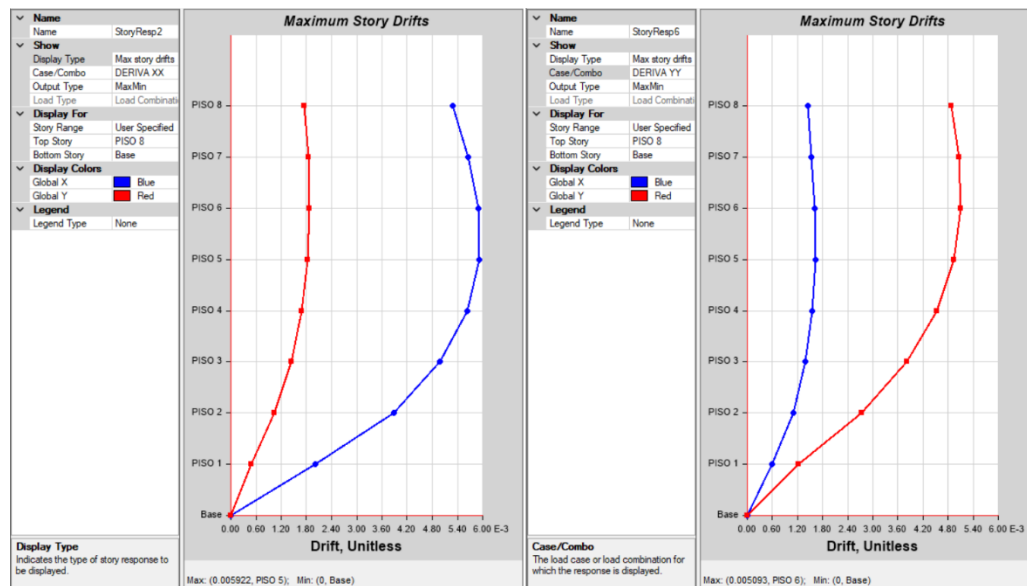


Figura 16

Derivas máximas en X e Y



Diseño estructural

El diseño de los elementos estructurales cumple los lineamientos de la norma E.060 (Anexo G).

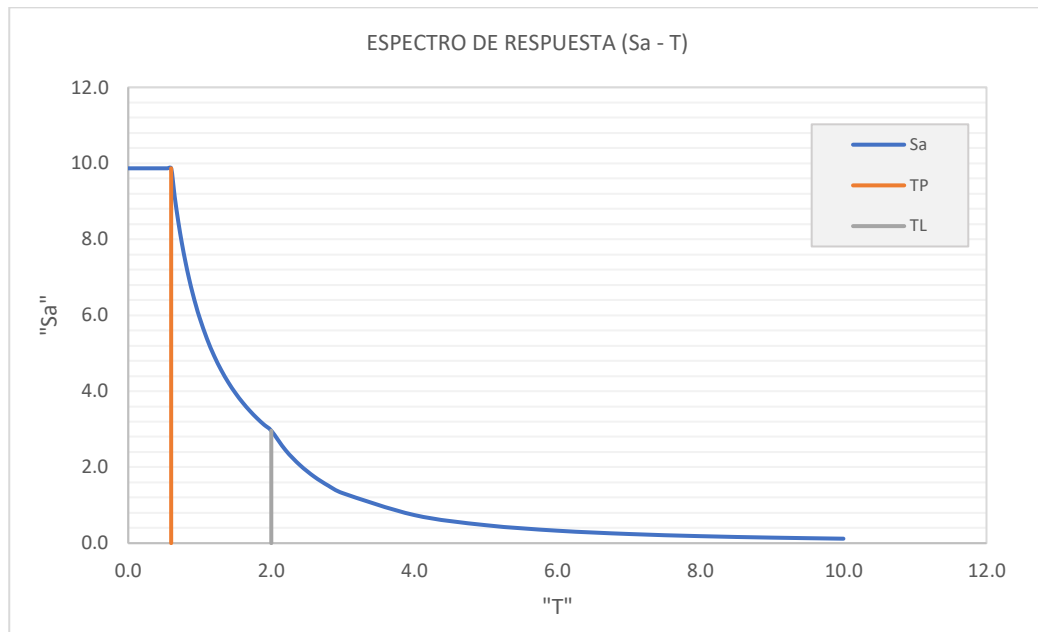
4.1.3. *Análisis dinámico Tiempo – historia*

Para el análisis tiempo-historia, se consideró tres registros sísmicos (Lima 1966, Lima 1974 e Ica 2007), los cuales fueron corregidos y escalados al espectro de respuesta $R=1$ (Norma E.030, 2018). En el análisis dinámico $R=1$, en el eje X e Y presenta derivas máximas de 0.0079 y 0.0068, observando que en la dirección X supera el límite. Para el sismo Lima 1966, caso I, en el eje X e Y presenta derivas máximas de 0.0103 y 0.0068, mientras que para el caso II, en el eje X e Y presenta derivas máximas de 0.0096 y 0.0064. Para el sismo Lima 1974, caso I, en el eje X e Y presenta derivas máximas de 0.0090 y 0.0070, mientras que para el caso II, en el eje X e Y presenta derivas máximas de 0.0074 y 0.0072. Para el sismo Ica 2007, caso I, en el eje X e Y presenta derivas máximas de 0.0088 y 0.0074, mientras que para el caso II, en el eje X e Y presenta derivas máximas de 0.0083 y 0.0070. De los resultados se eligió el sismo cuyas características tienen mayor similitud al del análisis dinámico $R=1$, siendo el sismo Ica 2007 - caso II, cuyas derivas obtenidas y verificadas son manteniendo la filosofía de diseño sismorresistente ($\Delta < 0.007$), de salvaguardar la vida, que permite daño importante al sistema estructural, el cual se controla con la deriva objetivo (Hazus) e incorporación de DFV.

Tabla 30

Sismos sísmicos

Sismo	Magn.	Estación	Comp.	N° de puntos	Intervalo de tiempo	Acel. Máx.
LIMA, 17/10/1966	8.1	Parque de la Reserva	EW	9882	0.02	180.56
	Mw		NS	9882	0.02	268.24
LIMA, 17/10/1974	6.6	Parque de la Reserva	EO	4899	0.02	194.21
	Mw		NS	4899	0.02	180.09
ICA, 15/08/2007	7.9	Única	EO	21806	0.01	272.82
	Mw		NS	21806	0.01	333.66

Figura 17*Espectro de respuesta R=1***Tabla 31***Desplazamientos y derivas en X e Y, Análisis dinámico R=1*

Nivel	Desplazamientos (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.007
8	165.21	137.37	0.0070	No	0.0065	Si
7	144.06	116.72	0.0075	No	0.0067	Si
6	120.20	95.22	0.0079	No	0.0068	Si
5	95.27	73.57	0.0079	No	0.0066	Si
4	70.22	52.54	0.0075	No	0.0060	Si
3	46.31	33.22	0.0066	Si	0.0051	Si
2	25.16	16.94	0.0052	Si	0.0037	Si
1	8.62	5.24	0.0027	Si	0.0016	Si
Máx.	165.21	137.37	0.0079	No cumple	0.0068	Cumple

Tabla 32

Sismos corregidos en SeismoSignal 2021

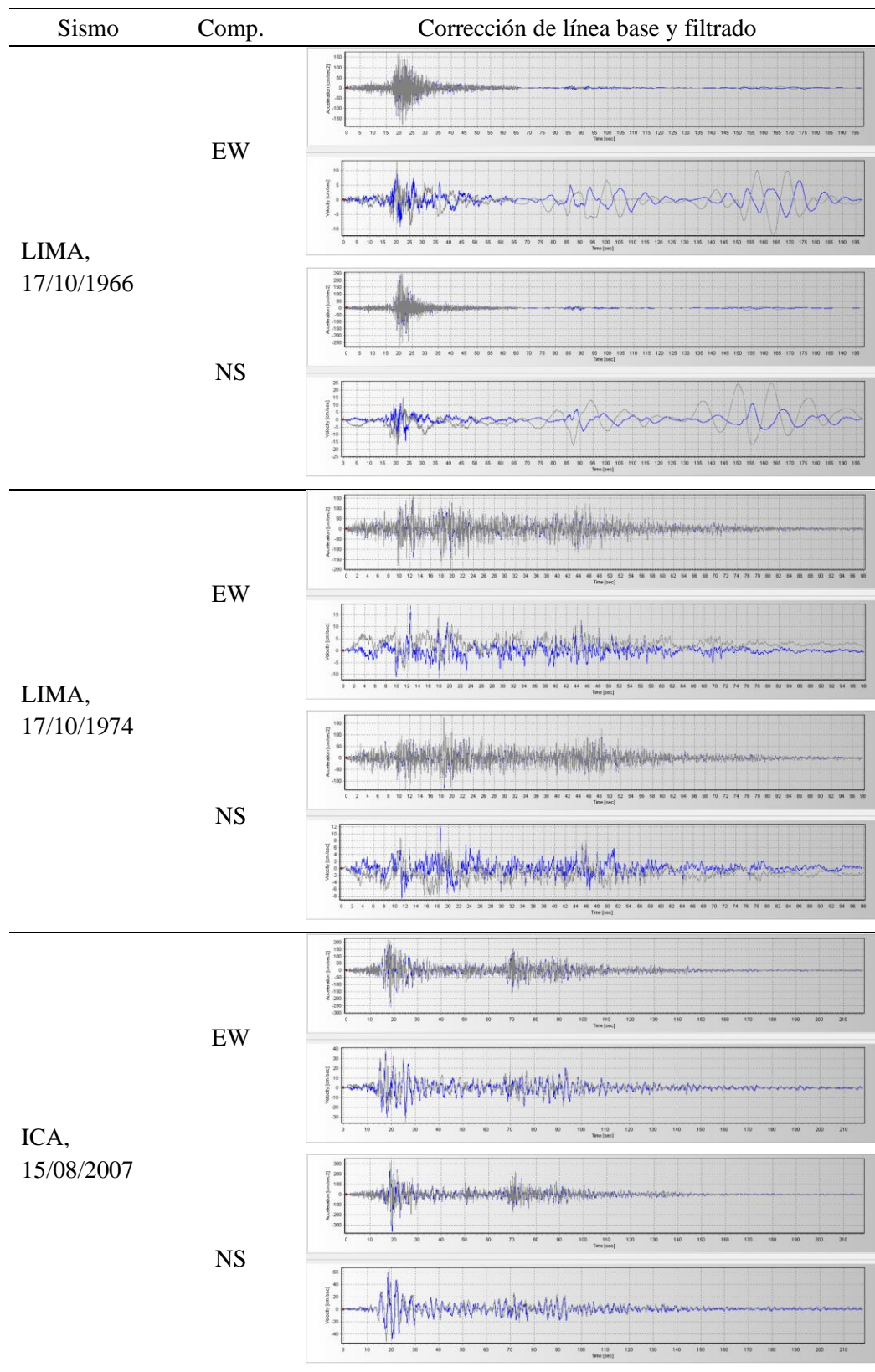


Tabla 33

Sismos escalados en SeismoMatch 2022


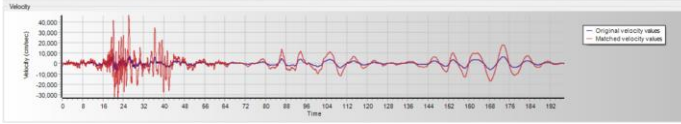
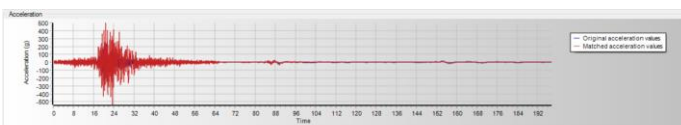
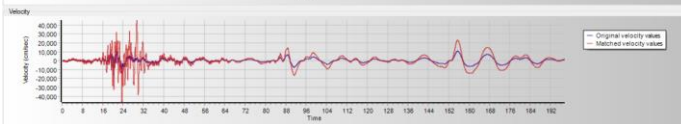
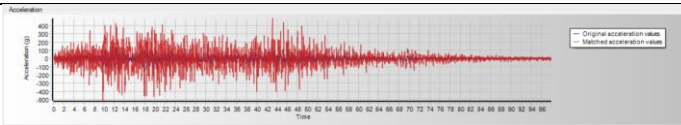
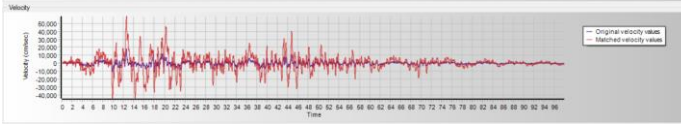
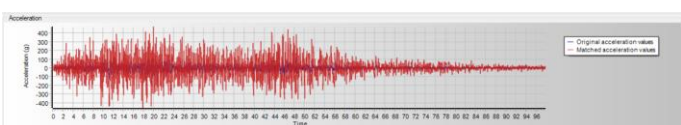
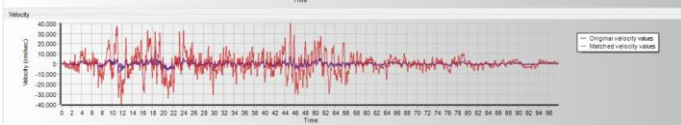
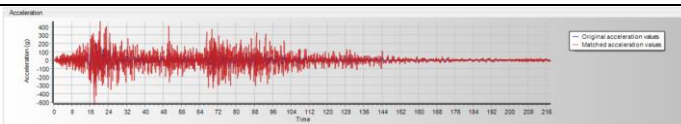
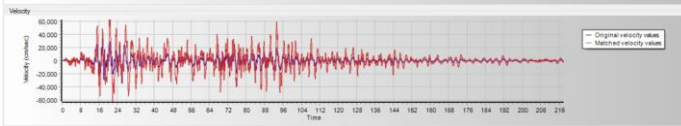
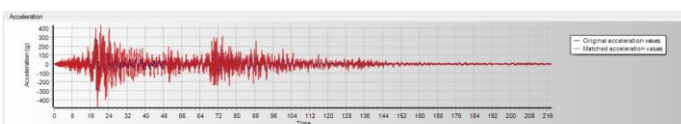
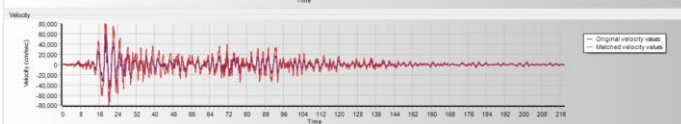
Sismo	Comp.	Escalamiento a espectro R=1
LIMA, 17/10/1966	EW	
		
	NS	
		
LIMA, 17/10/1974	EW	
		
	NS	
		
ICA, 15/08/2007	EW	
		
	NS	
		

Tabla 34*Derivas en X e Y, Análisis dinámico tiempo - historia*

Dir.	Nivel	LIMA 1966		LIMA 1974		ICA 2007	
		Caso I	Caso II	Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
X	8	0.0093	0.0085	0.0079	0.0068	0.0080	0.0073
	7	0.0099	0.0092	0.0084	0.0072	0.0086	0.0078
	6	0.0103	0.0096	0.0089	0.0074	0.0088	0.0082
	5	0.0102	0.0094	0.0090	0.0072	0.0086	0.0083
	4	0.0096	0.0086	0.0085	0.0067	0.0078	0.0079
	3	0.0085	0.0072	0.0073	0.0058	0.0066	0.0071
	2	0.0067	0.0055	0.0057	0.0045	0.0050	0.0055
	1	0.0035	0.0028	0.0030	0.0023	0.0027	0.0029
Máx.	6	0.0103	0.0096	0.0090	0.0074	0.0088	0.0083
Y	8	0.0067	0.0062	0.0069	0.0069	0.0070	0.0067
	7	0.0068	0.0064	0.0070	0.0071	0.0074	0.0070
	6	0.0068	0.0064	0.0070	0.0072	0.0074	0.0070
	5	0.0067	0.0061	0.0066	0.0070	0.0072	0.0068
	4	0.0061	0.0055	0.0059	0.0065	0.0066	0.0062
	3	0.0052	0.0046	0.0048	0.0057	0.0055	0.0052
	2	0.0038	0.0032	0.0034	0.0042	0.0039	0.0037
	1	0.0017	0.0015	0.0016	0.0019	0.0017	0.0016
Max.	6	0.0068	0.0064	0.0070	0.0072	0.0074	0.0070

Caso I (E-W, N-S), CASO II (N-S, E-W)

Tabla 35*Desplazamientos y derivas en X e Y, sismo Ica 2007, caso 2*

Nivel	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.007
8	173.91	140.65	0.0073	No	0.0067	Si
7	152.05	119.14	0.0078	No	0.0070	No
6	127.25	97.00	0.0082	No	0.0070	No
5	101.25	74.72	0.0083	No	0.0068	Si
4	74.91	53.12	0.0079	No	0.0062	Si
3	49.53	33.36	0.0071	No	0.0052	Si
2	26.97	16.86	0.0055	Si	0.0037	Si
1	9.29	5.11	0.0029	Si	0.0016	Si
Máx.	173.91	140.65	0.0083	No cumple	0.0070	No cumple

4.1.4. Incorporación de disipadores de fluido viscoso (DFV)

Para el análisis estructural con DFV se ha considerado un sismo raro (SEAOC, 1995), producto del análisis tiempo-historia, siendo el sismo Ica 2007, caso II, en el cual, con la incorporación de DFV se buscó que, después del evento sísmico, tuviese un nivel de desempeño funcional, eligiendo de la HAZUS como deriva objetivo a 0.0042, resultando un amortiguamiento viscoso (B_H) en X e Y de 32% y 21%, encontrándose entre 20 a 40% recomendado por los fabricantes de DFV.

Tabla 36

Amortiguamiento viscoso de la estructura (B_H)

Descripción	Símbolo	X	Y	Und
Deriva máxima	$D_{m\acute{a}x}$	0.0083	0.0070	-
Deriva objetivo	$D_{objetivo}$	0.0042	0.0042	-
Factor de reducción de respuesta sísmica	B	1.976	1.667	-
Amortiguamiento efectivo	B_{eff}	36.51	25.01	%
Amortiguamiento viscoso de la estructura	B_H	32.00	21.00	%

Parámetros inherentes del disipador

Para el cálculo de la rigidez del brazo metálico (K), se usó un perfil “Round HSS”, un exponente de amortiguamiento (α) de 0.5 y parámetro lambda de 3.5 obtenido del FEMA 274, y para el coeficiente de amortiguamiento (C), se usó una disposición chevron diagonal, con 4 dispositivos en X e Y de cada piso.

Tabla 37

Parámetros inherentes del disipador

Descripción	X	Y	Und
Rigidez del brazo metálico (K)	39804.90	39657.54	Ton/m
Exponente de amortiguamiento (α)	0.50	0.50	-
Coeficiente de amortiguamiento (C)	381.20	272.10	Ton.s/m

Figura 18

Parámetros inherentes del disipador en X e Y

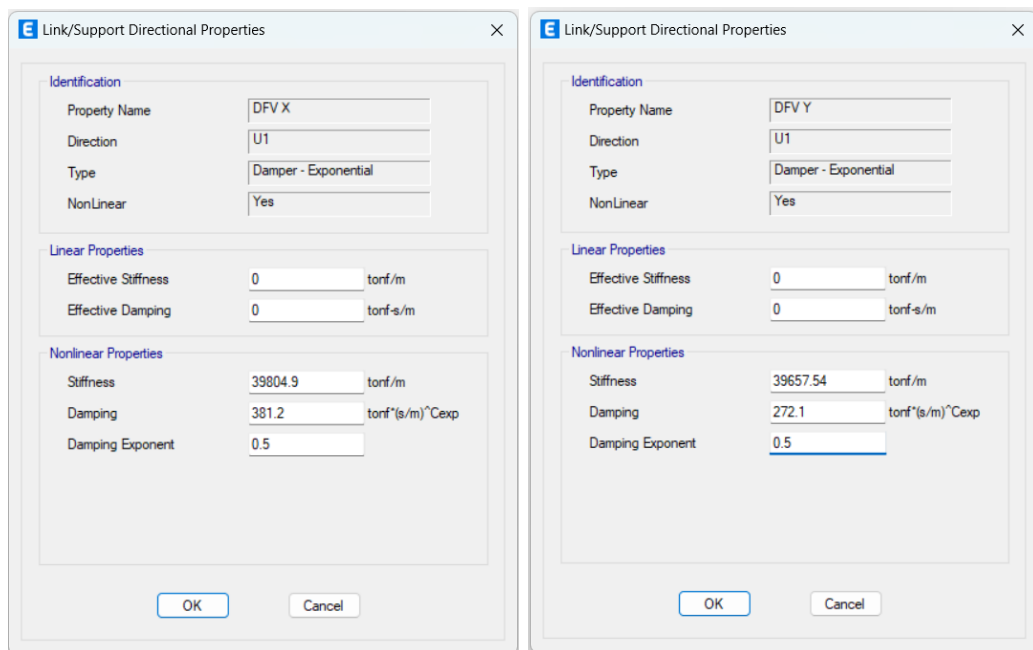
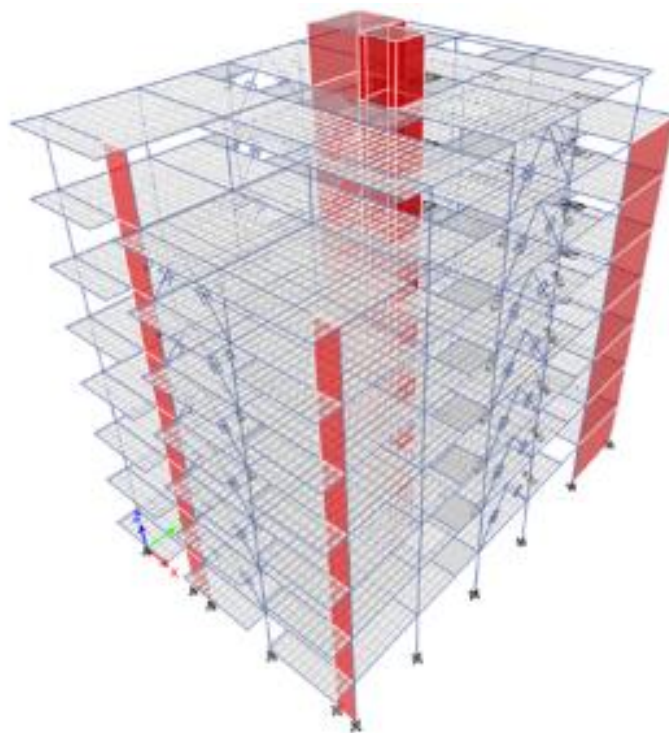


Figura 19

Modelo estructural con disipadores



Desplazamientos y derivas

En la estructura con disipadores, los desplazamientos absolutos máximos en X e Y es de 82.14 mm y 83.59 mm; así mismo, las derivas máximas en X e Y es de 0.0041, siendo inferiores a 0.0042 cumplen con la deriva objetivo.

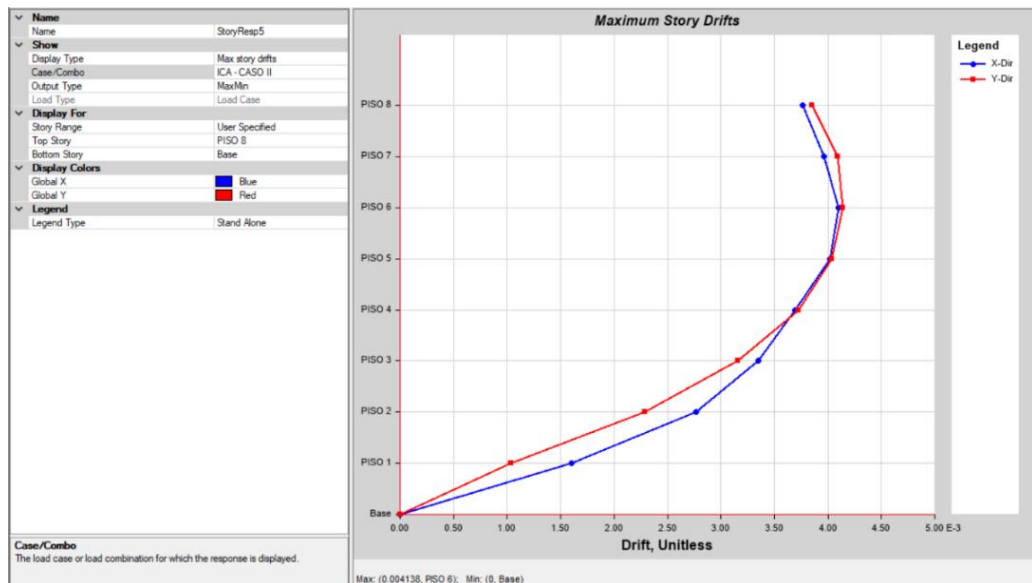
Tabla 38

Desplazamientos y derivas en X e Y, Análisis con DFV

Nivel	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.0042	Y	< 0.0042
8	82.14	83.59	0.0038	Si	0.0038	Si
7	71.25	71.41	0.0040	Si	0.0041	Si
6	59.28	58.42	0.0041	Si	0.0041	Si
5	47.95	45.35	0.0040	Si	0.0040	Si
4	36.20	32.52	0.0037	Si	0.0037	Si
3	24.65	20.68	0.0033	Si	0.0032	Si
2	13.97	10.62	0.0028	Si	0.0023	Si
1	5.13	3.31	0.0016	Si	0.0010	Si
Máx.	82.14	83.59	0.0041	Cumple	0.0041	Cumple

Figura 20

Derivas máximas en X e Y, sismo Ica 2007, Caso II

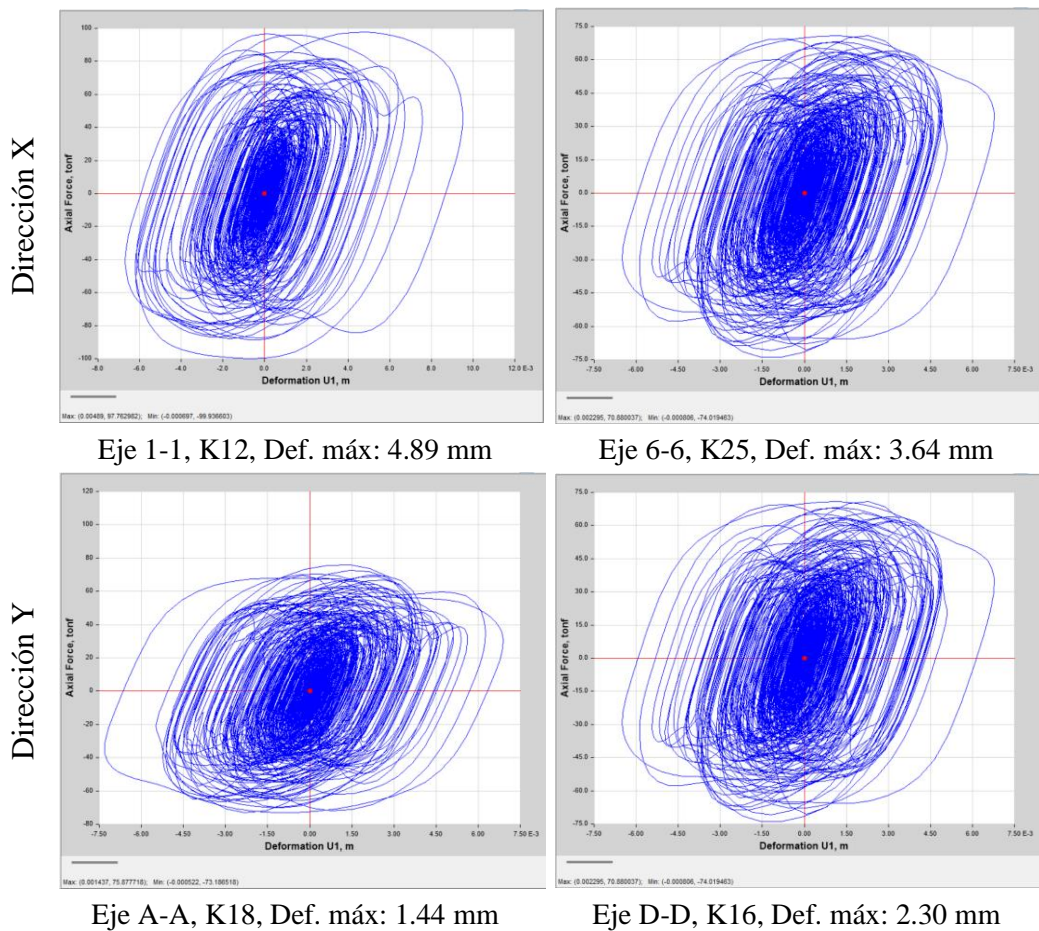


Comportamiento histerético - Máximo Stroke

La curva histerética de cada disipador presenta una tendencia elíptica, esto comprueba su efectividad en el aumento del amortiguamiento y en la reducción de las derivas de entrepiso, siendo el máximo stroke de 4.89 mm < 50 mm valor límite que impone la empresa CDV. Esté es requisito esencial para la elaboración de la cámara de acumulación siliconico del DFV.

Figura 21

Máximo Stroke - Dirección X-Y



Balance energético

Permite apreciar la energía que logran disipar los DFV y la estructura; así como evaluar la efectividad de la disposición y ubicación de los disipadores.

Figura 22

Balance de energía

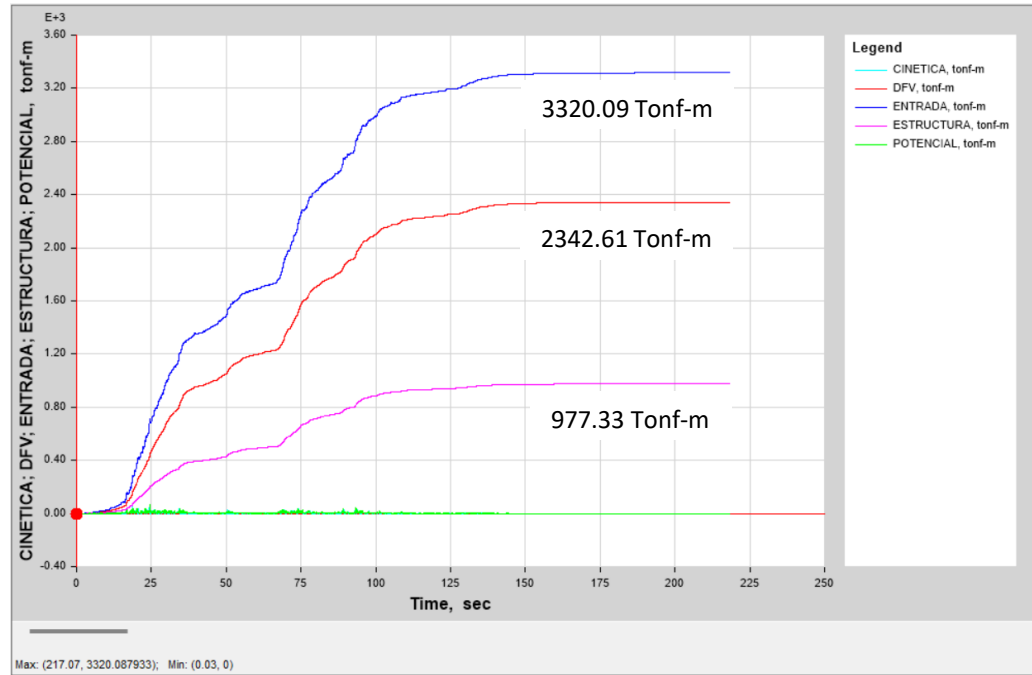


Tabla 39

Balance de Energía

Descripción	Energía (Ton-m)	Porcentaje (%)
Entrada	3320.09	100
Disipador	2342.61	70.56
Estructura	977.33	29.44

El resultado muestra que del 100% de la energía sísmica entrante al edificio, los DFV en conjunto absorben el 70.56%, dejando a la estructura únicamente el 29.44%, demostrando la funcionalidad del sistema de disipación integrado.

Diseño de disipadores y elementos de acero

Ver anexo I.

4.2. Contrastación de Hipótesis

Se verificó la **hipótesis** “La incorporación de Disipadores de Fluido Viscoso influye significativamente en el comportamiento estructural de la edificación de ocho niveles, reduciendo los desplazamientos, derivas y la energía absorbida.” Como **válida**, de acuerdo con los resultados obtenidos y presentados en 4.1, demostrando la influencia significativa de los DFV en el comportamiento estructural con la normatividad vigente, reduciendo los desplazamientos, derivas y la energía absorbida ante un sismo.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. *Discusión 01*

De acuerdo al EMS realizado en la zona de estudio, el tipo de suelo encontrado es un suelo S2 (Norma E.030, 2018), coincidiendo con autores locales como Silva (2022) y Cholán (2018) y Malca (2017) que también obtuvieron un tipo de suelo S2, mientras que Linares (2022) y Orrillo (2017) obtuvieron un tipo de suelo S3.

4.3.2. *Discusión 02*

Los desplazamientos y derivas en X e Y son menores a 0.007 para un sistema de muros estructurales según norma E.030; por tanto, cumplen la resistencia sísmica estática y dinámica normada, tal como aseveran Narváez (2022), Condo y Luque (2021) y Paredes (2016). No obstante, al realizar el análisis tiempo-historia teniendo como sismo de diseño el de Ica 2007 - Caso II, las derivas máximas en X e Y superan las permitidas, por lo que la estructura presentará daño estructural, tal como lo expresan Paredes (2016) y Calderón (2024).

4.3.3. *Discusión 03*

La incorporación de DFV a través de un análisis no lineal tiempo-historia, permitió cumplir con la deriva objetivo (0.0042) de la Hazus para un nivel de desempeño funcional, siendo inferior a 0.007 de la norma E.030, reduciéndose en X e Y hasta un máximo de 55% y 65%, esto gracias a los parámetros inherentes, cantidad y disposición de los DFV, así mismo, del 100% de la energía sísmica que ingresa al edificio, los DFV en conjunto disipan el 70.56%, dejando a la estructura únicamente el 29.44%, demostrando la funcionalidad del sistema de disipación integrado, coincidiendo con el antecedente de Rosero (2020), Narváez (2022) y Calderón (2014) quienes afirman que gracias a los DFV se mejora el comportamiento estructural de la estructura.

Figura 23

Desplazamientos máximos sin y con DFV, X-X

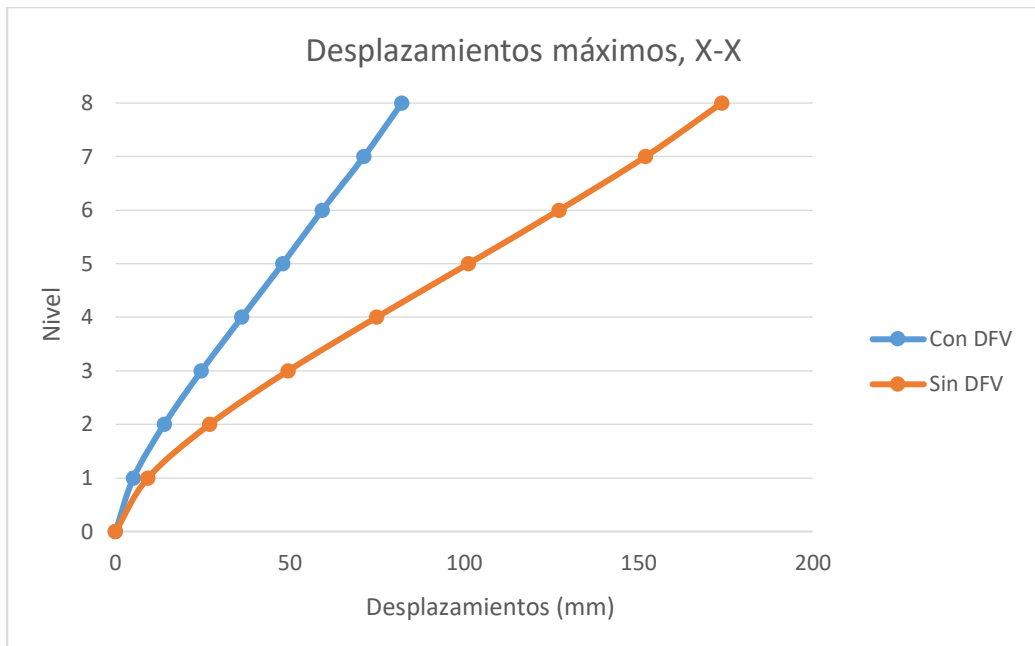


Figura 24

Desplazamientos máximos sin y con DFV, Y-Y

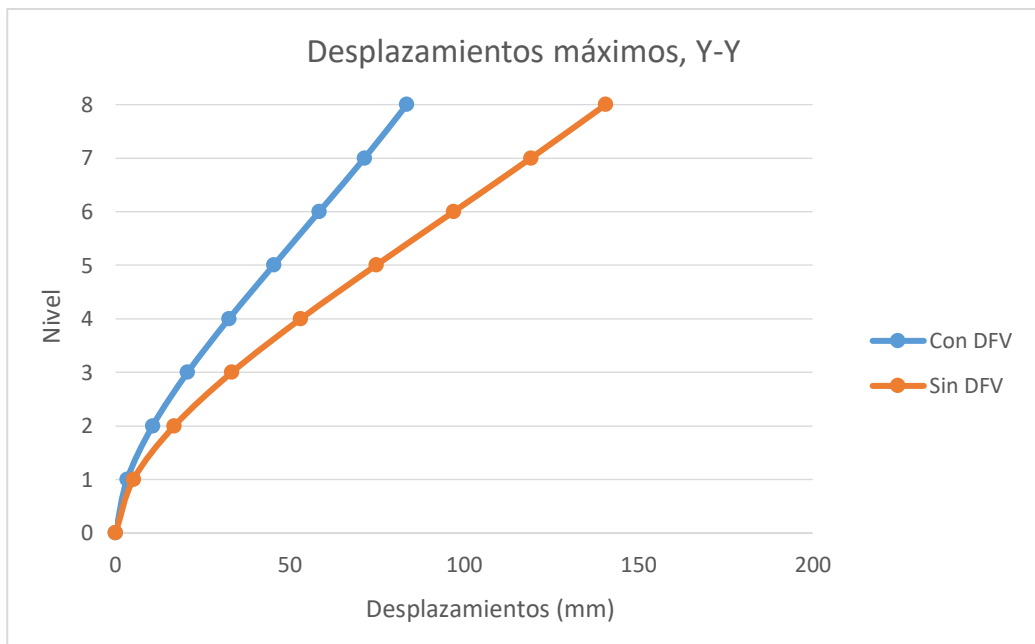


Figura 25

Derivas máximas sin y con DFV, X-X

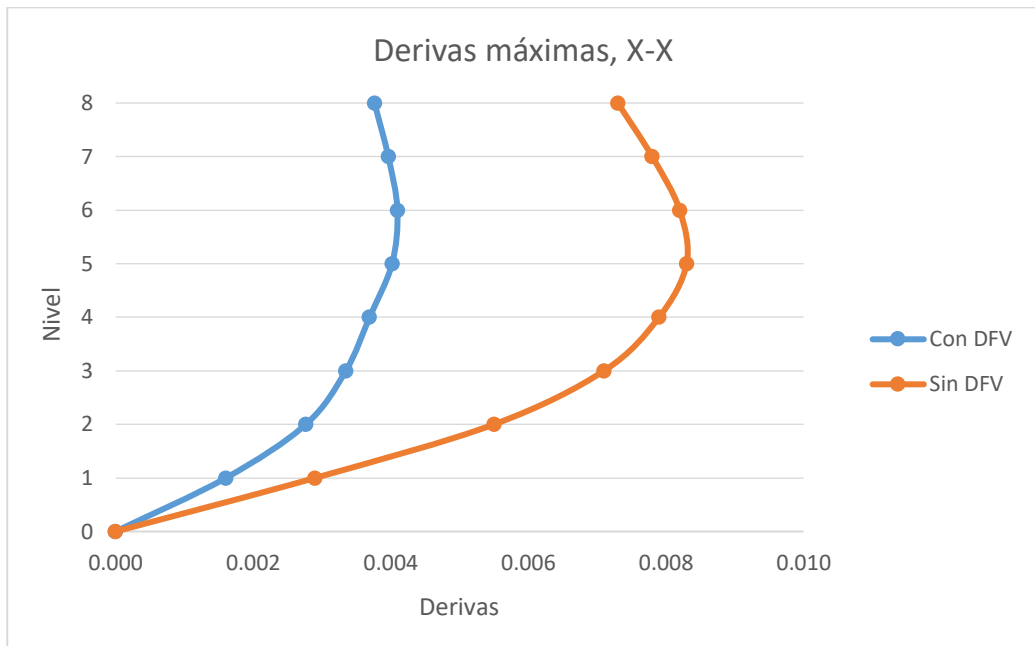


Figura 26

Derivas máximas sin y con DFV, Y-Y

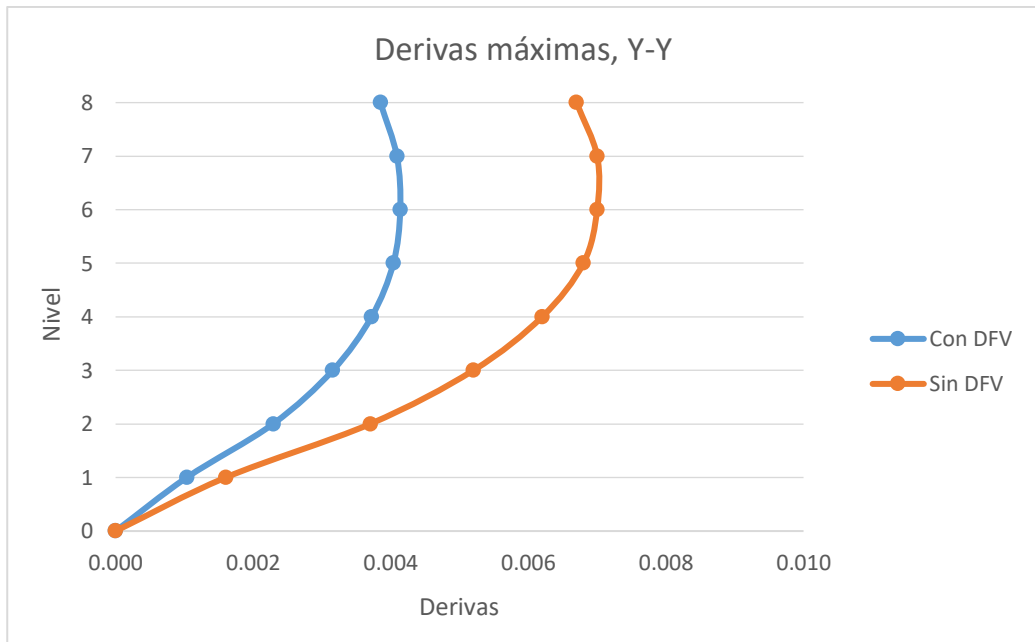
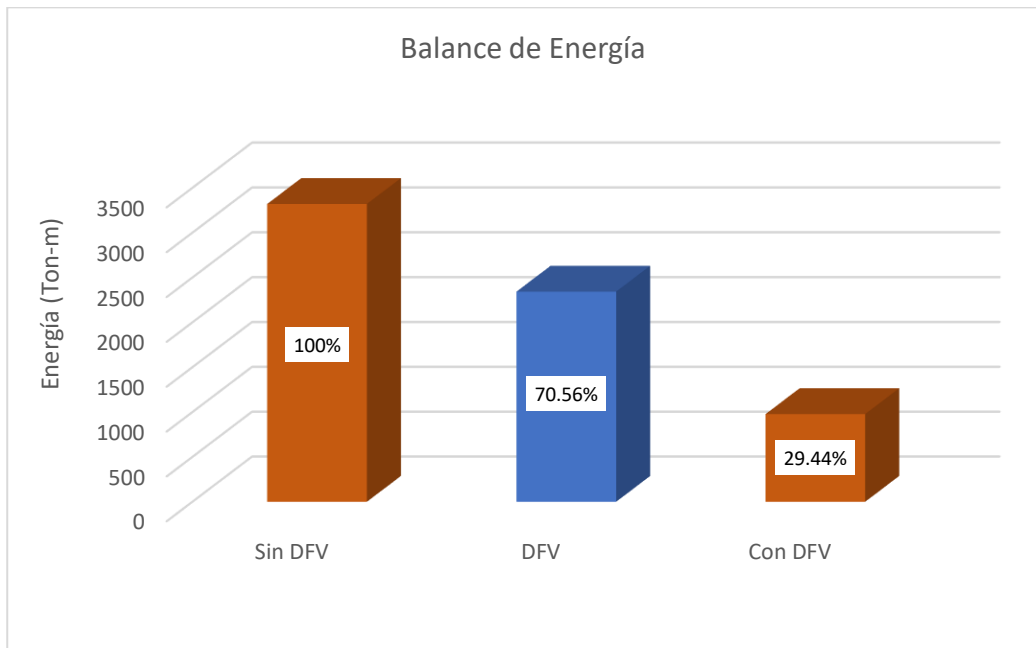


Figura 27

Energía disipada por los DFV



CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- i. Se concluye que la incorporación de DFV influye significativamente en el comportamiento estructural de la edificación, pues ante un sismo severo (raro), sismo Ica 2007 – caso II, con la incorporación de DFV en disposición “Chevron diagonal” se redujeron los desplazamientos y derivas; además, estos dispositivos en conjunto disipan la mayor parte de la energía sísmica que ingresa a la estructura.
- ii. En cuanto a los desplazamientos máximos de la estructura en X e Y es de 173.91 mm y 140.65 mm; sin embargo, con la inclusión de DFV en X e Y es de 82.14 mm y 83.59 mm, logrando en la dirección X una reducción mínima y máxima de 47% y 55%, y en la dirección Y una reducción mínima y máxima de 59% y 65%.
- iii. En cuanto a las derivas máximas de la estructura en X e Y es de 0.0083 y 0.0070; sin embargo, con la inclusión de DFV en X e Y es de 0.0041, logrando en la dirección X una reducción mínima y máxima de 47% y 55%, en la dirección Y una reducción mínima y máxima de 57% y 65%; controlando las derivas excesivas y poniéndolas por debajo de la deriva objetivo según metodología Hazus (0.0042), garantizando que la estructura no sufra daño importante como el que permite el sistema convencional (0.007), generando así ahorro y seguridad.
- iv. En cuanto a la energía absorbida de la estructura los elementos de concreto armado son los que absorben el 100% de la energía sísmica, mientras que al incluir los DFV estos en conjunto disipan el 70.56%, dejando a la estructura únicamente el 29.44%.

5.2. Recomendaciones

- i. Se recomienda corregir y escalar los registros sísmicos utilizando softwares creados para tal, como el SeismoSignal y SeismoMatch para obtener el mejor ajuste del registro sísmico al comportamiento esperado.
- ii. Se recomienda la incorporación de DFV para controlar la respuesta sísmica de las edificaciones que no cumplan con la norma E.030 en especial aquellas que son catalogadas como esenciales e importantes, pues se ha demostrado el aporte significativo de estos dispositivos.
- iii. A partir de la investigación, surgen nuevos temas de estudio, como la incorporación de otro tipo de disipadores (Históricos, Viscosos y Viscoelásticos), el uso de otra disposición o arreglo (Diagonal, Chevron Diagonal y Chevron horizontal).
- iv. Se recomienda estimar la influencia de los disipadores en el presupuesto total de la partida de estructuras, considerando si es menor al 15% que es un ratio aproximado para las reparaciones estructurales por sismo severo para edificaciones como la del presente estudio, tal como argumenta Quispe y Tinco (2020)
- v. Se recomienda al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento desarrollar y aprobar los criterios y requisitos mínimos para el análisis y diseño de edificaciones con disipadores, la cual servirá de complemento a la norma E.030 la cual únicamente hace mención a estos dispositivos.

REFERENCIAS

- Acero, J. A. (2020). *Predimensionamiento y Modelamiento de Elementos Estructurales de Concreto Armado*. Lima. Recuperado el 17 de 09 de 2021, de <https://www.ulima.edu.pe/pregrado/ingenieria-civil/noticias/predimensionamiento-de-elementos-estructurales-de-concreto-armado>.
- Aguiar, R., & Ortiz, D. (2017). Análisis sísmico de un edificio de doce pisos de la ciudad de Manta considerando Interacción Suelo Estructura. *Revista Internacional de Ingeniería de estructuras*, 22(3), 251-279. <https://doi.org/10.24133/riie.v22i3.646>
- Aguiar, R., Hinostroza, M. & Zambrano, L. (2016). Comportamiento estructural del bloque uno de edificio de post grado durante el terremoto del 16 de abril de 2016. *Revista Ciencia*, 18(4), 381-392. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v18i4.296>
- Alvares, C. F. (2017). *Análisis y diseño de disipadores sísmicos de fluido viscoso para control de la respuesta sísmica de edificaciones en Huancayo 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4963?show=full>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica* (6.^a ed.). Editorial Episteme, C.A.
- ASCE 7-16. (2017). [*Cargas mínimas de diseño y criterios asociados para edificios y otras estructuras*]. American Society of Civil Engineers.
- ATC-40. (1996). *Seismic Evaluation and retrofit of concrete buildings*, Vol. 1. Applied Technology Council.
- Cabanillas, F. M. (2018). *Comportamiento estructural del edificio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca con diferentes tipos de*

- arriostres, 2017. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/1993>
- Calderón, Y. S. (2014). *Evaluación del diseño con disipadores de energía del edificio principal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/549>
- Carranza, J. S. & Calderón, E.J.M. (2015). *Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la ciudad de Trujillo*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/1141>
- CDV Ingeniería antisísmica. (2018). Obtenido de CDV Ingeniería antisísmica:
<https://www.cdvperu.com/proteccion-sismica/>
- Cholán, T. E. (2018). *Vulnerabilidad sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/1999>
- Cisneros, R. (2016). *Análisis y rediseño de una edificación con disipadores de energía ADAS en la ciudad de Ayacucho-Perú*. [Tesis de Maestría, Universidad de Granada]. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/625364>
- Condo, D. E., & Luque, D. L. (2021). *Diseño estructural de un edificio con disipadores de energía de fluido viscoso frente a un edificio convencional*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
<http://hdl.handle.net/20.500.12773/12452>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (5.^a ed.). Limusa.
- FEMA 274. (1997). [Comentario de Nehr sobre las Directrices para la rehabilitación sísmica de edificios]. Federal Emergency Management Agency.

- FEMA 356. (2000). [*Prenorma y comentario para la rehabilitación sísmica de edificios*]. Federal Emergency Management Agency.
- FEMA. (2011). [*Metodología de estimación de pérdidas por riesgos múltiples Hazus Hazus-MH 2.1*]. Federal Emergency Management Agency.
- Genatios, C., & Lafuente, M. (2016). *Introducción al uso de aisladores y disipadores en estructuras*. CAF-Banco de Desarrollo de América Latina.
- Haro, R. A., & Izquierdo, W. X. (2023). *Análisis sísmico con disipadores de fluido viscoso en una estructura de 10 niveles con sistema dual*, Trujillo 2023. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/138115>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Instituto Geofísico del Perú (2022). *Sismos reportados*. IGP. <https://ultimosismo.igp.gob.pe/ultimo-sismo/sismos-reportados>
- Juárez, E. & Rico, A. (2005). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Limusa.
- Kuroiwa, J. (2002). *Reducción de desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza*. QUEBECOR WORLD PERÚ S.A. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3297>
- Lamprea Pineda, L. F., & Garzón Amórtegui A. C. (2017). *Nonlinear viscous fluid damping devices in the seismic design of buildings*. [Tesis de maestría, Politecnico Di Milano]. <https://hdl.handle.net/10589/142722>

- Linares, J. F. (2022). *Evaluación del desempeño sísmico con el método estático no lineal pushover de un edificio de 3 niveles en la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/107851>
- Malca, W. A. (2017). *Análisis sísmico para evaluar la efectividad sismorresistente de la infraestructura en la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito Cajamarca 2017*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32399>
- Medina, R., & Music, J. (2018). Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena. *Obras y proyectos*, (69), 63-77. <https://dx.doi.org/10.4067/s0718-28132018000100063>.
- Morales Soto, N., & Zavala, C. (2008). Terremotos en el litoral central del Perú: ¿podría ser Lima el escenario de un futuro desastre?. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 25(2), 217-224. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342008000200011&script=sci_abstract
- Mosqueira, M. A. (2012). Riesgo sísmico en las edificaciones de la Facultad de ingeniería – Universidad Nacional de Cajamarca. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8202>
- Narváez, M. E. (2022). Análisis comparativo técnico-económico de una edificación de 12 pisos, empleando amortiguadores de fluido viscoso y disipadores histeréticos. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/23160>
- Norma E.020 (2006). *Cargas*. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma E.030 (2018). *Diseño Sismorresistente*. Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Norma E.050 (2018). *Suelos y Cimentaciones*. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Norma E.060 (2009). *Concreto Armado*. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Orrillo, J. D. (2017). *Riesgo Sísmico del edificio "2J" de la Universidad Nacional de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/1497>
- Ottazzi, G. (2013). *Diseño en concreto armado*. (2.ª ed.). EDIGRAFASA S.R.L.
- Paredes, M. A. (2016). *Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal Pushover*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<http://hdl.handle.net/10757/620673>
- Pulido, M. (2015). Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales, 1 Extra*, 1137-1156.
<https://hdl.handle.net/11441/96370>
- Qamaruddin, R. (2016). *Estudio de la respuesta sísmica de un edificio de hormigón armado de varias plantas con amortiguadores viscosos fluidos*. [Tesis de maestría, Instituto de Tecnología Chaitanya Bharathi].
- Quispe, J. J., & Tinco, A. (2020). *Comparación técnica-económica entre un sistema estructural dual y otro con disipador de fluido viscoso para una edificación multifamiliar*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma].
<https://hdl.handle.net/20.500.14138/3558>
- Red Sismológica Nacional. (2018). *¿Si ocurren muchos temblores pequeños se evita un gran terremoto?*. Universidad de Costa Rica.
<https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/sismologia/331-la-ocurrencia-de-muchos-temblores-pequenos-puede-evitar-que-ocurra-un-terremoto-grande>

- Rosero, J. C. (2020). *Incidencia de la inclusión de dispositivos de energía en las respuestas estructurales de edificios de hormigón armado de 10 y 15 pisos en la ciudad de Quito*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22190>
- Safina, S. (2002). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales: Análisis de su contribución al riesgo sísmico*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]. <http://hdl.handle.net/2117/93538>
- Sanca, M. D. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de actualización clínica*, 104, 261-264.
- SEAOC. (1999). *[Requisitos y comentarios de fuerza lateral]* (7.ª ed.). Structural Engineers Association of California.
- Silva, K. W. (2022). *Vulnerabilidad Sísmica en Viviendas de Albañilería Confinada del Sector 12 de Cajamarca, 2022*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5153>
- Taylor Devices Inc. (2021). Obtenido de Taylor Devices Inc: <https://www.taylordevices.com/products/fluid-viscous-dampers/>
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1973). *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*. (O. Moretto, Trad., 2.ª ed.). El Ateneo S.A. (Trabajo original publicado en 1955).
- Villarreal, G., & Díaz, M. (2016). *Edificaciones con Disipadores Viscosos* (1.ª ed.). Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L.

ANEXOS

Anexo A. Matriz de Consistencia.

Tesis: Influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles, Cajamarca 2023.

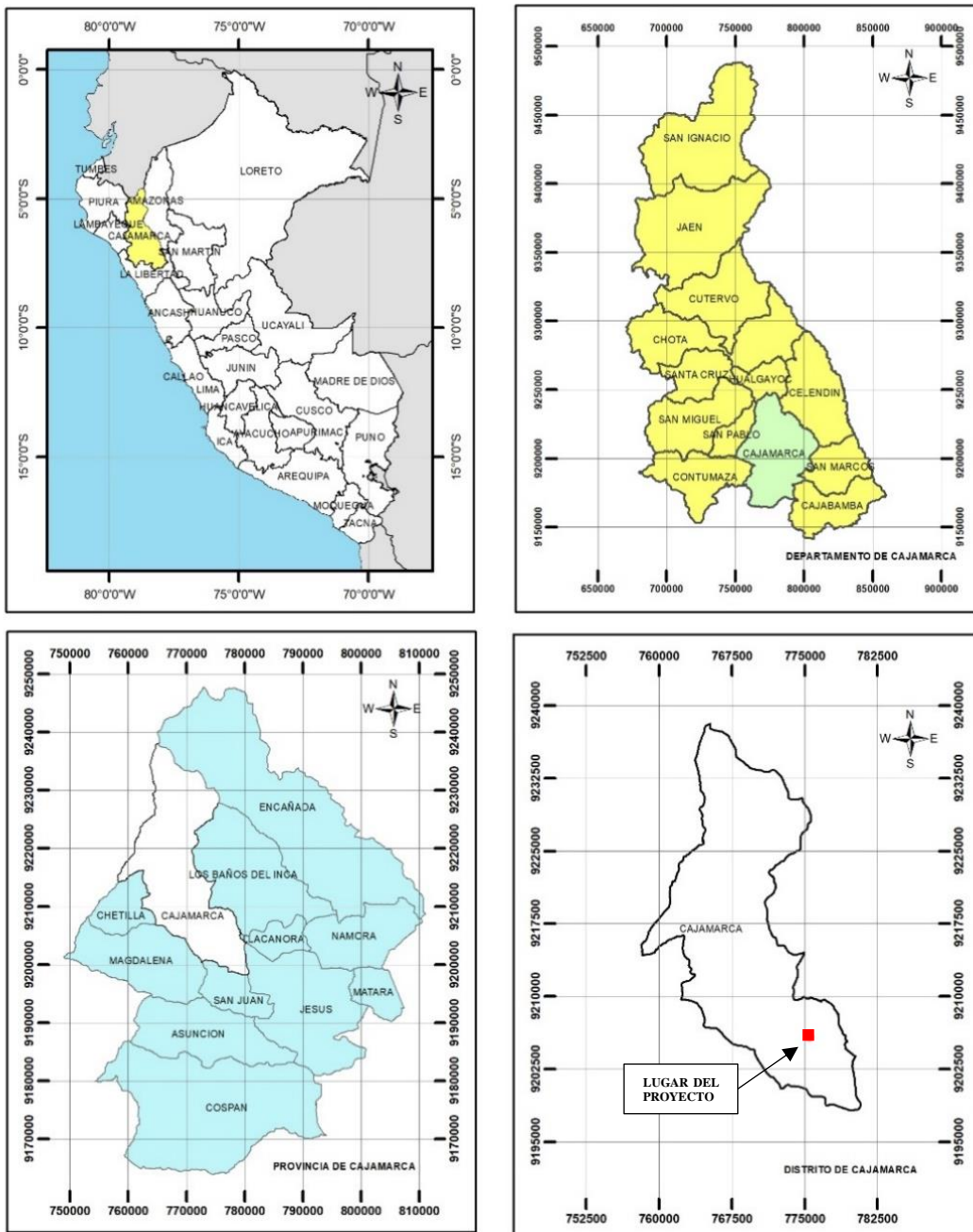
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología			
¿Cuál es la influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles?	General	La incorporación de disipadores de fluido viscoso influye significativamente en el comportamiento estructural de la edificación de ocho niveles, reduciendo los desplazamientos, derivas y la energía absorbida.	Dependiente Comportamiento estructural	Análisis sísmico estático	Sistema estructural	Tipo de investigación: Cuantitativa Diseño de investigación: Experimental-cuantitativa Población y muestra: - Población: Edificaciones de concreto armado nuevas por construir de uso para hotel en la ciudad de Cajamarca. - Muestra: Edificación de ocho niveles destinado a hotel en la ciudad de Cajamarca.			
	Determinar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en el comportamiento estructural de una edificación de ocho niveles, Cajamarca 2023.				Irregularidades				
					Cortante estática				
	Específicos			- Estimar la influencia de los disipadores de fluido de viscoso en los desplazamientos de la edificación de ocho niveles. - Estimar la influencia de los disipadores de fluido viscoso en las derivas de la edificación de ocho niveles. - Estimar la diferencia de energía absorbida por la edificación de ocho niveles sin y con disipadores de fluido viscoso.	Comportamiento estructural		Análisis dinámico modal espectral	Derivas inelásticas	
								Cortante dinámica	
								Desplazamientos	
							Análisis dinámico tiempo-historia	Comportamiento estructural	Derivas inelásticas
									Esfuerzos
									Desplazamientos con disipadores
									Derivas inelásticas con disipadores
	Disposición o arreglo	Independiente Disipadores de fluido viscoso	Amortiguamiento						
			Energía disipada						
			Chevron Diagonal						
			Parámetros inherentes	Rigidez del brazo metálico "K"					
				Coeficiente de Amortiguamiento "C"					
				Exponente de amortiguamiento "α"					

Anexo B. Ubicación Geográfica del Estudio

La investigación se realizó en el distrito de Cajamarca en el Jr. Belaunde Terry Cuadra N°01, con las siguientes coordenadas UTM: E 775450.01 m y S 9205778.53 m y una altitud aproximada de 2738 m.s.n.m.

Figura 28

Ubicación Geográfica del Lugar de Investigación



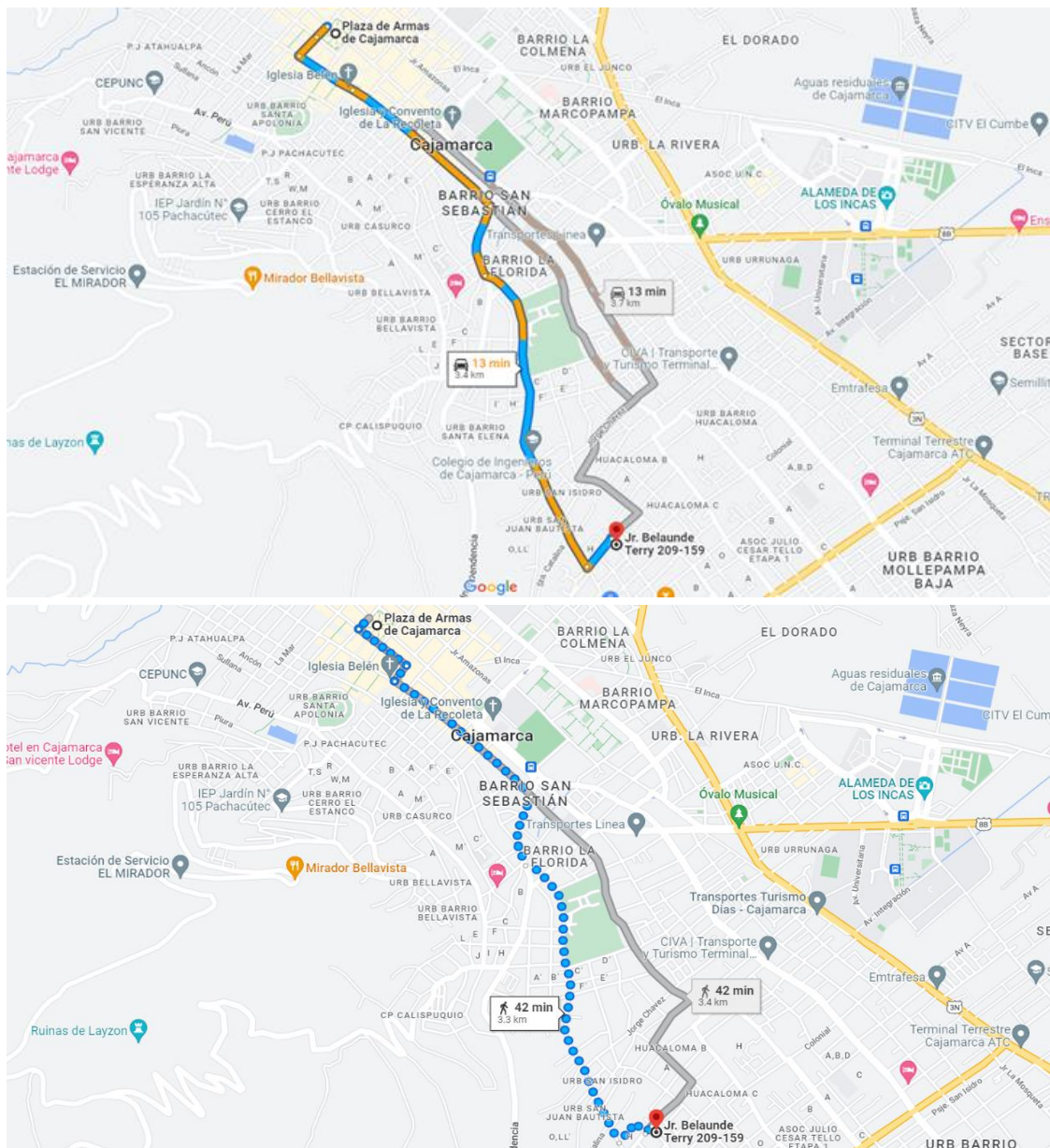
Nota: ArcGis

Rutas de Acceso

- Jr. Silva Santisteban - Jr. Alfonso Ugarte – Jr. Jesús de Nazaret y Jr. Belaunde Terry
- Jr. Silva Santisteban - Av. La Paz – Jr. Jorge Chávez – Arcomayo – Jr. Tupac Amaru - Jr. Jesús de Nazaret y Jr. Belaunde Terry.

Figura 29

Ruta de acceso principal al lugar de estudio



Nota: Google Maps

Anexo C. Panel fotográfico

Fotografías de la zona de estudio

Fotografía 1

Lugar de estudio: Jr. Belaunde Terry, Cuadra 01



Fotografía 2

Investigador en la zona de estudio – excavación Calicata 01



Fotografía 3

Muestras - Calicata 01 coordinadas (E: 775450.01, N: 9205778.53, COTA: 2738)



Fotografías de ensayos en laboratorio

Fotografía 4

Peso específico de suelo – Laboratorio de Mecánica de Suelos UNACH



Fotografía 5

Contenido de humedad – Laboratorio de Mecánica de Suelos UNACH



Fotografía 6.

Límites de consistencia – Laboratorio de Mecánica de Suelos UNACH



Límite líquido

Límite plástico

Fotografía 7.

Granulometría por Tamizado – Laboratorio de Mecánica de Suelos UNACH



Fotografía 8.

Corte Directo – GSE Laboratorio Ingeniería y construcción S.A.C



Anexo D. EMS



ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
SOLICITANTE : DANY VARGAS VALDIVIA
UBICACIÓN : Jr. BELAUNDE TERRY, CUADRA 01
CALICATA : C 01 PROFUNDIDAD: 2.40 m
FECHA : 20 de junio del 2023

COORDENADAS	
ESTE:	775450.01
NORTE:	9205778.53
COTA:	2738

PESO ESPECÍFICO DE SUELO

NORMA: NTP 339.131

Muestra (recipiente)		F-1	F-2	F-3
Muestra seca	Ws: gr	100	100	100
Fiola con agua	Wfw: gr	649.6	635.7	635.7
Fiola con muestra seca y agua	Wfws: gr	711.9	698.4	698.4
Peso específico del suelo	γ_s : gr/cm ³	2.65	2.68	2.68
γ_s (gr/cm ³)		2.67		

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA: NTP 339.127

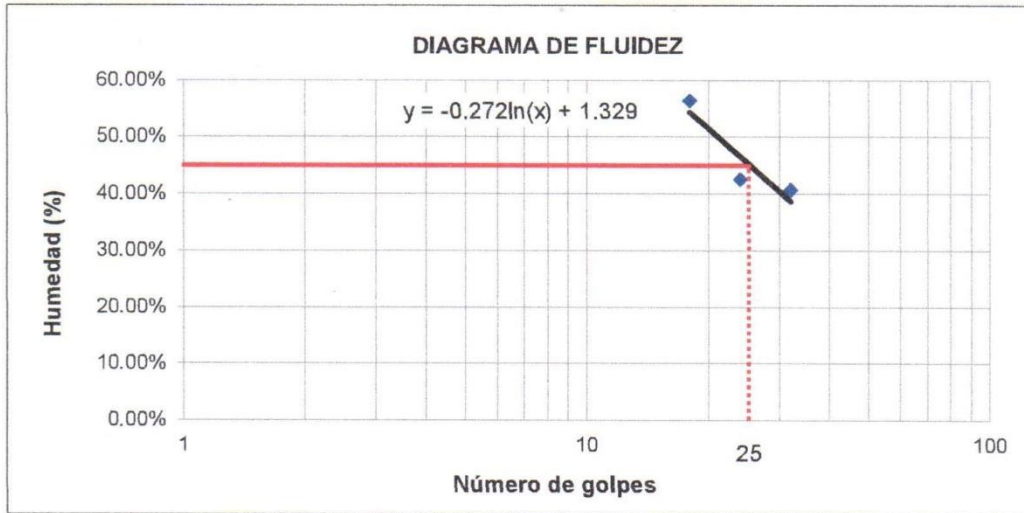
Muestra		M-01		
		T-1	T-2	T-3
Tara de recipiente				
Masa de tara	Wt: gr	32.90	34.60	35.00
Masa de tara + suelo húmedo	Wt+Wmh: gr	120.10	117.30	116.70
Masa de tara + suelo seco	Wt+Wms: gr	111.70	108.40	107.20
Masa de agua	Ww: gr	8.40	8.90	9.50
Masa de suelo seco	Wms: gr	78.80	73.80	72.20
Contenido de humedad	Wn: %	10.66%	12.06%	13.16%
Wn (%)		11.96%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMA: NTP 339.129

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	18	24	32		
Recipiente (t)	L-1	L-2	L-4	P-1	P-2
Wt (gr)	32.90	34.60	35.00	34.10	33.10
W mh + t (gr)	57.60	53.70	55.40	41.20	40.40
W ms + t (gr)	48.70	48.00	49.50	39.90	39.30
W w (gr)	8.90	5.70	5.90	1.30	1.10
W ms (gr)	15.80	13.40	14.50	5.80	6.20
W (%)	56.33%	42.54%	40.69%	22.41%	17.74%
LL, LP	45.35%			20.08%	
IP	25.27%				

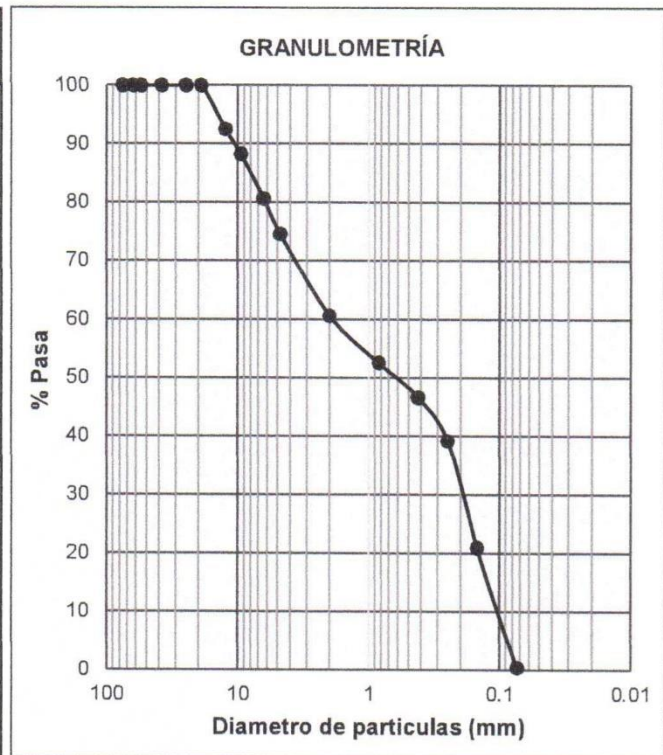
 WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA Ingeniero Hidráulico Reg. CIP. N° 214467 Encargado de Laboratorio	 Bach. Ing. Dany Vargas Valdivia DNI: 71825648 - Tesista	 DONALDO GURI SIQUILLAS DELGADO INGENIERO CIVIL REG. CIP. 88596 Asesor
--	---	---



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: NTP 339.128

Tamiz (In)	Tamiz (mm)	PRP (gr)	% RP	% RA	% PASA
3 "	75	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2 "	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2 "	55	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2 "	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1 "	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.5	28.50	7.51	7.51	92.49
3/8 "	9.5	16.20	4.27	11.78	88.22
1/4 "	6.35	28.90	7.61	19.39	80.61
N° 4	4.76	23.20	6.11	25.50	74.50
N° 10	2	52.80	13.91	39.41	60.59
N° 20	0.84	30.60	8.06	47.47	52.53
N° 40	0.42	22.40	5.90	53.37	46.63
N° 60	0.25	28.50	7.51	60.88	39.12
N° 100	0.149	69.20	18.23	79.11	20.89
N° 200	0.074	77.80	20.50	99.61	0.39
Casoleta		1.50	0.40	100.01	-0.01
Total (Ws)		379.60 gr			



Pasa tamiz N° 4 (5 mm) : 74.50%
Pasa tamiz N° 200 (0.080 mm) : 0.39%

(diámetro efectivo) D10 : 0.10 mm
D30 : 0.19 mm
D60 : 1.88 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu) : 18.27
coeficiente de curvatura (Cc) : 0.19

Tamaño máximo : 3/4 "
Tamaño máximo nominal : 1/2 "

Walter
WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA
 Ingeniero Hidráulico
 Reg. CIP. N° 214467
 Encargado de Laboratorio

Dany
 Bach. Ing. Dany Vargas Valdivia
 DNI: 71825648 - Tesista

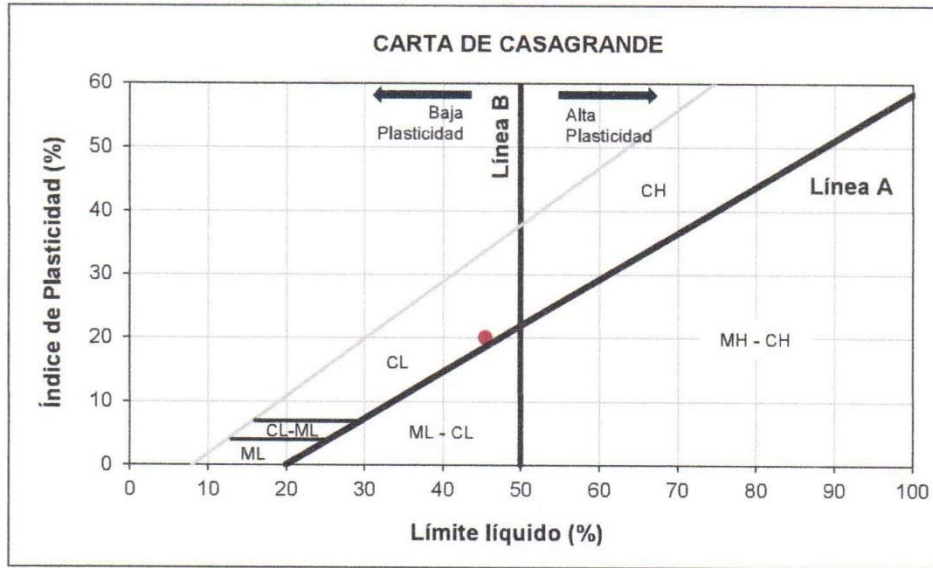
Donato
 DONATO GONZALEZ DELgado
 INGENIERO CIVIL
 REG. CASAP 98596
 Asesor



CLASIFICACIÓN DE SUELO - SUCS

(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

SUELO	% PASA		Limite Líquido	Indice de Plásticidad	CLASIFICACIÓN SUCS	
	N° 4	N° 200				
Agregado Fino	74.50%	0.39%	45.35 %	20.08 %	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arena y limos.



<p><i>Montel</i></p> <p>WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA Ingeniero Hidráulico Reg. C. i. P. N° 214467 Encargado de Laboratorio</p>	<p><i>Dany Vargas</i></p> <p>Bach. Ing. Dany Vargas Valdivia DNI: 71825648 - Tesista</p>	<p><i>Donald Gorki</i></p> <p>DONALD GORKI SOLÍS CANTAS DESAYO INGENIERO CIVIL REG. C. i. P. N° 138596 Asesor</p>
---	--	---



FORMATO	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS Norma: NTP 339.171	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 1

Tesis	INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUJO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023.		Muestreado por :	D.V.V
Tesista	: DANY VARGAS VALDIVIA		Ensayado por :	I.C.D
Solicitante	: DANY VARGAS VALDIVIA		Fecha de Ensayo:	07/07/2023
Ubicación de Proyecto	: CAJAMARCA 2023		Turno:	DIA
Material	: ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA		Profundidad:	2.40 m
Código de Muestra	: 001		Norte:	9205778.01
Sondaje / Calicata	: 01		Este:	775450.01
N° de Muestra	: M-1		Cota:	2738 ms.n.m.
Estructura	: EDIFICACION DE OCHO NIVELES			

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	25.18	24.24	24.85
Diámetro (mm)	59.99	60.85	60.32
Area inicial (cm2)	28.26	29.08	28.58
Volumen de la muestra (cm3)	71.17	70.49	71.01


DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Masa humedo de la muestra + Peso del anillo (g)	206.20	206.30	206.50
Masa del anillo (g)	84.5	84.5	84.5
Masa de la muestra humeda (g)	121.70	121.8	122
Masa de la muestra seca (g)	107.20	107.40	107.30
Contenido de humedad (%)	13.53	13.41	13.70
Densidad húmeda (g/cm3)	1.710	1.711	1.714
Densidad seca (g/cm3)	1.506	1.509	1.508

	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
Altura Inicial:	25.2	mm	25.2	mm	25.2	mm
Diámetro de muestra :	60.0	mm	60.0	mm	60.0	mm
Area Inicial:	28.3	cm ²	28.3	cm ²	28.3	cm ²
Densidad Seca:	1.506	g/cm ³	1.509	g/cm ³	1.508	g/cm ³
Humedad:	13.5	%	13.4	%	13.7	%
Masa Normal :	1.452	kg	2.910	kg	4.355	kg
Esfuerzo Normal :	0.51	kg/cm ²	1.03	kg/cm ²	1.54	kg/cm ²
Deformación horizontal (mm)						
	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)
0.00		0.00		0.00		0.00
0.25		0.52		1.32		3.52
0.50		0.63		1.85		4.20
0.75		0.85		2.32		5.26
1.00		1.21		2.65		5.85
1.50		1.52		3.42		6.52
2.00		1.96		4.25		7.35
2.50		2.32		4.85		7.85
3.00		2.52		5.63		8.65
3.50		2.85		5.96		9.52
4.00		3.32		6.52		10.52
4.50		3.63		7.25		11.65
5.00		3.85		7.85		12.58
5.50		4.52		8.65		13.45
6.00		5.32		9.52		14.26
6.50		5.68		10.65		15.23
7.00		6.52		11.35		15.96
7.50		7.25		11.85		16.85
8.00		7.95		12.65		17.35
8.50		8.56		13.25		17.85
9.00		9.25		13.85		18.25
9.50		9.95		14.56		18.96
10.00		10.56		15.00		19.35

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC.		
ING. LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC	BACH. ING. DANY VARGAS VALDIVIA - TESISISTA	ASESOR
Firma:  Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870	Firma: 	Firma:  DONALDO GORRIOLA INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 198596

	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS Norma: NTP 339.171	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 2

Tesis : INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUJO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023.

Solicitante : DANY VARGAS VALDIVIA Muestreado por : D.V.V
 Atención : DANY VARGAS VALDIVIA Ensayado por : I.C.D
 Ubicación de Proyecto : CAJAMARCA 2023 Fecha de Ensayo : 07/07/2023
 Material : ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA Turno : DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 2.40 m
 Sondaje / Calicata : 01 Norte: 9205778.01
 N° de Muestra : M-1 Este: 775450.01
 Estructura : EDIFICACION DE OCHO NIVELES Cota: 2738 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE

0.5 mm/min

ESPECIMEN 1

Altura Inicial: 25.2 mm
 Lado de caja : 60.0 mm
 Area Inicial: 28.3 cm²
 Densidad Seca: 1.506 gr/cm³
 Humedad Inic: 13.5 %
 Esf. Normal : 0.51 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.37 kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura Inicial: 25.2 mm
 Lado de caja : 60.0 mm
 Area Inicial: 28.3 cm²
 Densidad Seca: 1.506 gr/cm³
 Humedad Inic: 13.5 %
 Esf. Normal : 1.03 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.53 kg/cm²

ESPECIMEN 3

Altura Inicial: 25.2 mm
 Lado de caja : 60.0 mm
 Area Inicial: 28.3 cm²
 Densidad Seca: 1.508 gr/cm³
 Humedad Inic: 13.7 %
 Esf. Normal : 1.54 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.68 kg/cm²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/n)
0.00	0.00	0.00
0.42	0.02	0.05
0.83	0.02	0.05
1.25	0.03	0.07
1.67	0.04	0.10
2.50	0.05	0.13
3.33	0.07	0.17
4.17	0.08	0.19
5.00	0.09	0.21
5.83	0.10	0.24
6.67	0.12	0.27
7.50	0.13	0.29
8.33	0.14	0.31
9.17	0.16	0.36
10.00	0.19	0.42
10.84	0.20	0.44
11.67	0.23	0.51
12.50	0.26	0.56
13.34	0.28	0.60
14.17	0.30	0.64
15.00	0.33	0.69
15.84	0.35	0.73
16.67	0.37	0.77

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/n)
0.00	0.00	0.00
0.42	0.05	0.06
0.83	0.07	0.08
1.25	0.08	0.10
1.67	0.09	0.11
2.50	0.12	0.15
3.33	0.15	0.18
4.17	0.17	0.20
5.00	0.20	0.23
5.83	0.21	0.25
6.67	0.23	0.27
7.50	0.26	0.29
8.33	0.28	0.31
9.17	0.31	0.34
10.00	0.34	0.37
10.84	0.38	0.42
11.67	0.40	0.44
12.50	0.42	0.45
13.34	0.45	0.48
14.17	0.47	0.50
15.00	0.49	0.52
15.84	0.52	0.54
16.67	0.53	0.55

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/n)
0.00	0.00	0.00
0.42	0.12	0.10
0.83	0.15	0.12
1.25	0.19	0.15
1.67	0.21	0.17
2.50	0.23	0.19
3.33	0.26	0.21
4.17	0.28	0.22
5.00	0.31	0.24
5.83	0.34	0.26
6.67	0.37	0.29
7.50	0.41	0.32
8.33	0.45	0.34
9.17	0.48	0.36
10.00	0.50	0.38
10.84	0.54	0.40
11.67	0.56	0.41
12.50	0.60	0.43
13.34	0.61	0.44
14.17	0.63	0.45
15.00	0.65	0.45
15.84	0.67	0.47
16.67	0.68	0.47

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC.		
ING. LABORATORIO	BACH. ING. DANY VARGAS VALDIVIA - TESISTA	ASESOR
Firma:   LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870	Firma: 	Firma:  DONATO GÓRRIZ GÓRRIZ DELgado INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 198596

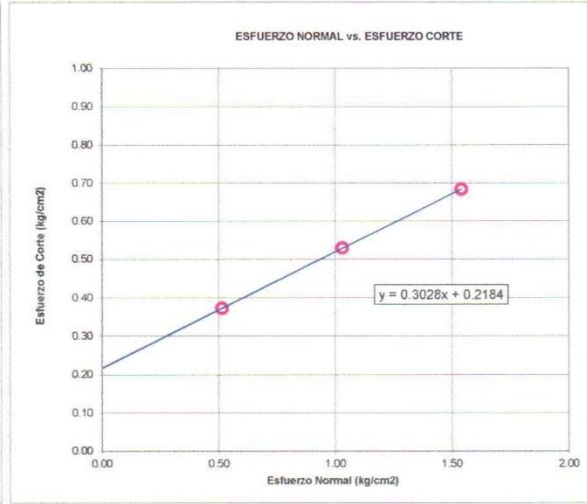
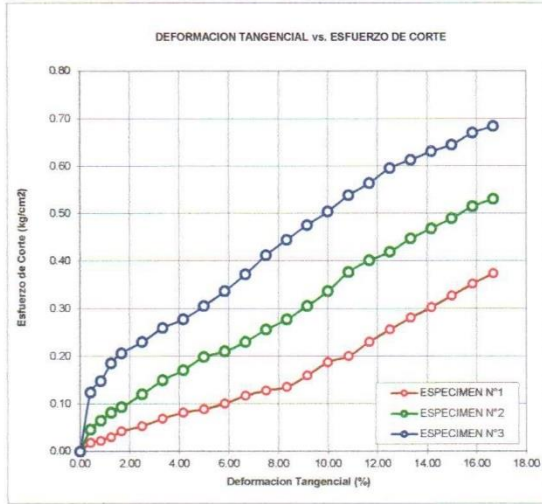


INFORME		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS Norma: 339.171		Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

Proyecto	: INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUJO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023.	
Solicitante	: DANY VARGAS VALDIVIA	Muestreado por : D.V.V
Atención	: DANY VARGAS VALDIVIA	Ensayado por : I.C.D
Ubicación de Proyecto	: CAJAMARCA 2023	Fecha de Ensayo: 07/07/2023
Material	: ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA	Turno: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad: 2.40 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte: 9205778.01
N° de Muestra	: M-1	Este: 775450.01
Estructura	: EDIFICACION DE OCHO NIVELES	Cota: 2738 ms.n.m.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Norma: 339.171

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.30 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 12.3°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC.		
ING. LABORATORIO	BACH. ING. DANY VARGAS VALDIVIA - TESISTA	ASESOR
Firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870	Firma:	Firma: DONALD GORRIS SOLANTES DE SADO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 198596



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
 RUC: 20605442235
 DIRECCION: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 - 1ER. PISO.
 CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, TELF.: 930866995 - 939225167
 RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 - 2019/OSD

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 (Norma NTP 339.171)

TESIS	: INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUJO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023.		
UBICACION	: CAJAMARCA 2023		
EXPLORACION	: 01		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 2.40	RESP. DE LAB :	G.R.R
COORDENADAS	NORTE: 9205778 ESTE: 775450 2738 ms.n.m.	FECHA :	07/07/2023
SOLICITANTE	: DANY VARGAS VALDIVIA	ESTADO :	REMOLDEADA

Densidad Humeda gr/cm3 =	1.71	Profundidad de Cimentacion, Df =	2.40 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm2 =	0.30	Ancho de Cimentacion, B, m =	1.50 m
Angulo de Friccion, f, ° =	12.32		

SEGUN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

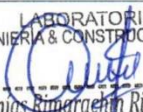
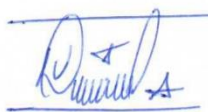
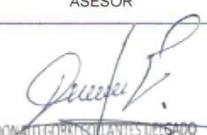
Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad =	3
General	Local	
Nc = 10.97	8.74	
Nq = 3.40	2.27	
Ng = 1.47	0.78	

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	2.80	0.93
Cimentacion cuadrada	3.31	1.10

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC.

ING. LABORATORIO	BACH. ING. DANY VARGAS VALDIVIA -	ASESOR
Firma:  Geremias Ruzaraqui Ruzaraqui INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267370	Firma: 	Firma:  DONALDO GORRALES CANTES DESADO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 198596

Anexo E. Regularidad Estructural

1) Irregularidades estructurales en altura

Cada irregularidad presentada se analizó y calculó según la norma E.030 (2018).

Tabla 40

Irregularidad de Rigidez - Piso Blando

Dir.	Piso	Rigidez	Caso I < 0.7	Caso II < 0.8	Caso I	Caso II
X	8	13615.96				
	7	31050.08	2.28		No presenta	
	6	46083.96	1.48		No presenta	
	5	59390.38	1.29	1.96	No presenta	No presenta
	4	74262.76	1.25	1.63	No presenta	No presenta
	3	96061.74	1.29	1.60	No presenta	No presenta
	2	144658.77	1.51	1.89	No presenta	No presenta
	1	231670.65	1.60	2.21	No presenta	No presenta
Y	8	15983.54				
	7	37655.84	2.36		No presenta	
	6	58342.54	1.55		No presenta	
	5	78166.43	1.34	2.09	No presenta	No presenta
	4	101939.87	1.30	1.76	No presenta	No presenta
	3	139605.41	1.37	1.76	No presenta	No presenta
	2	230124.28	1.65	2.16	No presenta	No presenta
	1	406886.21	1.77	2.59	No presenta	No presenta

No se presenta esta irregularidad, por tanto, no existirá irregularidad extrema.

Irregularidad de Resistencia

No presenta, debido a que los elementos estructurales que aportan rigidez a la estructura (columnas y placas) son continuas desde el primer nivel hasta el último.

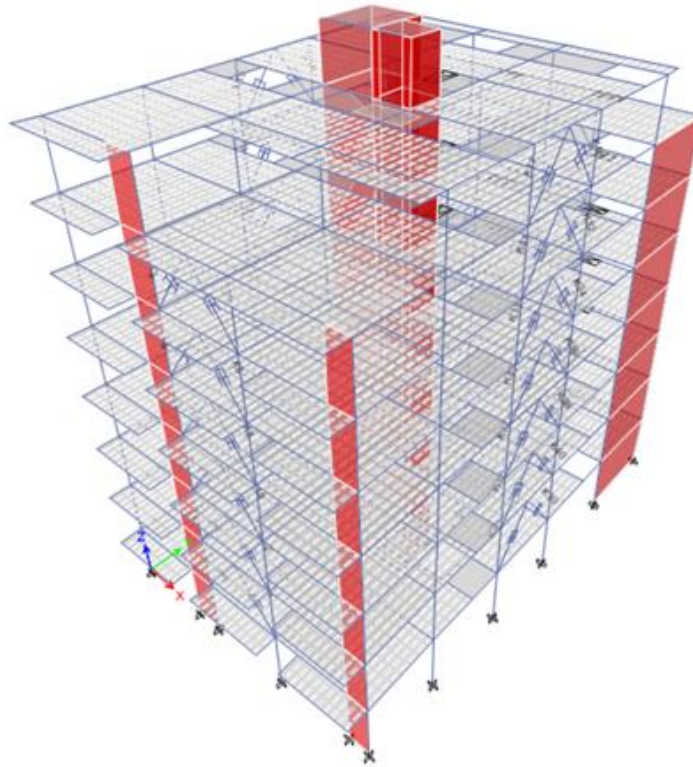
Tabla 41

Irregularidad de Masa o Peso

Piso	Combinación	Peso Tonf	Peso – Piso	> 1.5	Verificación
9	CP: CM+0.25CV	31.49	31.49		
8	CP: CM+0.25CV	319.93	288.45		
7	CP: CM+0.25CV	799.82	479.88	0.11	No presenta
6	CP: CM+0.25CV	1290.48	490.67	0.60	No presenta
5	CP: CM+0.25CV	1781.15	490.67	0.98	No presenta
4	CP: CM+0.25CV	2271.81	490.67	1.00	No presenta
3	CP: CM+0.25CV	2762.48	490.67	1.00	No presenta
2	CP: CM+0.25CV	3253.15	490.67	1.00	No presenta
1	CP: CM+0.25CV	3743.81	490.67	1.00	No presenta

Irregularidad Geométrica Vertical

No presenta, debido a que la estructura resistente es continua geoméricamente desde el primer nivel hasta el último, sin considerar azoteas y sótanos.



Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

No presenta, dado que, en ningún elemento estructural existe desalineamiento vertical por cambio de orientación o por desplazamiento del eje vertical.

2) Irregularidades estructurales en planta

Cada irregularidad presentada se analizó y calculó según la norma E.030 (2018).

Tabla 42

Irregularidad Torsional

Dir.	Piso	Output Case	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio > 1.3	Verificación
X	8	DERIVA_X	D8 X	0.00604	0.00587	1.029	No presenta
	7	DERIVA_X	D7 X	0.00645	0.00621	1.040	No presenta
	6	DERIVA_X	D6 X	0.00673	0.00649	1.037	No presenta
	5	DERIVA_X	D5 X	0.00676	0.00652	1.036	No presenta
	4	DERIVA_X	D4 X	0.00646	0.00623	1.036	No presenta
	3	DERIVA_X	D3 X	0.00573	0.00553	1.035	No presenta
	2	DERIVA_X	D2 X	0.00447	0.00435	1.028	No presenta
	1	DERIVA_X	D1 X	0.00233	0.00228	1.019	No presenta
Y	8	DERIVA_Y	D8 Y	0.00579	0.00576	1.004	No presenta
	7	DERIVA_Y	D7 Y	0.00606	0.00603	1.006	No presenta
	6	DERIVA_Y	D6 Y	0.00611	0.00609	1.004	No presenta
	5	DERIVA_Y	D5 Y	0.00594	0.00593	1.003	No presenta
	4	DERIVA_Y	D4 Y	0.00547	0.00546	1.001	No presenta
	3	DERIVA_Y	D3 Y	0.00463	0.00463	1.000	No presenta
	2	DERIVA_Y	D2 Y	0.00336	0.00335	1.003	No presenta
	1	DERIVA_Y	D1 Y	0.00156	0.00154	1.015	No presenta

No se presenta esta irregularidad, por tanto, no existirá irregularidad extrema.

Esquinas Entrantes

La estructura no presenta esta irregularidad, por ser de forma rectangular.

Discontinuidad del Diafragma

No presenta esta irregularidad, porque los diafragmas son continuos, las áreas de aberturas son menor al 50% del área bruta, además la sección transversal resistente del diafragma no es menor que 25% de la sección transversal total.

Área de aberturas A'	45.00	Sección transversal S'	8.39
Área bruta del diafragma A	375.00	Sección transversal total S	15.76
$A'/A > 0.5$	0.12	$S'/S > 0.532$	0.532

Sistemas no Paralelos

No presenta esta irregularidad, porque todos los elementos resistentes son paralelos.

Anexo F. Análisis sísmico

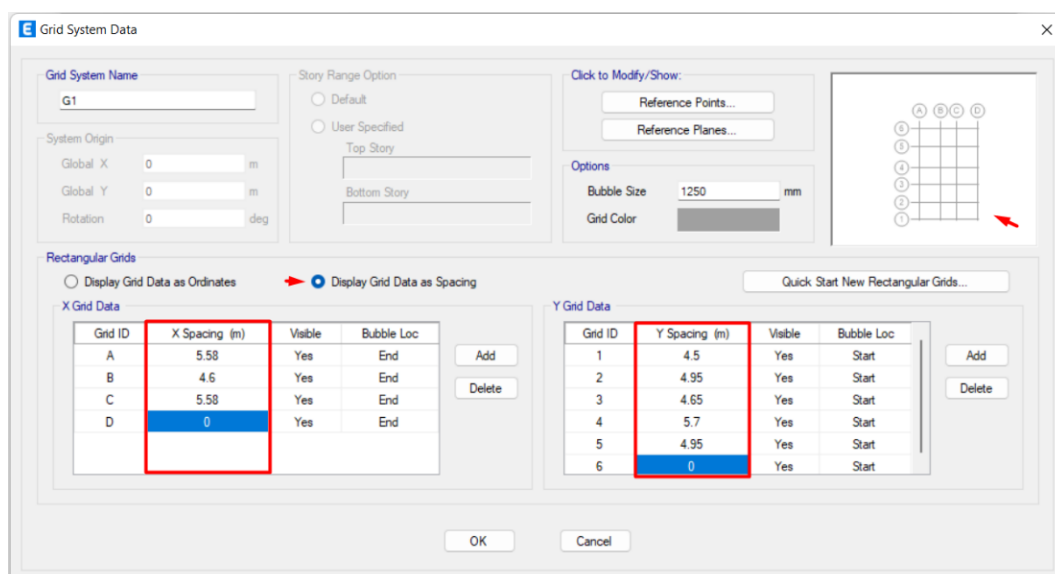
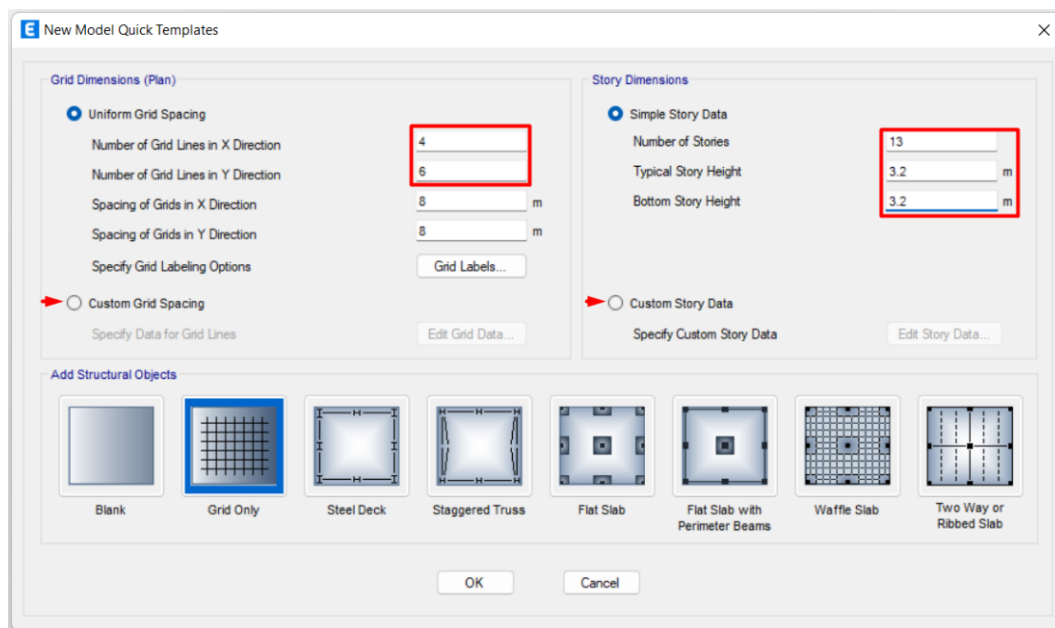
1) Análisis sísmico

▪ Modelado estructural

Abrir el programa Etabs “File/New Model”. Defines “Use Built-in Settings With” usar la configuración establecida. Completar los datos de los ejes, el número de pisos y el espacio entre ejes.

Figura 30

Sistema de coordenadas y cuadrícula



▪ **Definir materiales**

El material utilizado en toda la estructura es concreto armado. Definimos las propiedades del concreto y acero en “define materials / material property data”, ademas, definimos las barras de refuerzo de acero corrugado “Define / Section properties / Reinforcing bar sizes”.

Tabla 43

Propiedades de los materiales

Propiedades	Concreto	Acero
Resistencia	210 kg/cm ²	4200 kg/cm ²
Peso específico	2400 kg/cm ²	7850 kg/m ³
Módulo de elasticidad	217370.65 kg/cm ²	2.10 ⁶ kg/cm ²
Módulo de Poisson	0.15	-
Fluencia	-	6300 kg/cm ²

Figura 31

Propiedades del concreto y acero

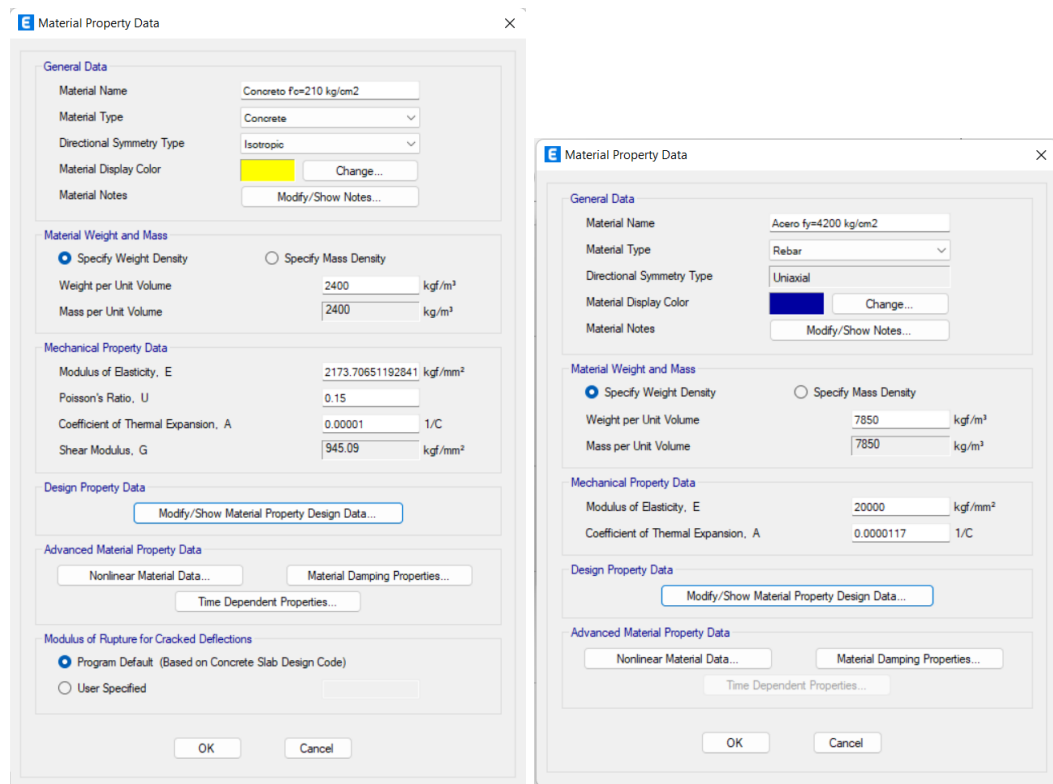
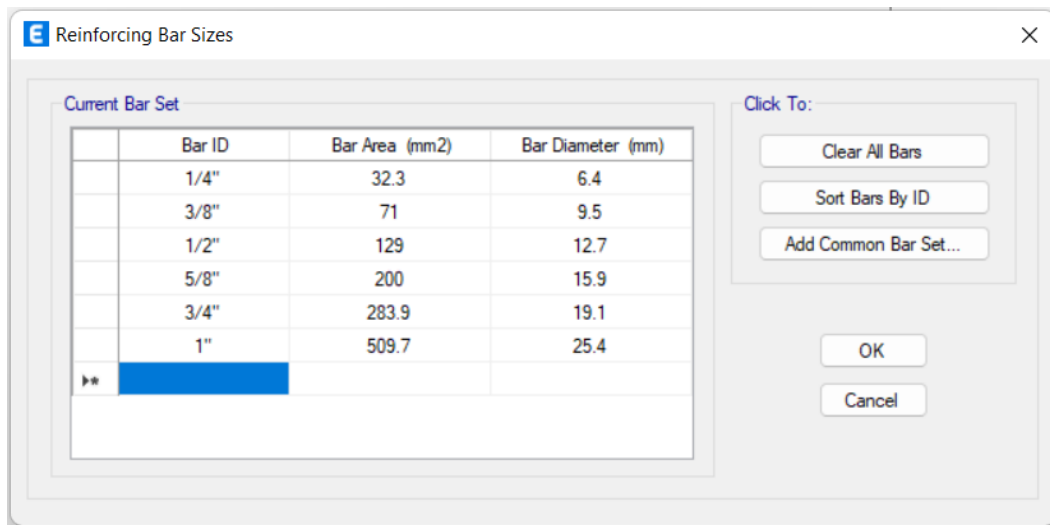


Figura 32

Barras de refuerzo de acero corrugado



▪ **Definir secciones**

Se define cada uno de los elementos estructurales, los objetos frame (columnas y vigas) “define materials / material property data / frame sections”, Shell (losas) “define materials / material property data / slab sections” y Wall (placas) “wall sections”.

Tabla 44

Dimensiones de los elementos estructurales

Descripción	Dimensiones		
	Ln (m)	b	h
Losa aligerada	LA	-	0.20
Losa Maciza	LM	-	0.20
Vigas	VE-100	0.30	0.45
	VE-101	0.30	0.40
	VA-110	0.25	0.20
	VS-091	0.20	0.20
Columnas	C-1	0.55	0.55
	C-2	0.45	0.60
	C-3	0.50	0.50
Placas	PL-30	0.30	-
	PL-25	0.25	-

Dimensiones obtenidas con las fórmulas descritas en el capítulo II

Figura 33

Secciones de columnas

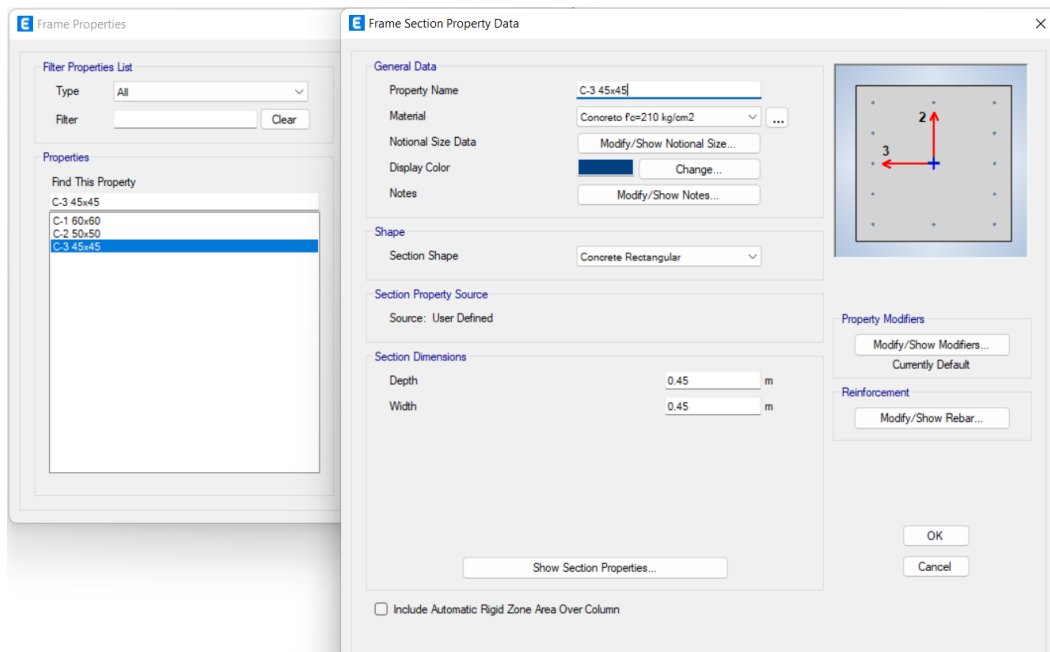


Figura 34

Secciones de vigas

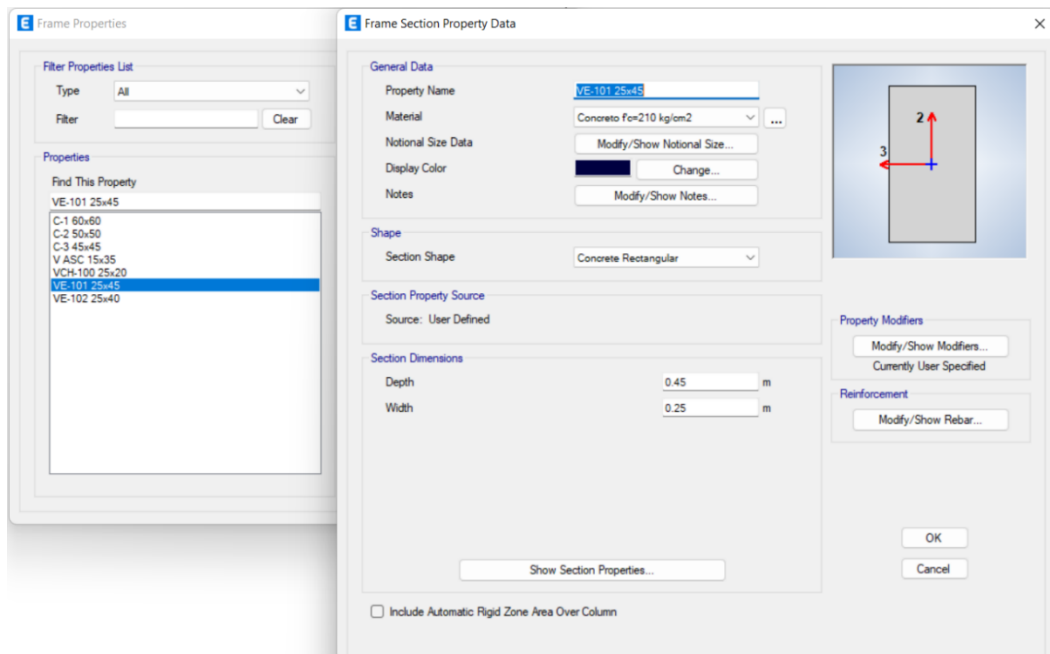


Figura 35

Secciones de losas

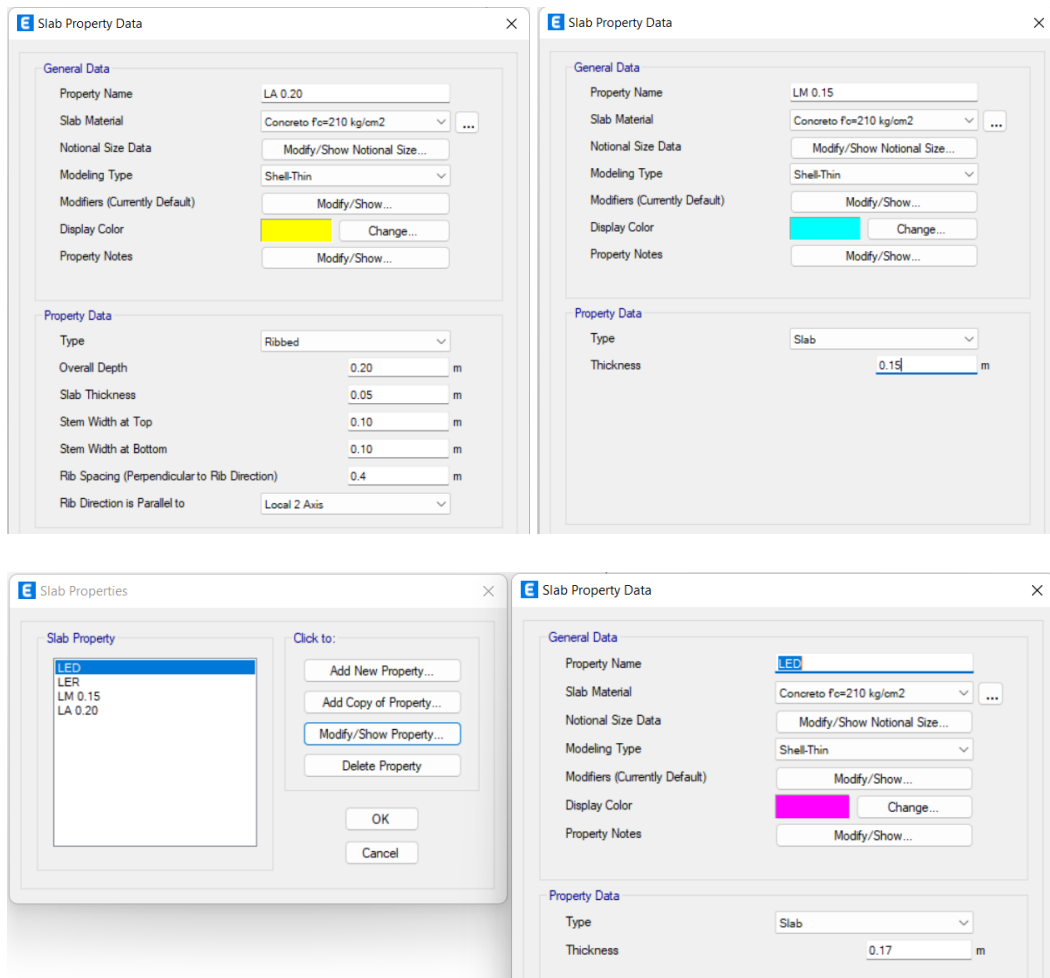
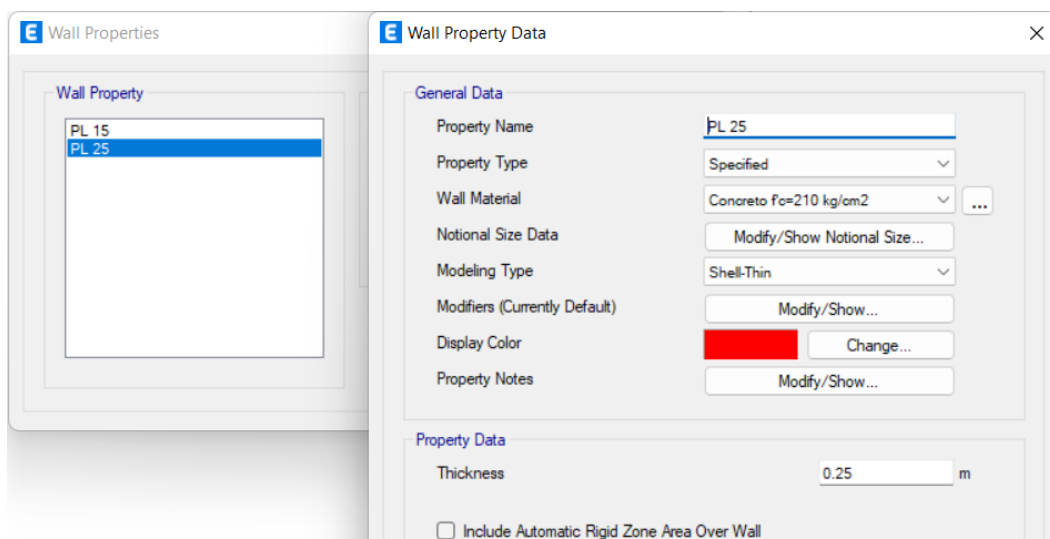


Figura 36

Secciones de muros o placas



- **Dibujo y revisión de modelo estructural**

Se procede a dibujar cada uno de los elementos definidos, así mismo realizamos una revisión general del modelo en “*Analyze / Check Model*”, con la finalidad que no presente ningún error, de presentarse el programa nos muestra donde está el error.

Figura 37

Modelo estructural

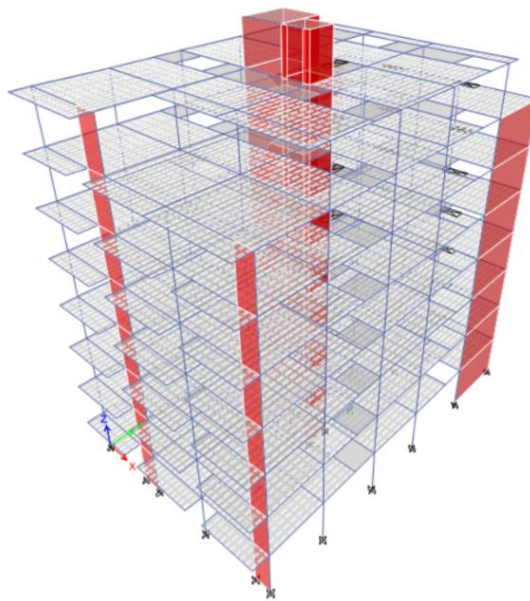
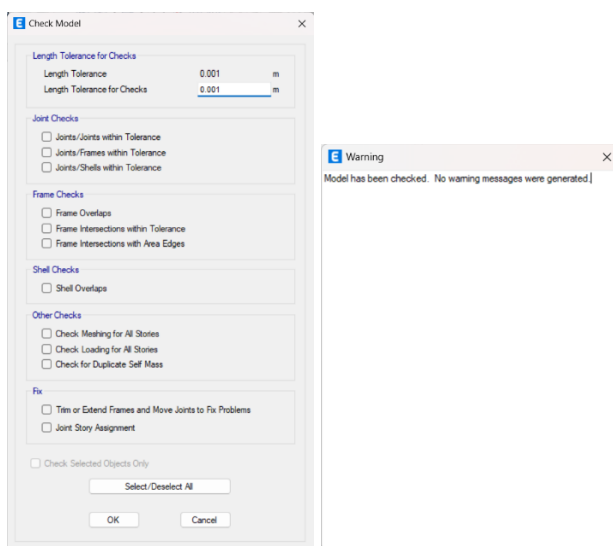


Figura 38

Revisión del modelo estructural



Nota: Revisado el modelo, nos muestra que no que han generado mensajes de advertencia.

- **Definir y asignar cargas, según norma E.020.**

El patron de cargas como muerta y viva estan definidos por defecto en el programa, definimos según corresponda para losas en “Assign Assignment – Uniform Load Set” y para frame en “Frame Load Assignment / Distributed”.

Tabla 45

Cargas muertas y vivas

	Descripción	Cargas repartidas	
Cargas Muertas (CM)	Losa Aligerada	300	Kg/m ²
	Losa Maciza	-	Kg/m ²
	Piso Terminado	100	Kg/m ²
Cargas Vivas (CV)	Tabiquería Móvil	100	Kg/m ²
	Habitaciones	200	Kg/m ²
	Restaurante	400	Kg/m ²
	Corredores y escaleras	400	Kg/m ²
	Techo	100	Kg/m ²

Tabla 46

Cargas distribuidas de muros de albañilería “CM”

Espesor	Altura	Peso unitario	Peso	Und
0.15	2.75	1350	557	Kg/ml
0.15	2.80	1350	567	Kg/ml

Figura 39

Definir cargas CM y CV.

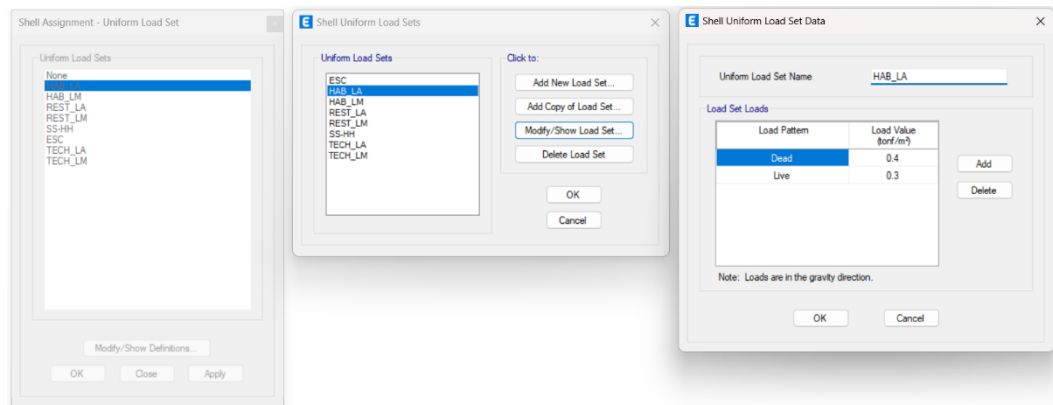
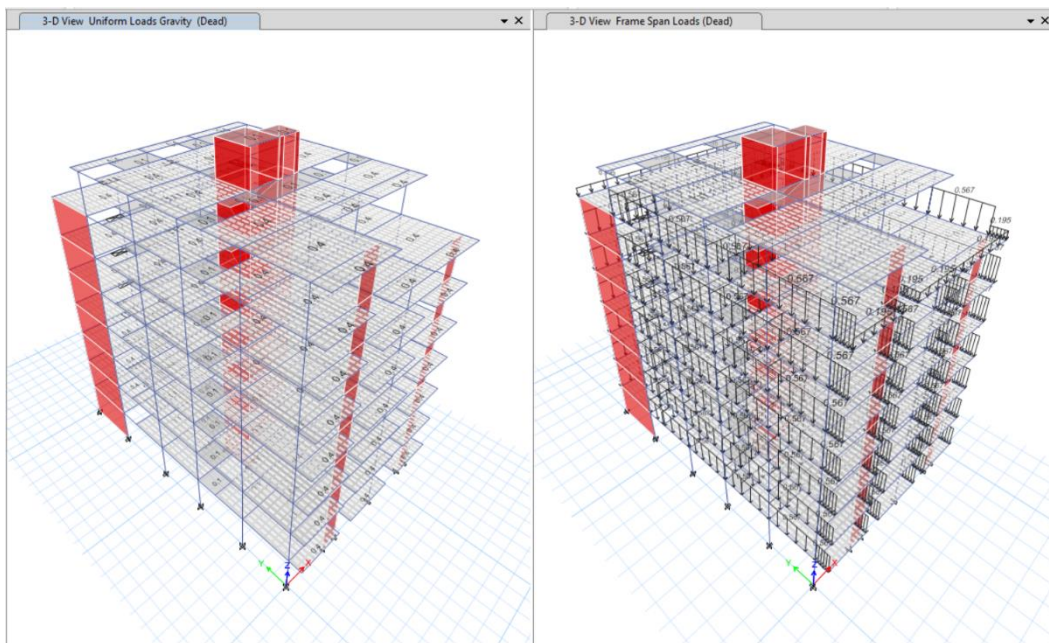


Figura 40

Asignar cargas en el modelado.

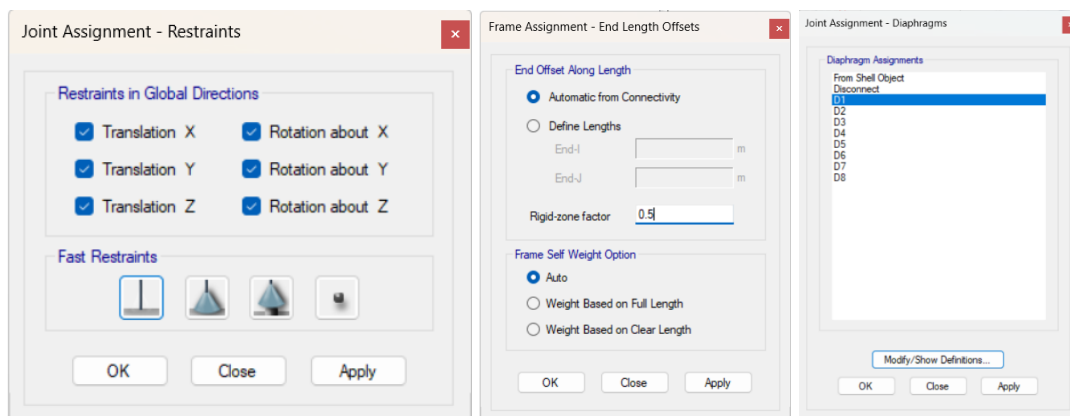


▪ **Condiciones y/o restricciones**

- De la base – emprotado “*Assing / Joint / Restraint*”.
- De conectividad entre elementos frame – Brazo igido, factor 0.5 “*Assing / Frame / End Length Offsets*”.
- Monolítica entre áreas – Diafragma rígido “*Assing / joints Assignment / Diaphragms*”.

Figura 41

Condiciones y/o restricciones



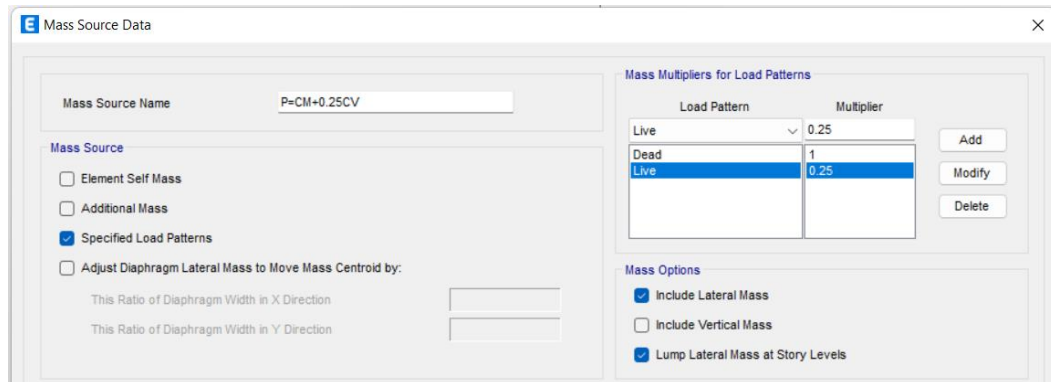
▪ Estimación del Peso (P)

Para el análisis estático y dinámico estimamos el peso en “*Define / Mass Source*”

como: $P = 100\% \text{ CM} + 25\% \text{ CV}$.

Figura 42

Estimación de peso



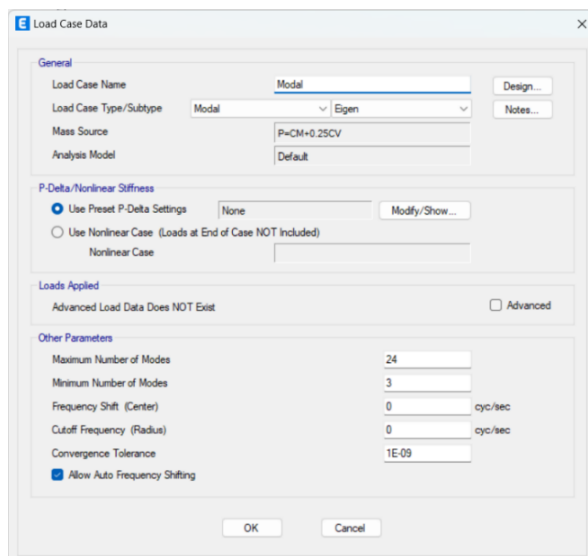
▪ Análisis modal

Defina los modos en “*Define / Load case / Modal*” siguiendo los siguientes criterios:

- La fuente de masa = Peso sísmico definido
- Número máximo de modos = 3 por cada piso
- Número mínimo de modos = 3 (02 de traslación y 01 de rotación)

Figura 43

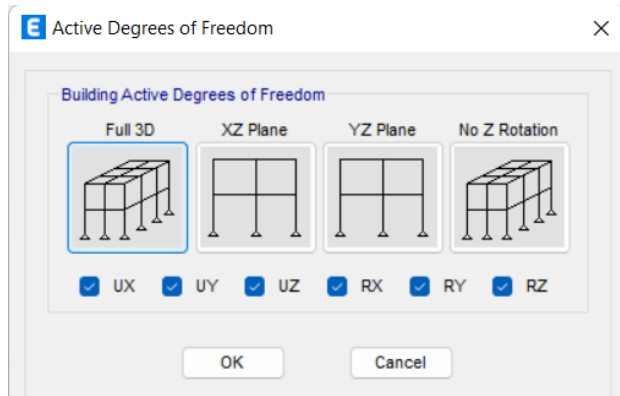
Definimos los modos de vibración



Configure las opciones de análisis, en “*Analyze / Set Active of Freedom*” y seleccione “*Full 3D*”.

Figura 44

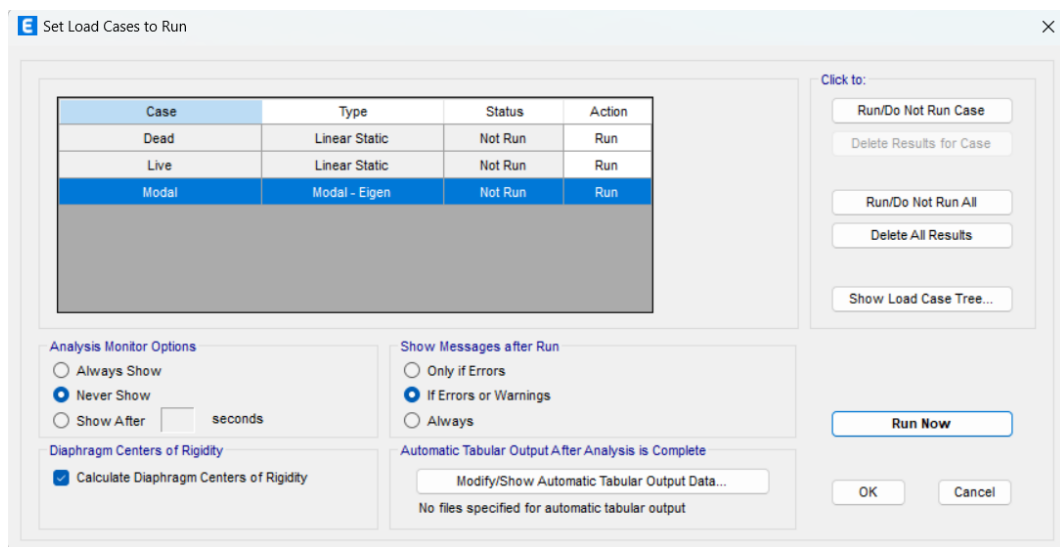
Opciones de análisis



En “*Analyze / Set Load Cases to Run*”, verificamos que la acción del caso modal este en “Run”, además seleccionamos que calcule el centro de rigidez del diafragma y ejecutamos el análisis modal en “*Run Now*”.

Figura 45

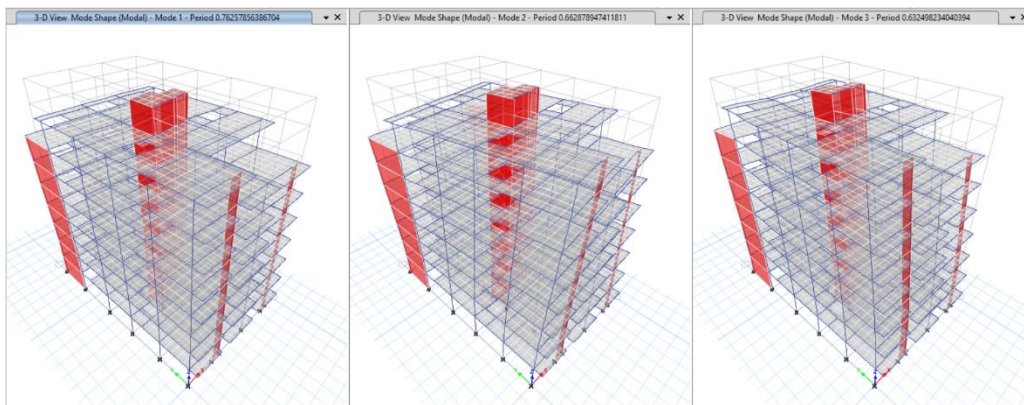
Casos de carga para ejecutar



Revisamos los resultados del periodo ($T=2\sqrt{m/k}$) y masa participativa, de los 3 principales modos de vibración, en “*Display / Analysis results / Structure output / Modal information*”.

Tabla 47*Periodos y masa participativa*

Modo	Periodo seg	UX	UY	RZ	UX Acumul.	UY Acumul.
1	0.763	0.662	0.041	0.000	0.662	0.041
2	0.663	0.000	0.001	0.701	0.662	0.042
3	0.632	0.044	0.636	0.001	0.706	0.679
4	0.193	0.181	0.004	0.000	0.887	0.683
5	0.164	0.000	0.000	0.171	0.887	0.683
6	0.142	0.005	0.183	0.000	0.892	0.866
7	0.092	0.052	0.003	0.002	0.944	0.869
8	0.090	0.002	0.000	0.042	0.946	0.869
9	0.069	0.003	0.056	0.000	0.949	0.924
10	0.061	0.005	0.001	0.029	0.954	0.926
11	0.058	0.018	0.002	0.013	0.972	0.928
12	0.045	0.008	0.010	0.003	0.980	0.938
13	0.044	0.001	0.026	0.003	0.982	0.964
14	0.039	0.005	0.000	0.016	0.987	0.964
15	0.036	0.005	0.000	0.003	0.991	0.965
16	0.031	0.004	0.001	0.000	0.995	0.966
17	0.031	0.000	0.019	0.000	0.995	0.985
18	0.029	0.001	0.000	0.010	0.996	0.985
19	0.028	0.002	0.000	0.000	0.998	0.985
20	0.024	0.000	0.009	0.000	0.998	0.994
21	0.023	0.001	0.000	0.005	0.999	0.995
22	0.022	0.000	0.000	0.000	0.999	0.995
23	0.020	0.000	0.001	0.001	1.000	0.996
24	0.020	0.000	0.003	0.000	1.000	0.999

Figura 46*Modos de vibración*

Se puede observar que el modo 01 y 03 es de traslación presentando un periodo de 0.763 y 0.632 para X e Y respectivamente, mientras que el modo 02 es de rotación.

- **Parámetros sísmicos**

Definimos los parámetros sísmicos según la Norma E.030, además del análisis modal obtenemos los periodos de ambas direcciones de análisis.

Tabla 48

Parámetros sísmicos en X, Y

Descripción		X	Y
Factor de Zona	Z	0.35	0.35
Factor de Suelo	S	1.15	1.15
Periodo corto	Tp	0.60	0.60
Periodo largo	TL	2.00	2.00
Factor de Amplificación Sísmica	C	1.97	2.37
Factor de Uso	U	1	1
Coefficiente básico de Reducción	Ro	6	6
Factores de Irregularidad en Altura	Ia	1	1
Factores de Irregularidad en Planta	Ip	1	1
Coefficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	R	6	6
Periodo de la estructura	T	0.763	0.632

- **Análisis sísmico estático**

Este tipo de análisis lo vamos a utilizar para verificar el sistema estructural (comprobar “Ro”), irregulares estructurales (Ia, Ip) y determinar la cortante estática.

Determinamos el coeficiente de cortante en la base y el valor de “K” y lo ingresamos en “Define Load Patterns” considerando una excentricidad de 5% para X e Y.

Método de coeficientes:

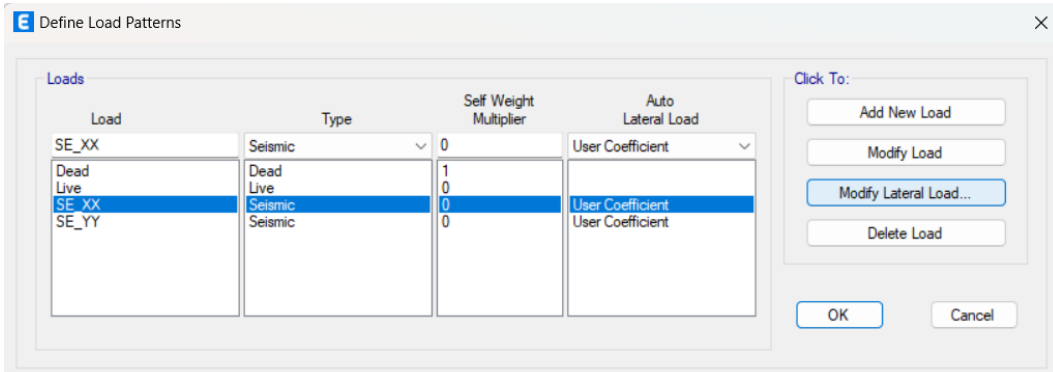
$$C_s = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R}$$

Si: $T \leq 0.5 \rightarrow K = 1$, $T > 0.5 \rightarrow K = (0.75 + 0.5 T) \leq 2$

	Dirección X	Dirección Y
$C_s =$	$\frac{0.35 * 1 * 1.97 * 1.15}{6} = 0.1319$	$\frac{0.35 * 1 * 2.37 * 1.15}{6} = 0.1592$
$K =$	$0.75 + 0.5 * (0.763) = 1.1315$	$0.75 + 0.5 * (0.632) = 1.0660$

Figura 47

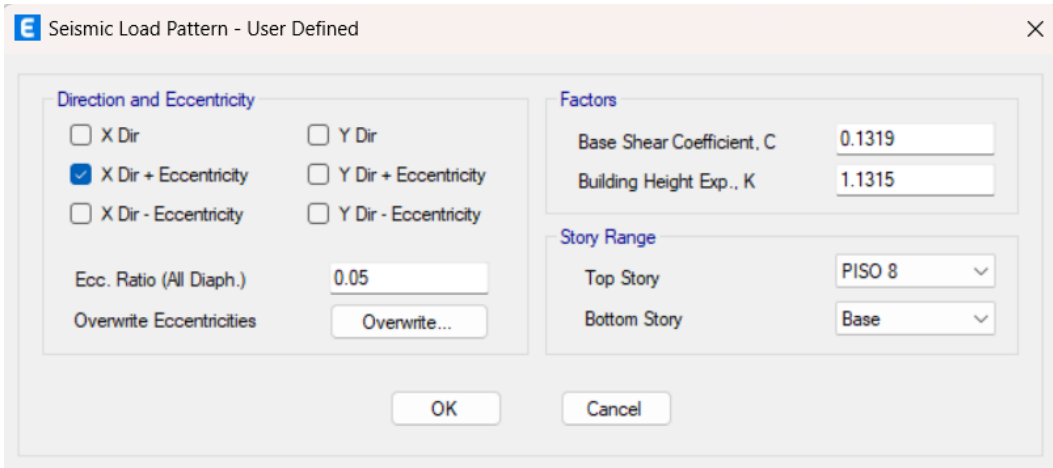
Análisis estático - método de coeficientes X, Y



The 'Define Load Patterns' dialog box contains a table with the following data:

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
SE_XX	Seismic	0	User Coefficient
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
SE_XX	Seismic	0	User Coefficient
SE_YY	Seismic	0	User Coefficient

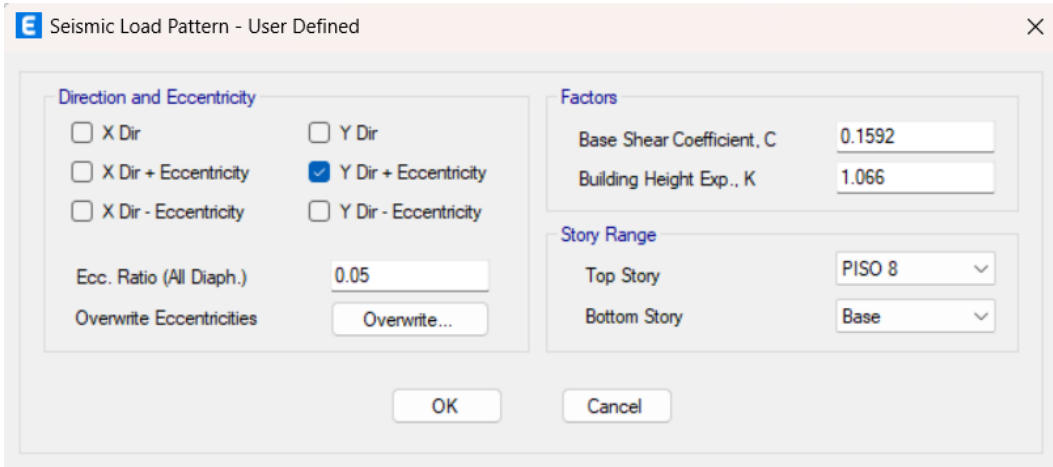
Buttons on the right: Add New Load, Modify Load, Modify Lateral Load..., Delete Load, OK, Cancel.



The 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box shows the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
 - X Dir
 - X Dir + Eccentricity
 - X Dir - Eccentricity
 - Y Dir
 - Y Dir + Eccentricity
 - Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.):** 0.05
- Overwrite Eccentricities:** Overwrite...
- Factors:**
 - Base Shear Coefficient, C: 0.1319
 - Building Height Exp., K: 1.1315
- Story Range:**
 - Top Story: PISO 8
 - Bottom Story: Base

Buttons: OK, Cancel.



The 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box shows the following settings:

- Direction and Eccentricity:**
 - X Dir
 - X Dir + Eccentricity
 - X Dir - Eccentricity
 - Y Dir + Eccentricity
 - Y Dir
 - Y Dir - Eccentricity
- Ecc. Ratio (All Diaph.):** 0.05
- Overwrite Eccentricities:** Overwrite...
- Factors:**
 - Base Shear Coefficient, C: 0.1592
 - Building Height Exp., K: 1.066
- Story Range:**
 - Top Story: PISO 8
 - Bottom Story: Base

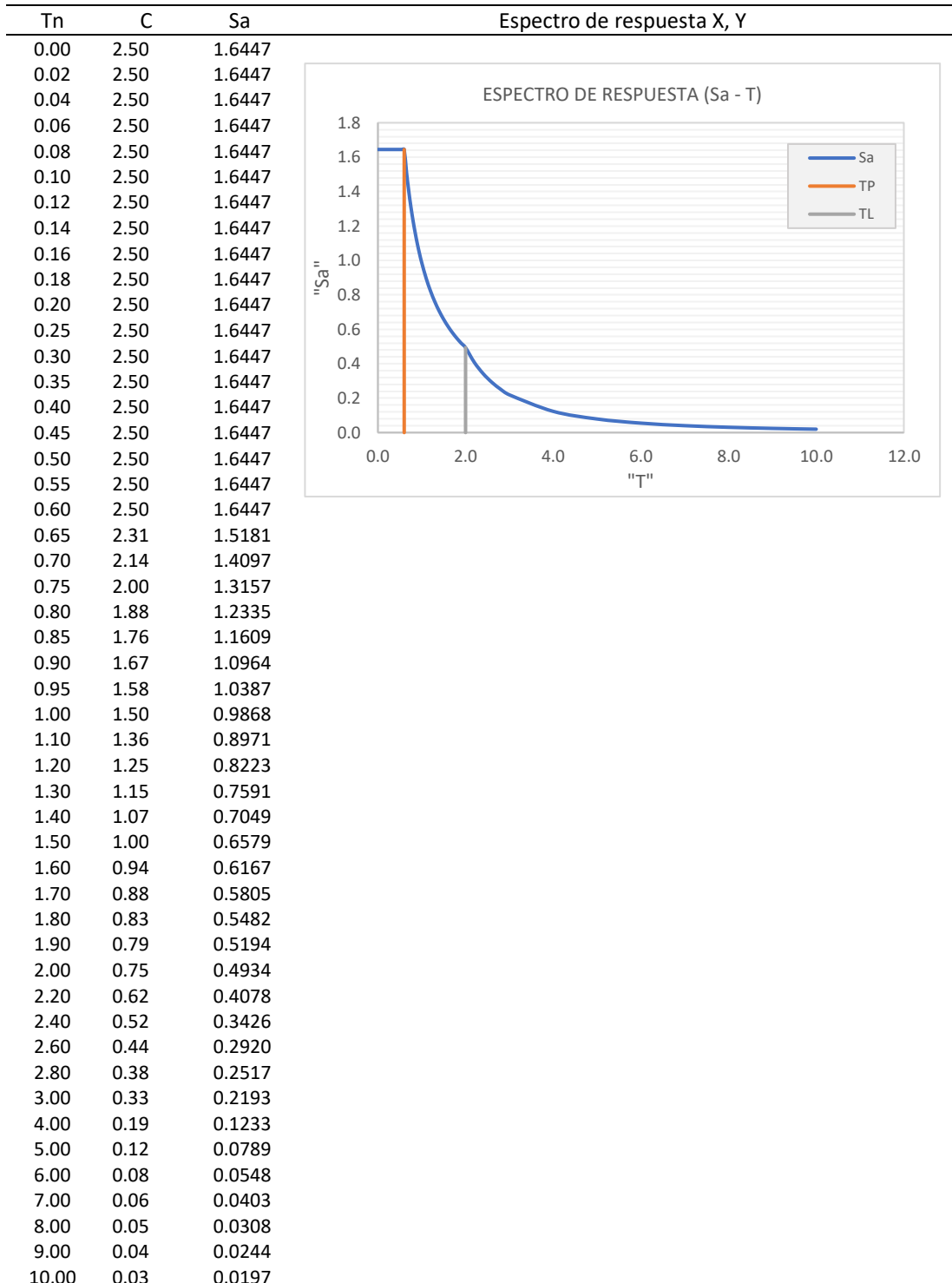
Buttons: OK, Cancel.

▪ **Análisis sísmico dinámico**

Este tipo de análisis lo utilizamos para determinar la Cortante dinámica, verificar desplazamientos y derivas, así como el diseño estructural.

Tabla 49

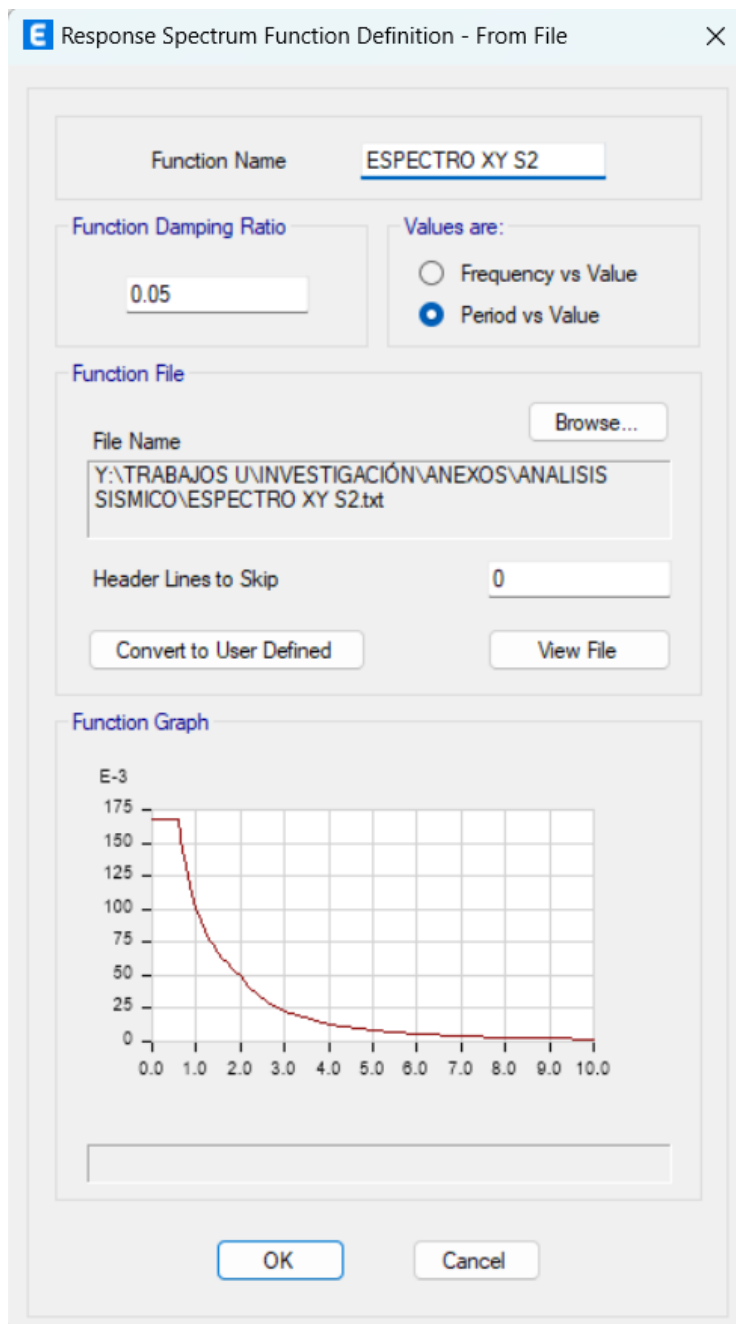
Espectro de respuesta X, Y



Dado que los parámetros sísmicos son los mismos para X e Y, se ha definido un solo espectro de respuesta, lo cargamos al programa, sin el valor de la gravedad (se multiplica al ingresar los datos del caso de carga), en: “*Define Response Spectrum Functions*”, “*From file*”, “*Add New Function*”, “*Browse...*”, para no perder los datos click en “*Convert to User Define*”.

Figura 48

Espectro de respuesta X, Y

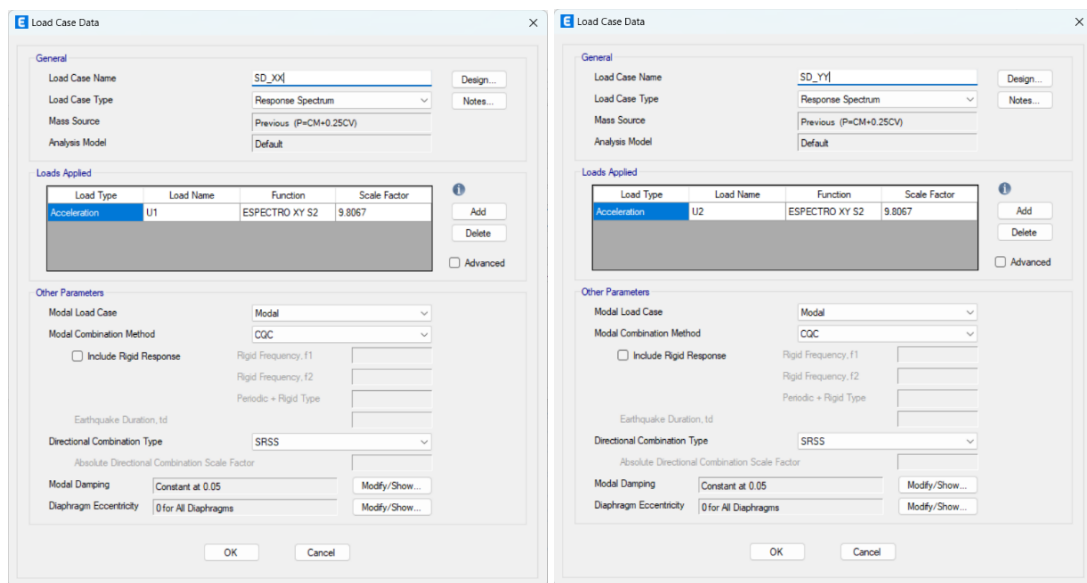


Según Norma E.030 (2018), para determinar la respuesta máxima elástica de la estructura utilizamos la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo, con 5% de amortiguamiento.

Definimos estas consideraciones en “Load cases”, adicionamos nuevo caso “Add New Case”, el tipo de caso es “Response Spectrum”, aplicamos la carga - espectro.

Figura 49

Datos del caso de carga X, Y



- **Control estructural (Verificación de resultados)**

Los resultados obtenidos cumplen con la norma E.030. En la Tabla 50 se comprobó que el sistema estructural es de muros estructurales, en la Tabla 51 se puede observar que para cumplir con la cortante mínima de 80% fue necesario escalar la cortante dinámica por un factor en ambas direcciones de análisis, así mismo, en la Tabla 52 se muestra que los desplazamientos y derivas son menores a 0.007.

Tabla 50*Sistema estructural*

Dirección	Elemento estructural	Fuerza cortante		Sistema estructural
		(Tonf)	(%)	
X	Columnas	62.25	12.93	Muros estructurales
	Placas	419.01	87.07	
	Total	481.26	100.00	
Y	Columnas	32.56	5.72	Muros estructurales
	Placas	537.10	94.28	
	Total	569.66	100.00	

Tabla 51*Cortante mínima*

Descripción	D _x	D _y	Und
Cortante estática	483.93	584.09	Tonf
Cortante dinámica	350.66	399.25	Tonf
V _d / V _e ≥ 80 %	72.50	68.40	%
Factor de escala	1.1034	1.1696	-
Cortante dinámica escalada	386.92	466.96	Tonf
Verificación	Cumple	Cumple	-

Tabla 52*Desplazamientos y derivas en X e Y*

Nivel	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.007
8	27.54	22.90	0.0053	Si	0.0049	Si
7	24.02	19.45	0.0057	Si	0.0051	Si
6	20.04	15.87	0.0059	Si	0.0051	Si
5	15.88	12.26	0.0059	Si	0.0049	Si
4	11.71	8.76	0.0056	Si	0.0045	Si
3	7.72	5.54	0.0050	Si	0.0038	Si
2	4.19	2.82	0.0039	Si	0.0027	Si
1	1.44	0.87	0.0020	Si	0.0012	Si
Máx.	27.54	22.90	0.0059	Cumple	0.0051	Cumple

Figura 50

Desplazamientos máximos en X e Y

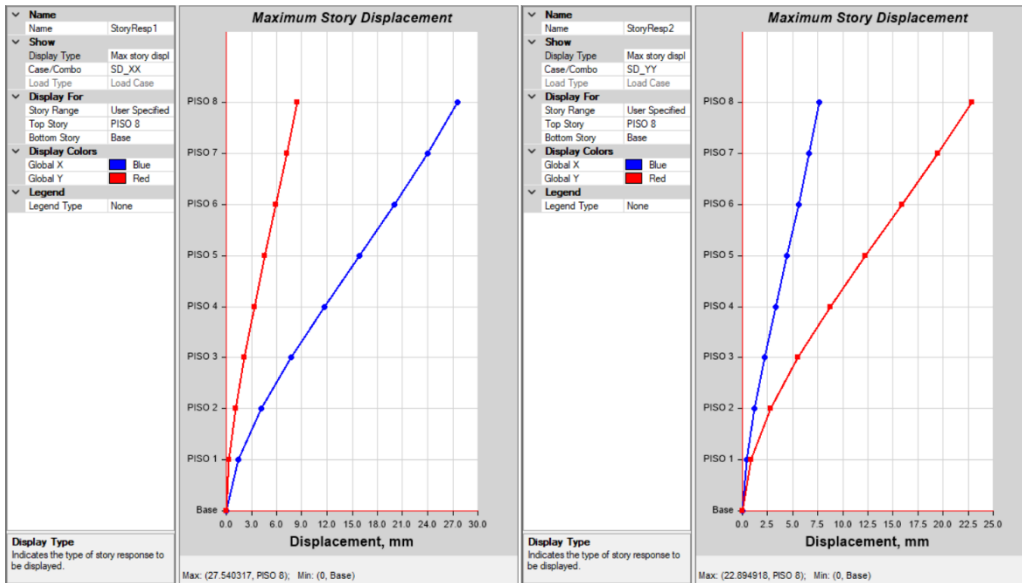
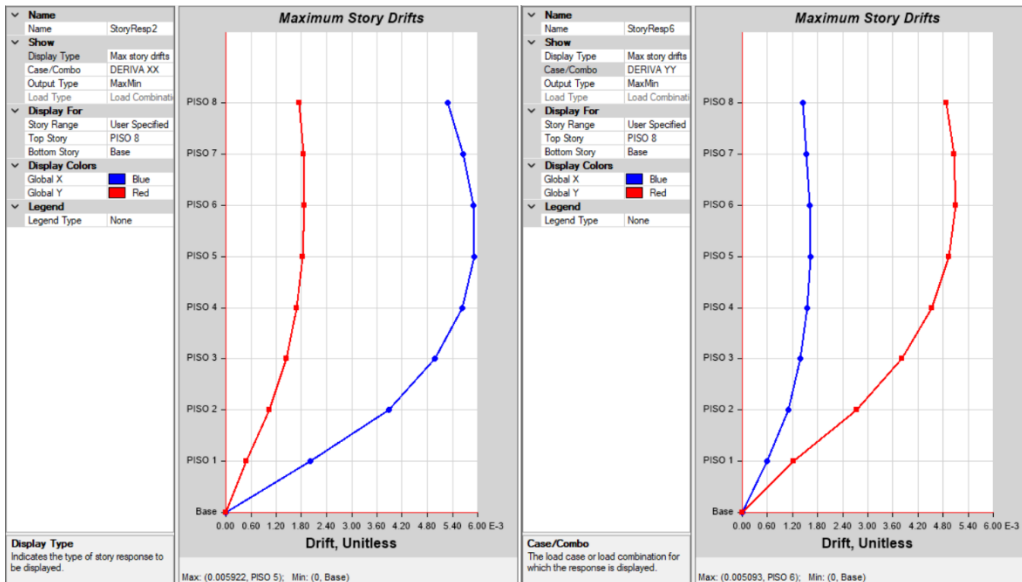


Figura 51

Derivas máximas en X e Y

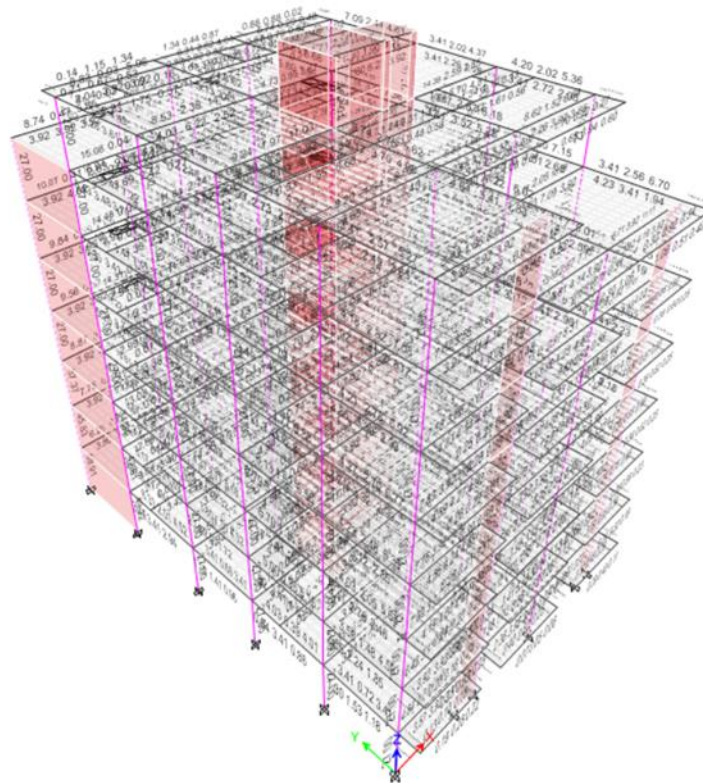


- **Diseño estructural**

El diseño de los elementos estructurales cumple los lineamientos de la norma E.060 (Anexo G).

Figura 52

Diseño estructural Etabs



2) Análisis en el rango no lineal

Este análisis consiste en determinar la respuesta de la estructura sin reducir la fuerza de sismo mediante un análisis dinámico con $R=1$, y utilizando registros de sismos reales mediante un análisis tiempo – historia.

- **Análisis dinámico $R=1$**

Definimos y lo cargamos nuestro espectro de respuesta $R=1$ al programa.

Tabla 53

Espectro de respuesta R=1

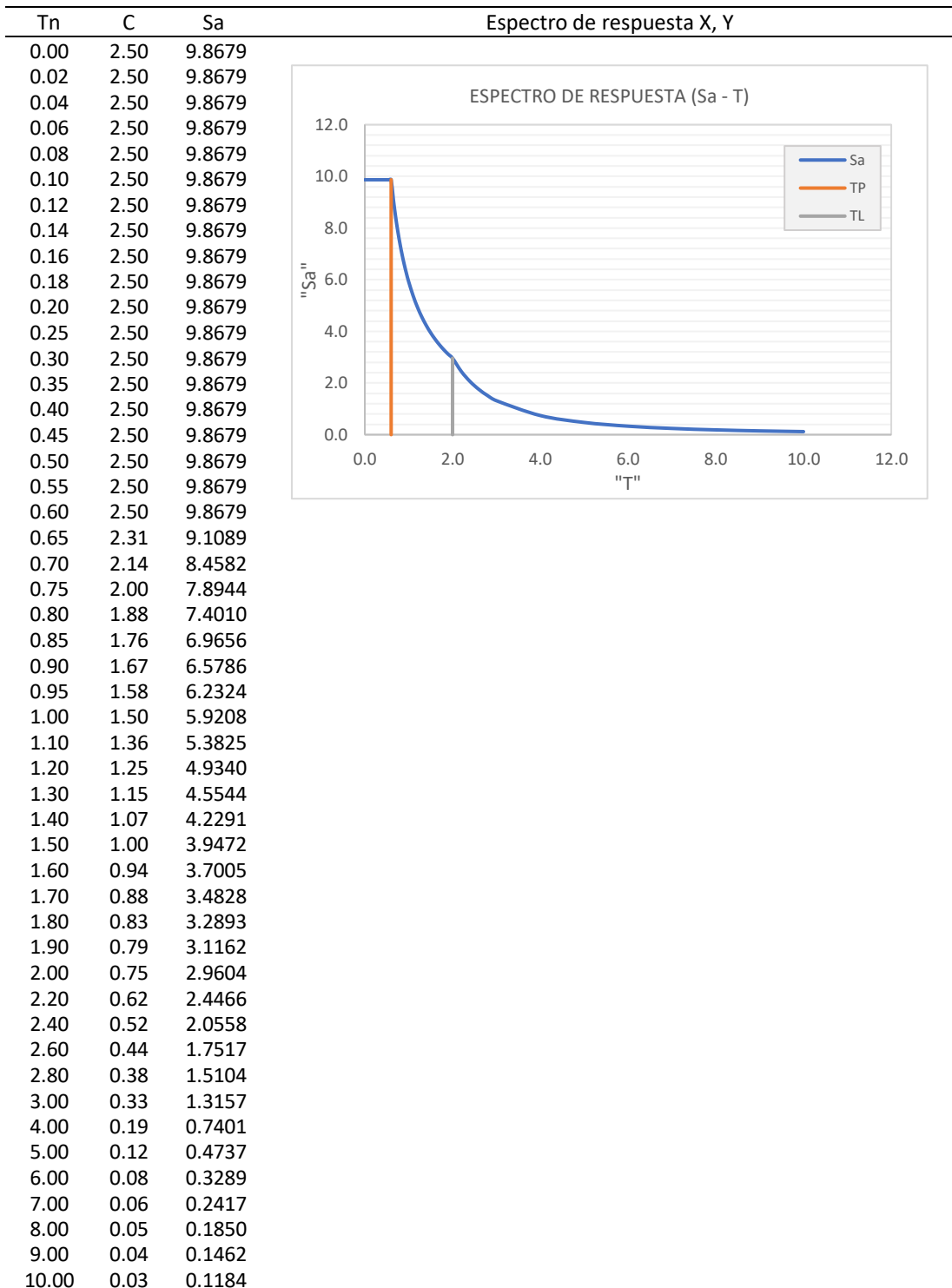
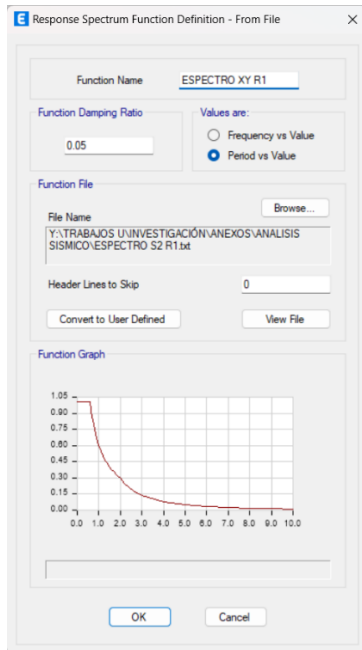


Figura 53

Espectro de respuesta X, Y



Dado que no se efectuaron cambios en la estructura, la única variación con los resultados anteriores serán los desplazamientos y derivas, que se amplifican debido al incremento de la fuerza sísmica. Los resultados muestran que en la dirección X no cumple con la norma E.030, dado que se obtuvo como deriva máxima 0.0079, mientras que en Y se obtuvo 0.0068 si cumple.

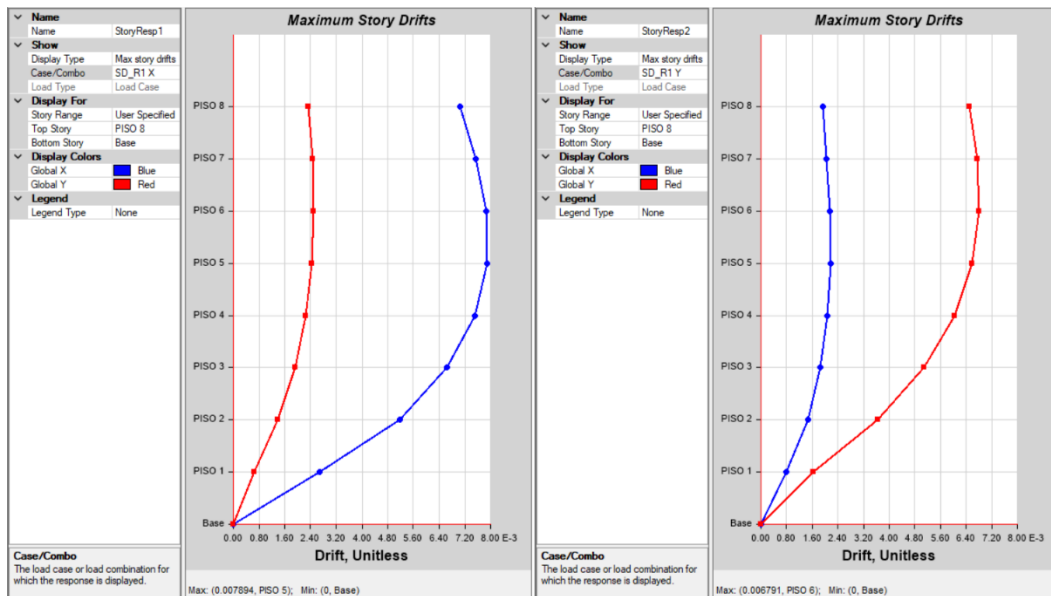
Tabla 54

Desplazamientos y derivas en X e Y, Análisis dinámico R=1

Nivel	Desplazamientos (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.007
8	165.21	137.37	0.0070	No	0.0065	Si
7	144.06	116.72	0.0075	No	0.0067	Si
6	120.20	95.22	0.0079	No	0.0068	Si
5	95.27	73.57	0.0079	No	0.0066	Si
4	70.22	52.54	0.0075	No	0.0060	Si
3	46.31	33.22	0.0066	Si	0.0051	Si
2	25.16	16.94	0.0052	Si	0.0037	Si
1	8.62	5.24	0.0027	Si	0.0016	Si
Máx.	165.21	137.37	0.0079	No cumple	0.0068	Cumple

Figura 54

Derivas en X e Y, Análisis dinámico R=1



▪ **Análisis dinámico Tiempo – historia**

Se consideró tres registros sísmicos, elegidos por su magnitud y características más parecidas al tipo de suelo donde se ubica el proyecto (S2), los cuales fueron corregidos y escalados al espectro de respuesta R=1 (espectro de diseño).

Tabla 55

Sismos sísmicos

Sismo	Magn.	Estación	Comp.	N° de puntos	Intervalo de tiempo	Acel. Máx.
LIMA, 17/10/1966	8.1 Mw	Parque de la Reserva	EW NS	9882 9882	0.02 0.02	180.56 268.24
LIMA, 17/10/1974	6.6 Mw	Parque de la Reserva	EO NS	4899 4899	0.02 0.02	194.21 180.09
ICA, 15/08/2007	7.9 Mw	Única	EO NS	21806 21806	0.01 0.01	272.82 333.66

Tabla 56

Sismos corregidos en SeismoSignal 2021

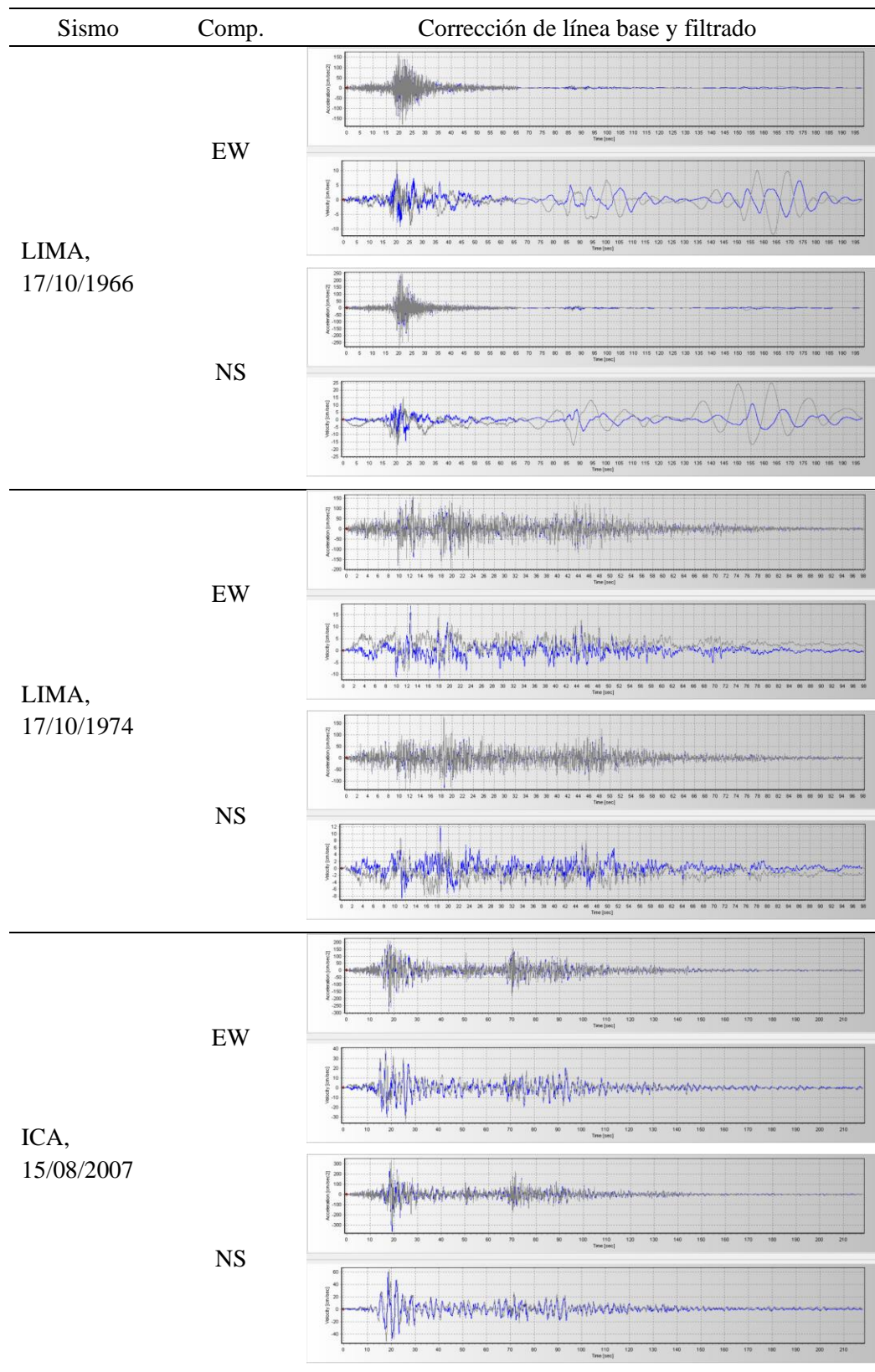
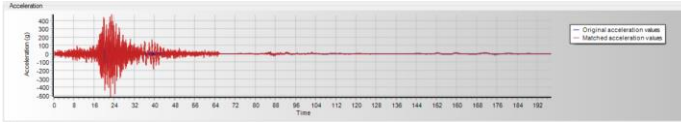
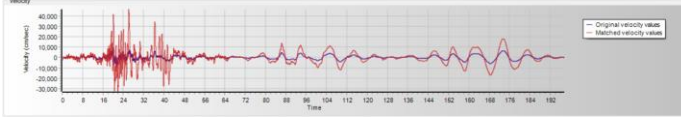
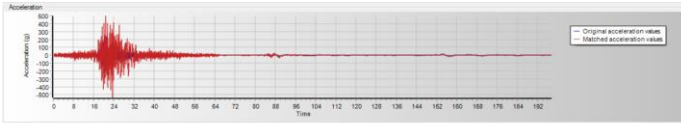
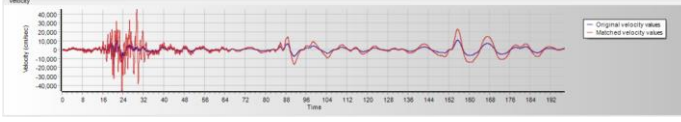
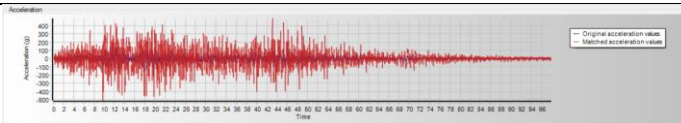
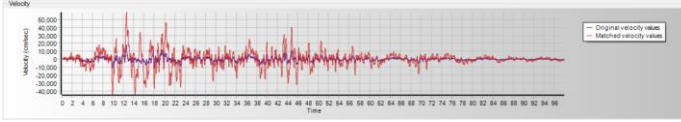
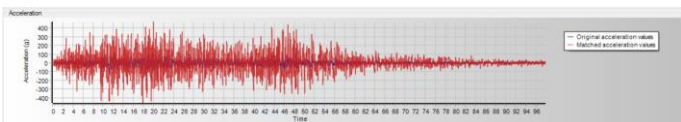
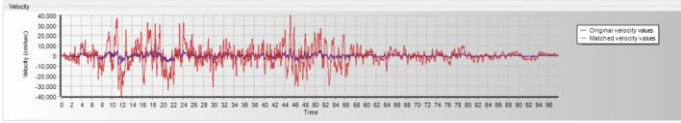
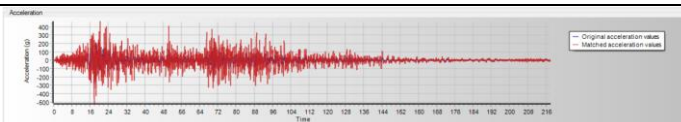
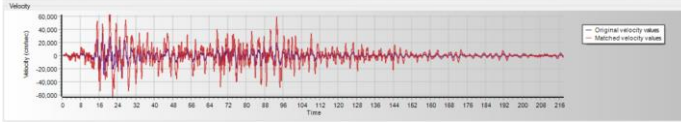
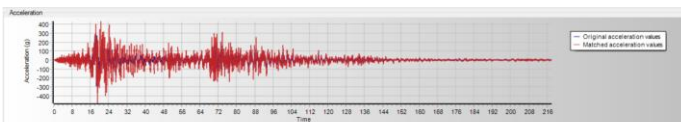
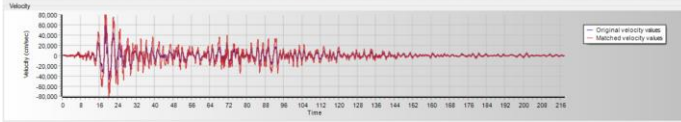


Tabla 57

Sismos escalados en SeismoMatch 2022

Sismo	Comp.	Escalamiento a espectro R=1
LIMA, 17/10/1966	EW	
		
	NS	
		
LIMA, 17/10/1974	EW	
		
	NS	
		
ICA, 15/08/2007	EW	
		
	NS	
		

Cargamos los tres conjuntos de registros de aceleraciones con cada componente por separado, en “Define / Time History Functions”, ingresamos el intervalo de tiempo en “Values at Equal Intervals of”. Definimos los casos de análisis en “Load Case Data” Caso I (EW-NS) y Caso II (NS-EW), así mismo, ingresamos el número de puntos y el intervalo de tiempo, considerando 5% de amortiguamiento.

Figura 55

Función tiempo historia

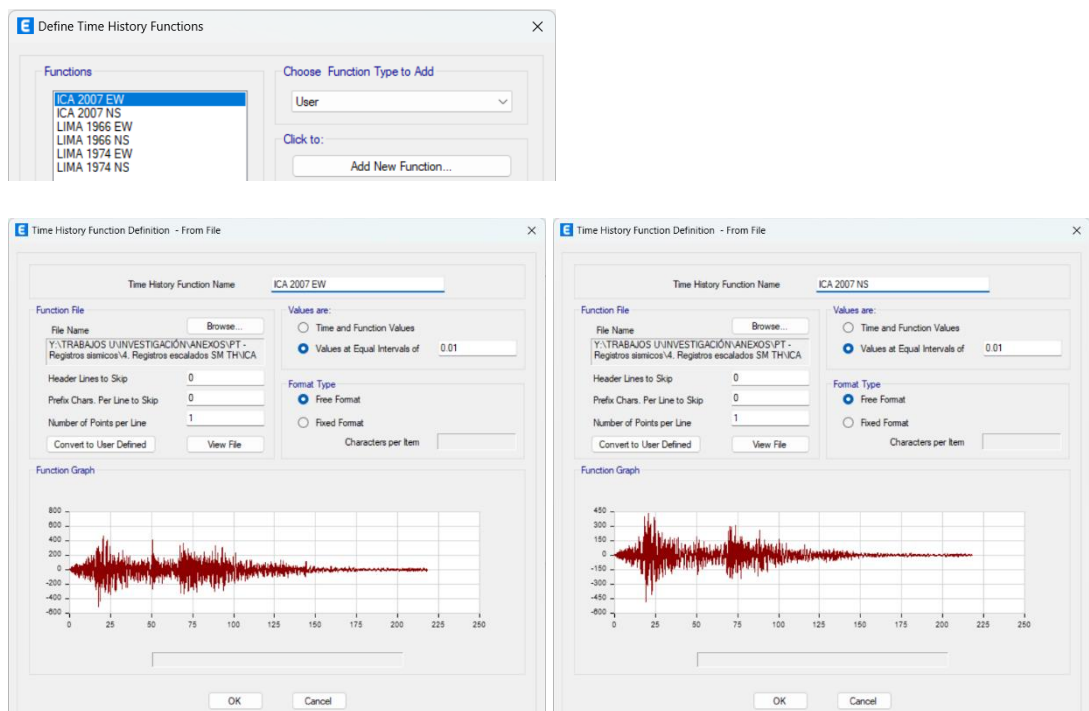
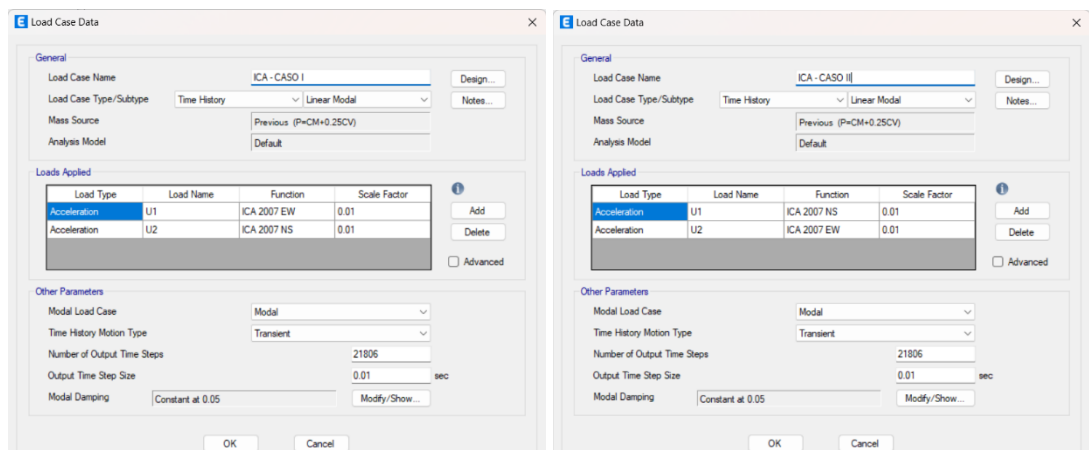


Figura 56

Datos del caso de carga – Caso I y II



▪ **Control estructural (Verificación de resultados)**

Tabla 58

Derivas en X e Y, Análisis dinámico tiempo - historia

Dir.	Nivel	LIMA 1966		LIMA 1974		ICA 2007	
		Caso I	Caso II	Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
X	8	0.0093	0.0085	0.0079	0.0068	0.0080	0.0073
	7	0.0099	0.0092	0.0084	0.0072	0.0086	0.0078
	6	0.0103	0.0096	0.0089	0.0074	0.0088	0.0082
	5	0.0102	0.0094	0.0090	0.0072	0.0086	0.0083
	4	0.0096	0.0086	0.0085	0.0067	0.0078	0.0079
	3	0.0085	0.0072	0.0073	0.0058	0.0066	0.0071
	2	0.0067	0.0055	0.0057	0.0045	0.0050	0.0055
	1	0.0035	0.0028	0.0030	0.0023	0.0027	0.0029
Máx.	6	0.0103	0.0096	0.0090	0.0074	0.0088	0.0083
Y	8	0.0067	0.0062	0.0069	0.0069	0.0070	0.0067
	7	0.0068	0.0064	0.0070	0.0071	0.0074	0.0070
	6	0.0068	0.0064	0.0070	0.0072	0.0074	0.0070
	5	0.0067	0.0061	0.0066	0.0070	0.0072	0.0068
	4	0.0061	0.0055	0.0059	0.0065	0.0066	0.0062
	3	0.0052	0.0046	0.0048	0.0057	0.0055	0.0052
	2	0.0038	0.0032	0.0034	0.0042	0.0039	0.0037
	1	0.0017	0.0015	0.0016	0.0019	0.0017	0.0016
Max.	6	0.0068	0.0064	0.0070	0.0072	0.0074	0.0070

Caso I (E-W, N-S), CASO II (N-S, E-W)

Tabla 59

Similitud del Análisis tiempo -historia - Análisis dinámico R=1.

Dir.	Nivel	LIMA 1966		LIMA 1974		ICA 2007	
		Caso I	Caso II	Caso I	Caso II	Caso I	Caso II
X	8	1.32	1.20	1.12	0.96	1.14	1.03
	7	1.32	1.22	1.12	0.96	1.14	1.03
	6	1.30	1.21	1.13	0.94	1.12	1.04
	5	1.29	1.19	1.14	0.91	1.08	1.05
	4	1.27	1.15	1.13	0.89	1.04	1.06
	3	1.28	1.08	1.11	0.87	1.00	1.06
	2	1.29	1.06	1.09	0.86	0.96	1.07
	1	1.32	1.06	1.11	0.85	1.01	1.08
Y	8	1.04	0.96	1.06	1.06	1.08	1.04
	7	1.01	0.95	1.04	1.05	1.09	1.03
	6	1.00	0.94	1.03	1.05	1.09	1.03
	5	1.01	0.93	1.01	1.07	1.09	1.03
	4	1.02	0.92	0.97	1.08	1.09	1.02
	3	1.02	0.90	0.95	1.11	1.08	1.01
	2	1.03	0.89	0.93	1.14	1.08	1.00
	1	1.02	0.91	0.97	1.15	1.07	0.98

Figura 57

Derivas máximas en X e Y, sismo Lima 1966 – Caso I y II

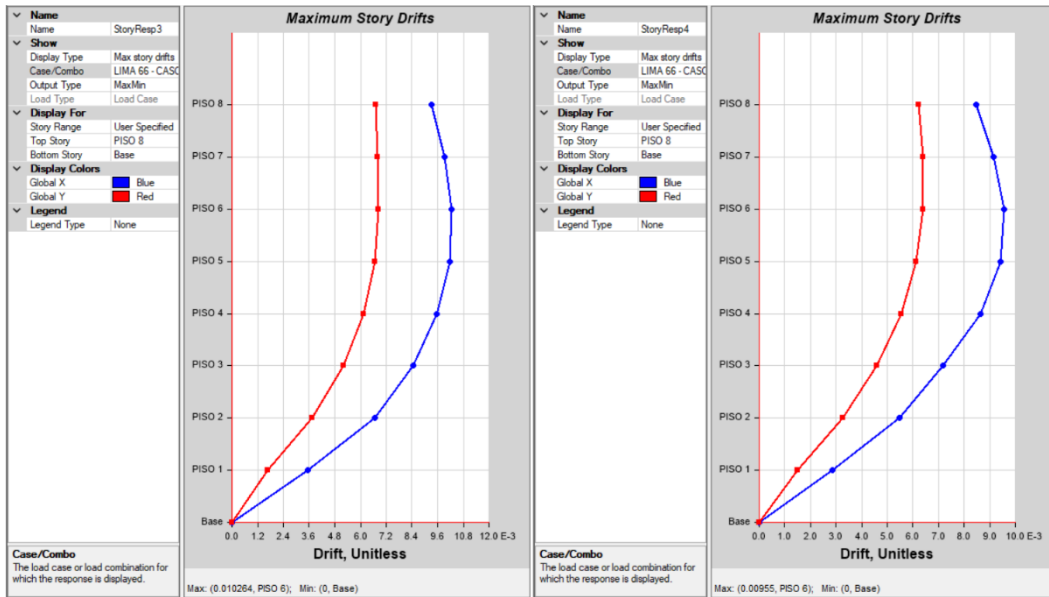


Figura 58

Derivas máximas en X e Y, sismo Lima 1994 – Caso I y II

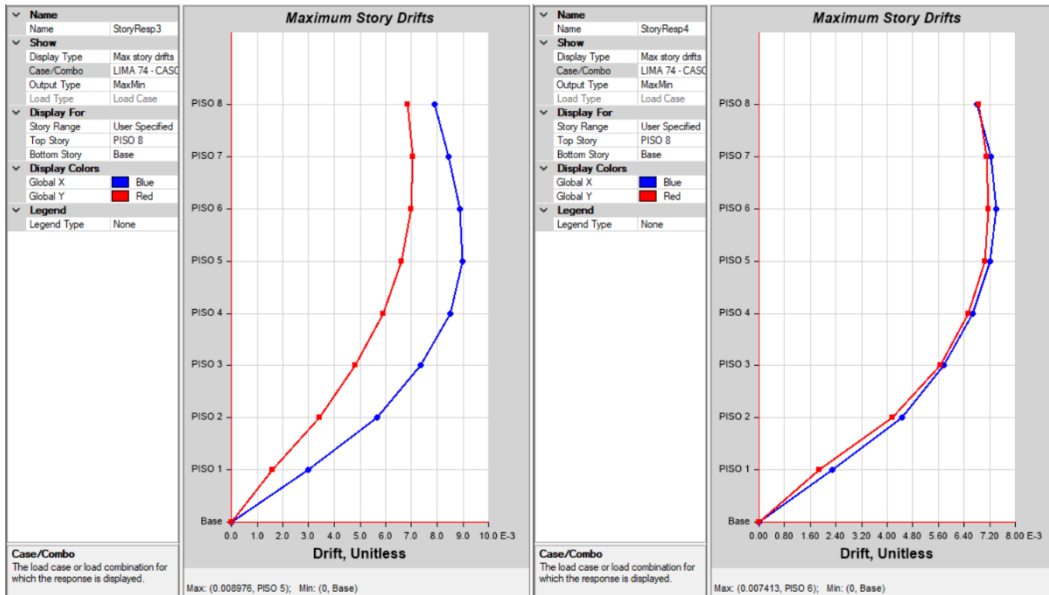
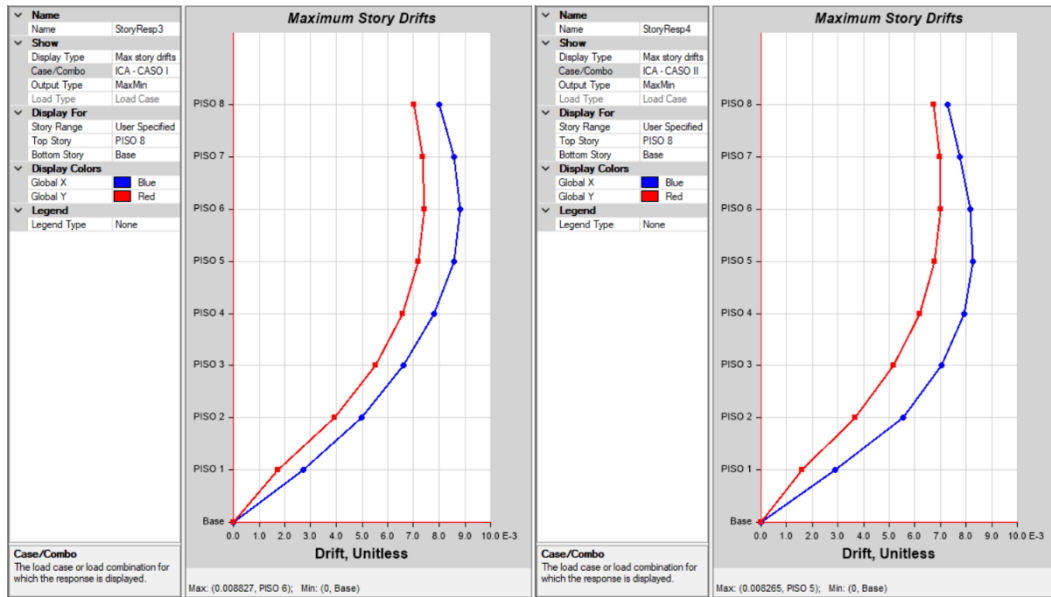


Figura 59

Derivas máximas en X e Y, sismo Ica 2007 – Caso I y II



La similitud deberá estar en el intervalo de 0.80 - 1.20. De los resultados se eligió el sismo de diseño (sismo raro) Ica 2007 - Caso II, cuyas características tienen mayor similitud a los resultados del análisis dinámico R=1.

Tabla 60

Desplazamientos y derivas en X e Y, sismo Ica 2007, caso 2

Nivel	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.007
8	173.91	140.65	0.0073	No	0.0067	Si
7	152.05	119.14	0.0078	No	0.0070	No
6	127.25	97.00	0.0082	No	0.0070	No
5	101.25	74.72	0.0083	No	0.0068	Si
4	74.91	53.12	0.0079	No	0.0062	Si
3	49.53	33.36	0.0071	No	0.0052	Si
2	26.97	16.86	0.0055	Si	0.0037	Si
1	9.29	5.11	0.0029	Si	0.0016	Si
Máx.	173.91	140.65	0.0083	No cumple	0.0070	Cumple

Las derivas obtenidas y verificadas son manteniendo la filosofía de diseño sismorresistente, de salvaguardar la vida, que permite daño importante al sistema estructural, el cual se controla con la deriva objetivo (Hazu) e incorporación de DFV.

3) Análisis sísmico incorporando DFV

- Estado de daño - deriva objetivo

Niveles de demanda sísmica

Evento sísmico	Tr (años)	Probabilidad de excedencia (% años)
Frecuente	43 años	50 / 30
Ocasional	72 años	50 / 30
Raro	475 años	10 / 50
Muy Rarro	970 años	10 / 100

Nota: SEAOC Vision 2000 Committee, 1999.

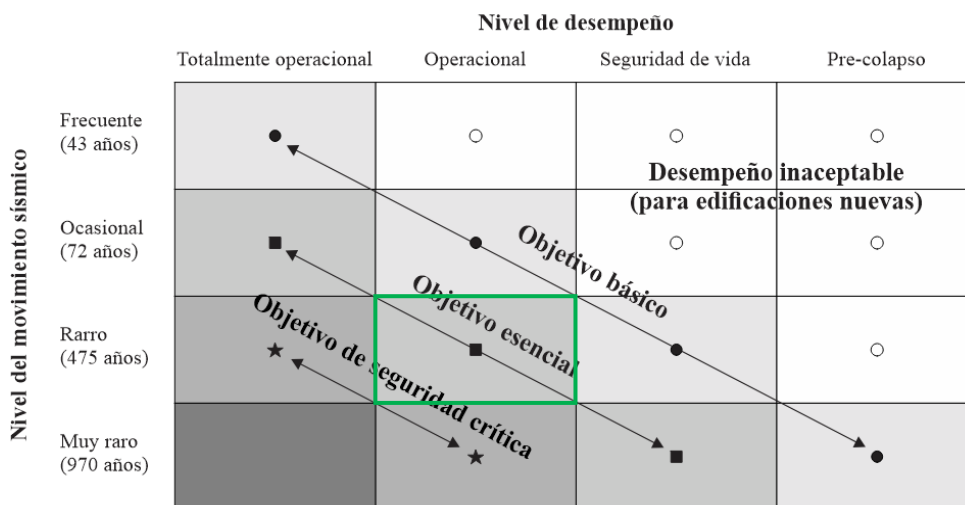
Estados de daño y niveles de desempeño

Estado de Daño	Nivel de Desempeño	Características Principales
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural insignificante. Servicio continuo, las instalaciones continuaran prestando servicio.
Leve	Operacional	Daños leves. Las instalaciones esenciales continuaran en servicio, las no esenciales pueden sufrir interrupciones. Reparaciones menores
Moderado	Seguridad	Daños importantes. La estructura sufre daños, pero permanece estable. Seguridad de ocupantes. Reparaciones importantes
Severo	Pre-Colapso	Daño estructural severo. Cerca de colapsar la estructura. Fallan elementos estructurales y no estructurales. La reparación puede ser no factible económicamente.
Completo	Colapso	Colapso parcial o total de la estructura.

Nota: Adaptado de (SEAOC, 1999).

Objetivos de desempeño

Objetivo esencial, se espera que la edificación se mantenga operativo (ocupación inmediata).



Nota: Adaptado de (SEAOC, 1999).

Estado de daño-Deriva objetivo

Descripción	Pisos	Tipo	Deriva de entrepiso - estado de daño			
			Leve	Moderado	Severo	Completo
Pórticos de concreto armado (C1)	1 - 3	C1L	0.005	0.0087	0.0233	0.06
	4 - 7	C1M	0.0033	0.0058	0.0156	0.04
	8+	C1H	0.0025	0.0043	0.0117	0.03
Muros de corte de concreto (C2)	1 - 3	C2L	0.004	0.0084	0.0232	0.06
	4 - 7	C2M	0.0027	0.0056	0.0154	0.04
	8+	C2H	0.002	0.0042	0.0116	0.03

Nota. Adaptado del Multi-hazard Loss Estimation Methodology Hazus (FEMA, 2011).

■ **Cálculo de las propiedades de los disipadores de fluido viscoso**

Amortiguamiento viscoso de la estructura (BH)

Característica	Símbolo	X	Y	Und
Deriva máxima	$D_{m\acute{a}x}$	0.0083	0.0070	
Deriva objetivo	$D_{objetivo}$	0.0042	0.0042	
Factor de reducción de respuesta sísmica	B	1.976	1.667	-
Amortiguamiento efectivo	B_{eff}	36.51	25.01	%
Amortiguamiento viscoso de la estructura	B_H	32.00	21.00	%

Rigidez del brazo metálico (K)

Table 1-13 (continued)
Round HSS
Dimensions and Properties



HSS9.625-
HSS6.875

Shape	Design Wall Thickness, t	Nominal Wt.	Area, A	D/t	I	S	r	Z	Torsion	
									J	C
									in.	in.
HSS8.625x0.625	0.581	53.45	14.7	14.8	119	27.7	2.85	37.7	239	55.4
x0.500	0.465	43.43	11.9	18.5	100	23.1	2.89	31.0	199	46.2
x0.375	0.349	33.07	9.07	24.7	77.8	18.0	2.93	23.9	156	36.1
x0.322	0.300	28.58	7.85	28.8	68.1	15.8	2.95	20.8	136	31.6
x0.250	0.233	22.38	6.14	37.0	54.1	12.5	2.97	16.4	108	25.1
x0.188 ^f	0.174	16.96	4.62	49.6	41.3	9.57	2.99	12.4	82.5	19.1

Nota: AISC Steel Construcción Manual 14th

CARACTERÍSTICAS

Dir.	Tipo	D. ext. (In)	t (In)	Área (In ²)	r (In)	Inercia (In ²)
X-X:	HSS 8.625 x 0.50	8.625	0.465	11.9	2.89	100
Y-Y:	HSS 8.625 x 0.50	8.625	0.465	11.9	2.89	100

RIGIDEZ DEL ELEMENTO

Dir.	E (KSI)	E (Tn/m ²)	A (m ²)	L (m)	K (Tnf/m)
X-X:	29000	20431859.05	0.007677	3.94	39804.90
Y-Y:	29000	20431859.05	0.007677	3.96	39657.54

Coefficiente de amortiguamiento (C)

$$\sum C_j = \frac{\beta_H \cdot 2\pi A^{1-\alpha} \cdot \omega^{2-\alpha} \cdot (\sum_i m_i \phi_i^2)}{\lambda (\sum \phi_{rj}^{1+\alpha} \cdot \cos^{1+\alpha} \theta_j)}$$

Descripción	Símbolo	X	Y	Und
Periodo fundamental de la estructura	T	0.763	0.632	seg
Exponente de velocidad	α	0.50	0.50	-
Parámetro Lambda	λ	3.50	3.50	-
Ángulo del disipador	θ_j	54.29	54.00	°
Amplitud del despl. del modo fundamental	A	0.133	0.131	m
Frecuencia Angular $W = 2\pi/T$	W	8.235	9.942	rad/seg

Nivel	m_i (Tn.s ² /m)	$\Phi_i - X$ (m)	$\Phi_{rj} - X$ (m)	Cos θ	$\Phi_{rj}^{(1+\alpha)} \cdot \cos\theta^{(1+\alpha)}$	$m \cdot (\Phi_i)^2$
8	29.414	0.1648	0.0220	0.584	0.0015	0.7992
7	48.922	0.1428	0.0234	0.584	0.0016	0.9977
6	50.021	0.1194	0.0246	0.584	0.0017	0.7128
5	50.034	0.0948	0.0250	0.584	0.0018	0.4493
4	50.021	0.0698	0.0240	0.584	0.0017	0.2436
3	50.021	0.0458	0.0213	0.584	0.0014	0.1048
2	50.021	0.0245	0.0167	0.584	0.0010	0.0300
1	50.021	0.0078	0.0078	0.584	0.0003	0.0031
				Σ	0.0109	3.341

Nivel	m_i (Tn.s ² /m)	$\Phi_i - Y$ (m)	$\Phi_{rj} - Y$ (m)	Cos θ	$\Phi_{rj}^{(1+\alpha)} \cdot \cos\theta^{(1+\alpha)}$	$m \cdot (\Phi_i)^2$
8	29.414	0.1400	0.0211	0.588	0.0014	0.5762
7	48.922	0.1188	0.0222	0.588	0.0015	0.6907
6	50.021	0.0967	0.0223	0.588	0.0015	0.4674
5	50.034	0.0744	0.0216	0.588	0.0014	0.2767
4	50.021	0.0528	0.0197	0.588	0.0012	0.1394
3	50.021	0.0331	0.0164	0.588	0.0009	0.0549
2	50.021	0.0167	0.0116	0.588	0.0006	0.0140
1	50.021	0.0051	0.0051	0.588	0.0002	0.0013
				Σ	0.0087	2.221

Descripción	Símb.	X	Y	Und
ΣC_j	ΣC_j	1524.771	1088.206	Tn.s/m
Número de disipadores por piso	N_d	4	4	-
Coefficiente de amortiguamiento	C_j	381.193	272.052	Tn.s/m

Parámetros inherentes de los Disipadores de Fluido Viscoso

Parámetros	X	Y	(und)
Rigidez del brazo metálico (K)	39804.90	39657.54	Tn/m
Coefficiente de amortiguamiento (C)	381.20	272.10	Tn.s/m
Exponente de velocidad (α)	0.50	0.50	-

Estos definen el comportamiento de los disipadores

Figura 60

Parámetros inherentes del disipador en X e Y

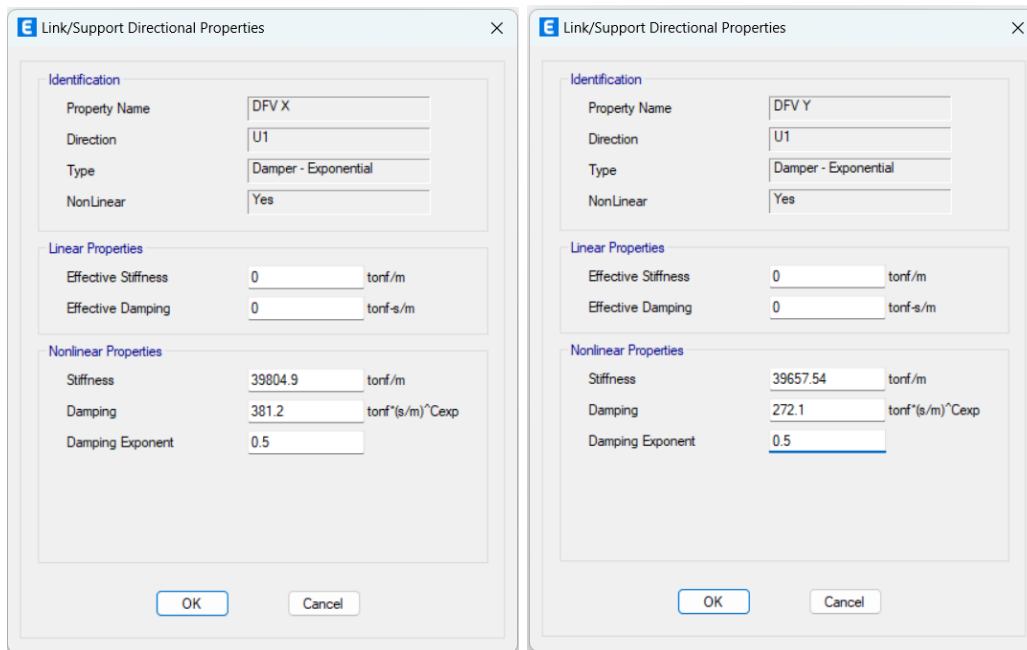
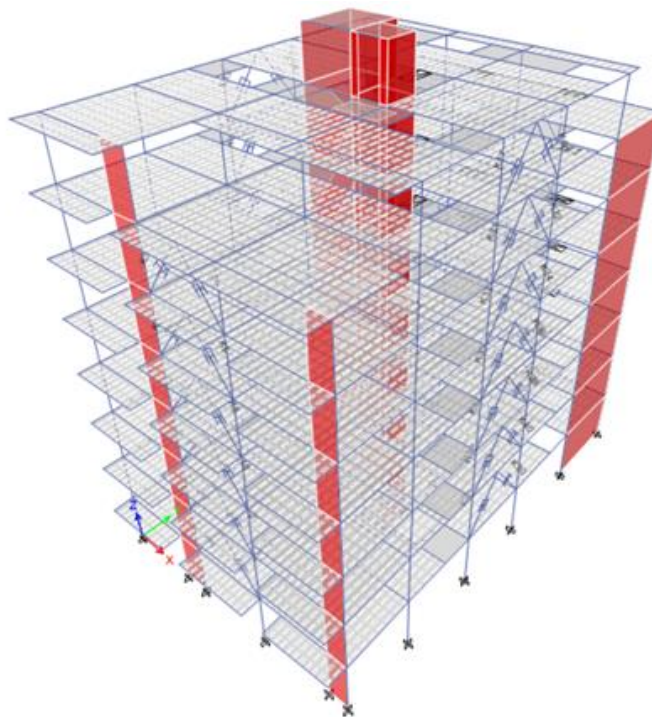


Figura 61

Modelo estructural con disipadores



- **Control estructural**

Desplazamientos y derivas

Los desplazamientos y derivas máximas de la estructura con disipadores, se muestran en la tabla 61, siendo el desplazamiento absoluto por carga de sismo en la dirección X de 82.14 mm, y en dirección Y de 83.59 mm; así mismo, las derivas máximas en dirección X e Y son de 0.0041, por tanto, cumplen con la deriva objetivo 0.0042.

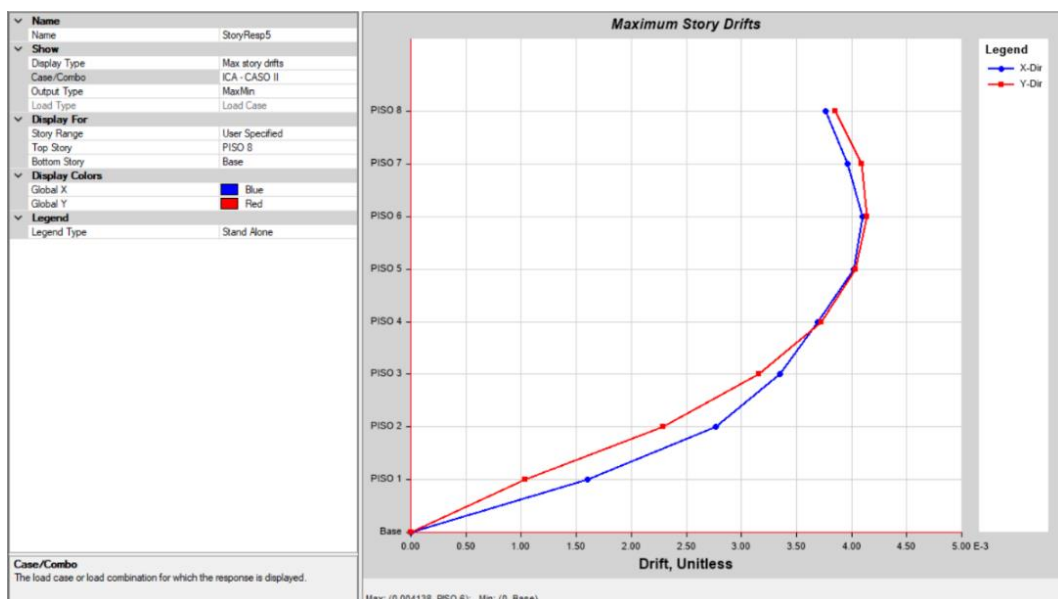
Tabla 61

Desplazamientos y derivas con disipadores en X e Y

Nivel	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.0042	Y	< 0.0042
8	82.14	83.59	0.0038	Si	0.0038	Si
7	71.25	71.41	0.0040	Si	0.0041	Si
6	59.28	58.42	0.0041	Si	0.0041	Si
5	47.95	45.35	0.0040	Si	0.0040	Si
4	36.20	32.52	0.0037	Si	0.0037	Si
3	24.65	20.68	0.0033	Si	0.0032	Si
2	13.97	10.62	0.0028	Si	0.0023	Si
1	5.13	3.31	0.0016	Si	0.0010	Si
Máx.			0.0041	Cumple	0.0041	Cumple

Figura 62

Derivas máximas en X e Y, sismo Ica 2007, Caso II

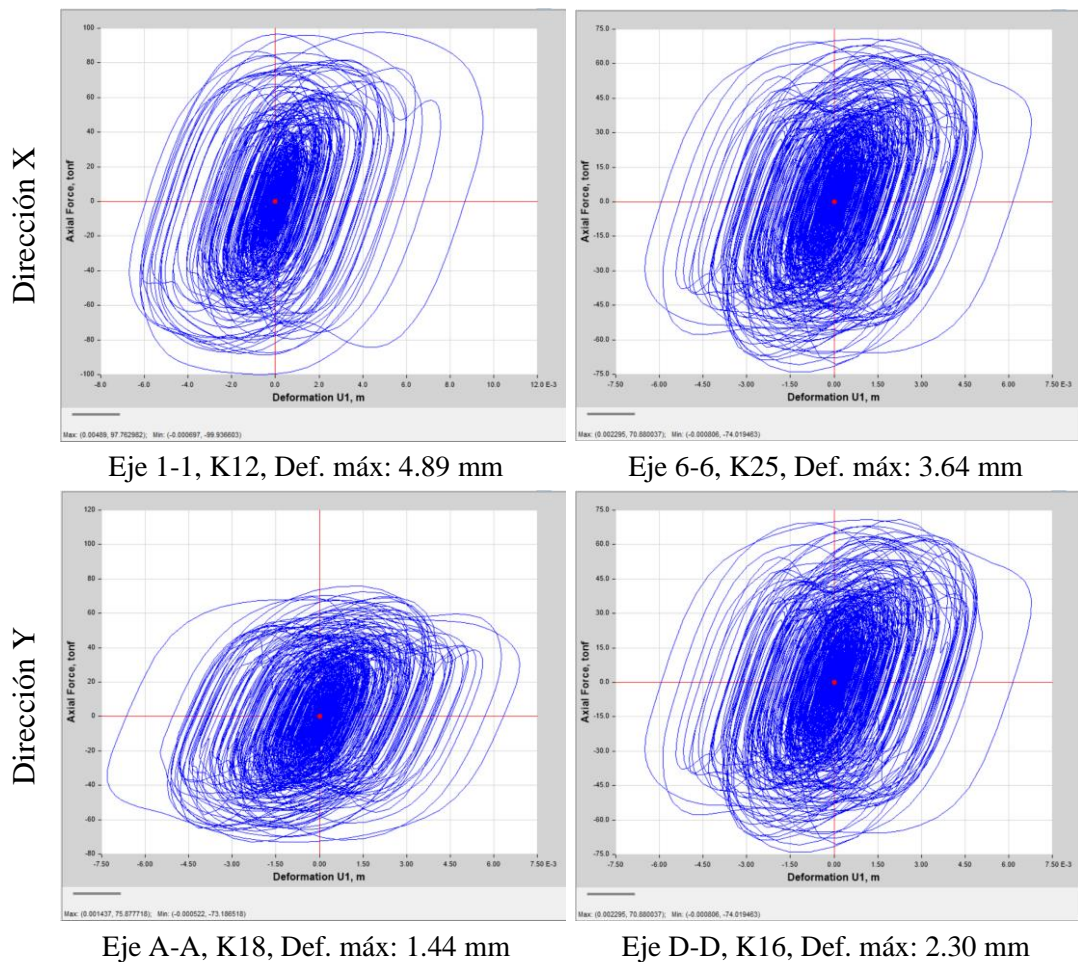


Comportamiento histerético - Máximo Stroke

La curva histerética de cada disipador presenta una tendencia elíptica, esto comprueba su efectividad en el incremento del amortiguamiento y en la reducción de las derivas de entrepiso, siendo el máximo stroke de $4.89 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$ valor límite que impone la empresa CDV, éste es requisito esencial para la elaboración de la cámara de acumulación siliconico de los DFV.

Figura 63

Máximo Stroke - Dirección X-Y



Balance energético

Permite apreciar la energía que logran disipar los DFV y la estructura; así como, evaluar la efectividad de la disposición y ubicación de los disipadores.

Figura 64

Balance de energía

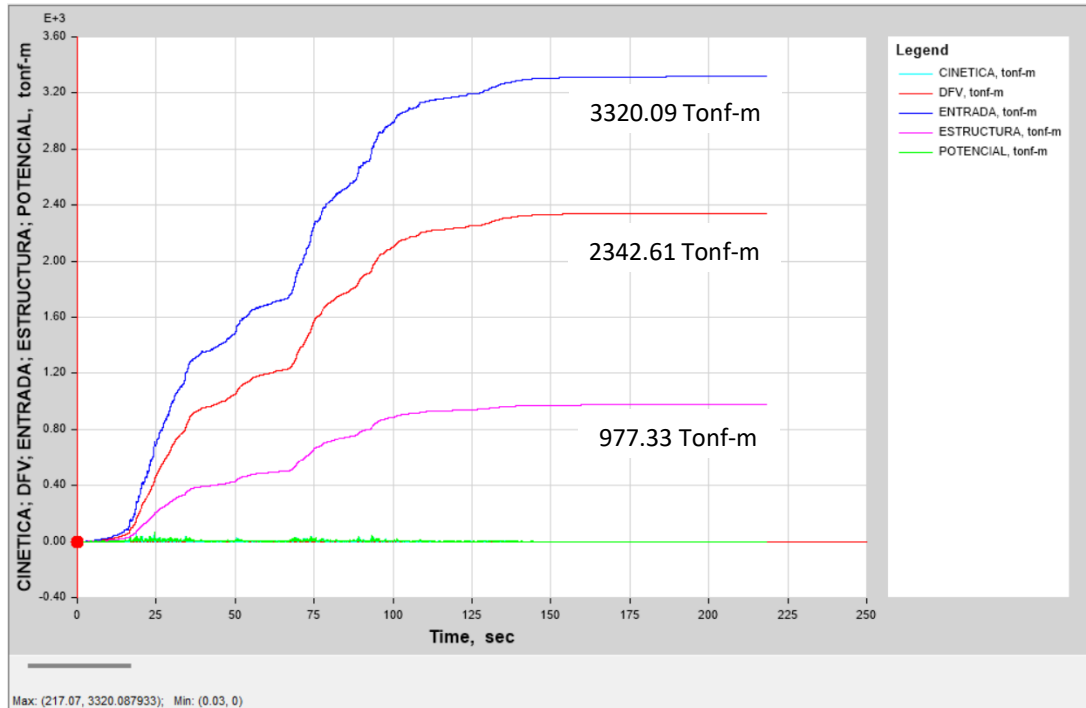


Tabla 62

Balance de Energía

Descripción	Energía (Ton.m)	Porcentaje (%)
Entrada	3320.09	100
Disipador	2342.61	70.56
Estructura	977.33	29.44

El resultado muestra que del 100% de la energía sísmica que ingresa al edificio, los DFV en conjunto absorben el 70.56%, dejando a la estructura únicamente el 29.44%, demostrando la funcionalidad del sistema de disipación integrado.

Fuerzas axiales para cada disipador

Verificado el buen comportamiento y funcionalidad de los disipadores, extraemos las fuerzas axiales (tracción y compresión) para cada disipador y elegimos el disipador a usar según la ficha técnica de Taylor Davice Inc.

Tabla 63

Fuerzas axiales de los disipadores, Dirección X

Nivel	Eje	DISIPADOR	FUERZA (Tonf)	FUERZA (Kip)	DISIPADOR (Kip)
8		-	-	-	-
		-	-	-	-
7		K3	105.40	232.36	330
		K4	124.01	273.39	330
6		K5	109.57	241.56	330
		K6	119.32	263.06	330
5		K7	106.21	234.15	330
		K8	114.59	252.61	330
4	1-1	K9	99.49	219.33	220
		K10	104.26	229.85	330
3		K11	93.46	206.04	220
		K12	97.76	215.53	220
2		K1	83.75	184.64	220
		K2	89.38	197.06	220
1		-	-	-	-
		-	-	-	-
8		-	-	-	-
		-	-	-	-
7		K19	106.76	235.35	330
		K20	115.09	253.72	330
6		K21	108.12	238.37	330
		K22	115.62	254.89	330
5		K23	106.28	234.31	330
		K24	110.53	243.67	330
4	6-6	K25	100.20	220.89	330
		K26	100.55	221.67	330
3		K27	94.01	207.25	220
		K28	92.75	204.47	220
2		K13	84.97	187.32	220
		K14	86.71	191.16	220
1		-	-	-	-
		-	-	-	-
Máx:		K4	124.01	273.39	330

En la dirección X, el disipador que ejerce más fuerza axial es el K4, ubicado en el eje 1-1 generando una fuerza axial de 273.39 Kip.

Tabla 64

Fuerzas axiales de los disipadores, Dirección Y

Nivel	Eje	DISIPADOR	FUERZA (Tonf)	FUERZA (Kip)	DISIPADOR (Kip)
8	A-A	K17	71.31	157.21	165.00
		K18	75.88	167.28	220.00
7		K31	72.61	160.07	165.00
		K32	76.46	168.55	220.00
6		K33	72.96	160.85	165.00
		K34	75.51	166.48	220.00
5		K35	71.64	157.95	165.00
		K36	72.84	160.58	165.00
4		K37	68.44	150.88	165.00
		K38	67.77	149.41	165.00
3	K39	62.75	138.33	165.00	
	K40	62.53	137.84	165.00	
2	K29	53.16	117.19	165.00	
	K30	52.95	116.74	165.00	
1	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
8	D-D	K15	70.88	156.26	165.00
		K16	76.51	168.68	220.00
7		K45	72.35	159.50	165.00
		K46	76.41	168.46	220.00
6		K47	72.32	159.44	165.00
		K48	75.43	166.29	220.00
5		K49	70.97	156.46	165.00
		K50	72.74	160.37	165.00
4		K51	67.71	149.26	165.00
		K52	67.41	148.62	165.00
3	K53	61.95	136.57	165.00	
	K54	61.97	136.63	165.00	
2	K41	52.14	114.96	165.00	
	K42	52.19	115.05	165.00	
1	-	-	-	-	
	-	-	-	-	
Máx:		K16	76.51	168.68	220.00

En la dirección Y, el disipador que ejerce más fuerza axial es el K16, ubicado en el eje D-D generando una fuerza axial de 168.68 Kip.

Cálculo de la velocidad máxima de cada tipo de disipador

Se procede a determinar la velocidad máxima en los tres tipos de disipadores considerados por las fuerzas axiales, presentando una velocidad máxima de 0.072 m/s en el disipador de 165 kip, 0.079 m/s en el disipador de 220 kip y 0.106 m/s en el disipador de 330 kip.

Tabla 65

Velocidades máximas para cada disipador

Disipador	F (Tn)	C (Tn.s/m)	α	V (m/s)
165 Kip	72.96	272.10	0.5	0.072
220 Kip	76.51	272.10	0.5	0.079
330 Kip	124.01	381.20	0.5	0.106

- **Diseño de disipadores y elementos de acero**

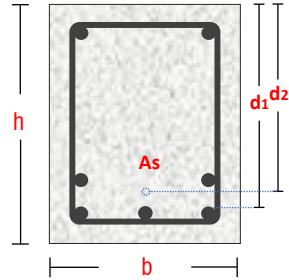
Se realizó el diseño de los disipadores y cada uno de los elementos que permiten su buena instalación (ver anexo).

Anexo G. Diseño estructural



DISEÑO POR CORTE

Sección de viga (bx d)



Resistencia nominal al corte

$$V_c = 0,53\sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

Resistencia nominal al corte

$$\phi V_n \geq V_u ; V_n = V_c + V_s \quad V_n \leq 2,6\sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

Separación de estribos

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \quad V_s \text{ máx} \leq 2,1 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

Sistema estructural

Muros Estructurales - Dual Tipo I MEDTI

Disposición de estribos

21.4.4.4 En ambos extremos del elemento deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en longitud igual a dos veces el peralte del elemento medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 100 mm de la cara del elemento de apoyo. Los estribos serán como mínimo de 8 mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 0.8" de diámetro, de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de (a), (b), (c) y (d):

- (a) $\phi/4$, pero no es necesario que el espaciamiento sea menor de 150 mm;
- (b) Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro;
- (c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento;
- (d) 300 mm.

21.4.4.5 Los estribos deben estar espaciados a no más de 0.5l a lo largo de la longitud del elemento. En todo el elemento la separación de los estribos, no deberá ser mayor que la requerida por fuerza cortante.

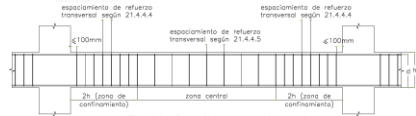


Fig. 21.4.4 Requerimientos de estribos en vigas.

Resistencia del concreto: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

F.R. Por corte: $\phi = 0.85$

Fluencia de acero: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

TRAMO	A-B	B-C	C-D
bw (cm)	30	30	30
h (cm)	45	45	45
r (cm)	6	6	6
d (cm)	39	39	39

Vu (Tn)	13.07	13.38	12.98
Vc (Tn)	8.99	8.99	8.99

Vs (Tn)	6.39	6.75	6.29
Vn (Tn)	15.38	15.74	15.27
Vs máx (Tn)	35.61	35.61	35.61
Vs Diseño (Tn)	6.39	6.75	6.29

DISTRIBUCIÓN DE ESTRIBOS

ϕ "	3/8"	3/8"	3/8"
----------	------	------	------

Lc (m)	0.90	0.90	0.90
Sdiseño (cm)	36.38	34.45	36.99
Sa (cm)	15.00	15.00	15.00
Sb (cm)	3/4" 19.10	3/4" 19.10	3/4" 19.10
Sc (cm)	22.80	22.80	22.80
Sd (cm)	30.00	30.00	30.00

S central (cm)	20	20	20
----------------	----	----	----

Distribución	$\phi 3/8"; 1@5, 6@15, \text{Rto } 20\text{cm}$	$\phi 3/8"; 1@5, 6@15, \text{Rto } 20\text{cm}$	$\phi 3/8"; 1@5, 6@15, \text{Rto } 20\text{cm}$
--------------	---	---	---

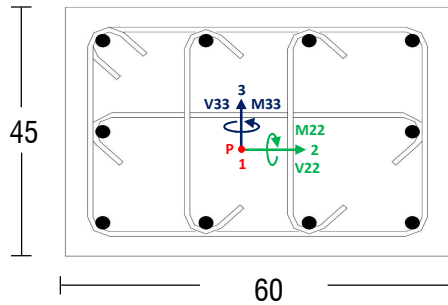


DISEÑO DE COLUMNA - FLEXOCOMPRESIÓN

Resist. del concreto: $f_c = 210$ Kg/cm²
 Fluencia de acero: $f_y = 4200$ Kg/cm²
 Carga Axial: $P_u = 216.15$ Tonf
 Dimensión: X = 60 cm
 Dimensión: Y = 45 cm

Cargas de diseño		P (Tnf)	V2 (Tnf)	V3 (Tnf)	T (Tnf-m)	M2 (Tnf-m)	M3 (Tnf-m)
Dead	LinStatic	-121.3781	-1.8861	0.1895	-0.0018	0.0934	-1.9591
Live	LinStatic	-27.1864	-0.6449	0.0271	-0.001	-0.0021	-0.6814
SD_X	LinRespSpec	28.971	2.3636	0.532	0.0244	1.2923	7.39
SD_Y	LinRespSpec	8.5948	0.7492	1.2199	0.0145	3.2223	2.4976

Sección de Columna



Verificación *Art. 21.6.1.1*
 $P_u \geq 0.1 * f'c * A_g \geq 56.70$ Tnf

Diseño Columna - Flexocompresión

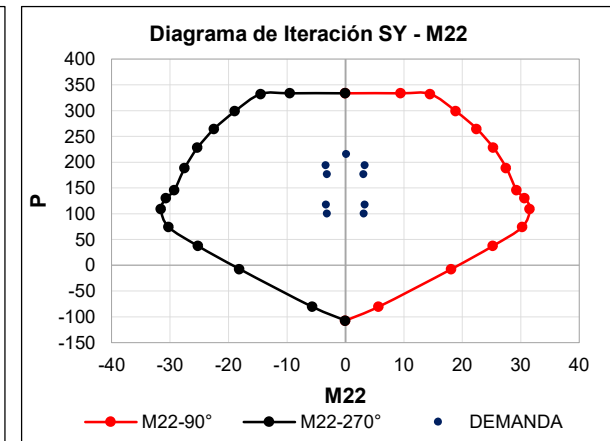
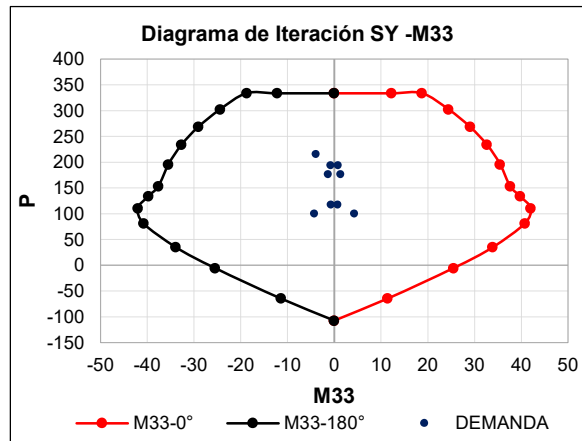
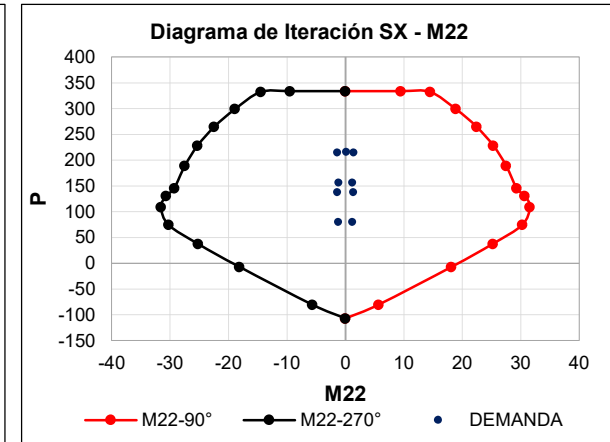
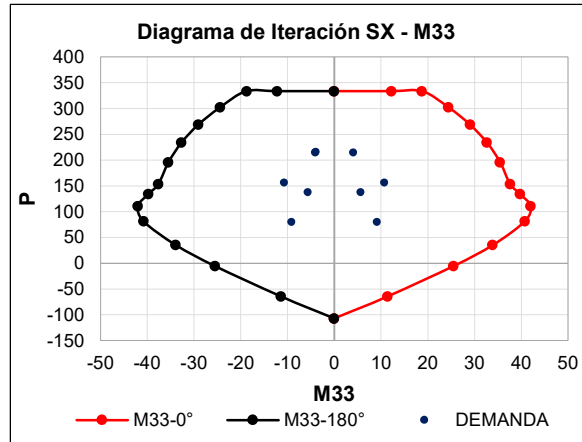
Cuantías de refuerzo *Art. 21.6.3.1*

$A_s \rho = 1\%$ **27.00 cm²** *As Mínimo*
 $A_s \rho = 4\%$ **108.00 cm²** *Detalle V-C*
 $A_s \rho = 6\%$ **162.00 cm²** *As máximo*

Refuerzo Longitudinal

cant.	ϕ	Asb	As	10 barras
10	3/4"	2.84	28.4	28.40 cm²
0	3/4"	2.84	0	1.05 % (OK)

DIAGRAMA DE ITERACIÓN





DISEÑO POR CORTE

Cortante Requerida: $V_u = 5.53$ Tonf
 Dimensión: $X = 60$ cm
 Dimensión: $Y = 45$ cm
 Recubrimiento: $r = 4$ cm
 Peralte efectivo: $d = 54$ cm

Luz Libre - columna: $h_n = 2.75$ m
 ϕ Max. Barra Longitudinal: $\phi = 3/4"$
 ϕ Min. Barra Longitudinal: $\phi = 3/4"$
 F.R. Por compresión: $\phi = 0.7$
 F.R. Por corte: $\phi = 0.85$

Verificación Art. 11.5.7.1

$$\phi V_n \geq V_u ; V_n = V_c + V_s ; V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Resistencia al corte del concreto Art. 11.3.1.2

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right) b_w d$$

Verificación Art. 11.5.7.9

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

Disposición de estribos Art. 11.10.3

Muros Estructurales - Dual Tipo I (MEDTI)

Long. de confinamiento : 21.4.5.3
 Zona de confinamiento : 21.4.5.3; 21.6.4.2
 Zona central : 21.4.5.4; 21.6.4.7
11.5.5.1

Estribos en el Nudo Art. 21.4.5.5

Puede obviarse si el nudo está confinado en sus lados por vigas o losas de aproximadamente igual peralte.

Ganchos o Grapas Art. 21.6.4.1

$$A_{sh} = 0,3 \cdot \frac{S \cdot b_c \cdot f'_c}{f_y} \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0,09 \cdot \frac{S \cdot b_c \cdot f'_c}{f_y}$$

$$A_c = (B - 2r) \cdot (L - 2r)$$

1. Refuerzo por cortante y confinamiento

Vc (Tn)	39.11
Vs (Tn)	No necesita
Vn (Tn)	39.11
Vs máx (Tn)	98.60
Estribos	1 ϕ 3/8"

2. Disposición de estribos

Lo (cm)	60.00
So (cm)	10.00
Sd (Vs)	
Sc (cm)	27.00
Est: 1@0.05m, 6@0.1m, Rto@0.25m A/E	

3. Disposición de estribos en el NUDO

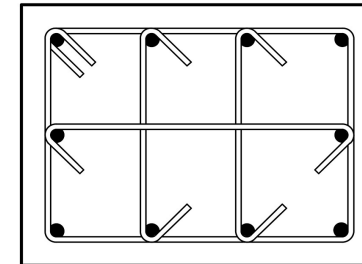
Sn (cm)	15.00
---------	-------

4. Ash Mínimo en P-DTII "Grapas suplementarias"

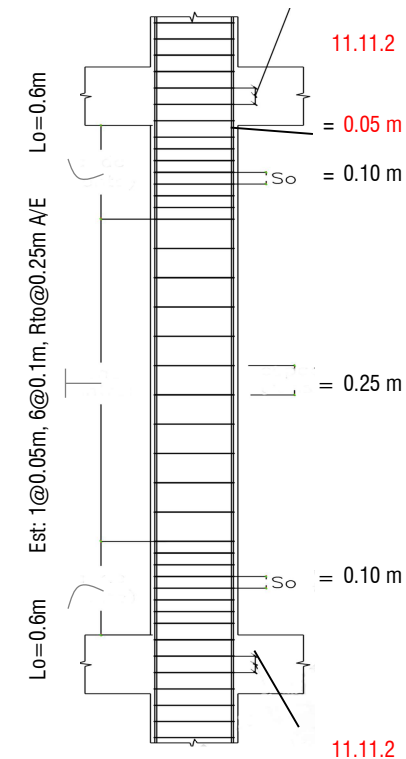
	Dirección: X		Dirección: Y	
Ash,o	3.09 cm ²	Ash,o	2.18 cm ²	
Ash,c	4.06 cm ²	Ash,c	4.06 cm ²	
# Grapas	5.71	# Grapas	5.71	

Cada barra long. debe tener apoyo lateral $bc < 35$ cm

Distribución en Planta



Elevación de columna



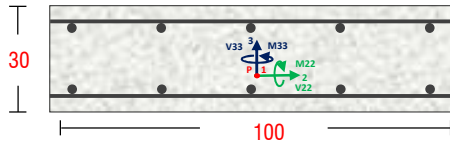


DISEÑO DE PLACA - FLEXOCOMPRESIÓN

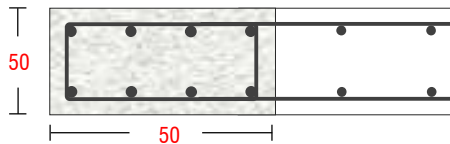
Resist. del concreto:	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Fluencia de acero:	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
Cortante Requerida:	$V_u = 48.73 \text{ Tnf}$
Esesor del alma:	$e = 0.30 \text{ m}$
Longitud de muro:	$L_m = 1.50 \text{ m}$

Cargas de diseño		P (Tnf)	V2 (Tnf)	V3 (Tnf)	T (Tnf-m)	M2 (Tnf-m)	M3 (Tnf-m)
Dead	LinStatic	-168.90	0.60	-0.50	-0.03	-0.72	-1.55
Live	LinStatic	-44.55	0.15	-0.29	0.03	-0.37	-0.86
SD_X	LinRespSpec	7.41	28.28	0.53	0.13	1.92	128.94
SD_Y	LinRespSpec	22.25	10.24	1.31	0.27	5.10	44.40

Sección de diseño del alma de muro "cm"



Sección de Elemento de borde (EB) "cm"



Verificación Art. 11.10.7

$$V_u < 0.27\sqrt{f'_c} \cdot Acw \quad V_u > 0.27\sqrt{f'_c} \cdot Acw$$

$$V_u > 17.61 \text{ Tnf}$$

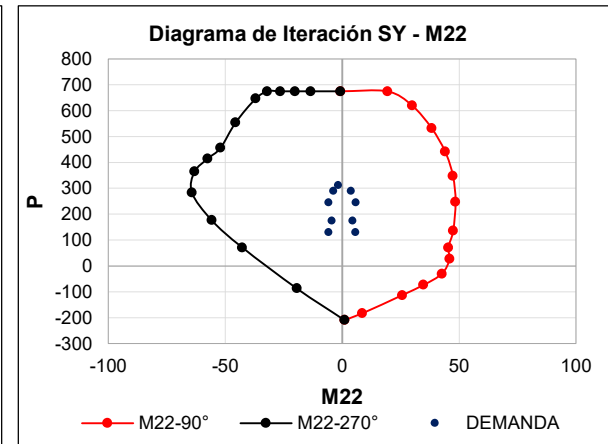
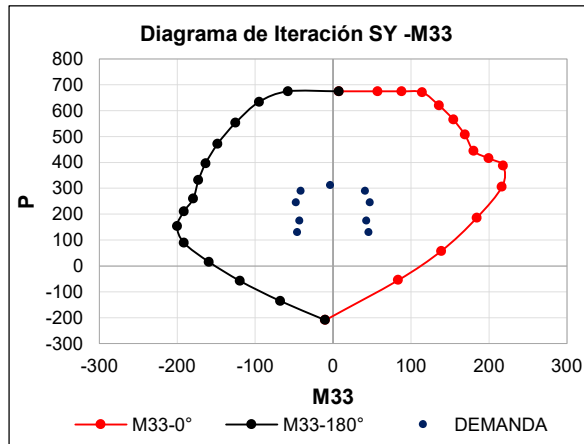
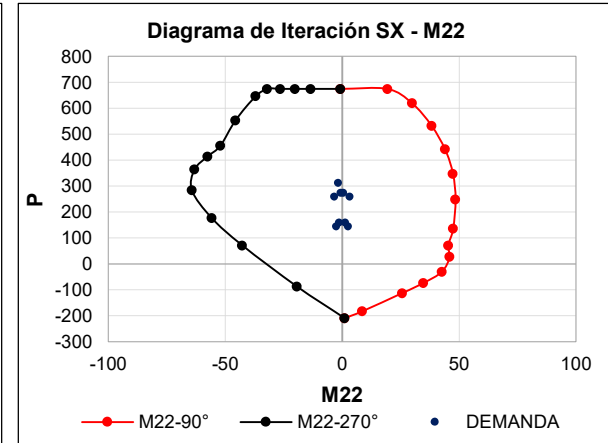
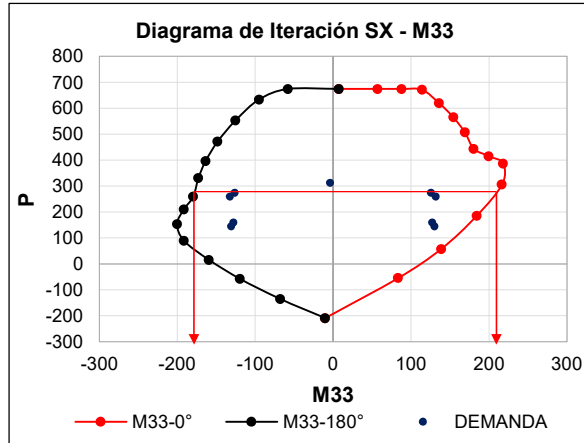
Cuantías mínimas en el alma

$\rho_{hmin} = 0.25\%$	7.50 cm²	2 Capas
$\rho_{vmin} = 0.25\%$	7.50 cm²	
$\rho_{eb} = 1\%$	25.00 cm²	Para EB

Refuerzo Longitudinal a considerar

ρ	cant.	ϕ	As	As	s (cm)
ρ_{hmin}	7	1/2"	9.03	0.3%	0.34
ρ_{vmin}	7	1/2"	9.03	0.3%	0.34
ρ_{eb}	4	3/4"	27.28	1.09% OK	
	8	5/8"			

DIAGRAMA DE ITERACIÓN





DISEÑO POR CORTE

Verificación Art. 21.9.5.3

$$V_u \geq V_{ua} \cdot \left(\frac{M_n}{M_{ua}} \right) ; \frac{M_n}{M_{ua}} \leq R ; \phi V_n \geq V_u$$

Resistencia al corte del concreto Art. 11.3.1.1

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad d = 0.8 \cdot L_m$$

Verificación Art. 11.10.5

$$h_m / l_m \leq 1.5 \rightarrow \alpha_c = 0.80 \quad V_c = A_{cw} (\alpha_c \sqrt{f'_c})$$

$$h_m / l_m \geq 2.0 \rightarrow \alpha_c = 0.53 \quad A_{cw} = 0.8 \cdot L_m \cdot e$$

Resistencia nominal al corte Art. 11.10.3

$$V_n = V_c + V_s ; V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Verificación Art. 11.5.7.9

$$V_s \leq 2.1 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

Refuerzo horizontal y vertical Art. 11.10.7

$$V_u < 0.27 \sqrt{f'_c} \cdot A_{cw} \quad V_u > 0.27 \sqrt{f'_c} \cdot A_{cw} \\ V_u > 17.61 \text{ Tn}$$

Cuantías mínimas en el alma

$$\rho_{hmin} = 0.25\% \quad \mathbf{11.25 \text{ cm}^2} \quad 2 \text{ Capas}$$

$$\rho_{vmin} = 0.25\% \quad \mathbf{11.25 \text{ cm}^2} \quad S < 3e, 0.4m$$

Para ambos casos diseñar con Art. 11.10.10.1

$$V_s = A_{cw} \cdot \rho_h \cdot f_y \quad \rho_h = \frac{V_s}{A_{cw} \cdot f_y}$$

Verificación Art. 11.10.4

$$V_n \leq 2.6 \sqrt{f'_c} \cdot A_{cw}$$

Ganchos o Grapas en EB Art. 21.6.4.1

$$A_{sh} = 0.09 \cdot \frac{S \cdot b_c \cdot f'_c}{f_y}$$

1. Características de Placa y Vu de diseño

f'c (Kg/cm2)	210
fy (Kg/cm2)	4200
e (m)	0.30
Lm (m)	1.50
d (m)	1.20
Hm (m)	25.60
R	6.00

2. "Vu" de diseño (E.060 - 21.9.5.3)

Vua	29.22
Mua	125.92
Mn	210.00
Mn/Mua	1.67
Vu diseño (ton)	48.73
Vn = Vu/φ	57.33

4. Diseño y distribución de refuerzo vertical

Vn real	Vn max	¿ Vn max?	p _v	V _{sv} Final	As req	As col.	S	Distribución Vertical
65.45	169.55	¡cumple!	0.25%	37.80	7.50	2 φ 1/2"	0.34	2 φ 1/2" @ 0.3 m

ELEMENTO DE BORDE

Lx	Ly	As colocado	As Transversal
0.50	0.50	4 φ 3/4" + 8 φ 5/8"	1 φ 3/8" @ 0.25

3. Aporte del concreto (Vc) y acero a corte (Vs)

Vc (Ton)	27.65
hm/Lm	17.07
α _c	0.53
Vc máx	34.56
Vc (Ton)	27.65
Vs (Ton)	29.68
Vs max (Ton)	109.55
¿ Vs max ?	¡Cumple!

4. Diseño y distribución de refuerzo horizontal

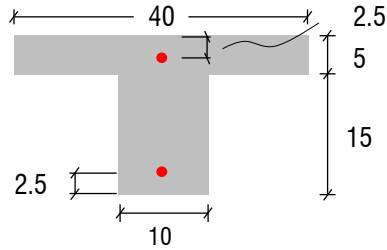
ph calculada	0.0025
Vsh Final (Tn)	37.80
As Requerido en 1m (cm2)	7.50
As Colocado para 1m	2 φ 3/8"
Espaciamento (cm)	0.19
Distribución horz.	2 φ 3/8" @ 0.15 m

-	X	Y
Dimensión (m)	0.50	0.50
S (m)	0.25	0.25
Ash (cm2)	5.06	5.06
Estribo ø: 3/8"	0.71	0.71
# grapas	7.13	7.13



VERIFICACIÓN POR CORTE

Sección de viga T - Losa



Resistencia nominal al corte Art. 11.1.1

$$\phi V_n \geq V_u ; V_n = V_c + V_s ; (V_s = 0)$$

Resistencia nominal al corte Art. 8.11.8

$$V_c = 0,53 \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

$$V_c = 1,1 \cdot (0,53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d)$$

Resistencia máxima

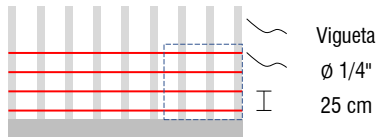
$$V_n \leq 2,6 \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

Ref. por cambios Volumétricos Art. 9.7.2

$$A_{st} = \rho_{min} \cdot b \cdot h_f$$

Separación para 1m

$$S < 5e ; 40 \text{ cm}$$



Resistencia del concreto: $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

F.R. Por corte: $\phi = 0.85$

Fluencia de acero: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

TRAMO	Volado - 1	1-2	2-3
bw (cm)	10	10	10
h (cm)	20	20	20
r (cm)	2.5	2.5	2.5
d (cm)	17.5	17.5	17.5

Vu (Tn)	0.92	1.08	0.94
Vc (Tn)	1.48	1.48	1.48

ϕV_n (Tn)	1.26	1.26	1.26
$\phi V_n \geq V_u$ (Tn)	iOK!	iOK!	iOK!
Vn máx (Tn)	6.59	6.59	6.59

REFUERZO POR TEMPERATURA

ρ_{min}	0.0018	0.0018	0.0018
Ast req (cm2)	0.90	0.90	0.90

ϕ "	1/4"	1/4"	1/4"
S máx (cm)	25	25	25
Nº barras (1m)	4 ≈ 4	4 ≈ 4	4 ≈ 4
Ast consid. (cm2)	1.28	1.28	1.28
verificación	Cumple	Cumple	Cumple

Distribución	$\phi 1/4" @ 0.25m$	$\phi 1/4" @ 0.25m$	$\phi 1/4" @ 0.25m$
--------------	---------------------	---------------------	---------------------

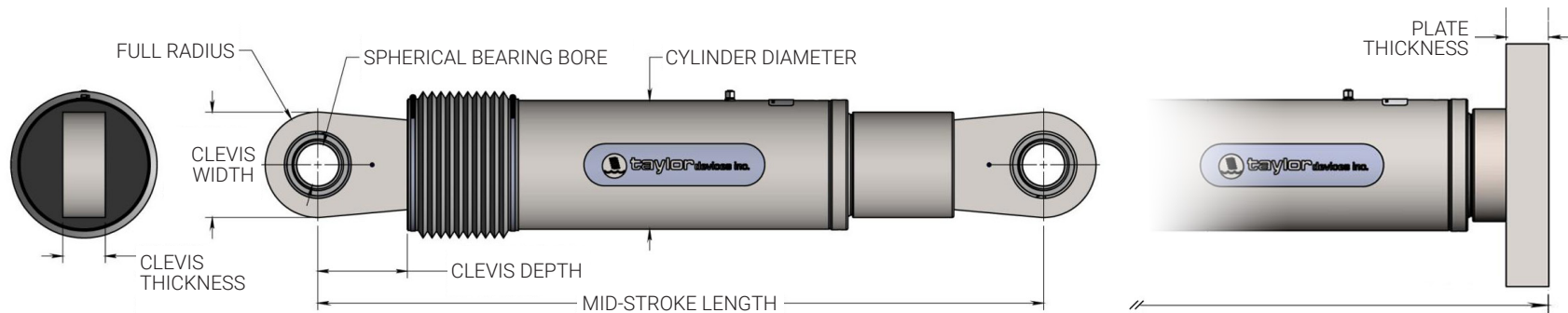
Anexo H. Ficha técnica - DFV



FLUID VISCOUS DAMPERS & LOCK-UP DEVICES DIMENSIONS

CLEVIS END CONDITION

BASE PLATE END CONDITION



FORCE (KIP)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	MID-STROKE LENGTH (IN) CLEVIS-BASE*	MID-STROKE LENGTH (IN) CLEVIS-CLEVIS*	STROKE (IN)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (IN)	WEIGHT (LB) CLEVIS-BASE	WEIGHT (LB) CLEVIS-CLEVIS	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (IN)	CLEVIS DEPTH (IN)	CLEVIS THICKNESS (IN)	SPHERICAL BEARING BORE (IN)
55	17120	31.00	34.13	±3	4½	100	90	4	3.25	1.67	1.50
110	17130	39.25	42.00	±4	5¾	215	180	5	4.00	2.16	2.00
165	17140	40.00	47.00	±4	7¼	370	300	6	5.10	2.31	2.25
220	17150	41.25	48.75	±4	8¼	560	425	7¼	5.88	2.78	2.75
330	17160	43.50	51.75	±4	9½	675	550	8	6.38	3.03	3.00
440	17170	53.00	62.00	±5	11¼	1100	900	9¼	7.50	3.56	3.50
575	20860	59.00	67.00	±5	12¾	1585	1310	10¼	7.50	4.40	4.00
750	20870	62.00	71.00	±5	14½	2150	1780	10¾	8.50	4.90	4.50
975	20880	**	76.00	±5	17	**	2700	12¼	8.50	5.56	5.00
1350	17200	**	84.00	±5	20¼	**	4000	13¾	12.00	6.00	6.00
1800	17210	**	90.25	±5	22¼	**	5500	16¼	13.50	7.00	7.00

NOTE:
 VARIOUS STROKES ARE AVAILABLE, FROM ±3" UP TO ±42". FORCE CAPACITY MAY BE REDUCED FOR LONGER STROKES.

* MIDSTROKE LENGTH VALUES BASED ON STANDARD STROKE FOR SQUARE AND ROUND FLANGE PLATES. RECTANGULAR FLANGE PLATES WILL BE LONGER. CONSULT THE FACTORY FOR DIMENSIONS.
 ** CONSULT THE FACTORY FOR DIMENSIONS NOT SHOWN.

MADE IN USA

Anexo I. Diseño de disipadores



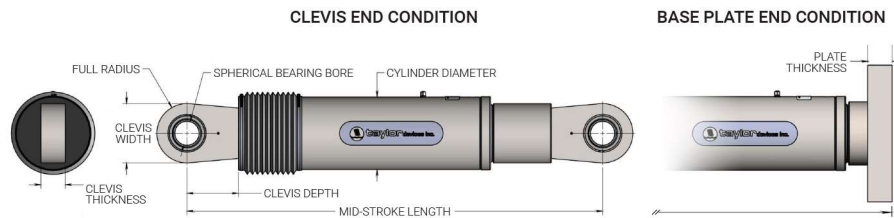
DISEÑO DE LOS DISIPADORES Y ELEMENTOS DE ACERO

Elección de los disipadores de energía.

Los disipadores que se emplearán son manufacturados por la corporación TAYLOR DEVICES INC. Esté propone valores estándar para el mercado, el proyectista deberá brindarle únicamente los valores de las fuerzas obtenidas, por otro lado, este cuenta con su propio factor de seguridad de manera que los valores no requerirán de ninguna amplificación.

Fuerza	N° de modelo	Cantidad	Total
165 Kip	17140	22	
220 Kip	17150	15	52
330 Kip	17160	15	

Propiedades de los disipadores

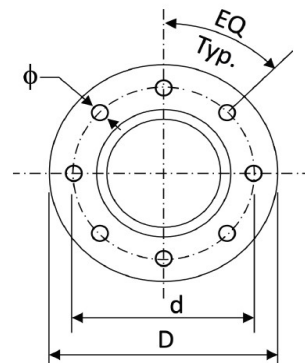


FORCE (KIP)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	MID-STROKE LENGTH (IN) CLEVIS-BASE*	MID-STROKE LENGTH (IN) CLEVIS-CLEVIS*	STROKE (IN)	MAXIMUM CYLINDER DIAMETER (IN)	WEIGHT (LB) CLEVIS-BASE	WEIGHT (LB) CLEVIS-CLEVIS	MAXIMUM CLEVIS WIDTH (IN)	CLEVIS DEPTH (IN)	CLEVIS THICKNESS (IN)	SPHERICAL BEARING BORE (IN)
55	17120	31.00	34.13	±3	4 1/2	100	90	4	3.25	1.67	1.50
110	17130	39.25	42.00	±4	5 3/4	215	180	5	4.00	2.16	2.00
165	17140	40.00	47.00	±4	7 1/4	370	300	6	5.10	2.31	2.25
220	17150	41.25	48.75	±4	8 1/4	560	425	7 1/4	5.88	2.78	2.75
330	17160	43.50	51.75	±4	9 1/2	675	550	8	6.38	3.03	3.00
440	17170	53.00	62.00	±5	11 1/4	1100	900	9 1/4	7.50	3.56	3.50
575	20860	59.00	67.00	±5	12 3/4	1585	1310	10 1/4	7.50	4.40	4.00
750	20870	62.00	71.00	±5	14 1/2	2150	1780	10 3/4	8.50	4.90	4.50
975	20880	**	76.00	±5	17	**	2700	12 1/4	8.50	5.56	5.00
1350	17200	**	84.00	±5	20 1/4	**	4000	13 3/4	12.00	6.00	6.00
1800	17210	**	90.25	±5	22 1/4	**	5500	16 1/4	13.50	7.00	7.00

Nota: Taylor Devices Inc.

Características geométricas de la placa base

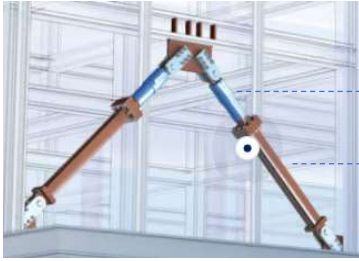
FORCE (KIP)	TAYLOR DEVICES MODEL NUMBER	ROUND PLATE (IN.)					
		NO. OF BOLTS	φ	D	d	DAMPER BASE PLATE THICKNESS	HSS SIZE*
55	17120	**	**	**	**	**	**
110	17130	8	1 5/16	12.75	10.25	1.5	φ7"
165	17140	8	1 1/8	14.5	11.75	2.4	φ8"
220	17150	8	1 1/4	16.25	13	3	φ9"
330	17160	8	1 3/8	18	14.5	3.4	φ10"
440	17170	8	1 1/2	20.5	16.75	4	φ12"
575	20860	8	1 5/8	23.25	19.25	4	φ14"
750	20870	12	1 5/8	23.5	19.5	4	φ14"
975	20880	16	1 5/8	27.75	23.75	5	φ18"
1350	17200	20	1 5/8	31.75	27.75	5.5	φ22"



Nota: Taylor Devices Inc.



Diseño del brazo metálico.



Arreglo Chevron

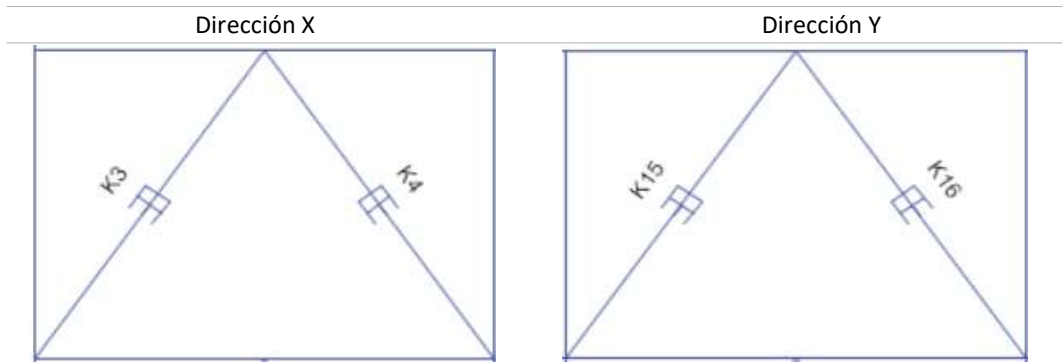
Disipador

Brazo metálico

Nota: Taylor Devices Inc.

Cumpliendo con las recomendaciones del ASCE 7-10, el diseño del brazo metálico será con el sismo máximo esperado (1.5 del sismo severo o de diseño).

Disipadores con máxima fuerza axial en dirección X e Y, con 1.5 veces el sismo severo.



Con las características y cargas últimas, se verifica si cumplen con la resistencia requerida.

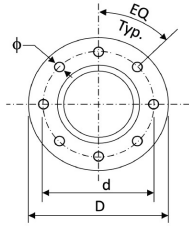
Descripción	Simb.	X	Y	Und
Características				
Perfil metálico	-	HSS 8.625 x 0.50	HSS 8.625 x 0.50	-
Longitud diagonal	L	3.94	3.96	(m)
Longitud del disipador	Ld	1.194	1.238	(m)
Longitud de diseño	L	2.747	2.717	(m)
Área del perfil metálico	A	0.007677	0.007677	(m ²)
Radio del perfil metálico	r	0.07341	0.07341	(m)
Módulo de elasticidad del acero	E	20431859.05	20431859.05	(Tn/m ²)
Rigidez	K	57107.52	57724.46	(Tn/m)
Esfuerzo de fluencia	Fy	29590.97	29590.97	(Tn/m ²)
Resistencia en tensión	Fu	35227.34	35227.34	(Tn/m ²)
Cargas últimas				
Compresión última	Pu	173.46	109.71	(Tn)
Tensión última	Tu	186.01	114.77	(Tn)
Resistencia nominal				
Esfuerzo de pandeo elástico	Fe	144016.70	147145.16	(Tn/m ²)
Esfuerzo de pandeo crítico	Fcr	126302.64	129046.31	(Tn/m ²)
Resistencia nominal (LRFD)	ϕP_n	872.71	891.67	(Tn)
Resistencia nominal (LRFD)	ϕT_n	204.46	204.46	(Tn)
Verificación	$\phi P_n > P_u$	OK	OK	-
	$\phi T_n > T_u$	OK	OK	-

Se observa que el brazo metálico es el adecuado, ya que cumple con la resistencia requerida.



Diseño de la conexión del brazo metálico – Disipador

PERNOS Y TUERCAS



De las dimensiones descritas en la ficha técnica podemos obtener el diámetro del perno.

$$db + 1/8" = dh$$

Donde:

db : Diámetro del perno.

dh : Diámetro del agujero.

Diámetro de pernos a usar			
Disipador	17140	17150	17160
dh : Diámetro del agujero (in)	15/16	1 1/4	1 3/8
dh : Diámetro del perno (in)	7/8	1 1/8	1 1/4

Los pernos a usar son de alta resistencia, especificados según la norma ASTM F3125, con grado:

- A325, con una resistencia mínima a la tensión de 120 ksi (½" - 1") y 105 Ksi (1 1/8" – 1 ½").
- A490, con una resistencia mínima a la tensión de 150 - 170 ksi (½" – 1 ½").

Tanto los pernos de grado A325 y A490 están clasificados en dos tipos 1 y 3:

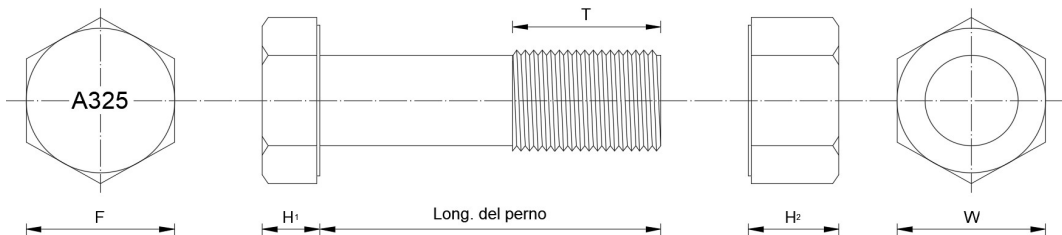
- Tipo 1: Mas usual, se usa en altas temperaturas. (usado)
- Tipo 3: Es resistente a la corrosión.

Dimensiones estándares de pernos y tuercas según diámetro

Diámetro Nominal del Perno db, (in).	Dimensiones de Pernos Estructurales de Cabeza Hexagonal Pesada, (In).			Dimensiones de Tuercas Hexagonales Pesadas, (In).	
	Ancho a través de cara plana, F	Altura, H ₁	Longitud Roscada, T	Ancho a través de cara plana, W	Altura, H ₂
1/2	7/8	5/16	1	7/8	31/64
5/8	1 1/16	25/64	1 1/4	1 1/16	39/64
3/4	1 1/4	15/32	1 3/8	1 1/4	47/64
7/8	1 7/16	35/64	1 1/2	1 7/16	55/64
1	1 5/8	39/64	1 3/4	1 5/8	63/64
1 1/8	1 13/16	11/16	2	1 13/16	1 7/64
1 1/4	2	25/32	2	2	1 7/32
1 3/8	2 3/16	27/32	2 1/4	2 3/16	1 11/32
1 1/2	2 3/8	15/16	2 1/4	2 3/8	1 15/32

Nota: RCSC, 2020.

Detalle de pernos y tuercas de alta resistencia, A325



Nota: RCSC, 2020.



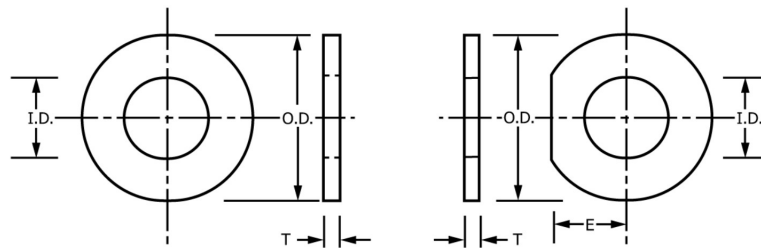
Dimensiones de pernos estructurales y tuercas a usar.

db (in)	Dimensiones de pernos estructurales			Dimensiones de tuercas	
	F (cm)	H1 (cm)	T (cm)	W (cm)	H2 (cm)
7/8"	3.651	1.389	3.810	3.651	2.183
1 1/8"	4.604	1.746	5.080	4.604	2.818
1 1/4"	5.080	1.984	5.080	5.080	3.096

ARANDELAS

El tipo de arandelas que se debe usar en conjunto con los pernos de alta resistencia debe cubrir las especificaciones del código ASTM F436, las dimensiones estandarizadas se detallan a continuación.

Dimensiones estándares de las arandelas según diámetro



Diámetro del perno (In)	D. Interior nominal ID, (In)		D. Exterior nominal OD, (In)		Espesor, T (In).	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1/4	0.281	0.313	0.593	0.657	0.051	0.080
5/16	0.344	0.376	0.656	0.720	0.051	0.080
3/8	0.406	0.438	0.781	0.845	0.051	0.080
7/16	0.469	0.501	0.890	0.954	0.051	0.080
1/2	0.531	0.563	1.031	1.095	0.097	0.177
9/16	0.625	0.657	1.156	1.220	0.110	0.177
5/8	0.688	0.720	1.281	1.345	0.122	0.177
3/4	0.813	0.845	1.136	1.500	0.122	0.177
7/8	0.938	0.970	1.718	1.782	0.136	0.177
1	1.063	1.126	1.937	2.063	0.136	0.177
1 1/8	1.188	1.251	2.187	2.313	0.136	0.177
1 1/4	1.375	1.438	2.437	2.563	0.136	0.177
1 3/8	1.500	1.563	2.687	2.313	0.136	0.177
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

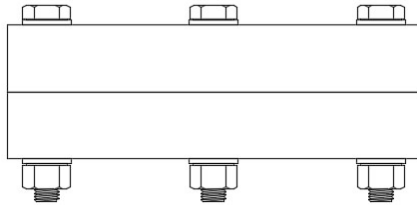
Nota: ASTM F436, 2019.

Dimensiones de arandelas a usar (cm).

D. Nominal (in)	D. Interior (cm)	D. Exterior (cm)	Espesor, T (cm)	
			Min	Max
7/8"	2.383	4.364	0.345	0.450
1 1/8"	3.018	5.555	0.345	0.450
1 1/4"	3.493	6.190	0.345	0.450



LONGITUD DE PERNOS



$$L. \text{ perno} = 2(\text{arandela}) + \text{Grip} + \text{Incremento}$$

La longitud requerida de perno es la suma de los espesores de las arandelas más las placas a unir (grip) más el incremento de longitud.

Incremento de longitud de pernos.

Díámetro nominal del perno db, (in).	Incremento de longitud de pernos, (in).
1/2	11/16
5/8	7/8
3/4	1
7/8	1 1/8
1	1 1/4
1 1/8	1 1/2
1 1/4	1 5/8
1 3/8	1 3/4
1 1/2	1 7/8

Nota: RCSC, 2020.

Longitud de los pernos a emplear

D. Nominal (in)	Arandelas T	Grip T	Incremento	Longitud de pernos		
				cm	In	In
7/8	0.45	6.10	2.86	15.96	6.28	6 1/2
1 1/8	0.45	7.60	3.81	19.91	7.84	8
1 1/4	0.45	8.60	4.13	22.23	8.75	9

VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA

$$\phi T_n = \phi \cdot A_b \cdot F_u \cdot n$$

D. Nominal (in)	Fu (Kip/in ²)	n	$\phi T_n = \phi \cdot A_b \cdot F_u \cdot n$ (Kip)	ϕT_n (Tonf)	Tu (Tonf)	Verificación $\phi T_n > Tu$
7/8	120	8	432.95	196.39	114.77	OK
1 1/8	105	8	626.23	284.06	186.01	OK
1 1/4	105	8	773.13	350.69	186.01	OK

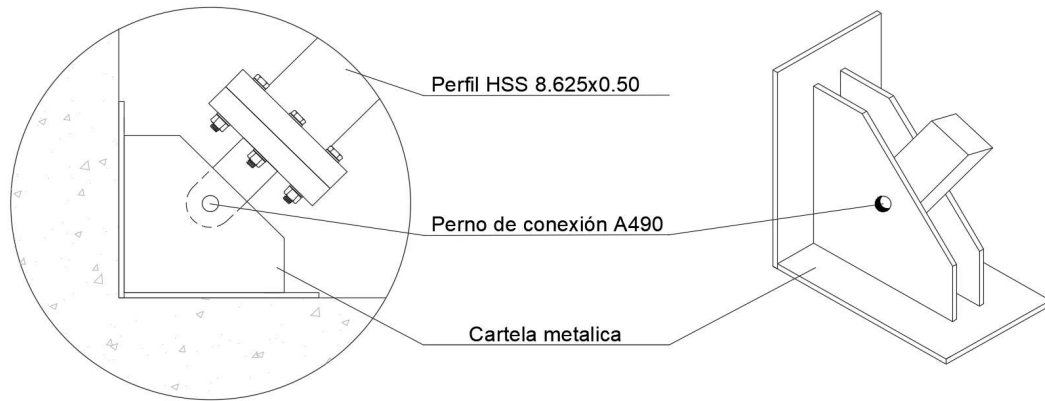
La conexión brazo metálico-disipador está expuesto solo a esfuerzos axiales y no de corte. Se observa que la resistencia ante fuerzas de tensión cumple.



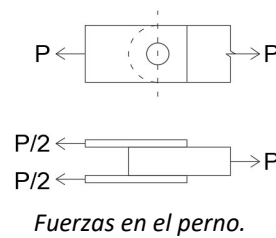
Diseño del perno de conexión

El perno de conexión debe ser diseñado para resistir altas solicitaciones de corte, por esto se consideró un perno ASTM F3125 de mayor resistencia con grado A490 de un diámetro significativo (1 1/2").

Esquema general de la conexión, cartela - barra de conexión.



La fuerza a la que será sometido el perno de la barra de conexión será el siguiente:



Para determinar el esfuerzo máximo de corte del perno usaremos la siguiente formula:

$$\phi R_n = \phi \cdot m \cdot F_v; \phi P_n = \phi \cdot R_n \cdot A_b \cdot n$$

ϕR_n : Esfuerzo máximo de corte

ϕ : 0.75

m : Número de planos

m : 1, Perno sometido a cortante simple

m : 2, Perno sometido a cortante doble

F_v : 0.50 F_u (falla en la parte lisa).

F_v : 0.40 F_u (falla en la parte de la rosca).

ϕP_n : Fuerza cortante máxima.

A_b : Área neta transversal del perno a la altura del plano de corte.

n : Número de pernos

En el diseño consideramos la falla en la parte de la rosca (caso más conservador), es decir se asume F_v=0.4 F_u.

VERIFICACIÓN DE LA RESISTENCIA

Dir.	D. Nominal (in)	F _u (Kip/in ²)	ϕR_n (kip)	n	ϕP_n (Tonf)	P _u (Tonf)	Verificación $\phi P_n > P_u$
X	1 1/2	150	90.00	3	216.43	173	OK
Y	1 1/2	150	90.00	2	144.28	110	OK



Diseño de la barra de conexión

La barra de conexión es un componente que está sometido a tensión, para esta condición se debe verificar la posible fluencia del área bruta y la fractura del área neta, el área que debe tener este elemento debe ser la mayor de las calculadas con las siguientes ecuaciones:

Fluencia del área bruta

$$A_{g_{req}} \geq \frac{P_u}{\phi F_y}$$

Donde:

- A_g : Área bruta requerida de la sección
 ϕ : 0.90, Factor de resistencia
 F_y : 36 ksi (Acero A36) Esfuerzo de fluencia

Fractura del área neta

$$A_{g_{req}} \geq \frac{P_u}{\mu \cdot \phi \cdot F_u} + A_h$$

Donde:

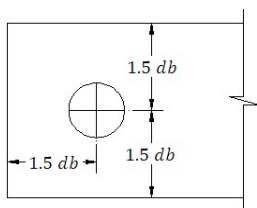
- A_g : Área bruta requerida de la sección
 A_h : Área del agujero
 μ : Porcentaje de la sección que trabaja para absorber esfuerzos
 ϕ : 0.75, Factor de resistencia
 F_u : 58 ksi (Acero A36) Esfuerzo mínimo de ruptura en tensión

Cálculo de área requerida en la barra de conexión

Dir.	Fluencia del área bruta			Fractura del área neta			
	P_u (Tonf)	F_y (Ton/cm ²)	$A_{g_{req}}$ (cm ²)	F_u (Ton/cm ²)	A_h (cm ²)	u	$A_{g_{req}}$ (cm ²)
X	173	2.54	75.99	4.09	50.40	1	107.00
Y	110	2.54	48.06	4.09	25.20	1	61.00

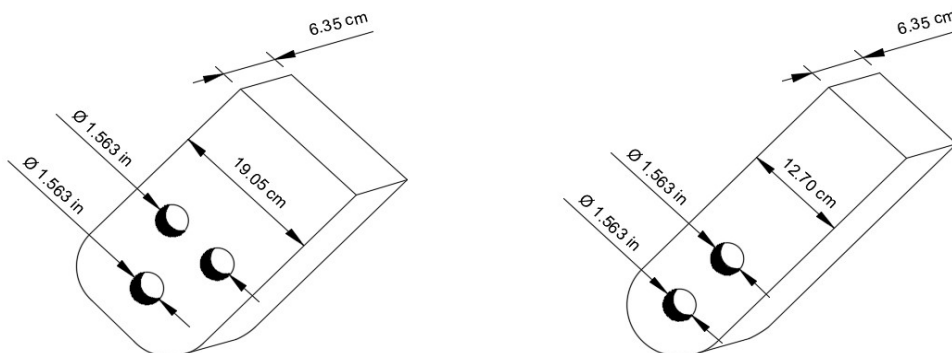
El área bruta de la barra de conexión considera es:

- A_g : 2.5" x 7.5" = 6.35 cm x 19.05 cm = 120.97 cm² (Cumple)
 A_g : 2.5" x 5.0" = 6.35 cm x 12.70 cm = 82.36 cm² (Cumple)



La Separación mínima que debe tener el perno respecto a los bordes es de 1.5 el diametro del perno.

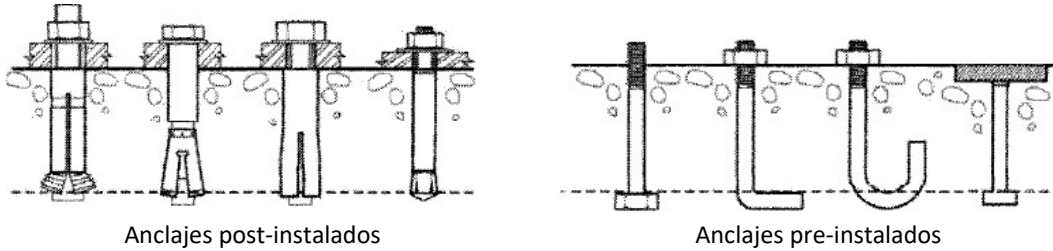
Dimensiones de la barra de conexión





Diseño de los pernos de anclaje

Los pernos de anclaje pueden ser colocados antes o después del vaciado de concreto, los mismos que se diseñan de acuerdo a las especificaciones del apéndice D del código ACI 318-19.



Requisitos de resistencia de los anclajes

$$\begin{aligned} \phi N_n &\geq N_{ua} & \phi N_n &: \text{Resist. de diseño en tracción individual o grupo de anclaje;} \\ \phi V_n &\geq V_{ua} & \phi V_n &: \text{Resist. de diseño en corte individual o grupo de anclajes} \end{aligned}$$

Resistencia nominal a tracción "Nn"

$$N_n = n \cdot A_{se} \cdot f_{uta}$$

n : Numero de anclajes en el grupo
 A_{se} : Área trasversal efectiva del anclaje en tracción
 f_{uta} : Esfuerzo de fluencia último del acero

Resistencia nominal al corte "Vn"

$$V_n = n \cdot 0.6 \cdot A_{se} \cdot f_{uta}$$

n : Numero de anclajes en el grupo
 A_{se} : Área trasversal efectiva del anclaje en tracción
 f_{uta} : Esfuerzo de fluencia último del acero

El valor de f_{uta} , no deberá ser mayor que el menor de:

- 860MPa
- $1.9(f_{ya})$, donde f_{ya} , f_{uta} , A_{se} no deben ser asumidos, sino que deben obtenerse de la información técnica del perno de anclaje seleccionado.

En el proyecto se empleará los pernos expansivos Trubolt, fabricados por la empresa ITW Red Head en Estados Unidos e importados y comercializados en Perú por CDV Representaciones; se eligió por contar con información técnica detallada que facilito el diseño.

Especificaciones técnicas para el diseño

TRUBOLT WEDGE ANCHOR DESIGN INFORMATION^{1,2,3}

DESIGN INFORMATION	Symbol	Units	Nominal Anchor Diameter									
			1/4		3/8		1/2		5/8		3/4	
Anchor O.D.	d_o	in	0.250		0.375		0.500		0.625		0.750	
Effective embedment	h_{ef}	in	1-1/2	2	1-3/4	2-5/8	1-7/8	3-3/8	2-1/2	4	3-1/2	4-3/4
Minimum member thickness	h_{min}	in	4	4	4	5	5	6	5	8	6	8
Critical edge distance	c_{ac}	in	2-5/8	3	2-5/8	5-1/4	3-3/4	6-3/4	5	8	7	9
Minimum edge distance	c_{min}	in	1-3/4	1-1/2	2-1/4	2	3-3/4	3-3/4	4-1/4	3-1/4	3-3/4	3-1/2
Minimum anchor spacing	s_{min}	in	1-3/4	1-1/2	2-1/4	2	3-3/4	3-3/4	4-1/4	3-1/4	3-3/4	3-1/2
Min. Specified Yield Strength	f_y	lb/in ²	55,000									
Min. Specified Ultimate Strength	f_{uta}	lb/in ²	75,000									
Effective tensile stress area	A_{se}	in ²	0.032		0.078		0.142		0.226		0.334	
Steel strength in tension	N_s	lb	2,385		5,815		10,645		16,950		25,050	

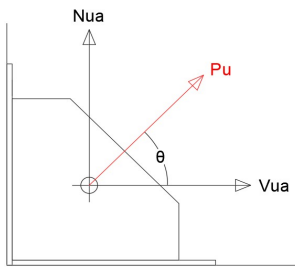


Steel strength in shear	V_s	lb	1,430	2,975	3,490	4,450	6,385	6,045	10,170	10,990	15,030	
Pullout strength, uncracked concrete	$N_{p,uncr}$	lb	1,392	1,706	2,198	3,469	2,400	4,168	4,155	6,638	8,031	10,561
Anchor Category (All anchors are ductile)	1											
Effectiveness factor k_{con} , uncracked concrete	24											
Axial stiffness in service load range	β	lb/in	14,651	9,385	17,515	26,424	32,483	26,136	42,899	21,749	43,576	28,697
Coefficient for variation for axial stiffness in service load range	34 47 28 45 17 33 55 22 63 28											
Strength reduction factor ϕ for tension, steel failure modes	0.75											
Strength reduction factor ϕ for shear, steel failure modes	0.65											
Strength reduction factor ϕ for tension, concrete failure modes, Condition B	0.65											
Strength reduction factor ϕ for shear, concrete failure modes, Condition B	0.70											

Nota: ITW Red Head

En el proyecto utilizamos pernos de 5/8" para soportar las fuerzas de tracción y corte, que se generan producto del accionar de los disipadores.

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA



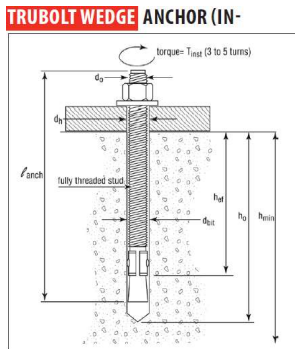
$$\phi Nn \geq Nua$$

$$\phi Vn \geq Vua$$

Verificación de resistencia a la tracción (Nua) y corte (Vua).

Dir.	n pernos	Resistencia a la tracción			Resistencia al corte		
		ϕNn (Tonf)	Nua (Tonf)	Verif.	ϕVa (Tonf)	Vua (Tonf)	Verif.
X	15	196.33	140.84	OK	102.09	101.24	OK
Y	10	130.89	88.76	OK	68.06	64.49	OK

Dimensiones de los pernos de anclaje por cada diámetro



	Symbol	Units	Nominal Anchor Diameter (in.)												
			1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1-1/4	1-1/2	2				
Anchor outer diameter	d_0	in	0.25	0.375	0.5	0.625	0.750								
Nominal carbide bit diameter	d_{bit}	in	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4								
Effective embedment depth	h_{ef}	in	1-1/2	2	1-3/4	2-5/8	1-7/8	3-3/8	2-1/2	4	3-1/2	4-3/4			
Min hole depth	h_0	in	2	2-1/2	2-1/2	3-3/8	2-3/4	4-1/4	3-3/4	5-1/4	4-3/4	6			
Min slab thickness	h_{min}	in	4	4	5	5	6	5	8	6	8				
Installation torque	T_{inst}	ft-lb	4	25	55	90	110								
Min hole diameter in fixture	d_h	in	5/16	7/16	9/16	11/16	13/16								

Nota: ITW Red Head

Separación mínima entre anclajes y la distancia mínima al borde

$$S_{min} \geq 4db \approx 7.62 \text{ cm}$$

$$C_{min} \geq 4c \approx 4 \text{ cm}$$

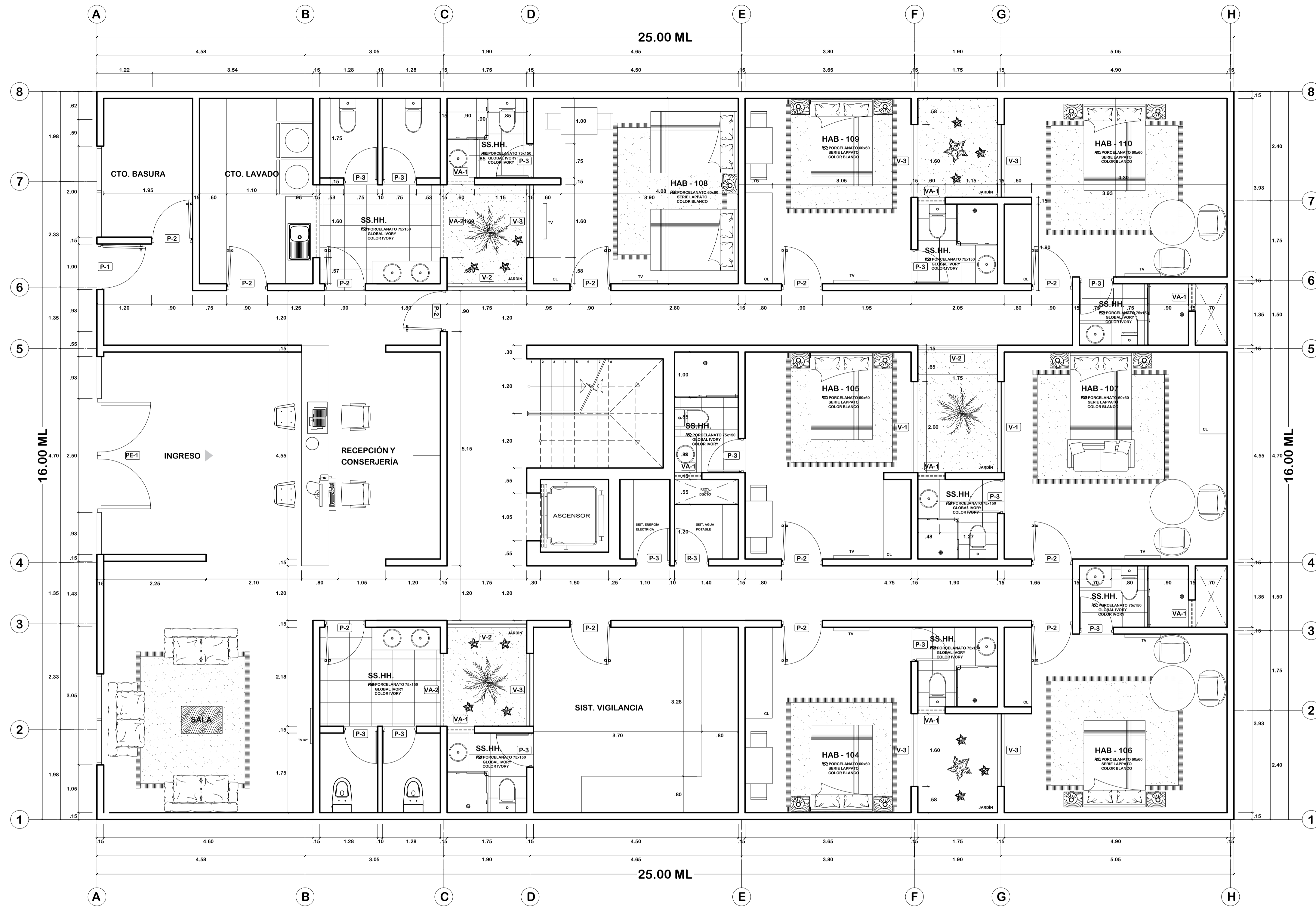
Anexo J. Planos

Arquitectura

- ✚ A.1 : Primera Planta
- ✚ A.2 : Planta Típica 2 – 7 Nivel
- ✚ A.3 : Octava Planta
- ✚ A.4 : Elevación Principal

Estructuras

- ✚ E.1 : Columnas y Placas
- ✚ E.2 : Aligerado 1 – 6 Nivel
- ✚ E.3 : Aligerado 1 – 6 Nivel
- ✚ E.4 : Aligerado de techo
- ✚ E.5 : Detalle de Vigas
- ✚ E.6 : Detalle de Vigas
- ✚ E.7 : Detalle de Escalera
- ✚ E.8 : Disipadores



PRIMERA PLANTA
ESC. 1/50

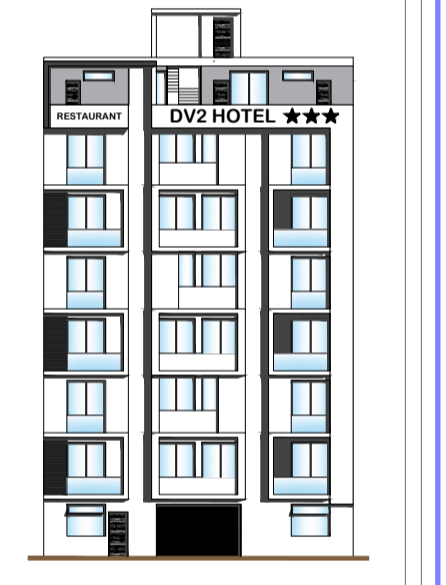
CUADRO DE VANOS						
PUERTAS	CODIGO	PE-1	P-1	P-2	P-3	PM-1
	TIPO					
ANCHO	2.50	1.00	0.90	0.75	1.00	2.0
ALTO	2.70	2.50	2.70	2.70	2.10	2.70
CANT.	01	01	84	82	03	04
OBSERVACIONES	PTA ENTRADA PRINCIPAL VIDRIO TEMPLADO	PTA PUNTO DE METROLOGIA PLAZA DE COMERCIO DEBILITADO CON SERVICIOS DE ACCESIBILIDAD PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD	PTA BAÑOS APARATURA DE CERROJO O CONTRAPALANCA	PTA INTERIOR DE BAÑO O CONTRAPALANCA	PTA PUNTO DE APARATURA DE CERROJO O VENTILADOR SEGUN PROPIETARIO	PTA CORREDIZA DE 2 HOJAS DE VIDRIO TEMPLADO

CUADRO DE VANOS							
VENTANAS	CODIGO	V-1	V-2	V-3	VA-1	VA-2	VA-3
	ANCHO	2.00	1.70	1.60	0.60	1.60	0.60
ALTO	1.75	1.75	1.75	0.50	0.50	0.50	
ALFEISER	1.20	1.20	1.20	2.00	2.00	2.00	
CANT.	16	24	48	62	25	00	
OBSERVACIONES	MARCO ALUMINIO 4" x 1" VIDRIO TRIPLE 6mm 60% Y TRANSPARENTE	MARCO MADERA CERROJO DE 4" x 1" VIDRIO TRIPLE 6mm 60% Y TRANSPARENTE	MARCO MADERA CERROJO DE 4" x 1" VIDRIO TRIPLE 6mm 60% Y TRANSPARENTE	MARCO MADERA CERROJO DE 4" x 1" VIDRIO TRIPLE 6mm 60% Y TRANSPARENTE	MARCO MADERA CERROJO Y VIDRIO DE 4mm 88% DIRECTO CORREDIZA	MARCO MADERA CERROJO Y VIDRIO DE 4mm 88% DIRECTO CORREDIZA	MARCO MADERA CERROJO Y VIDRIO DE 4mm 88% DIRECTO CORREDIZA

PROYECTO:
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORIA - USO
TIPO C (EDIFICACION COMUN - HOTEL)



UBICACION:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUNDE TERRY
CDRA : N° 01

DISEÑO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

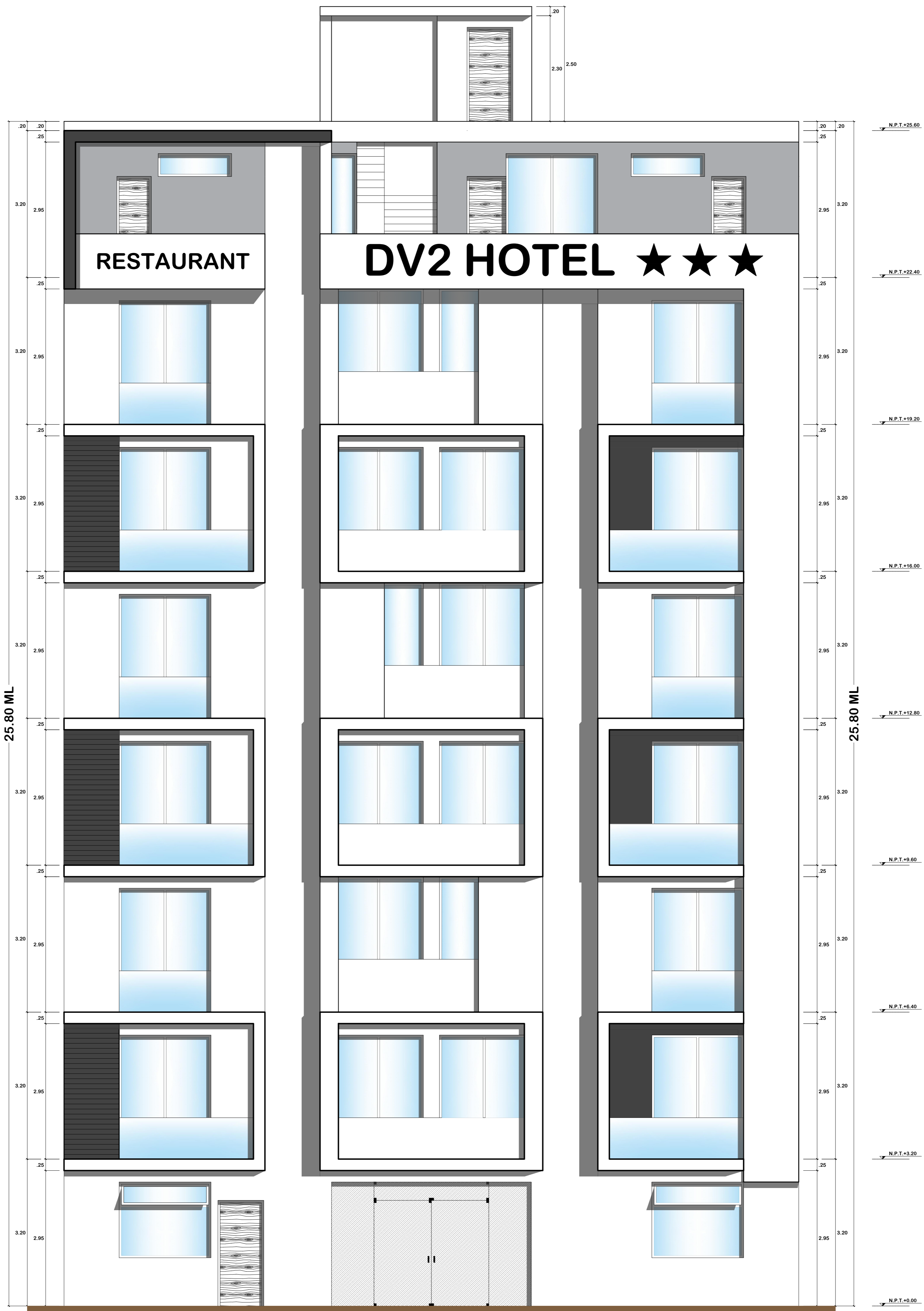
REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P.: 198596

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

PLANO:
PRIMERA PLANTA

ESCALA: **1/50** FECHA: **OCT_2023**

LAMINA:
A-1



ELEV. PRINCIPAL
ESC. 1/50



PROYECTO:

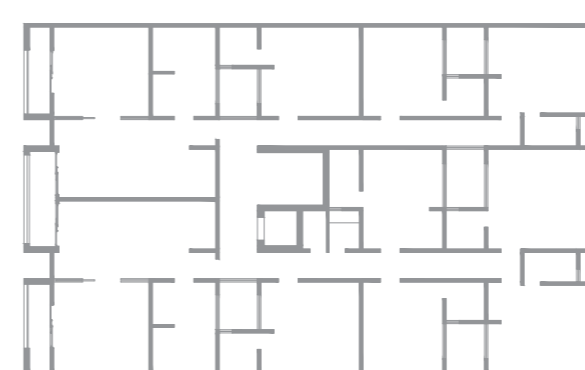
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"

CATEGORÍA - USO

EDIFICACIÓN COMÚN "C"
HOTEL

UBICACIÓN:

DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUNDE TERRY
CDRA : N° 01



DISEÑO:
Bach. ING. DANY VARGAS
VALDIVIA

REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY
COLLANTES DELGADO
C.I.P.: 198596

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

PLANO:
ELEVACIÓN
PRINCIPAL

ESCALA:
1/50

LAMINA:

A-4

FECHA:
OCT_2023

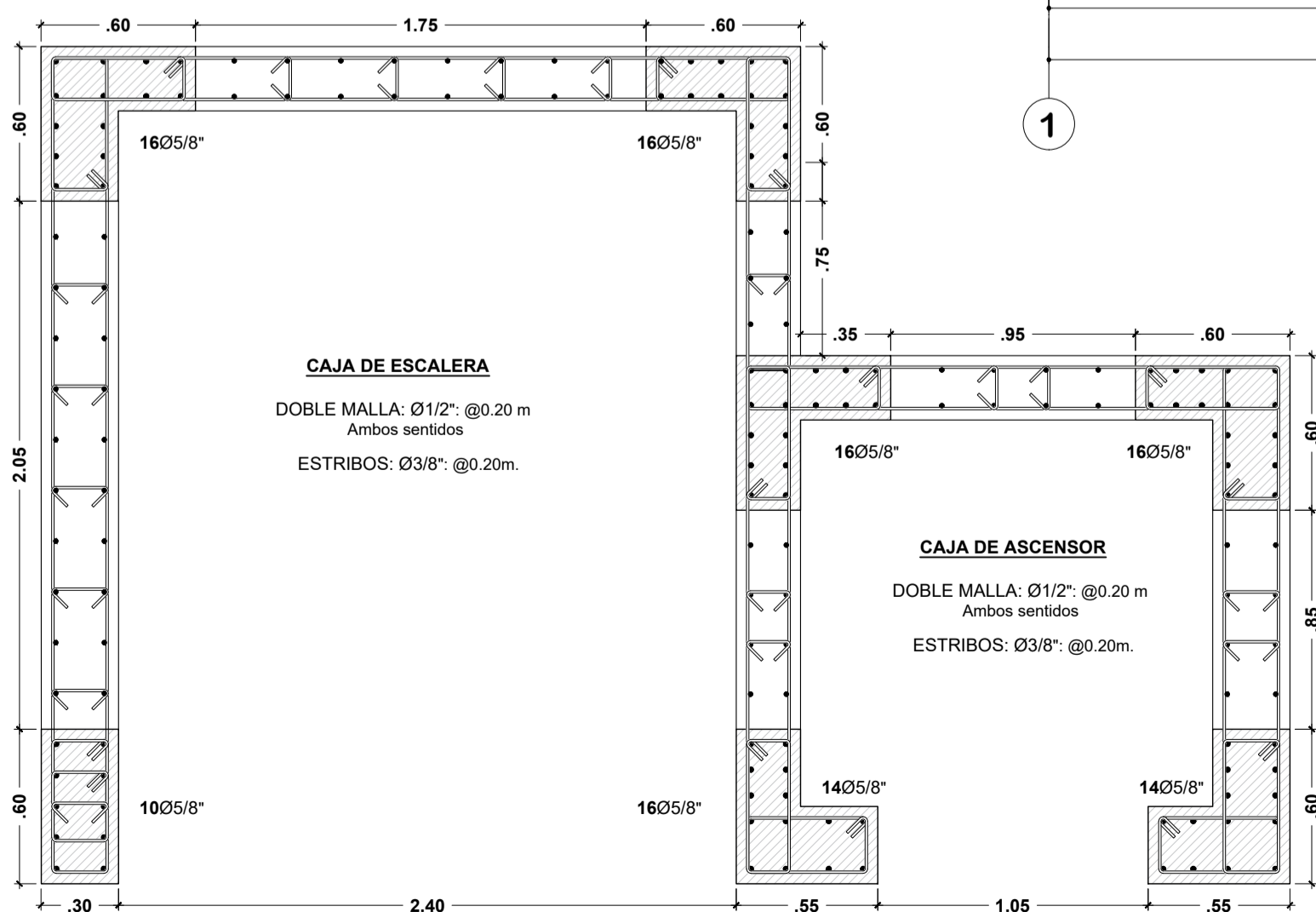
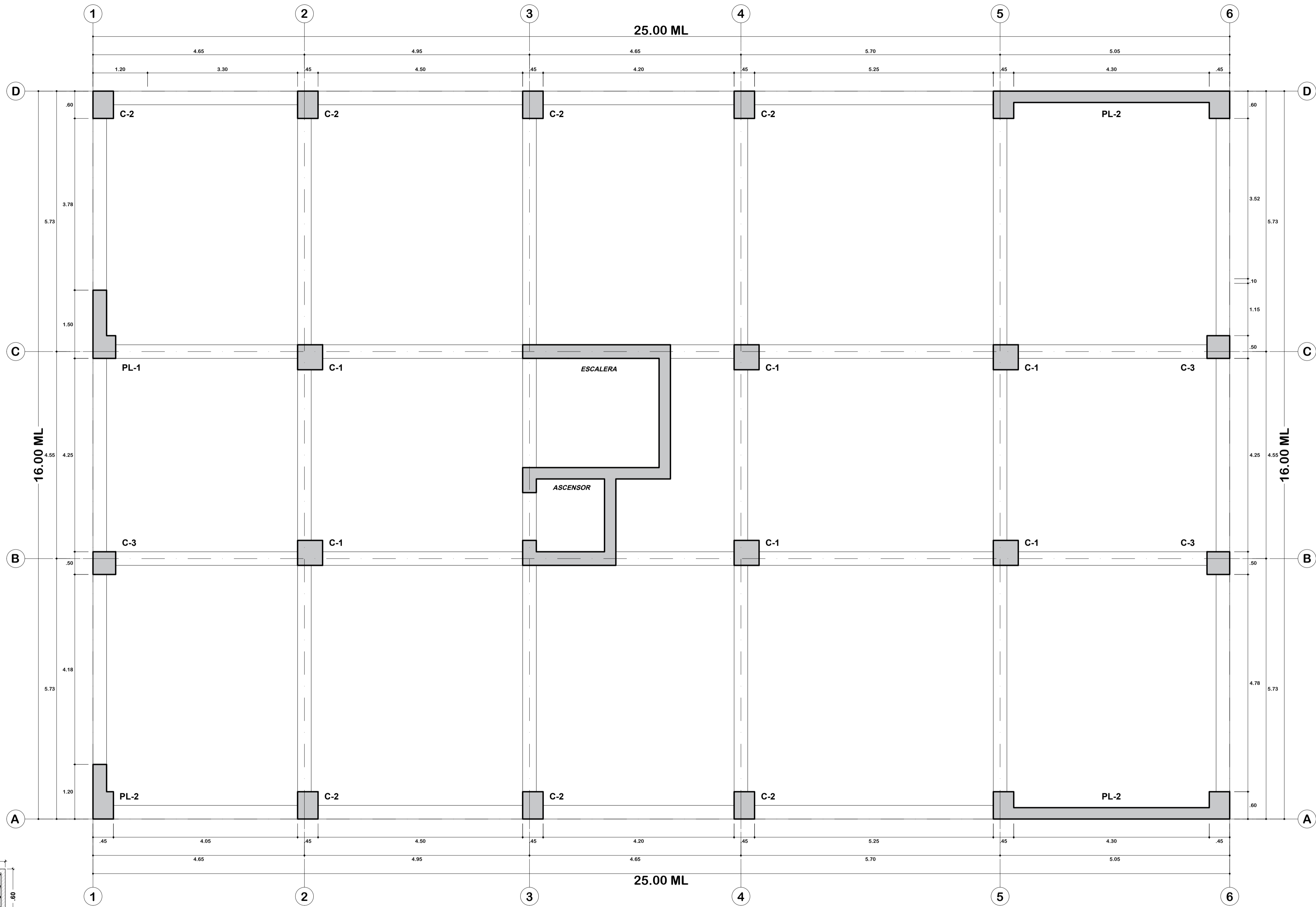
TIPO	C-1
ESQUEMA	
ACERO DE REFUERZO	12 Ø3/4"
ESTRIBOS	Ø3/8": 1@0.05m, 6@0.10m, Rto@0.20m.
CANTIDAD	06

TIPO	C-2
ESQUEMA	
ACERO DE REFUERZO	10 Ø3/4"
ESTRIBOS	Ø3/8": 1@0.05m, 6@0.10m, Rto@0.20m.
CANTIDAD	06

TIPO	C-3
ESQUEMA	
ACERO DE REFUERZO	4 Ø3/4" + 8 Ø5/8"
ESTRIBOS	Ø3/8": 1@0.05m, 6@0.10m, Rto@0.20m.
CANTIDAD	03

TIPO	PL-1
ESQUEMA	
ACERO DE REFUERZO	4 Ø3/4" + 22 Ø5/8"
ESTRIBOS	3 Est. Ø3/8": @0.20m.
CANTIDAD	01

TIPO	PL-2
ESQUEMA	
ACERO DE REFUERZO	10 Ø3/4" + 8 Ø5/8"
ESTRIBOS	2 Est. Ø3/8": @0.20m.
CANTIDAD	01



TIPO	PL-03
ESQUEMA	
ACERO DE REFUERZO	Elemento de Borde: 10 Ø3/4" Alma de Muro: As vertical: 42 Ø1/2" @ 0.20 m (Doble malla) As horizontal: Ø3/8" @ 0.20 m
ESTRIBOS	Elemento de Borde: 10 Ø3/4" Alma de Muro: Est. Ø3/8": @ 0.20m. Elemento de Borde: 10 Ø3/4"

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1) CONCRETOS	Concreto armado en general : $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ Cemento : Tipo MS
2) ACERO	Acero Corrugado Grado 60 : $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ Empalmes de barras - VIGAS : As (-) : a L/3 As (+) : a L/4
3) RECUBRIMIENTO	Vigas peraltadas : 4 cm Losas : 2.5 cm Elementos de confinamiento y/o anillote : 2 cm
4) SOBRE CARGA	Ver Informe

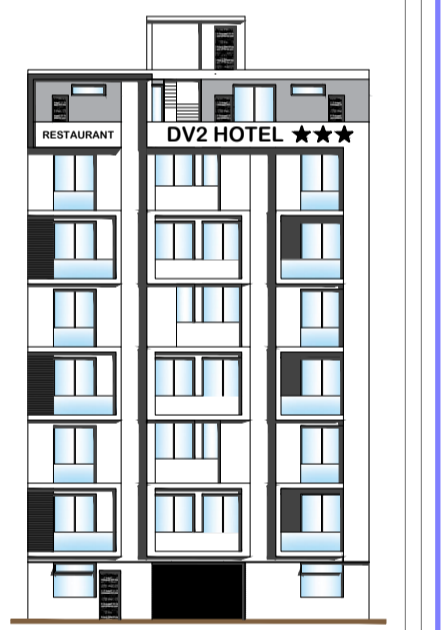
PARAMETROS Y RESULTADOS DE ANALISIS SISMORESISTENTE	
1) SISTEMA ESTRUCTURAL	Muros estructurales : $R_o = 6$
2) PARAMETROS SISMICOS	Z : 0.35 U : 1.00 C : $X=1.97, Y=2.37$ S : 1.15 Ia : 1 Ib : 1 R : 6
3) PERIODO DE LA ESTRUCTURA	T _{xx} : 0.763 seg T _{yy} : 0.632 seg
4) CORTANTE DE DISEÑO "V"	Dirección X : 386.92 Tn Dirección Y : 466.96 Tn
5) DERIVAS	Dirección X : 0.0059 Dirección Y : 0.0051
6) NORMAS	R.N.C. (E-020, E-030, E-050, E-060)

COLUMNAS Y PLACAS 1º - 8º NIVEL
ESC. 1/50

PROYECTO:
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORIA - USO
TIPO C (EDIFICACION COMUN - HOTEL)



UBICACION:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUDE TERRY
CDRA : N° 01

DISENO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

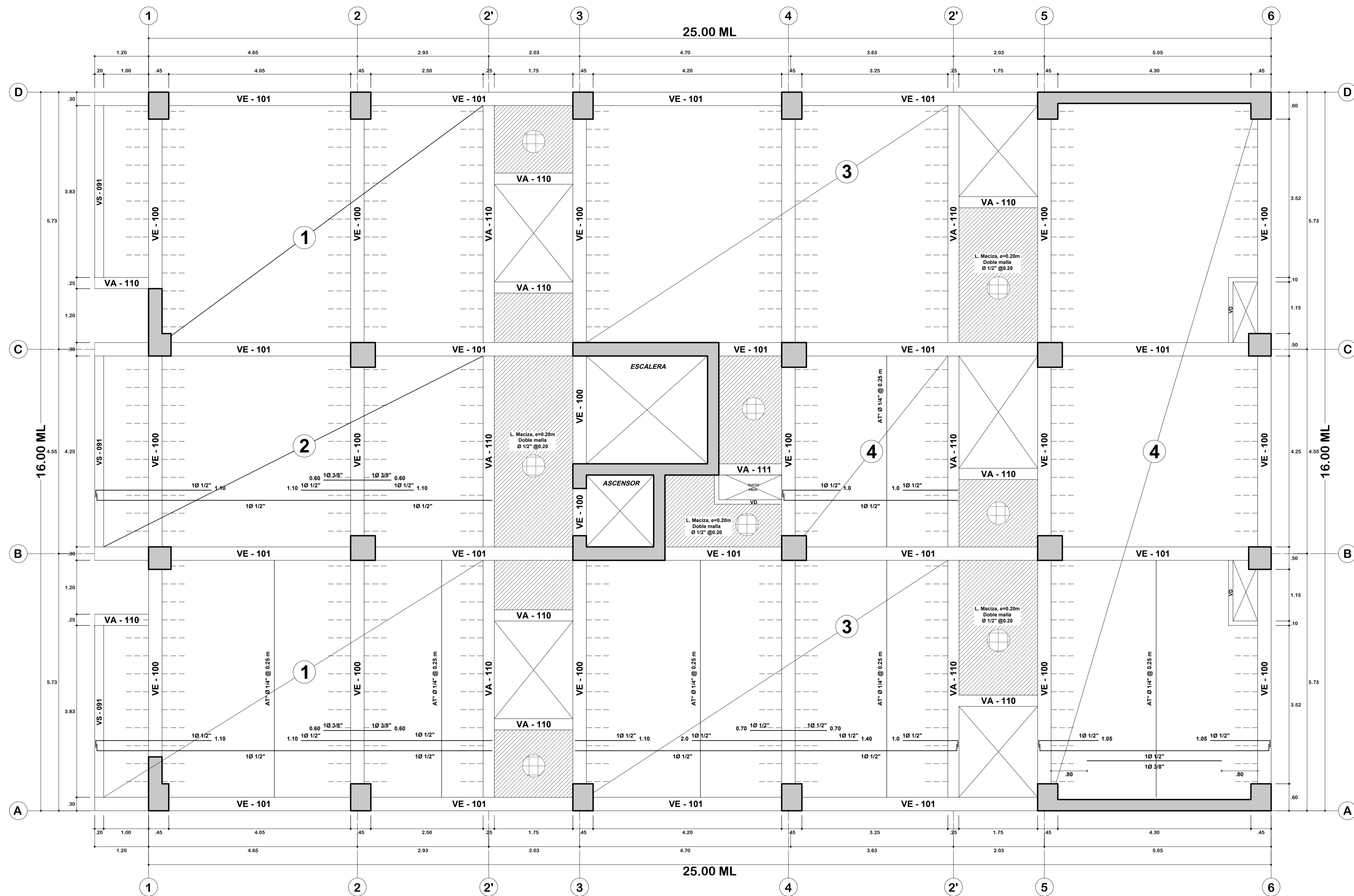
REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P.: 198596

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
COLUMNAS Y PLACAS

ESCALA: **1/25** FECHA: **NOV 2023**

LAMINA:
E-01

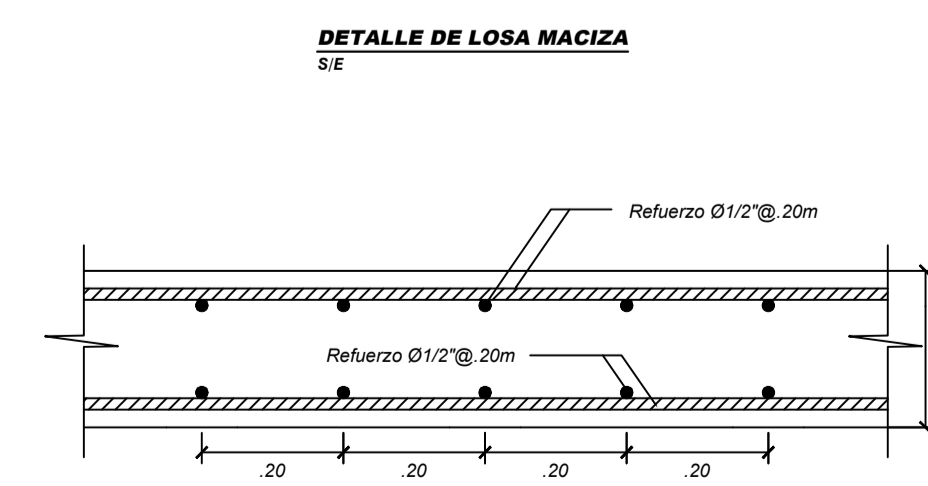
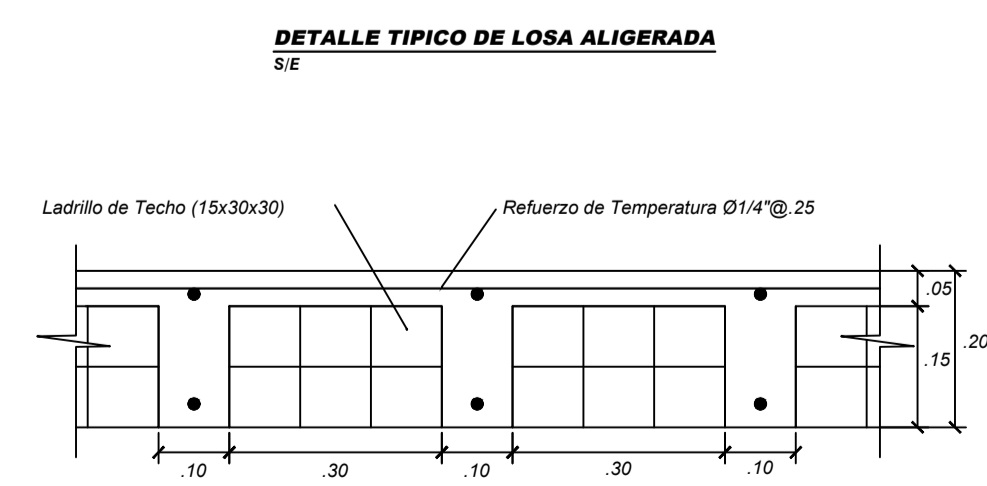
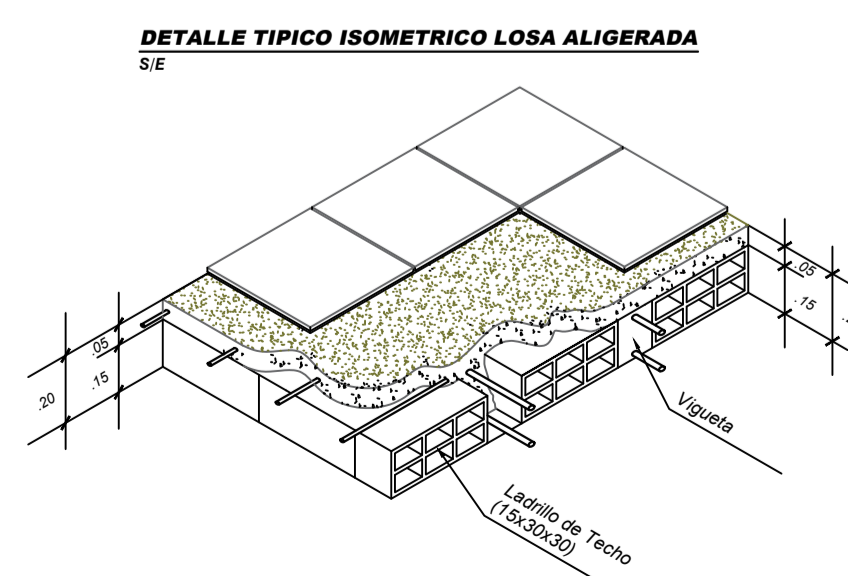


ALIGERADO 1° - 6° NIVEL
ESC. 1/50

LEYENDA	
VE	: VIGA ESTRUCTURAL
VA	: VIGA DE AMARRE
VS	: VIGA SOLERA
VD	: VIGA DE BORDE

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1) CONCRETOS	
Concreto armado en general	: $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$
Cemento	: Tipo MS
2) ACERO	
Acero Corrugado Grado 60	: $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
Empalmes de barras	- VIGAS As (+) : a L/3 As (+) : a L/4
3) RECUBRIMIENTO	
Vigas peraltadas	: 4 cm
Losas	: 2.5 cm
Elementos de confinamiento y/o arriostrado	: 2 cm
4) SOBRE CARGA	
Ver Informe	

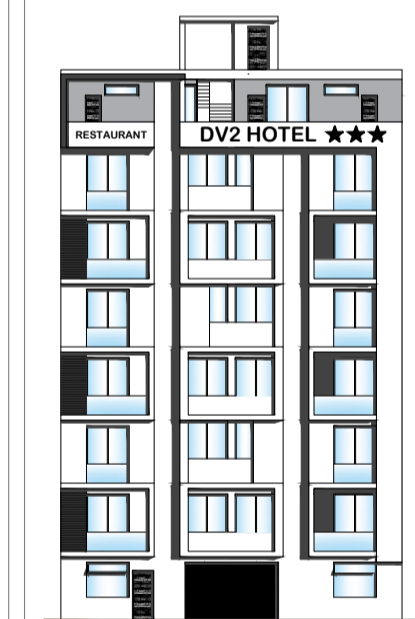
PARAMETROS Y RESULTADOS DE ANALISIS SISMORESISTENTE	
1) SISTEMA ESTRUCTURAL	
Muros estructurales	: $R_o = 6$
2) PARAMETROS SISMICOS	
Z	: 0.35
U	: 1.00
C	: $X=1.97, Y=2.37$
S	: 1.15
Ia	: 1
Ib	: 1
R	: 6
3) PERIODO DE LA ESTRUCTURA	
T _{xx}	: 0.763 seg
T _{yy}	: 0.632 seg
4) CORTANTE DE DISEÑO "V"	
Dirección X	: 386.92 Tn
Dirección Y	: 466.96 Tn
5) DERIVAS	
Dirección X	: 0.0059
Dirección Y	: 0.0051
6) NORMAS	
R.N.C (E-020, E-030, E-050, E-060)	



PROYECTO:
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORÍA - USO
TIPO C (EDIFICACIÓN COMÚN - HOTEL)



UBICACIÓN:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUNDE TERRY
CDRA : N° 01

DISÑO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P.: 198596

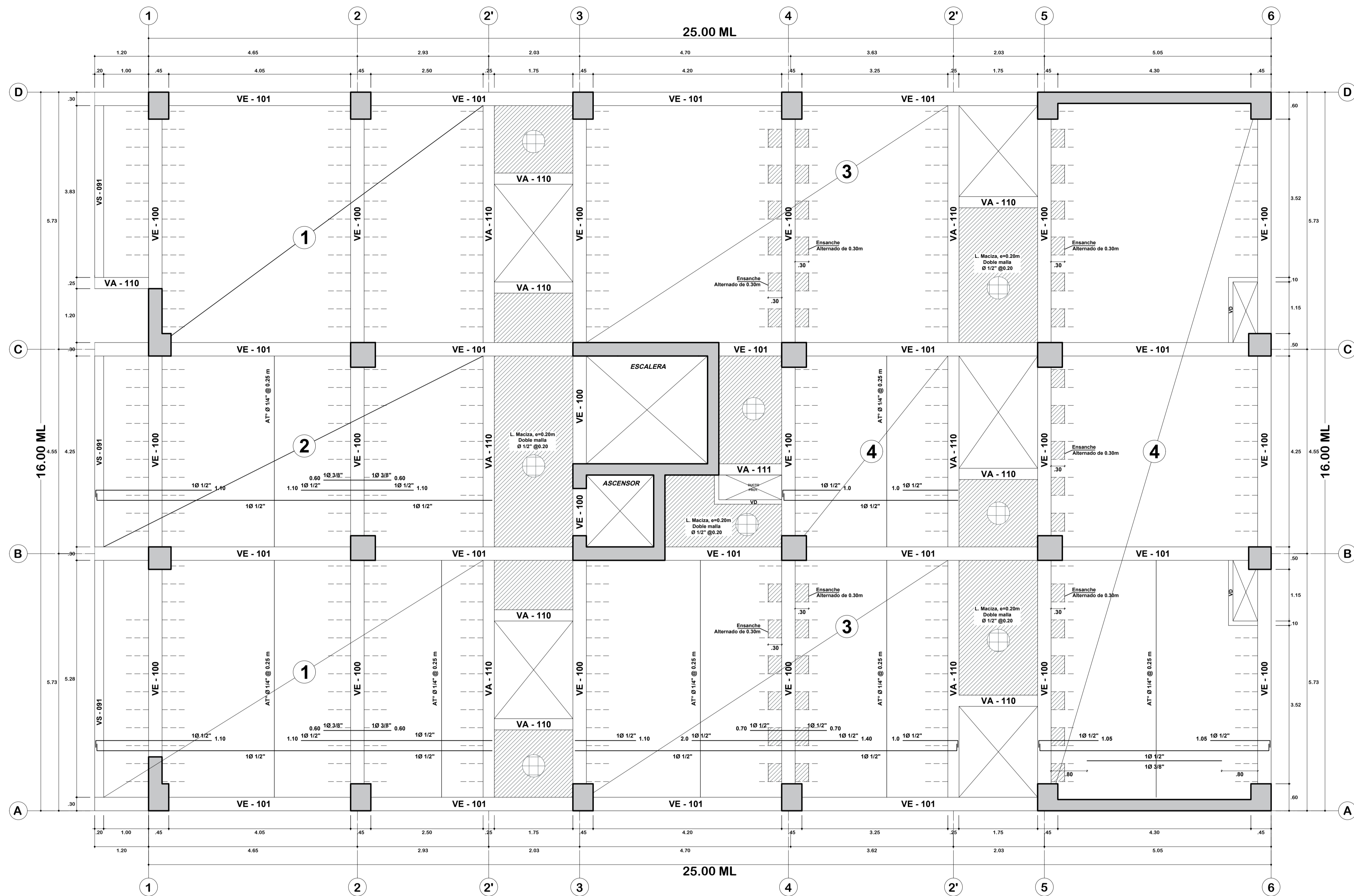
ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ALIGERADO 1° - 6° NIVEL

ESCALA: **1/50** FECHA: **NOV 2023**

LAMINA:

E-02



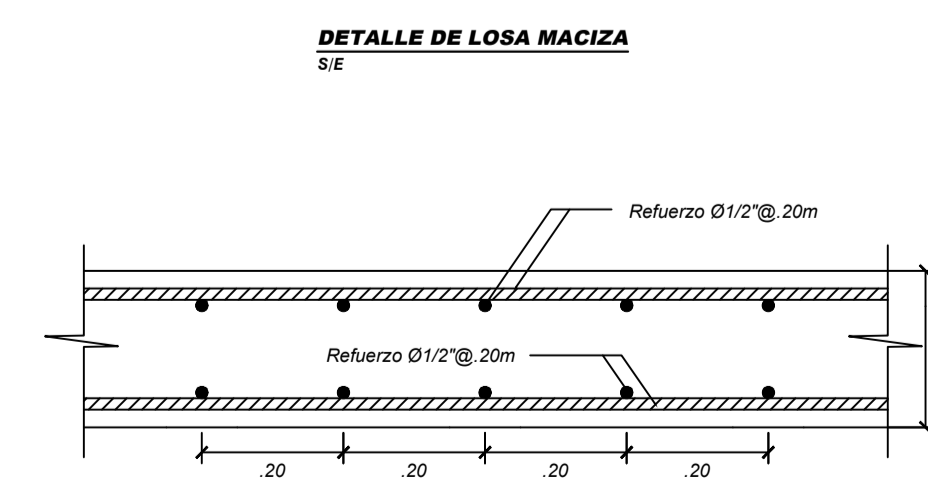
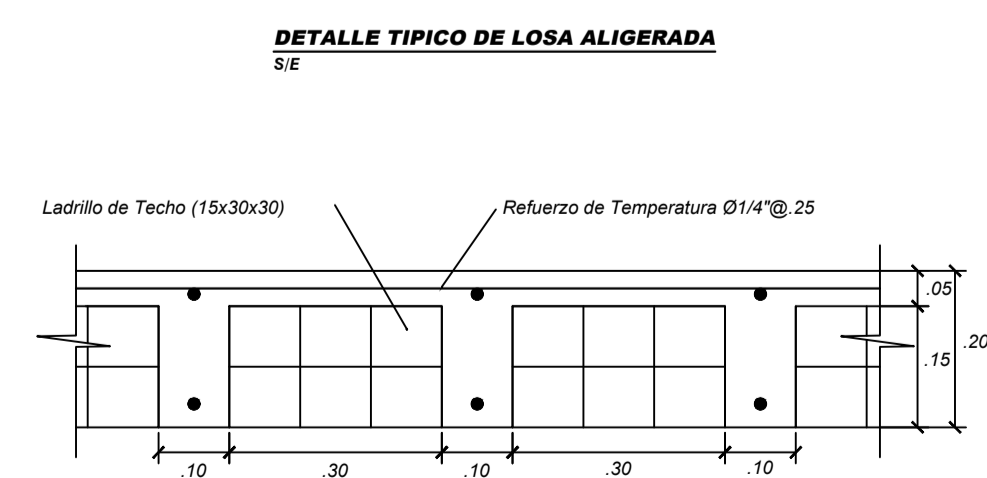
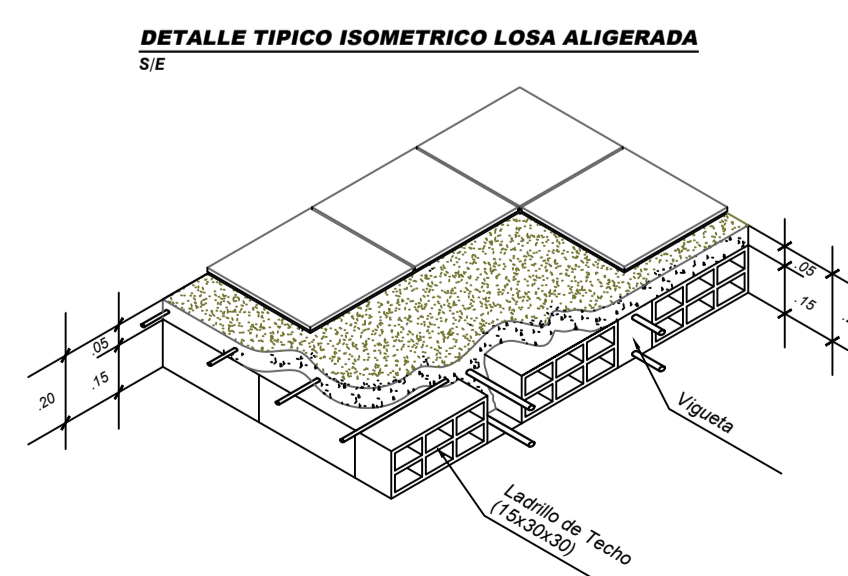
ALIGERADO 7° NIVEL

ESC. 1/50

LEYENDA	
VE	: VIGA ESTRUCTURAL
VA	: VIGA DE AMARRE
VS	: VIGA SOLERA
VD	: VIGA DE BORDE

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1) CONCRETOS	
Concreto armado en general	: $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$
Cemento	: Tipo MS
2) ACERO	
Acero Corrugado Grado 60	: $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
Empalmes de barras	- VIGAS As (+) : a L/3 As (+) : a L/4
3) RECUBRIMIENTO	
Vigas peraltadas	: 4 cm
Losas	: 2.5 cm
Elementos de confinamiento y/o arrioste	: 2 cm
4) SOBRE CARGA	
Ver Informe	

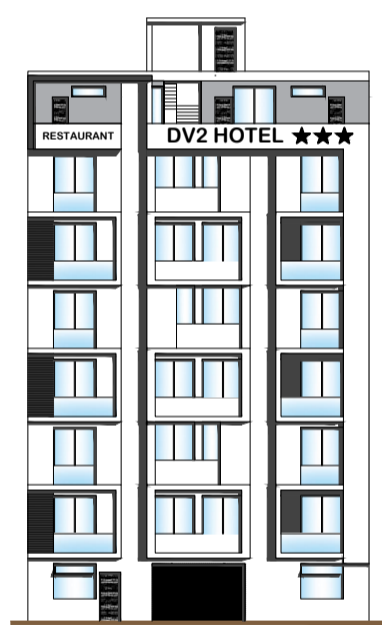
PARAMETROS Y RESULTADOS DE ANALISIS SISMORESISTENTE	
1) SISTEMA ESTRUCTURAL	Muros estructurales : $R_o = 6$
2) PARAMETROS SISMICOS	
Z	: 0.35
U	: 1.00
C	: $X=1.97, Y=2.37$
S	: 1.15
Ia	: 1
Ib	: 1
R	: 6
3) PERIODO DE LA ESTRUCTURA	
T _{xx}	: 0.763 seg
T _{yy}	: 0.632 seg
4) CORTANTE DE DISEÑO "V"	
Dirección X	: 386.92 Tn
Dirección Y	: 466.96 Tn
5) DERIVAS	
Dirección X	: 0.0059
Dirección Y	: 0.0051
6) NORMAS	R.N.C (E-020, E-030, E-050, E-060)



PROYECTO:
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORIA - USO
TIPO C (EDIFICACION COMUN - HOTEL)



UBICACION:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUNDE TERRY
CDRA : N° 01

DISENO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P.: 198596

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

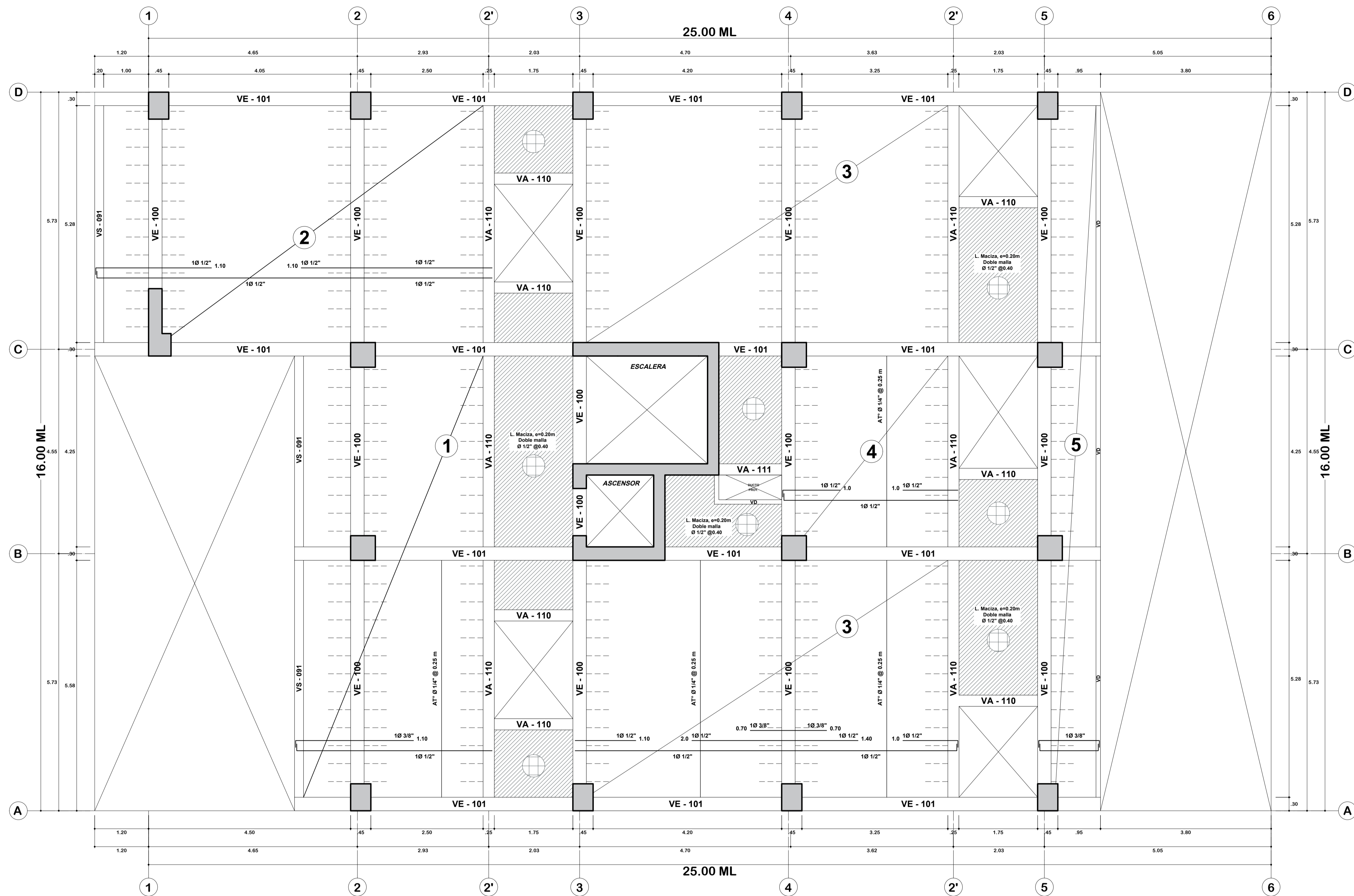
PLANO:
ALIGERADO 7° NIVEL

ESCALA:
1/50

FECHA:
NOV 2023

LAMINA:

E-03



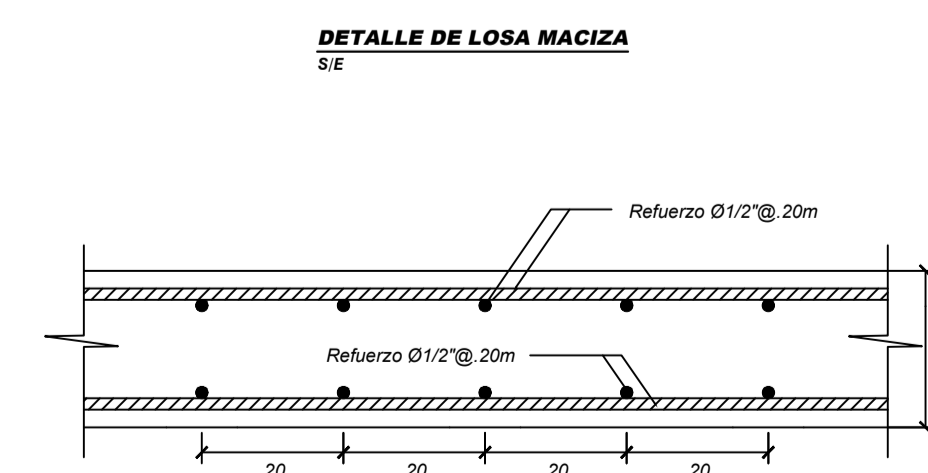
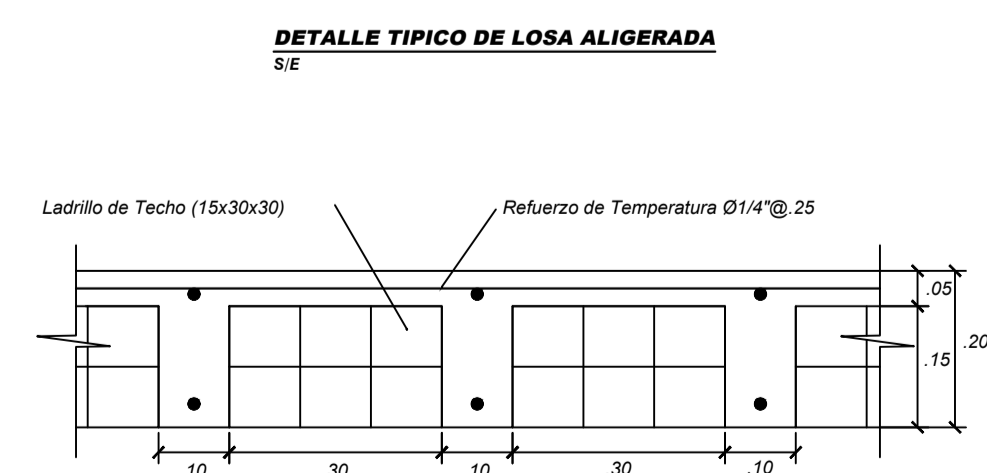
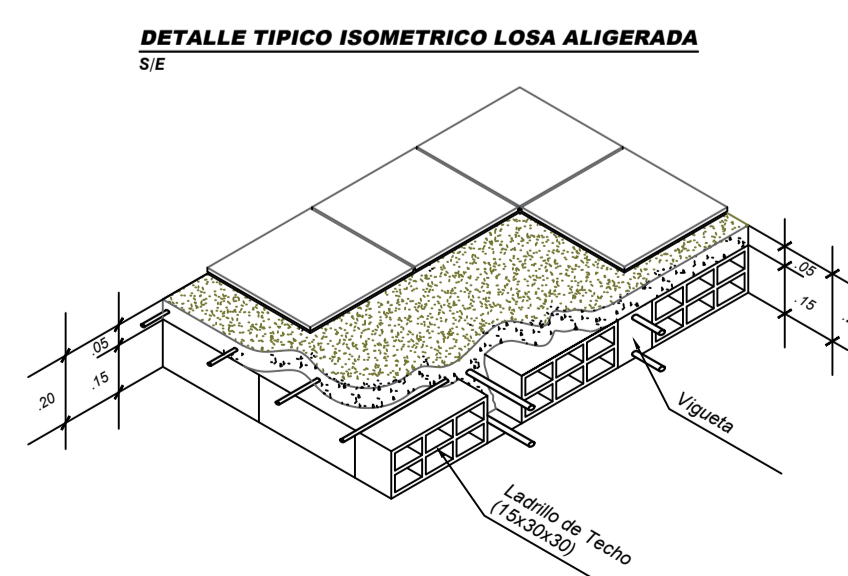
ALIGERADO TECHO

ESC. 1/50

LEYENDA	
VE	: VIGA ESTRUCTURAL
VA	: VIGA DE AMARRE
VS	: VIGA SOLERA
VD	: VIGA DE BORDE

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1) CONCRETOS	
Concreto armado en general	: $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$
Cemento	: Tipo MS
2) ACERO	
Acero Corrugado Grado 60	: $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
Empalmes de barras	- VIGAS As (+) : a/L3 As (+) : a/L4
3) RECUBRIMIENTO	
Vigas peraltadas	: 4 cm
Losas	: 2.5 cm
Elementos de confinamiento y/o arrioste	: 2 cm
4) SOBRE CARGA	
Ver Informe	

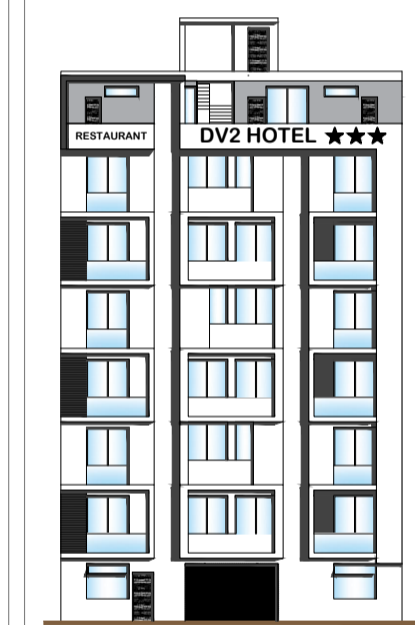
PARAMETROS Y RESULTADOS DE ANALISIS SISMORESISTENTE		
1) SISTEMA ESTRUCTURAL		
Muros estructurales	- Ro = 6	
2) PARAMETROS SISMICOS		
Z :	0.35	
U :	1.00	
C :	X=1.97, Y=2.37	
S :	1.15	
Ia :	1	
Ib :	1	
R :	6	
3) PERIODO DE LA ESTRUCTURA		
T _{xx}	: 0.763 seg	
T _{yy}	: 0.632 seg	
4) CORTANTE DE DISEÑO "V"		
Dirección X	: 386.92 Tn	
Dirección Y	: 466.96 Tn	
5) DERIVAS		
Dirección X	: 0.0059	
Dirección Y	: 0.0051	
6) NORMAS		
R.N.C (E-020, E-030, E-050, E-060)		



PROYECTO:
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORIA - USO
TIPO C (EDIFICACIÓN COMÚN - HOTEL)



UBICACIÓN:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUNDE TERRY
CDRA : N° 01

DISÑO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P.: 198596

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

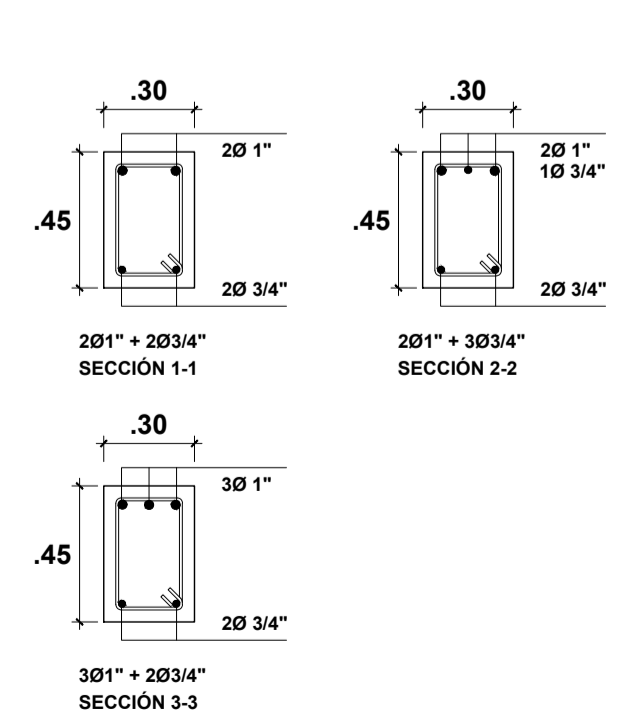
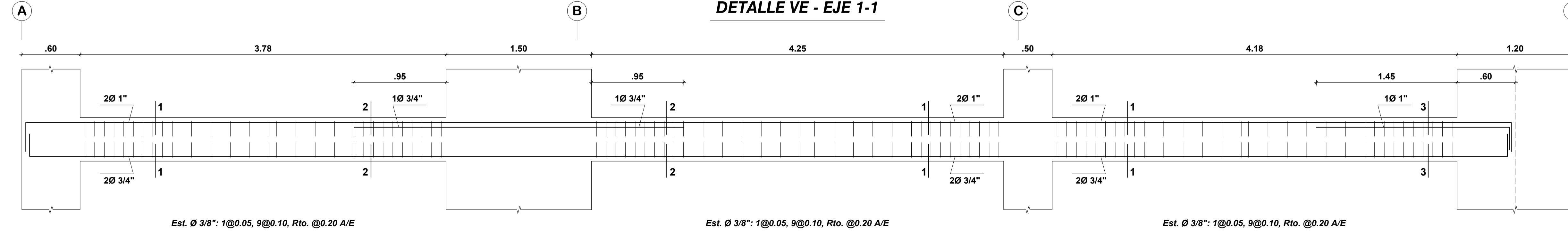
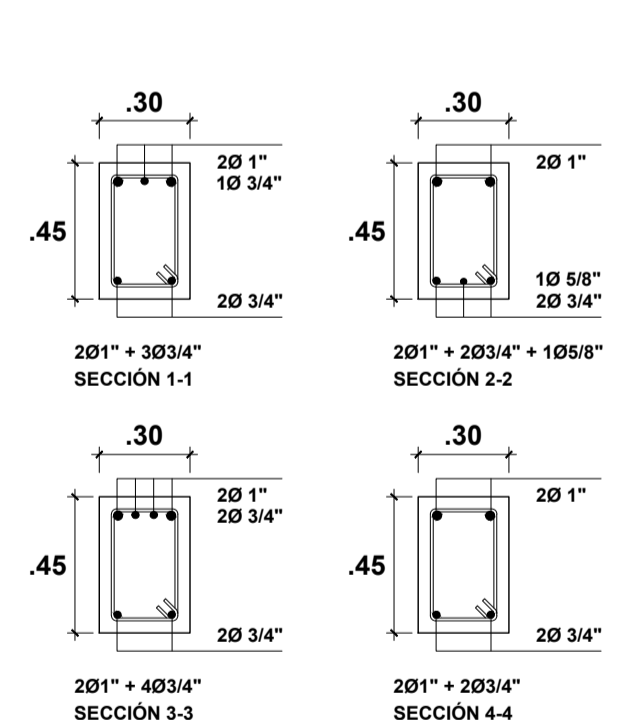
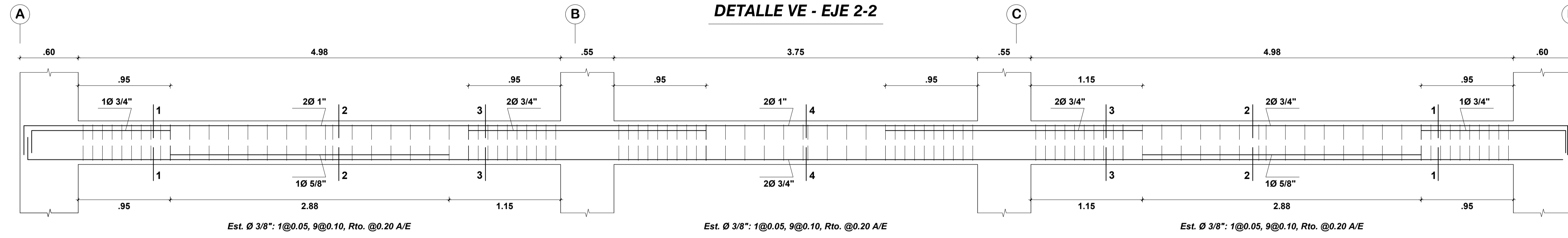
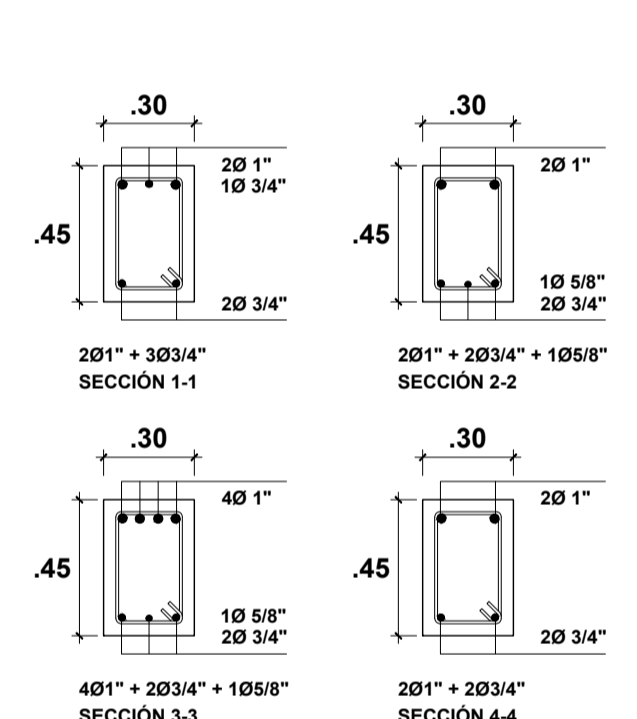
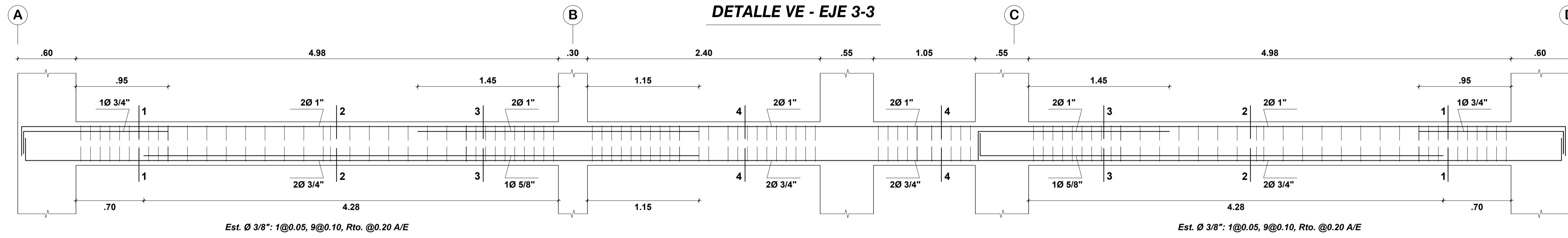
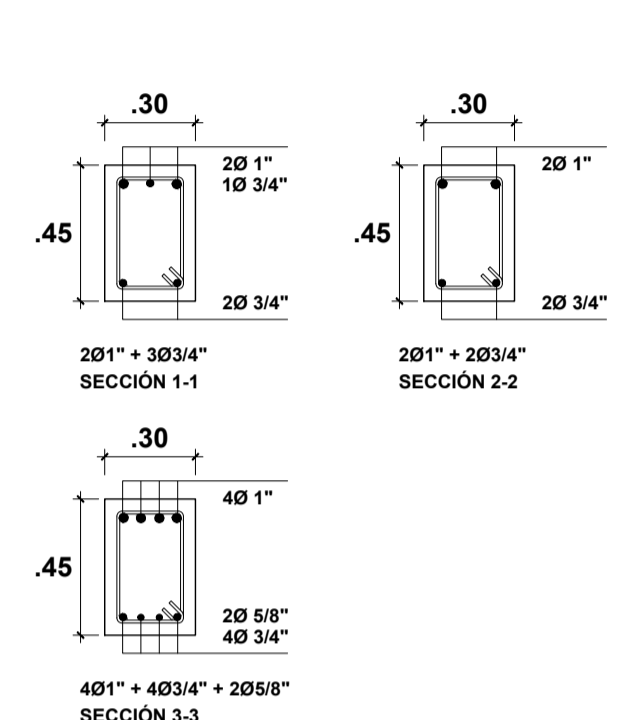
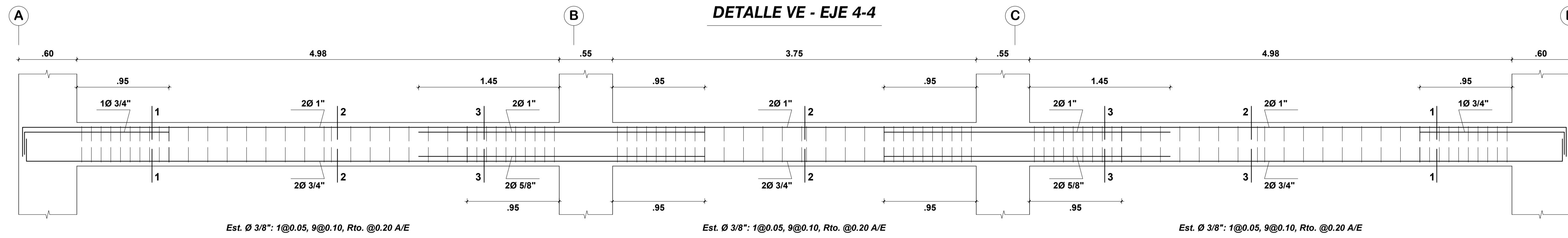
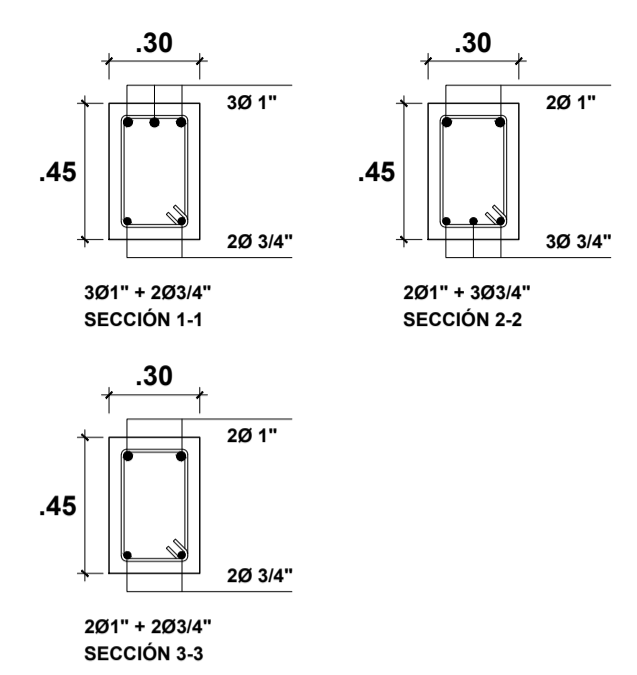
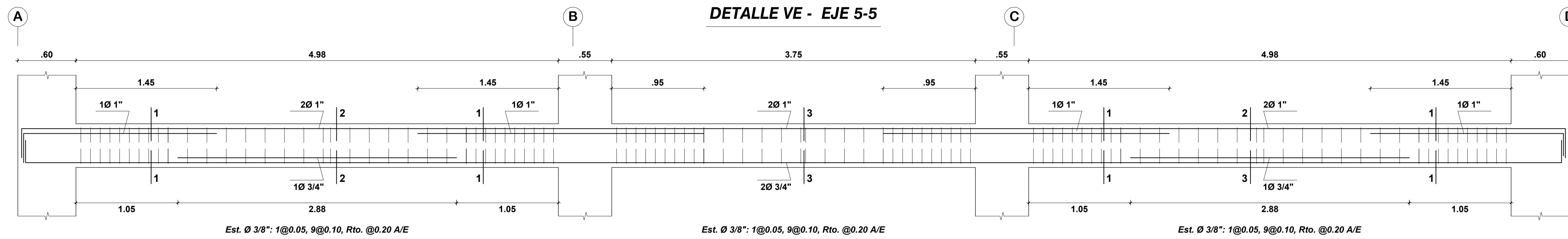
PLANO:
ALIGERADO DE TECHO

ESCALA:
1/50

FECHA:
NOV 2023

LAMINA:

E-04

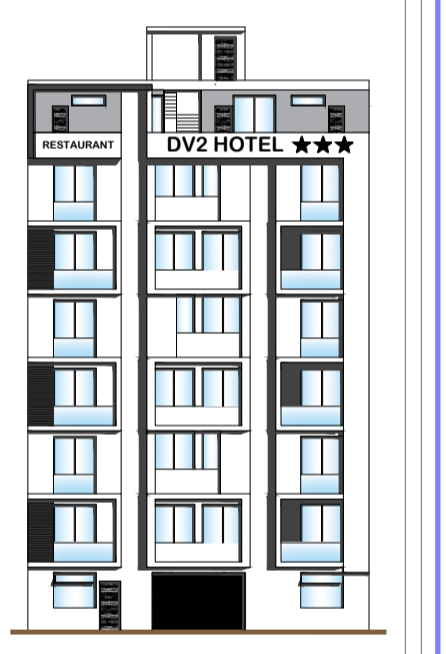


PROYECTO:

"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORÍA - USO
TIPO C (EDIFICACIÓN COMÚN - HOTEL)



UBICACIÓN:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUNDE TERRY
CDRA : N° 01

DISÑO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

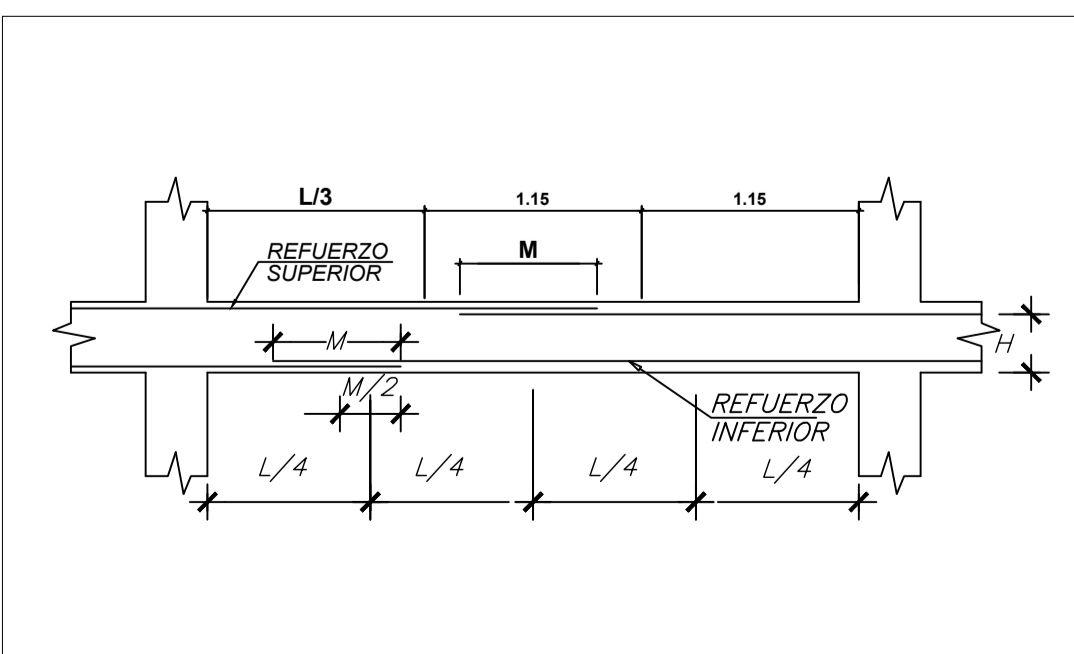
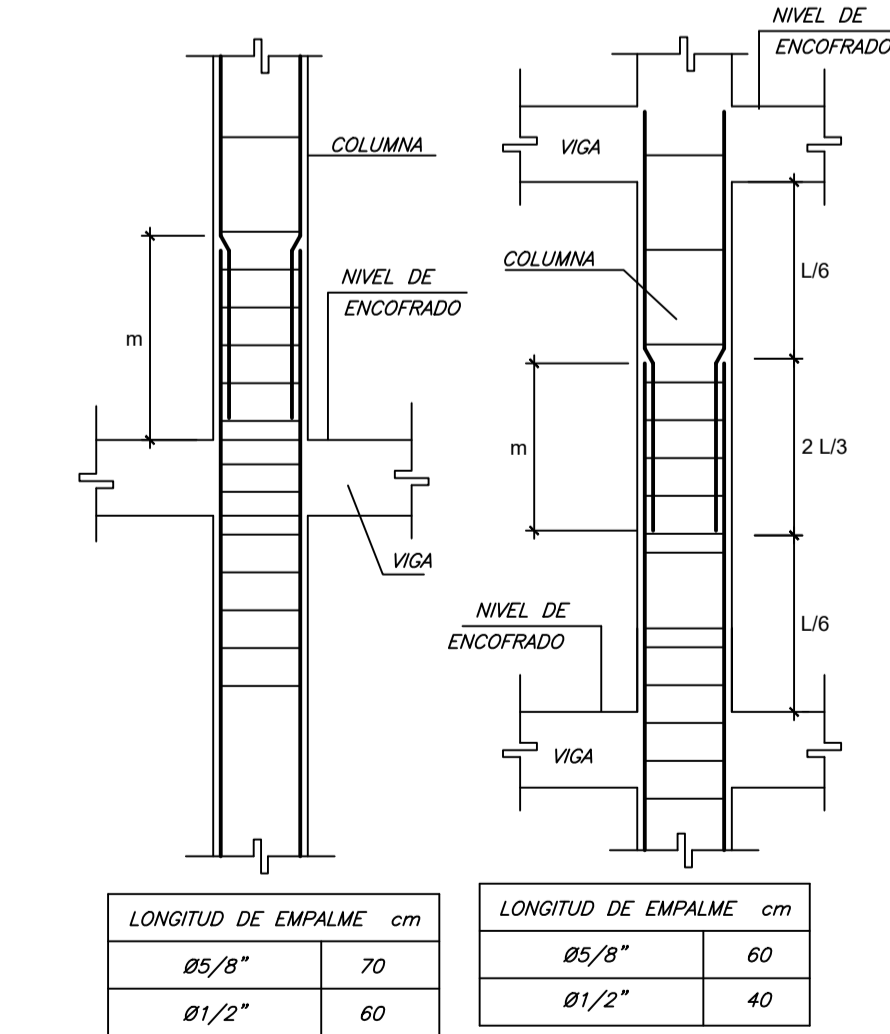
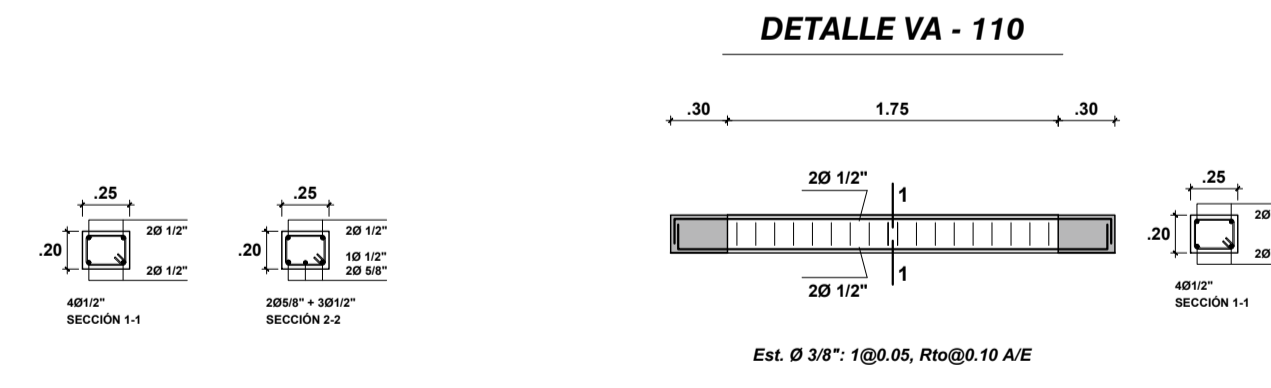
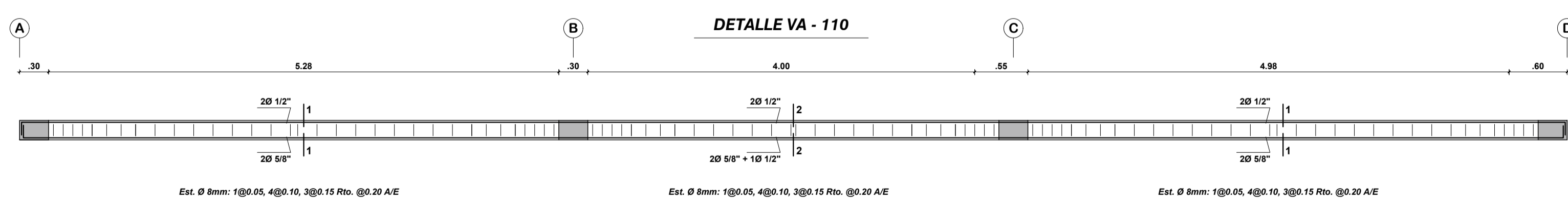
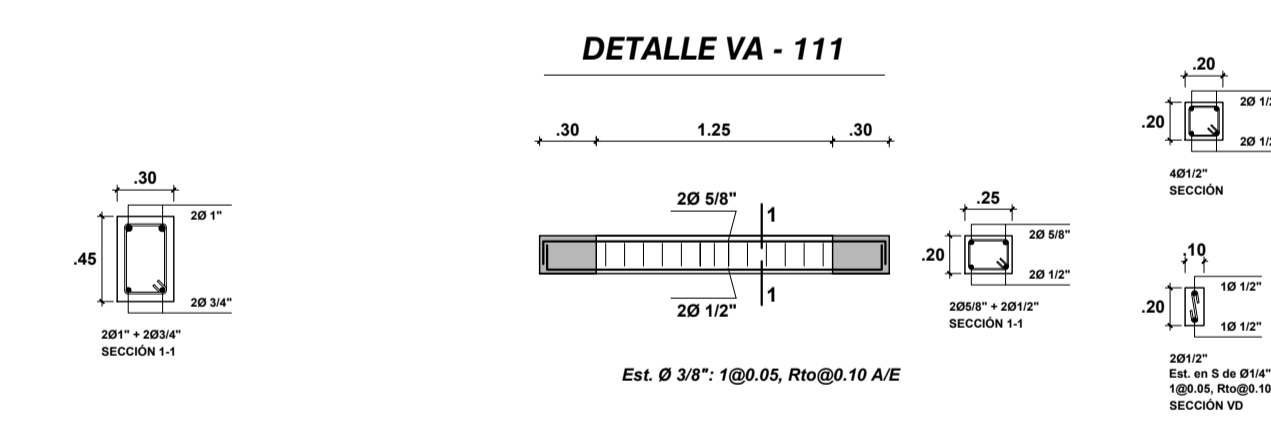
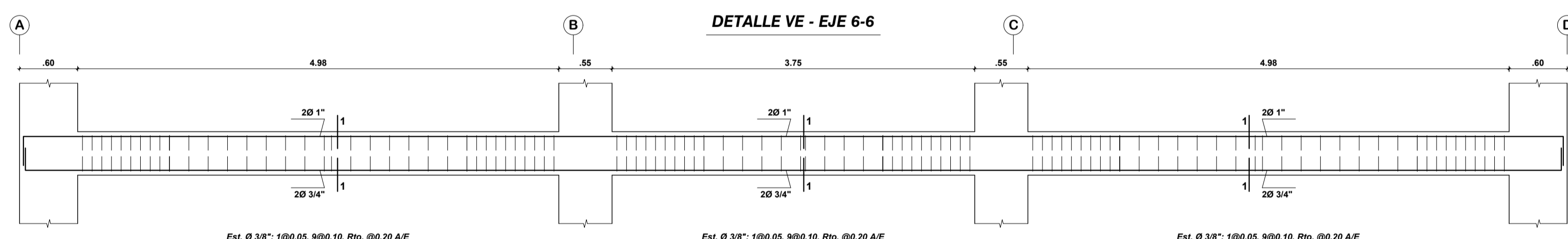
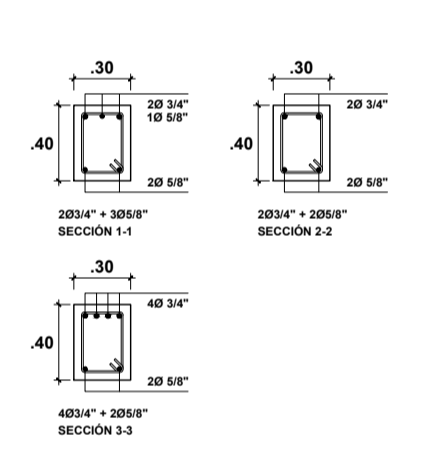
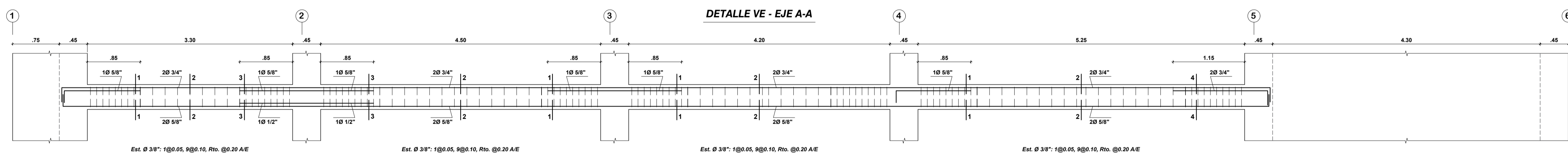
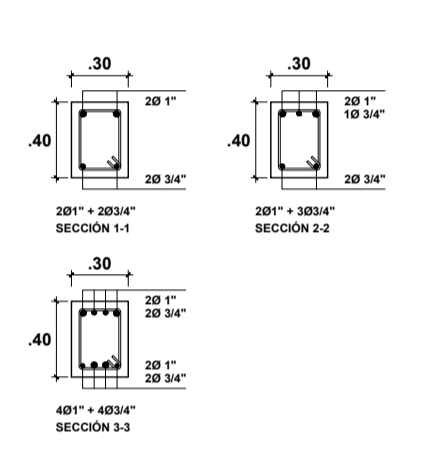
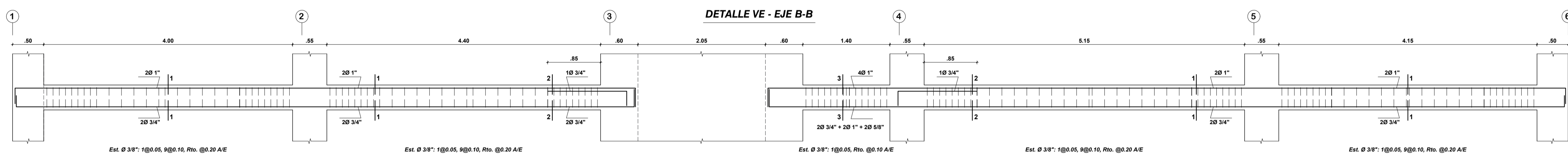
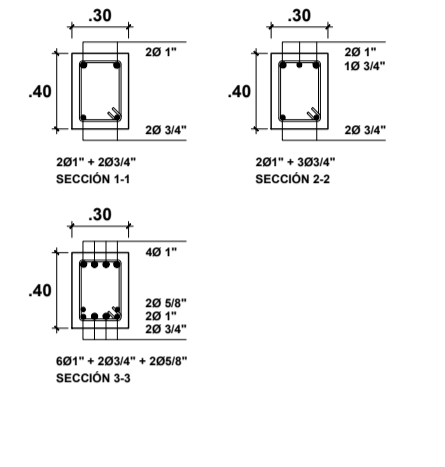
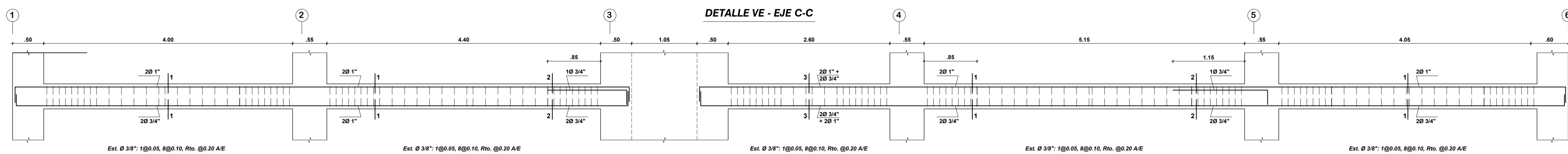
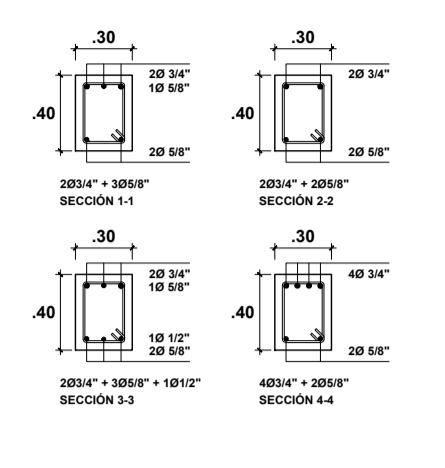
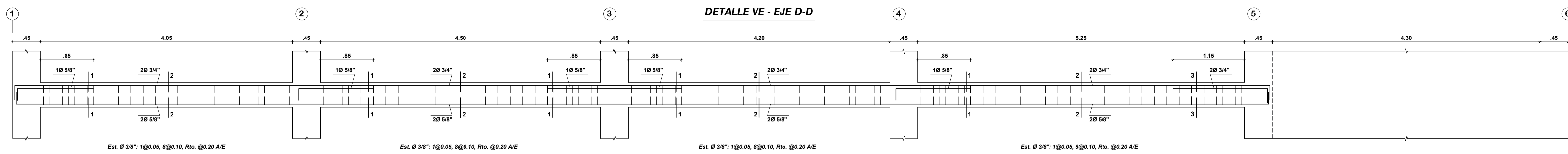
REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P.: 198596

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
DETALLE DE VIGAS

ESCALA: **1/50** FECHA: **NOV 2023**

LÁMINA:
E-05

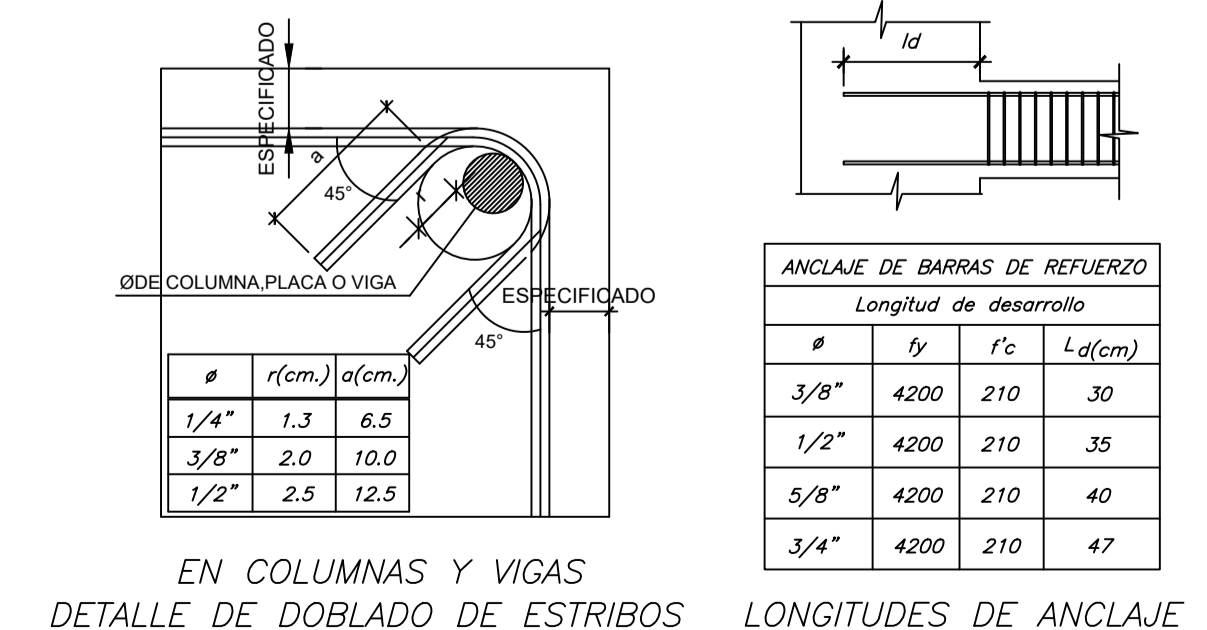
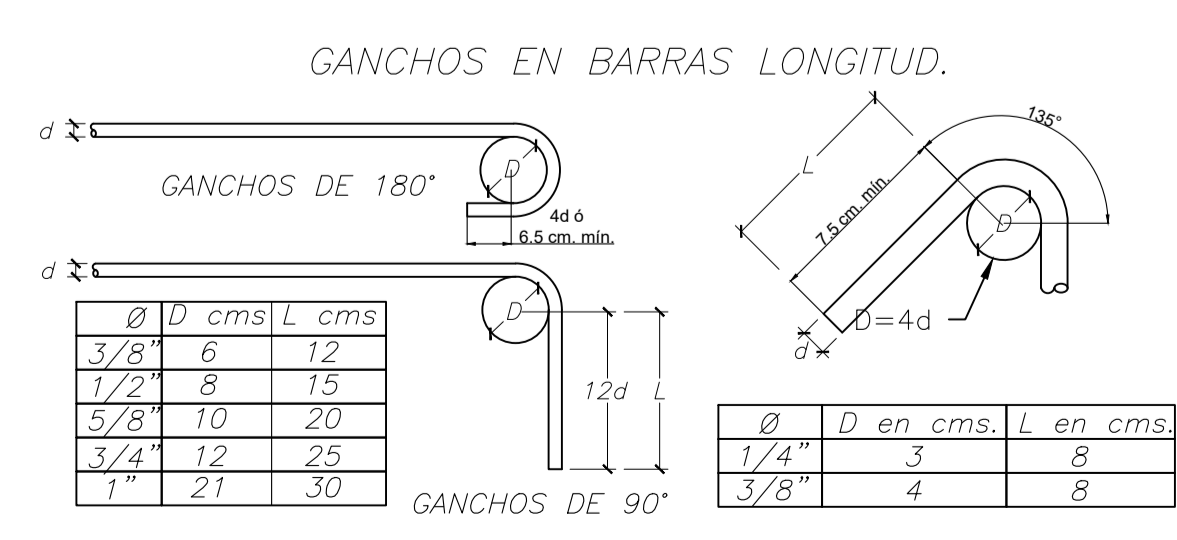


VALORES DE M PARA 50% O MENOS DE VARILLAS CORTADAS (*)

VARILLAS	REF. INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
#	H=30 m	H>30 m
3/8"	40	55
1/2"	45	60
5/8"	55	75
3/4"	65	90
1"	115	165

(*) EN CASO DE CORTAR EL 100% DE VARILLAS INCREMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN 30

EMPALMES EN VIGAS LOCALIZACION Y LONGITUD DETALLES DE EMPALMES S/E



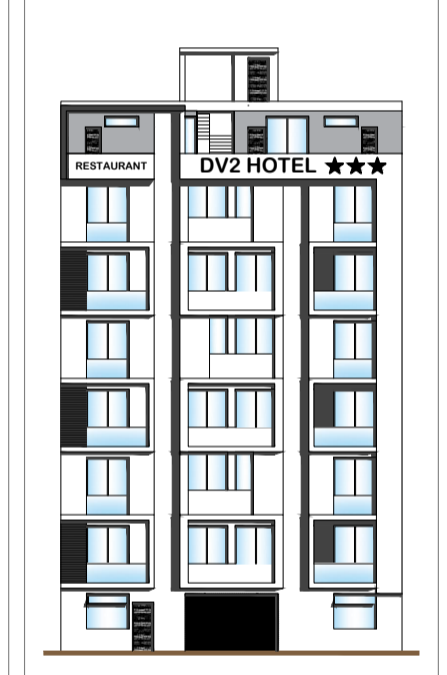
PROYECTO:

"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORIA - USO

TIPO C (EDIFICACION COMUN - HOTEL)



UBICACION:

DIST. : CAJAMARCA

PROV. : CAJAMARCA

DPTO. : CAJAMARCA

CALLE : JR. BELAUNDE TERRY

CDRA : N° 01

DISENO:

Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

REVISADO POR:

Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO

C.I.P.: 198596

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

PLANO:

DETALLE DE VIGAS

ESCALA:

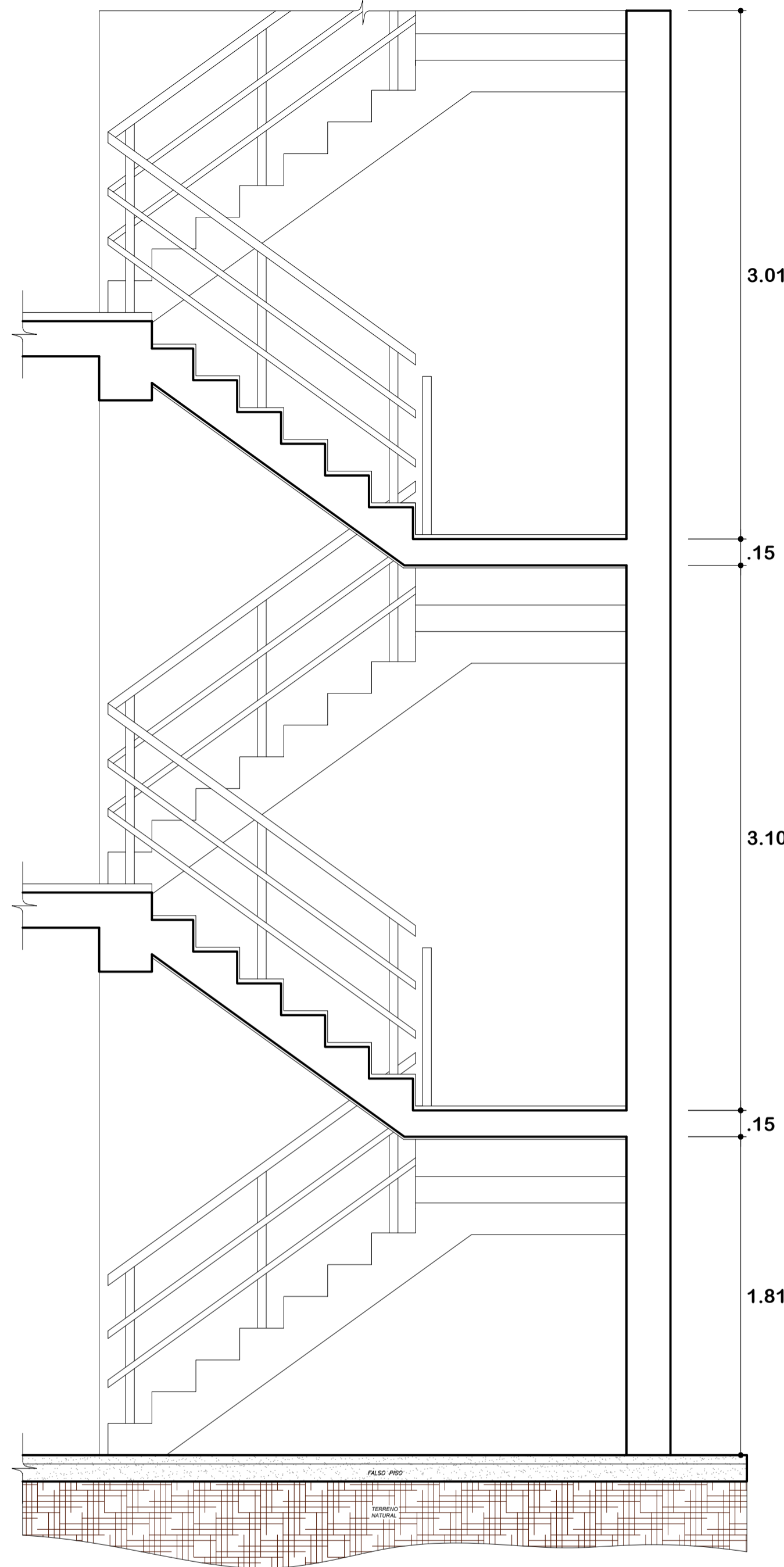
1/50

FECHA:

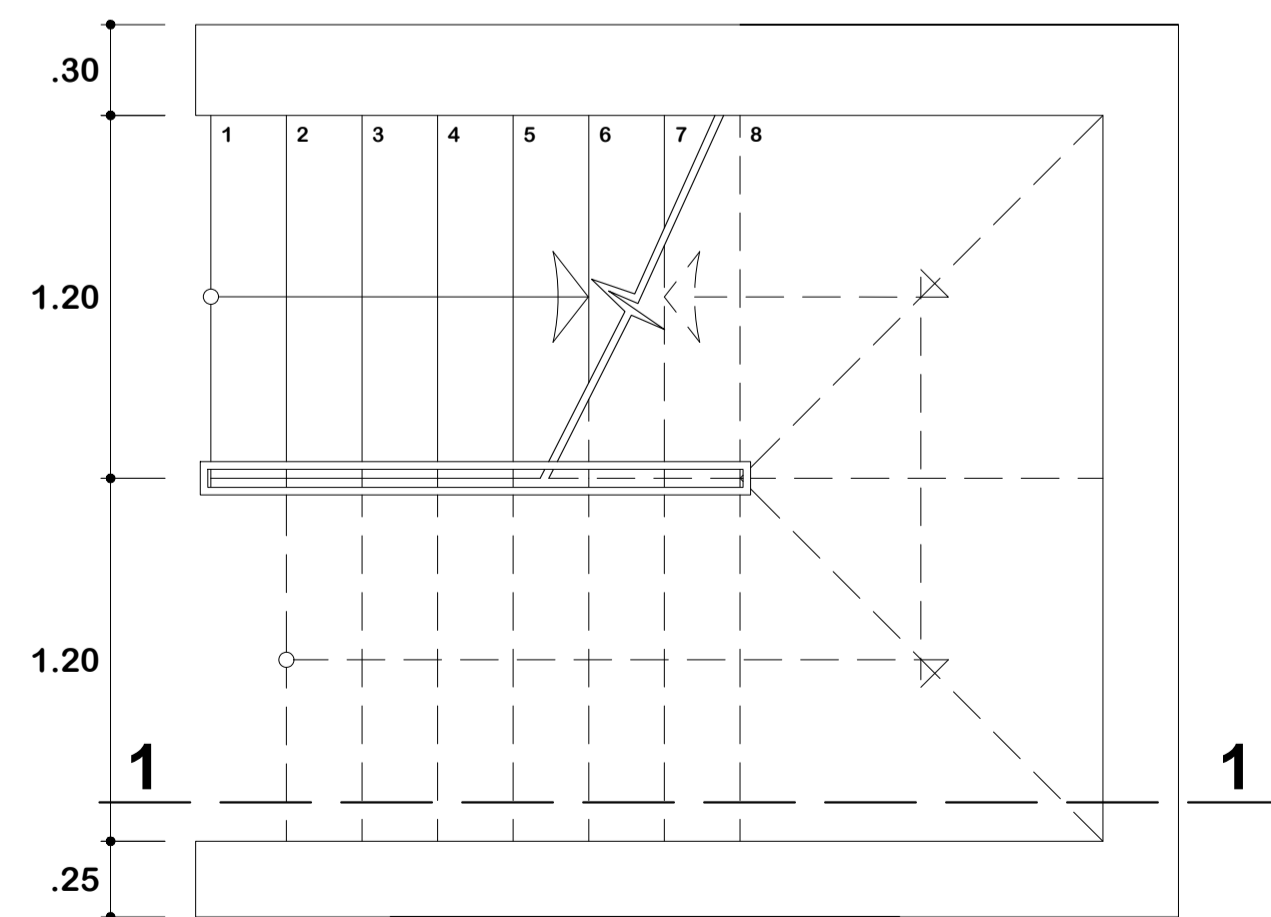
NOV 2023

LAMINA:

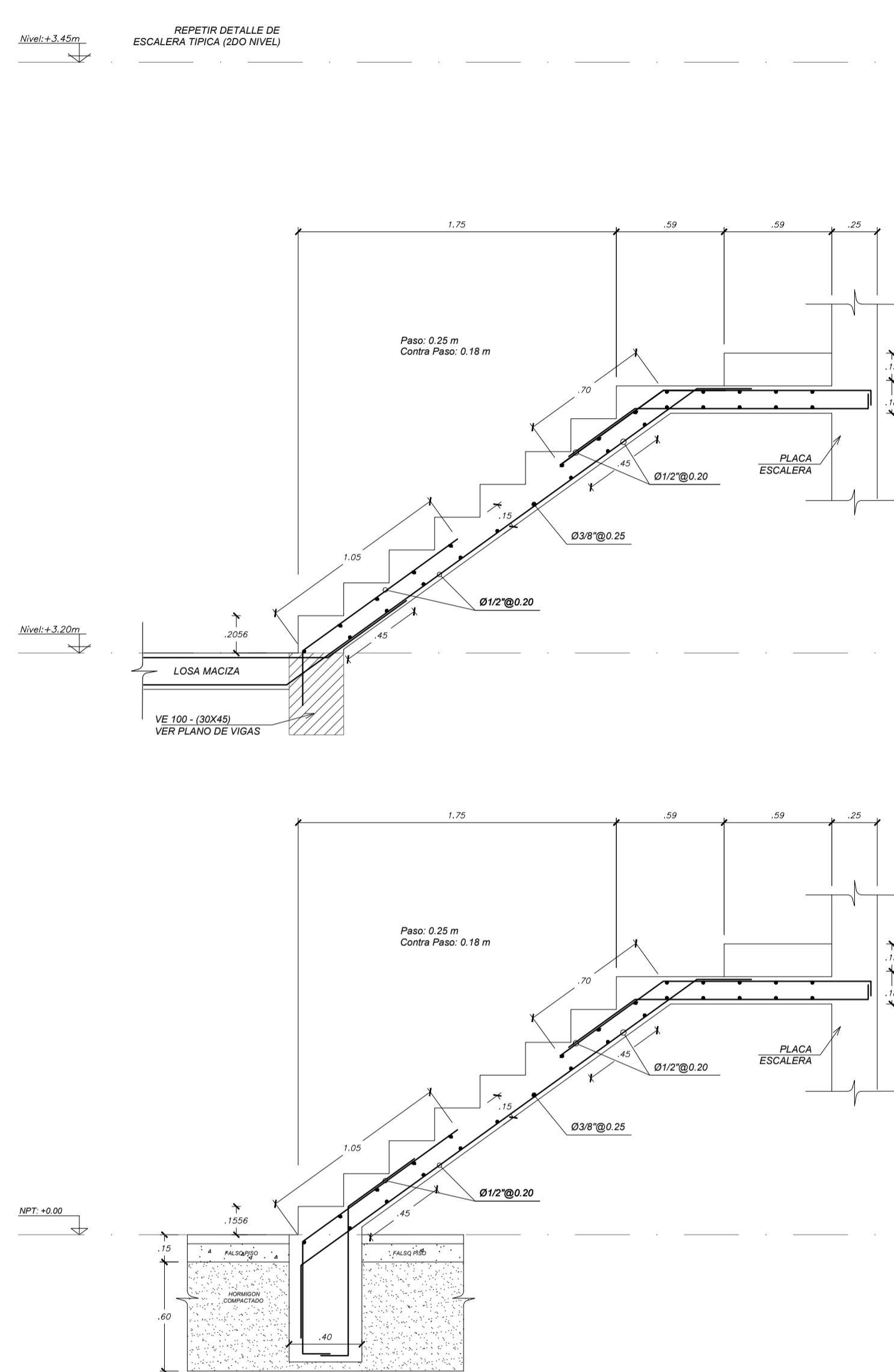
E-06



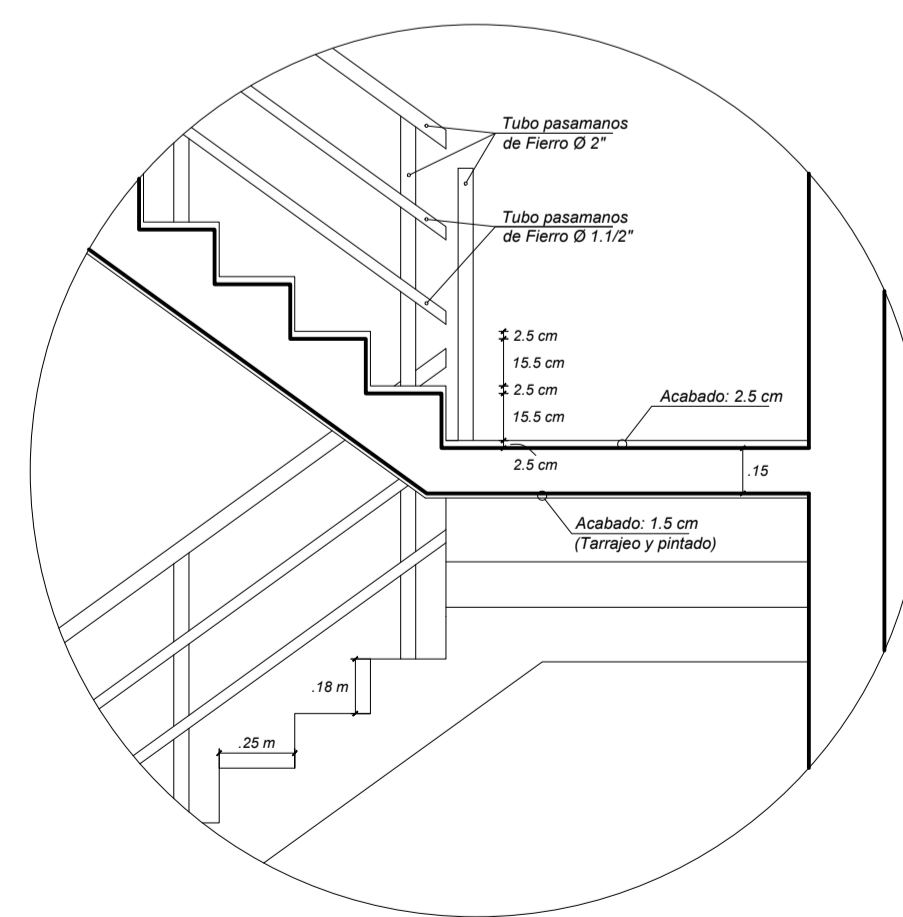
CORTE 1-1
ESC. 1/25



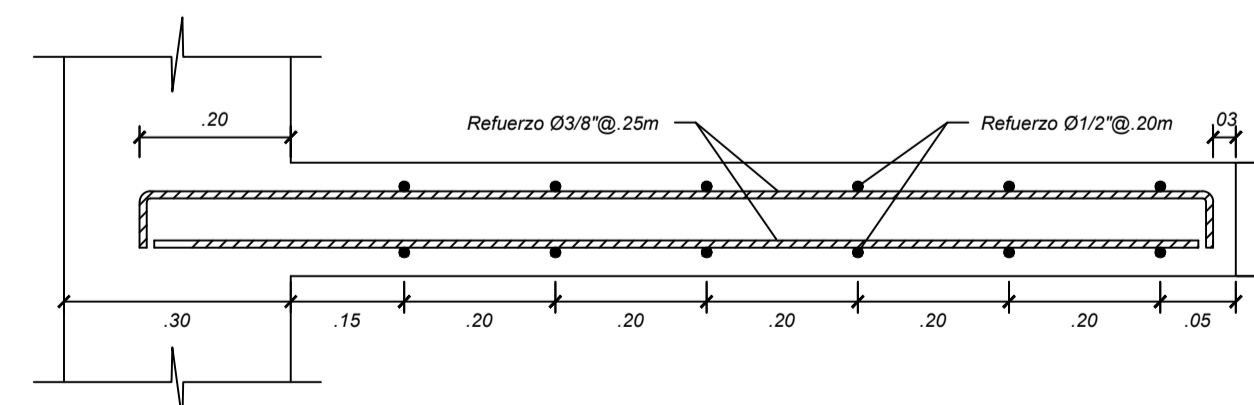
ESCALERA DE CIRCULACIÓN
ESC. 1/25



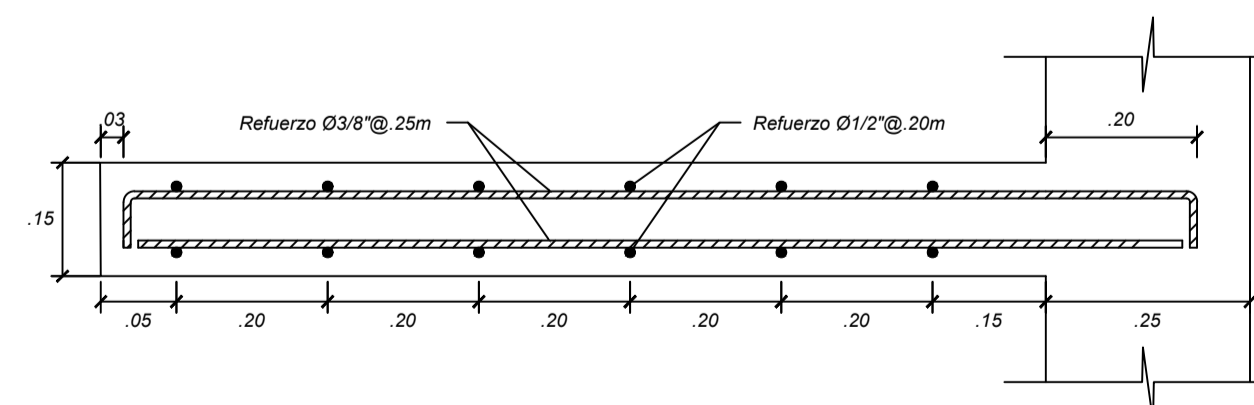
DESARROLLO DE ESCALERA DE CIRCULACIÓN
ESC. 1/25



DETALLE ESCALERA
ESC. 1/25



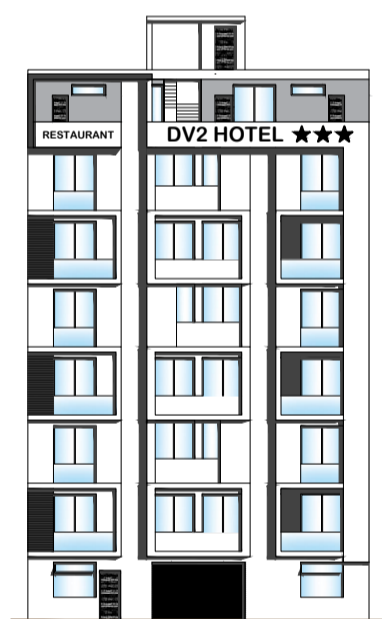
DETALLE ANCLAJE EN MUROS
ESC. 1/25



PROYECTO:
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOZO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORÍA - USO
TIPO C (EDIFICACIÓN COMÚN - HOTEL)



UBICACIÓN:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUDE TERRY
CDRA : N° 01

DISÑO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

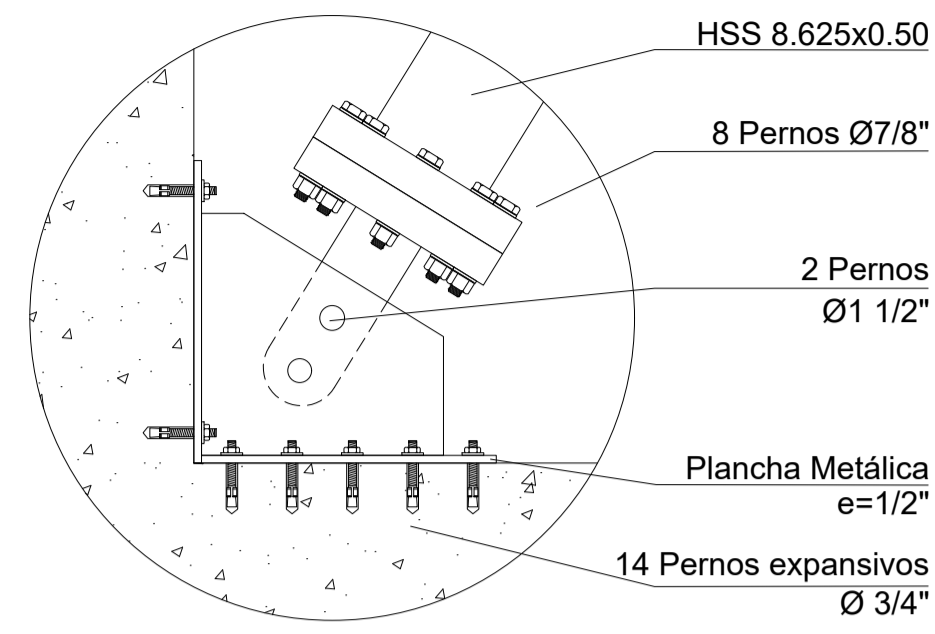
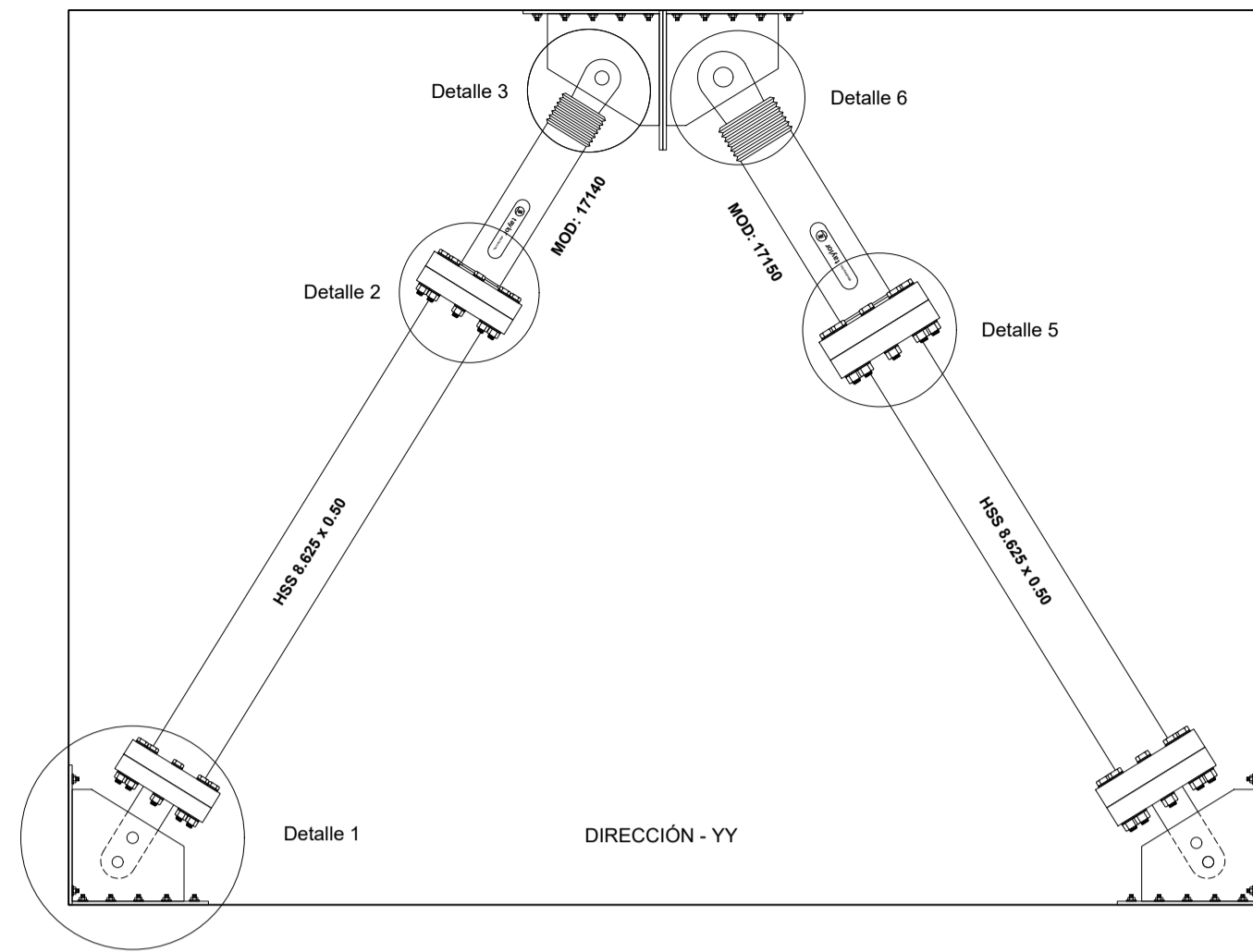
REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P: 198596

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

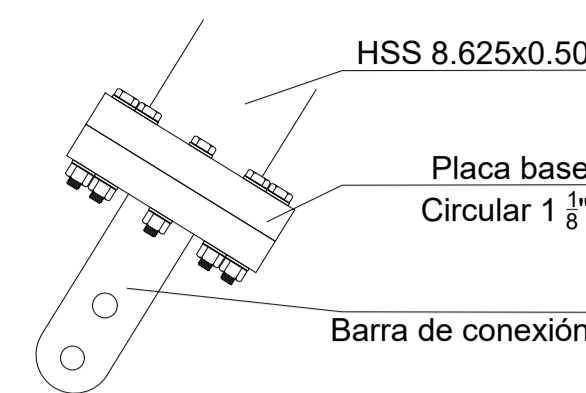
PLANO:
DETALLE ESCALERA

ESCALA: **1/25** FECHA: **DIC 2023**

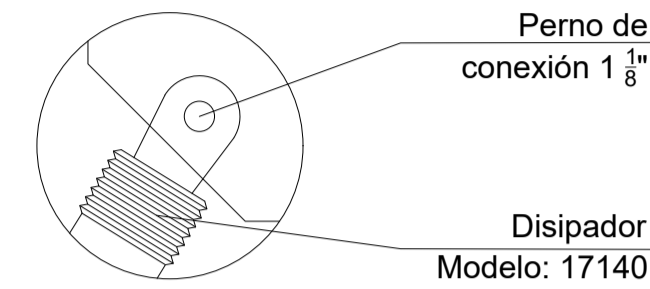
LAMINA:
E-07



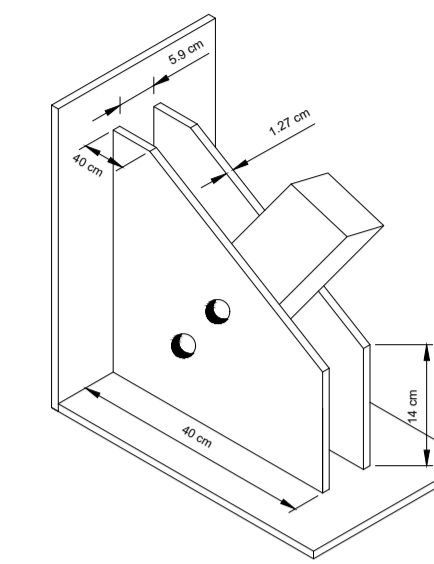
Detalle 1



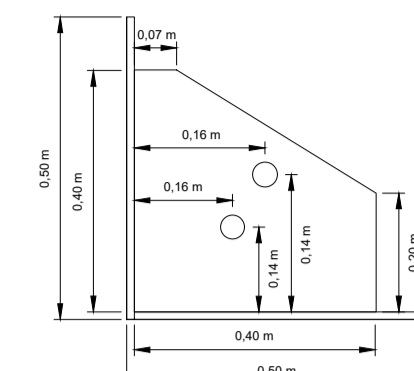
Detalle 2



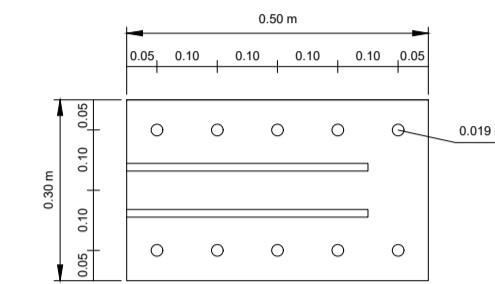
Detalle 3



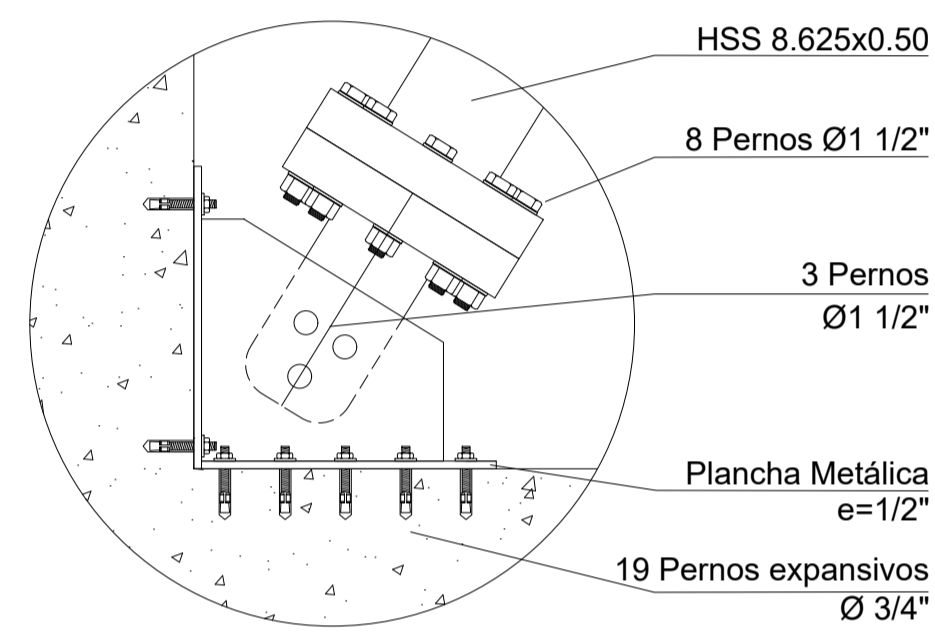
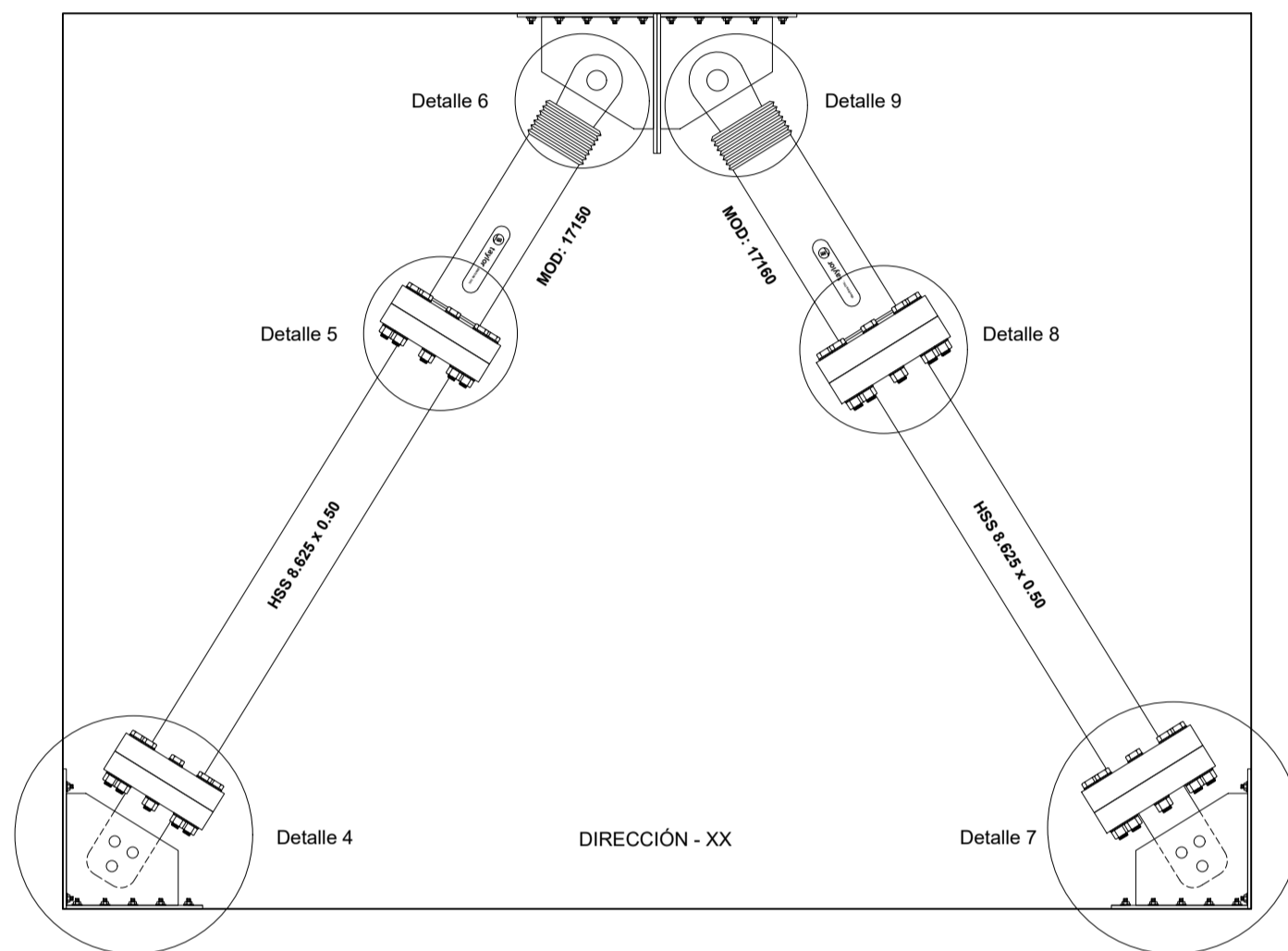
Detalle de cartela - YY (vista isometrica)



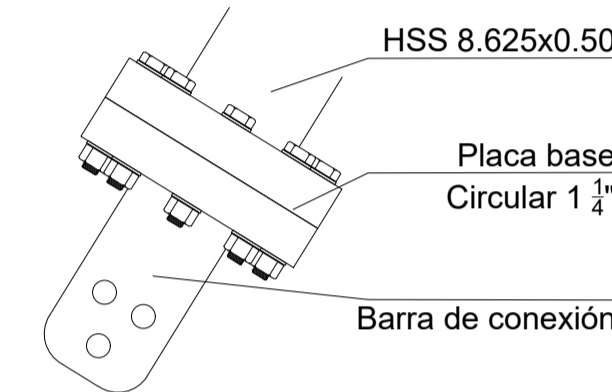
Detalles de la cartela



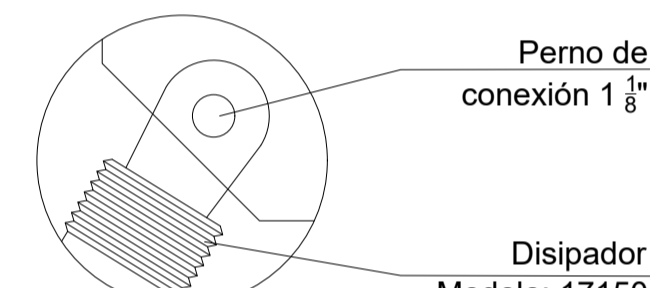
Plancha metálica de la cartela



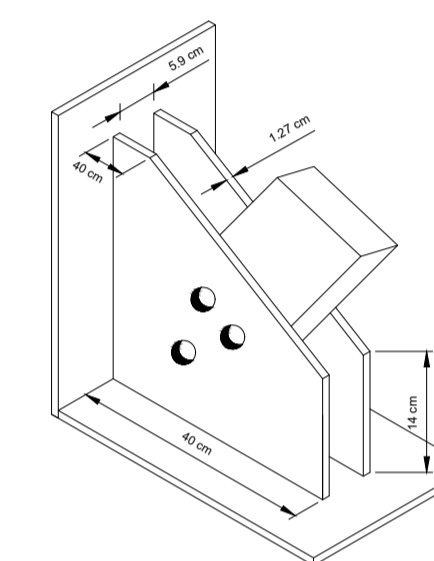
Detalle 1



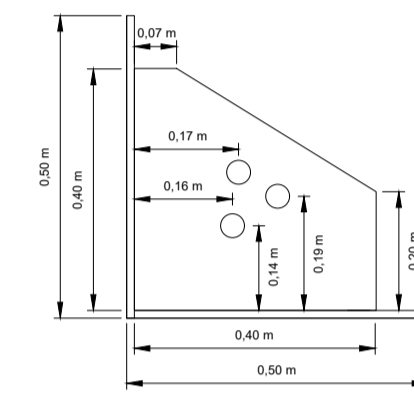
Detalle 2



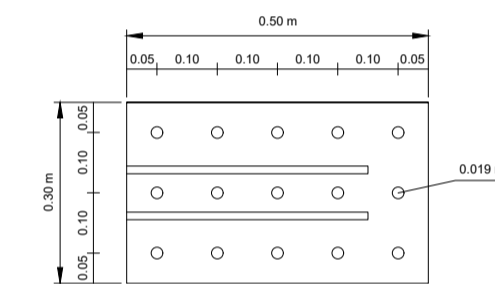
Detalle 3



Detalle de cartela - XX (vista isometrica)



Detalles de la cartela



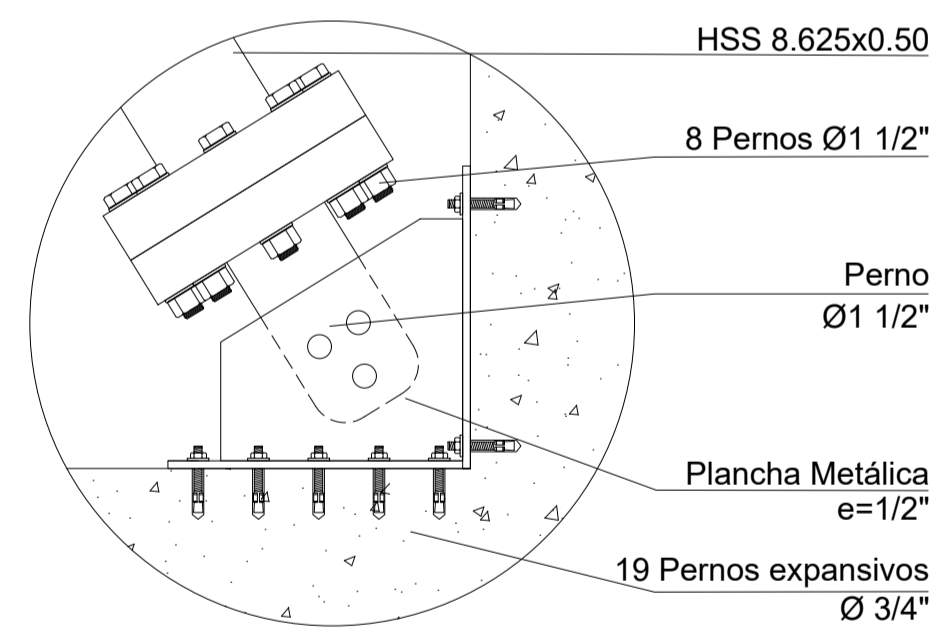
Plancha metálica de la cartela

ELEVACIÓN DE DISIPADOR EN PORTICO
ESC. 1/25

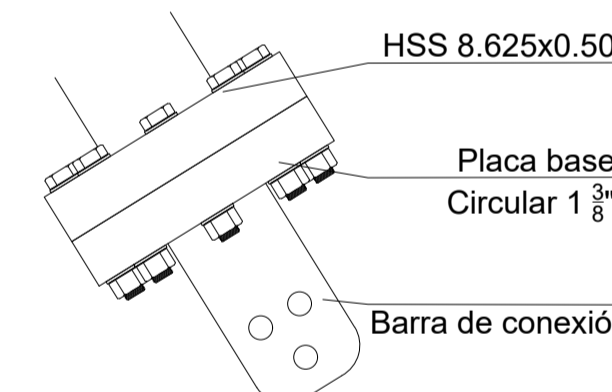
	CUADRO DE DISIPADORES - XX				CUADRO DE DISIPADORES - YY			
	EJE 1-1		EJE 6-6		EJE A-A		EJE D-D	
	C	B	C	B	3	4	3	4
NIVEL 8	-	-	-	-	165	220	165	220
NIVEL 7	330	330	330	330	165	220	165	220
NIVEL 6	330	330	330	330	165	220	165	220
NIVEL 5	330	330	330	330	165	165	165	165
NIVEL 4	330	330	330	330	165	165	165	165
NIVEL 3	220	330	220	220	165	165	165	165
NIVEL 2	220	220	220	220	165	165	165	165
NIVEL 1	-	-	-	-	-	-	-	-

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

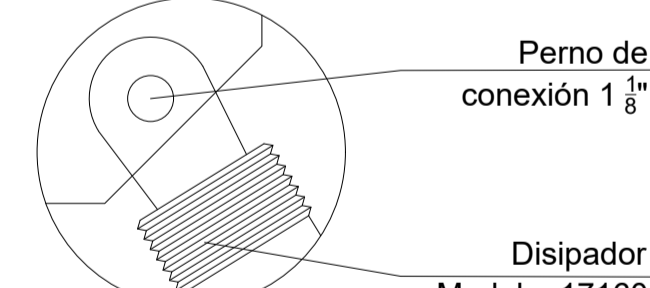
- 1) PERFILES**
Round HSS 8.625 x 0.50
Esfuerzo de fluencia: 42 ksi
- 2) Disipadores (X, Y)**
K : 39804.90 39657.54 Tn/m
C : 381.20 272.10 Tn.s/m
α : 0.50 0.50
- 3) PERNOS**
Pernos de alta resistencia - ASTM F3125
Unión con placa: Tipo I, Grado A325
Barra de conexión: Tipo I, Grado A495
Plancha metálica (cartela): ASTM A36
Perno expansivo: ASTM A36



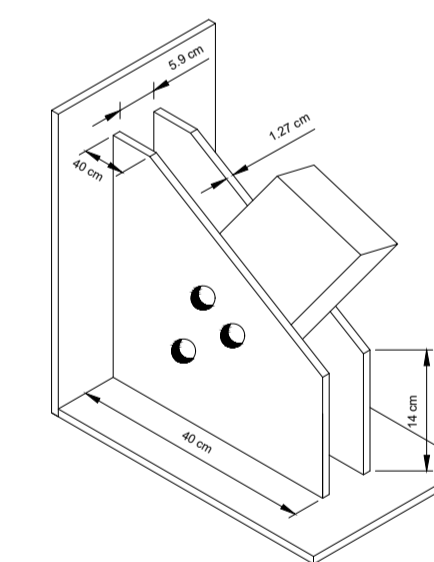
Detalle 1



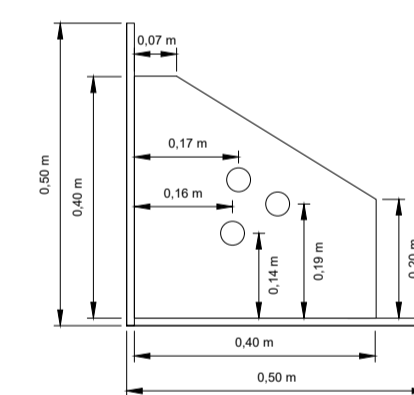
Detalle 2



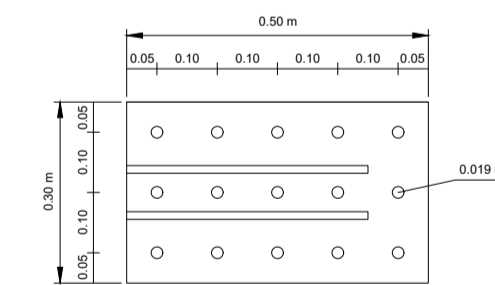
Detalle 3



Detalle de cartela - XX (vista isometrica)



Detalles de la cartela



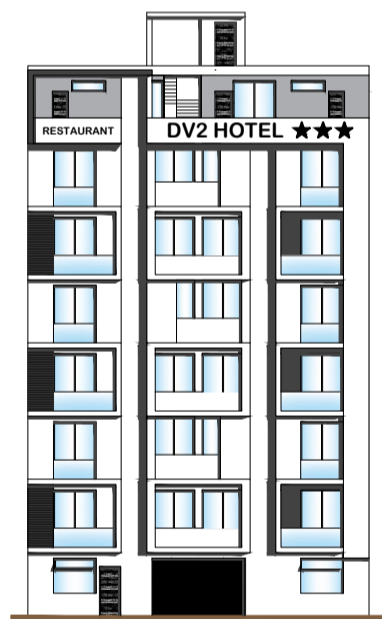
Plancha metálica de la cartela

DISIPADORES Y PLACA BASE (in)	MOD: 17140	MOD: 17150	MOD: 17160

PROYECTO:
"INFLUENCIA DE LOS DISIPADORES DE FLUIDO VISCOSO EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN DE OCHO NIVELES, CAJAMARCA 2023"



CATEGORÍA - USO
TIPO C (EDIFICACIÓN COMÚN - HOTEL)



UBICACIÓN:
DIST. : CAJAMARCA
PROV. : CAJAMARCA
DPTO. : CAJAMARCA
CALLE : JR. BELAUDE TERRY
CDRA : N° 01

DISÑO:
Bach. ING. DANY VARGAS VALDIVIA

REVISADO POR:
Mg. ING. DONALD GORKY COLLANTES DELGADO
C.I.P: 198596

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
DISIPADORES

ESCALA:
1/50

FECHA:
DIC 2023

LAMINA:
E-08