



Colpa Matara, 25 de noviembre del 2024.

C.O. N° 40-2024-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: **“NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **JHIMY COLUNCHE REGALADO y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN**, 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

JHIMY COLUNCHE REGALADO ALEXANDER GUEVA...

Nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, empleando el análisis n...

 INFORME FINAL DE TESIS ESTUDIANTES

 UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2024

 Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3092770270

Fecha de entrega

25 nov 2024, 2:04 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

4 dic 2024, 6:45 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME_FINAL_TESIS_JHIMY_COLUNCHE_REGALADO_ALEXANDER_GUEVARA_IRIGOIN.pdf

Tamaño de archivo

27.2 MB

184 Páginas

32,315 Palabras

164,858 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	2%
2	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	1%
3	Internet	repositorio.unach.edu.pe	1%
4	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	1%
5	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	0%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	0%
7	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	0%
8	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	0%
9	Internet	repositorio.unc.edu.pe	0%
10	Internet	repositorio.urp.edu.pe	0%
11	Internet	tesis.pucp.edu.pe	0%

12	Internet	repositorio.unp.edu.pe	0%
13	Trabajos del estudiante	Universidad San Ignacio de Loyola	0%
14	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	0%
15	Internet	repositorio.unu.edu.pe	0%
16	Internet	tesis.usat.edu.pe	0%
17	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	0%
18	Internet	repositorio.unamba.edu.pe	0%
19	Internet	repositorio.uss.edu.pe	0%
20	Internet	repositorio.unjbg.edu.pe	0%
21	Internet	www.coursehero.com	0%
22	Internet	repositorio.unj.edu.pe	0%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	0%
24	Internet	idoc.pub	0%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	0%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Santa	0%
27	Internet	ri.ues.edu.sv	0%
28	Internet	repositorio.upn.edu.pe	0%
29	Internet	vsip.info	0%
30	Internet	nanopdf.com	0%
31	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	0%
32	Internet	1library.co	0%
33	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	0%
34	Trabajos del estudiante	uni	0%
35	Internet	qdoc.tips	0%
36	Internet	repositorio.unapiquitos.edu.pe	0%
37	Trabajos del estudiante	Universidad TecMilenio	0%
38	Trabajos del estudiante	unj	0%
39	Trabajos del estudiante	Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC	0%

40	Internet	repositorio.undac.edu.pe	0%
41	Internet	alison.com	0%
42	Internet	repositorio.upla.edu.pe	0%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Autónoma de Aguascalientes	0%
44	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	0%
45	Internet	bibdigital.epn.edu.ec	0%
46	Internet	repositorio.ug.edu.ec	0%
47	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE	0%
48	Trabajos del estudiante	Universidad de Huanuco	0%
49	Internet	alicia.concytec.gob.pe	0%
50	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo	0%
51	Trabajos del estudiante	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador	0%
52	Internet	dspace.unitru.edu.pe	0%
53	Internet	portaluni.unach.edu.pe	0%

54	Internet	repositorio.continental.edu.pe	0%
55	Internet	repositorio.escuelaing.edu.co	0%
56	Internet	ribuni.uni.edu.ni	0%
57	Internet	tesis.unsm.edu.pe	0%
58	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura	0%
59	Publicación	Yucra Ayala, Maddeley Elizabeth. "Evaluacion del Desempeno Sismico de Hospital..."	0%
60	Internet	lareferencia.info	0%
61	Internet	repositorio.uandina.edu.pe	0%
62	Internet	repositorio.udh.edu.pe	0%
63	Internet	repositorio.ujcm.edu.pe	0%
64	Internet	repositorio.usmp.edu.pe	0%
65	Internet	repositorio.uta.edu.ec	0%
66	Internet	revistas.untrm.edu.pe	0%
67	Internet	upc.aws.openrepository.com	0%

68	Internet	
www.grafiati.com		0%
<hr/>		
69	Internet	
www.researchgate.net		0%
<hr/>		
70	Internet	
www.slideshare.net		0%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

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



Nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de
Contabilidad – UNACH, empleando el análisis no lineal estático Pushover

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

JHIMY COLUNCHE REGALADO

ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN

Asesor:

Dr. Ing. ELMER N. CHÁVEZ VÁSQUEZ

Chota – Perú

2024



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: Jhimy Colunche Regalado
Alexander Guevara Irigoin

Código del alumno: **2015051010**
2015051019

Teléfono: 937781257

Correo electrónico: Jhimy944244649@gmail.com
alexan.red13@gmail.com

DNI: 48422943
DNI: 47829016

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller Licenciado Título
 Magister Segunda especialidad Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, empleando el análisis no lineal estático Pushover.

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez

Teléfono: 980952316

Correo electrónico: enchavez@unach.edu.pe

D.N.I: 26698185

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

DNI. 48422943

DNI. 47829016

**NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA
ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD –
UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL
ESTÁTICO PUSHOVER**

POR:

JHIMY COLUNCHE REGALADO

ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN

**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



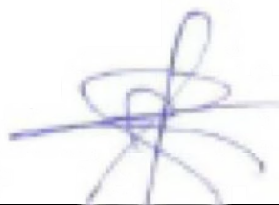
Mg. Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo

PRESIDENTE



Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

SECRETARIO



Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales

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 los Bachilleres: **Jhimy Colunche Regalado** y **Alexander Guevara Irigoin**, denominado: “**NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD-UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER**”; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

Aprobado


CON EL CALIFICATIVO (*)

15 (Quince)


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, 11 de diciembre del 2024


Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo.
PRESIDENTE


Mg. Jefferson Ruiz Cachi
SECRETARIO


Dr. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
VOCAL


Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
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: “NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD-UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER”; presentado por los Bachilleres: **Jhimy Colunche Regalado** y **Alexander Guevara Irigoin**, sustentada el día 11 de diciembre del 2024, por Resolución de Coordinación N°333- 2024-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 19 de diciembre del 2024



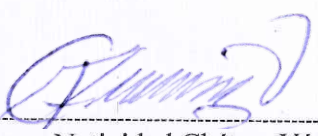
Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo.
PRESIDENTE



Mg. Jefferson Ruiz Cachi
SECRETARIO



Dr. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
VOCAL



Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
Asesor

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, ante todo, a Dios quien nos ha guiado con su luz en cada paso de este recorrido académico. A Él le debemos la claridad y la perseverancia que nos han permitido llevar a buen término esta investigación, sorteando los desafíos con la certeza de su presencia constante.

A nuestras familias, cuyo amor incondicional, paciencia y comprensión han sido el motor que impulsó cada día de esfuerzo. A ellos, que supieron estar siempre, en los momentos de cansancio y en las horas de incertidumbre, ofreciendo apoyo silencioso pero firme, les dedicamos con gratitud y orgullo el fruto de este largo trayecto.

Finalmente, a nuestros amigos, compañeros de batallas y cómplices de sonrisas, quienes con su aliento y confianza nos ayudaron a mantener el rumbo en medio de las dificultades. A su compañía, siempre cercana, dedicamos también este logro, como muestra de nuestro agradecimiento por estar a nuestro lado en cada paso de este camino compartido.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento, en primer lugar, a Dios, quien nos ha otorgado la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar con éxito esta investigación. Sin su guía y amparo, no hubiera sido posible avanzar en cada etapa del camino.

Nuestro reconocimiento también se dirige al Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez, nuestro asesor, cuya inquebrantable dedicación, conocimientos y consejos han sido fundamentales en la elaboración de este estudio. Su orientación ha permitido que podamos abordar cada desafío con rigor y claridad.

Agradecemos sinceramente a la comisión organizadora de la “Universidad Nacional Autónoma de Chota”, así como al Director Académico de la “Escuela Profesional de Contabilidad”, por facilitarnos el acceso a los pabellones de contabilidad, donde llevamos a cabo los estudios preliminares de mecánica de suelos y las pruebas de esclerometría, elementos clave en el desarrollo de esta investigación.

Nuestra sincera gratitud a la “Escuela Profesional de Ingeniería Civil”, que nos permitió el uso de sus laboratorios, espacios donde pudimos realizar los ensayos básicos necesarios para la validación de nuestras hipótesis.

Finalmente, no podemos dejar de mencionar a nuestras familias y amigos, cuyo apoyo incondicional, paciencia y motivación constante nos acompañaron en todo momento, siendo un pilar fundamental durante este arduo proceso.

A todos, nuestra eterna gratitud.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xvii
ABREVIATURAS Y/O SIGLAS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	21
1.1. Planteamiento del problema.....	21
1.2. Formulación del problema	24
1.3. Justificación	24
1.4. Objetivos	26
1.4.1. Objetivo general.....	26
1.4.2. Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes nacionales	30
2.1.3. Antecedentes regionales	33
2.2. Bases teórico – científicas	35
2.2.1. Teoría del desempeño estructural	35
2.2.2. Teoría de la redistribución de momentos.....	36
2.2.3. Fundamentos de la dinámica estructural.....	37
2.2.4. Límites de respuesta	38
2.2.5. Sismos en Perú.....	39
2.3. Marco conceptual.....	40
2.3.1. Eventos sísmicos.....	40
2.3.2. Parámetros sísmico-estructurales, norma E.030 MVCS (2018).....	41

2.3.3. Resistencia de componentes estructurales de concreto.....	44
2.3.4. Análisis de cargas	45
2.3.5. Modelamiento estructura	46
2.3.6. Análisis estático – norma E.030	47
2.3.7. Análisis dinámico – norma E.030.....	48
2.3.8. Desempeño sismorresistente.....	49
2.3.9. Análisis “Pushover” no lineal estático.....	53
2.3.10. Rótulas plásticas y fallas estructurales	58
2.4. Hipótesis.....	60
2.5. Operacionalización de variables	60
2.5.1. Variable única: Nivel de desempeño sísmico.....	60
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	62
3.1. Tipo y nivel de investigación	62
3.2. Diseño de investigación.....	64
3.3. Métodos de investigación.....	64
3.4. Población, muestra y muestreo	66
3.4.1. Población	66
3.4.2. Muestra	66
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	69
3.5.1. Técnicas	69
3.5.2. Instrumentos	70
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	72
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	72
3.6.2. Procesamiento de datos.....	119
3.6.3. Análisis de datos	120
3.7. Aspectos éticos	121
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	123
4.1. Descripción de resultados.....	123
4.1.1. Irregularidades del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad	123

4.1.2. Desempeño sísmico lineal del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad	133
4.1.3. Desempeño sísmico estático no lineal del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad	152
4.2. Contrastación de hipótesis.....	179
4.3. Discusión de resultados.....	186
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	193
5.1. Conclusiones	193
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	194
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	195
CAPÍTULO VII. ANEXOS	203
Anexo A. Matriz de consistencia.....	203
Anexo B. Panel fotográfico	204
Anexo C. Estudio de mecánica de suelos	213
Anexo D. Estudio de esclerometría	222
Anexo E. Metrado de cargas.....	235
Anexo F. Definición de acero en elementos estructurales	240
Anexo G. Análisis de irregularidades.....	260
Anexo H. Análisis estático y dinámico	277
Anexo I. Definición de rótulas plásticas.....	306
Anexo J. Análisis pushover: Punto de desempeño	309
Anexo K. Análisis pushover: Rótulas plásticas.....	321
Anexo L. Planos de la edificación	335

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites de Deformación.....	38
Tabla 2 Factores Sísmicos de Zona “Z” – Norma E.030	41
Tabla 3 Factor S de Acuerdo al Perfil de Suelo y Zona Sísmica.....	42
Tabla 4 TL y TP según Perfil del Suelo	42
Tabla 5 Factor “U” según Categoría de la Edificación	42
Tabla 6 Factor Ro Según Sistema Estructural.....	43
Tabla 7 Factores de Irregularidad.....	43
Tabla 8 Cargas Vivas Mínimas Repartidas	45
Tabla 9 ATC-40 – Sismos	51
Tabla 10 Visión 2000 – Sismos.....	51
Tabla 11 FEMA 356 – Sismos	51
Tabla 12 Matriz de Operacionalización de la Variable Única.....	61
Tabla 13 Tipo de Investigación según Algunos Criterios	63
Tabla 14 Técnicas e Instrumentos para el Recojo de Datos	71
Tabla 15 Propiedades del Suelo de Cimentación del Edificio de Contabilidad – UNACH	78
Tabla 16 Resistencia a Compresión en los Módulos del Edificio de Contabilidad según el Ensayo de Esclerometría.....	85
Tabla 17 Propiedades de los Materiales	91
Tabla 18 Cargas Vivas Verticales	94
Tabla 19 Consideraciones para el Análisis Sísmico del Módulo 1 y 3 del Edificio de Contabilidad	104
Tabla 20 Límites de Distorsión de Entrepiso	105
Tabla 21 Representación de la Demanda Sísmica – Norma ATC-40 (1996).....	118
Tabla 22 Análisis de Irregularidades en Planta y Elevación del Edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad	123
Tabla 23 Irregularidades en Planta en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad.....	124
Tabla 24 Irregularidades en Elevación en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad.....	124
Tabla 25 Análisis de Irregularidad por Esquinas Entrantes del Módulo 2 de Contabilidad....	125
Tabla 26 Análisis de Irregularidad de Sistemas No Paralelos en el Módulo 2 de Contabilidad	126
Tabla 27 Análisis de Irregularidad de Rigidez por Piso Blando en el Módulo 2 de Contabilidad	127
Tabla 28 Análisis de Irregularidad Extrema Rigidez en el Módulo 2 de Contabilidad.....	127
Tabla 29 Irregularidades en Planta en el Módulo 3 del Edificio de Contabilidad.....	128

Tabla 30	Irregularidades en Elevación en el Módulo 3 del Edificio de Contabilidad.....	128
Tabla 31	Análisis de Irregularidad Torsional en X e Y del Módulo 3 del Edificio de Contabilidad	129
Tabla 32	Análisis de Irregularidad por Esquinas Entrantes del Módulo 3 de Contabilidad....	129
Tabla 33	Análisis de Irregularidad de Sistemas No Paralelos, Módulo 3 de Contabilidad.....	129
Tabla 34	Análisis de Irregularidad de Rigidez por Piso Blando en el Módulo 3 de Contabilidad	131
Tabla 35	Análisis de Irregularidad Extrema Rigidez en el Módulo 3 de Contabilidad.....	131
Tabla 36	Irregularidades en Planta en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad.....	132
Tabla 37	Análisis de Irregularidad Torsional en Planta en X e Y del Módulo 4 del Edificio de Contabilidad.....	132
Tabla 38	Irregularidades en Elevación en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad.....	132
Tabla 39	Cortante Estática y Dinámica Lineal del Edificio de Contabilidad – UNACH.....	134
Tabla 40	Desplazamientos Absolutos del Edificio de Contabilidad – UNACH.....	134
Tabla 41	Derivas Relativas Máximas del Edificio de Contabilidad – UNACH.....	135
Tabla 42	Periodo de Vibración de los Modos de Vibración del Edificio de Contabilidad – UNACH.....	135
Tabla 43	Cortante en la Base del Módulo N°1.....	136
Tabla 44	Derivas Relativas del Módulo N° 1.....	138
Tabla 45	Cortante en la Base del Módulo N°2.....	140
Tabla 46	Derivas Relativas del Módulo N° 2.....	142
Tabla 47	Cortante en la Base del Módulo N° 3.....	144
Tabla 48	Derivas Relativas del Módulo N° 3.....	146
Tabla 49	Cortante en la Base del Módulo N°4.....	148
Tabla 50	Derivas Relativas del Módulo N° 4.....	150
Tabla 51	Curva de Capacidad del Edificio de Contabilidad	152
Tabla 52	Punto de Desempeño en X, Edificio de Contabilidad	153
Tabla 53	Punto de Desempeño en Y, Edificio de Contabilidad	154
Tabla 54	Rótulas plásticas en el Edificio de Contabilidad	154
Tabla 55	Capacidad Máxima del Módulo 1	155
Tabla 56	Punto de Desempeño para el Módulo 1, en X.....	157
Tabla 57	Punto de Desempeño para el Módulo 1, en Y.....	158
Tabla 58	Puntos de Falla en el Módulo 1	159
Tabla 59	Capacidad Máxima del Módulo 2	161
Tabla 60	Punto de Desempeño para el Módulo 2, en X.....	163
Tabla 61	Punto de Desempeño para el Módulo 2, en Y.....	164
Tabla 62	Puntos de Falla en el Módulo 2.....	165

Tabla 63	Capacidad Máxima del Módulo 3	167
Tabla 64	Punto de Desempeño para el Módulo 3, en X.....	169
Tabla 65	Punto de Desempeño para el Módulo 3, en Y	170
Tabla 66	Puntos de Falla en el Módulo 3.....	171
Tabla 67	Capacidad Máxima del Módulo 4	173
Tabla 68	Punto de Desempeño para el Módulo 4, en X.....	175
Tabla 69	Punto de Desempeño para el Módulo 4, en Y	176
Tabla 70	Puntos de Falla en el Módulo 4.....	177
Tabla 71	Datos del Punto de Desempeño de la Edificación de Contabilidad	180
Tabla 72	Datos de los Objetivos de Desempeño del Edificio de Contabilidad.....	181
Tabla 73	Análisis ANOVA de la Cortante Basal	184
Tabla 74	Análisis ANOVA del Desplazamiento en el Techo	184
Tabla 75	Prueba t-student de los Objetivos de Desempeño	185
Tabla 76	Metrado de Cargas Shell Módulo 1.....	235
Tabla 77	Metrado de Cargas Frame Módulo 1.....	236
Tabla 78	Metrado de Cargas Shell Módulo 2.....	236
Tabla 79	Metrado de Cargas Frame Módulo 2.....	237
Tabla 80	Metrado de Cargas Shell Módulo 3.....	237
Tabla 81	Metrado de Cargas Frame Módulo 3.....	238
Tabla 82	Metrado de Cargas Shell Módulo 4.....	238
Tabla 83	Metrado de Cargas Frame Módulo 4.....	239

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Componentes de un Evento Telúrico.....	40
Figura 2	Descripción Gráfica de los Perfiles de Suelo.....	41
Figura 3	Edificio con Elementos Estructurales de Concreto Armado.....	44
Figura 4	Flujograma del Proceso de Modelamiento de una Estructura para su Análisis Sísmico	46
Figura 5	Niveles de Desempeño Sísmico, ATC-40	50
Figura 6	Objetivos de Desempeño, ATC-40.....	52
Figura 7	Objetivos de Desempeño, Visión 2000.....	52
Figura 8	Modelo de Cargas Tangentes, en la Metodología Pushover.....	53
Figura 9	Espectro de Demanda	54
Figura 10	Simbolización Bilineal del Espectro de Capacidad	57
Figura 11	Ubicación Ideal de las Rótulas Plásticas.....	58
Figura 12	Lugares Ideales Donde se Puede Producir Rótulas Plásticas.....	58
Figura 13	Fallas Estructurales.....	59
Figura 14	Esquema del Diseño Descriptivo Causal Simple.....	65
Figura 15	Edificio de Contabilidad	66
Figura 16	Módulos del Edificio de Contabilidad.....	67
Figura 17	Panorama en Altura del Edificio de Contabilidad	68
Figura 18	Ubicación del Campus Universitario Colpamatara UNACH	72
Figura 19	Acceso a Colpamatara	73
Figura 20	Campus Universitario Colpamatara.....	73
Figura 21	Vista de la Arquitectura de la Edificación en Planta	75
Figura 22	Visita de Campo a la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH.....	77
Figura 23	Excavación de Muestras de Suelo de Cimentación	79
Figura 24	Realización de Ensayos de Laboratorio en EPIC – UNACH	82
Figura 25	Realización del Ensayo de Esclerometría en la Escalera del Módulo 1 del Edificio de Contabilidad de la UNACH	84
Figura 26	Realización del Ensayo de Esclerometría en las Columnas del Módulo 3 del Edificio de Contabilidad de la UNACH.....	84
Figura 27	Esquema 3D del Edificio de Contabilidad – Vista de Frente	87
Figura 28	Esquema 3D del Edificio de Contabilidad – Vista Posterior.....	87
Figura 29	Vista del Modelamiento del Módulo 1	88
Figura 30	Vista del Modelamiento del Módulo 2	89
Figura 31	Vista del Modelamiento del Módulo 3	89

Figura 32	Vista del Modelamiento del Ascensor	90
Figura 33	Vista en Planta del Módulo 1.....	92
Figura 34	Vista en Planta del Módulo 2.....	92
Figura 35	Vista en Planta del Módulo 3.....	93
Figura 36	Vista en Planta del Ascensor	93
Figura 37	Carga Muerta del Módulo 1.....	95
Figura 38	Carga Viva del Módulo 1	95
Figura 39	Cargas Distribuidas del Módulo 1	96
Figura 40	Carga Muerta del Módulo 2.....	96
Figura 41	Carga Viva del Módulo 2	97
Figura 42	Cargas Distribuidas del Módulo 2	97
Figura 43	Carga Muerta del Módulo 3.....	98
Figura 44	Carga Viva del Módulo 3	98
Figura 45	Cargas Distribuidas del Módulo 3	99
Figura 46	Carga Muerta del Módulo 4 Ascensor.....	99
Figura 47	Carga Viva del Módulo 4 Ascensor.....	100
Figura 48	Revisión de Configuración en Planta y Elevación de las Estructuras	101
Figura 49	Zonas Sísmicas	103
Figura 50	Espectro Sísmico de la Norma E.030:2018	104
Figura 51	Espectro de Demanda en X e Y para el Módulo 1 y 3.....	106
Figura 52	Espectro de Demanda en X e Y para el Módulo 2 y 4.....	107
Figura 53	Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto y Acero.....	109
Figura 54	Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 1	110
Figura 55	Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 2	110
Figura 56	Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 3	111
Figura 57	Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 4 Ascensor	111
Figura 58	Designación de “Rótulas” en Vigas en el Módulo N° 1	112
Figura 59	Designación de “Rótulas” en Columnas en el Módulo N° 1	112
Figura 60	Diagrama de las Placas del Módulo 1 en ETABS	113
Figura 61	Designación de “Rótulas” en Placas en el Módulo N° 1	113
Figura 62	Designación de “Rótulas” en Vigas en el Módulo N° 2	114
Figura 63	Diagrama de las Placas del Módulo 2 en ETABS	114
Figura 64	Designación de “Rótulas” en Placas en el Módulo N° 2	115
Figura 65	Designación de “Rótulas” en Vigas en el Módulo N° 3	115
Figura 66	Designación de “Rótulas” en Columnas en el Módulo N° 3	116
Figura 67	Diagrama de las Placas del Módulo 3 en ETABS	116
Figura 68	Designación de “Rótulas” en Placas en el Módulo N° 3	117

Figura 69	Diagrama de las Placas del Módulo 4 en ETABS	117
Figura 70	Designación de “Rótulas” en Placas en el Módulo N° 4	118
Figura 71	Espectro de Demanda de la Norma ATC-40	119
Figura 72	Irregularidad de Esquinas Entrantes en el Módulo 2 de Contabilidad.....	125
Figura 73	Irregularidad de Sistemas No Paralelos en el Módulo 2 de Contabilidad	126
Figura 74	Análisis de Irregularidad de Sistemas No Paralelos en el Módulo 3 de Contabilidad	130
Figura 75	Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 1	137
Figura 76	Derivas Relativas del Módulo N° 1	138
Figura 77	Modos de Vibración del Módulo N° 1	139
Figura 78	Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 2.....	141
Figura 79	Derivas Relativas del Módulo N° 2.....	142
Figura 80	Modos de Vibración del Módulo N° 2	143
Figura 81	Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 3.....	145
Figura 82	Derivas Relativas del Módulo N° 3.....	146
Figura 83	Modos de Vibración del Módulo N° 3	147
Figura 84	Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 4.....	149
Figura 85	Derivas Relativas del Módulo N° 4.....	150
Figura 86	Modos de Vibración del Módulo N° 4	151
Figura 87	Curva de Capacidad en X, Módulo 1.....	155
Figura 88	Curva de Capacidad en Y, Módulo 1.....	156
Figura 89	Curva Capacidad X, Módulo I de Contabilidad.....	157
Figura 90	Curva Capacidad Y, Módulo I de Contabilidad.....	158
Figura 91	Primeras Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 1, en X.....	159
Figura 92	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 1, en X.....	160
Figura 93	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 1, en Y.....	160
Figura 94	Curva de Capacidad en X, Módulo 2.....	161
Figura 95	Curva de Capacidad en Y, Módulo 2.....	162
Figura 96	Curva Capacidad X, Módulo 2 de Contabilidad, Norma ATC-40.....	163
Figura 97	Curva Capacidad Y, Módulo 2 de Contabilidad, Norma ATC-40.....	164
Figura 98	Primeras Rótulas de la Estructura, Módulo 2	165
Figura 99	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 2, en X.....	166
Figura 100	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 2, en Y.....	166
Figura 101	Curva de Capacidad en X, Módulo 3.....	167
Figura 102	Curva de Capacidad en Y, Módulo 3.....	168
Figura 103	Curva Capacidad X, Módulo 3 de Contabilidad, Norma ATC-40.....	169
Figura 104	Curva Capacidad Y, Módulo 3 de Contabilidad.....	170

Figura 105	Primeras Rótulas de la Estructura, Módulo 3	171
Figura 106	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 3, en X.....	172
Figura 107	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 3, en Y.....	172
Figura 108	Curva de Capacidad en X, Módulo 4.....	173
Figura 109	Curva de Capacidad en Y, Módulo 4.....	174
Figura 110	Curva Capacidad X, Módulo 4 de Contabilidad.....	175
Figura 111	Curva Capacidad Y, Módulo 4 de Contabilidad.....	176
Figura 112	Primeras Rótulas en el Módulo 4.....	177
Figura 113	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 4, en X.....	178
Figura 114	Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 4, en Y.....	178
Figura 115	Prueba de Normalidad a la Cortante Basal	182
Figura 116	Prueba de Normalidad al Desplazamiento.....	182
Figura 117	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 1	309
Figura 118	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 1	309
Figura 119	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 1	310
Figura 120	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 1.....	310
Figura 121	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 1	311
Figura 122	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 1	311
Figura 123	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 1.....	312
Figura 124	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 2	312
Figura 125	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 2	313
Figura 126	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 2.....	313
Figura 127	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 2.....	314
Figura 128	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 2	314
Figura 129	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 3.....	315
Figura 130	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 3	315
Figura 131	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 3	316
Figura 132	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 3.....	316
Figura 133	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 3.....	317
Figura 134	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 3	317
Figura 135	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 4.....	318
Figura 136	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 4.....	318
Figura 137	Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 4	319
Figura 138	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 4.....	319
Figura 139	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 4.....	320
Figura 140	Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 4	320
Figura 141	Rótulas en Dirección X, Segundo Step, Módulo 1	321

Figura 142	Rótulas en Dirección X, Cuarto Step, Módulo 1	321
Figura 143	Rótulas en Dirección X, Quinto Step, Módulo 1	322
Figura 144	Rótulas en Dirección X, 7 Step, Módulo 1	322
Figura 145	Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 1	323
Figura 146	Rótulas en Dirección Y, tercer Step, Módulo 1	323
Figura 147	Rótulas en Dirección Y, Cuarto Step, Módulo 1	324
Figura 148	Rótulas en Dirección Y, 24 Step, Módulo 1	324
Figura 149	Rótulas en Dirección X, Primer Step, Módulo 2	325
Figura 150	Rótulas en Dirección X, Segundo Step, Módulo 2	325
Figura 151	Rótulas en Dirección X, Cuarto Step, Módulo 2	326
Figura 152	Rótulas en Dirección X, Noveno Step, Módulo 2	326
Figura 153	Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 2	327
Figura 154	Rótulas en Dirección Y, Sexto Step, Módulo 2	327
Figura 155	Rótulas en Dirección Y, 17 Step, Módulo 2	328
Figura 156	Rótulas en Dirección Y, 24 Step, Módulo 2	328
Figura 157	Rótulas en Dirección X, Primer Step, Módulo 3	329
Figura 158	Rótulas en Dirección X, Segundo Step, Módulo 3	329
Figura 159	Rótulas en Dirección X, Cuarto Step, Módulo 3	330
Figura 160	Rótulas en Dirección X, 15 Step, Módulo 3	330
Figura 161	Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 3	331
Figura 162	Rótulas en Dirección Y, Cuarto Step, Módulo 3	331
Figura 163	Rótulas en Dirección Y, Quinta Step, Módulo 3	332
Figura 164	Rótulas en Dirección X, Séptimo Step, Módulo 4.....	332
Figura 165	Rótulas en Dirección X, 12 Step, Módulo 4	333
Figura 166	Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 4	333
Figura 167	Rótulas en Dirección Y, Octavo Step, Módulo 4	334

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Análisis no lineal estático Pushover. Se trata de incrementar gradualmente las cargas laterales o aplicar un patrón de cargas de manera constante, teniendo en cuenta la carga de gravedad de la estructura. El análisis estático no lineal se apoya en investigaciones previas, donde los componentes se someten a cargas laterales para identificar las articulaciones plásticas que experimentan de manera secuencial (Meza, 2018).

Desempeño sísmico. Se trata de establecer el comportamiento esperado o el rendimiento deseado que un edificio debería poder mantener frente a ciertos niveles de actividad sísmica. Para ello, se pueden definir varios niveles de rendimiento para la estructura en función de los diferentes niveles de movimiento sísmico previstos. La elección de estos niveles debe basarse en diversos factores, como el uso previsto del edificio, la importancia de sus funciones, consideraciones económicas sobre los costos de reparación y pérdida de servicios, así como su relevancia histórica y cultural (Robles, 2018).

Espectro. Se refiere a los puntos más altos o extremos de la respuesta estructural, ya sea en términos de fuerza restauradora, desplazamiento o aceleración, que se observan en un conjunto de estructuras con el mismo periodo y amortiguamiento; estos picos pueden ser la fuerza de restitución, el desplazamiento o la aceleración máximos experimentada por las estructuras. (Altamirano, 2021)

Sismo. Son movimientos en la capa superficial de la Tierra, originados por diversos eventos como la actividad de los volcanes, el colapso de cuevas subterráneas e incluso por explosiones, como las que acompañan a las erupciones volcánicas, que implican la liberación de energía (Cumpa & Quispe, 2019).

ABREVIATURAS Y/O SIGLAS

ATC	Applied Technology Council
CV	Carga viva
CM	Carga muerta
EPC	Escuela Profesional de Contabilidad
EPIC	Escuela Profesional de Ingeniería Civil
ETABS	Extended Three-Dimensional Analysis of Building Systems
FEMA	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias
f_c	Resistencia a compresión
H_0	Hipótesis nula
H_1	Hipótesis alternativa
I.E.	Institución educativa
I_a	Irregularidad en altura
I_p	Irregularidad en planta
INACAL	Instituto Nacional de Calidad
MPCH	Municipalidad Provincial de Chota
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
NTP	Norma Técnica Peruana
SEAOC	Asociación de Ingenieros Estructurales de California
SS	Sismo de servicio
SD	Sismo de diseño
SM	Sismo máximo
UNACH	Universidad Nacional Autónoma de Chota

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) de la UNACH utilizando el análisis no lineal estático Pushover. Se empleó un enfoque cuantitativo con un tipo de investigación básica y nivel explicativo. La muestra incluyó los tres módulos principales del edificio: módulos 1 y 3 destinados a actividades académicas, módulo 2 para oficinas administrativas y el módulo 4 correspondiente al ascensor. La metodología involucró la evaluación estructural de cada módulo para determinar su desempeño bajo condiciones sísmicas. Los resultados del estudio revelaron que el módulo 1 es completamente regular en planta y elevación, mientras que el módulo 3, a pesar de su geometría compleja, también es regular en ambas dimensiones. En contraste, el módulo 2 presentó irregularidades en planta debido a esquinas entrantes, y el módulo 4 mostró irregularidad torsional en planta, aunque ambos módulos son regulares en elevación. En términos de desempeño sísmico, el edificio cumple con la norma E.030:2018 tras la aplicación de coeficientes de amplificación en los módulos 1, 3 y 4. Los desplazamientos y derivas relativas se mantuvieron dentro de los límites normativos, garantizando un comportamiento estructural estable. Sin embargo, el análisis bajo cargas estáticas no lineales mostró que solo el módulo 3 y 4 cumplen completamente con los objetivos de desempeño de la norma ATC-40:1996; mientras que, los módulos 1 y 2 cumplen parcialmente los objetivos de desempeño, pero son resistentes especialmente bajo sismos máximos. Por tanto, se concluyó que, el edificio de contabilidad de la UNACH cumple su desempeño sísmico.

Palabras clave: análisis no lineal, irregularidades, desempeño sísmico.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the level of seismic performance of the building of the Professional School of Accounting (EPC) of the UNACH using the Pushover nonlinear static analysis. A quantitative approach was used with a basic research type and explanatory level. The sample included the three main modules of the building: modules 1 and 3 for academic activities, module 2 for administrative offices and module 4 corresponding to the elevator. The methodology involved the structural evaluation of each module to determine its performance under seismic conditions. The results of the study revealed that module 1 is completely regular in plan and elevation, while module 3, despite its complex geometry, is also regular in both dimensions. In contrast, module 2 presented irregularities in plan due to incoming corners, and module 4 showed torsional irregularity in plan, although both modules are regular in elevation. In terms of seismic performance, the building complies with E.030 (MVCS, 2018) after the application of amplification coefficients in modules 1, 3 and 4. The relative displacements and drifts remained within the normative limits, ensuring a stable structural behavior. However, the analysis under nonlinear static loads showed that only modules 3 and 4 fully comply with the performance objectives of the ATC-40:1996 standard; whereas, modules 1 and 2 partially comply with the performance objectives, but are resistant especially under maximum earthquakes. Therefore, it was concluded that the UNACH accounting building meets its seismic performance.

Key words: nonlinear analysis, irregularities, seismic performance.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las fuerzas sísmicas son aleatorias y dominantes en la naturaleza, terremotos pasados, han puesto de manifiesto, como la carga dinámica afecta fuertemente a las edificaciones (Shinde & Chaturvedi, 2022). Por ello, al tratar con una fuerza tan peligrosa, la evaluación sísmica es un instrumento valioso para la conservación de estructuras vulnerables en regiones propensas a terremotos (Shehú, 2021). La evaluación sísmica, tiene importantes repercusiones en la práctica de la ingeniería, ya que influye en el diseño de intervenciones de refuerzo, a escala del edificio único existente o en el plan de políticas de mitigación a escala territorial (Cattari & Magenes, 2022).

Los parámetros importantes, en el análisis sísmico, incluyen ductilidad, rigidez, amortiguamiento, masa, capacidad de carga, cortante base, espectro de respuesta y capacidad de carga (Shinde & Chaturvedi, 2022). Estos parámetros de respuesta de fuerza-desplazamiento no lineal, se pueden estimar a partir del análisis “Pushover”, también conocido como “Análisis estático no lineal” (Sullivan et al., 2021). Este procedimiento es comúnmente adoptado por los profesionales para el análisis sísmico, en el que se analiza la estructura para cargas laterales cada vez mayores y el comportamiento estructural no lineal se tiene en cuenta durante el análisis mediante la actualización de la matriz de rigidez en cada incremento de carga (Sullivan et al., 2021).

Perú, ha soportado múltiples eventos telúricos con consecuencias letales (Lorito et al., 2022). Por lo que, el “Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (MVCS, 2018) realizó modificaciones a la norma E.030,

cambiando el espectro de diseño sísmico, al modificar la zonificación sísmica, los perfiles de suelo, sistemas estructurales e irregularidades, lo que, ha generado un vacío técnico, debido al desconocimiento de si edificaciones construidas con normas anteriores a la actual modificación, cumplen los requerimientos de rigidez, desplazamientos y derivas actuales.

La norma E.030 (MVCS, 2018), plantea el análisis sísmico, en base al análisis estático y dinámico, donde se definen parámetros como, cortante base, derivas y desplazamientos; pero no se define la capacidad y desempeño de la edificación, por lo que, en la actualidad, muchos investigadores, optan por complementar el análisis sísmico, utilizado en sus respectivos países, con el análisis “Pushover” (Shinde & Chaturvedi, 2022). En otras palabras, si bien el análisis sísmico de la norma E.030 permiten plantear un diseño sismorresistente, solo la metodología Pushover permite identificar o conocer el punto de desempeño de la estructura, dato que comprende el estado de la edificación frente a diferentes niveles de eventos sísmicos, es decir, da una idea clara del comportamiento de la edificación a eventos telúricos, siendo así, también permite identificar claramente los puntos de colapso (rotulas plásticas).

La provincia de Chota, Cajamarca, se encuentra dentro de la zona 2 y 3, de peligrosidad sísmica, según la norma E.030 (MVCS, 2018), así mismo, según la “Municipalidad Provincial de Chota” (MPCH, 2018), los suelos de la localidad, tienen baja capacidad de soporte, por lo que, incrementan la posibilidad de colapso de una edificación, frente a un evento telúrico de baja a media intensidad.

La “Universidad Nacional Autónoma de Chota” (UNACH), integrada por cinco escuelas profesionales, tiene en su campus Colpamatara a las edificaciones, de las Escuelas Profesionales de Ingeniería Civil (EPIC), Enfermería (EPE),

Ingeniería Forestal y Ambiental (EPFA), y Contabilidad (EPC), de las cuales el edificio de Enfermería fue analizado por Cabrera (2022), y el edificio de ingeniería civil fue analizado por Fernández (2022), donde ambos concluyeron que, existen módulos que colapsarían frente a eventos sísmicos máximos, y plantearon sus respectivas propuestas de reforzamiento, según el caso, esto se debe a que, las edificaciones fueron diseñadas con la normativa anterior, a las modificaciones actuales, así mismo, los materiales, como el concreto, pierden resistencia con el paso del tiempo, de allí, el interés, por comprobar el nivel de desempeño estructural a eventos sísmicos, de los módulos de la “Escuela Profesional de Contabilidad”.

Se analizó el edificio de Contabilidad, porque fue diseñado con normatividad anterior a las modificaciones de la E.030 en el año 2014 y 2018, así mismo, fue construida en paralelo, con el edificio de Ingeniería Civil, mismo que, según expresa Fernández (2022) para el módulo V (donde se encuentran los servicios higiénicos) presenta desempeño de pre colapso frente a un evento telúrico máximo, lo que, hace suponer que alguno de los módulos de la edificación de contabilidad también puede estar en riesgo de colapsar frente a un evento sísmico severo. Otro aspecto relevante para la elección de esta estructura, fue la presencia de patologías del concreto como grietas y fisuras, que hacen pertinente el análisis.

El edificio de la EPC, tiene cuatro (4) niveles, está integrada por tres módulos, el módulo 1 y 3 destinados a labores académicas, donde hay aulas, auditorios y laboratorios de computación, mientras que el módulo 2, corresponde a oficinas administrativas, servicios higiénicos, escaleras y el ascensor que funciona independientemente como un módulo más, por lo que, también podría

decirse que son cuatro módulos. Es una edificación de tipo esencial (tipo A), según la norma E.030 (MVCS, 2018) por lo que debe prevalecer estructuralmente frente a un sismo, es decir, luego de un evento telúrico, su funcionamiento tiene que continuar, debido a que podría servir de albergue temporal para personas que hayan perdido sus edificaciones; no obstante, esto no se puede garantizar, sin la realización de un análisis no lineal estático “Pushover”. Por lo que, se ha planteado determinar el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, mediante el método no lineal estático “Pushover”?

1.3. Justificación

Con esta investigación se incrementó el conocimiento científico, dando mayor énfasis no solo al análisis sísmico convencional, comúnmente realizado en proyectos de inversión, tal como, el “*Análisis estático y dinámico lineal*”, sino también dando a conocer una metodología internacional que complementa dicho análisis tradicional, tal como, el “*Análisis estático no lineal – Pushover*”. Esto le dio mayor amplitud al estudio y facilitó información (como las rótulas plásticas y los objetivos de desempeño, entre otros) que no se obtendría con otros métodos de análisis estructural.

Respecto al tema, no existen investigaciones en Chota, que hayan buscado determinar el desempeño del edificio de Contabilidad – UNACH, pero, si existen estudios referentes al edificio de Enfermería, y al edificio de Ingeniería Civil, mismos que, según sus respectivos estudios, tienen módulos que colapsarían

frente a un sismo severo, por lo que, es pertinente el análisis del edificio de contabilidad, para asegurar su nivel de desempeño sísmico.

El edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad, en el campus universitario Colpamatara, fue construido en el año 2014, en paralelo con el edificio de la EPIC, no obstante, al realizar el análisis Pushover en esta última, Fernández (2022), determinó que presenta desempeño de pre colapso para el módulo V (donde se encuentran los servicios higiénicos) frente a un evento telúrico máximo, lo que, hace suponer que alguno de los módulos de la edificación de contabilidad también puede estar en riesgo de colapsar frente a un evento telúrico de máxima intensidad, debido a que ambas edificaciones se diseñaron con la norma E.030-2006, y considerando las disposiciones de la actual norma E.030:2018, que sugieren que una edificación de tipo esencial, como lo son las edificaciones destinadas al rubro de educación, deben prevalecer frente a un evento sísmico, para que puedan ser utilizadas como refugio temporal, de personas que hayan perdido sus viviendas.

El presente estudio se desarrolló utilizando la metodología del análisis estático no lineal Pushover y el análisis lineal según la norma E.030:2018, llenando un vacío en el conocimiento referente a la capacidad sísmica del edificio de Contabilidad de la UNACH. Este análisis permitió comprobar el desempeño de la edificación e identificar las rótulas plásticas y los puntos de colapso potenciales, los cuales pueden ser reforzados por las autoridades competentes en caso de ser necesario.

Los resultados obtenidos son aplicables a edificaciones con características similares, lo que convierte a esta investigación en un valioso material de referencia para futuras comparaciones con otras estructuras de la UNACH. Además, se ha

demostrado que el método Pushover, generalmente utilizado en edificaciones con módulos continuos, también es válido para estructuras con geometrías más complejas, como las que presentan cambios de lateralidad en forma de U, lo cual ha sido validado en este estudio.

El aporte teórico logrado incluye no solo la identificación de los objetivos de desempeño y las rótulas plásticas, sino también la capacidad de proporcionar datos que pueden ser presentados en revistas indexadas. Este estudio no solo beneficia a la comunidad de la Escuela Profesional de Contabilidad al ofrecer la posibilidad de reforzamiento estructural, sino que también incrementa el conocimiento científico al introducir una metodología internacional que complementa y amplía el análisis sísmico convencional.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) – UNACH, empleando el análisis no lineal estático Pushover.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar y evaluar las irregularidades estructurales en planta y elevación que puedan comprometer la respuesta sísmica del edificio, prestando especial atención a los módulos que presentan geometrías complejas del edificio EPC.
- Determinar el desempeño sísmico del edificio EPC bajo cargas estáticas y dinámicas, verificando si cumple con los requisitos (derivadas, desplazamientos, cortante basal, modos de vibración) de la norma E.030:2018.
- Determinar el desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) bajo cargas estáticas no lineales, verificando si cumple con los requisitos (objetivos de desempeño) de la norma ATC-40:1996.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Vielma-Quintero et al. (2024) en su investigación “Influencia de la simetría estructural en planta en la respuesta sísmica no lineal de edificios de concreto armado con estructuras” se plantearon como objetivo, examinar el efecto de la asimetría estructural en edificios de altura media ubicados en pendientes variables y su respuesta sísmica. El tipo de investigación fue experimental y utilizaron un análisis modal espectral como metodología. Los resultados demostraron que: las mayores derivas ocurrieron en el octavo piso con valores ligeramente superiores a 0.04 y la asimetría afecta significativamente la respuesta dinámica de los edificios. En conclusión, la asimetría estructural en edificios en terrenos inclinados impacta significativamente su respuesta sísmica, con mayores demandas en ductilidad y desplazamientos.

Abd-Elhamed et al. (2023) en su estudio “Análisis no lineal de edificios de concreto armado con diferentes alturas y sistemas de forjado” investigaron edificios de varios pisos mediante el análisis dinámico estático Pushover. El estudio descriptivo tuvo como población a todos los edificios de concreto reforzado con sistemas de losas de bloques sólidos, planos y huecos y la muestra específica consistió en nueve edificios seleccionados para el análisis, con alturas de 15, 30 y 45 m y con 5, 10 y 15 pisos respectivamente. Los resultados determinaron que los modelos con losa maciza tienen una mayor capacidad de carga y rigidez inicial que los sistemas de losa hueca o plana. Por ejemplo, para edificios de 5 pisos, los valores de la relación de Deriva del Techo máximos fueron

de 0.87, 0.93 y 1.29 para losas sólidas, de bloques huecos y planas, respectivamente; además se observe una pérdida de resistencia en los modelos con losa hueca o plana. En conclusión, los períodos naturales de los edificios varían según el tipo de losa, siendo más altos con losas planas y más bajos con losas macizas. Además, los sistemas de losas afectan los coeficientes de cortante sísmico en la base, independientemente de la altura del edificio.

Janićjević et al. (2023) en su estudio “Análisis Pushover de un edificio de concreto armado de varios pisos”, se plantearon como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de un edificio mediante análisis “pushover”, usando diferentes modelos no lineales de materiales, para mejorar la resistencia y seguridad ante terremotos. La muestra fueron cuatro modelos distintos de comportamiento no lineal de materiales (elemento de marco inelástico (infrmFB, infrmDB) y elemento de marco inelástico con bisagra plástica (infrmFBPH, infrmDBPH)) en el programa informático SeismoStruct. Los resultados determinaron el modelo infrmDBPH exhibió el mayor desplazamiento objetivo (0.25 m en dirección X y 0.26 m en dirección Y), mientras que infrmFB registró el menor (0.15 m en X y 0.11 m en Y). Concluyeron que, los modelos “infrmFB” e “infrmS” exhiben valores medios en los criterios evaluados, mientras que “infrmDB” e “infrmDBPH” muestran valores extremos en rotación de cuerda y desplazamiento relativo del piso.

Kuria & Kegyes-Brassai (2023) evaluaron el rendimiento sísmico del hospital existente: edificio número 7 del hospital Vaszary Kolos mediante el análisis Pushover. Los resultados muestran desplazamientos significativamente mayores en la dirección X (aproximadamente 0.29 m) en comparación con la dirección Y (0.0004 m). Además, se señala que varios miembros estructurales

fallan, especialmente en la dirección X, en cumplimiento con las condiciones del Código. En síntesis, los desplazamientos estructurales son significativamente mayores en la dirección X que en la Y, y se identifican fallos en varios miembros estructurales, especialmente en la dirección X, subrayando la importancia de abordar las vulnerabilidades estructurales para garantizar la resistencia ante eventos sísmicos.

Hasibuan et al. (2023) se plantearon comprobar el desempeño no lineal de pórticos con irregularidades verticales por el método pushover utilizando el software SAP2000. En el estudio cuantitativo, encontraron que a medida que aumentaba la irregularidad vertical en la estructura de concreto armado, también aumentaba el porcentaje de bisagras plásticas que excedían el límite crítico, lo que indicaba una mayor vulnerabilidad sísmica. En síntesis, se destaca la necesidad de estrategias de diseño sísmico efectivas que mitiguen estas irregularidades para garantizar la seguridad estructural durante eventos sísmicos.

Ademi & Jakupi (2022) en su estudio “Comportamiento sísmico de estructuras reforzadas usando estática no lineal análisis de empuje” evaluaron el desempeño estructural de edificios ampliados utilizando el análisis pushover. Los resultados fueron favorables para el análisis sísmico utilizando el modelo Confined Mander disponible en SAP2000, pero, enfatizaron en la necesidad de diseñar la estructura considerando los detalles de refuerzo para obtener resultados precisos. Concluyeron que, es vital la precisión de las propiedades de las bisagras plásticas y resaltaron las dificultades al interpretar resultados con espectros de respuestas inelásticas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Llontop (2023) se planteó optimizar el diseño estructural por el análisis Pushover de la I. E. San Carlos. La muestra se constituyó por la I.E San Carlos del distrito de Monsefú. Los resultados fueron: En el módulo 01, los desplazamientos máximos oscilan entre 2.4 y 11 cm en diferentes direcciones, con cortantes estáticos basales entre 194.50 y 402.41 tn, y cortantes dinámicos entre 114.82 y 285.60 tn. En el módulo 02, los desplazamientos máximos varían de 2.2 a 11 cm, con cortantes estáticos basales de 83.30 a 262.78 tn, y cortantes dinámicos de 82.166 a 185.88 tn. En el pabellón 07, los desplazamientos máximos van de 2.9 a 10.5 cm, con cortantes estáticos entre 83.30 y 194.50 tn, y cortantes dinámicos de 82.166 a 114.82 tn. Por último, en el pabellón 03, los desplazamientos máximos oscilan entre 9.5 y 12.5 cm, con cortantes estáticos basales entre 175.32 y 202.37 tn, y cortantes dinámicos de 170.096 a 185.26 tn. Concluyó que, el rediseño de la I.E. cumple con el desempeño requerido.

Davalos & Huanca (2023) tuvieron como objetivo analizar por el método pushover al hospital de Chiclayo. En el estudio descriptivo, determinaron . que la edificación de 4 pisos tiene un cortante basal de 1022.43 tonf, con desplazamientos cedente y último de 2.15 cm y 8.92 cm respectivamente, y una ductilidad de 4.14. Bajo distintos escenarios sísmicos, se observa un comportamiento operacional para el sismo frecuente y severo, con desplazamientos de 1.059 cm y 2.48 cm, mostrando daños limitados. Sin embargo, el sismo máximo, con desplazamiento de 3.05 cm, indica desempeño de inmediata ocupación, con daños en la estructura, pero manteniendo la seguridad de los ocupantes. En conclusión, el edificio de 4 pisos muestra una capacidad adecuada

para resistir sismos frecuentes y severos, con daños limitados y un comportamiento operacional que permite su funcionamiento normal.

Zevallos (2023) tuvo como objetivo, realizar comparaciones entre el desempeño sísmico de edificaciones en acero y concreto armado, mediante Pushover. El tipo de investigación fue cuantitativa, siendo su unidad de estudio el edificio de 05 pisos de sistema estructural en acero o concreto armado. Los resultados revelaron que, bajo un espectro sísmico con $R=1.00$ según la norma peruana, la estructura de acero mostró un mejor desempeño que la estructura de concreto armado, gracias a la mayor ductilidad del acero. El sistema de acero operó dentro del rango elástico del espectro, mientras que el sistema de concreto armado operó en el rango inelástico, lo que indica un desempeño de seguridad de vida, pero con daños significativos. En conclusión, la estructura de acero demostró mayor resistencia sísmica y menor vulnerabilidad que la de concreto armado, evidenciando un comportamiento más favorable en los análisis realizados.

Antonio (2023) analizó sísmicamente el edificio de aulas comunes de la UNASAM, que tiene una estructura cuantitativa, con el método SEAOC VISION 2000 y un enfoque de análisis "Pushover" conforme al estándar ASCE/SEI 41-17. El tipo de investigación fue aplicada con un diseño transversal no experimental. Determinó que, la deriva en XX es de $7.2/1000$, cercana al límite de $7/1000$, mientras que en YY es de $2/1000$ frente al límite de $5/1000$. Aunque la estructura cumple con los límites de deriva según Norma E.030-2020, los muros de albañilería muestran vulnerabilidad por cortante, con una demanda que supera ampliamente la resistencia. Concluyó que, aunque el pabellón UNASAM cumple con las derivas de la norma E.030-2020, los resultados revelan una vulnerabilidad

significativa en los muros de albañilería debido a una demanda de cortante que excede ampliamente la resistencia.

Condori & Vilca (2022) analizaron el comportamiento sísmico estructural de la IE N.º 40230 de Arequipa por medio del método “Pushover”. La muestra fue compuesta por 2 pabellones o bloques de 2 pisos. Los resultados fueron: desplazamientos máximos de 0.0039 en X y 0.0008 en Y para el Bloque 1, mientras que en el Bloque 2 se registró un valor de 0.0063 en el eje X. En cuanto al nivel de desempeño sísmico, el Bloque 1 mostró un nivel de “Protección de vida” en X y “Ocupación inmediata” en Y, mientras que el Bloque 2 alcanzó el límite de “Cerca al colapso” en X. En conclusión, aunque los desplazamientos en X e Y del Bloque 1 cumplen con la norma para sistemas estructurales de albañilería, el Bloque 2 muestra un incumplimiento en el límite de entrepiso en X.

Llocle (2021) se planteó como fin determinar el comportamiento sísmico del bloque A del colegio “Coronel Ladislao Espinar” de Cusco, por el método Pushover. El estudio fue descriptivo no experimental transversal. Los resultados fueron: un desplazamiento máximo de 0.0114 en el sentido X-X y de 0.0028 en el sentido Y-Y, cumpliendo con el nivel de desempeño “operacional” en longitudinal y de “ocupación inmediata” en transversal. La capacidad sísmica se evaluó mediante espectros de capacidad y demanda elástica, indicando una ductilidad de 9.94 en X y 3.45 en Y. En conclusión, el bloque del colegio garantiza la seguridad y el cumplimiento de su propósito original, que es proporcionar refugio durante un evento sísmico de máxima actividad.

2.1.3. Antecedentes regionales

Chilón (2024) se propuso como fin analizar el nivel de desempeño sísmico del edificio “Mercado Porcón” en Cajamarca. Los resultados a los cuales arribó el autor fueron que la edificación cumple con el desempeño esperado en X e Y. En “X” alcanza el nivel funcional para sismos ocasionales y raros, así como, seguridad de vida para sismos muy raros, con un cumplimiento del 100%. En la dirección “Y” se observa un cumplimiento similar para todos los niveles de diseño sísmico, garantizando la seguridad de los ocupantes en diferentes intensidades sísmicas. En síntesis, el edificio demuestra un nivel de desempeño sísmico funcional frente a eventos sísmicos raros y según el SEAOC, cumple con el nivel de desempeño esperado.

Valdivia (2024) tuvo como objetivo determinar el desempeño sísmico de los bloques 2 y 4 del “Mercado Zonal Sur” de Cajamarca. Los resultados demostraron que ambos bloques cumplen con los desplazamientos laterales admitidos (≤ 0.005) y tienen un cortante dinámico en la base por debajo del mínimo requerido. Después del escalado, se observa que presentan un sistema de albañilería con más del 70% de la cortante en los muros. En cuanto al desempeño sísmico, ninguno de los bloques cumple con los estándares para sismos raros y muy raros, mostrando un buen comportamiento solo ante sismos de baja intensidad. En conclusión, tanto el Bloque 2 como el Bloque 4, tanto en X como en Y, exhiben desempeño sísmico que indica colapso ante un evento sísmico raro con una periodicidad de retorno de 475 años, lo cual evidencia la limitada ductilidad de la estructura en ambas direcciones.

Torres (2023) comparó los desplazamientos laterales en edificios aporticados y con muros portantes de cinco niveles en Jaén. La muestra fue una

vivienda de 5 niveles ubicada en el sector Monterrico. Los resultados fueron: la deriva máxima excede el 70% en ambas direcciones, mientras que, en las estructuras de muros portantes, los valores superan el 60%. Esto sugiere una capacidad estructural limitada, con mayor flexibilidad en los pórticos que en los muros, lo que podría influir en la creación de rotulas y puntos de colapso, en conclusión, los desplazamientos laterales en edificaciones aporticadas suelen ser mayores que en las edificaciones con muros de carga.

Fernández (2022) en su estudio evaluó el comportamiento sísmico con el método “Pushover” de la estructura de “Ingeniería Civil” de la UNACH. Los resultados fueron: El edificio de la EPIC UNACH, compuesto por seis módulos independientes, modelados individualmente en ETABS 2018, muestra desplazamientos y derivas máximas que cumplen con la norma E.030. Las cortantes dinámicas en algunos módulos requirieron coeficientes de amplificación (de 1.10 a 1.40). Además, si bien todos los módulos cumplen con los objetivos de desempeño, se presenta desempeño de pre colapso para el módulo V (donde se encuentran los servicios higiénicos) frente a un evento telúrico máximo. En conclusión, el edificio en promedio cumple con el nivel de desempeño.

Linares (2022) evaluó el desempeño sísmico del edificio de tres niveles con el método Pushover. Los resultados demostraron que los modos no cumplen con el criterio del 90% para la masa participativa. Los desplazamientos superan el límite recomendado de 0.007, alcanzando 384.039 mm acumulados, no cumplen con la norma E030, destacando la pertinencia del estudio “Pushover”. En conclusión, los resultados evidencian deficiencias significativas en el cumplimiento de los criterios de análisis sísmicos.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Teoría del desempeño estructural

Esta teoría se centra en evaluar cómo una estructura responde a diferentes niveles de intensidad sísmica y cómo su desempeño se compara con los criterios de desempeño establecidos en normativas o códigos de construcción. Según Lobo (2005) este enfoque busca entender cómo las estructuras se comportan bajo cargas sísmicas variables y qué tan efectivas son para desempeñar con los estándares de seguridad requeridos. Al analizar el desempeño estructural, se consideran factores como la resistencia, la rigidez y la capacidad de disipación de energía de la estructura ante eventos sísmicos. Esto permite tomar decisiones informadas sobre el diseño, la construcción y la evaluación de estructuras para garantizar su seguridad y funcionalidad durante y después de un terremoto.

La teoría del comportamiento sísmico de estructuras es un método utilizado para evaluar el comportamiento de las estructuras durante los terremotos y se centra en cómo una estructura resiste y soporta cargas sísmicas y determina el alcance del daño que puede sufrir durante un terremoto (Palacios et al., 2019). Además, Gaxiola (2022) sugiere que, dentro del marco de la teoría del desempeño estructural, el objetivo primordial consiste en desarrollar diseños de alto rendimiento que satisfagan las complejas necesidades de la sociedad actual. Propone establecer requisitos de diseño sísmico basados en este enfoque para orientar la próxima generación de códigos de construcción. Reconociendo la complejidad inherente al proceso, se resalta la importancia de dedicar una cantidad considerable de trabajo, especialmente en la fase de diseño. En esta etapa, el diseño se considera completo únicamente si cumple con los objetivos de desempeño; de lo contrario, se deben realizar ajustes y modificaciones.

2.2.2. Teoría de la redistribución de momentos

El análisis pushover puede ayudar a comprender cómo se redistribuyen los momentos y las fuerzas internas a medida que la estructura entra en estados no lineales, lo que es crucial para prevenir colapsos catastróficos al identificar áreas vulnerables y tomar decisiones informadas sobre mejoras y refuerzos para incrementar la resistencia sísmica (Kalkan & Chopra, 2012).

Además, el análisis pushover proporciona una representación gráfica de la respuesta a terremotos de una edificación, ilustrando la relación entre las cargas laterales aplicadas y las deformaciones resultantes. La introducción del método en ATC-40, como parte del procedimiento de análisis “Pushover”, ha revolucionado la evaluación de proyectos de construcción de concreto armado. Este método se ha empleado para evaluar tanto la capacidad estructural como el desempeño sísmico de nuevas estructuras de edificios, marcando un cambio fundamental en la profesión de ingeniería hacia un enfoque basado en el desempeño (Reyes et al., 2015).

También, se ha desarrollado un procedimiento de escalamiento de desplazamiento modal para seleccionar y ajustar registros sísmicos en el análisis de historia para diferentes tipos de edificios. Este procedimiento, extendido al diseño asimétrico, considera la resistencia estructural determinada por la primera curva de compresión del modo, asegurando que cada entrada se corresponda con el valor objetivo de tensión del sistema (SDF) inelástico del modo. Estos avances en métodos y técnicas permiten una evaluación eficiente del comportamiento sísmico, impulsando la seguridad y la fiabilidad en el diseño (Kalkan & Chopra, 2012).

2.2.3. Fundamentos de la dinámica estructural

La dinámica estructural es el estudio del comportamiento de las estructuras bajo cargas que varían con el tiempo. Es fundamental para diseñar estructuras capaces de resistir fuerzas dinámicas, como sismos. En esta parte según la Norma ATC-40 (Applied Technology Council (ATC), 1996) se proporciona una visión general acerca de los fundamentos esenciales de la dinámica estructural.

Según la norma ATC.40 la ecuación de análisis modal es la siguiente:

$$PF_m = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{im}) / g}{\sum_{i=1}^N (W_i \phi_{im}^2) / g} \quad (1)$$

Donde, PF_m “factor de participación modal”, W_i/g “masa asignada al nivel i”, ϕ_{im} “amplitud del modo m en el nivel i”, N “nivel superior en la parte principal”.

a. Espectro de respuesta

El formato gráfico tradicional para mostrar espectros de respuesta ha sido utilizar un sistema de coordenadas lineal de aceleración del espectro (S_a) y período de vibración (T). También se ha utilizado un sistema de coordenadas log tripartito que incluye S_a, S_v y S_d con T. También se pueden utilizar coordenadas lineales para S_v versus T y S_d versus T (ATC-40, 1996).

b. Fundamentos del periodo de vibración

El periodo de vibración estimado cuando la carga se aproxima a la forma del modo se calcula a través de la siguiente ecuación: (ATC-40, 1996)

$$T_m = 2\pi \sqrt{S_{dm} / (S_{am} g)} \quad (2)$$

Donde, T_m Periodo de vibración, S_{dm} desplazamiento espectral para el modo m calculado a partir del espectro de respuesta de aceleración, S_{am} la aceleración espectral para el modo m del espectro de respuesta (como una correspondencia de la aceleración de la gravedad, g).

2.2.4. Límites de respuesta

Para verificar si un edificio alcanza un nivel de rendimiento deseado, se comparan las respuestas estructurales del análisis “Pushover” con límites establecidos en función de niveles de desempeño apropiados. Estos límites se dividen en dos categorías: (ATC-40, 1996)

a. Límites descriptivos del comportamiento esperado

Los límites descriptivos del comportamiento esperado se presentan en categorías amplias para establecer objetivos de desempeño. En la tabla 1 se brinda una breve descripción del comportamiento esperado en cuatro niveles de desempeño estructural, junto con descripciones de los daños no estructurales esperados en edificios típicos. Estos niveles van desde el control de daños, que garantiza la seguridad humana y la ocupación inmediata, hasta niveles de daño más severos. Las descripciones de daños se basan en observaciones de terremotos anteriores y proporcionan información sobre la capacidad de carga del edificio y la magnitud del daño a estructuras y componentes no estructurales. Estas descripciones pueden ser cualitativas o cuantitativas y son útiles para ingenieros y autoridades de construcción para comprender el comportamiento esperado de los edificios en diferentes escenarios sísmicos (ATC-40, 1996).

b. Límites de aceptabilidad global del edificio

Tabla 1

Límites de Deformación

Límite de derivada	Nivel de desempeño			
	Ocupación inmediata	Control de daños	Seguridad vital	Estabilidad estructural
Deriva total máxima	0.01	0.01-0.02	0.02	0.33-V/P
Deriva inelástica máxima	0.005	0.005-0.015	Sin límite	Sin límite

Nota: (Applied Technology Council (ATC), 1996).

2.2.5. Sismos en Perú

El Perú, es altamente sísmico debido a la convergencia de las placas tectónicas. Esta interacción tectónica genera una actividad sísmica constante en todo el país, con sismos que varían en magnitud y frecuencia. La ciudad de Lima, la capital peruana, ha experimentado numerosos terremotos a lo largo de su historia, algunos han tenido efectos devastadores en la infraestructura y la población. La vulnerabilidad sísmica de Perú se ve agravada por su topografía montañosa y la presencia de construcciones vulnerables. Como resultado, la preparación para sismos y la implementación de medidas de mitigación son aspectos críticos para la seguridad y resiliencia del país frente a este peligro natural (Ñaupas, 2018).

La principal causa de la actividad sísmica en el Perú es el proceso en el que la placa de Nazca, una parte de la litosfera continental se sumerge bajo la placa suramericana, que es oceánica. Esta interacción ha dado lugar a terremotos de diversas intensidades y profundidades a lo largo del tiempo. La subducción ocurre a lo largo del borde occidental del país, desde el norte hasta el sur, y es responsable de la formación de la fosa peruana-chilena y de la cordillera de los Andes. El terremoto de 1970 en Ancash fue un evento intra placa de falla normal, que ocurrió dentro de la placa de subducción de Nazca. Con una magnitud de 7.8 en la escala de Richter, su epicentro se localizó en el mar, a 50 km al oeste de Chimbote. Este sismo se considera uno de los más devastadores del siglo XX en el país (Ñaupas, 2018).

Actualmente, en el país también se han desatado sismos bastante fuertes como el último ocurrido en Amazonas el 28 de noviembre de 2021 con consecuencias letales debido a su magnitud de 7.5 (Lorito et al., 2022).

2.3. Marco conceptual

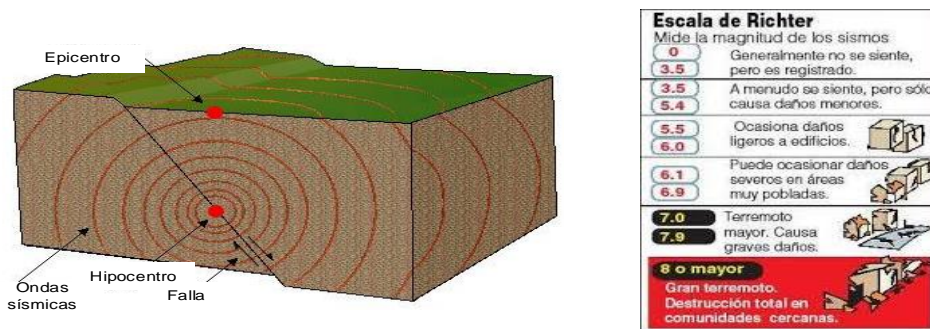
2.3.1. Eventos sísmicos

Suceso catastrófico, imprevisto o anticipado, que perturba gravemente el funcionamiento normal de una comunidad o sociedad, a menudo, estos eventos son ocasionados por fenómenos naturales (Ticona & Escobar, 2019).

Según Aki & Richards (2009) son los movimientos sísmicos de la corteza terrestre, que son provocados por la liberación de energía almacenada en las entrañas de la Tierra. Esta energía se libera en forma de ondas elásticas que se propagan en todas direcciones desde una fuente llamada epicentro o hipocentro del terremoto.

Figura 1

Componentes de un Evento Telúrico



RED SISMICA DE PUERTO RICO - ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA									
MOVIMIENTO PERCIBIDO	Ninguno	Debil	Ligero	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Severo	Violento	Extremo
EFEKTOS ASOCIADOS	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Minimos	Ligeros	Apreciables	Significativos	Mayores	Muy Fuertes
INTENSIDAD	I	II - III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Nota: (Fernández, 2022).

Magnitud. se presenta como un número que generalmente varía entre 1 y 10, donde cada incremento de un punto en la escala representa aproximadamente 32 veces más energía liberada (Ticona & Escobar, 2019).

Escaleta. Clasifica los terremotos midiendo la amplitud y el período de las ondas registradas por las estaciones sismológicas. La más conocida y usada es la escala de Richter (Ticona & Escobar, 2019).

2.3.2. **Parámetros sísmico-estructurales, norma E.030 MVCS (2018)**

Zonificación sísmica. Representa la máxima aceleración horizontal esperada en suelo sólido con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años.

Tabla 2

Factores Sísmicos de Zona “Z” – Norma E.030

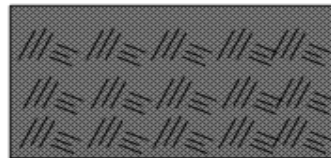
Zona	4	3	2	1
Z	0.45	0.35	0.25	0.10

Nota: Norma E.030 MVCS (2018).

Perfiles de suelo. La Norma E.030 MVCS (2018) clasifica perfiles de suelo según la velocidad de ondas de corte o el promedio ponderado de la resistencia al corte.

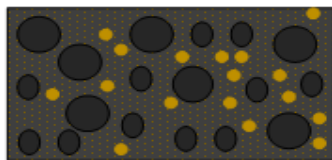
Figura 2

Descripción Gráfica de los Perfiles de Suelo



Perfil tipo S0: Roca dura

Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m.



Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos

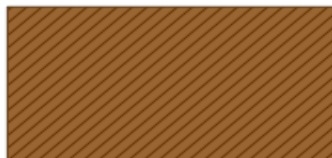
Roca sana con resistencia \geq a 5 kg/cm²

Grava arenosa con resistencia \geq a 1 kg/cm².



Perfil tipo S2: Suelos intermedios

Suelo cohesivo compacto con resistencia al corte entre 0.5 a 1 kg/cm² y con un incremento gradual con la profundidad.



Perfil tipo S3: Suelos blandos

Suelo cohesivo blando con una resistencia al corte entre 0.25 a 0.5 kg/cm².



Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales

Suelos flexibles en los que el período fundamental es $>$ 0.6 s.

Nota: Adaptado de la norma E.030 (MVCS, 2018).

Parámetros de sitio (S, TP y TL). Se elige el perfil que mejor refleje las condiciones locales, empleando los valores de amplificación del suelo S y los períodos TP y TL que se encuentran en las tablas.

Tabla 3

Factor S de Acuerdo al Perfil de Suelo y Zona Sísmica

Perfil	S0	S1	S2	S3
Z1	0.8	1	1.6	2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z4	0.8	1	1.05	1.1

Nota: Norma E.030 (MVCS, 2018).

Tabla 4

TL y TP según Perfil del Suelo

	S0	S1	S2	S3
TL(S)	3.00	2.50	2.00	1.60
TP(S)	0.30	0.40	0.60	1.00

Nota: Norma E.030 (MVCS, 2018).

Uso de edificación. Cada estructura está clasificada en categorías con su respectivo factor de uso o importancia (U) (MVCS, 2018).

Tabla 5

Factor “U” según Categoría de la Edificación

Categoría	“A” esenciales	“B” importantes	“C” comunes	“D” temporales
Factor “U”	1.50	1.30	1.00	A criterio

Nota: (MVCS, 2018).

Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (Ro). Se catalogan según los materiales utilizados en cada dirección de análisis. Si la edificación cuenta con más de un sistema estructural en una dirección, se considera el coeficiente de reducción Ro más bajo correspondiente (MVCS, 2018).

Tabla 6*Factor Ro Según Sistema Estructural*

Sistema Estructural	Concreto Armado:				Albañilería Armada o Confinada
	Pórticos	Dual	De muros estructurales	Muros de ductilidad limitada	
Coefficiente Básico de Reducción (Ro)	8	7	6	4	3

Nota: (*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido (Norma E.030, MVCS, 2018).

Regularidad estructural. Pueden ser regulares (siendo el factor I_a e $I_p = 1$) e irregulares, cuando muestran irregularidades en altura (I_a) o en planta (I_p) en ese caso se considera un coeficiente de ponderación de acuerdo a la irregularidad presente (MVCS, 2018).

Tabla 7*Factores de Irregularidad*

Irregularidades	Factor de Irregularidad	
	I_a	I_p
Rigidez – Piso Blando	0.75	
Resistencia – Piso Débil		
Extrema de Rigidez	0.50	
Extrema de Resistencia		
Masa o Peso	0.90	
Geométrica Vertical	0.90	
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80	
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60	
Torsional		0.75
Torsional Extrema		0.60
Esquinas Entrantes		0.90
Discontinuidad del Diafragma		0.85
Sistemas no Paralelos		0.90

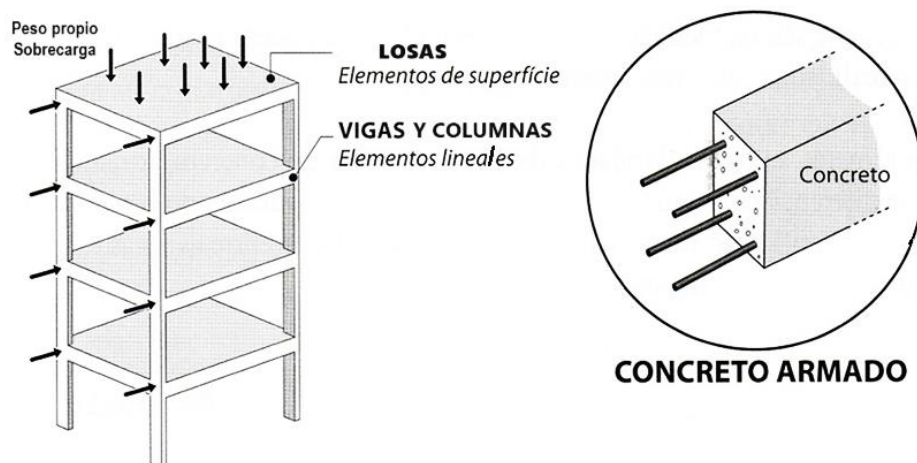
Nota: norma E.030 (MVCS, 2018).

2.3.3. Resistencia de componentes estructurales de concreto

Los edificios con elementos de concreto armado son estructuras construidas con concreto y acero de refuerzo. El concreto proporciona resistencia a compresión, mientras que el acero, generalmente en forma de barras, proporciona resistencia a tracción. Esta combinación permite que los componentes estructurales soporten cargas pesadas y ofrezcan una mayor resistencia frente a eventos sísmicos (Rolim, 2020)

Figura 3

Edificio con Elementos Estructurales de Concreto Armado



Nota: (Rolim, 2020).

Los métodos no destructivos, si bien no causan daño visible al concreto, pueden generar efectos superficiales que con el tiempo se consideran como tales. Por ende, se utiliza el término “pruebas in situ” para englobar tanto los métodos que no afectan al concreto como aquellos que solo generan daños menores en su superficie. Estas pruebas son valiosas porque permiten medir las características del concreto en una estructura sin comprometer su integridad (Villegas, 2019).

La esclerometría es el ensayo que, a pesar de no ser completamente fiable, su popularidad se debe a que ofrece valores cercanos y se usa principalmente para confirmar la uniformidad en la resistencia del concreto endurecido (Borja, 2019).

2.3.4. Análisis de cargas

Según la norma E.020 (MVCS, 2006), los edificios deben tener la capacidad para soportar las cargas que se le solicite como parte de su usanza dada, estas cargas funcionarán en combinaciones para el diseño estructural.

Carga muerta. Se evalúa el peso de los materiales y aquellos que la estructura debe soportar, calculando según sus densidades. La determinación del peso exacto puede realizarse mediante análisis o empleando la información provista de los proveedores (MVCS, 2006).

Carga viva. Se emplea los valores dados según el propósito del ambiente, con márgenes que consideren condiciones de impacto normales (MVCS, 2006).

Tabla 8

Cargas Vivas Mínimas Repartidas

Ocupación o uso	Cargas repartidas (kgf/m ²)
Almacenaje	500
Salas de lectura	300
Bibliotecas	Salas de almacén con estantes fijos 750
Corredores y escaleras	400
Centros de Educación	Aulas 250
Talleres	350
Laboratorios	300
Oficinas (*)	Salas de archivo 500
Salas de computación	250

Nota: (MVCS, 2006).

Requisitos de resistencia. La norma E.060 (MVCS, 2009) establece la resistencia requerida en una edificación a partir de la combinación de la carga muerta (CM), viva (CV), viva de techo (CVT) y sismo (CSx y/o CSy). Existen distintas combinaciones de carga que, se usan según los requerimientos de la estructura:

$$U = 1.4 CM + 1.7(CV + CVT) \quad (3)$$

$$U = 0.90CM \pm CSx \text{ o } U = 0.90CM \pm CSy \quad (4)$$

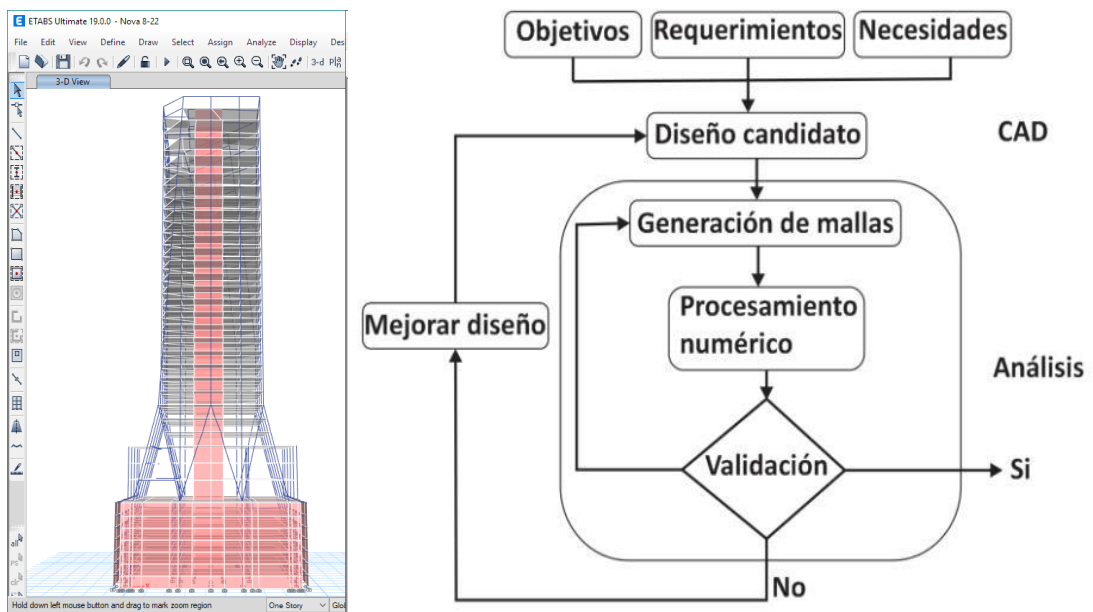
2.3.5. Modelamiento estructural

El modelado estructural se refiere al proceso de crear una representación detallada y precisa de la estructura de un sistema u objeto. El modelado estructural se utiliza para comprender, diseñar, analizar y comunicar información sobre cómo se organizan e interactúan los componentes de un sistema (Schumacker & Lomax, 2016).

Por ello, según Ortiz (2021), el análisis estructural se lleva a cabo con el propósito de evaluar cómo las diferentes cargas afectan a los elementos, utilizando combinaciones de cargas y esfuerzos máximos según las normativas. Se selecciona el valor más alto de las combinaciones de carga para garantizar la seguridad. Se emplea un programa de modelado basado en elementos finitos, que facilita la representación del modelo sólido para estudios estáticos y dinámicos.

Figura 4

Flujograma del Proceso de Modelamiento de una Estructura para su Análisis Sísmico



Nota.: (Moreno-Zulca et al., 2020).

2.3.6. Análisis estático – norma E.030

Aborda las fuerzas sísmicas al visualizar un conjunto de fuerzas ejercidas en el punto central de masa de cada nivel de la estructura. La norma establece este enfoque para evaluar y diseñar la resistencia sísmica de una construcción, reconociendo que las fuerzas sísmicas actúan en diferentes niveles de la estructura. Al considerar estas fuerzas aplicadas en los puntos centrales de masa de cada nivel, se busca garantizar que la estructura esté adecuadamente diseñada para soportar los sismos, distribuyendo de manera efectiva las cargas sísmicas a lo largo de toda la edificación (MVCS, 2018).

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P \quad (5)$$

Donde, V representa la manera de calcular la fuerza cortante en la base, utilizando variables como Z para la zona, U para la categoría de la edificación, S para el tipo de suelo y R para el coeficiente de reducción.

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad (6)$$

$$F_i = \alpha_i \times V \quad (7)$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k} \quad (8)$$

Donde, n pisos de la estructura, k exponente del período fundamental de la estructura (T), para $T \leq 0.5 \text{ seg} \rightarrow k = 1.0$; para $T > 0.5 \text{ seg} \rightarrow k = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$.

$$T = \frac{h_n}{c_T} \quad (9)$$

Donde:

- $C_T = 35$, “Pórticos de concreto armado sin muros de corte”.
- $C_T = 45$, “Pórticos de concreto armado con muros en escaleras”.
- $C_T = 60$, “Edificios de albañilería, concreto armado dual”.

2.3.7. Análisis dinámico – norma E.030

Se puede crear cualquier estructura empleando la información del análisis dinámico por la combinación de diferentes modos espectrales (MVCS, 2018).

$$S_a = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g \quad (10)$$

Donde, S_a aceleración espectral, g gravedad.

Según la norma E.030 (MVCS, 2018) para el análisis vertical, se puede emplear un espectro que tenga valores equivalentes a 2/3 del espectro utilizado, mientras que para las direcciones horizontales se deben considerar los valores de C , excepto en áreas con períodos breves ($T < 0.2 \times T_p$).

$$C = 1 + 7.5 \times \left(\frac{T}{T_p} \right) \quad (11)$$

La respuesta elástica máxima esperada (r) debido al efecto combinado de los distintos modos de vibración (r_i) se puede calcular utilizando la combinación cuadrática completa de los valores obtenidos para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \times p_{ij} \times r_j} \quad (12)$$

Donde r indica las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas, los coeficientes de correlación se expresan mediante:

$$p_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad (13)$$

$$\lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i} \quad (14)$$

Donde:

- B fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos, igual a 0.05
- ω_i y ω_j son las frecuencias angulares de los modos i, j .

2.3.8. *Desempeño sismorresistente*

El desempeño sísmico se refiere al grado de daño físico que una estructura puede sufrir durante y después de un terremoto. Esta medida evalúa tanto los componentes estructurales como los no estructurales en términos de la cantidad de daño que pueden soportar (Meza, 2018).

El desempeño sismorresistente es la capacidad para resistir los efectos sísmicos y minimizar los daños tanto a la edificación como a las personas que se encuentran en su interior. Esto implica que la construcción está diseñada y construida de manera que pueda soportar las fuerzas generadas por un sismo, manteniendo su integridad estructural y reduciendo al mínimo los riesgos para la seguridad de sus ocupantes. Un desempeño sismorresistente adecuado se logra mediante la aplicación de normas y técnicas de diseño específicas que tienen en cuenta las características sísmicas del lugar donde se encuentra la construcción, así como la naturaleza del suelo y los materiales utilizados en su construcción (Paredes, 2024).

El desempeño sismorresistente se refiere al grado en el cual una estructura puede mantener su funcionalidad y estabilidad después de un terremoto. Esto implica que la construcción está diseñada y construida con medidas específicas para reducir los riesgos de colapso estructural. Un desempeño sismorresistente efectivo implica la implementación de técnicas de ingeniería que fortalezcan la estructura contra las fuerzas sísmicas, asegurando que la edificación pueda soportar las sacudidas y movimientos provocados por un sismo sin sufrir daños catastróficos (Centurion, 2021).

2.3.8.1. Niveles de desempeño sísmico

Indica un umbral crítico de daño, que define un límite aceptable basado en los potenciales daños físicos a la estructura, la seguridad de quienes la ocupan y la capacidad funcional del edificio después de un terremoto (ATC-40, 1996).

Se trata de evaluar el máximo alcance del deterioro, teniendo en cuenta tanto la integridad de los componentes fundamentales como de los accesorios, en relación con el propósito de la construcción. Estas evaluaciones suelen describirse en términos de su importancia para el público (afectando a ocupantes, usuarios, etc.) y en términos técnicos específicos de ingeniería (Luque, 2020).

Figura 5

Niveles de Desempeño Sísmico, ATC-40

Niveles de desempeño no estructural	Niveles de desempeño estructural					
	SP-1 Inmediata ocupación	SP-2 Daño controlado	SP-3 Seguridad	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 inmediata ocupación	1-B inmediata ocupación	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C seguridad	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).

2.3.8.2. Niveles de amenaza sísmica (ATC 40, FEMA 356, SEAOC – Visión 2000)

Es fundamental entender cómo se mueve el suelo durante los terremotos para diseñar estructuras resistentes a los mismos. Los terremotos son eventos aleatorios, con variaciones impredecibles en su magnitud e intensidad en diferentes lugares y momentos. Incluso con registros sísmicos extensos, se requiere un análisis estadístico para determinar el terremoto de diseño, que se elige según su probabilidad de ocurrir en un período específico, como, por ejemplo, 50 años, que es típicamente la vida útil de edificios convencionales (Luque, 2020).

Tabla 9

ATC-40 – Sismos

Sismo	Pr (años)	Probabilidad de excedencia (%/años)
Servicio – SS	72	50/50
Diseño – SD	475	10/50
Máximo – SM	975	5/50

Nota: adaptado del (Applied Technology Council (ATC), 1996).

Tabla 10

Visión 2000 – Sismos

Sismos	Frecuente	Ocasional	Raro	Muy raro
Pr (años)	43	72	475	970
Posibilidad de excedencia (%/años)	50/30	50/50	Oct-50	10/100

Nota: (SEAOC, 1995).

Tabla 11

FEMA 356 – Sismos

Sismos	Pr (años)	Probabilidad de excedencia (%/años)
Frecuentes	72	50/50
Sismos ocasionales	225	20/50
Sismos raros	474	10/50
Sismos muy raros	2475	2/50

Nota: Adaptado de (FEMA 356, 2000).

2.3.8.3. Objetivos de desempeño

Un objetivo de desempeño sísmico se establece al elegir el nivel de desempeño deseado frente a un cierto grado de actividad sísmica, como lo menciona el Consejo de Tecnología Aplicada (ATC) en 1996. Estos objetivos se basan en límites establecidos, los cuales pueden estar relacionados o no con la integridad estructural (Luque, 2020).

Figura 6

Objetivos de Desempeño, ATC-40

		<i>Nivel de desempeño del edificio</i>			
		Operacional	Ocupación inmediata	Seguridad de vida	Estabilidad estructural
<i>Nivel de sismo de diseño</i>	Sismo de Sismo de servicio	P	NA	NA	NA
	Sismo de diseño	P	P	P	NA
	Sismo máximo	NA	P	P	P

Nota: (Applied Technology Council (ATC), 1996).

Figura 7

Objetivos de Desempeño, Visión 2000

		<i>Nivel de desempeño sísmico</i>			
		Totalmente operacional	Operacional	Seguridad de vida	Prevención de colapso
<i>Sismo de diseño</i>	Ocasional Frecuente (43 años)	o	o	o	o
	Ocasional (72 años)	o	o	o	o
	Raro (475 años)	o	o	o	o
	Muy raro (970 años)	o	o	o	o

Desempeño inaceptable (Para edificaciones nuevas)

Objetivos básicos

Objetivos esenciales

Objetivos de seguridad crítica

Nota: (SEAOC, 1995).

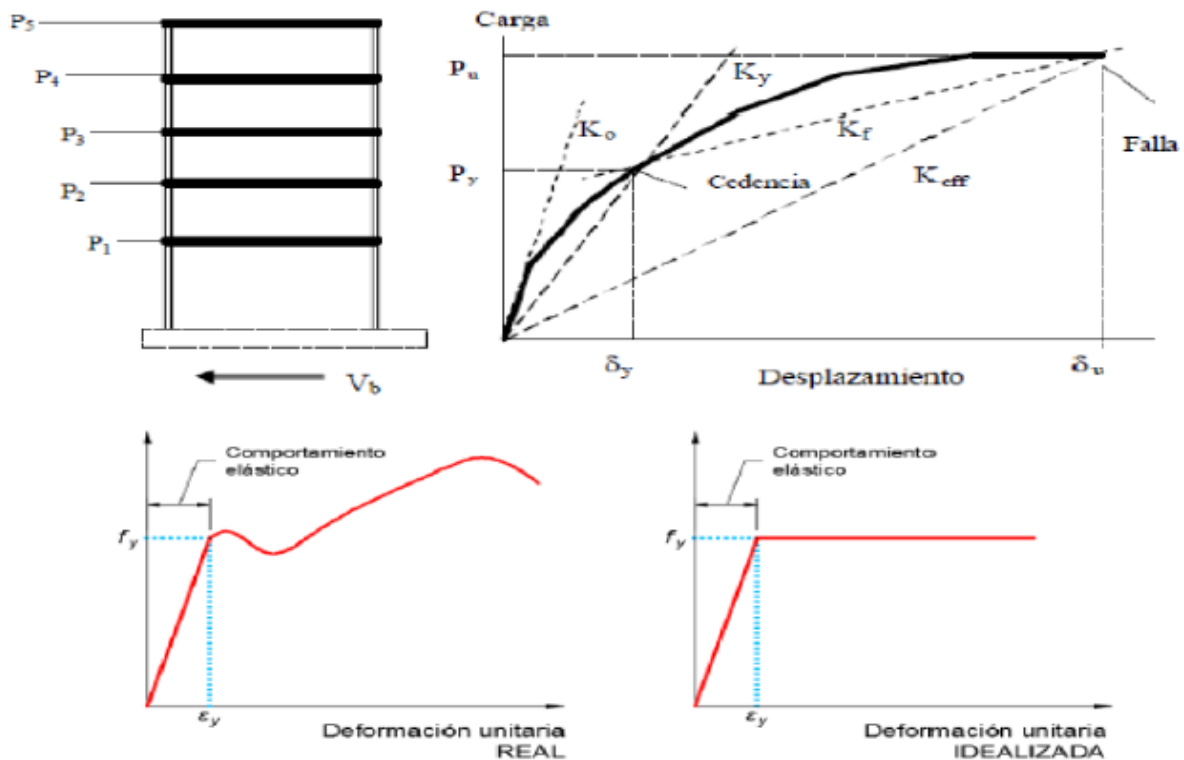
2.3.9. Análisis “Pushover” no lineal estático

El enfoque Pushover implica inducir al colapso una estructura cuya configuración es conocida (Mires, 2019). En este método, se aplica una carga lateral gradualmente creciente a la estructura, representando así la acción de un terremoto. A medida que aumenta la carga, la estructura experimenta deformaciones no lineales, lo que significa que su respuesta no sigue una relación lineal entre la carga y la deformación. Esto permite evaluar cómo la estructura resiste y se deforma ante diferentes niveles de carga sísmica, identificando así posibles puntos de vulnerabilidad y áreas críticas (Gonzales, 2010).

Este método permite evaluar cómo la edificación actúa frente a las fuerzas horizontales provocadas por un terremoto de intensidad conocida, con el fin de determinar su capacidad sísmica (Loa, 2017).

Figura 8

Modelo de Cargas Tangentes, en la Metodología Pushover



Nota: (Urteaga, 2019).

2.3.9.1. Espectro de demanda

La solicitud de energía sísmica comienza siendo representada por el espectro de respuesta elástica de aceleración, generalmente con un amortiguamiento del 5%. Luego, este espectro se convierte al contexto de aceleración espectral en función del desplazamiento espectral. Cada punto del espectro se relaciona con una “aceleración espectral” (S_a), “velocidad espectral” (S_v), “desplazamiento espectral” (S_d) y “período” (T). Para llevar a cabo esta conversión, se determina el valor de desplazamiento espectral (S_{di}) para cada punto de la curva: (Fuentes, 2018)

De la conocida relación:

$$S_v = \omega S_d = S_a / \omega, \text{ y por otro lado } \omega = 2\pi / T \quad (15)$$

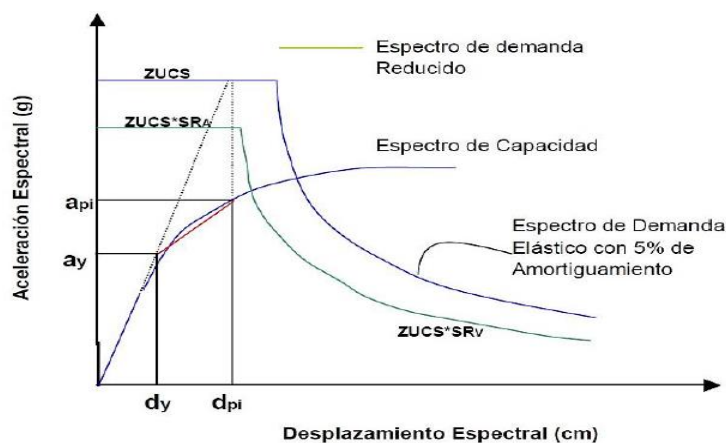
Donde, ω = “frecuencia circular o angular del sistema”.

$$S_{di} = \frac{T_i^2}{4\pi^2} S_{ai} g \quad (16)$$

El espectro de demanda muestra la relación entre la máxima aceleración y el desplazamiento máximo para un periodo y amortiguamiento dados y se ajusta según el nivel de amortiguamiento necesario para las deformaciones esperadas.

Figura 9

Espectro de Demanda



Nota: (Fuentes, 2018).

2.3.9.2. Curva de capacidad

Representación gráfica que muestra la relación entre la fuerza lateral aplicada a la estructura y el desplazamiento resultante en un punto de control, generalmente el techo del edificio. Esta curva ilustra cómo la estructura responde a incrementos progresivos de cargas laterales, permitiendo identificar los puntos de capacidad máxima de carga, y los modos de falla potenciales (Fuentes, 2018).

2.3.9.3. Espectro de capacidad

La curva de capacidad se convierte en un espectro de capacidad, que es una versión en formato ADRS (Aceleración-Desplazamiento) (Fuentes, 2018)

$$PF_1 = \frac{[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g]}{[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g]} \quad (17)$$

$$\alpha_l = \frac{[\sum_{i=l}^N (w_i \phi_{il}) / g]}{[\sum_{i=l}^N w_i / g][\sum_{i=l}^N (w_i \phi_{il}^2) / g]} \quad (18)$$

$$S_{ai} = \frac{V_i / W}{\alpha_1} \quad (19)$$

$$S_{di} = \frac{\Delta_{techo}}{PF_l \phi_{techo,l}} \quad (20)$$

Donde, ϕ_{il} amplitud del modo l en el piso i , N el nivel más alto en la estructura, PF_l factor de participación modal para el primer modo natural, α_l coeficiente modal de masa para el primer modo natural, $\frac{w_i}{g}$ masa asignada a nivel i , V cortante basal, W peso total del edificio, Δ_{techo} , Δ_n desplazamiento en el tope de la estructura, $\phi_{techo,l}$ amplitud del primer modo, S_a y S_d aceleración y desplazamiento espectral, respectivamente.

Para convertir la curva de capacidad al espectro de capacidad se calculan PF_1 y α_1 , y luego se determinan los puntos S_a y S_d en el espectro de capacidad para cada punto en la curva de capacidad (Fuentes, 2018).

2.3.9.4.Punto de desempeño

Intersección entre la curva de capacidad de la estructura y la demanda sísmica dada por un terremoto específico. Representa el estado de equilibrio entre la capacidad de la edificación y las demandas sísmicas. Este punto proporciona información importante sobre el comportamiento de la estructura bajo condiciones sísmicas, indicando si la edificación puede soportar el terremoto sin sufrir daños significativos, si alcanzará un nivel de daño controlado o si está en riesgo de colapso (Fuentes, 2018).

2.3.9.5.Representación bilineal para ubicar el punto de desempeño

El procedimiento consiste en los siguientes pasos: (Fuentes, 2018)

- 1.- Crear un Espectro de Respuesta Elástica Simplificado con un nivel de amortiguamiento del 5% adecuado para el lugar.
- 2.- Reformularía eso como “Convertir la Curva de Capacidad en un Espectro de Capacidad e integrar tanto el Espectro de Capacidad como el de Demanda en un único gráfico”.
- 3.- Elegir un punto de rendimiento provisional (api , dpi).
- 4.- Reformular: Crear una descripción en forma de bilineal del Espectro de Capacidad, estableciendo el periodo inicial (t_0), el desplazamiento de fluencia (dy) y la aceleración de cedencia (ay). Para esta descripción bilineal, se determinan los valores de rigidez post-elástica (α) y ductilidad (μ).
- 5.- Determinar la reducción espectral, tanto para aceleración como para velocidad, denotados como SRA y SRV , respectivamente. Luego, proceder a elaborar el Espectro de Demanda Reducido siguiendo las indicaciones presentadas.
- 6.- Identificar si el rango de necesidades coincide con el rango de capacidades en un punto específico (api , dpi), o si el desplazamiento di , en que el espectro de

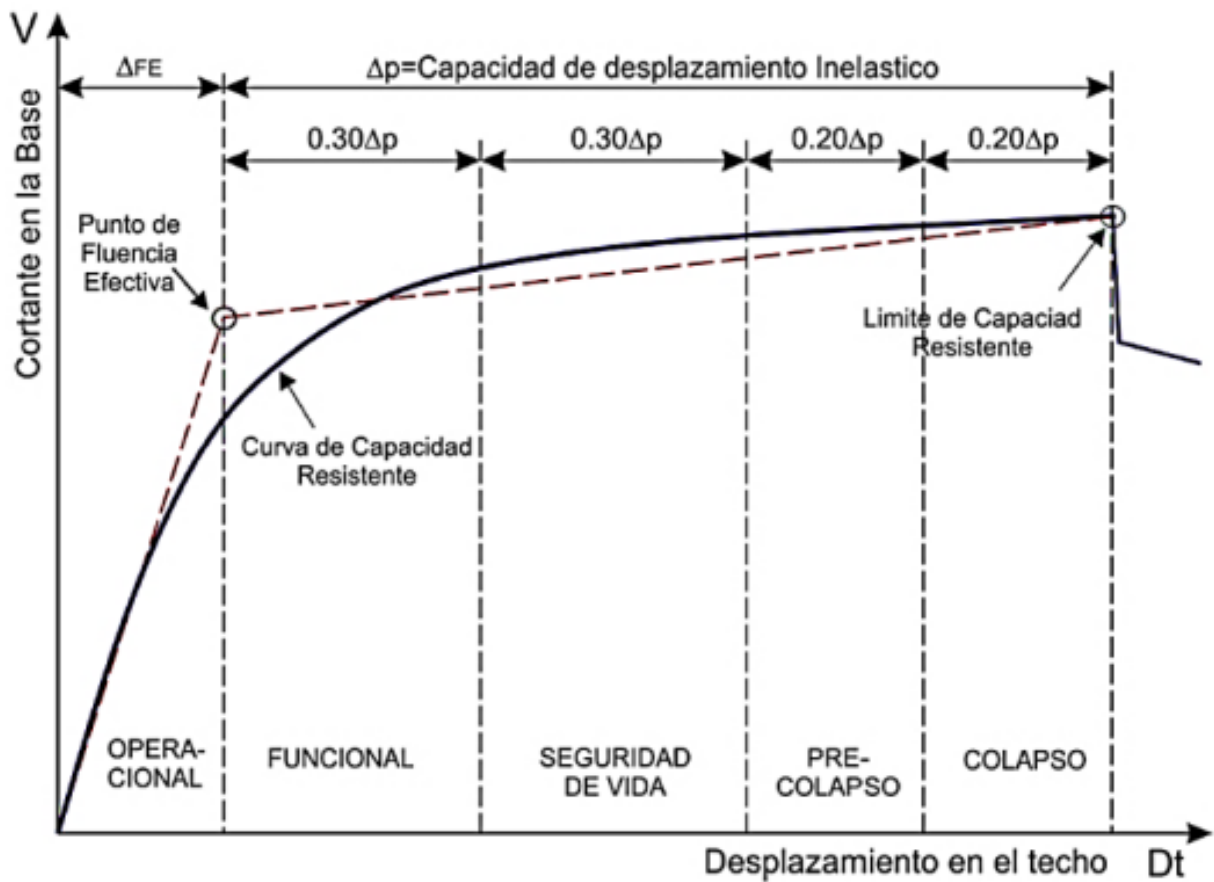
demanda interseca el espectro de capacidad, está dentro de la aceptable tolerancia ($0.95dpi \leq di \leq 1.05dpi$).

7.- Si los rangos de demanda y capacidad no se superponen dentro de los límites permitidos, se debe elegir una nueva opción (api, dpi) y volver al paso 4. Un nuevo punto (api, dpi) puede ser punto de intersección determinado en el paso 6.

8.- Si la demanda prevista se encuentra dentro del rango de capacidad admisible, entonces se establece un punto de rendimiento preliminar (api, dpi) es el punto de desempeño (ap, dp), y el desplazamiento dp , representa el desplazamiento estructural máximo esperado para el terremoto de demanda.

Figura 10

Simbolización Bilineal del Espectro de Capacidad



Nota: (Vega G. , 2020).

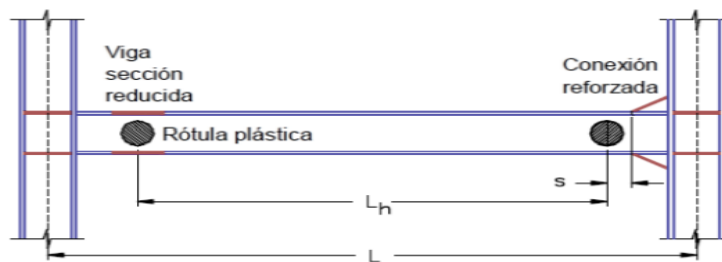
2.3.10. Rótulas plásticas y fallas estructurales

2.3.10.1. Rótulas plásticas

Las rótulas plásticas son elementos de disipación de energía que permiten la rotación de áreas deformadas en elementos estructurales como vigas, columnas y muros. Estos componentes liberan energía al permitir la rotación durante eventos sísmicos, evitando así daños graves en la estructura. Sin embargo, su ubicación adecuada es crucial para evitar posibles inestabilidades en la estructura en su conjunto. Estas rótulas se forman debido a la deformación plástica generada por movimientos sísmicos, representando un tipo de daño que contribuye a la capacidad de la estructura para absorber energía (García & Pinzón, 2022).

Figura 11

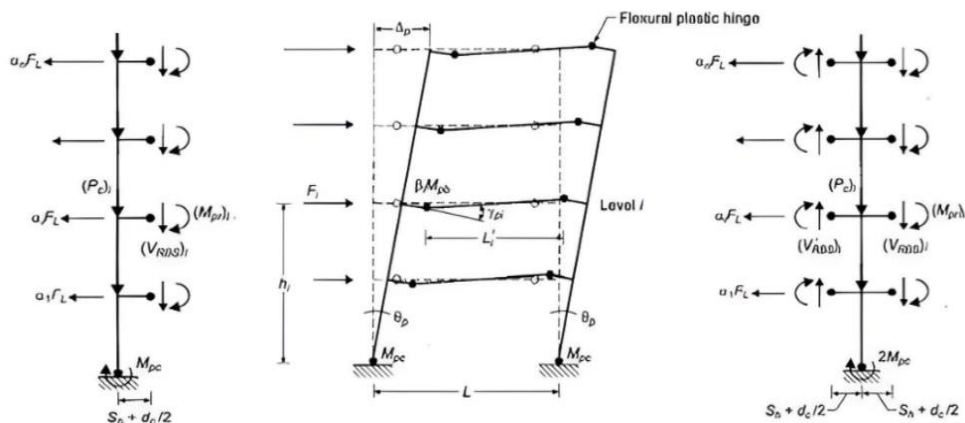
Ubicación Ideal de las Rótulas Plásticas



Nota: (García & Pinzón, 2022).

Figura 12

Lugares Ideales Donde se Puede Producir Rótulas Plásticas



Nota: (García & Pinzón, 2022).

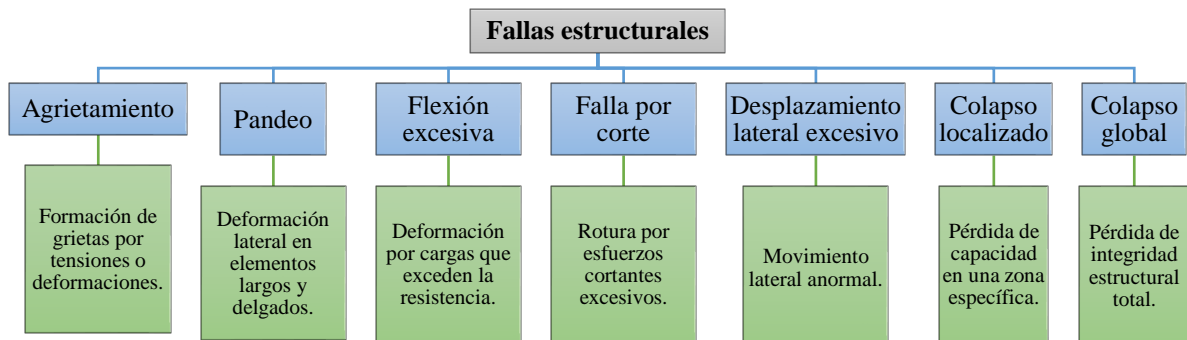
2.3.10.2. Fallas estructurales

Las fallas estructurales se refieren a la pérdida de integridad o capacidad de carga de los elementos que componen una estructura, como vigas, columnas, losas, etc. La falla de algún elemento estructural ocurre cuando el desempeño deja de cumplir su función de forma eficiente (Sotil & Zegarra, 2015). Una falla estructural puede provocar que la edificación no se desempeñe de acuerdo a lo esperado por el diseño inicial.

Las fallas frente a eventos sísmicos se refieren a los daños o deformaciones que sufren los elementos estructurales de un edificio debido a la acción de un terremoto. Estas fallas pueden ser provocadas por la incapacidad de la estructura para resistir las fuerzas sísmicas, lo que puede resultar en grietas, fracturas, desplazamientos o colapso de la estructura. Las estructuras pueden experimentar diferentes tipos de fallas, como pandeo, flexión excesiva, falla por corte, desplazamiento lateral excesivo, entre otros, dependiendo de su diseño, materiales y condiciones de carga. La prevención de estas fallas es fundamental para avalar la seguridad de la estructura y de los ocupantes durante un evento sísmico (Sotil & Zegarra, 2015).

Figura 13

Fallas Estructurales



Nota: (Sotil & Zegarra, 2015).

2.4. Hipótesis

Ho: El nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, por el método no lineal estático “Pushover” no cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40.

H1: El nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, por el método no lineal estático “Pushover” cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. Variable única: Nivel de desempeño sísmico

Capacidad de la edificación para resistir y mantener su integridad durante un evento sísmico. Este nivel se evalúa con base en los objetivos de desempeño dados en el documento ATC-40. Estos objetivos de desempeño definen los criterios que una estructura debe cumplir para considerarse satisfactoriamente resistente a los efectos de un terremoto. Al seguir las directrices del ATC-40, los ingenieros pueden determinar si una estructura es capaz de cumplir con estos objetivos y, por lo tanto, proporcionar un nivel adecuado de protección ante eventos sísmicos.

Tabla 12

Matriz de Operacionalización de la Variable Única

VARIABLES	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Ítem		
Nivel de desempeño sísmico	nivel se evalúa con base en los objetivos de desempeño dados en el documento ATC-40 para el análisis estático no lineal Pushover.	Parámetros estructurales y sísmicos	Características que especifica la norma E.030 para cada edificación, y zona donde se ubica.	Zonas sísmicas	1, 2, 3, 4		
				Perfil del suelo	1, 2, 3, 4		
				Categoría	A, B, C, D		
				Sistema estructural	---		
				Coefficiente de reducción	%		
				Irregularidad	%		
				Derivas	mm		
		Análisis sísmico norma E.030	Es el análisis estático y dinámico de la edificación para definir las derivas, desplazamientos y cortante en la base	Análisis sísmico norma E.030	Es el análisis estático y dinámico de la edificación para definir las derivas, desplazamientos y cortante en la base	Desplazamiento	mm
						Cortante estática	ton
						Cortante dinámica	ton
						Modos de vibración	Seg.
						Curva de demanda	m-ton
						Espectro de demanda	Sa-Sd
						Curva de capacidad	m-ton
Análisis no lineal estático Pushover	Análisis no lineal estático Pushover	Es el método de empuje incremental, donde la edificación se somete a cargas laterales, que se incrementan hasta llevar al colapso a la edificación	Es el método de empuje incremental, donde la edificación se somete a cargas laterales, que se incrementan hasta llevar al colapso a la edificación	Espectro de capacidad	Sa-Sd		
				Punto de desempeño	m-ton		
				Objetivos de desempeño	Cumple/ no cumple		
				Rótulas plásticas	Nº		

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación se caracteriza por ser de enfoque cuantitativo, tipo básica y nivel explicativo. Este enfoque cuantitativo se refleja en la obtención de cantidades y/o dimensiones de la evaluación del desempeño sísmico de la edificación. Para ello, se llevó a cabo un análisis cuantitativo a través del método no lineal estático “Pushover”, el cual permitió determinar con precisión el nivel de desempeño estructural del pabellón de Contabilidad, identificando los puntos en los que la capacidad de la estructura y la demanda sísmica se interceptan en diferentes escenarios de carga (escenarios sísmicos). Este análisis cuantitativo facilitó la identificación de desplazamientos y cortantes basales que la edificación experimenta ante sismos frecuentes, de diseño y máximos.

Además, la investigación de un análisis cuantitativo nos permitió cuantificar el desempeño estructural, evaluando el comportamiento de la edificación en términos de categorías como colapso, pre colapso, operacional y/o funcional de acuerdo a la norma ATC-40 (1996). Estas categorías se asociaron a diferentes niveles de sismo, como el sismo de servicio, el sismo de diseño y el sismo máximo esperado, lo cual permitió establecer un criterio cuantitativo sobre la capacidad del edificio para mantener su funcionalidad o integridad estructural ante distintos grados de severidad. sísmica.

Para cuantificar el desempeño de la edificación, se adoptaron los criterios específicos de la norma ATC-40 (1996) para la aplicación del análisis “Pushover”. En primer lugar, se encontró el punto de intercepción del espectro de capacidad y el espectro de demanda, denominado punto de desempeño, el cual se determina

para cada tipo de sismo (servicio, diseño y máximo), luego este punto se ubica dentro de la curva de capacidad de la edificación, cuantificando así el desempeño de la edificación de acuerdo al nivel de cumplimiento de los objetivos de desempeño presentados en la Figura 6.

El tipo de estudio es básico, ya que se centra en el discernimiento fundamental del comportamiento sísmico de la estructura sin una aplicación inmediata en el campo práctico. Se buscó comprender las bases teóricas y los principios que rigen la respuesta sísmica del edificio, lo que contribuye al conocimiento general.

El nivel explicativo de la investigación se evidencia en la profundidad con la que se abordaron las causas y los efectos del comportamiento sísmico del edificio. No solo se limitó a describir el fenómeno, sino que también explicó detalladamente cómo y por qué el edificio responde de cierta manera bajo diferentes cargas sísmicas. Este nivel de análisis permite entender los mecanismos internos de la estructura y proporciona información valiosa para futuras investigaciones y potenciales mejoras en el diseño de edificaciones similares.

Tabla 13

Tipo de Investigación según Algunos Criterios

Criterio	Tipo de investigación
Control de diseño de la prueba	No experimental
Estrategia o enfoque metodológico	cuantitativo
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde sucede	Biblioteca, laboratorio, campo
Finalidad	Básica
Objetivos	Explicativa
Fuente de datos	cuantitativo

Nota: (Grajales, 2000).

3.2. Diseño de investigación

La investigación adoptó un diseño no experimental descriptivo simple porque se centró en la observación y análisis del comportamiento de una estructura existente, sin manipular ni alterar las variables en estudio. Se caracterizó el desempeño sísmico del edificio a través del análisis estructural “Pushover”. Este diseño ha permitido describir el comportamiento de la edificación ante diferentes niveles de demanda sísmica, como los desplazamientos, cortantes basales y niveles de daño de la estructura.

$$M \leftarrow O \quad (21)$$

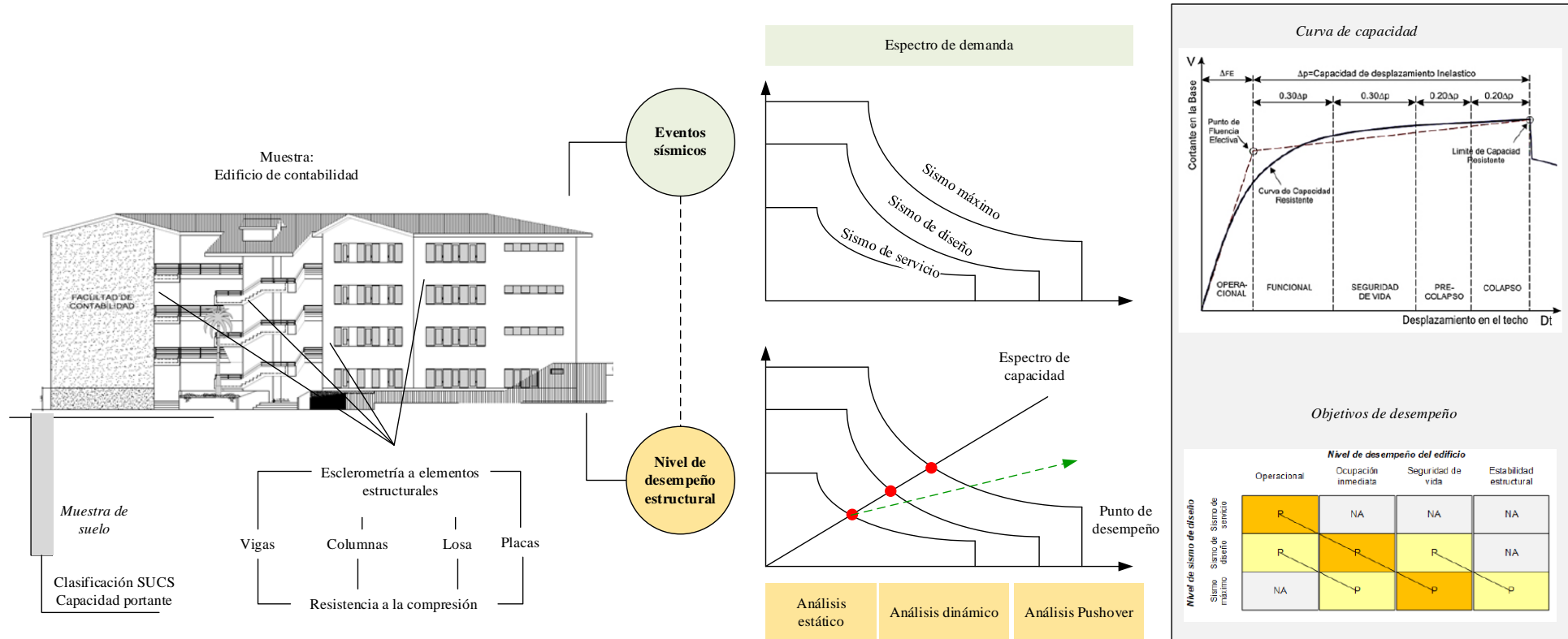
Donde, M es la muestra, O es la observación a la variable de estudio.

3.3. Métodos de investigación

Se empleó el método analítico sintético. Este método permitió integrar y sintetizar los datos obtenidos de las evaluaciones estructurales y resultados de análisis Pushover. A través de esta combinación de información, se buscó desarrollar una comprensión holística y completa del desempeño sísmico, identificando áreas de mejora y puntos críticos que requieren atención especial en términos de seguridad sísmica.

Figura 14

Esquema del Diseño Descriptivo Causal Simple



3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

El edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC), ubicado en el campus universitario Colpamatará, de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Figura 15

Edificio de Contabilidad



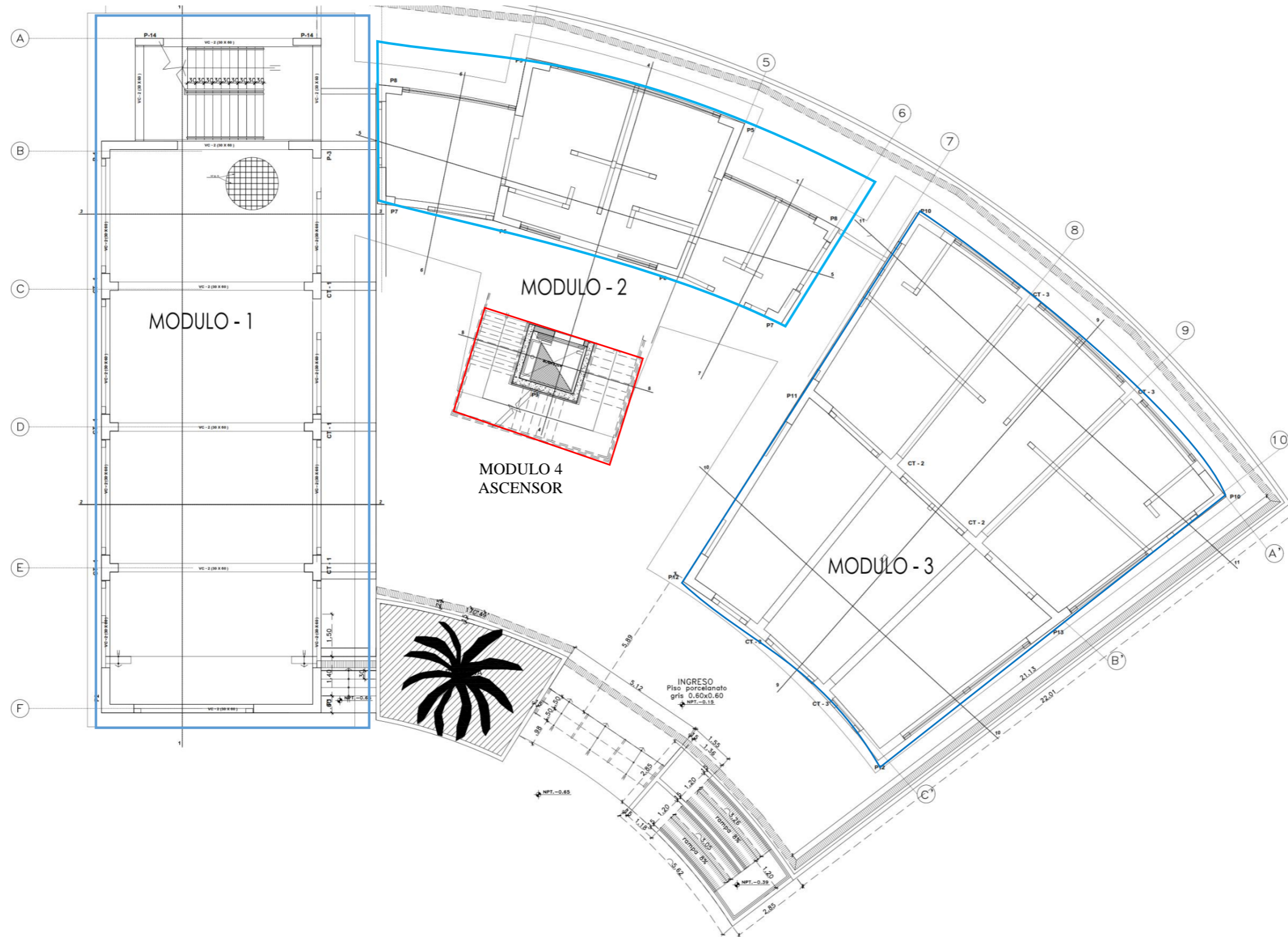
Nota: (Google earth, 2022).

3.4.2. Muestra

Para el caso de estudio, se trabajó con muestra poblacional (muestreo no probabilístico por conveniencia), y estuvo conformada por los tres módulos del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) UNACH. El edificio de la EPC, tiene cuatro (4) niveles, está integrada por tres módulos, el módulo 1 y 3 destinados a labores académicas, donde hay aulas, auditorios y laboratorios de computación, mientras que el módulo 2, corresponde a oficinas administrativas, servicios higiénicos, y el módulo 4 correspondiente al ascensor (Los planos se muestran en anexos).

Figura 16

Módulos del Edificio de Contabilidad



Nota: (Expediente técnico del pabellón de Contabilidad, 2013). Ver en anexos planos para mayor detalle.

Figura 17

Panorama en Altura del Edificio de Contabilidad



Nota: (Expediente técnico del pabellón de Contabilidad, 2013).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación. Consistió en la visualización detallada del entorno de estudio y las características de la muestra, es decir, el edificio en cuestión. Se verificaron las dimensiones geométricas, los materiales utilizados y otros datos relevantes en campo, contrastando esta información con el expediente técnico.

Revisión documental. Se realizó la exhaustiva revisión del expediente técnico (ET) de la construcción del edificio de Contabilidad. Esta revisión permitió recopilar los planos arquitectónicos, estructurales y otros datos esenciales para el estudio.

Ensayos básicos. Se llevaron a cabo tanto ensayos in situ como ex situ para obtener datos fundamentales sobre la edificación y su entorno:

- Ensayos a los elementos estructurales (Esclerometría): Se realizaron pruebas de esclerometría en vigas, columnas, losas y escaleras del edificio.
- Ensayos al suelo de cimentación: Se efectuaron diversos ensayos para evaluar las propiedades del suelo donde se cimenta el edificio, incluyendo pruebas de clasificación y corte directo. Estos ensayos permitieron calcular la capacidad portante del suelo y en base a ello definir el perfil del suelo.

Cálculo de cargas. Se calcularon los pesos de los elementos estructurales (vigas, columnas, losas) y de los materiales de acabado; y se evaluaron las cargas debidas al uso y ocupación del edificio, basándose en las normativas.

Análisis sísmico. Esta técnica involucró una serie de procesos destinados a determinar el nivel de desempeño estructural del edificio frente a eventos sísmicos, empleando diversos tipos de análisis:

- Análisis estático: Se realizó un análisis de la cortante basal para evaluar la capacidad de la estructura para soportar fuerzas laterales estáticas.
- Análisis dinámico: Se llevaron a cabo cálculos de derivas, desplazamientos, cortante dinámica y modos de vibración para entender cómo el edificio responde a fuerzas dinámicas. Estos análisis permitieron identificar las frecuencias naturales de vibración y los desplazamientos máximos esperados bajo condiciones sísmicas.
- Análisis Pushover: Este análisis incluyó la generación de los espectro de análisis y la determinación del punto de desempeño. El análisis Pushover permitió identificar los objetivos de desempeño del edificio, como operacional, funcional, pre-colapso y colapso.

3.5.2. Instrumentos

Cuaderno de campo. Medio donde se registraron todas las observaciones realizadas. Se anotaron detalles sobre las condiciones del sitio, las características visibles de la edificación, y cualquier incidencia o anomalía observada durante las visitas al campus universitario Colpamatará. Este registro detallado sirvió como una base de datos cualitativos que permitió cuantificar los resultados obtenidos a lo largo del estudio.

Fichas de registro. Incluyeron detalles sobre los materiales utilizados, las especificaciones de diseño, y las características estructurales del edificio. Este instrumento permitió tener una visión clara y estructurada de los aspectos constructivos y técnicos esenciales para el análisis sísmico.

Formatos de ensayos. Estos formatos fueron utilizados para presentar los resultados de los ensayos realizados tanto in situ como ex situ. En el caso de los ensayos in situ, se documentaron los resultados de las pruebas de esclerometría

aplicadas a los elementos estructurales (vigas, columnas, losas y escaleras) para determinar su resistencia a la compresión actual. En cuanto a los ensayos ex situ, se registraron los resultados de las pruebas de mecánica de suelos que se llevaron a cabo para evaluar la capacidad portante del suelo de cimentación.

Formato de metrado de cargas. Documento estructurado que se utiliza para registrar y estimar todas las cargas de la estructura. Este formato incluye detalles sobre cada tipo de carga, su magnitud, ubicación y distribución en el edificio determinado de acuerdo a la norma E.020.

Modelo de análisis sísmico. Este fue un modelo digital elaborado en el programa ETABS v. 2018, utilizado para realizar los diferentes tipos de análisis sísmico: estático, dinámico y pushover. El modelo digital permitió simular el comportamiento del edificio bajo diversas condiciones sísmicas, proporcionando una herramienta poderosa para visualizar y entender cómo la estructura respondería a diferentes escenarios de carga sísmica.

Tabla 14

Técnicas e Instrumentos para el Recojo de Datos

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Nivel de desempeño sísmico	Muestra del suelo	Ensayos ex situ	Formatos de laboratorio
	In situ	Observación	Cuaderno de campo
	Expediente técnico	Revisión documental	Formato de registro
	Esclerometría a elementos estructurales	Ensayos in situ	Formatos de ensayo
	Metrado de cargas	Cálculo de cargas	Formato de metrado
	Análisis estático	Análisis sísmico	Modelo de análisis sísmico
	Análisis dinámico		
	Análisis Pushover		

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

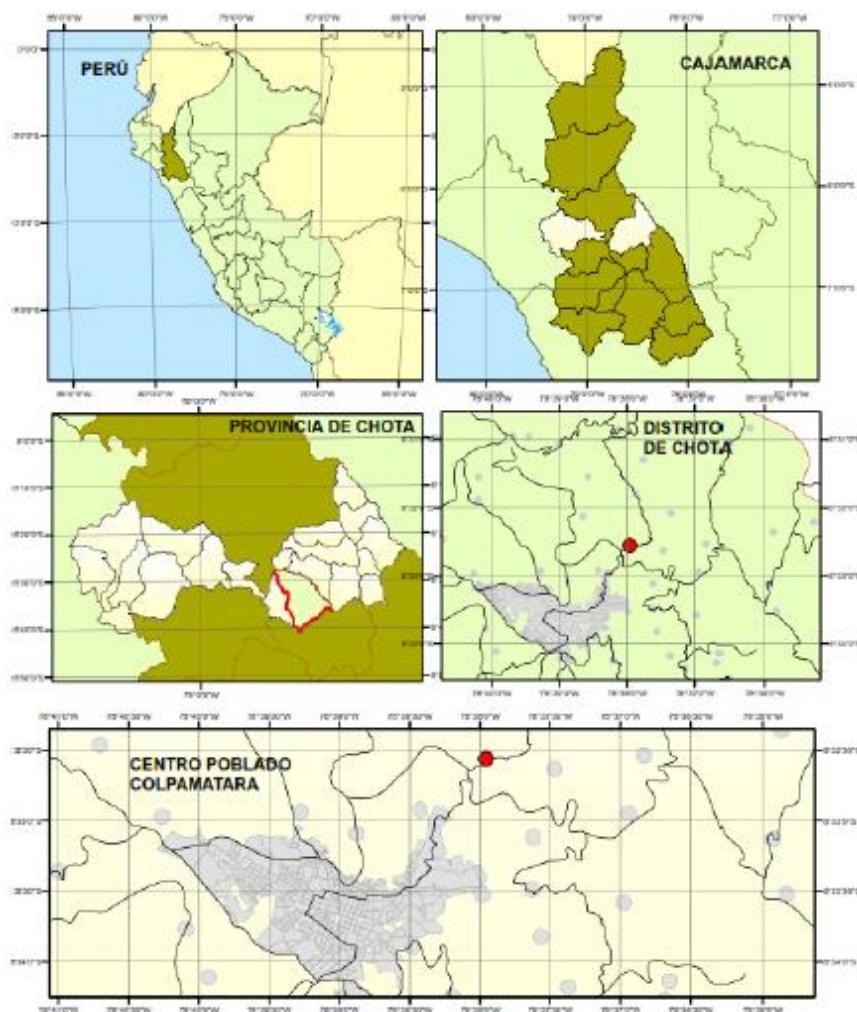
3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Ubicación geográfica

El campus universitario de la UNACH está delimitado en el C.P. Colpamatara, distrito y provincia Chota, en las coordenadas UTM WGS84 759907.01 m, 9274121.38 m S a una altura de 2,388 msnm. Se accede al mismo por la carretera afirmada Chota – Colpamatara de 10 km, a 15 minutos de la plaza de armas de la ciudad de Chota.

Figura 18

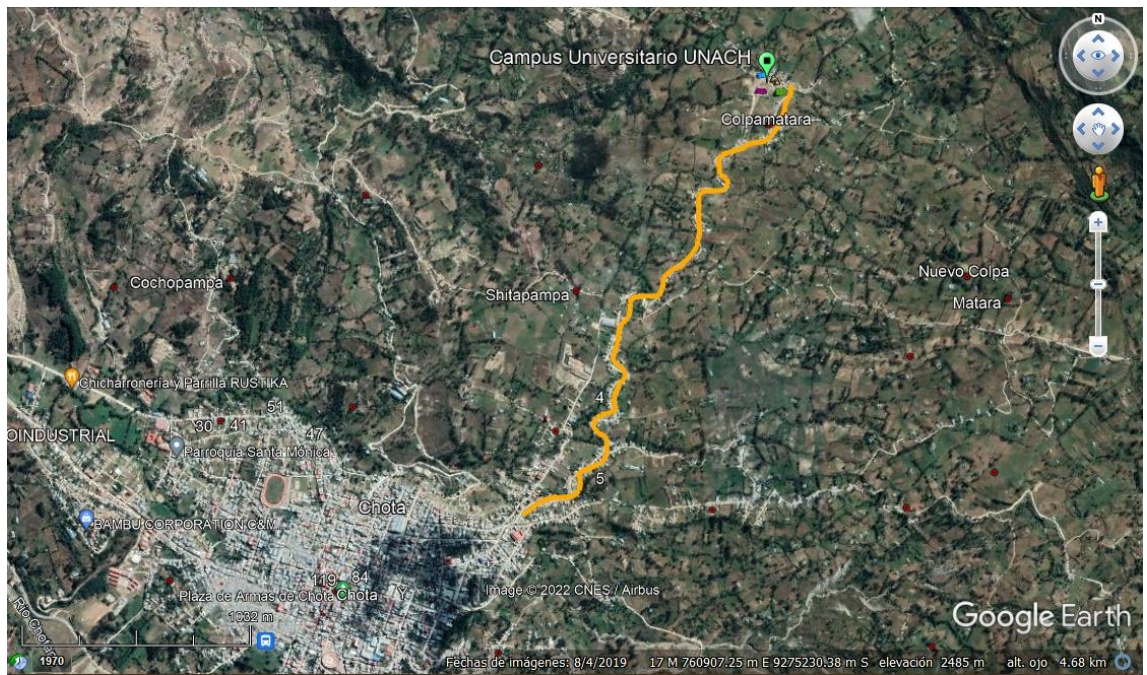
Ubicación del Campus Universitario Colpamatara UNACH



Nota: (Fernández, 2022).

Figura 19

Acceso a Colpamatará



Nota: (Google earth, 2024).

Figura 20

Campus Universitario Colpamatará



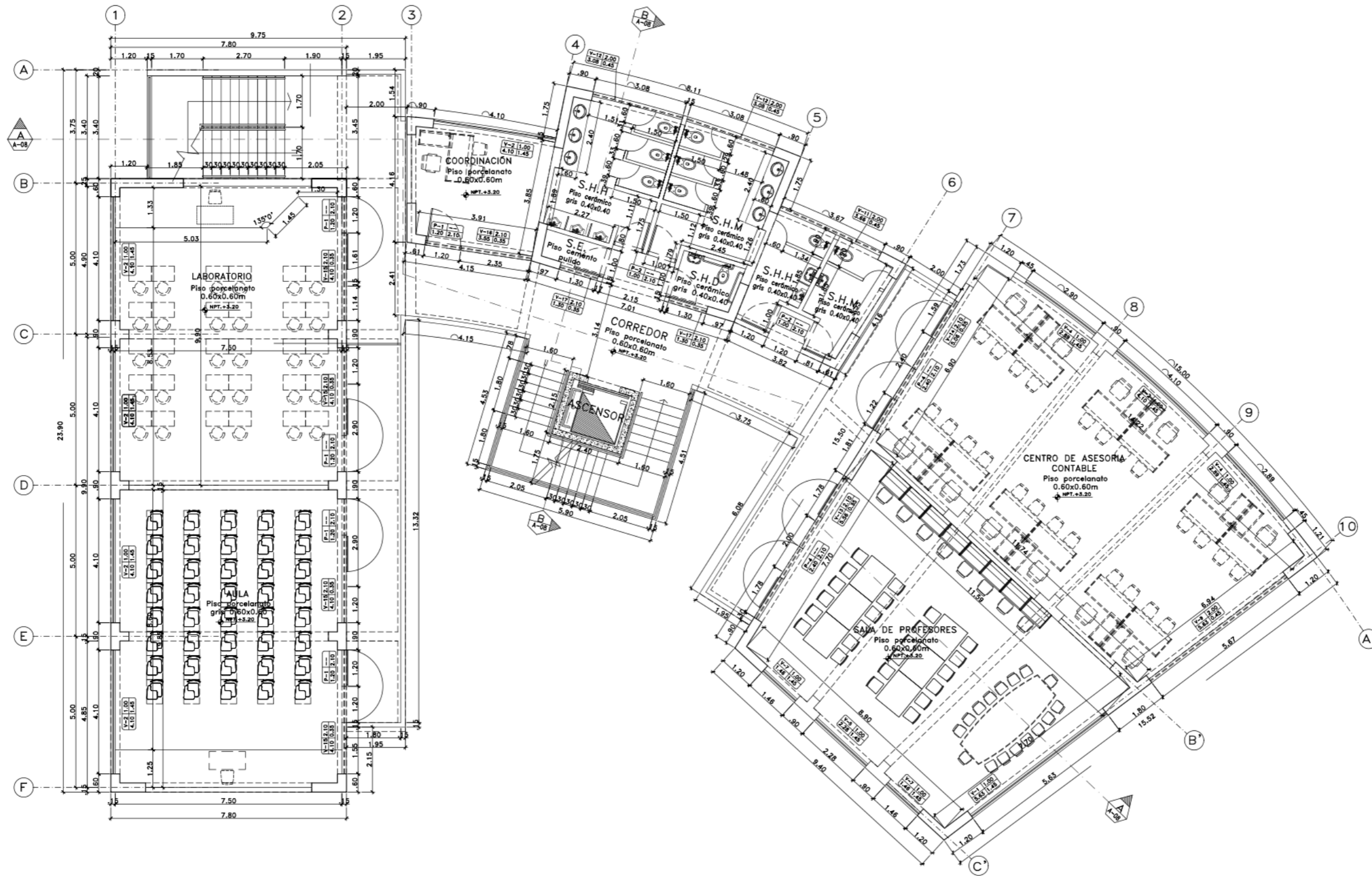
Nota: (Google earth, 2024).

3.6.1.2.Revisión del expediente técnico

En la revisión del expediente técnico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad, se examinaron minuciosamente los diseños arquitectónicos y estructurales con el fin de desarrollar un modelo preciso para el estudio de su resistencia sísmica. También se revisó el análisis sísmico estructural originalmente efectuado para planificar la construcción, con el propósito de identificar los factores que pudieron verse afectados por las actualizaciones en la normativa E.030. Además, se cotejaron los datos de fuerza de los materiales detallados en las especificaciones técnicas del expediente con la información obtenida en terreno acerca de la resistencia de los componentes estructurales. En paralelo, se comparó el análisis fundamental de mecánica de suelos, presentado en el expediente técnico, con la información recabada del estudio actual del suelo para la cimentación. Toda esta información relevante y significativa del expediente técnico se recopiló y registró para su aplicación en el modelamiento del edificio.

Figura 21

Vista de la Arquitectura de la Edificación en Planta



Nota: (Expediente técnico del pabellón de Contabilidad, 2013). Ver en anexos planos para mayor detalle.

3.6.1.3. Visita de campo

El proceso de visita de campo a la Escuela Profesional de Contabilidad de la UNACH para medir los elementos estructurales, como columnas, vigas y losas, incluyó varias etapas detalladas a continuación:

a) Preparación y planificación

Antes de realizar la visita de campo, se llevó a cabo una planificación cuidadosa que incluyó la revisión de planos del edificio, obtenidos del expediente técnico. Se definieron los puntos específicos donde se realizarían las mediciones y se prepararon los instrumentos necesarios, como cintas métricas, láseres de medición y cámaras fotográficas.

b) Coordinación con la universidad

Se coordinó con las autoridades de la UNACH para obtener los permisos necesarios y asegurar el acceso a todas las áreas del edificio. Además, se programó la visita en un momento que no interfiriera con las actividades académicas y administrativas en el edificio.

c) Ejecución de la visita de campo

Durante la visita de campo, se realizó un recorrido completo por el edificio, siguiendo el plan establecido. Las actividades incluyeron:

Medición de Columnas: Se midieron las dimensiones (altura, ancho y profundidad) de las columnas en diferentes pisos del edificio. Estas medidas se tomaron utilizando cintas métricas y dispositivos láser, asegurando la precisión en las lecturas.

Medición de Vigas: Se determinaron las dimensiones (longitud, altura y ancho) de las vigas, así como su ubicación exacta en la estructura.

Medición de losas: Se midió el espesor y la extensión de las losas de cada piso, registrando cualquier variación en las dimensiones que pudiera influir en el análisis sísmico.

Figura 22

Visita de Campo a la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH



d) Registro y documentación

Todos los datos se registraron en cuadernos de campo y fichas de registro, documentando cada medida y observación con precisión. Se tomaron fotografías de los elementos estructurales para complementar las mediciones y proporcionar una referencia visual para el análisis posterior.

3.6.1.4. Estudio de mecánica de suelos

El suelo arcilloso de baja plasticidad con 17.21% de contenido de humedad, tiene límite líquido de 48.21% e índice de plasticidad de 27.73%. Respecto a las propiedades mecánicas, el suelo tenía cohesión de 0.24 kg/cm² y 11.74° de ángulo de fricción, con lo cual alcanza la capacidad portante de 0.87 kg/cm² para cimentación cuadrada (zapata) de 1.5 m, tal como se detalla en la Tabla 15.

Tomando en cuenta la capacidad portante del suelo (0.87 kg/cm²) se ha determinado que este se encuentra dentro del perfil de suelo S2 (suelos intermedios) en base a la norma E.030, por lo que, considerando que, la zona sísmica es S2, los factores de suelo S son 1.20, el T_p y T_L son 0.60 y 2.0, correspondientemente.

Tabla 15

Propiedades del Suelo de Cimentación del Edificio de Contabilidad – UNACH

	Suelo
Humedad (%)	17.21
% peso material mayor a tamiz N° 4	0.22
% peso material menor a tamiz N° 4	99.78
LL (%)	48.21
LP (%)	20.48
IP (%)	27.73
Clasificación (SUCS)	CL
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.750
Cohesión (kg/cm ²)	0.24
Ángulo de fricción (°)	11.74
Profundidad de cimentación (m)	1.50
Ancho de cimentación (m)	1.50
Capacidad portante (kg/cm ²) para cimentación cuadrada (zapata)	0.87

a) Extracción de muestra de suelo de cimentación

Se realizó la excavación de una (1) calicata, por métodos manuales utilizando picos y palanas, de profundidad de 2.50 m, de la cual, se obtuvo muestra alterada para los ensayos de clasificación, y tres muestras inalteradas, con un muestreo rectangular, las cuales fueron cubiertas con bolsas plásticas para evitar su pérdida de humedad.

Figura 23

Excavación de Muestras de Suelo de Cimentación



b) Ensayos de mecánica de suelos

Se realizaron pruebas en el laboratorio de mecánica de suelos de la “Escuela Profesional de Ingeniería Civil” de la UNACH.

Contenido de humedad NTP 339.127 INACAL (2019)

- Se realizó la medición del peso de la muestra antes y después de su exposición al horno.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(P2-P3)}{(P3-P1)} \times 100 \quad (22)$$

Donde: P1 era el peso del recipiente vacío, P2 era el peso del recipiente más la muestra húmeda, P3 era el peso del recipiente más la muestra seca.

Granulometría NTP 339.128 (INACAL, 2019)

- El suelo se pasó por un juego de tamices, registrando la cantidad de material retenido en cada tamiz

$$\text{Porcentaje retenido} = \frac{\text{Peso retenido}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100 \quad (23)$$

$$\text{Porcentaje que pasa} = \frac{\text{Peso que pasa}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100 \quad (24)$$

Límite líquido NTP 339.129 (INACAL, 2019)

- Se utilizó una muestra que pasó el tamiz N° 40 y se sometió a contacto con agua durante 24 horas, formando una mezcla pastosa.
- La mezcla se enrasó en la copa Casagrande, se separó por un ranurador y se contó el número de porrazos para unir la muestra separada, esperando que fueran 25 golpes.
- La muestra se llevó al horno, pesándola previamente y luego de ser retirada del horno. El ensayo se repitió dos veces más.

Límite plástico NTP 339.129 (INACAL, 2019)

- Los rollos se llevaron al horno, pesándolos previamente y después de ser retirados. El ensayo se repitió dos veces.

$$LL = Wn \times \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan\beta} \quad (25)$$

$$LP = \frac{\text{Humedad 1} + \text{Humedad 2}}{2} \times 100 \quad (26)$$

$$IP = LL - LP \quad (27)$$

$$IL = \frac{w-LP}{LL-LP} \times 100 \quad (28)$$

Donde, LL limite líquido, Wn humedad natural, N número de golpes, $\tan\beta$ pendiente de la línea de flujo (0.121 aproximadamente), LP límite plástico, IP índice de plasticidad, IL índice de liquidez.

Corte directo NTP 339.171 (INACAL, 2017)

- Se preparó la máquina de corte directo.
- Se preparó el espécimen de suelo.
- La muestra se colocó en el equipo de corte directo.
- Se aplicó una carga vertical permanente y se aplicaron cargas tangenciales mediante las deformaciones del resorte del anillo horizontal.
- Se registraron las deformaciones y el ensayo se repitió en dos muestras más.
- Se dibujaron las curvas esfuerzo-deformación para determinar la cohesión y el ángulo de fricción.

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (29)$$

Donde, τ esfuerzo cortante, F fuerza cortante, A área corregida.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (30)$$

Donde, σ esfuerzo normal, F carga normal del espécimen, A área corregida.

$$v = \frac{\delta}{t_e} \quad (31)$$

Donde, v velocidad de desplazamiento, δ desplazamiento lateral relativo, t_e tiempo transcurrido durante el ensayo.

$$\tau = C + \sigma(\tan\phi) \quad (32)$$

Donde, τ esfuerzo cortante, σ esfuerzo normal, C cohesión, ϕ ángulo de fricción.

Figura 24

Realización de Ensayos de Laboratorio en EPIC – UNACH



c) Cálculo de la capacidad portante

Braja Das (2015) explica la teoría de Terzaghi para estimar la capacidad portante del suelo sobre el que se ha situado una cimentación cuadrada.

Para fractura general:

$$q_u = 1.3 \times c \times N_c + q \times N_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad C. \text{cuadrada} \quad (33)$$

Para fractura local:

$$q_u = 0.867 \times c \times N'_c + q \times N'_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \quad C. \text{cuadrada} \quad (34)$$

En las ecuaciones, C es la cohesión del suelo, el peso específico del suelo, $q = \gamma D_f$.

Los factores de capacidad de carga N_c, N_q, N_γ se precisan por:

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1) \quad (35)$$

$$N_q = \frac{e^{2(\frac{3\pi}{4} - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2(45 + \frac{\phi}{2})} \quad (36)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \tan \phi \quad (37)$$

3.6.1.5. Ensayos de esclerometría

En esta parte de la investigación, los tesisistas realizaron un análisis detallado de la resistencia a compresión de los distintos elementos estructurales del edificio mediante el uso de un esclerómetro.

a) Materiales y equipos utilizados

- Esclerómetro Test Hammer de la EPIC – UNACH
- Cincel para remover el tarrajeo
- Pintura, masilla y mortero para reparar el tarrajeo removido

b) Procedimiento del ensayo

En placas, vigas, columnas y losa de cada uno de los módulos se ha realizado el ensayo de esclerometría para comprobar la resistencia a compresión del concreto. Para ello se han tomado tres puntos aleatorios en cada uno de los tres módulos y el ascensor (placas) por cada elemento estructural, dando un total de 42 puntos de esclerometría.

Para realizar el ensayo conforme a la NTP 339.181 (INACAL, 2020) primero se retiró el tarrajeo de los puntos de muestreo, luego se dibujó un diagrama cuadrangular y se colocó el esclerómetro Test Hammer en forma perpendicular a la superficie del concreto (ángulo de prueba 90°), ejerciendo presión sobre este y registrando el número de rebotes del martillo, dato que se utiliza en la determinación de la capacidad mecánica ($f'c$) del concreto.

c) Procesamiento de resistencias

Los resultados fueron procesados por los tesisistas de acuerdo a la ecuación definida para el sentido del ensayo (90°).

$$y = 0.1136x^2 + 9.8122x - 141.45 \quad (38)$$

Donde, y es la resistencia a compresión, x es el número de rebotes registrado.

Figura 25

Realización del Ensayo de Esclerometría en la Escalera del Módulo 1 del Edificio de Contabilidad de la UNACH



Figura 26

Realización del Ensayo de Esclerometría en las Columnas del Módulo 3 del Edificio de Contabilidad de la UNACH



d) Resultados del ensayo de esclerometría

Respectivamente se ha determinado que, en el módulo 1, 2 y 3 las placas resisten 218.33, 233.33 y 236 kg/cm², las columnas resisten 239, 221.67 y 245 kg/cm², las vigas 196, 193.33 y 187 kg/cm², y las losas 215, 218.33 y 200.67 kg/cm²; mientras que, para el módulo 4 el ascensor tiene f^c promedio de 229.00 kg/cm². De estos valores se tomó la resistencia promedio para los elementos que no superaban el f^c de diseño (210 kg/cm²) y para aquellos elementos que, superaban el f^c de diseño se tomó 210 kg/cm² como resistencia a compresión alcanzada para el modelamiento estructural.

Tabla 16

Resistencia a Compresión en los Módulos del Edificio de Contabilidad según el Ensayo de Esclerometría

Módulo/ Elemento estructural	Número de rebotes				F ^c de modelamiento (kg/cm ²)
	Punto N° 1	Punto N° 2	Punto N° 3	Resistencia promedio (kg/cm ²)	
Módulo 1					
Placa	262	209	184	218.33	210
Columna	272	245	200	239.00	210
Viga	211	183	194	196.00	195
Losa	217	215	213	215.00	210
Escalera del módulo 1	262	183	198	214.33	210
Módulo 2					
Placa	263	245	192	233.33	210
Columna	230	211	224	221.67	210
Viga	216	184	180	193.33	190
Losa	248	192	215	218.33	210
Módulo 3					
Placa	247	245	216	236.00	210
Columna	239	249	247	245.00	210
Viga	180	194	187	187.00	185
Losa	197	200	205	200.67	200
Ascensor (placa)	252	211	224	229.00	210

3.6.1.6. Esquematización de la edificación en Revit 2023

El proceso de esquematización de la edificación de la Escuela Profesional de Contabilidad de la UNACH, llevado a cabo en el programa Revit 2023, representó una etapa esencial en la investigación. Se trató de un procedimiento meticuloso, en el cual se procedió al modelado tridimensional de los tres módulos que componen la estructura del edificio, así como del ascensor, tomando como base las dimensiones proporcionadas en los planos arquitectónicos y estructurales originales.

La labor comenzó con la digitalización de los planos disponibles, que fueron cuidadosamente comparados y verificados en campo para garantizar la fidelidad del modelo. Este paso resultó indispensable, ya que se evidenciaron algunas discrepancias entre los planos arquitectónicos y estructurales, las cuales fueron corregidos para evitar inconsistencias que pudieran afectar los resultados del análisis sísmico posterior. Cada elemento estructural —vigas, columnas, placas y losas— fue dibujado con precisión, respetando las dimensiones reales de la edificación.

Durante el proceso, se prestó especial atención a la correcta disposición de los elementos verticales y horizontales, asegurando que cada componente reflejara con exactitud las características físicas de la estructura, tanto en términos geométricos como en la configuración de los materiales (acero que conforma la estructura). Las verificaciones in situ, realizadas por los tesisistas, permitieron corregir cualquier diferencia detectada entre el modelo digital y la realidad, eliminando así posibles fuentes de error en el análisis estructural no lineal estático.

Figura 27

Esquema 3D del Edificio de Contabilidad – Vista de Frente

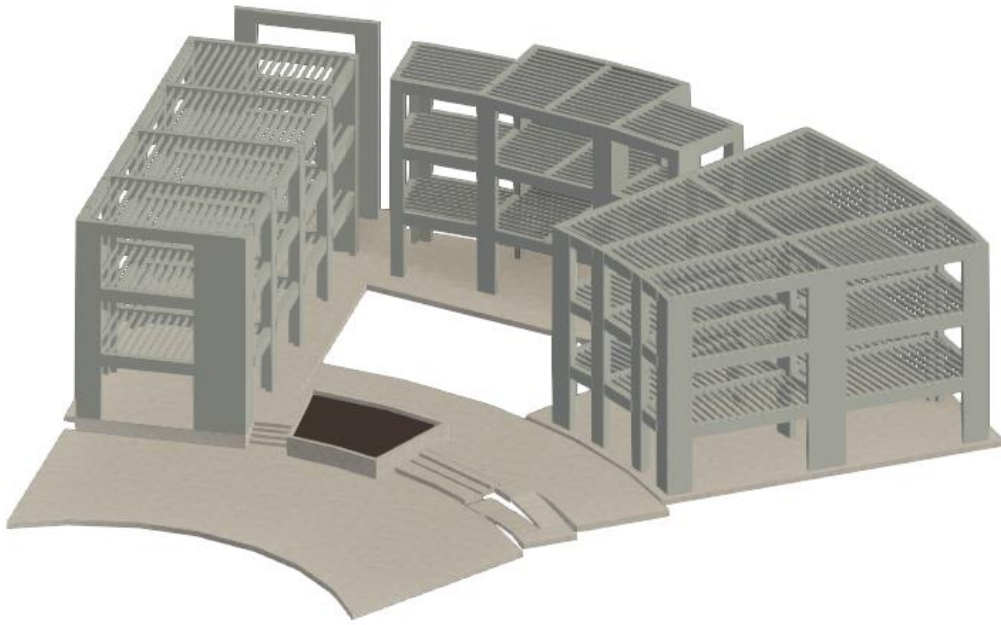
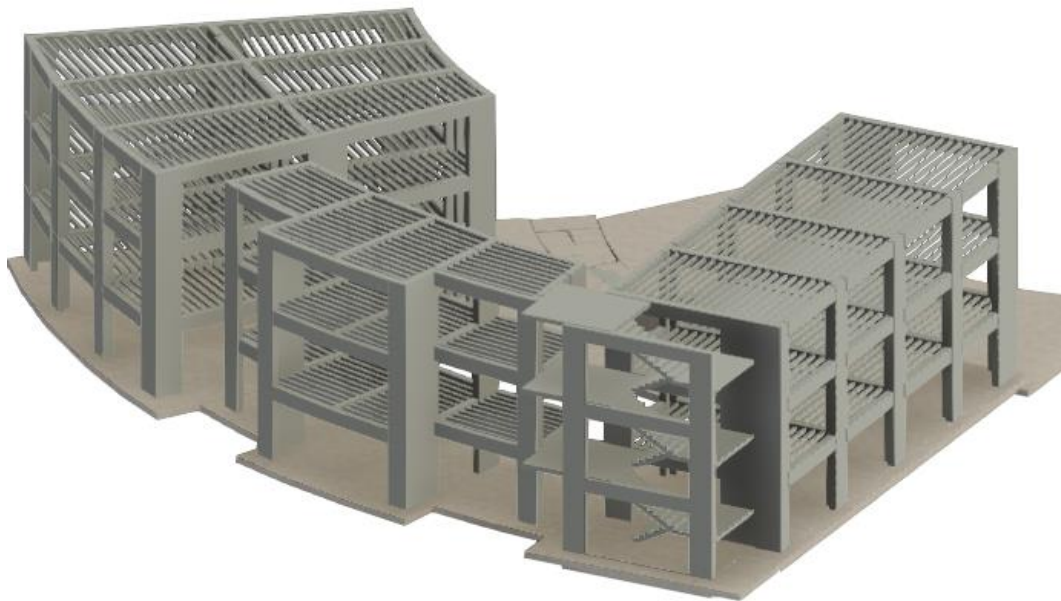


Figura 28

Esquema 3D del Edificio de Contabilidad – Vista Posterior



3.6.1.7. Modelamiento de la edificación en ETABS 2018

El proceso de modelamiento de la edificación de la Escuela Profesional de Contabilidad de la UNACH en el software ETABS se desarrolló utilizando las versiones 2016 y 2018 del programa, y considerando la complejidad estructural y geométrica del edificio, compuesto por tres módulos y un ascensor.

a) Modelado en ETABS 2016

El primer paso consistió en dibujar los tres módulos del edificio, prestando especial atención a aquellos con geometrías semicirculares, como los módulos 2 y 3. Para estos módulos, la versión ETABS 2016 fue empleada, dado que permitía una mejor representación de las formas curvas características de estas secciones del edificio. El diseño tridimensional de cada módulo se realizó con precisión, respetando las dimensiones verificadas previamente en campo y tomando como base los planos arquitectónicos y estructurales corregidos.

Figura 29

Vista del Modelamiento del Módulo 1

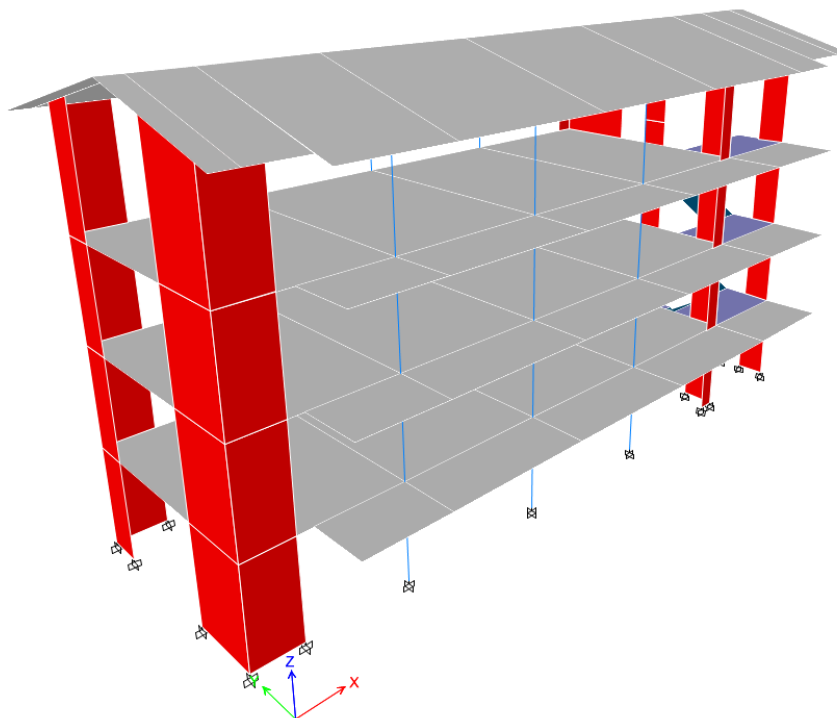


Figura 30

Vista del Modelamiento del Módulo 2

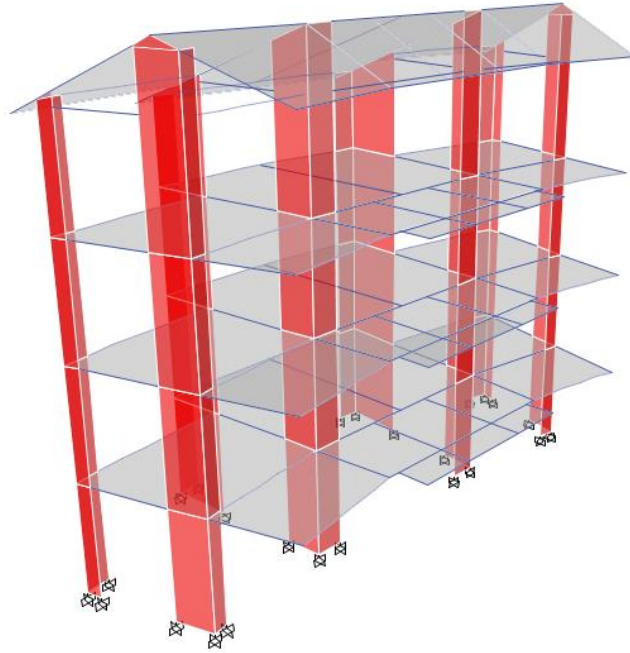


Figura 31

Vista del Modelamiento del Módulo 3

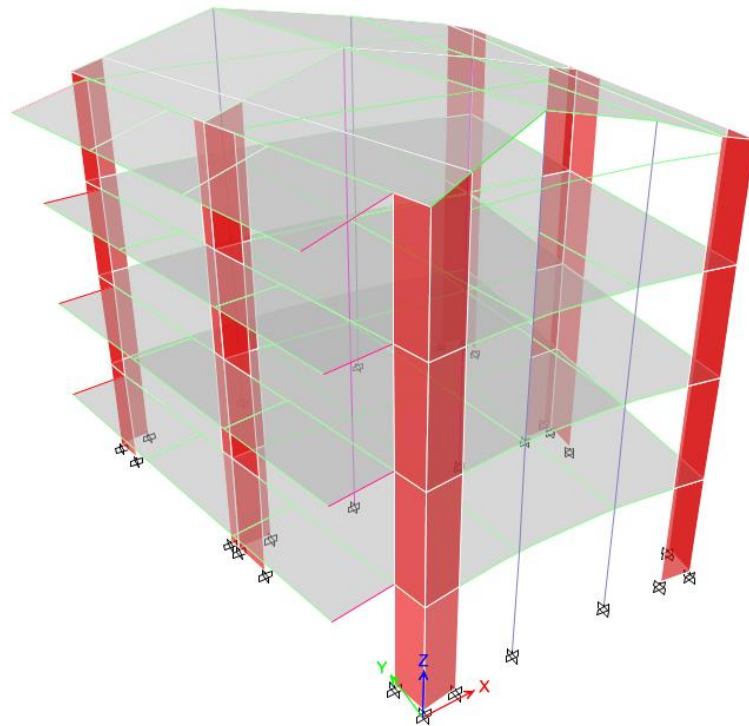
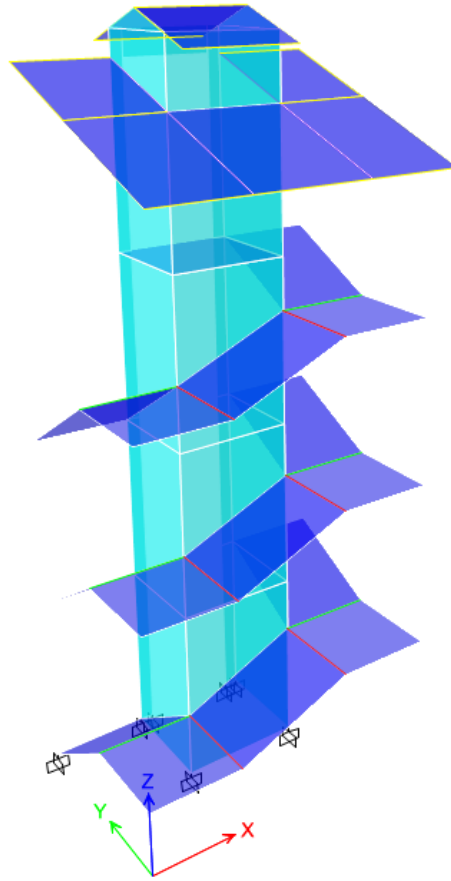


Figura 32

Vista del Modelamiento del Ascensor



b) Importación y continuación en ETABS 2018

Una vez concluidos los modelos de los módulos 2 y 3, estos fueron importados a ETABS 2018, donde se procedió a modelar el resto de la edificación, incluidos el módulo 1 y el ascensor. En esta versión más reciente del programa se realizaron todos los procesos adicionales que componían el análisis estructural completo.

c) Definición de materiales

En ETABS 2018, se asignaron las propiedades de los materiales que conforman la estructura, tales como el acero, la albañilería y el concreto. Para el concreto, se estableció una resistencia de 210 kg/cm² en todos aquellos elementos que, según el ensayo de esclerometría, habían obtenido valores superiores a este límite. Esto se hizo con el fin de mantener un enfoque conservador y asegurar que el modelo representara las condiciones más críticas de la estructura. En el caso de las vigas, cuya resistencia a compresión resultó inferior al f'c de diseño de 210 kg/cm² en los ensayos, se asignaron los valores exactos obtenidos en las pruebas para reflejar de manera fiel su desempeño real.

Tabla 17

Propiedades de los Materiales

Material	Peso específico (kg/m ³)	Resistencia (kg/cm ²)	MOE (E) en kg/cm ²	Observaciones
Concreto	2400	210	217,000	Se han tomado las resistencias a compresión obtenidas del ensayo de esclerometría
Acero		4200		
Albañilería	1800	65	32,500	

d) Definición de secciones

Se definieron con precisión las secciones de los elementos estructurales, basándose en el modelo estructural de cada uno de los tres módulos y el ascensor. Estas secciones reflejaban las dimensiones y características específicas de los elementos estructurales.

Figura 33

Vista en Planta del Módulo 1



Figura 34

Vista en Planta del Módulo 2

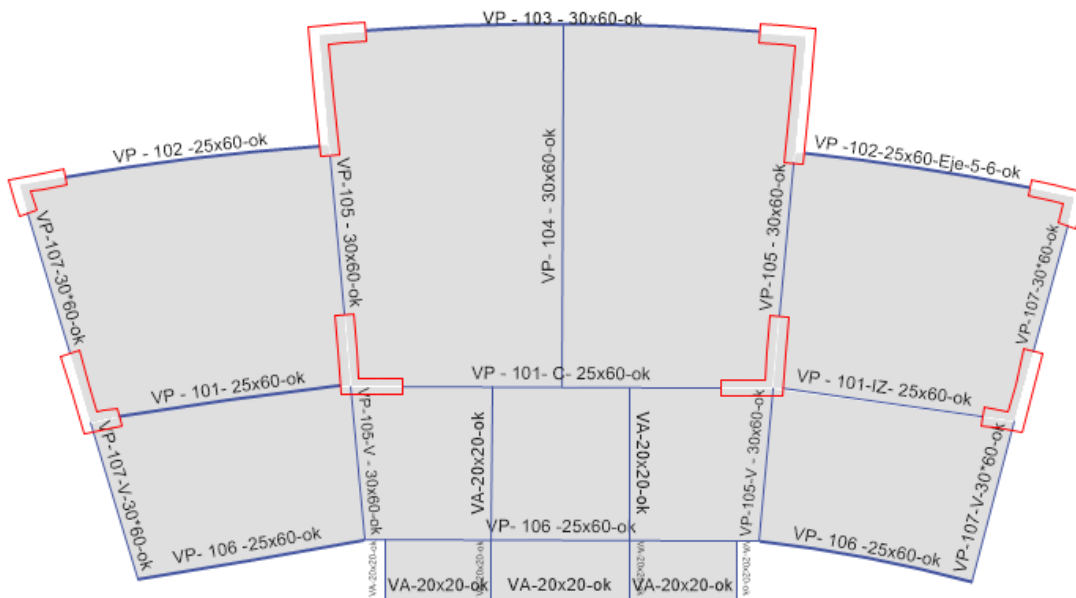


Figura 35

Vista en Planta del Módulo 3

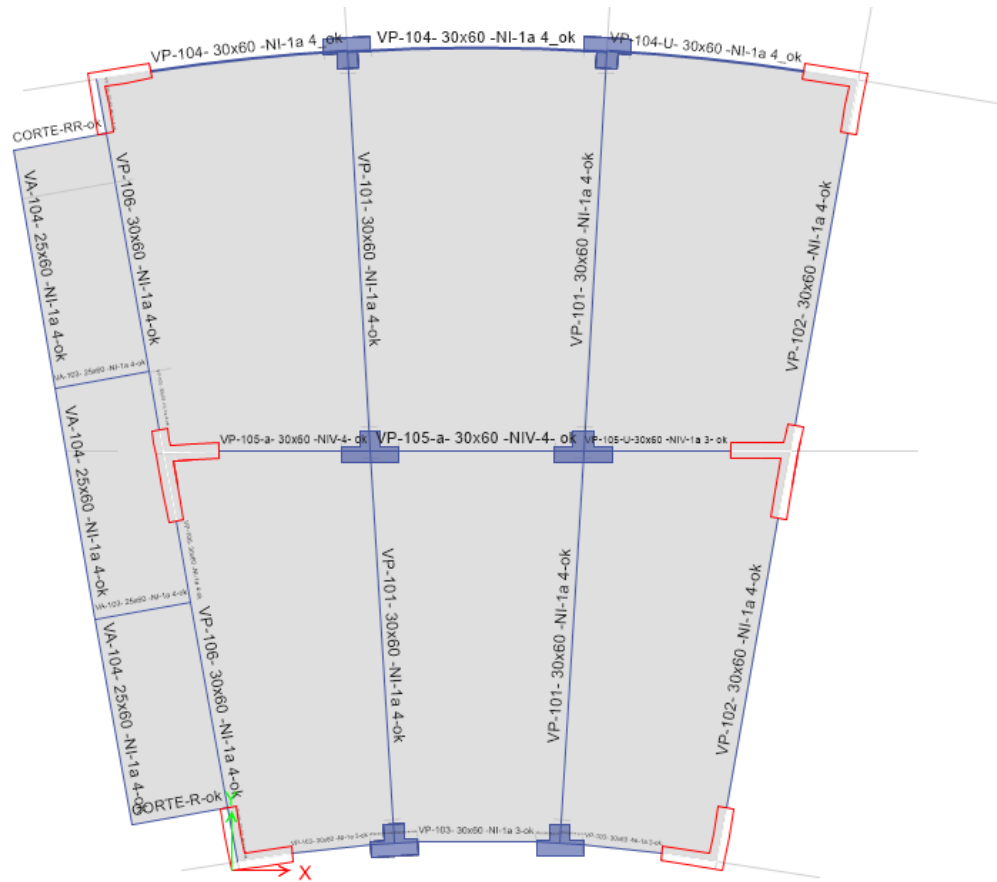
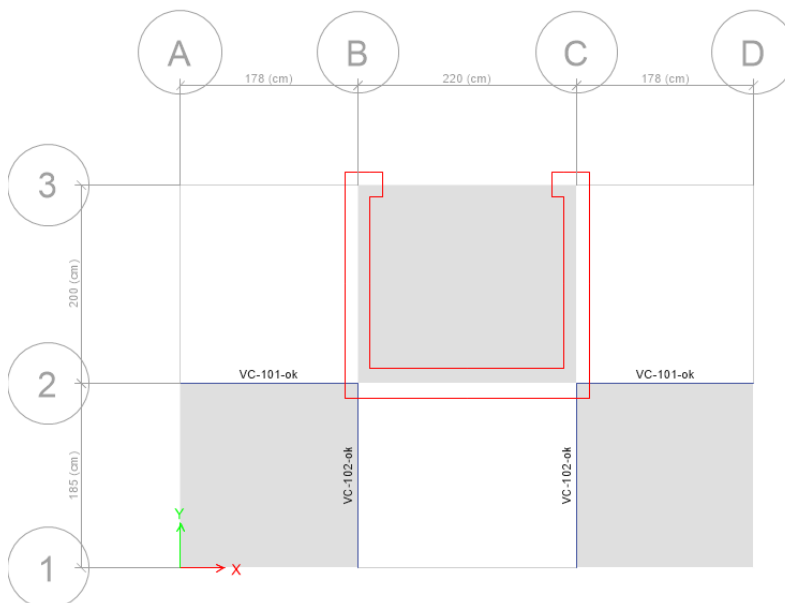


Figura 36

Vista en Planta del Ascensor



a) **Metrado de cargas y definición de secciones**

Previo al modelamiento también se realizó el metrado de cargas de los materiales (carga muerta) y de las personas que ocupan los ambientes (carga viva) para poder asignar las cargas de área, cargas distribuidas en vigas y cargas de cobertura del techo en cada uno de los módulos del edificio de Contabilidad. El metrado de cargas se realizó considerando los pesos unitarios según la norma E.020 “cargas” (MVCS, 2006). Para el metrado de cargas en elementos Shell se usó la carga por unidad de área, mientras que, para las cargas en elementos longitudinales se consideró el metrado por metro lineal.

Tabla 18

Cargas Vivas Verticales

Ambiente	Cargas vivas (kg/m ²)
Corredores	400
Sala de usos múltiples	350
Laboratorios	300
Biblioteca – Sala de lectura	300
Biblioteca – Almacén	750
Depósito de escalera	200

b) **Creación de diafragmas y asignación de cargas**

En el modelo, se crearon los diafragmas rígidos para cada uno de los niveles, los cuales permitieron que las cargas laterales, generadas por los eventos sísmicos simulados, se distribuyeran de manera uniforme en toda la estructura. Posteriormente, se asignaron las cargas gravitacionales y sísmicas, obtenidas del metrado previo, a los elementos correspondientes de la estructura.

Figura 37

Carga Muerta del Módulo 1

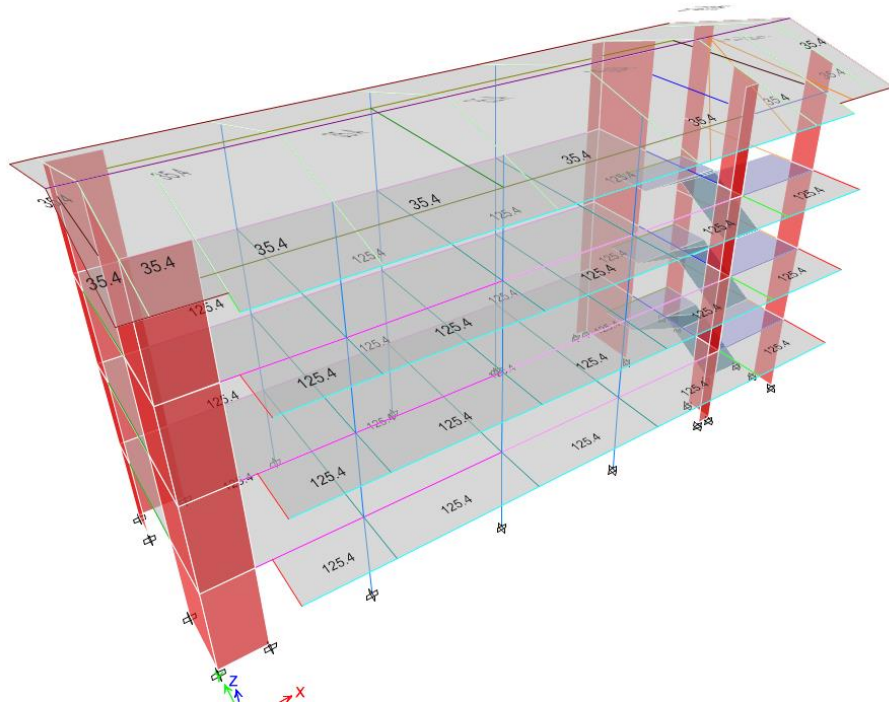


Figura 38

Carga Viva del Módulo 1

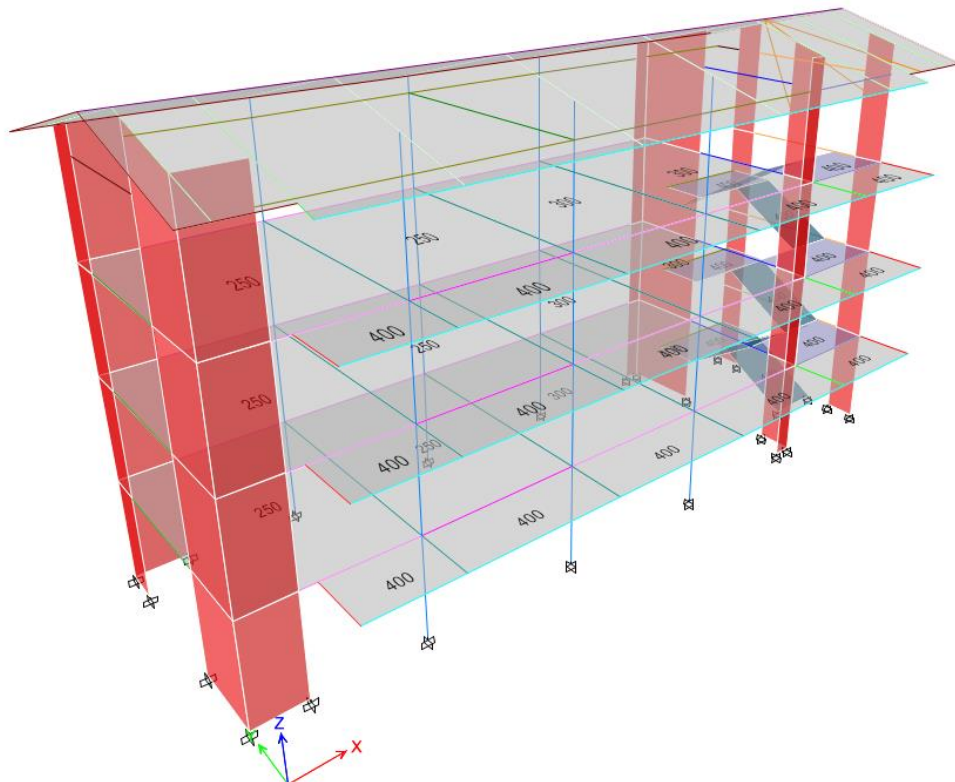


Figura 39

Cargas Distribuidas del Módulo 1

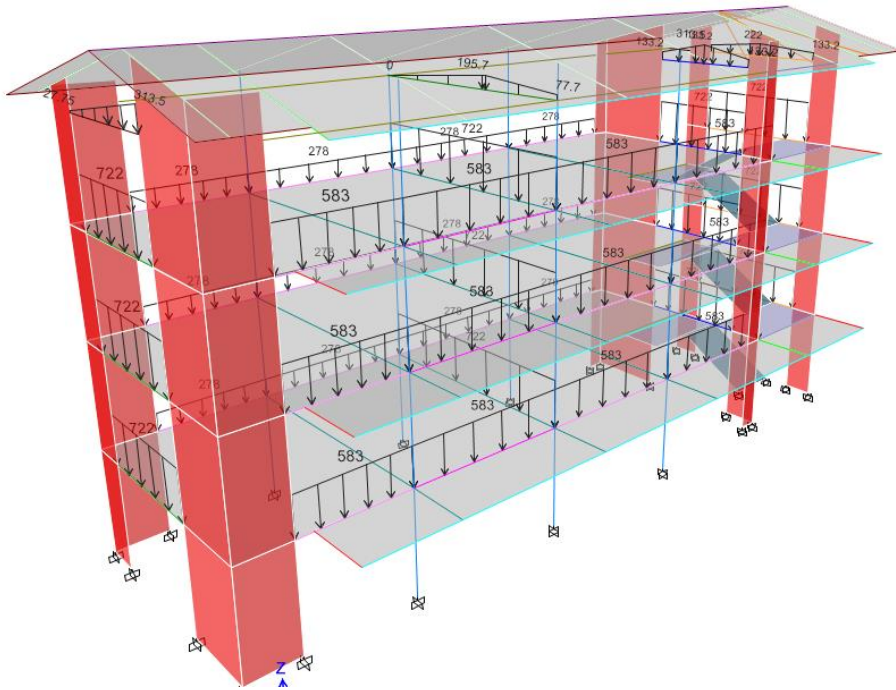


Figura 40

Carga Muerta del Módulo 2

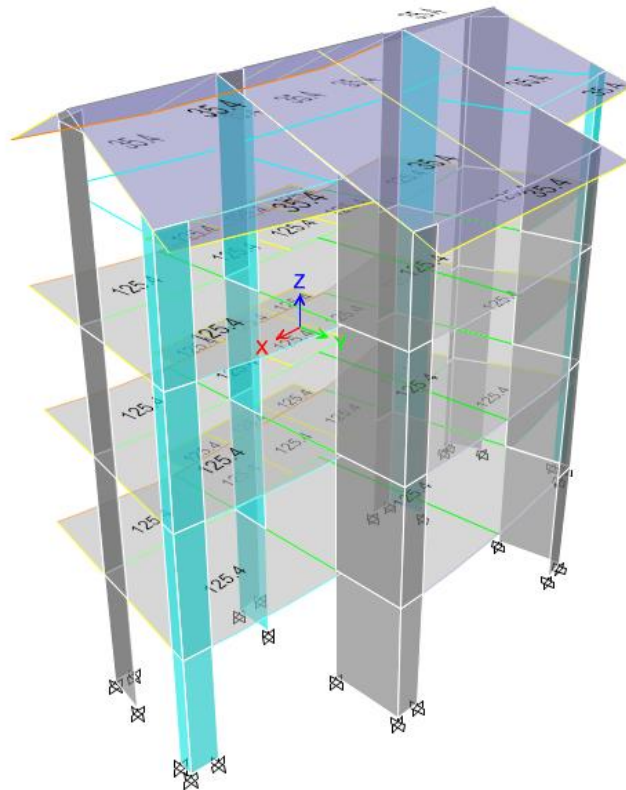


Figura 41

Carga Viva del Módulo 2

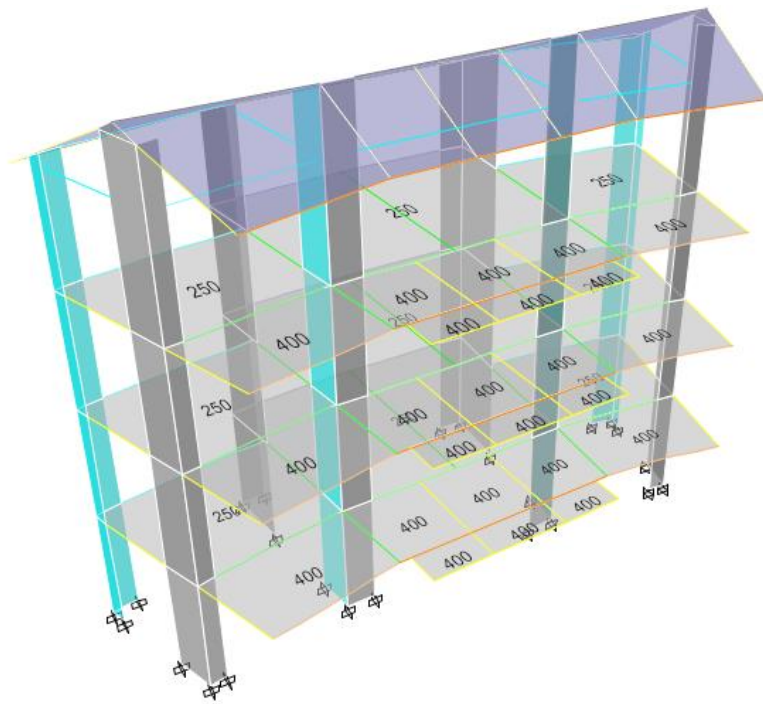


Figura 42

Cargas Distribuidas del Módulo 2

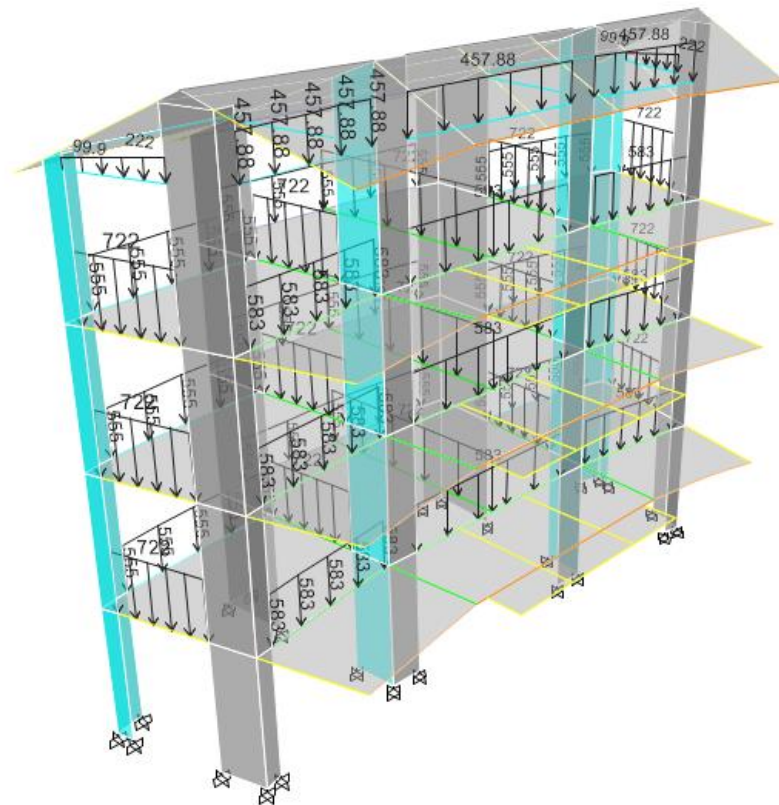


Figura 43

Carga Muerta del Módulo 3

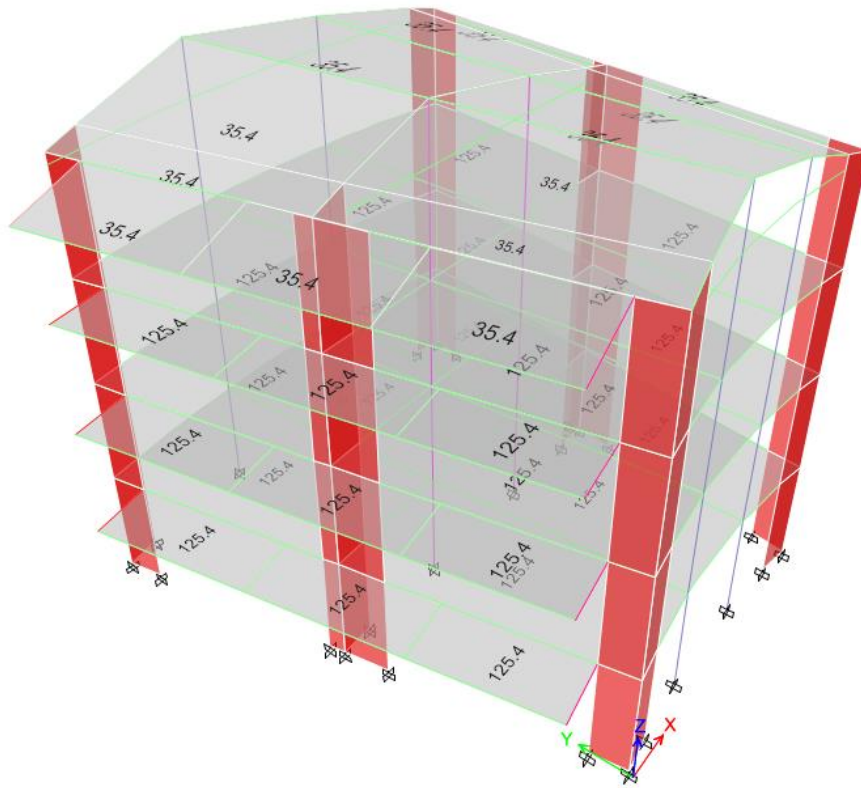


Figura 44

Carga Viva del Módulo 3

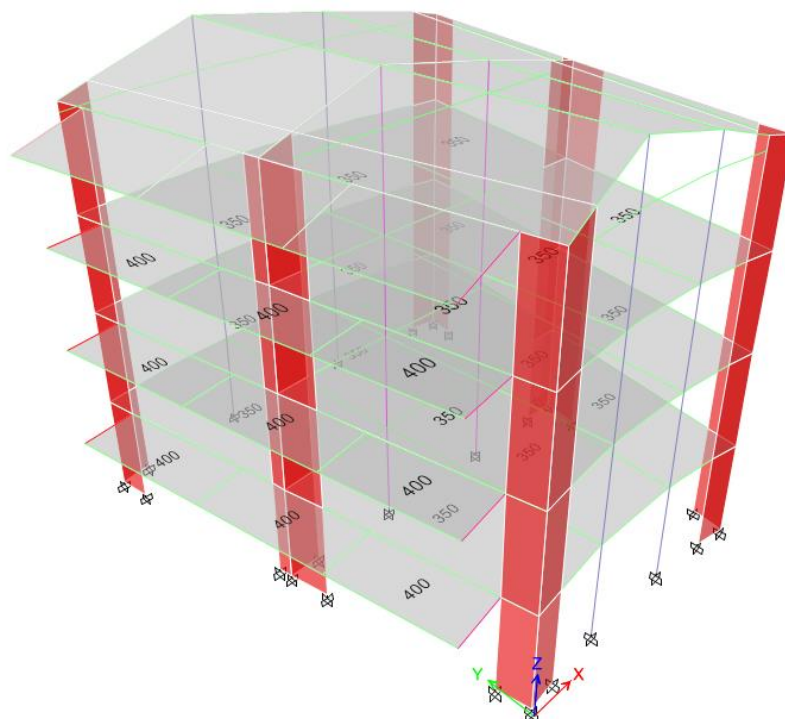


Figura 45

Cargas Distribuidas del Módulo 3

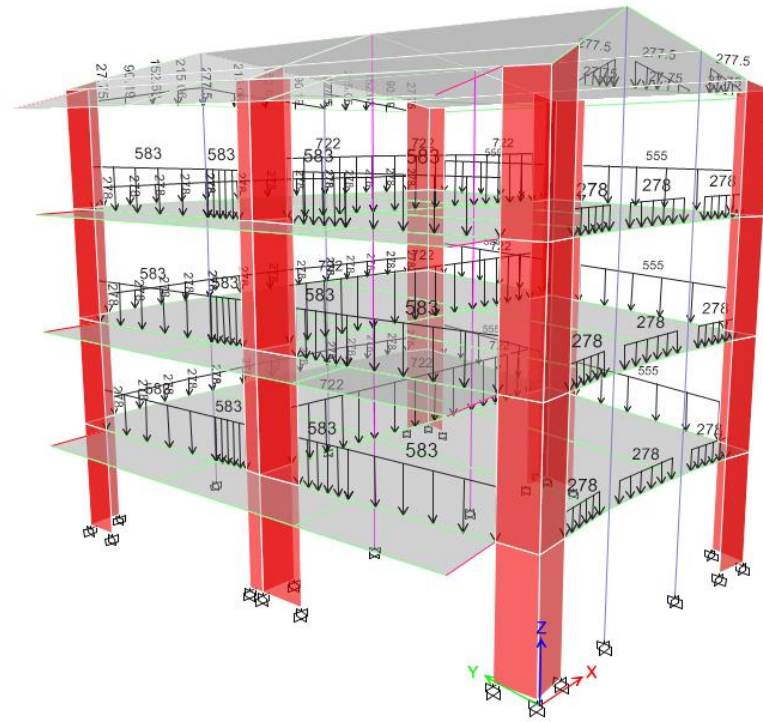


Figura 46

Carga Muerta del Módulo 4 Ascensor

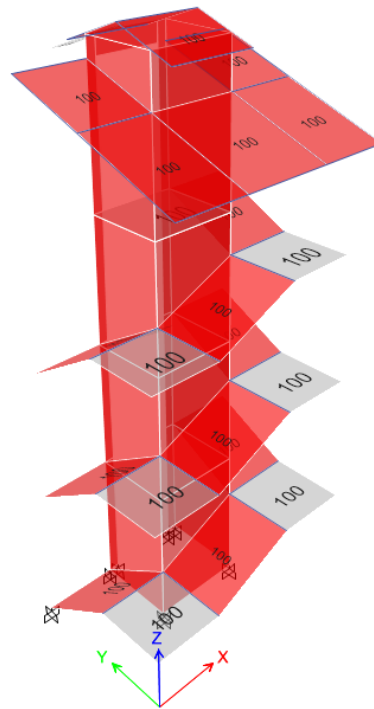
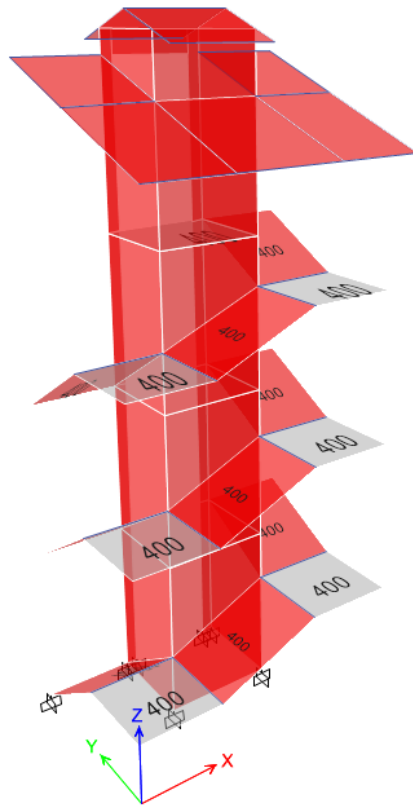


Figura 47

Carga Viva del Módulo 4 Ascensor



c) Análisis modal-espectral

Con el modelo completo y todas las cargas correctamente asignadas, se procedió a realizar el análisis modal-espectral, un método que permitió determinar el comportamiento dinámico de la edificación frente a posibles movimientos sísmicos. Este análisis consistió en la identificación de los modos de vibración de la edificación y en la evaluación de las respuestas de la estructura ante diferentes frecuencias de excitación sísmica, considerando tanto las características geométricas como las propiedades inerciales y de rigidez de los elementos modelados.

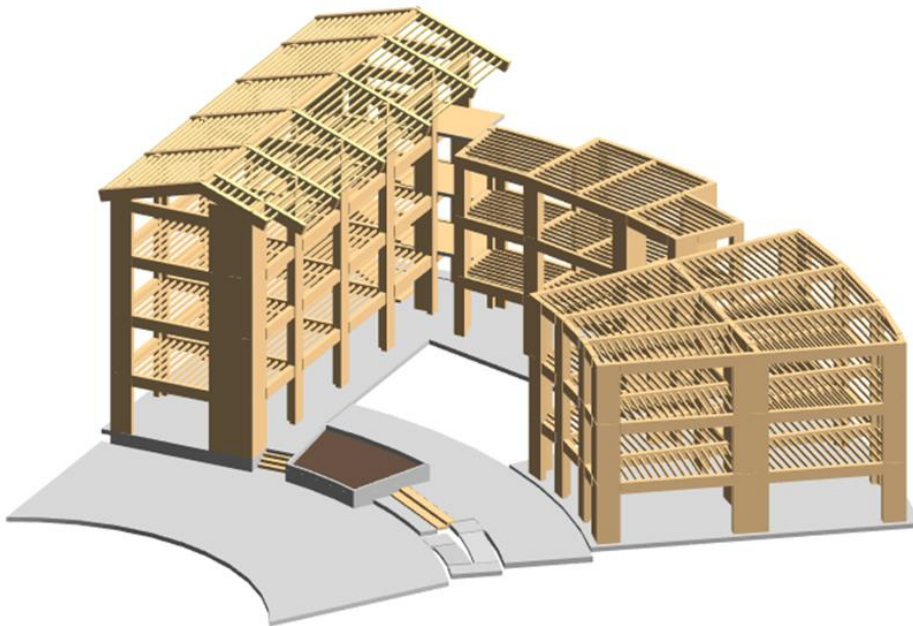
3.6.1.8. Determinación de irregularidades en el edificio de Contabilidad

a) Revisión inicial de los planos y geometría de la estructura

El análisis comenzó con un estudio detallado de los planos arquitectónicos y estructurales, revisando cuidadosamente la geometría de los tres módulos que componen el edificio. El primer enfoque se centró en evaluar si la disposición en planta (distribución horizontal de los elementos estructurales) y la elevación (distribución vertical) cumplían con los criterios de regularidad establecidos por las normativas sísmicas vigentes, que exigen que los edificios posean simetría y homogeneidad en su distribución de masas, rigidez y resistencia para evitar concentraciones de esfuerzos.

Figura 48

Revisión de Configuración en Planta y Elevación de las Estructuras



b) Identificación de irregularidades en planta

El siguiente paso fue el análisis específico de la regularidad en planta, que evalúa la disposición horizontal de los elementos estructurales, como columnas, vigas y muros, y su simetría respecto al centro de masa y al centro de rigidez del

edificio. En este análisis se buscaba identificar desalineaciones importantes, reducciones significativas de sección, o distribuciones irregulares que pudieran generar concentraciones de esfuerzos torsionales o deformaciones excesivas.

Módulo 1 y módulo 3: Tras la evaluación se determinó que ambos módulos presentaban una distribución simétrica y equilibrada de sus elementos en planta.

Módulo 2 y 4: En el caso del módulo 2 y 4, la revisión reveló irregularidades en planta, debido principalmente a su geometría semicircular. Este tipo de configuración genera un comportamiento asimétrico de la estructura frente a cargas sísmicas, ocasionando que el centro de masa no coincida con el centro de rigidez. Esta discrepancia induce torsiones no deseadas durante un evento sísmico.

c) Identificación de irregularidades en elevación

Además de la revisión en planta, se evaluaron posibles irregularidades en elevación, que ocurren cuando hay discontinuidades en la estructura a lo largo de su altura, como cambios bruscos en la rigidez o resistencia de los pisos, variaciones en las alturas entre pisos, o reducciones importantes en la sección de los elementos estructurales a lo largo de la altura del edificio.

Módulo 1 y módulo 3: Ambos módulos mostraron una configuración uniforme en su elevación, con una distribución regular de columnas, vigas y placas a lo largo de su altura. No se observaron variaciones significativas de rigidez ni cambios abruptos en las secciones estructurales de un piso a otro, lo que permitió concluir que no presentaban irregularidades en elevación.

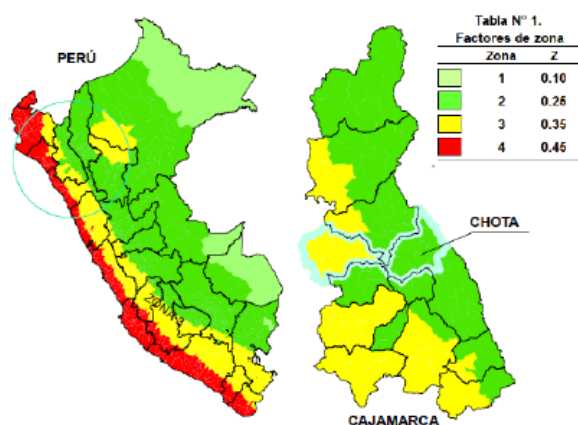
Módulo 2 y 4: Aunque estos módulos presentaron irregularidades en planta, el análisis en elevación no detectó discontinuidades importantes en la distribución de la rigidez o la resistencia de los elementos a lo largo de su altura. Por lo tanto, no se identificaron irregularidades en elevación en estos módulos.

3.6.1.9. Identificación de los parámetros estructurales y sísmicos para la formulación del espectro de diseño

Peligro sísmico. Se determinó la zona en la que se encuentra la ciudad de Chota (Z1, Z2, Z3, Z4), según la norma E.030 es $Z_2=0.25$.

Figura 49

Zonas Sísmicas



Nota: (Cabrera, 2022)

Perfil del suelo. En base a la capacidad portante del suelo, se eligió el tipo de perfil del suelo, para poder elegir los parámetros de sitio S, TP y TL. Se encuentra dentro del perfil de suelo S2 (suelos intermedios) en base a la norma E.030, por lo que, considerando que, la zona sísmica es S2, los factores de suelo S son 1.20, el Tp y TL son 0.60 y 2.0, respectivamente.

Factor de uso (U). Al ser una edificación destinada al rubro de educación, tiene la categoría “A”, edificaciones esenciales, por tanto, el factor U es 1.50.

Coefficiente básico de disminución de las fuerzas sísmicas (Ro). Dependió del sistema estructural de la edificación, pórticos, dual o albañilería armada.

Regularidad estructural. Se realizó un análisis previo para verificar que la edificación no tenga irregularidades en planta o altura, según la norma E.030 (MVCS, 2018). El módulo 1 y 3 no presentan irregularidad por lo que, su espectro

de diseño sísmico se definió con valor de 1, pero el módulo 2 y 4 de acuerdo al análisis de irregularidades tiene irregularidad en planta, por lo que, se realizó el ajuste del espectro sísmico de acuerdo al coeficiente I_p .

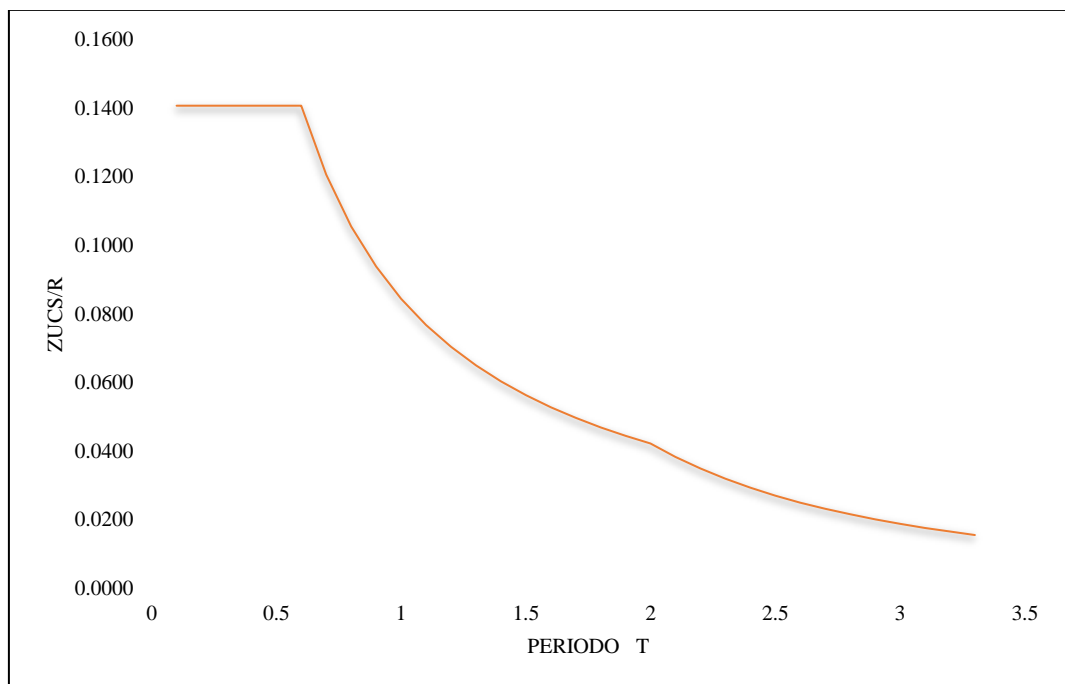
Tabla 19

Consideraciones para el Análisis Sísmico del Módulo 1 y 3 del Edificio de Contabilidad

Parámetros para el análisis sísmico	
Factor de zona (zona 2)	$Z= 0.25$
Factor de uso e importancia (categoría A)	$U= 1.50$
Factor de perfil del suelo (S2)	$S= 1.20$
Período	$T_p=0.60$ s. $TL= 2.00$
Reducción de respuesta de acuerdo al sistema estructural	
Longitudinal (muros de concreto)	$R= 6$
Transversal (albañilería)	$R= 6$
Regularidad estructural	1.00

Figura 50

Espectro Sísmico de la Norma E.030:2018



3.6.1.10. Análisis sísmico con la norma E.030

Se han definido los parámetros sísmicos Z, U, C, S, R en base a la norma E.030:2018, lo que ha permitido estimar la fuerza cortante en la base.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P \quad (39)$$

Pero luego para plantear el análisis dinámico se ha precisado el sismo en X y el sismo en Y en el programa ETABS 2018.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times g \quad (40)$$

Para cada módulo se ha colocado el coeficiente de cortante en la base que es de 0.141 y 0.375 en la dirección de “x” e “Y” respectivamente (determinado a partir de las ecuaciones dadas en la norma E.030: 2018), el valor de $k_x=1$ y con una excentricidad de 5%.

Finalmente, se ejecutó el análisis en el programa ETABS 2018, verificando los modos de vibración (dos primeros modos rotación y tercer modo traslación), así como, encontrando la fuerza cortante estática – dinámica, desplazamientos absolutos y derivas relativas de acuerdo a los lineamientos de la norma E.030 (MVCS, 2018).

Tabla 20

Límites de Distorsión de Entrepiso

Material predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Edificios con muros de ductilidad limitada	0.005
Albañilería	0.005

Nota: (MVCS, 2018).

Figura 51

Espectro de Demanda en X e Y para el Módulo 1 y 3

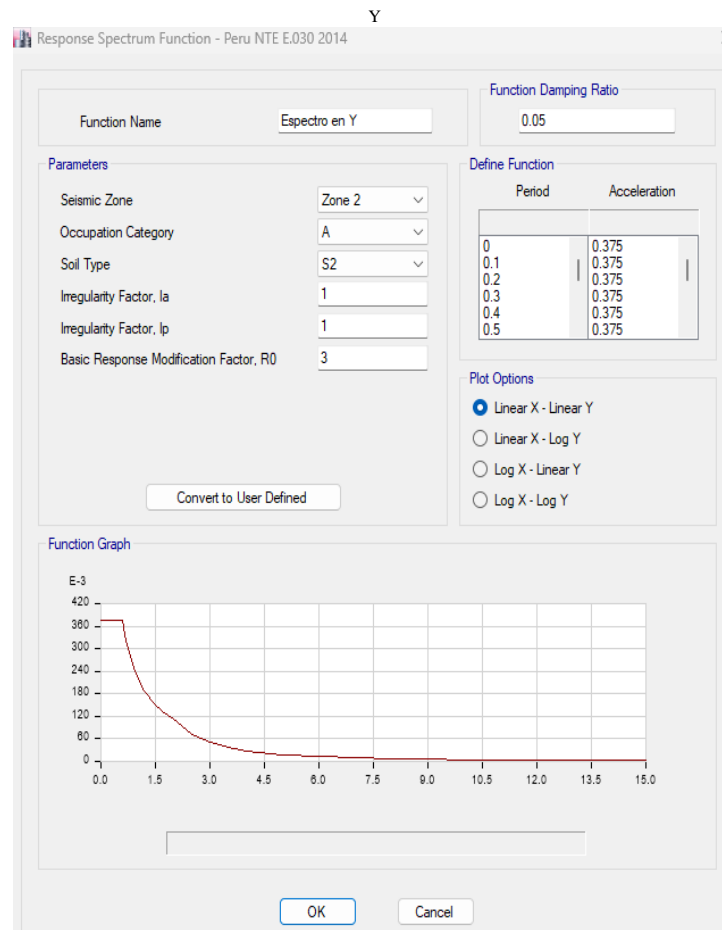
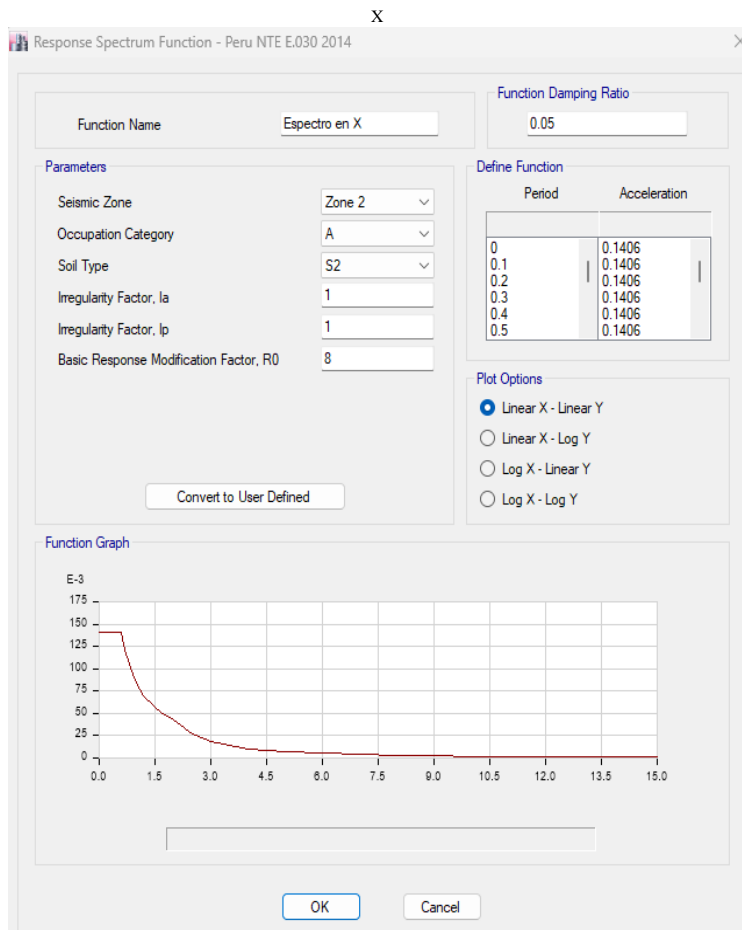
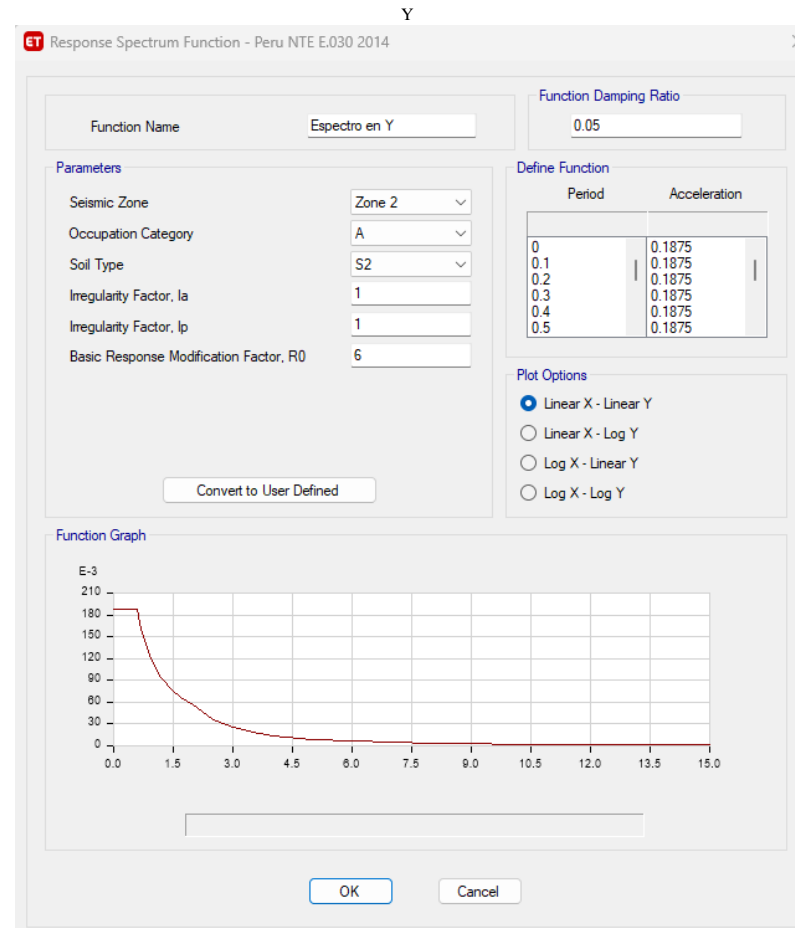
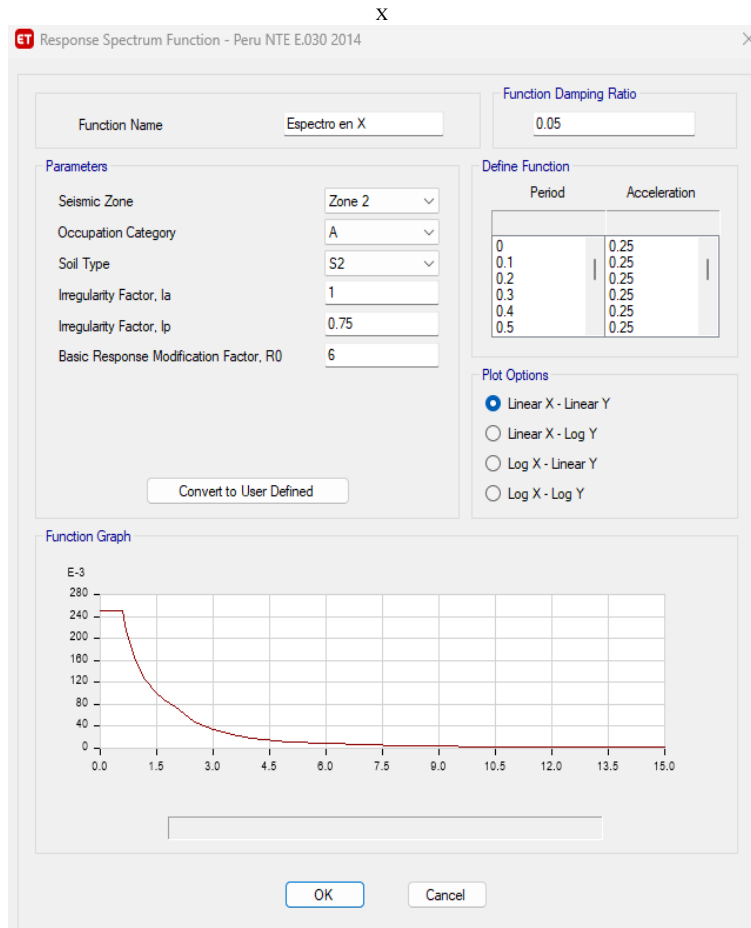


Figura 52

Espectro de Demanda en X e Y para el Módulo 2 y 4



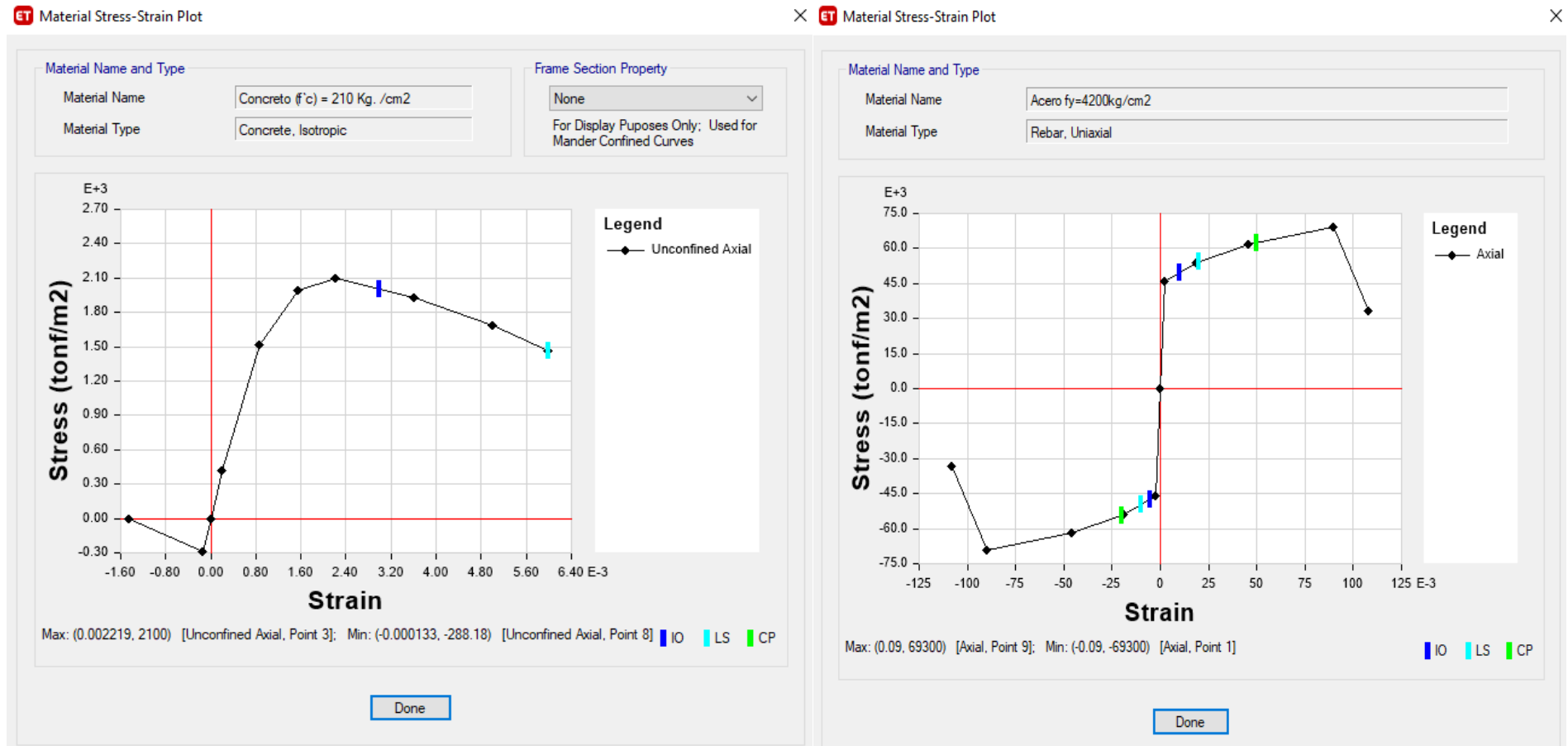
3.6.2.10. Análisis estático no lineal Pushover

El análisis Pushover del edificio de Contabilidad comenzó tras definir las cargas, apoyos, restricciones y propiedades lineales de los materiales en el programa ETABS v.18.1. A partir de ese punto, para implementar el método Pushover, se añadieron las propiedades no lineales de los materiales en el modelo estructural.

En el caso del concreto, las propiedades no lineales se especificaron en la sección de “Nonlinear Material Data”, donde se seleccionó la curva de histéresis adecuada para concreto y se usó el modelo “Mander” para representar con precisión su comportamiento no lineal durante el análisis. Por su parte, para el acero, f_y 4200 kg/cm², se utilizó una curva de histéresis del modelo “Kinematic” junto a una curva de esfuerzo-deformación simplificada del modelo “Simple”, lo que permitió captar las características no lineales del acero.

Figura 53

Gráfico Esfuerzo – Deformación del Concreto y Acero



Nota: dado en el programa ETABS 2018.

El análisis Pushover se efectuó considerando los modos de vibración, definiendo las funciones del espectro de respuesta en direcciones X e Y para cada módulo. Se verificó que en los módulos 1, 2, 3 y 4, el primer modo de vibración correspondía a X, mientras que el segundo a Y. Posteriormente, se crearon las cargas no lineales, como la carga gravitacional no lineal (CGNL) y el análisis estático no lineal (AENL). Este orden lógico permitió aplicar primero las cargas gravitacionales, lo que causó deformaciones y redujo la rigidez estructural antes de comenzar el proceso Pushover.

Figura 54

Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 1

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.296	0.7386	0.0489	0	0.7386	0.0489	0	0.0168
Modal	2	0.246	0.0436	0.6575	0	0.7822	0.7063	0	0.2546
Modal	3	0.188	0.0054	0.0499	0	0.7876	0.7562	0	0.0221
Modal	4	0.087	0.1188	0.0019	0	0.9064	0.758	0	0.0084
Modal	5	0.069	0.0031	0.1396	0	0.9095	0.8977	0	0.4138
Modal	6	0.053	0.0014	0.0007	0	0.9109	0.8984	0	0.0021
Modal	7	0.046	0.0586	0.0013	0	0.9695	0.8998	0	0.0023
Modal	8	0.039	0.0008	0.0361	0	0.9703	0.9358	0	0.1079
Modal	9	0.033	0.0001	0.0024	0	0.9704	0.9382	0	0.0042
Modal	10	0.032	0.0001	0.0152	0	0.9705	0.9534	0	0.0319
Modal	11	0.03	0.0002	0.0185	0	0.9707	0.9719	0	0.0433
Modal	12	0.028	0.0048	0.0003	0	0.9755	0.9722	0	0.0005

Figura 55

Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 2

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.453	0.7331	0.0541	0	0.7331	0.0541	0	0.0131
Modal	2	0.398	0.0486	0.7775	0	0.7817	0.8315	0	0.1703
Modal	3	0.33	0.003	0.004	0	0.7847	0.8356	0	0.0042
Modal	4	0.124	0.117	0.0099	0	0.9018	0.8455	0	0.0712
Modal	5	0.108	0.0117	0.1008	0	0.9135	0.9461	0	0.6031
Modal	6	0.084	0.0061	0.0005	0	0.9196	0.9466	0	0.0027
Modal	7	0.065	0.0357	0.0116	0	0.9553	0.9582	0	0.0133
Modal	8	0.06	0.0165	0.0217	0	0.9718	0.9799	0	0.0262
Modal	9	0.043	0.0047	4.564E-06	0	0.9765	0.9799	0	0.0001
Modal	10	0.041	0.001	0.0137	0	0.9775	0.9936	0	0.0639
Modal	11	0.037	0.0163	0.001	0	0.9938	0.9946	0	0.0047
Modal	12	0.027	0.0003	0.0001	0	0.9941	0.9947	0	0.0001

Figura 56

Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 3

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.325	0.0018	0.7737	0	0.0018	0.7737	0	0.2706
Modal	2	0.256	0.6911	0.0061	0	0.6929	0.7798	0	0.0005
Modal	3	0.199	0.1251	0.0065	0	0.818	0.7863	0	0.0002
Modal	4	0.076	0.0009	0.1226	0	0.8189	0.9089	0	0.4733
Modal	5	0.063	0.1085	0.002	0	0.9273	0.9109	0	0.0076
Modal	6	0.061	0.0028	0.0051	0	0.9301	0.916	0	0.0182
Modal	7	0.048	0.0035	0.0116	0	0.9336	0.9276	0	0.037
Modal	8	0.04	0.0183	0.0086	0	0.952	0.9363	0	0.0198
Modal	9	0.038	0.0045	0.0038	0	0.9565	0.94	0	0.0073
Modal	10	0.036	0.0024	0.0291	0	0.9588	0.9691	0	0.0527
Modal	11	0.029	0.0196	0	0	0.9784	0.9691	0	4.385E-06
Modal	12	0.026	0.0016	0	0	0.98	0.9691	0	2.409E-06

Figura 57

Verificación de Modos de Vibración en el Módulo N° 4 Ascensor

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.301	0.309	0.0005	0	0.309	0.0005	0	0.0001
Modal	2	0.229	0.0005	0.7122	0	0.3095	0.7127	0	0.4441
Modal	3	0.158	0.4206	4.711E-05	0	0.7301	0.7127	0	0.0003
Modal	4	0.065	0.0359	0.0001	0	0.766	0.7129	0	0.0001
Modal	5	0.049	0.0002	0.0442	0	0.7662	0.757	0	0.0534
Modal	6	0.042	0.0079	0.0328	0	0.7741	0.7898	0	0.0565
Modal	7	0.039	0.0444	0.0306	0	0.8185	0.8204	0	0.0513
Modal	8	0.037	0.0529	0.0224	0	0.8715	0.8428	0	0.0351
Modal	9	0.035	0.0003	0.0433	0	0.8718	0.8861	0	0.0658
Modal	10	0.034	0.0249	0.0002	0	0.8967	0.8863	0	0.0005
Modal	11	0.03	0.0166	0.0009	0	0.9133	0.8871	0	0.0018
Modal	12	0.028	0.0002	0.0112	0	0.9134	0.8983	0	0.0237

Luego, se asignaron rótulas plásticas en puntos discretos de los elementos estructurales, donde se esperaba un comportamiento no lineal. En las vigas, las rótulas por flexión se ubicaron cerca de los extremos, mientras que, en las columnas, las rótulas por flexocompresión se asignaron automáticamente.

Figura 58

Designación de “Rótulas” en Vigas en el Módulo N° 1

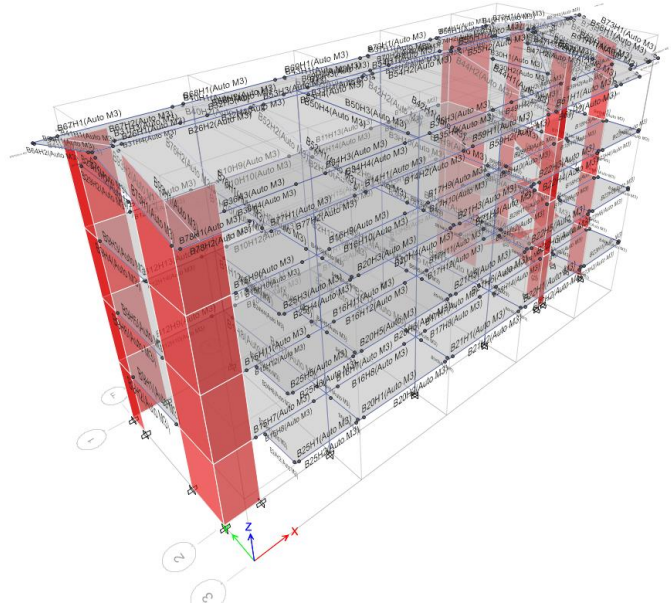


Figura 59

Designación de “Rótulas” en Columnas en el Módulo N° 1

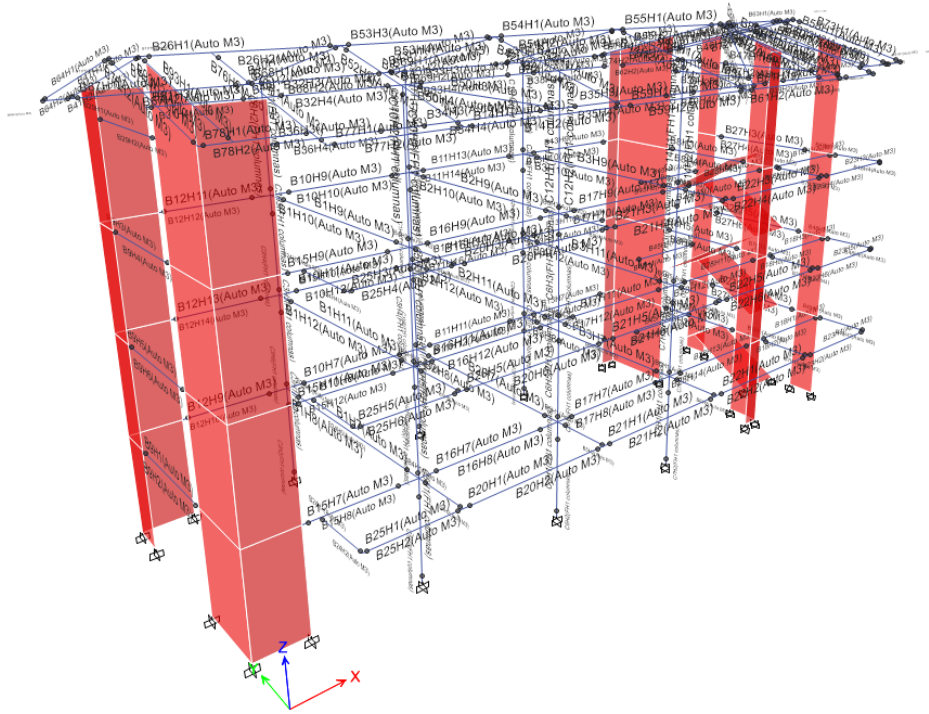


Figura 60

Diagrama de las Placas del Módulo 1 en ETABS

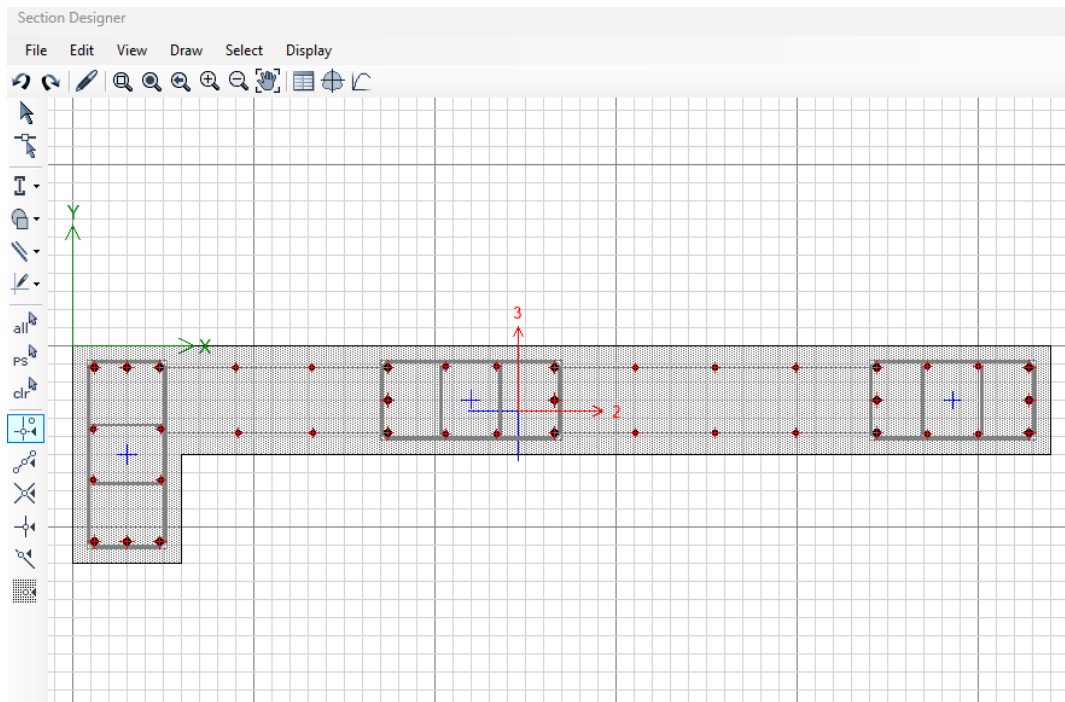


Figura 61

Designación de "Rótulas" en Placas en el Módulo N° 1

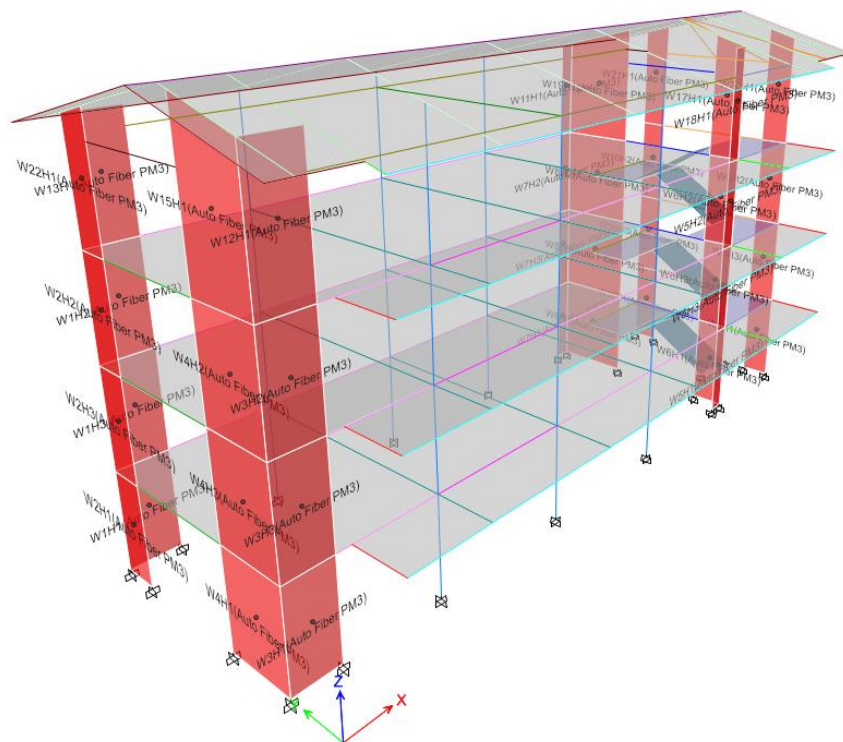


Figura 62

Designación de “Rótulas” en Vigas en el Módulo N° 2

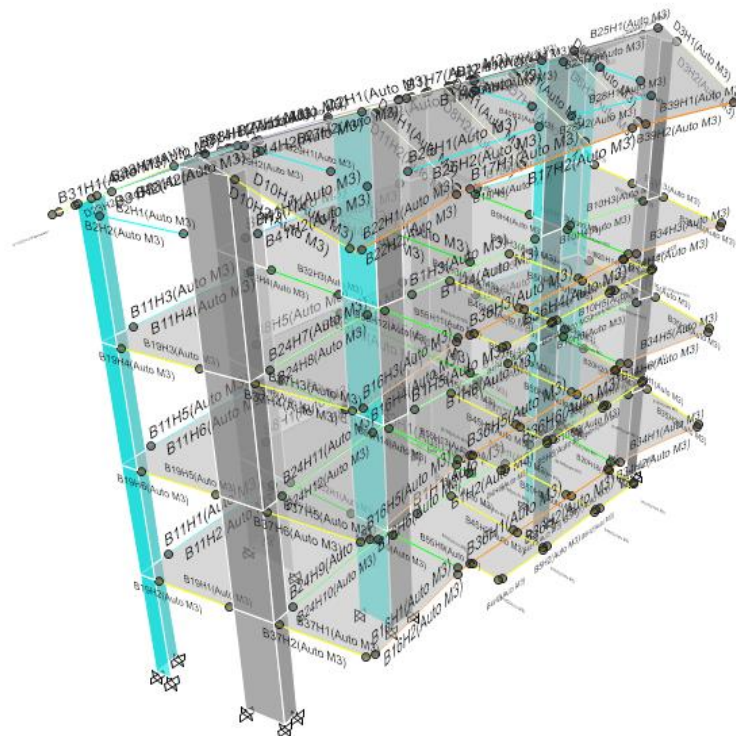


Figura 63

Diagrama de las Placas del Módulo 2 en ETABS

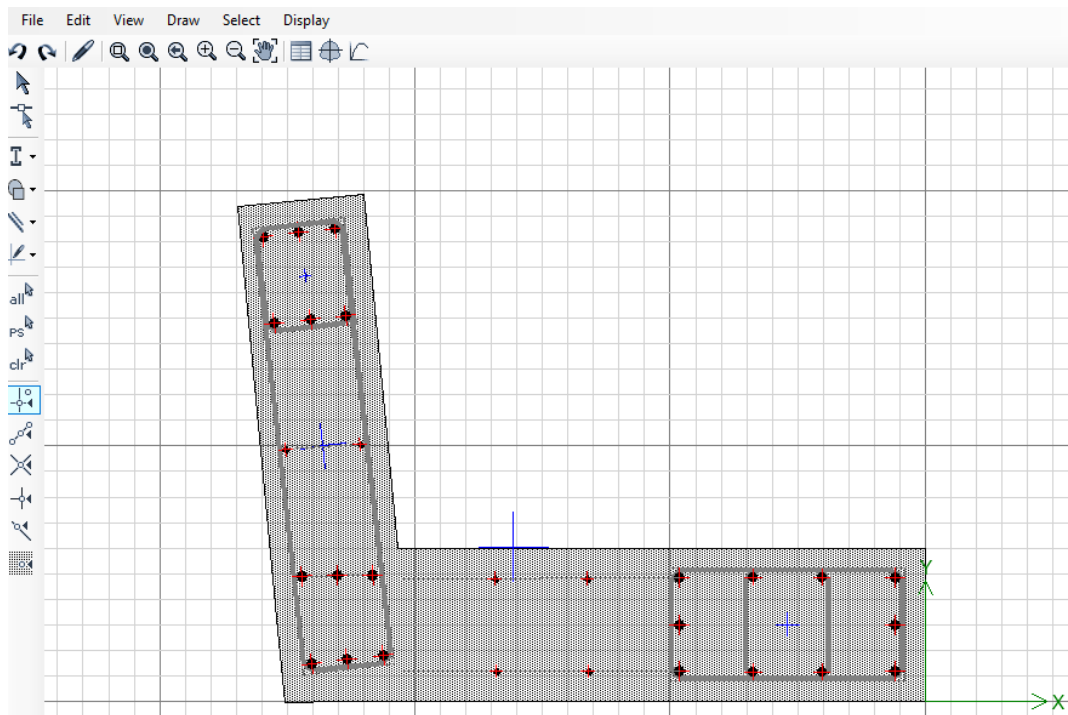


Figura 64

Designación de “Rótulas” en Placas en el Módulo N° 2

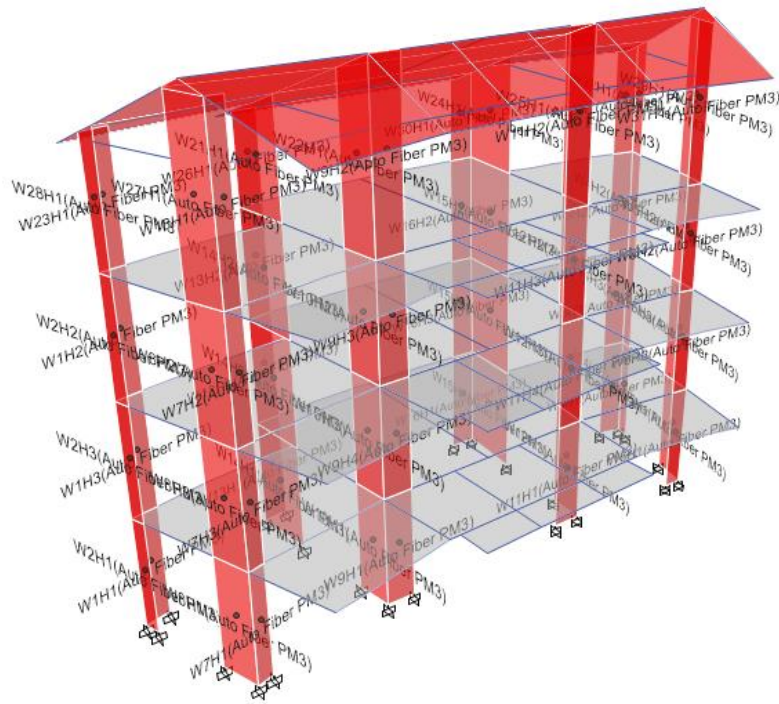


Figura 65

Designación de “Rótulas” en Vigas en el Módulo N° 3

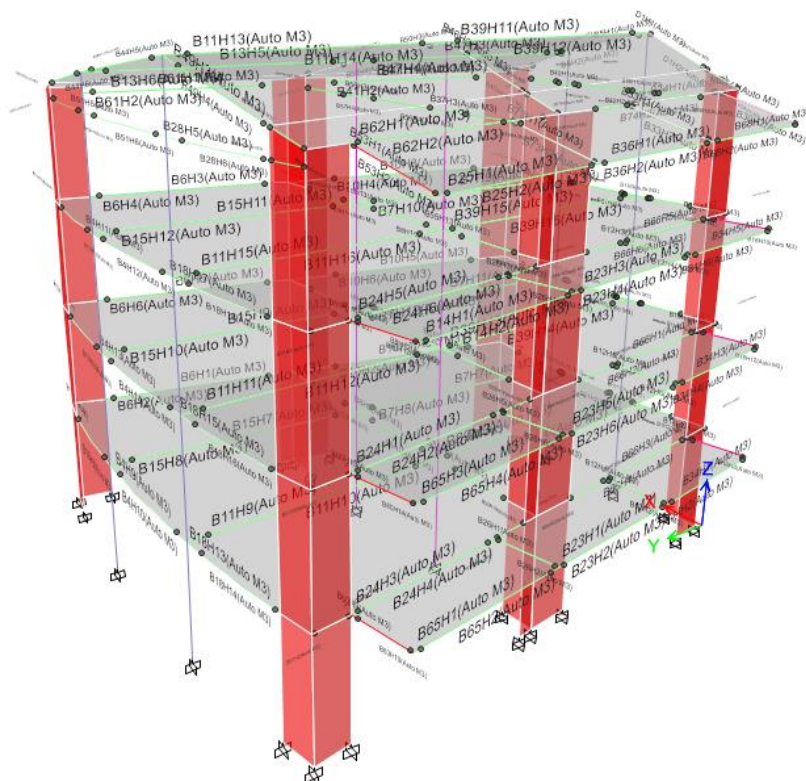


Figura 66

Designación de “Rótulas” en Columnas en el Módulo N° 3

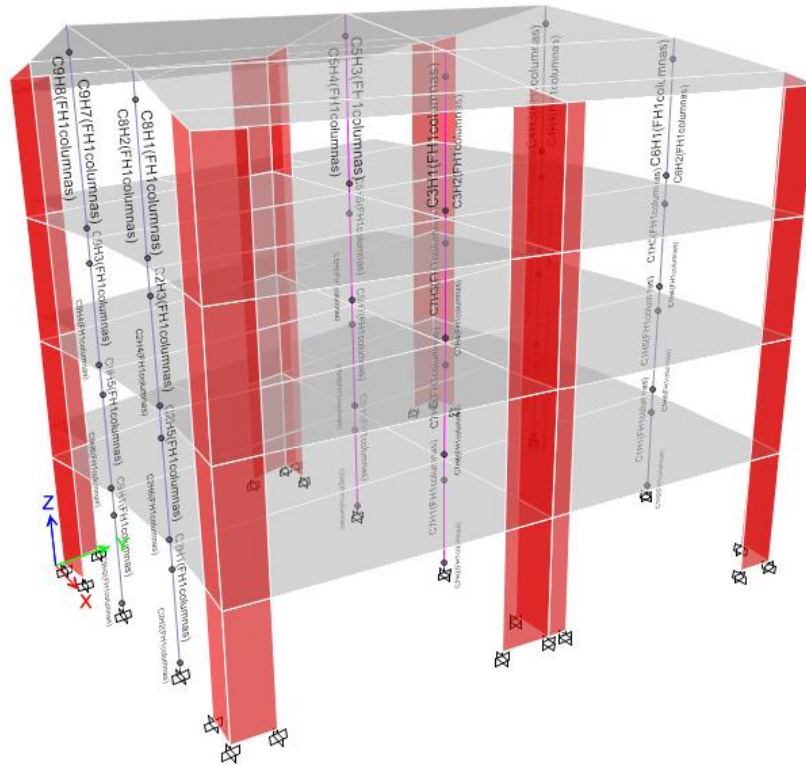


Figura 67

Diagrama de las Placas del Módulo 3 en ETABS

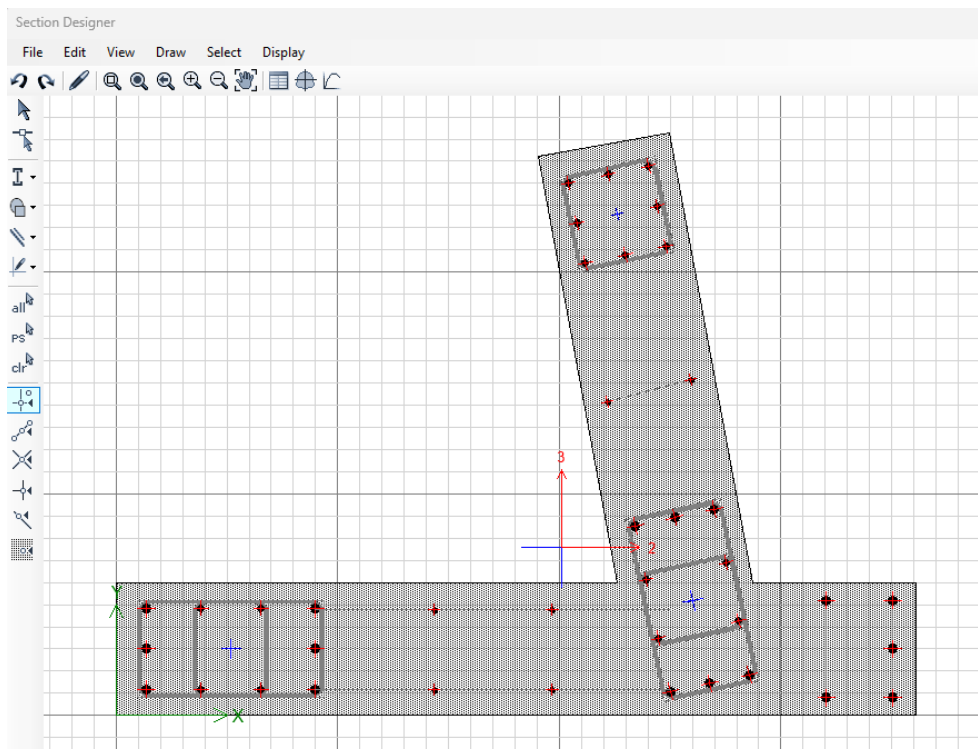


Figura 68

Designación de “Rótulas” en Placas en el Módulo N° 3

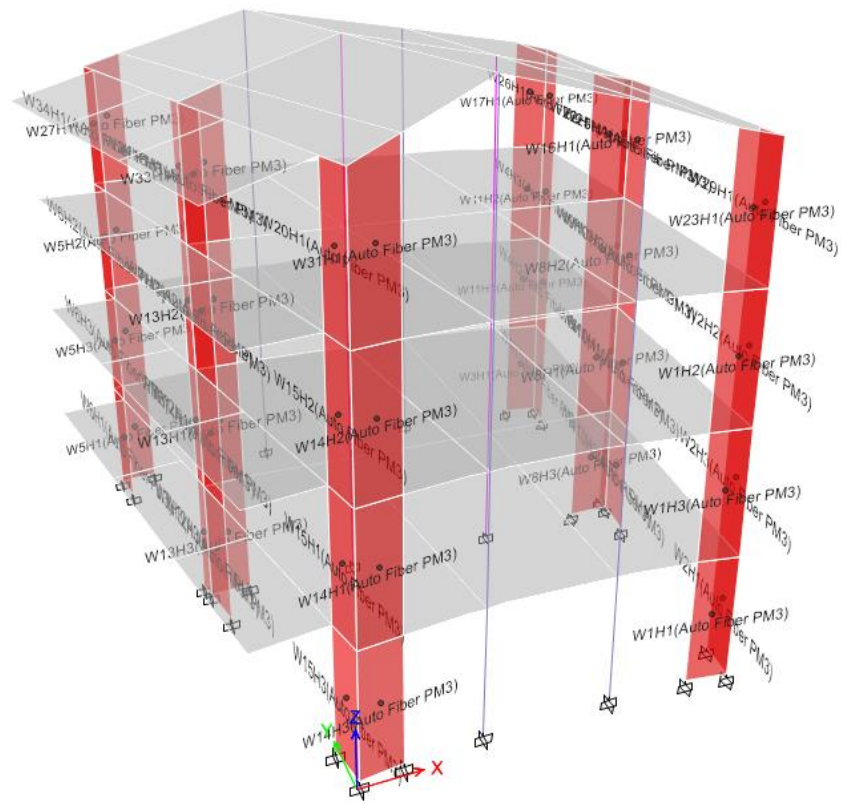


Figura 69

Diagrama de las Placas del Módulo 4 en ETABS

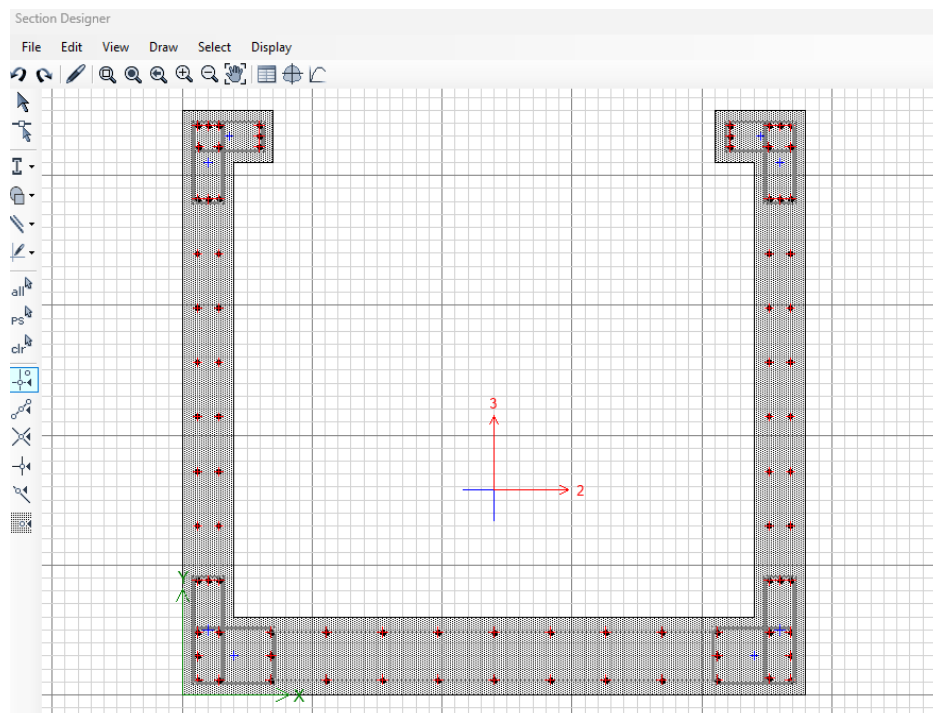
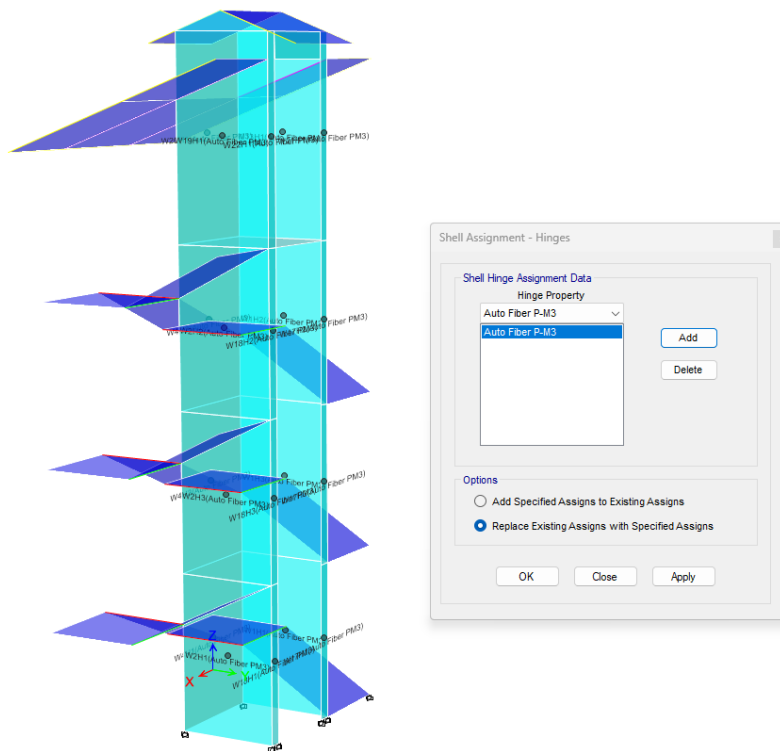


Figura 70

Designación de “Rótulas” en Placas en el Módulo N° 4



Para realizar el análisis conforme a la norma ATC-40 (1996), se cargaron tres niveles de sismo: servicio (SS), diseño (SD) y máximo (SM), con valores equivalentes a 0.5, 1.0 y 1.25 del espectro de diseño generado con la norma E.030 (MVCS, 2018). El análisis permitió obtener una representación gráfica del rendimiento estructural y determinar el punto de rendimiento, definido como la intersección entre la demanda sísmica y la capacidad estructural

Tabla 21

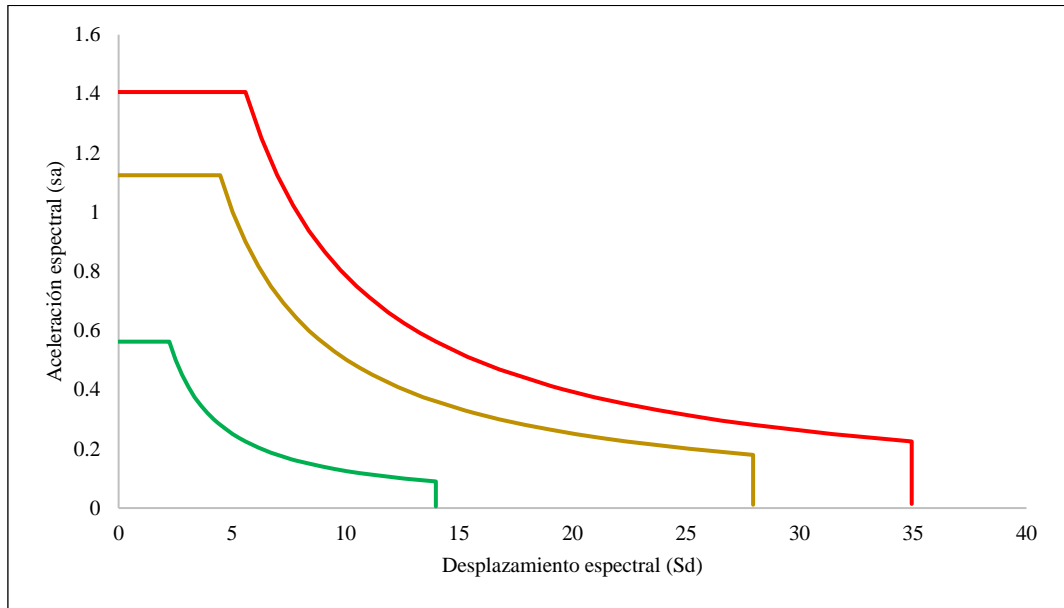
Representación de la Demanda Sísmica – Norma ATC-40 (1996)

Sismo	Gravedad (g)	Método de cálculo
SS	0.255	0.50 SD
SD	0.450	SD
SM	0.562	1.25 SD

Nota: (ATC-40, 1996).

Figura 71

Espectro de Demanda de la Norma ATC-40



Finalmente, se evaluó la localización del punto de desempeño en relación con la curva de capacidad, lo que permitió verificar si el edificio cumplía con los objetivos de desempeño y determinar su respuesta ante las demandas sísmicas.

3.6.2. *Procesamiento de datos*

El procesamiento de los datos inició con la revisión detallada de los planos arquitectónicos y estructurales de la edificación. Para esta tarea, se utilizó AutoCAD 2022, un software que permitió visualizar, y analizar las dimensiones de la estructura, asegurando la precisión en el modelado posterior.

Una vez verificados los planos, se procedió a la esquematización de la estructura en Revit 2023, software empleado para recrear en tres dimensiones los tres módulos del edificio y el ascensor. Este modelo incluyó cada uno de los elementos estructurales, como columnas, vigas y losas, con las dimensiones exactas obtenidas de los planos y verificadas en el campo.

Microsoft Excel 2022 fue utilizado para el procesamiento de los datos obtenidos de los ensayos in situ y ex situ. Se registraron los datos obtenidos del ensayo de esclerometría y otros ensayos relacionados con las propiedades mecánicas de los materiales (perfil del suelo), y se calcularon los parámetros necesarios, como el promedio y la desviación estándar, para obtener la resistencia final a compresión. Además, en Excel se gestionaron los parámetros estructurales y sísmicos de interés, como las cargas aplicadas y los espectros de respuesta.

Con los datos procesados y los parámetros definidos, se procedió al modelado completo de la estructura en ETABS 2018. Este software fue utilizado para realizar tanto el análisis estático y dinámico, como el análisis Pushover, que permitió evaluar el comportamiento sísmico. Finalmente, se elaboraron tablas y gráficos resumen de todos los resultados alcanzados utilizando Microsoft Excel 2022.

3.6.3. *Análisis de datos*

Consistió en aplicar estadística descriptiva e inferencial para la interpretación de los resultados. Inicialmente se utilizó la estadística descriptiva para organizar, resumir y presentar los datos obtenidos. Para ello, se crearon tablas y gráficos que permitieron agrupar la información en valores clave, como el promedio, la desviación estándar y otros parámetros de interés; así mismo, los gráficos, por su parte, proporcionaron una representación visual clara de las tendencias y comportamientos observados en el edificio de Contabilidad.

Luego se realizó análisis más profundo mediante estadística inferencial, que permitió tomar decisiones respecto a la validez de las hipótesis planteadas. Se empleó el programa Minitab 22 para determinar si los resultados obtenidos respaldaban la hipótesis nula (H_0), que proponía que el nivel de desempeño

sísmico del edificio no cumplía con los requisitos esperados, o si, por el contrario, debía aceptarse la hipótesis alternativa (H1), que sugería que el desempeño sísmico del edificio era adecuado según las normativas.

Para realizar estas pruebas se utilizó el valor p (probabilidad) como criterio de decisión. De acuerdo con los estándares estadísticos establecidos, se acepta H1 cuando el valor p resultó ser menor a 0.05, considerando un nivel de significancia del 5% y un nivel de confianza del 95%.

3.7. Aspectos éticos

Se implementaron aspectos éticos esenciales descritos por Acevedo (2002), así como los lineamientos de la UNACH y la “Facultad de Ciencias de la Ingeniería” descritas en la Resolución N° 120-2022-UNACH para la redacción de investigaciones de carácter científico.

Se aseguró la transparencia y precisión en la recolección de datos, garantizando que toda la información obtenida, tanto en el campo como en documentos, fuera exacta y reflejara el verdadero estado estructural del edificio. Se respetó la propiedad intelectual mediante la correcta citación de todas las fuentes y documentos empleados.

La confidencialidad de la información sensible relacionada con la edificación fue protegida, utilizando los datos exclusivamente con fines investigativos y bajo estricta reserva. Así mismo, los resultados se presentaron de manera objetiva y fundamentada en la evidencia, sin manipulación ni sesgos. Considerando además la responsabilidad social del estudio, al ofrecer recomendaciones para mejorar la seguridad estructural del edificio.

Durante el análisis, se utilizaron normas de reconocido prestigio, como la ATC-40 (1996) y la norma E.030 (MVCS, 2018), que proporcionaron un marco

técnico sólido. Además, se empeló las normas APA 7ma edición, garantizando que cualquier información utilizada durante la investigación estuviese correctamente citada y referenciada.

Estos principios éticos garantizan la validez y confiabilidad de los resultados, aportando positivamente al conocimiento académico y al bienestar de la comunidad universitaria de la UNACH.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Irregularidades del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad

Se ha realizado el análisis de irregularidades del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad de acuerdo a la norma E.030 (MVCS, 2018), para definir si era necesario multiplicar a estas estructurar por el coeficiente de irregularidad dado en la normatividad, previo al análisis lineal y no lineal.

El módulo 1 se considera regular en planta y elevación, sin presentar ningún tipo de irregularidad. Esto significa que la estructura cumple con los criterios de la norma E.030 en ambos aspectos, tanto en su configuración horizontal como vertical.

Mientras que, para el módulo 2, 3 y 4 (módulos con geometría compleja) se ha realizado un análisis profundo de irregularidades, determinando que, que el módulo 3 a pesar de tener geometría compleja es una estructura regular, mientras que el módulo 2 es irregular en planta y el módulo 4 tiene irregularidad torsional.

Tabla 22

Análisis de Irregularidades en Planta y Elevación del Edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad

Módulo	Planta	Elevación	Tipo de irregularidad
1	Regular	Regular	
2	Irregular	Regular	Esquinas entrantes (0.90)
3	Regular	Regular	
4	Irregular	Regular	Torsional (0.75=

4.1.1.1. Módulo 2

El módulo 2 presenta irregularidad en planta por la presencia de esquinas entrantes. Las esquinas entrantes se definen como aquellas que reducen la dimensión del lado del módulo en un porcentaje mayor o igual al 15%. En este caso, el análisis de la Tabla 25 muestra que el módulo 2 presenta esquinas entrantes en todos los pisos, con un valor de a/A y b/B mayor o igual a 0.15, lo que indica irregularidad. El factor de irregularidad en planta (I_p) para este módulo es de 0.90. En cuanto a la elevación, el módulo 2 se considera regular, ya que la rigidez de los diferentes niveles cumple con la norma E.030.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (41)$$

$$R = 1.00 \times 1.00 \times 0.90 = 0.90 \quad (42)$$

Donde, R factor de regularidad, I_a factor de irregularidad en altura, I_p factor de irregularidad en planta.

Tabla 23

Irregularidades en Planta en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad

Irregularidades estructurales en planta	Factor de Irregularidad I_p	Sentido X-X	Sentido Y-Y	Factor I_p
Esquinas Entrantes	0.9	0.9	0.9	0.9
Sistemas no Paralelos	0.9	1	1	1.0

Tabla 24

Irregularidades en Elevación en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad

Irregularidades estructurales en altura	Factor de Irregularidad I_a	Sentido X-X	Sentido Y-Y	Factor I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1	1
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5	1	1	1

a) Irregularidades en planta

El módulo 2 presenta esquinas entrantes en todos los pisos, con un valor de a/A y b/B mayor o igual a 0.15, lo que indica irregularidad.

$$Si \frac{a}{A} \geq 0.15, \frac{b}{B} \geq 0.15 \text{ (Irregular)} \tag{43}$$

Donde, a lado con probabilidad de irregularidad, A lado total en X, b lado con probabilidad de irregularidad, B lado total en Y.

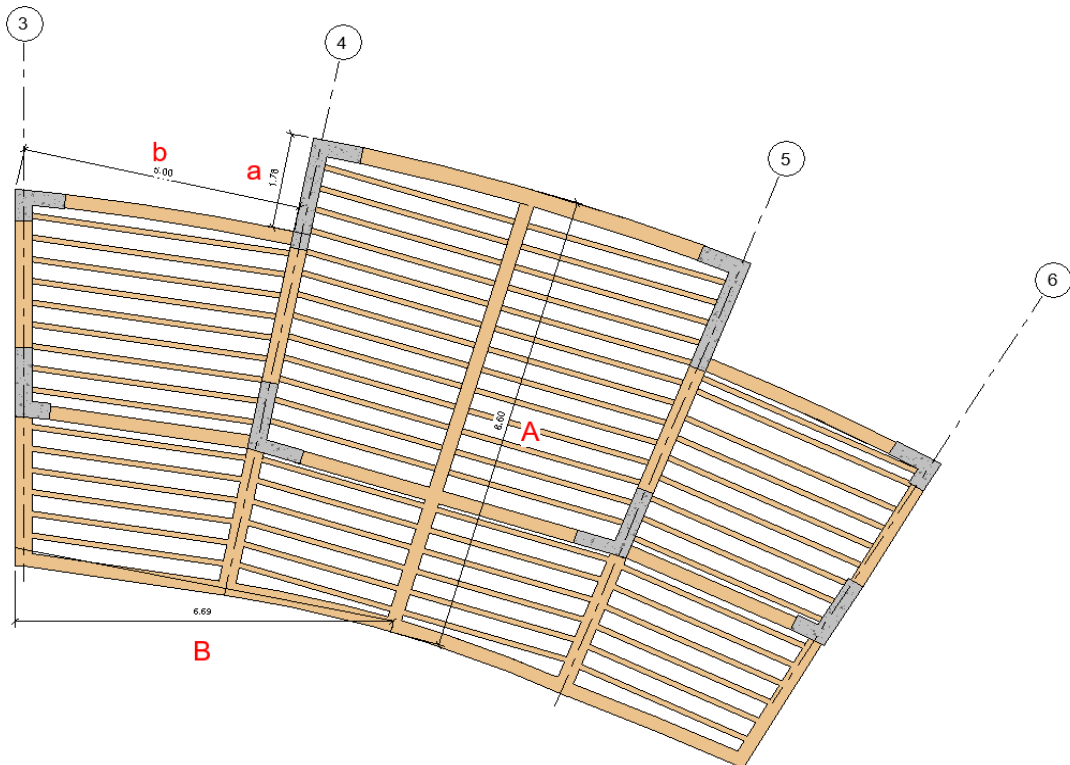
Tabla 25

Análisis de Irregularidad por Esquinas Entrantes del Módulo 2 de Contabilidad

Piso	A	a	B	b	a/A	b/B	Control
4	8.60	1.78	6.69	5.00	21%	75%	Irregular
3	8.60	1.78	10.20	5.00	21%	49%	Irregular
2	8.60	1.78	10.20	5.00	21%	49%	Irregular
1	8.60	1.78	10.20	5.00	21%	49%	Irregular

Figura 72

Irregularidad de Esquinas Entrantes en el Módulo 2 de Contabilidad



Los sistemas no son paralelos, pero el ángulo del elemento es menor a 30°, por lo que se considera regular.

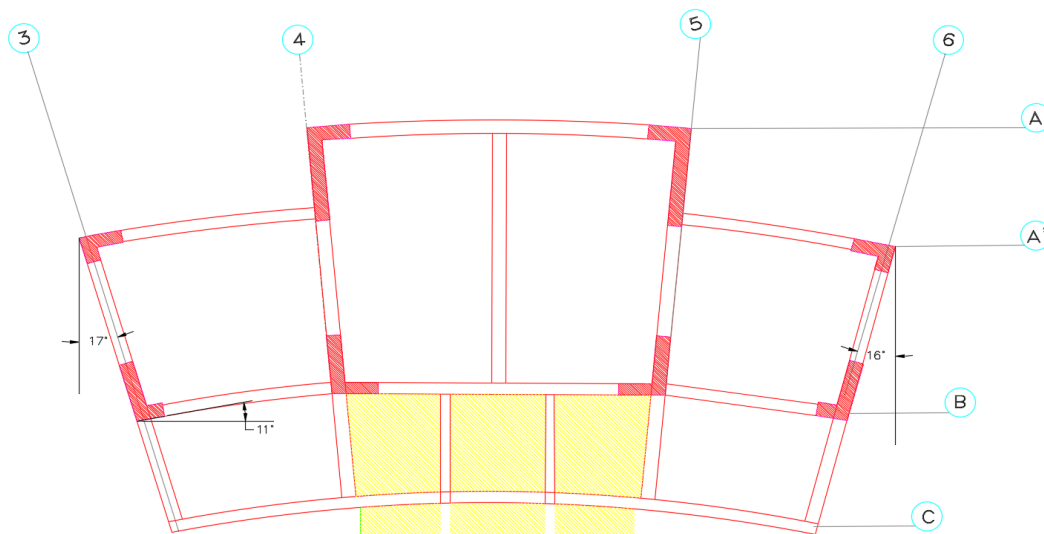
Tabla 26

Análisis de Irregularidad de Sistemas No Paralelos en el Módulo 2 de Contabilidad

Ángulo del elemento	En X-X		Ángulo del elemento	En Y-Y	
	$\emptyset < 30^\circ =$ no aplica	Control e-030		$\emptyset < 30^\circ =$ no aplica	Control e-030
11	No aplica	Regular	18	No aplica	Regular
11	No aplica	Regular	18	No aplica	Regular
11	No aplica	Regular	18	No aplica	Regular

Figura 73

Irregularidad de Sistemas No Paralelos en el Módulo 2 de Contabilidad



b) Irregularidades en elevación

La rigidez en los diferentes niveles cumple con la norma E.030, por lo que se considera regular. También la rigidez extrema cumple con la norma E.030, por lo que se considera regular.

Tabla 27

Análisis de Irregularidad de Rigidez por Piso Blando en el Módulo 2 de Contabilidad

Nivel	X-X			Y-Y			Control
	Rigidez	K i < 70% (ki+1)	Ki < 80% (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	Rigidez	K i < 70% (ki+1)	Ki < 80% (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	
	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	
4	6476.89			12652.30			E-030, 2018
3	22897.48	354%	354%	60668.64	480%	480%	Regular
2	26712.45	117%	182%	78295.36	129%	214%	Regular
1	57040.03	214%	305%	170934.09	218%	338%	Regular

Tabla 28

Análisis de Irregularidad Extrema Rigidez en el Módulo 2 de Contabilidad

Nivel	X-X			Y-Y			Control
	Rigidez	K i < 60% (ki+1)	Ki < 70% (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	Rigidez	K i < 60% (ki+1)	Ki < 70% (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	
	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	
4	6476.89			12652.30			E-030, 2018
3	22897.49	354%	354%	60668.64	480%	480%	Regular
2	26712.45	117%	182%	78295.36	129%	214%	Regular
1	57040.03	214%	305%	170934.09	218%	338%	Regular

4.1.1.2.Módulo 3

A pesar de tener una geometría compleja, el módulo 3 se considera regular en planta y elevación. El análisis de la Tabla 31 muestra que la deriva máxima es menor a 1.30 veces la deriva promedio en todos los pisos, lo que indica que no hay irregularidad torsional. Además, la Tabla 32 muestra que no hay esquinas entrantes y la Tabla 33 indica que los sistemas no son paralelos, pero el ángulo del elemento es menor a 30°, lo que también lo considera regular. La rigidez en

los diferentes niveles cumple con la norma E.030 y en elevación tampoco presenta irregularidades por lo que, el factor I_p es 1.00.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (44)$$

$$R = 1 \times 1 \times 1 = 1.00 \quad (45)$$

Donde, R factor de regularidad, I_a factor de irregularidad en altura, I_p factor de irregularidad en planta.

Tabla 29

Irregularidades en Planta en el Módulo 3 del Edificio de Contabilidad

Irregularidades estructurales en planta	Factor de Irregularidad I_p	Sentido X-X	Sentido Y-Y	Factor I_p
Irregularidad torsional	0.75	1	1	1.0
Esquinas Entrantes	0.90	1	1	1.0
Sistemas no Paralelos	0.90	1	1	1.0

Tabla 30

Irregularidades en Elevación en el Módulo 3 del Edificio de Contabilidad

En altura	Factor de Irregularidad I_a	Sentido X-X	Sentido Y-Y	Factor I_a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1	1
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5	1	1	1

a) Irregularidades en planta

La deriva máxima es menor a 1.30 veces la deriva promedio en todos los pisos, por lo que se considera regular.

$$\text{Sí } \Delta \text{ máx} \geq 1.30\Delta \text{prom} \text{ (Estructura irregular)} \quad (46)$$

Donde, Δ deriva.

Tabla 31

Análisis de Irregularidad Torsional en X e Y del Módulo 3 del Edificio de Contabilidad

N° piso	X			Y			Control E.030
	Deriva máxima	Deriva promedio	Ratio	Deriva máxima	Deriva promedio	Ratio	
4	0.000460	0.000371	1.240	0.000744	0.000718	1.036	Regular
3	0.000536	0.000439	1.221	0.000751	0.000729	1.030	Regular
2	0.000298	0.000248	1.202	0.000372	0.000362	1.028	Regular
1	0.000460	0.000371	1.240	0.000744	0.000718	1.036	Regular

El módulo 3 del edificio de contabilidad no tiene esquinas entrantes, por lo que se considera regular.

Tabla 32

Análisis de Irregularidad por Esquinas Entrantes del Módulo 3 de Contabilidad

Piso	A	a	B	b	a/A	b/B	Control
4	15.76	0.00	14.92	0.00	0%	0%	Regular
3	15.76	0.00	14.92	0.00	0%	0%	Regular
2	15.76	0.00	14.92	0.00	0%	0%	Regular
1	15.76	0.00	14.92	0.00	0%	0%	Regular

Los sistemas no son paralelos, pero el ángulo del elemento es menor a 30°, por lo que se considera regular.

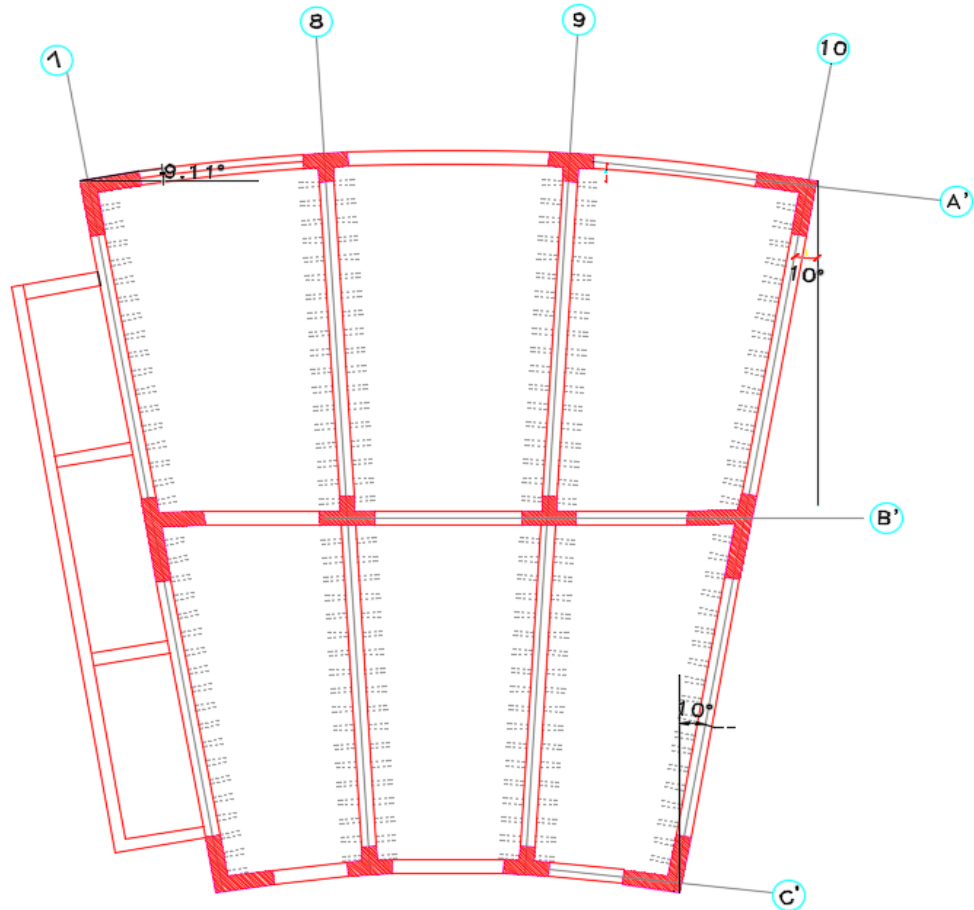
Tabla 33

Análisis de Irregularidad de Sistemas No Paralelos, Módulo 3 de Contabilidad

Ángulo del elemento	En X-X		Ángulo del elemento	En Y-Y	
	$\emptyset < 30^\circ =$ no aplica	Control e-030		$\emptyset < 30^\circ =$ no aplica	Control e-030
10	No aplica	Regular	10	No aplica	Regular
10	No aplica	Regular	10	No aplica	Regular
9.11	No aplica	Regular	9.11	No aplica	Regular

Figura 74

Análisis de Irregularidad de Sistemas No Paralelos en el Módulo 3 de Contabilidad



b) Irregularidades en elevación

La rigidez en los diferentes niveles cumple con la norma E.030, por lo que se considera regular. Así mismo, la rigidez cumple con la norma E.030, por lo que se considera regular.

Tabla 34

Análisis de Irregularidad de Rigidez por Piso Blando en el Módulo 3 de Contabilidad

Nivel	X-X			Y-Y			Control E-030, 2018
	Rigidez	$K_i < 70\%$ (ki+1)	$K_i < 80\%$ (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	Rigidez	$K_i < 70\%$ (ki+1)	$K_i < 80\%$ (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	
	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	
4	21253.80			8663.85			
3	69967.35	329%	329%	36186.94	418%	418%	Regular
2	81141.78	116%	178%	48928.33	135%	218%	Regular
1	163307.81	201%	284%	111888.11	229%	358%	Regular

Tabla 35

Análisis de Irregularidad Extrema Rigidez en el Módulo 3 de Contabilidad

Nivel	X-X			Y-Y			Control E-030, 2018
	Rigidez	$K_i < 60\%$ (ki+1)	$K_i < 70\%$ (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	Rigidez	$K_i < 60\%$ (ki+1)	$K_i < 70\%$ (Ki+1 Ki+2 + Ki+3)/3	
	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	Tn/m	
4	21253.80			8663.85			
3	69967.35	329%	329%	36186.94	418%	418%	Regular
2	81141.78	116%	178%	48928.33	135%	218%	Regular
1	163307.81	201%	284%	111888.11	229%	358%	Regular

4.1.1.3.Módulo 4

El módulo 4 presenta irregularidad torsional en planta, con un factor de irregularidad en planta (I_p) de 0.75. La Tabla 37 muestra que la deriva máxima en X-X es mayor a 1.30 veces la deriva promedio, lo que indica irregularidad torsional en esta dirección. En Y-Y, la deriva máxima es menor que 1.30 veces la deriva promedio, por lo que se considera regular en esta dirección. En cuanto a la

elevación, el módulo 4 se considera regular, ya que la rigidez de los diferentes niveles cumple con la norma E.030.

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \quad (47)$$

$$R = 1 \times 1 \times 0.75 \quad (48)$$

Donde, R factor de regularidad, I_a factor de irregularidad en altura, I_p factor de irregularidad en planta.

Tabla 36

Irregularidades en Planta en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad

Irregularidades estructurales en planta	Factor de Irregularidad Ip	Sentido X-X	Sentido Y-Y	Factor Ip
Irregularidad torsional	0.75	0.75	1.00	0.75
Esquinas Entrantes	0.9	1.00	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	0.9	1.00	1.00	1.00

Tabla 37

Análisis de Irregularidad Torsional en Planta en X e Y del Módulo 4 del Edificio de Contabilidad

Dirección	Deriva máxima	Deriva promedio	Ratio	Control E.030 $\Delta \text{máx} \geq 1.30\Delta \text{prom}$
X-X	0.507	2.471	1.935	Irregular
Y-Y	0.761	1.296	1.337	Regular

Tabla 38

Irregularidades en Elevación en el Módulo 2 del Edificio de Contabilidad

En altura	Factor de Irregularidad Ia	Sentido X-X	Sentido Y-Y	Factor Ia
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1	1
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.5	1	1	1

4.1.2. Desempeño sísmico lineal del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad

El comportamiento estático y dinámico lineal del módulo 1 del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad reveló que los cortantes dinámicos en la base, tanto en X (107.17 ton) como en Y (97.71 ton), representaron el 76% y 70% del cortante estático respectivamente, no cumpliendo con la norma E.030 (MVCS, 2018). Como los valores son inferiores al 80%, se aplicaron coeficientes de amplificación sísmica de 1.05 en X y 1.15 en Y para ajustar el análisis. En el módulo 2, los cortantes dinámicos de 99.35 ton en X y 94.50 ton en Y representaron el 80% y 86% del cortante estático, cumpliendo con la normativa sin requerir amplificación. Para el módulo 3, los cortantes dinámicos en X (94.58 ton) y en Y (101.96 ton) alcanzaron el 73% y 79% del cortante estático, lo que requirió coeficientes de 1.10 en X y 1.02 en Y. Finalmente, en el módulo 4 el ascensor, los cortantes dinámicos en X (16.95 ton) y en Y (16.96 ton) fueron del 54% y 72%, aplicándose coeficientes de 1.48 y 1.11 respectivamente para cumplir con las exigencias normativas.

Otro aspecto importante a considerar es que, estos coeficientes de amplificación no alteran los resultados de las derivas y/o desplazamientos debido a que, no tienen implicancias en el análisis de un edificio existente, sino que, estos coeficientes debieron haberse tomado en cuenta durante el diseño de la edificación de Contabilidad – UNACH.

Tabla 39*Cortante Estática y Dinámica Lineal del Edificio de Contabilidad – UNACH*

Módulo	Cortante en X			Cortante en Y		
	Estática	Dinámica	%	Estática	Dinámica	%
1	140.52	107.17	76.27%	140.52	97.71	69.53%
2	110.31	99.35	90.06%	110.31	94.5	85.67%
3	129.64	94.58	72.96%	129.64	101.96	78.65%
4	31.27	16.95	54.21%	23.45	16.96	72.32%

El análisis de los desplazamientos absolutos de los módulos del edificio de Contabilidad reveló que el módulo 1 presentó valores de 4.77 mm en X y 4.58 mm en Y, mientras que el módulo 2 mostró desplazamientos de 10.89 mm en X y 4.90 mm en Y. En el caso del módulo 3, los desplazamientos fueron de 4.71 mm en X y 7.1 mm en Y, y en el módulo 4 (ascensor) se obtuvieron 7.50 mm en X y 4.12 mm en Y. Todos estos resultados indican que los desplazamientos están dentro de los límites permisibles establecidos por la norma E.030 (MVCS, 2018), evidenciando un comportamiento estructural estable ante las cargas sísmicas en ambas direcciones.

Tabla 40*Desplazamientos Absolutos del Edificio de Contabilidad – UNACH*

Módulo	Desplazamientos absolutos (mm)	
	X	Y
1	4.77	4.58
2	10.89	4.90
3	4.71	7.10
4	7.50	4.12

El análisis de derivas relativas en los módulos del edificio de Contabilidad mostró que todas las distorsiones máximas están por debajo de los límites de la norma E.030 (MVCS, 2018) que especifica como máximo 0.007 para estructuras

de concreto armado. En el módulo 1, la deriva máxima fue de 0.0023 en X y 0.00075 en Y. El módulo 2 presentó distorsiones máximas de 0.0047 en X y 0.0020 en Y. Para el módulo 3, los valores fueron 0.00259 en X y 0.0035 en Y. Finalmente, en el módulo 4, se encontraron derivas máximas de 0.0024 en X y 0.0017 en Y. Estos resultados reflejan que todos los módulos mantienen deformaciones dentro de los rangos aceptables, asegurando la integridad estructural y un adecuado comportamiento sísmico.

Tabla 41

Derivas Relativas Máximas del Edificio de Contabilidad – UNACH

Módulo	Derivas relativas máximas (mm)		Criterio norma E.030 (MVCS, 2018)	
	X	Y	X < 0.007	Y < 0.007
1	0.002363	0.000751		
2	0.004743	0.002029	Cumple	Cumple
3	0.002588	0.003539		
4	0.002474	0.001746		

Los módulos de los edificios de contabilidad cumplen con los criterios de que, los dos primeros modos de vibración sean de traslación y el tercer modo sea de rotación, así mismo, los periodos de vibración están dentro de los lineamientos de la norma E.030 (MVCS, 2018).

Tabla 42

Periodo de Vibración de los Modos de Vibración del Edificio de Contabilidad – UNACH

Módulo	Modos de vibración: Periodos (seg)		
	1er modo	2do modo	3er modo
1	0.296	0.246	0.187
2	0.349	0.246	0.191
3	0.325	0.255	0.199
4	0.300	0.229	0.157

a) Módulo N° 1

El análisis realizado en el módulo 1 del edificio de Contabilidad indica que el cortante dinámico en la base del edificio es de 107.17 ton en la dirección X, lo que corresponde aproximadamente al 76% del cortante estático, no cumpliendo con lo establecido por la norma E.030 (MVCS, 2018). En Y, el cortante dinámico en la base se estima en 97.71 ton, lo que equivale al 70% del cortante estático, por lo que, tampoco cumple con la norma E.030 (MVCS, 2018). Dado que los cortantes dinámicos son inferiores al 80% de la cortante estática en ambas direcciones, se aplicaron coeficientes de amplificación sísmica de 1.05 en X y 1.15 en Y, ajustando así el análisis a las exigencias normativas.

Tabla 43

Cortante en la Base del Módulo N°1

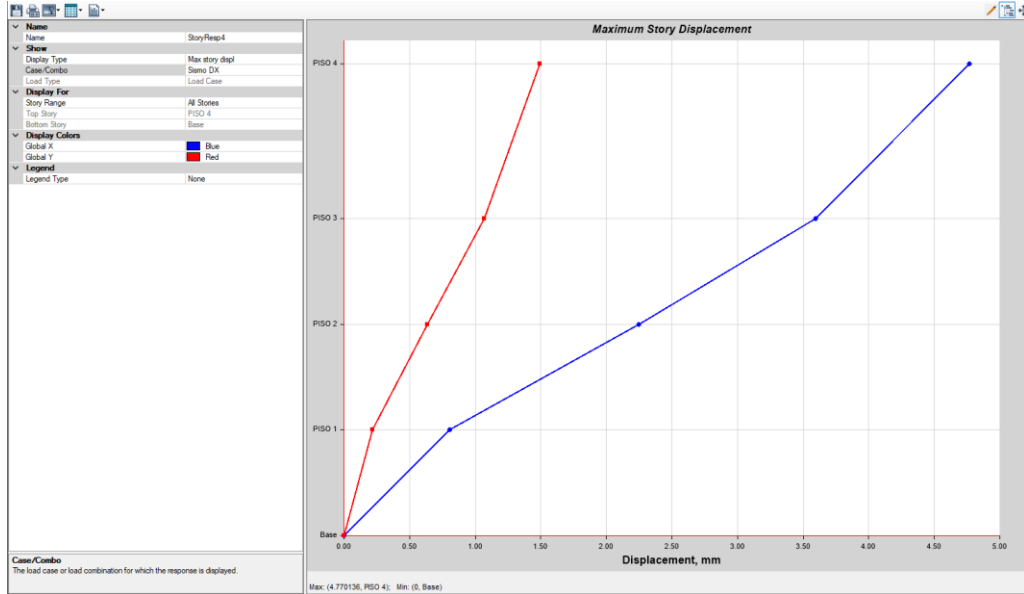
Módulo N° 1	Cortante en la base (ton)	
	X	Y
Cortante		
Estática	140.52	140.52
Dinámica	107.17	97.71
Porcentaje de la cortante dinámica (%)	76	70
Factor de escala	1.05	1.15

A partir del análisis, se determinaron los desplazamientos absolutos del módulo 1 del edificio de Contabilidad, obteniendo valores de 4.77 mm en X y 4.58 mm en Y. Estos desplazamientos reflejan la respuesta del edificio ante las cargas sísmicas, evidenciando un comportamiento estable en ambas direcciones de acuerdo a los límites permisibles establecidos por la norma E.030 (MVCS, 2018).

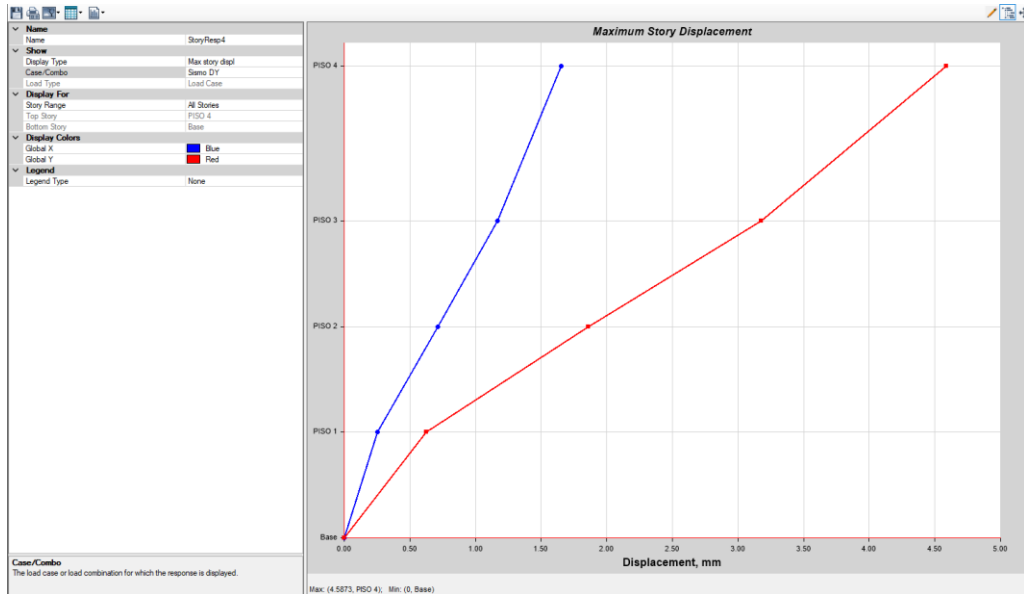
Figura 75

Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 1

X= 4.77 mm



Y= 4.58 mm



Se determinó que la distorsión máxima del edificio en X es de 0.0023, un valor significativamente inferior al límite máximo permitido de 0.007, según la norma E.030 (MVCS, 2018). De manera similar, en Y, la distorsión máxima alcanzada es de 0.00075, igualmente por debajo del límite establecido de 0.007. Estos resultados indican que la estructura experimenta deformaciones dentro de

los rangos aceptables, lo que garantiza que el edificio mantiene su integridad estructural y un comportamiento apropiado frente a las demandas sísmicas, cumpliendo con los requisitos normativos.

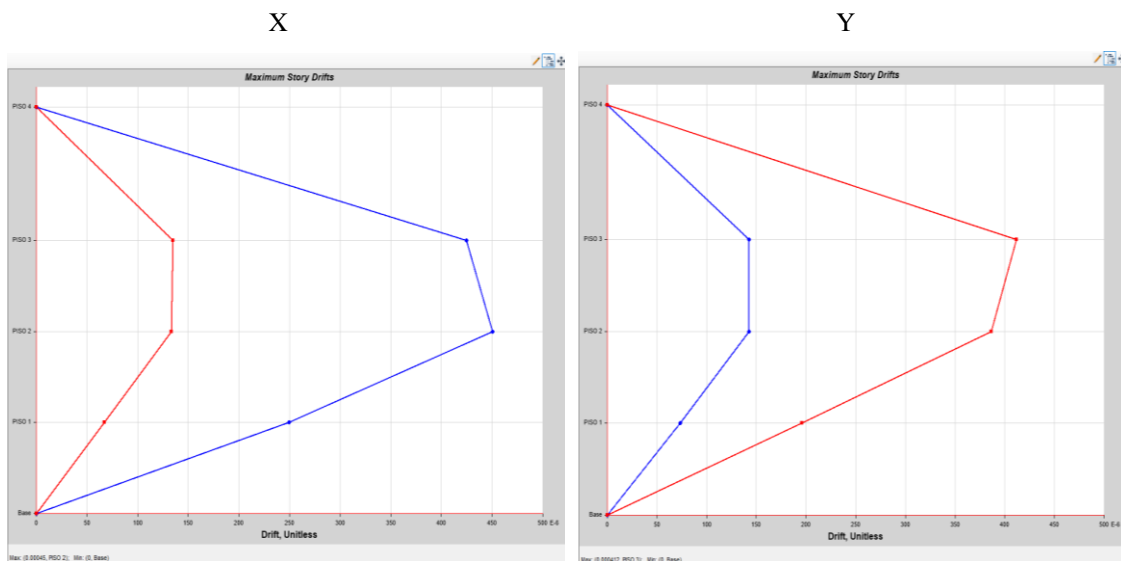
Tabla 44

Derivas Relativas del Módulo N° 1

Derivas relativas Piso	Dirección					
	X		Rx=7	Y		Ry=7
	Deriva	Deriva.0.75R	< 0.007	Deriva	Deriva.0.75R	< 0.007
4	0	0		0	0	
3	0.000425	0.00223125	Cumple	0.000143	0.00075075	Cumple
2	0.00045	0.0023625		0.000143	0.00075075	
1	0.000249	0.00130725		0.000074	0.0003885	

Figura 76

Derivas Relativas del Módulo N° 1

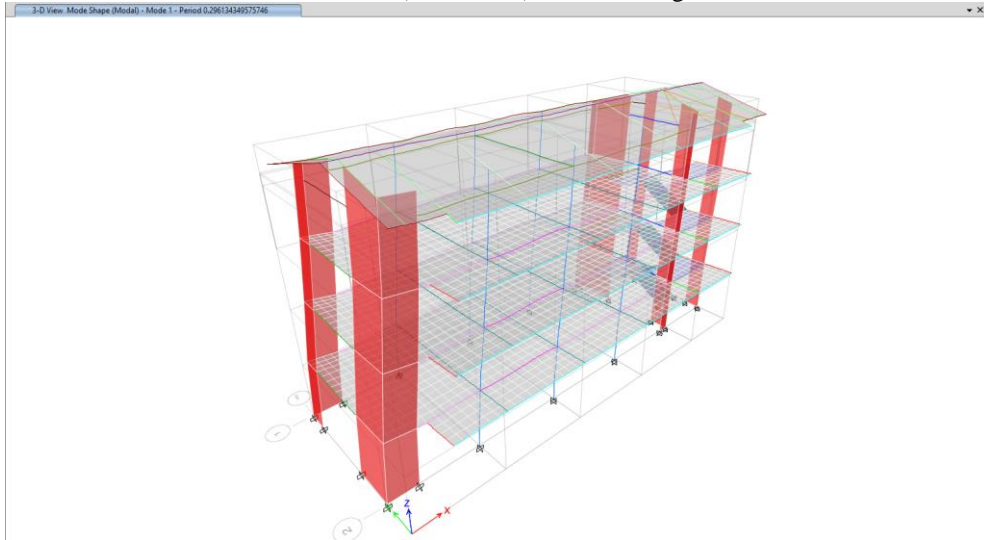


En relación al comportamiento de vibración, se ha observado que el módulo cumple con los modos de vibración requeridos. Los dos primeros modos corresponden a movimientos de traslación, mientras que el último modo corresponde a rotación.

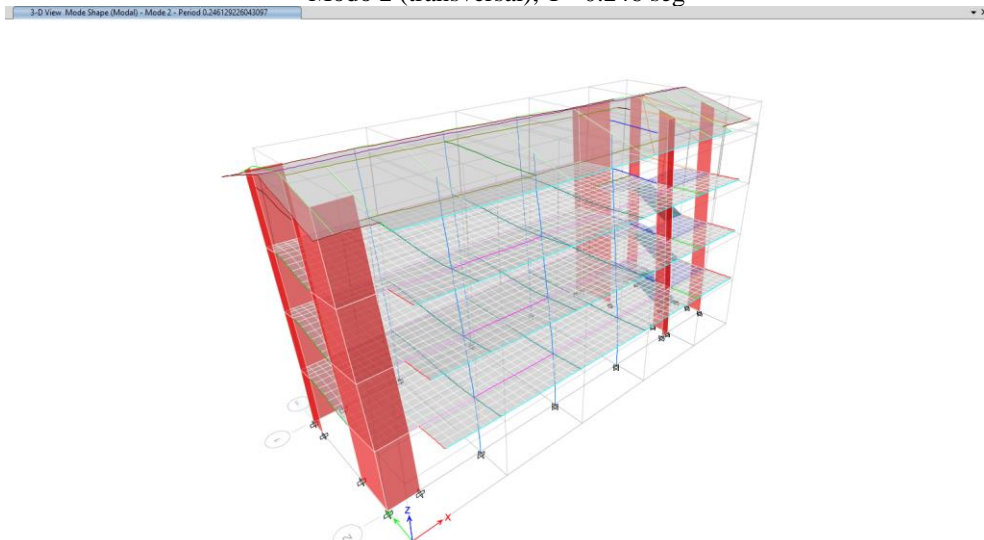
Figura 77

Modos de Vibración del Módulo N° 1

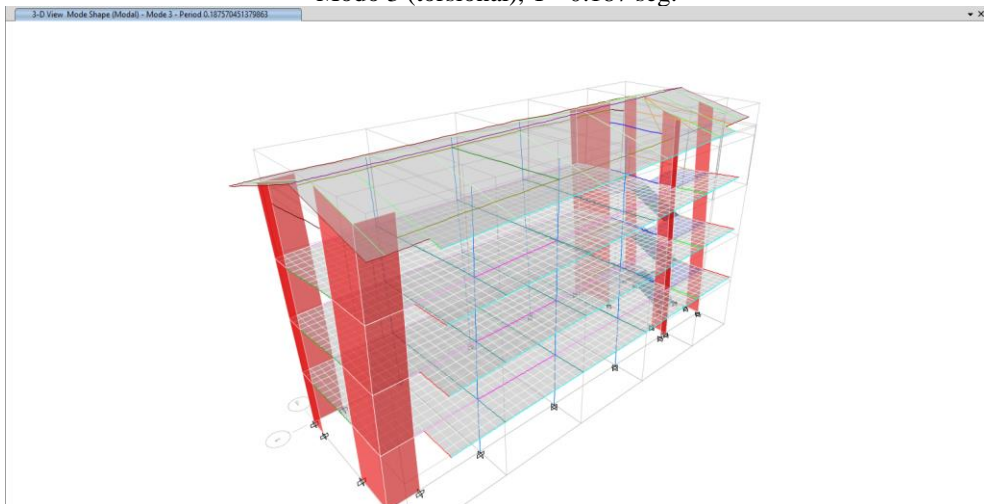
Modo 1 (transversal), $T = 0.296$ seg



Modo 2 (transversal), $T = 0.246$ seg



Modo 3 (torsional), $T = 0.187$ seg.



b) Módulo N° 2

El análisis realizado en el módulo 2 del edificio de Contabilidad indica que el cortante dinámico en la base del edificio es de 99.35 ton en X, lo que corresponde aproximadamente al 80% del cortante estático, cumpliendo con la norma E.030 (MVCS, 2018). En Y, el cortante dinámico en la base se estima en 94.50 ton, lo que equivale al 86% del cortante estático, por lo que, también cumple con la norma E.030 (MVCS, 2018). Dado que los cortantes dinámicos son superiores al 80% de la cortante estática en ambas direcciones se ajustan a las exigencias de la normativa nacional, y no requieren la identificación de factores de amplificación.

Tabla 45

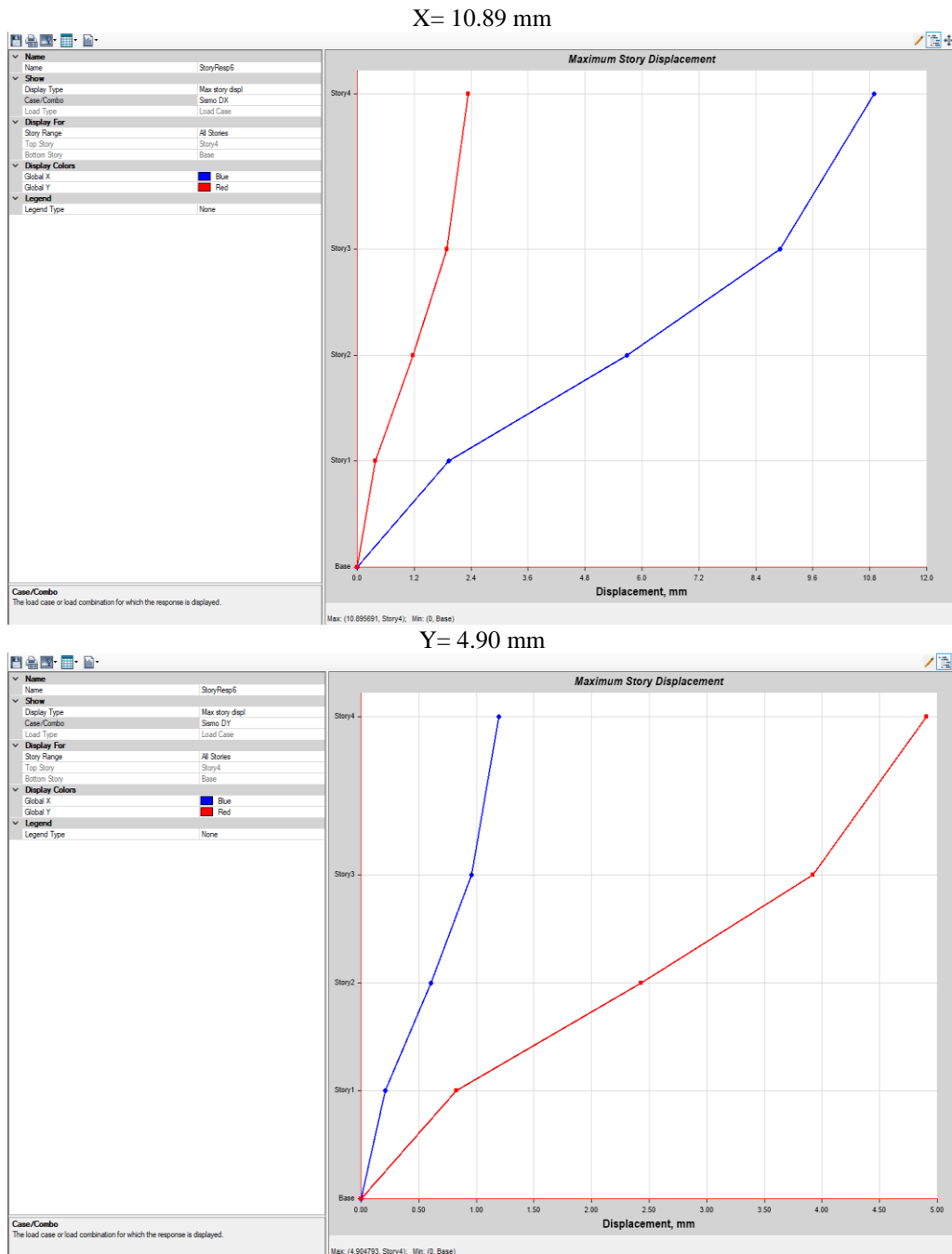
Cortante en la Base del Módulo N°2

Módulo N° 1	Cortante en la base (ton)	
Cortante	X	Y
Estática	110.31	110.31
Dinámica	99.35	94.50
Porcentaje de la cortante dinámica (%)	80	86

A partir del análisis, se determinaron los desplazamientos absolutos del módulo 2 del edificio de Contabilidad, obteniendo valores de 10.89 mm en X y 4.90 mm en Y. Estos desplazamientos reflejan la respuesta del edificio ante las cargas sísmicas, evidenciando un comportamiento estable en ambas direcciones de acuerdo a los límites permisibles de la norma E.030 (MVCS, 2018).

Figura 78

Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 2



Se determinó que la deriva máxima del edificio en X es de 0.0047, un valor significativamente inferior al límite máximo permitido de 0.007, según la norma E.030 (MVCS, 2018). De manera similar, en Y, la distorsión máxima alcanzada es de 0.0020, igualmente por debajo del límite establecido de 0.007. Estos

resultados indican que la estructura experimenta deformaciones dentro de los rangos aceptables, lo que garantiza que el edificio mantiene su integridad estructural y un comportamiento conveniente frente a las demandas sísmicas, cumpliendo con los requisitos normativos.

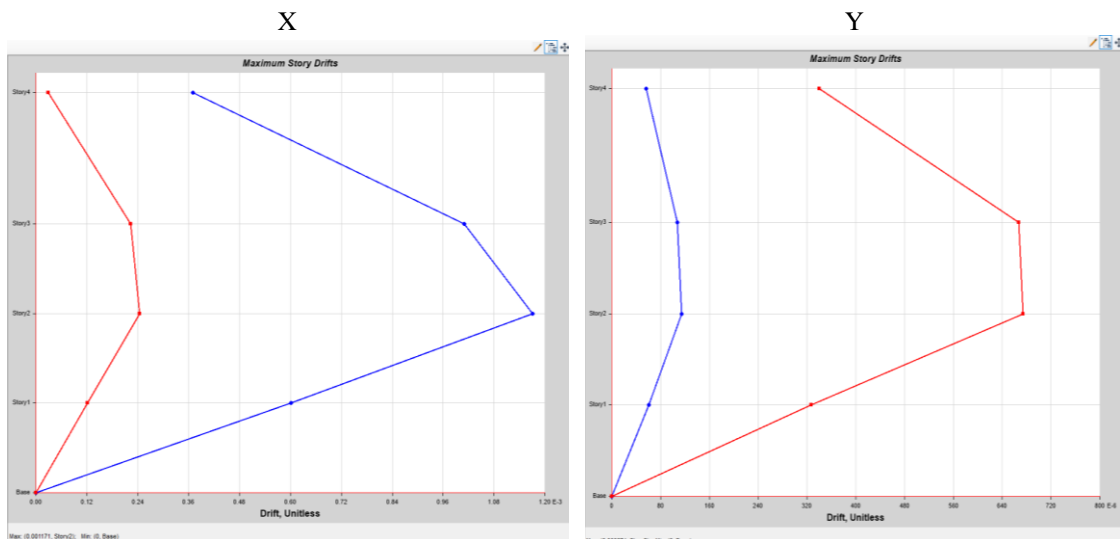
Tabla 46

Derivas Relativas del Módulo N° 2

Derivas relativas Piso	Dirección					
	X		Rx=5.40 < 0.007	Y		Ry=5.40 < 0.007
	Deriva	Deriva.0.75R		Deriva	Deriva.0.75R	
4	0.00037	0.0014985	Cumple	0.000209	0.0008465	Cumple
3	0.001009	0.00408645		0.000468	0.0018954	
2	0.001171	0.00474255		0.000501	0.0020291	
1	0.000601	0.00243405		0.000258	0.0010449	

Figura 79

Derivas Relativas del Módulo N° 2



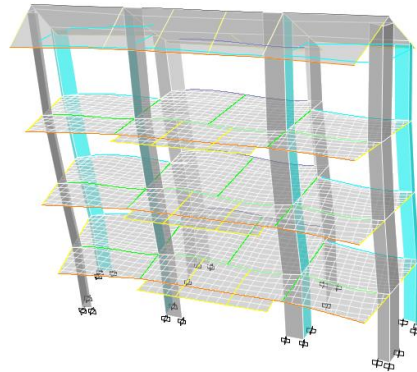
En relación al comportamiento de vibración del módulo 2, se ha observado que el módulo cumple con los modos de vibración requeridos. Los dos primeros modos corresponden a movimientos de traslación, mientras que el último modo corresponde a rotación.

Figura 80

Modos de Vibración del Módulo N° 2

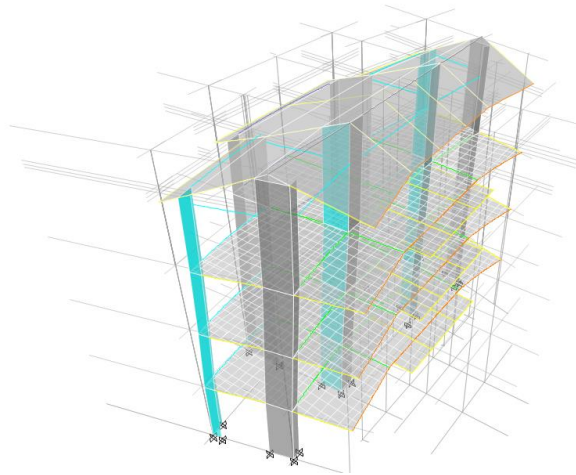
Modo 1 (transversal), $T = 0.349$ seg

3-D View: Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0.349377855100902



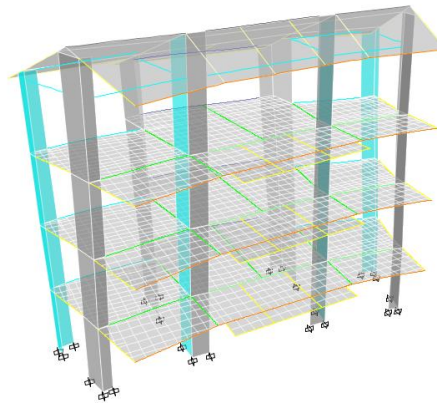
Modo 2 (transversal), $T = 0.246$ seg

3-D View: Mode Shape (Modal) - Mode 2 - Period 0.209718242726588



Modo 3 (torsional), $T = 0.191$ seg.

3-D View: Mode Shape (Modal) - Mode 3 - Period 0.191274013787804



c) Módulo N° 3

El análisis realizado en el módulo 1 del edificio de Contabilidad indica que el cortante dinámico en la base del edificio es de 94.58 ton en la dirección X, lo que corresponde aproximadamente al 73% del cortante estático, no cumpliendo con lo establecido por la norma E.030 (MVCS, 2018). En Y, el cortante dinámico en la base se estima en 101.96 ton, lo que equivale al 79% del cortante estático, por lo que, tampoco cumple con la norma E.030 (MVCS, 2018). Dado que los cortantes dinámicos son inferiores al 80% de la cortante estática en ambas direcciones, se aplicaron coeficientes de amplificación sísmica de 1.10 en X y 1.02 en Y, ajustando así el análisis a las exigencias normativas.

Tabla 47

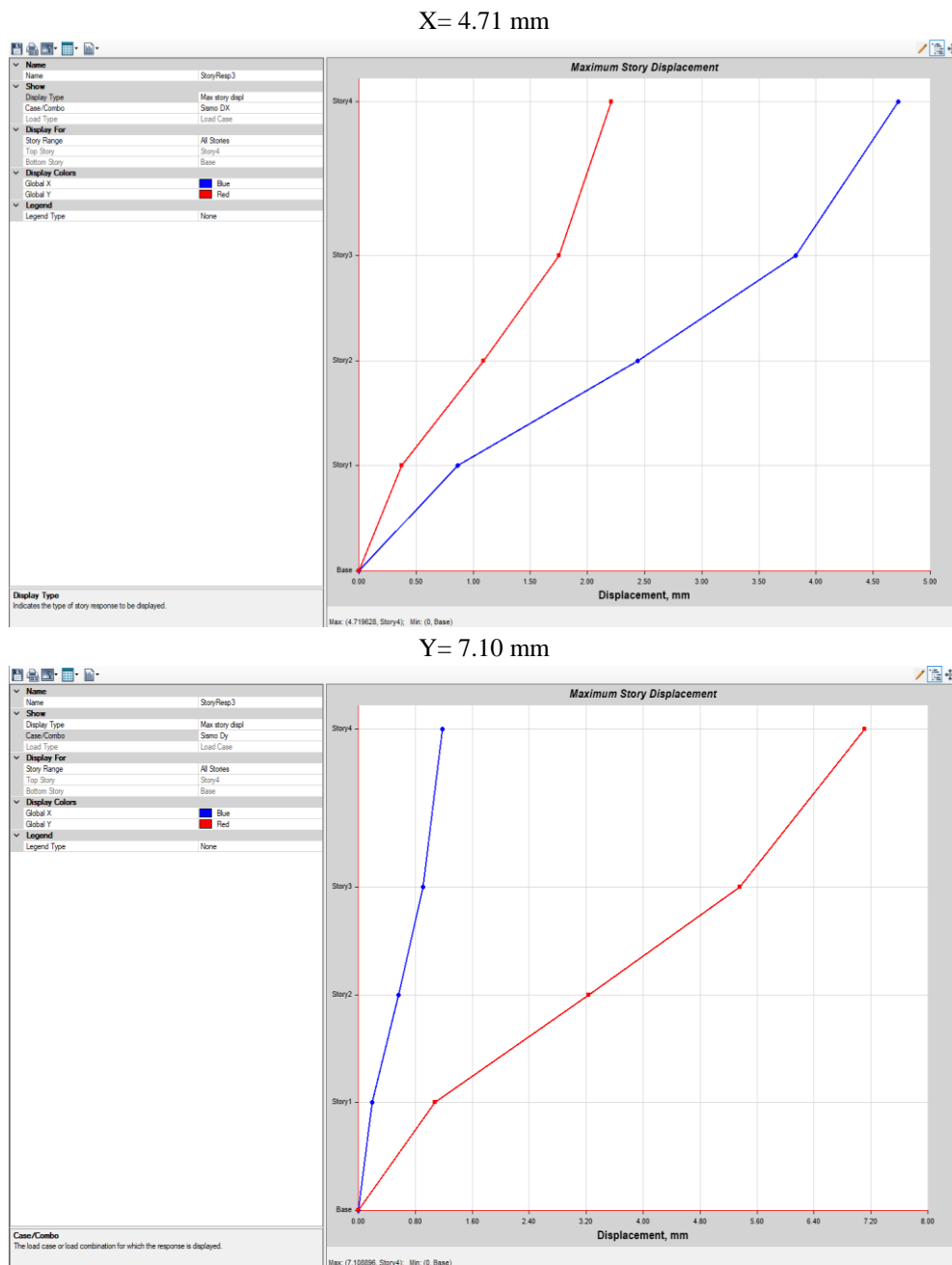
Cortante en la Base del Módulo N° 3

Módulo N° 3	Cortante base (ton)	
	X	Y
Cortante		
Estática	129.64	129.64
Dinámica	94.58	101.96
Porcentaje de la cortante dinámica (%)	73	79
Factor de escala	1.10	1.02

A partir del análisis, se determinaron los desplazamientos absolutos del módulo 3 del edificio de Contabilidad, obteniendo valores de 4.71 mm en X y 7.1 mm en Y. Estos desplazamientos reflejan la respuesta del edificio ante las cargas sísmicas, evidenciando un comportamiento estable en ambas direcciones de acuerdo a los límites permisibles de la norma E.030 (MVCS, 2018).

Figura 81

Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 3



Se determinó que la deriva máxima del edificio en X es de 0.00259, un valor significativamente inferior al límite máximo permitido de 0.007, según la norma E.030 (MVCS, 2018). De manera similar, en Y, la distorsión máxima alcanzada es de 0.0035, igualmente por debajo del límite establecido de 0.007. Estos resultados indican que la estructura experimenta deformaciones dentro de

los rangos aceptables, lo que garantiza que el edificio mantiene su integridad estructural y un comportamiento conveniente frente a las demandas sísmicas, cumpliendo con los requisitos normativos

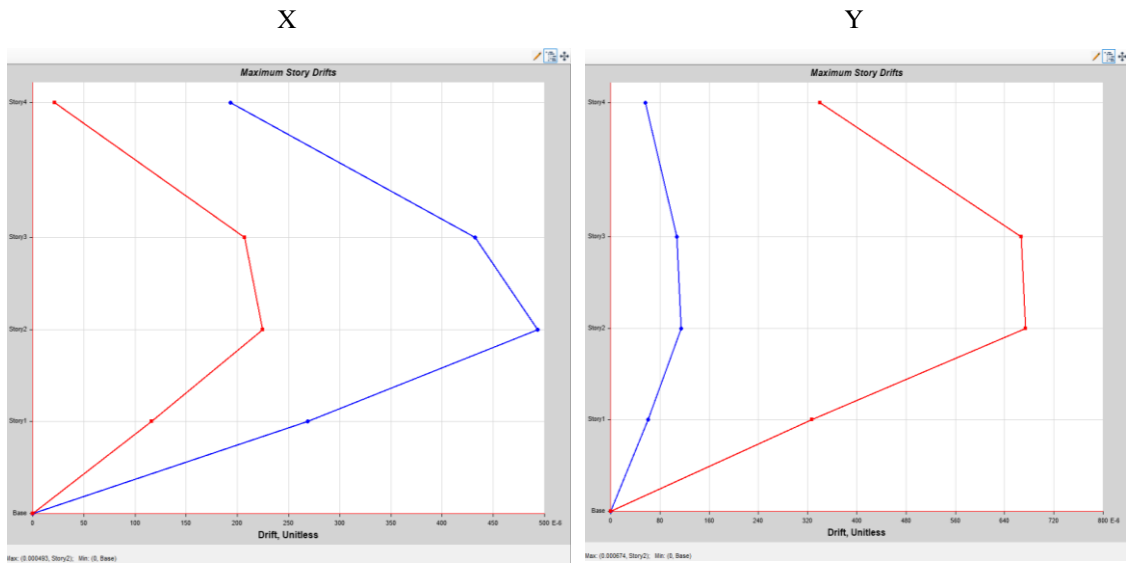
Tabla 48

Derivas Relativas del Módulo N° 3

Derivas relativas	Dirección					
	X		Rx=7	Y		Ry=3
	Deriva	Deriva.0.75R	< 0.007	Deriva	Deriva.0.75R	< 0.007
4	0.000193	0.00101325		0.00034	0.0017850	
3	0.000432	0.00226800	Cumple	0.000667	0.00350175	Cumple
2	0.000493	0.00258825		0.000674	0.00353850	
1	0.000542	0.00243900		0.000433	0.00097425	

Figura 82

Derivas Relativas del Módulo N° 3



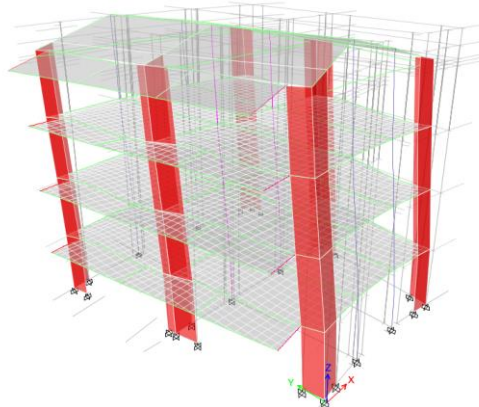
En relación al comportamiento de vibración del módulo 3, se ha observado que el módulo cumple con los modos de vibración requeridos. Los dos primeros modos corresponden a movimientos de traslación, mientras que el último modo corresponde a rotación.

Figura 83

Modos de Vibración del Módulo N° 3

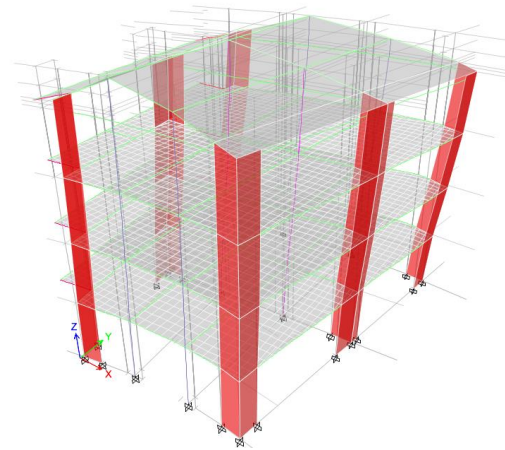
Modo 1 (transversal), $T = 0.325$ seg

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 1 - Period 0.325174115967032



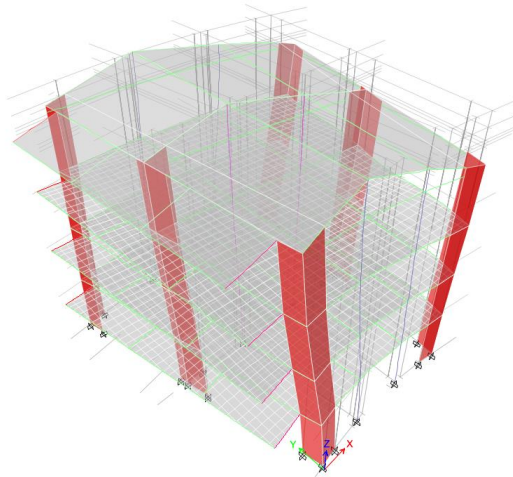
Modo 2 (transversal), $T = 0.255$ seg

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 2 - Period 0.25567265652112



Modo 3 (torsional), $T = 0.199$ seg.

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 3 - Period 0.199447330423096



d) Módulo N° 4 Ascensor

El análisis realizado en el módulo 1 del edificio de Contabilidad indica que el cortante dinámico en la base del edificio es de 16.95 ton en la dirección X, lo que corresponde aproximadamente al 54% del cortante estático, no cumpliendo con lo establecido por la norma E.030 (MVCS, 2018). En Y, el cortante dinámico en la base se estima en 16.96 ton, lo que equivale al 72% del cortante estático, por lo que, tampoco cumple con la norma E.030 (MVCS, 2018). Dado que los cortantes dinámicos son inferiores al 80% de la cortante estática en ambas direcciones, se aplicaron coeficientes de amplificación sísmica de 1.48 en X y 1.11 en Y, ajustando así el análisis a las exigencias normativas.

Tabla 49

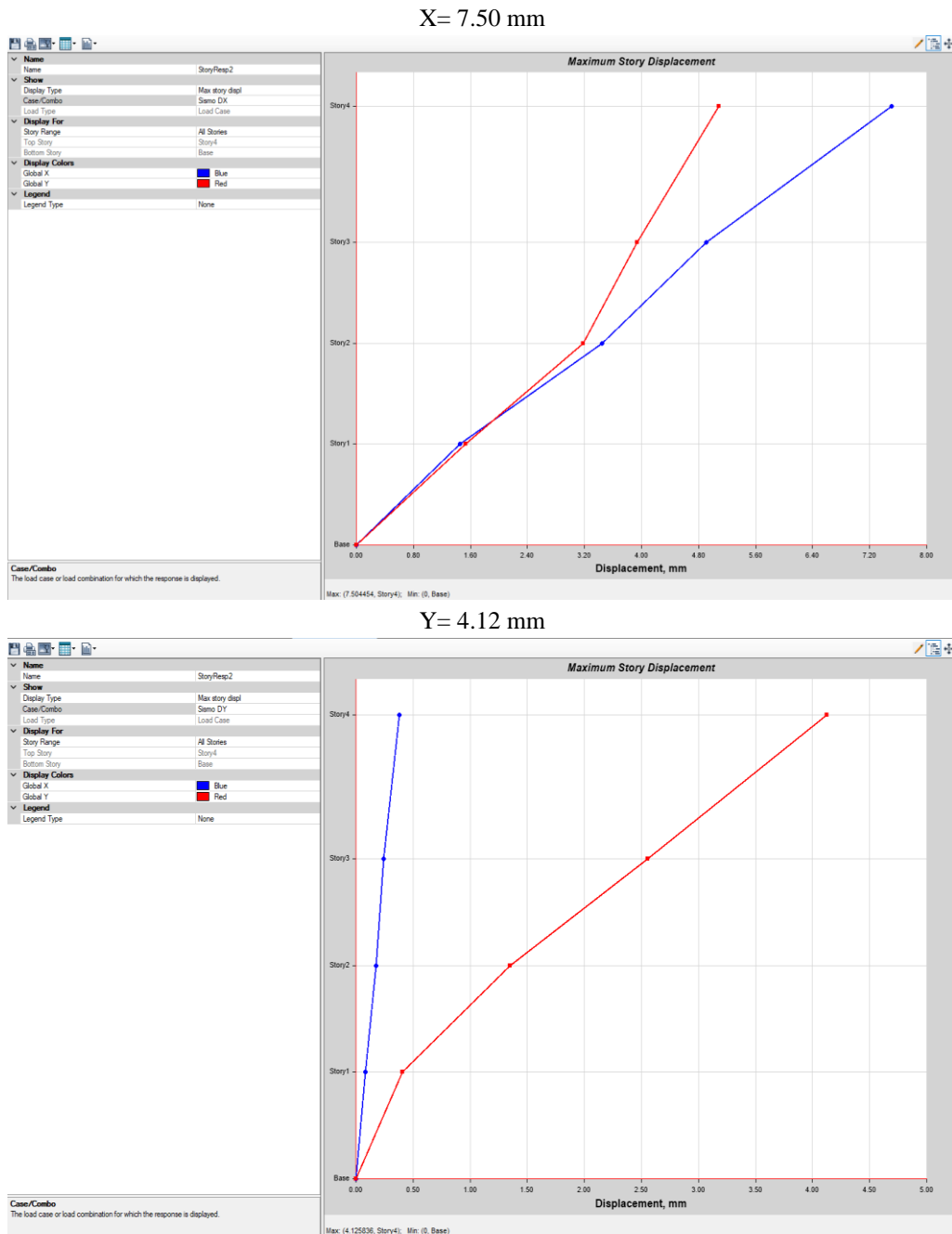
Cortante en la Base del Módulo N°4

Módulo N° 4	Cortante en la base (ton)	
	X	Y
Cortante		
Estática	31.27	23.45
Dinámica	16.95	16.96
Porcentaje de la cortante dinámica (%)	54	72
Factor de escala	1.48	1.11

A partir del análisis, se determinaron los desplazamientos absolutos del módulo 4 el ascensor del edificio de Contabilidad, obteniendo valores de 7.50 mm en X y 4.12 mm en Y. Estos desplazamientos reflejan la respuesta del edificio ante las cargas sísmicas, evidenciando un comportamiento estable en ambas direcciones de acuerdo a los límites permisibles de la norma E.030 (MVCS, 2018).

Figura 84

Desplazamientos Absolutos del Módulo N° 4



Se determinó que la deriva máxima del edificio en X es de 0.0024, un valor significativamente inferior al límite máximo permitido de 0.007, según la norma E.030 (MVCS, 2018). De manera similar, en Y, la distorsión máxima alcanzada es de 0.0017, igualmente por debajo del límite de 0.007. La estructura experimenta

deformaciones dentro de los rangos aceptables, lo que garantiza que el edificio mantiene su integridad estructural y un comportamiento conveniente frente a las demandas sísmicas, cumpliendo con los requisitos normativos.

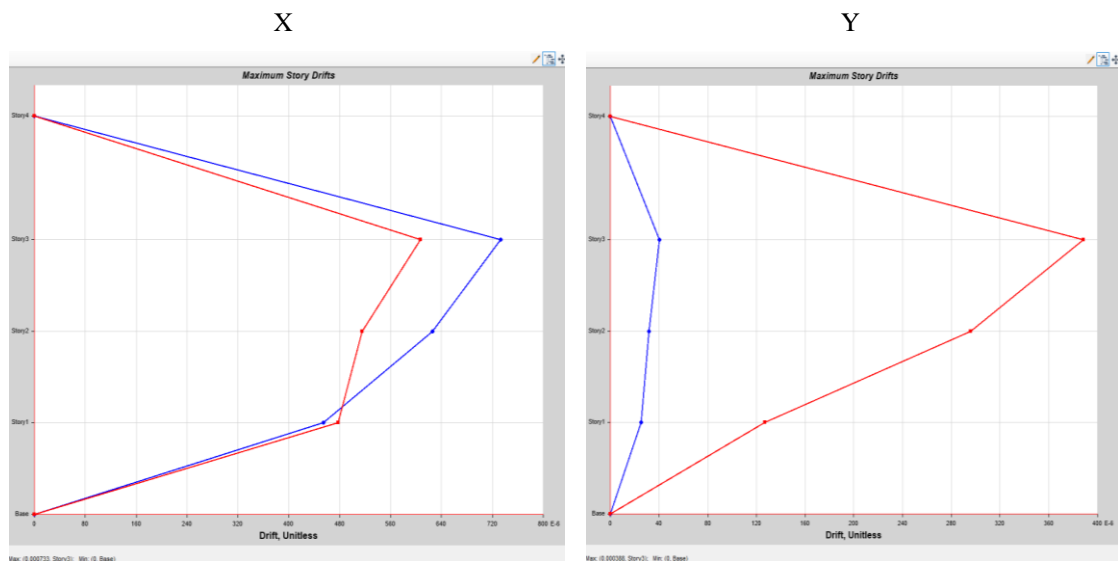
Tabla 50

Derivas Relativas del Módulo N° 4

Derivas relativas Piso	Dirección					
	X		Rx=6	Y		Ry=6
	Deriva	Deriva.0.75R	< 0.007	Deriva	Deriva.0.75R	< 0.007
4	0	0		0.000388	0.001746	
3	0.000733	0.002473875	Cumple	0.000296	0.001332	Cumple
2	0.000626	0.00211275		0.000127	0.0005715	
1	0.000454	0.00153225		0.000119	0.0005355	

Figura 85

Derivas Relativas del Módulo N° 4



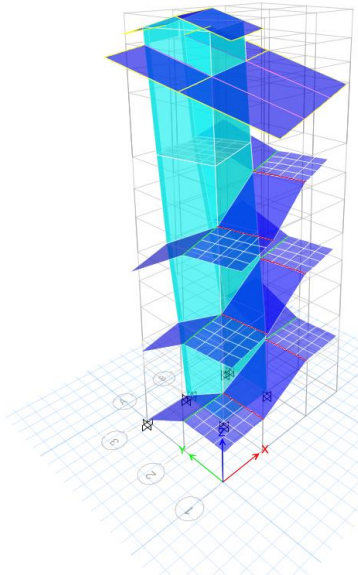
Se ha observado que el módulo cumple con los modos de vibración requeridos. Los dos primeros modos corresponden a movimientos de traslación, mientras que el último modo corresponde a rotación.

Figura 86

Modos de Vibración del Módulo N° 4

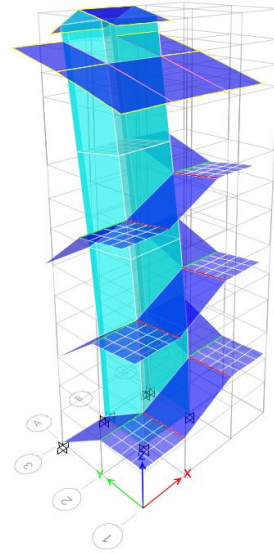
Modo 1 (longitudinal) $T= 0.30$ seg.

Period 0.300834171636156



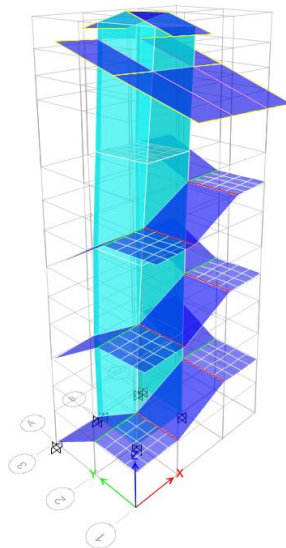
Modo 2 (transversal), $T= 0.229$ seg.

Period 0.229039510745579



Modo 3 (torsional), $T= 0.157$ seg.

3-D View Mode Shape (Modal) - Mode 3 - Period 0.157715795696096



4.1.3. Desempeño sísmico estático no lineal del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad

Los módulos de Contabilidad alcanzan su capacidad última a distintos niveles de desplazamiento y cortante basal, lo que indica el momento en que la estructura colapsará. En el Módulo 1, la capacidad en X se alcanza con un desplazamiento de 13.45 cm y un cortante basal de 1024.26 ton, mientras que en Y ocurre con 15.51 cm de desplazamiento y 702.33 ton de cortante basal. El Módulo 2 colapsa en la dirección X con 17.35 cm de desplazamiento y 569.69 ton de cortante, y en la dirección Y con 12.24 cm y 559.59 ton. Por su parte, el Módulo 3 llega a su límite con un desplazamiento de 17.35 cm y un cortante de 831.09 ton en X, mientras que en la Y lo hace con 20.32 cm y 705.67 ton. Finalmente, el Módulo 4 colapsa en la dirección X con 17.34 cm de desplazamiento y 84.62 ton de cortante basal, y en la Y con 50 cm de desplazamiento y 106.27 ton.

Tabla 51

Curva de Capacidad del Edificio de Contabilidad

Módulo	En X		En Y	
	Δ (cm)	Cb (ton)	Δ (cm)	Cb (ton)
1	13.45	1024.26	15.51	702.33
2	17.35	569.68	12.24	559.59
3	17.55	831.09	20.32	705.67
4	17.34	84.62	50	106.27

Nota: desplazamiento Δ , cortante basal Cb.

Los módulos de Contabilidad en la dirección X presentan un comportamiento estructural variado frente a los objetivos de desempeño sugeridos por el ATC-40 para edificaciones esenciales. El Módulo 1 cumple parcialmente con los requisitos, aunque muestra buena resistencia en sismos de servicio (SS) al alcanzar “ocupación inmediata”, no logra el nivel “operacional” recomendado. El Módulo 2 también cumple parcialmente, aunque no alcanza el nivel “operacional”

en SS, sí cumple con el objetivo de “ocupación inmediata” para SD y con “seguridad de vida” en SM. Por otro lado, el Módulo 3 cumple completamente con los objetivos del ATC-40 para los tres niveles de sismos. En SS alcanza el nivel “operacional”, y en SD y SM logra el nivel de “ocupación inmediata” y “seguridad de vida”, correspondientemente, cumpliendo con las expectativas normativas. Finalmente, el Módulo 4 supera los objetivos de desempeño, en SS logra el nivel “operacional” esperado, y para SD y SM alcanza “ocupación inmediata”, superando las expectativas de la norma, que solo exige “seguridad de vida” en sismos máximos.

Tabla 52

Punto de Desempeño en X, Edificio de Contabilidad

Módulo	Desplazamiento en el techo (mm)			Cortante basal (ton)		
	SS	SD	SM	SS	SD	SM
1	36.9	77.2	94.2	561.89	811.25	900.2
2	26.50	63.60	81.7	232.46	349.34	386.53
3	16.35	50.27	72.2	282.51	532.8	616.2
4	16.90	28.60	46.3	28.99	40.77	46.77

Los módulos de Contabilidad en la dirección Y presentan en general un buen desempeño sísmico, cumpliendo en su mayoría con los objetivos de la norma ATC-40 para edificaciones esenciales. El Módulo 1 supera los requerimientos normativos: para sismos de diseño (SD) y máximos (SM) llega al nivel de “ocupación inmediata”, superando las expectativas de la norma que solo exige “seguridad de vida”. El Módulo 2 también cumple los objetivos, alcanzando el nivel “operacional” en SS y “ocupación inmediata” en SD y SM. El Módulo 3 tiene un desempeño parcial, para SS solo llega a “ocupación inmediata” cuando la norma sugiere “operacional”, y en SD alcanza “seguridad de vida”, por debajo del objetivo de “ocupación inmediata”, pero en SM, cumple con “seguridad de

vida”. Por último, el Módulo 4 cumple plenamente con los objetivos, superando la expectativa de “seguridad de vida” en sismos máximos.

Tabla 53

Punto de Desempeño en Y, Edificio de Contabilidad

Módulo	Desplazamiento en el techo (mm)			Cortante basal (ton)		
	SS	SD	SM	SS	SD	SM
1	9.15	28.3	43.60	183.82	332.04	397.65
2	10.70	20.00	24.7	232.51	363.08	392.54
3	29.68	68.73	93.12	362.54	503.4	553.83
4	38.9	78.7	96.1	43.28	62.59	66.84

Los módulos 1, 2, 3 y 4 presentan fallas principalmente en las vigas, lo que sugiere que la edificación presenta un buen comportamiento ante eventos sísmicos. No obstante, en el caso del módulo 2, aparecen más pronto (cuarto step) las fallas que se concentran en las placas, debido a la irregularidad de la estructura.

Tabla 54

Rótulas plásticas en el Edificio de Contabilidad

Módulo	Primeras rótulas plásticas	
	X	Y
1	Las primeras rotulas plásticas que se forman es en las vigas del primer piso y segundo piso.	Las primeras rotulas plásticas que se forman es en las vigas.
2	Las primeras rotulas plásticas que se forman en las placas se dan en el cuarto step.	Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en el en las vigas.
3	Se observa las primeras rotulas en las vigas del segundo piso.	Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las vigas.
4	Se observa todas las rotulas de la estructural en el último step, en el 12 step.	Se observa todas las rotulas de la estructural en el último step, en el 8 step.

4.1.3.1.Módulo 1

El módulo 1 de Contabilidad en X, alcanza la capacidad última cuando el desplazamiento llega a 13.45 cm y el cortante basal alcanza los 1024.26 ton. Cuando estos valores se alcanzan, se considera que la edificación ha llegado a su máxima capacidad y colapsará. En la dirección Y, ocurre algo similar. La capacidad última se alcanza cuando el desplazamiento llega a 15.51 cm y el cortante basal alcanza los 702.33 ton. Cuando estos valores se alcanzan, la estructura llega a su máxima capacidad y colapsará.

Tabla 55

Capacidad Máxima del Módulo 1

Capacidad máxima en la dirección	Cortante basal (tn)	Desplazamiento máximo (cm)
X	1024.26	13.45
Y	702.33	15.51

Figura 87

Curva de Capacidad en X, Módulo 1

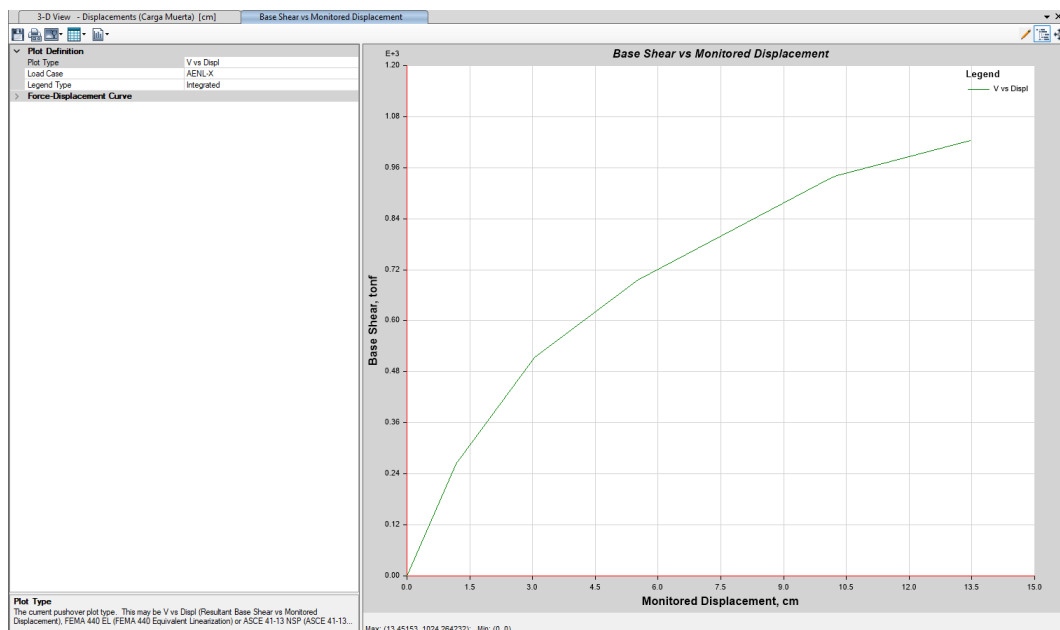
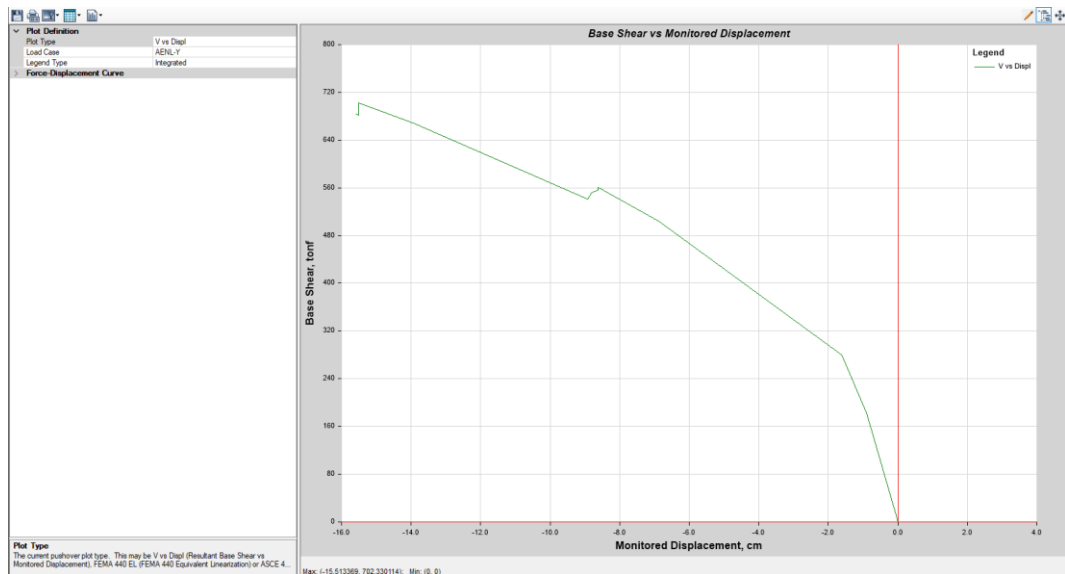


Figura 88

Curva de Capacidad en Y, Módulo 1



El módulo 1 de Contabilidad en X cumple parcialmente con los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para un sismo de servicio (SS) se alcanza un nivel de desempeño de “ocupación inmediata”, con cortante basal de 561.89 ton, a 36.90 mm de desplazamiento, pero la norma ATC-40 establece el nivel “operacional”, por tanto, si bien tiene buena capacidad resistente frente a sismos de servicio, no alcanza el objetivo esperado. Así mismo, para un sismo de diseño (SD) se alcanza el nivel de “seguridad de vida” con cortante basal de 811.25 ton a 77.20 mm de desplazamiento, pero la norma ATC-40 plantea como objetivo alcanzar el nivel “ocupación inmediata”, esto demuestra que, la estructura también resiste los efectos de un sismo de diseño, sin embargo, no alcanza el objetivo esperado. Para un sismo máximo (SM) alcanza el nivel de “estabilidad estructural” con cortante basal de 900.20 Tn, a 94.20 mm de desplazamiento, mientras que, la norma ATC-40 sugiere el nivel de desempeño de “Seguridad de vida”, por tanto, si bien la edificación no colapsaría frente a un

sismo máximo, esta no cumple con el objetivo de desempeño esperado. Siendo así, el módulo 1 en la dirección X cumple parcialmente con los objetivos de desempeño y muestra una buena capacidad estructural frente a sismos de servicio y sismos de diseño.

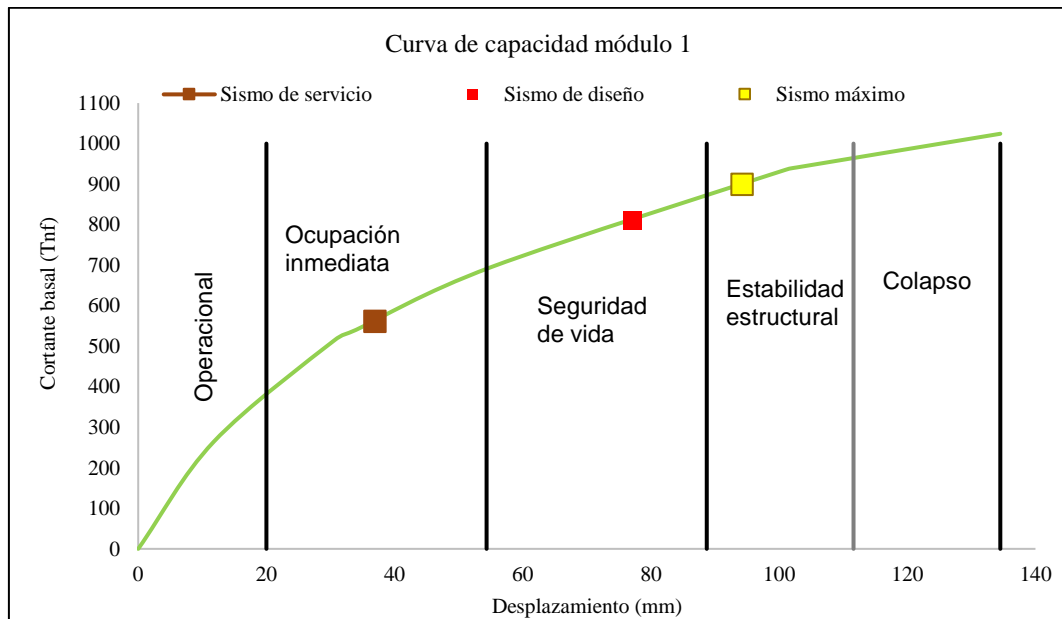
Tabla 56

Punto de Desempeño para el Módulo 1, en X

Sismo	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	561.889	3.69
SD	811.25	7.72
SM	900.20	9.42

Figura 89

Curva Capacidad X, Módulo 1 de Contabilidad



El módulo 1 de Contabilidad en Y cumple e incluso supera los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para un sismo de servicio (SS) alcanza el nivel de desempeño “operacional”, tal como sugiere la normatividad, con cortante basal de 183.82 ton, a 9.15 mm de desplazamiento.

Así mismo, para un sismo de diseño (SD) el módulo alcanza el nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 332.04 ton a 28.30 mm de desplazamiento cumpliendo también con la norma ATC-40 que, sugiere este nivel de desempeño para una edificación esencial. Finalmente, para un sismo máximo (SM) el módulo alcanza el nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 397.65 Tn, a 43.60 mm de desplazamiento, superando las expectativas de la norma ATC-40, que sugiere el nivel de desempeño de “seguridad de vida”. Por lo que, el módulo 1 en Y cumple con los objetivos de desempeño y muestra una buena capacidad estructural frente a sismos máximos.

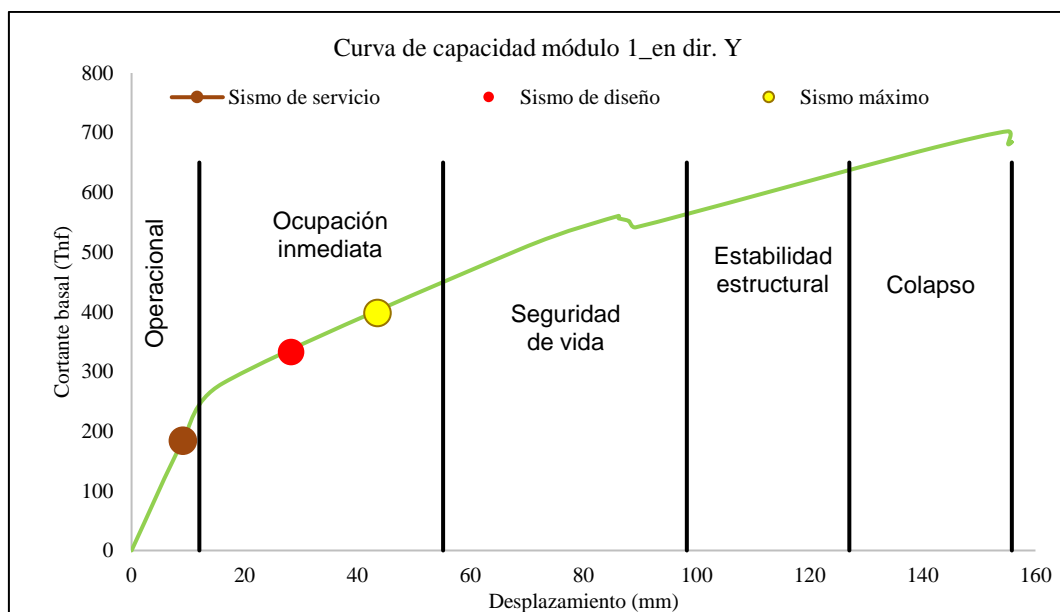
Tabla 57

Punto de Desempeño para el Módulo 1, en Y

	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	183.82	0.92
SD	332.04	2.83
SM	397.65	4.36

Figura 90

Curva Capacidad Y, Módulo I de Contabilidad



En el módulo 1, tanto en X como en Y, los primeros puntos de falla se dan en las vigas, lo que asegura la capacidad estructural de la edificación, mientras que, recién en el quinto step se forman las primeras rótulas de pre colapso en las columnas.

Tabla 58

Puntos de Falla en el Módulo 1

Step	X	Y
Step 2	Las primeras rotulas plásticas que se forman es en las vigas del primer piso y segundo piso.	Las primeras rotulas plásticas que se forman es en las vigas.
Step 3		Las primeras rotulas en las placas.
Step 4	Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura se dan en las columnas del primer piso, y las rotulas en las placas.	Las primeras rotulas en las columnas.
Step 5	Las primeras rotulas plásticas que se forman de pre colapso en las columnas.	
Último Step	Se observa todas las rotulas de la estructural en el 7 step.	Se observa todas las rotulas de la estructural en el 24 step.

Figura 91

Primeras Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 1, en X

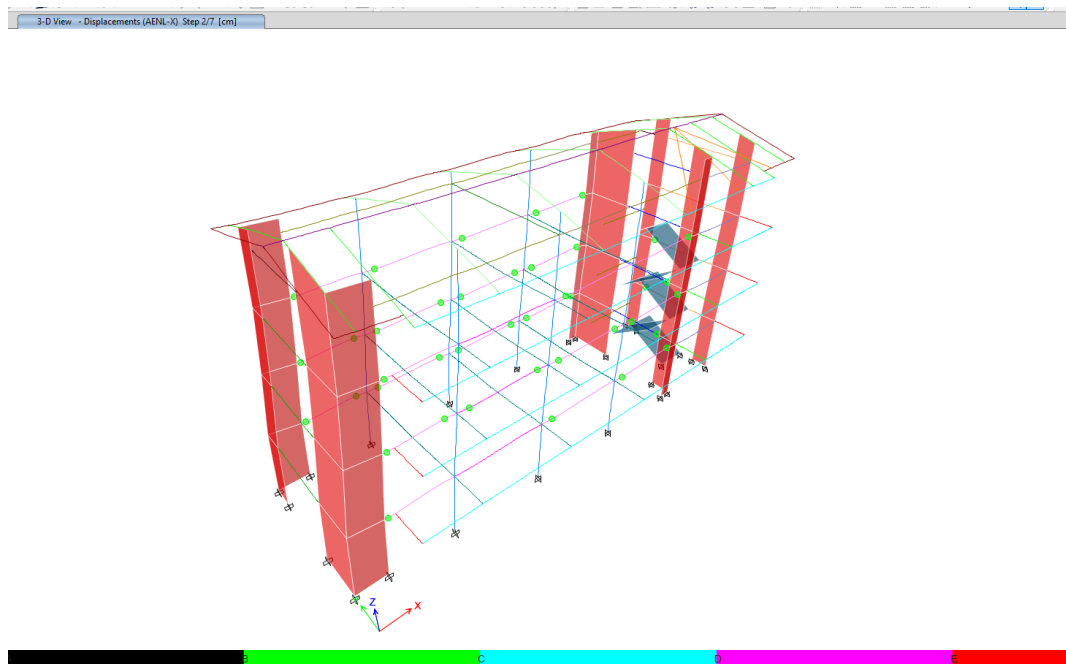


Figura 92

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 1, en X

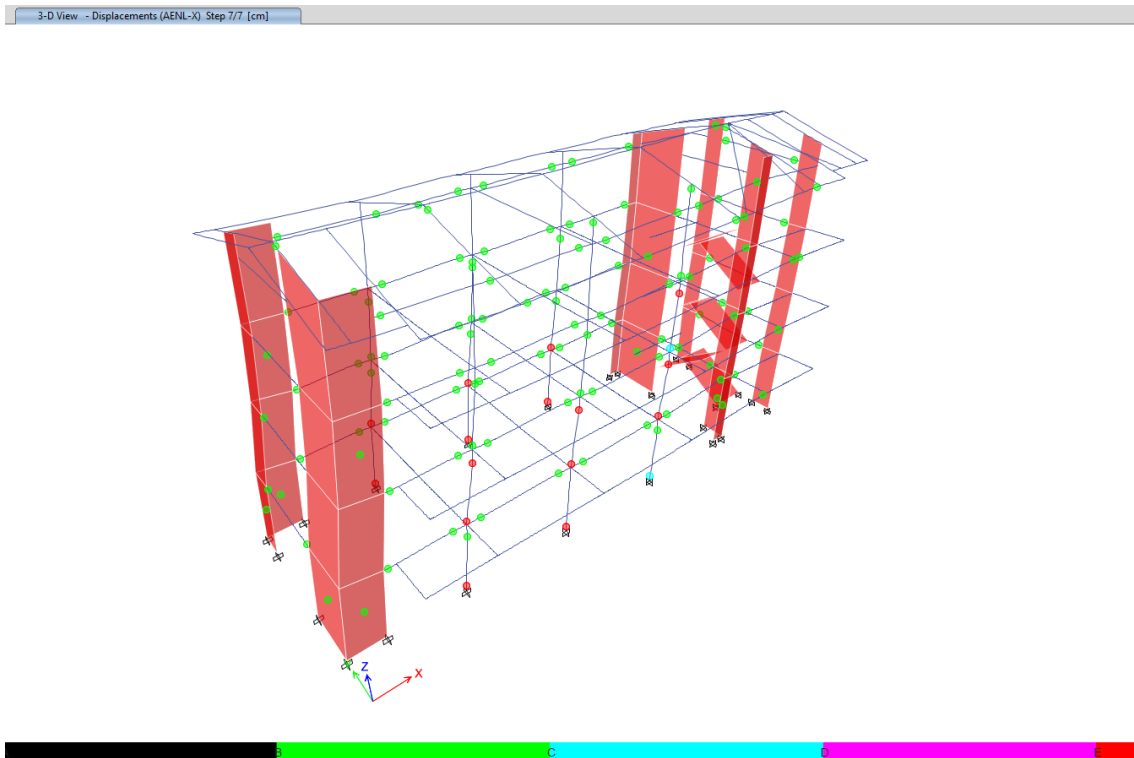
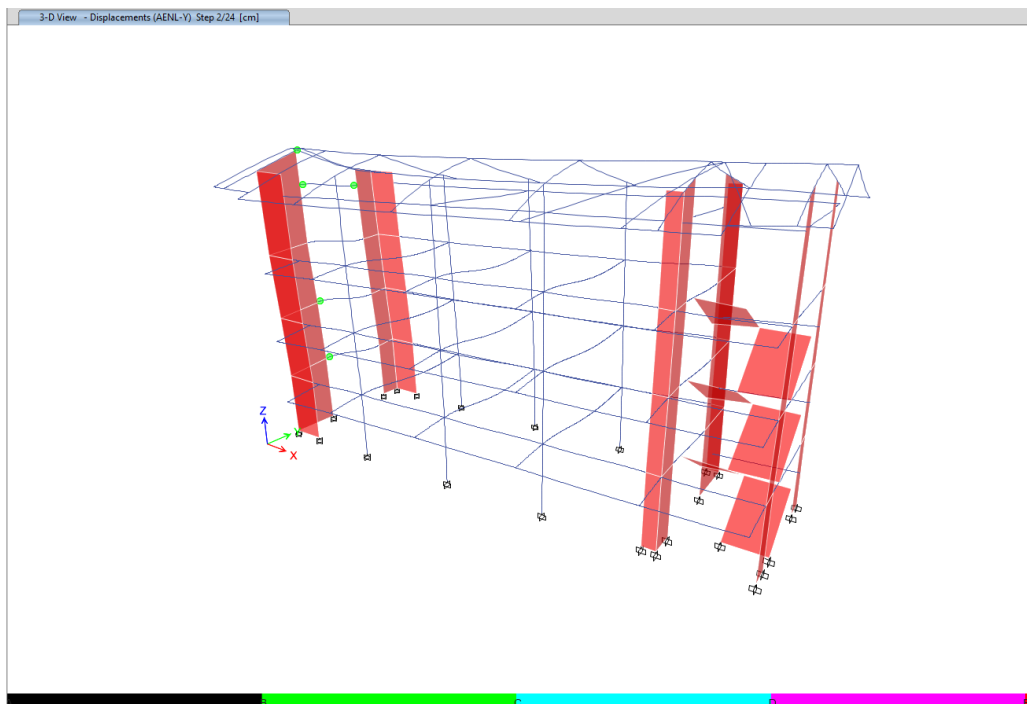


Figura 93

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 1, en Y



4.1.3.2. Módulo 2

El módulo 2 de Contabilidad en X, alcanza la capacidad última cuando el desplazamiento llega a 17.35 cm y el cortante basal alcanza los 569.68 ton. Cuando estos valores se alcanzan, se considera que la edificación ha llegado a su máxima capacidad y colapsará. En la dirección Y, ocurre algo similar. La capacidad última se alcanza cuando el desplazamiento llega a 12.24 cm y el cortante basal alcanza los 559.59 ton. Cuando estos valores se alcanzan, la estructura llega a su máxima capacidad y colapsará.

Tabla 59

Capacidad Máxima del Módulo 2

Capacidad máxima en la dirección	Cortante basal (tn)	Desplazamiento máximo (cm)
X	569.68	17.35
Y	559.59	12.24

Figura 94

Curva de Capacidad en X, Módulo 2

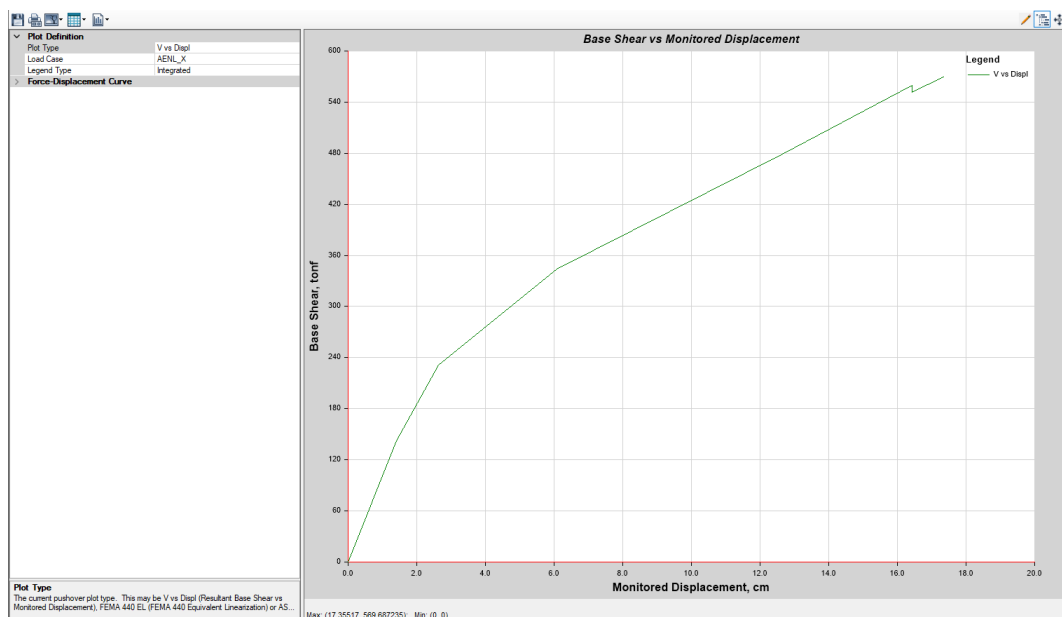
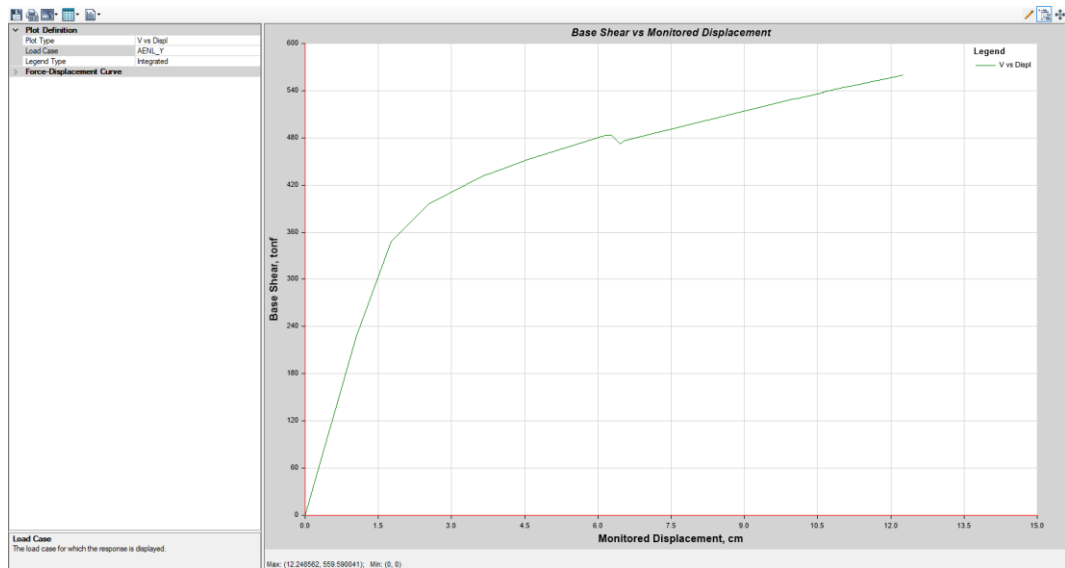


Figura 95

Curva de Capacidad en Y, Módulo 2



El módulo 2 de Contabilidad en X cumple parcialmente con los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para sismo SS se alcanza nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 232.46 ton, a 26.50 mm de desplazamiento, sin embargo, la norma ATC-40 recomienda un nivel de desempeño “operacional”, por tanto, a pesar que, logra resistir los efectos de un sismo de servicio no alcanza el objetivo esperado. En cambio, para un sismo SD alcanza el nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 349.34 ton, a 63.60 mm de desplazamiento, tal como, la norma ATC-40 sugiere cumpliendo el objetivo esperado. Además, para un sismo SM se alcanza el nivel de desempeño de “seguridad de vida” con cortante basal de 386.53 ton, a 81.70 mm de desplazamiento, por lo que también cumple el objetivo de desempeño que, sugiere la norma ATC-40. Siendo así, la estructura en X presenta buena resistencia frente a sismos máximos, cumpliendo los objetivos de desempeño esperados.

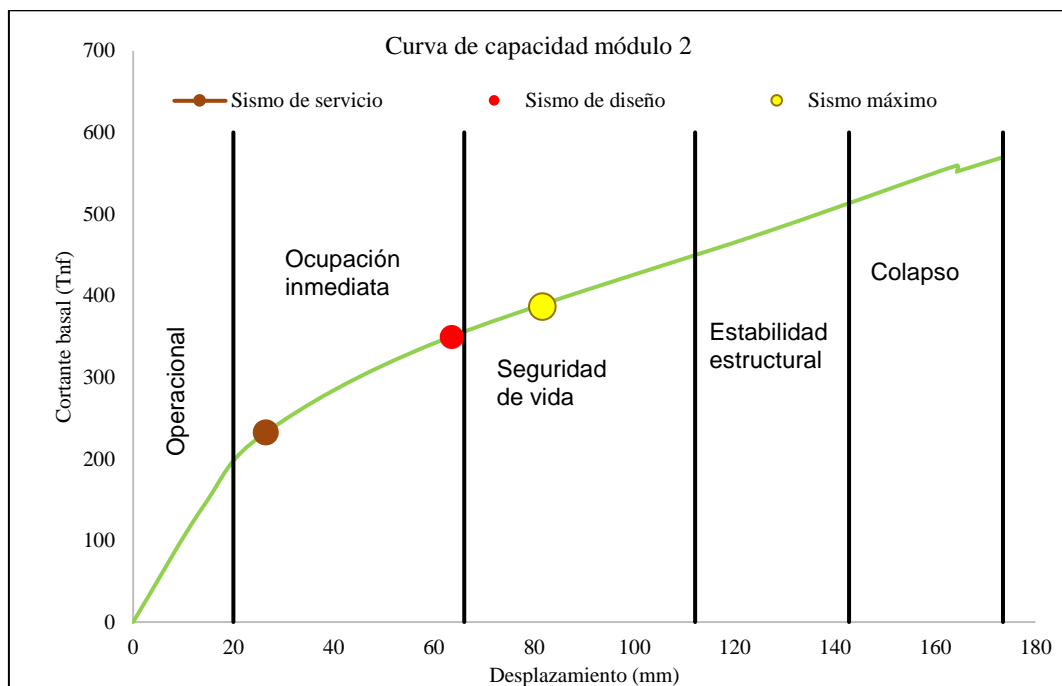
Tabla 60

Punto de Desempeño para el Módulo 2, en X

Sismo	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	232.46	2.65
SD	349.34	6.36
SM	386.53	8.17

Figura 96

Curva Capacidad X, Módulo 2 de Contabilidad, Norma ATC-40



El módulo 2 de Contabilidad en Y cumple con los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para sismo SS se alcanza nivel de “operacional” con cortante basal de 232.51 ton, a 10.70 mm de desplazamiento, cumpliendo con la norma ATC-40 que recomienda este nivel de desempeño. Así mismo, para un sismo SD alcanza el nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 363.08 ton, a 20.00 mm de desplazamiento, por lo que, también cumple con los objetivos de desempeño esperado. Además, para

un sismo SM se alcanza el nivel de desempeño de “ocupación inmediata” con cortante basal de 392.54 ton, a 24.70 mm de desplazamiento, por lo que no se encuentra en seguridad de vida como sugiere la norma ATC-40, pero supera esta expectativa de la norma, porque el nivel alcanzado es mucho mejor al objetivo esperado. Siendo así, la estructura en Y presenta buena resistencia frente a sismos máximos, alcanzando los objetivos de desempeño esperados.

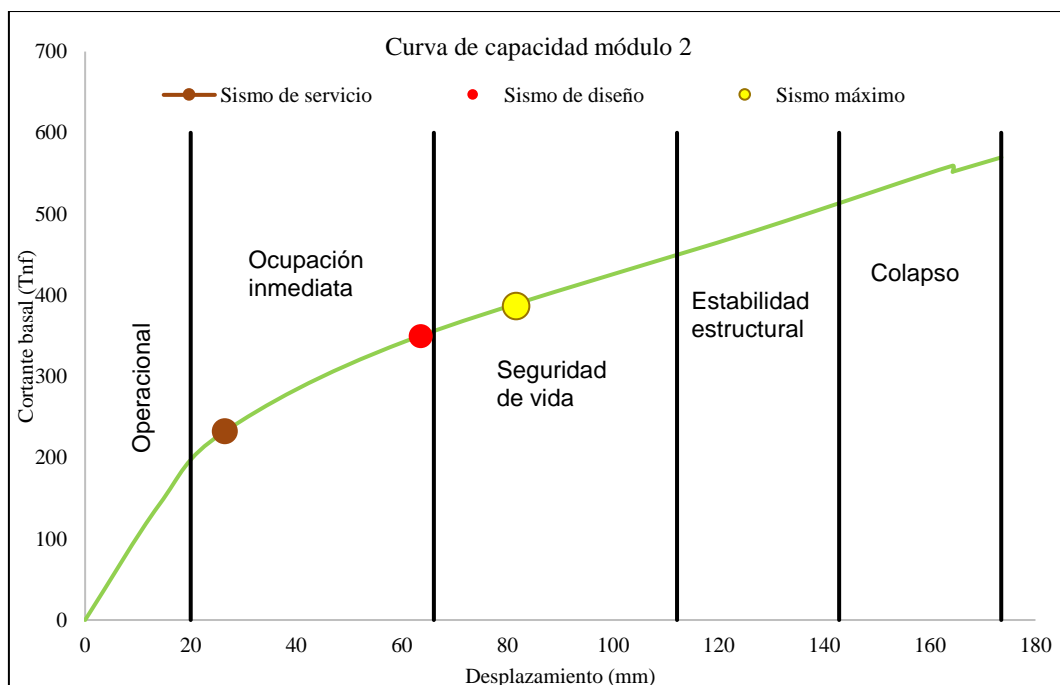
Tabla 61

Punto de Desempeño para el Módulo 2, en Y

	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	232.51	1.07
SD	363.08	2.00
SM	392.54	2.47

Figura 97

Curva Capacidad Y, Módulo 2 de Contabilidad, Norma ATC-40



En el módulo 2, tanto en X como en Y, los primeros puntos de falla se dan en las vigas, pero luego se observan las primeras rótulas de pre colapso en las placas en tan solo el cuarto step.

Tabla 62

Puntos de Falla en el Módulo 2

Step	X	Y
Primer step	Las primeras rotulas plásticas que se forman es en las vigas del segundo piso.	Las primeras rotulas plásticas que se forman es en las vigas.
Cuarto step	Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura en las placas.	
Sexto step		Las primeras rotulas en las placas en el primer nivel.
17 step		Las primeras rotulas en las placas en el tercer nivel.
Último step	Se observa todas las rotulas de la estructural en el último step (9 step).	Se observa totas las rotulas en las placas, y en las vigas. Último Step (step 24)

Figura 98

Primeras Rótulas de la Estructura, Módulo 2

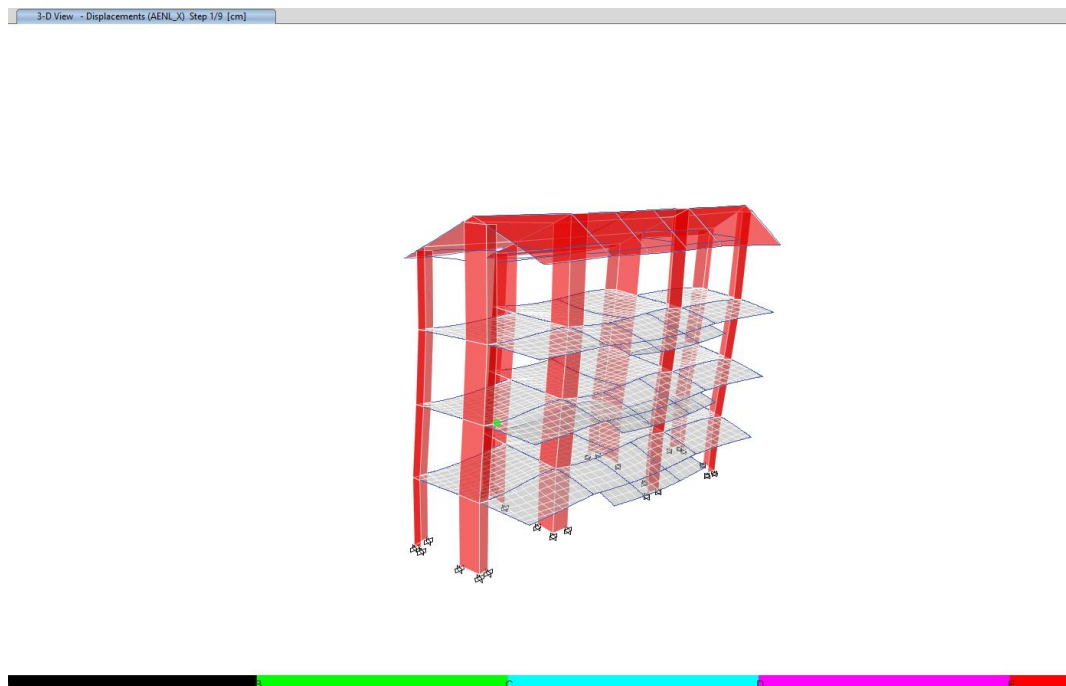


Figura 99

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 2, en X

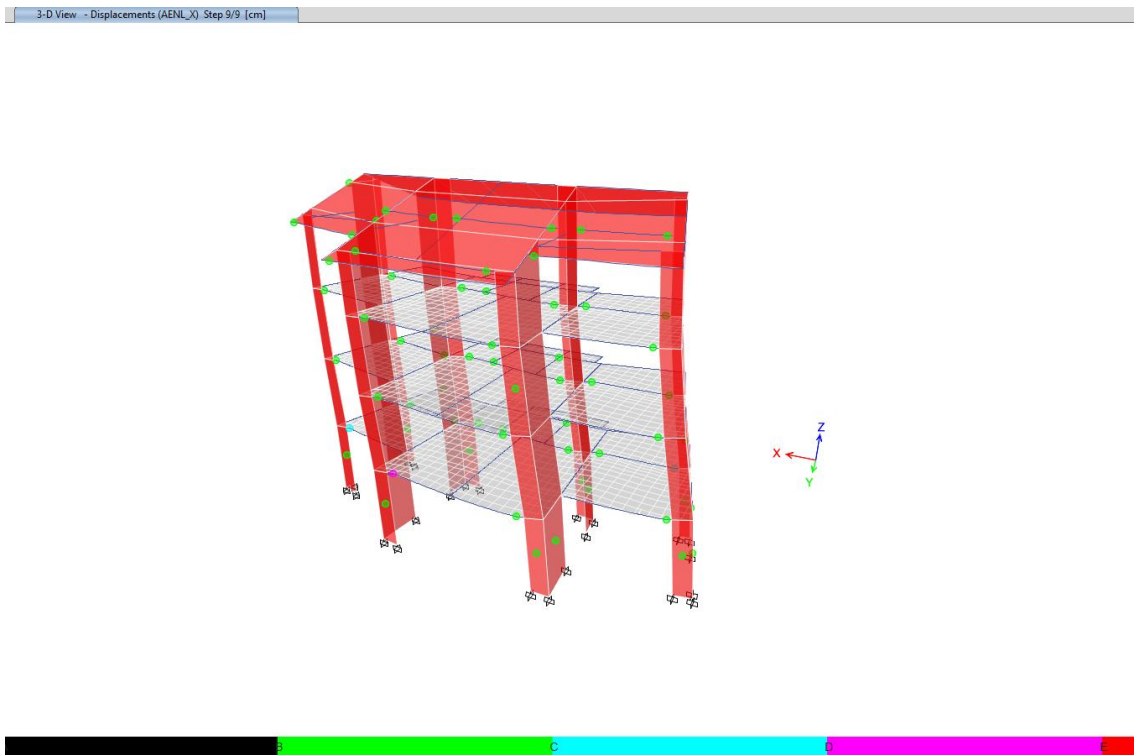
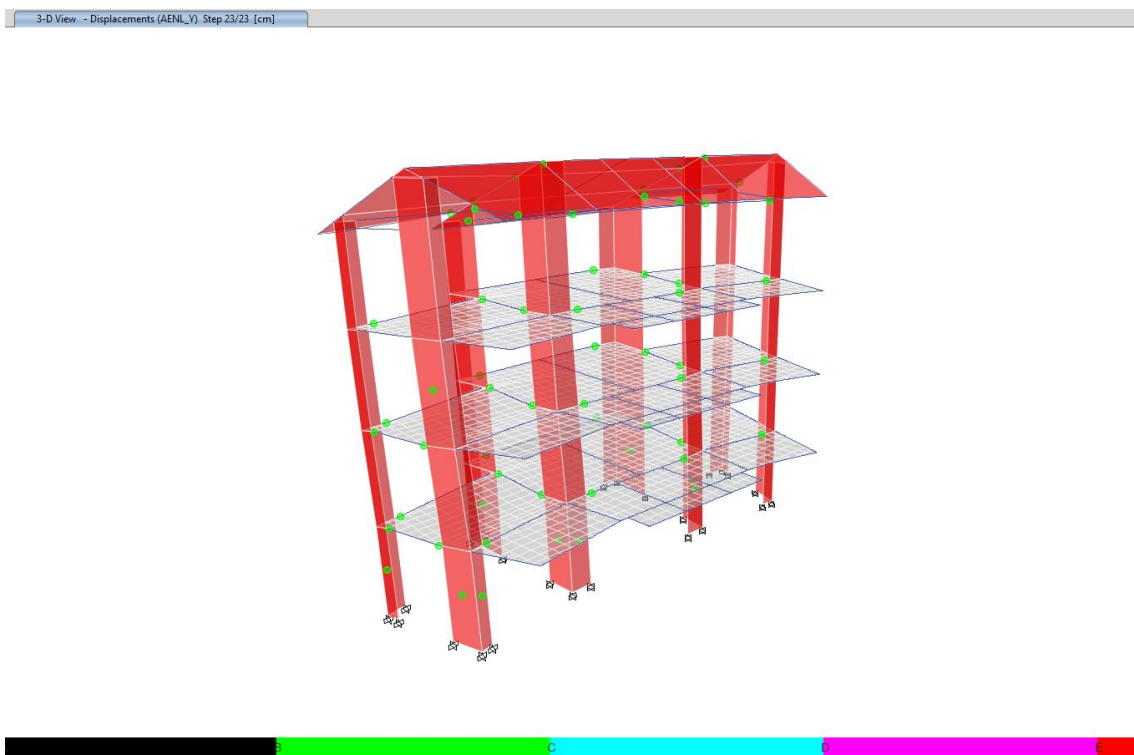


Figura 100

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 2, en Y



4.1.3.3. Módulo 3

El módulo 3 de Contabilidad en X, alcanza la capacidad última cuando el desplazamiento llega a 17.55 cm y el cortante basal alcanza los 831.09 ton. Cuando estos valores se alcanzan, se considera que la edificación ha llegado a su máxima capacidad y colapsará. En la dirección Y, ocurre algo similar. La capacidad última se alcanza cuando el desplazamiento llega a 20.32 cm y el cortante basal alcanza los 705.67 ton. Cuando estos valores se alcanzan, la estructura llega a su máxima capacidad y colapsará.

Tabla 63

Capacidad Máxima del Módulo 3

Capacidad máxima en la dirección	Cortante basal (tn)	Desplazamiento máximo (cm)
X	831.09	17.55
Y	705.67	20.32

Figura 101

Curva de Capacidad en X, Módulo 3

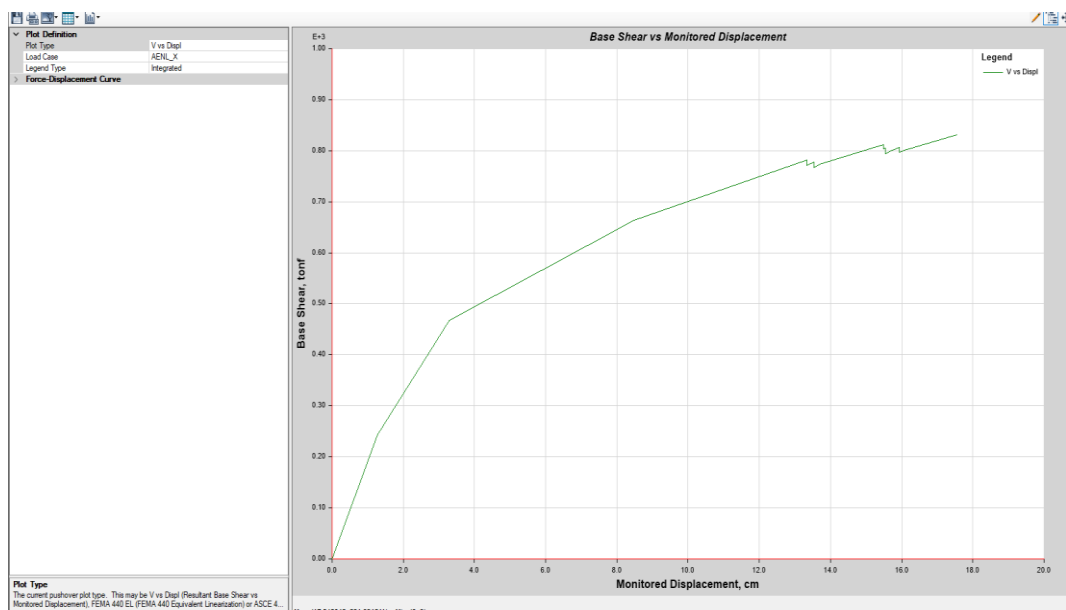
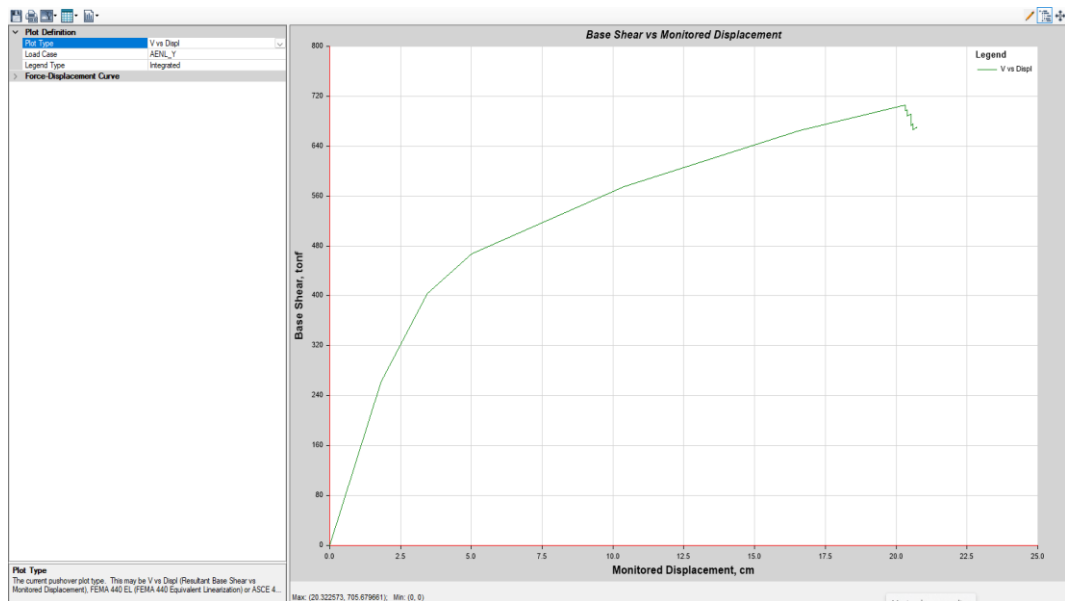


Figura 102

Curva de Capacidad en Y, Módulo 3



El módulo 3 de Contabilidad en X cumple con los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para sismo SS se alcanza nivel de “operacional” con cortante basal de 282.51 ton, a 16.35 mm de desplazamiento, cumpliendo con el nivel de desempeño que recomienda el ATC-40. Así mismo, para un sismo SD se alcanza el nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 532.80 ton, a 50.27 mm de desplazamiento, cumpliendo también con el nivel de desempeño esperado por la norma ATC-40. Además, para un sismo SM se alcanza el nivel de desempeño “Seguridad de vida” con cortante basal de 616.20 ton, a 72.20 mm de desplazamiento, por lo que se encuentra en seguridad de vida como sugiere la norma ATC-40. Siendo así, la estructura en X presenta buena resistencia frente a SS, SD y SM, además alcanza los objetivos de desempeño esperados.

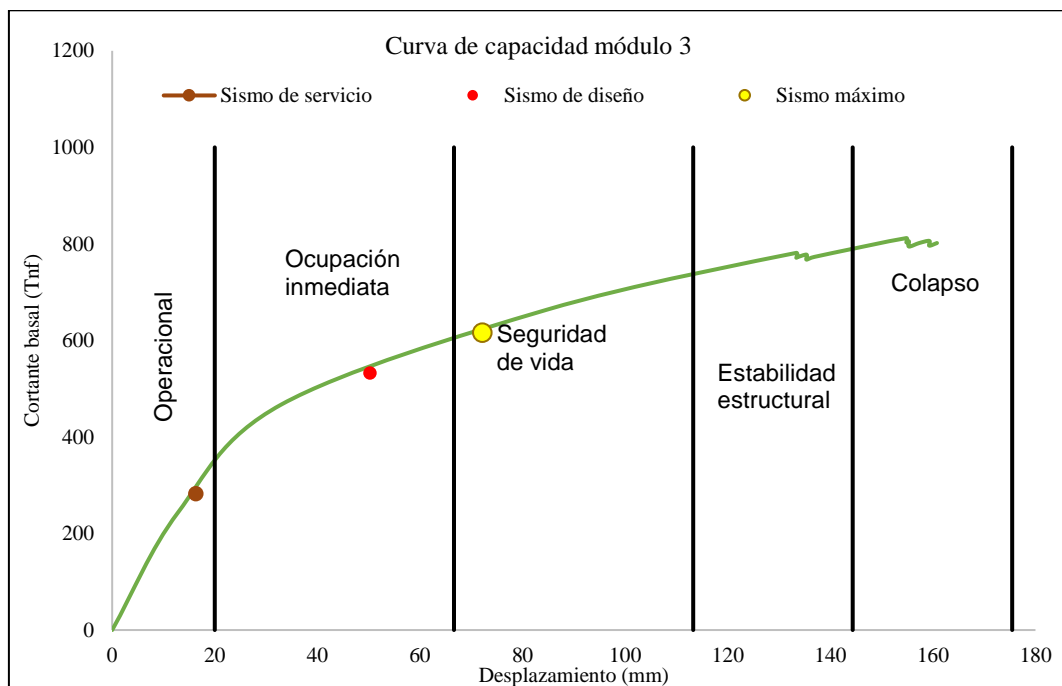
Tabla 64

Punto de Desempeño para el Módulo 3, en X

Sismo	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	282.51	1.635
SD	532.80	5.027
SM	616.20	7.220

Figura 103

Curva Capacidad X, Módulo 3 de Contabilidad, Norma ATC-40



El módulo 3 de Contabilidad en Y cumple parcialmente con los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para sismo SS se alcanza nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 362.54 ton, a 29.68 mm de desplazamiento, sin embargo, el ATC-40 recomienda un nivel de desempeño “operacional” es decir resiste los abatimientos de un evento sísmico de servicio, pero no alcanza el objetivo de desempeño esperado. Así mismo, para un sismo SD se alcanza el nivel de “seguridad de vida” con cortante basal de

503.40 ton, a 68.73 mm de desplazamiento, pero la norma ATC-40 sugiere la “ocupación inmediata”, por tanto, también resiste los efectos de un evento sísmico de diseño, pero no alcanza los objetivos esperados. En cambio, para un sismo SM se alcanza el nivel de desempeño “seguridad de vida” con cortante basal de 553.83 ton, a 93.12 mm de desplazamiento, por tanto, se encuentra en el objetivo de desempeño que, sugiere la norma ATC-40. Siendo así, la estructura en Y presenta buena resistencia frente a sismos máximos, a pesar de no alcanzar a cumplir completamente los objetivos de desempeño esperados.

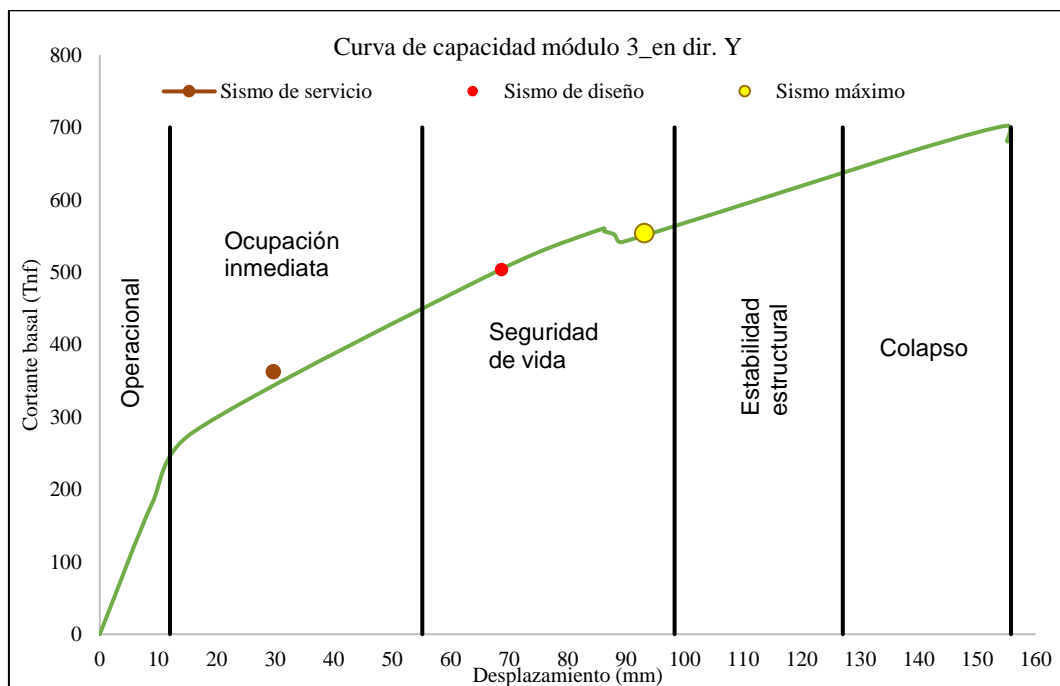
Tabla 65

Punto de Desempeño para el Módulo 3, en Y

	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	362.54	2.968
SD	503.40	6.873
SM	553.83	9.312

Figura 104

Curva Capacidad Y, Módulo 3 de Contabilidad



En el módulo 3, tanto en X como en Y, los primeros puntos de falla se dan en las vigas, lo que asegura la capacidad estructural de la edificación, mientras que, recién en el quinto step se forman las primeras rótulas de pre colapso en las columnas.

Tabla 66

Puntos de Falla en el Módulo 3

Step	X	Y
Primer step	Se observa las primeras rótulas en las vigas del segundo piso.	
Segundo step	Las rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las vigas de la estructura.	Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las vigas.
Cuarto step	Las primeras rotulas plásticas que se forman en las columnas del primer piso, y las rotulas en las placas del primer piso.	Las primeras rotulas en las placas columnas del primer nivel.
Quinto step		Las primeras rotulas que están en precolapso.
Último step	Se observa todas las rotulas de la estructural en el último set.	Se observa todas las rotulas de la estructural en el último set (18).

Figura 105

Primeras Rótulas de la Estructura, Módulo 3

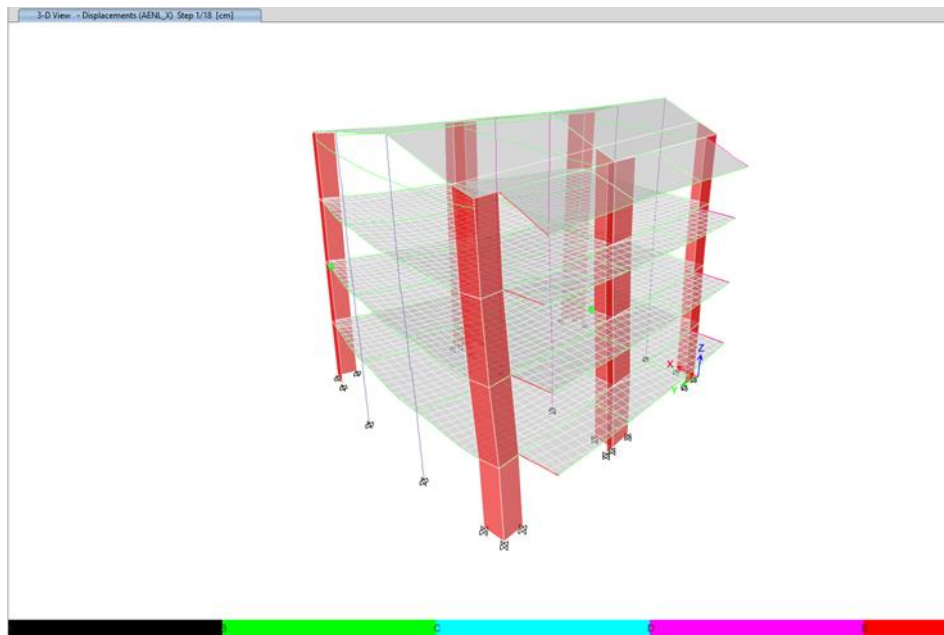


Figura 106

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 3, en X

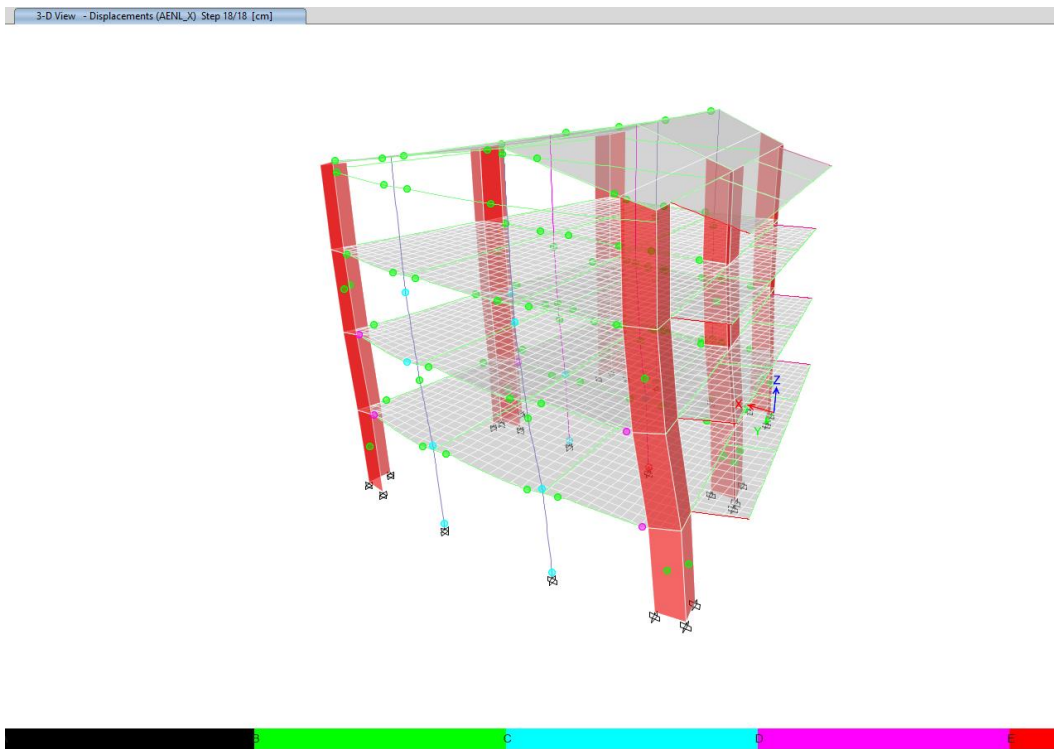
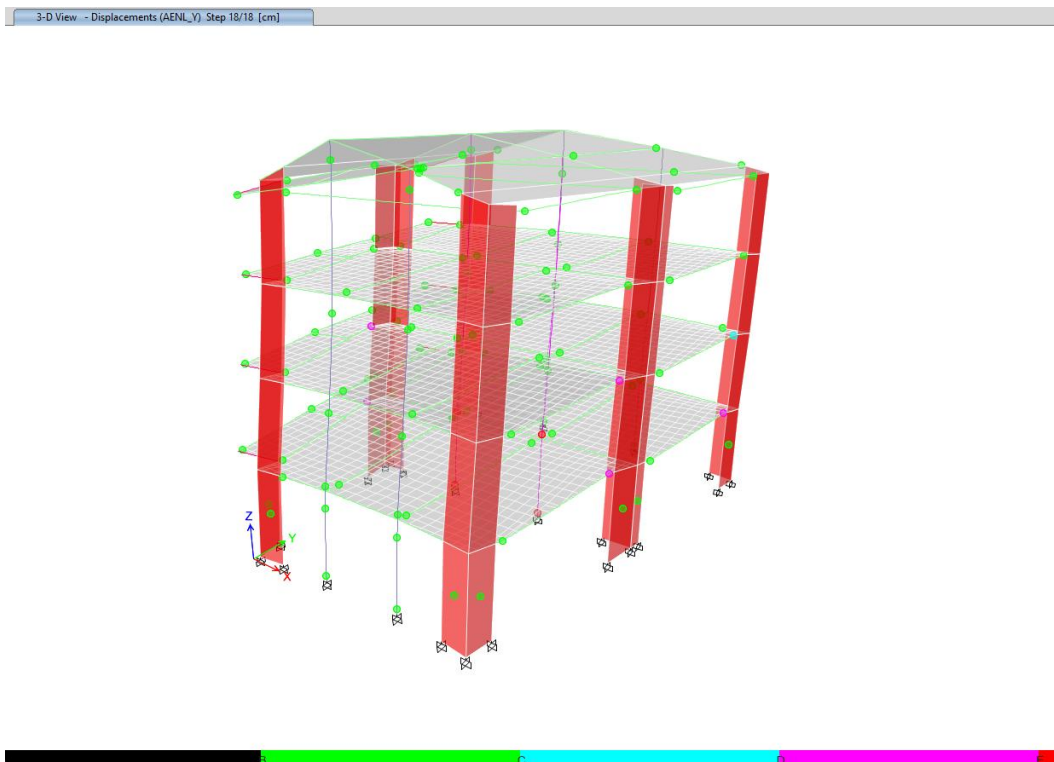


Figura 107

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 3, en Y



4.1.3.4. Módulo 4 Ascensor

El módulo 4 de Contabilidad en X, alcanza la capacidad última cuando el desplazamiento llega a 25.21 cm y el cortante basal alcanza los 108.42 ton. Cuando estos valores se alcanzan, se considera que la edificación ha llegado a su máxima capacidad y colapsará. En la dirección Y, ocurre algo similar. La capacidad última se alcanza cuando el desplazamiento llega a 5.647 cm y el cortante basal alcanza los 72.38 ton. Cuando estos valores se alcanzan, la estructura llega a su máxima capacidad y colapsará.

Tabla 67

Capacidad Máxima del Módulo 4

Capacidad máxima en la dirección	Cortante basal (tn)	Desplazamiento máximo (cm)
X	84.62	17.34
Y	106.27	50

Figura 108

Curva de Capacidad en X, Módulo 4

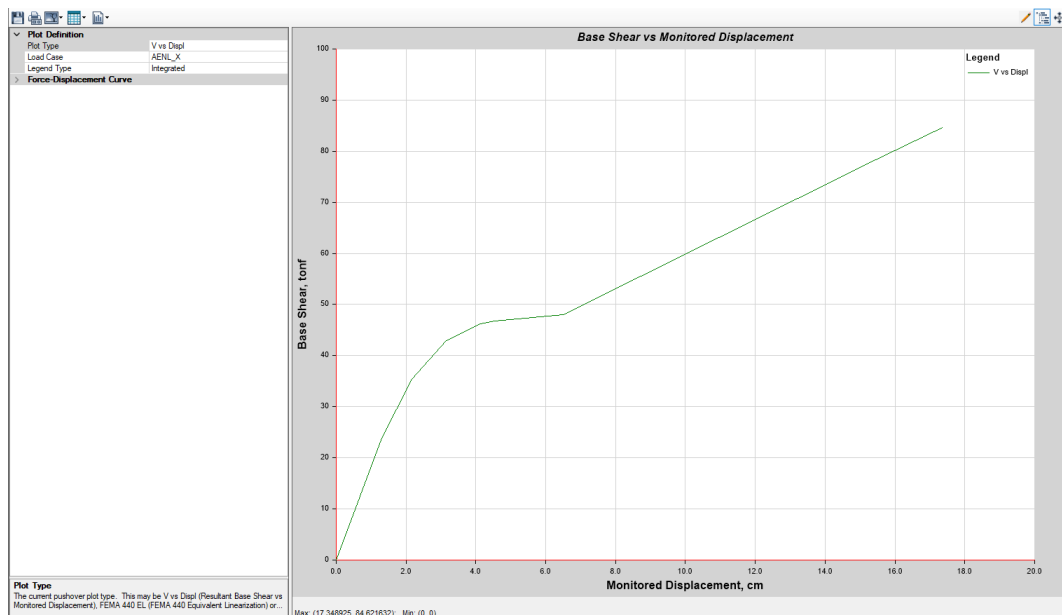
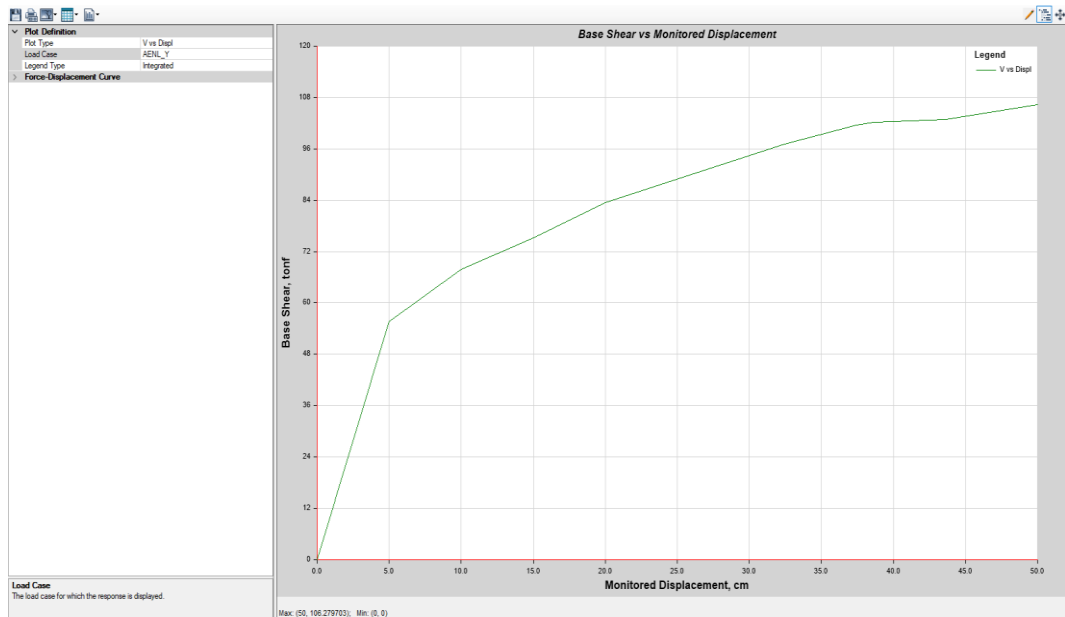


Figura 109

Curva de Capacidad en Y, Módulo 4



El módulo 4 de Contabilidad en la dirección X cumple con los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para sismo SS se alcanza nivel de “operacional” con cortante basal de 28.99 ton, a 16.90 mm de desplazamiento, tal como, la norma ATC-40 recomienda. Así mismo, para un sismo SD alcanza el nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 40.77 ton, a 28.60 mm de desplazamiento, cumpliendo también con la norma ATC-40 que sugiere la “ocupación inmediata” como objetivo esperado de desempeño. Además, para un sismo SM se alcanza también el nivel de desempeño de “ocupación inmediata” con cortante basal de 46.77 ton, a 46.30 mm de desplazamiento, por lo que no se encuentra en seguridad de vida como sugiere la norma ATC-40, sino supera estas expectativas mostrando un mejor desempeño. Siendo así, la estructura en X presenta buena resistencia frente a sismos máximos, además de que, alcanza los objetivos de desempeño esperados.

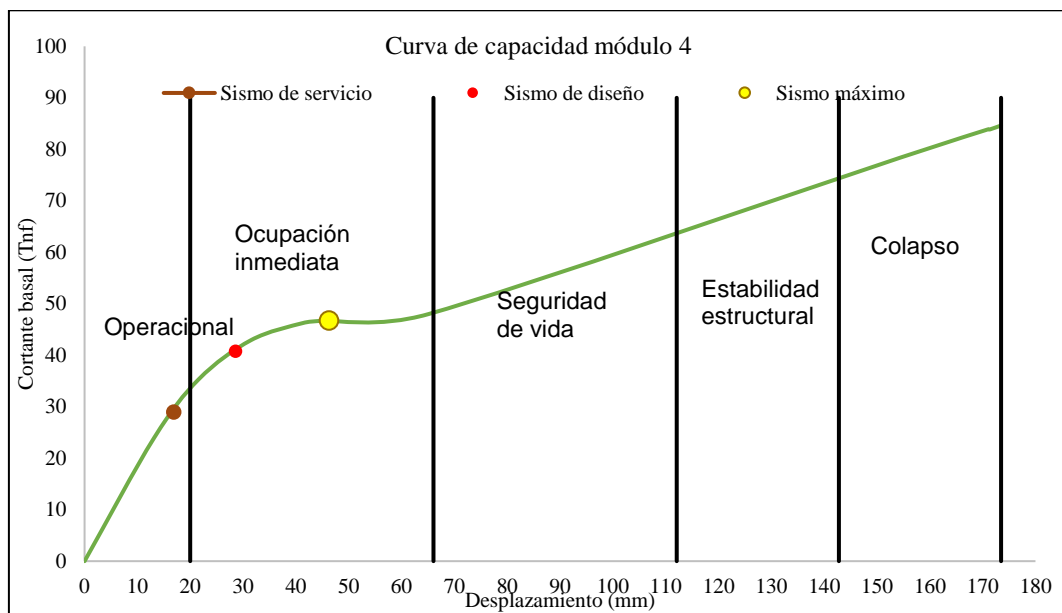
Tabla 68

Punto de Desempeño para el Módulo 4, en X

Sismo	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	28.99	1.69
SD	40.77	2.86
SM	46.77	4.63

Figura 110

Curva Capacidad X, Módulo 4 de Contabilidad



El módulo 4 de Contabilidad en Y cumple con los objetivos de desempeño que sugiere el ATC-40 para edificaciones esenciales. Para sismo SS se alcanza nivel de “operacional” con cortante basal de 43.28 ton, a 38.90 mm de desplazamiento, tal como, el ATC-40 recomienda. Así mismo, para un sismo SD se alcanza el nivel de “ocupación inmediata” con cortante basal de 62.59 ton, a 78.70 mm de desplazamiento, por lo que, también se cumple con la norma ATC-40 que indica la “ocupación inmediata” como objetivo esperado. Además, para un sismo SM se alcanza el nivel de desempeño “ocupación inmediata” con cortante

basal de 66.84 ton, a 96.10 mm de desplazamiento, por lo que no se encuentra en seguridad de vida como sugiere la norma ATC-40, sino que supera las expectativas de la normatividad mostrando un mejor desempeño sísmico. Siendo así, la estructura en Y presenta buena resistencia frente a sismos máximos, y además alcanza los objetivos de desempeño esperados.

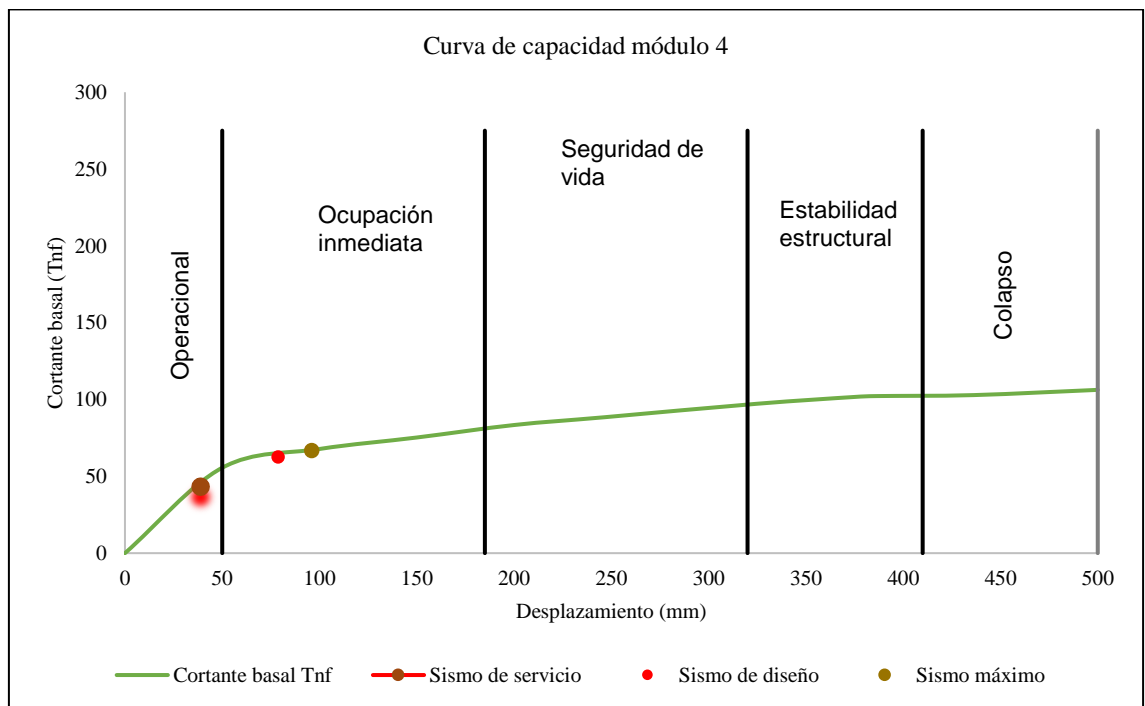
Tabla 69

Punto de Desempeño para el Módulo 4, en Y

	Cortante (ton)	Desplazamiento (cm)
SS	43.28	38.9
SD	62.59	78.7
SM	66.84	96.1

Figura 111

Curva Capacidad Y, Módulo 4 de Contabilidad



En el módulo 4, tanto en la dirección X como en la dirección Y, los primeros puntos de falla se dan en las vigas, lo que asegura la capacidad estructural de la edificación.

Tabla 70

Puntos de Falla en el Módulo 4

Step	X	Y
Primer step	Las primeras rotulas plásticas que se forman en las placas	Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura en las placas
Último step	Se observa todas las rotulas de la estructural en el último step, en el 12 step.	Se observa todas las rotulas de la estructural en el último step, en el 8 step.

Figura 112

Primeras Rótulas en el Módulo 4

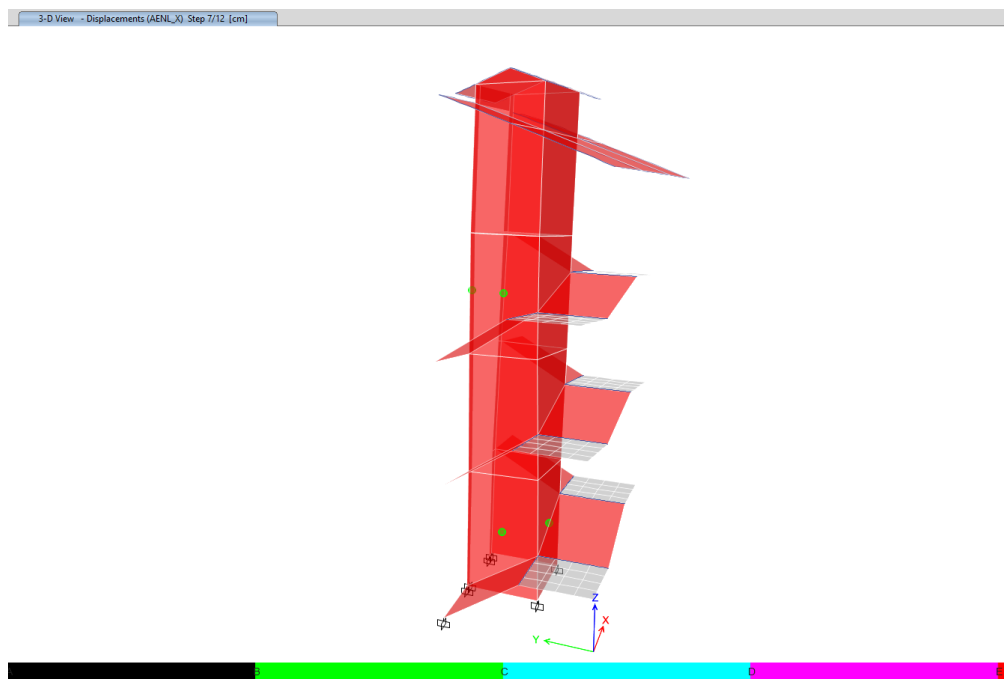


Figura 113

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 4, en X

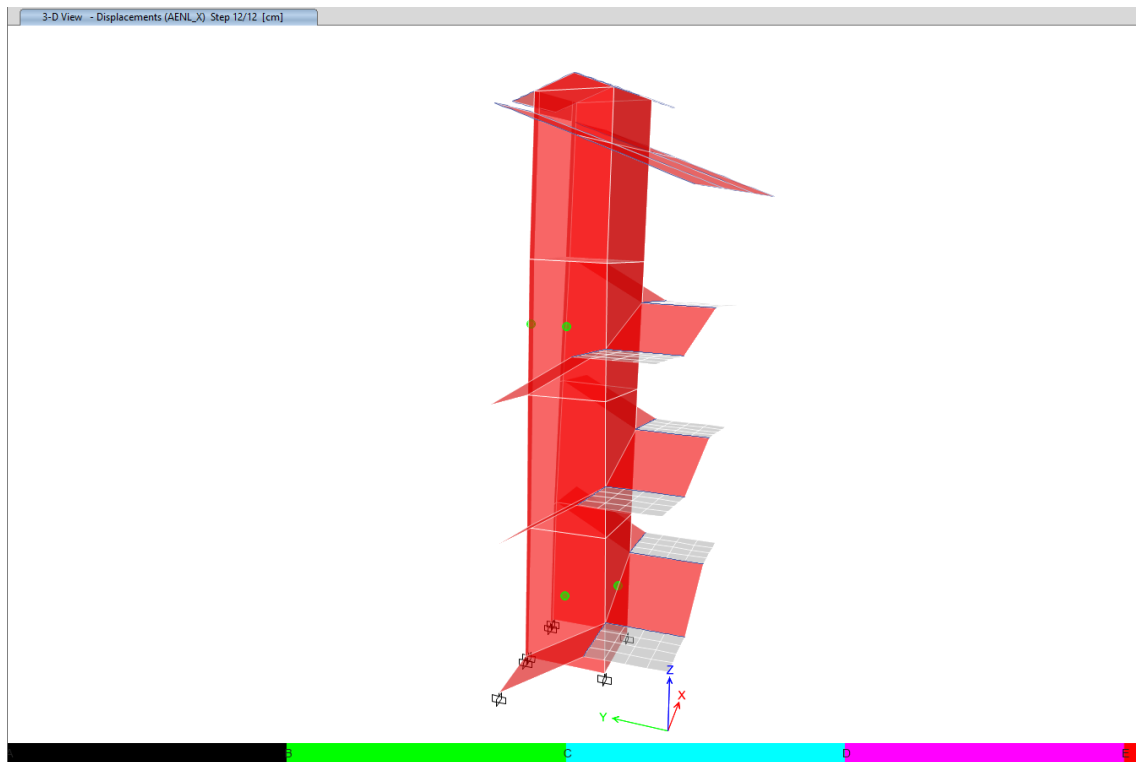
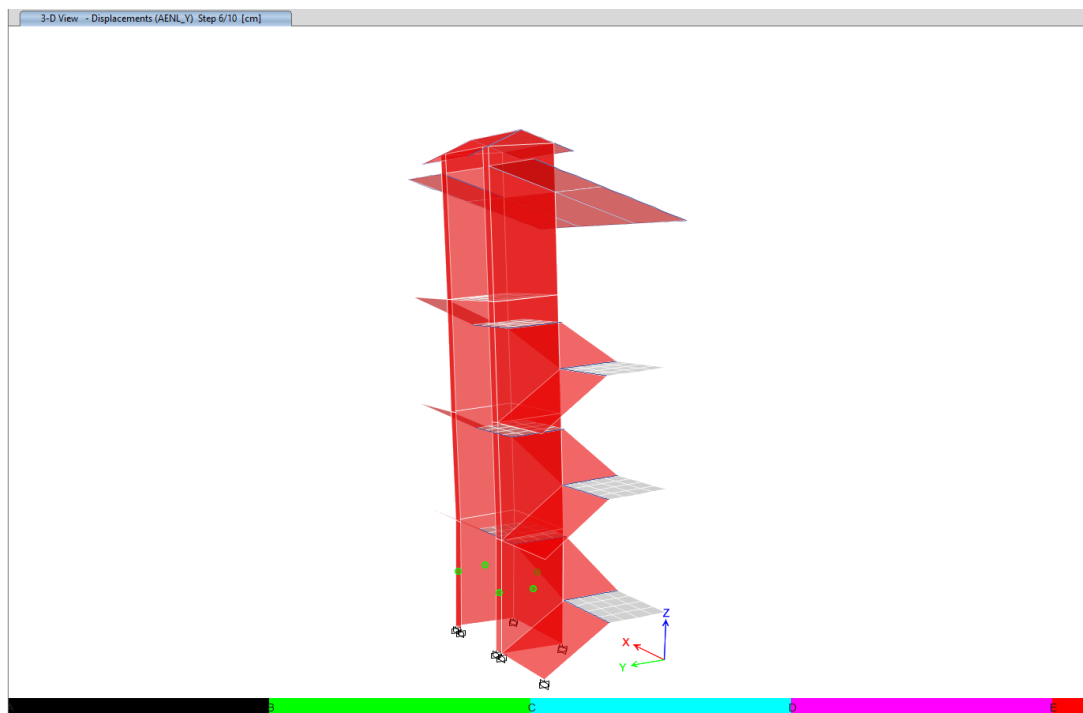


Figura 114

Todas las Rótulas de la Estructura en el Último Step, Módulo 4, en Y



4.2. Contrastación de hipótesis

a) Descripción de datos

Para la contrastación de hipótesis se han utilizado datos numéricos (cuantitativos) sobre el desplazamiento en el techo y la cortante basal obtenidos en el punto de desempeño para cada módulo, dirección y tipo de sismo, tal como, se detalla en la Tabla 71; para ello se han utilizado datos cuantitativos en la Tabla 72 para la verificación del cumplimiento de los objetivos de desempeño. Sin embargo, para poder realizar el análisis en Minitab 22, se ha ponderado numéricamente cada objetivo de desempeño, calificando al nivel “operacional”, “ocupación inmediata”, “seguridad de vida” y “estabilidad estructural”, con valor numérico de 1, 2, 3 y 4, para que se verifique el cumplimiento con los objetivos dados por el ATC-40 que son, operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida para sismos de servicio, diseño y máximo, correspondientemente; siendo la calificación promedio con $\pm 25\%$, dando un valor promedio de 2.50.

Tabla 71*Datos del Punto de Desempeño de la Edificación de Contabilidad*

Módulo	Sismos	Dirección	Desplazamiento en el techo (mm)	Cortante basal (ton)
1	Servicio	X	36.9	561.89
1	Diseño	X	77.2	811.25
1	Máximo	X	94.2	900.2
2	Servicio	X	26.5	232.46
2	Diseño	X	63.6	349.34
2	Máximo	X	81.7	386.53
3	Servicio	X	16.35	282.51
3	Diseño	X	50.27	532.8
3	Máximo	X	72.2	616.2
4	Servicio	X	16.9	28.99
4	Diseño	X	28.6	40.77
4	Máximo	X	46.3	46.77
1	Servicio	Y	9.15	183.82
1	Diseño	Y	28.30	332.04
1	Máximo	Y	43.60	397.65
2	Servicio	Y	10.70	232.51
2	Diseño	Y	20.00	363.08
2	Máximo	Y	24.70	392.54
3	Servicio	Y	29.68	362.54
3	Diseño	Y	68.73	503.40
3	Máximo	Y	93.12	553.83
4	Servicio	Y	38.90	43.28
4	Diseño	Y	78.70	62.59
4	Máximo	Y	96.10	66.84

Tabla 72*Datos de los Objetivos de Desempeño del Edificio de Contabilidad*

Módulo	Sismos	Dirección	Valor	Objetivo de desempeño	Media por dirección	Media por módulo
1	Servicio	X	2	Ocupación inmediata		
1	Diseño	X	3	Seguridad de vida	3.00	
1	Máximo	X	4	Estabilidad estructural		2.33
1	Servicio	Y	1	Operacional		
1	Diseño	Y	2	Ocupación inmediata	1.67	
1	Máximo	Y	2	Ocupación inmediata		
2	Servicio	X	2	Ocupación inmediata		
2	Diseño	X	2	Ocupación inmediata	2.33	
2	Máximo	X	3	Seguridad de vida		2.33
2	Servicio	Y	2	Ocupación inmediata		
2	Diseño	Y	2	Ocupación inmediata	2.33	
2	Máximo	Y	3	Seguridad de vida		
3	Servicio	X	1	Operacional		
3	Diseño	X	2	Ocupación inmediata	2.00	
3	Máximo	X	3	Seguridad de vida		2.33
3	Servicio	Y	2	Ocupación inmediata		
3	Diseño	Y	3	Seguridad de vida	2.67	
3	Máximo	Y	3	Seguridad de vida		
4	Servicio	X	1	Operacional		
4	Diseño	X	2	Ocupación inmediata	1.67	
4	Máximo	X	2	Ocupación inmediata		1.67
4	Servicio	Y	1	Operacional		
4	Diseño	Y	2	Ocupación inmediata	1.67	
4	Máximo	Y	2	Ocupación inmediata		

Nota: 1 “operacional”, 2 “ocupación inmediata”, 3 “seguridad de vida”, 4 “estabilidad estructural”.

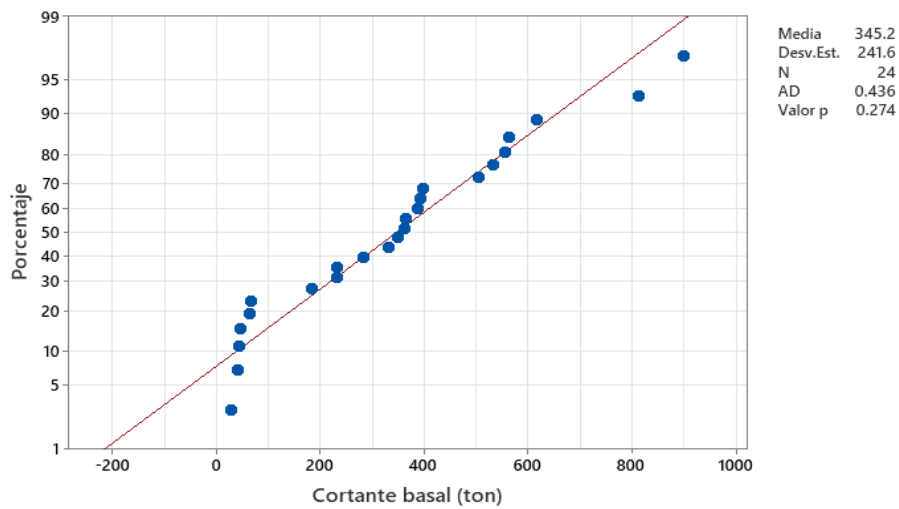
El cumplimiento de objetivo del ATC-40 se alcanza con promedio de 2.50 para sismo de servicio, diseño y máximo con objetivos de operacional, ocupación inmediata y seguridad de vida, respectivamente.

b) Prueba de normalidad

Para la contrastación de hipótesis, inicialmente se ha verificado que, los datos recopilados (Tabla 71) sigan una tendencia normal por medio de la prueba de Anderson Darling, comprobando en el programa Minitab 22, tal como, se muestra en las figuras que sí siguen tendencia normal.

Figura 115

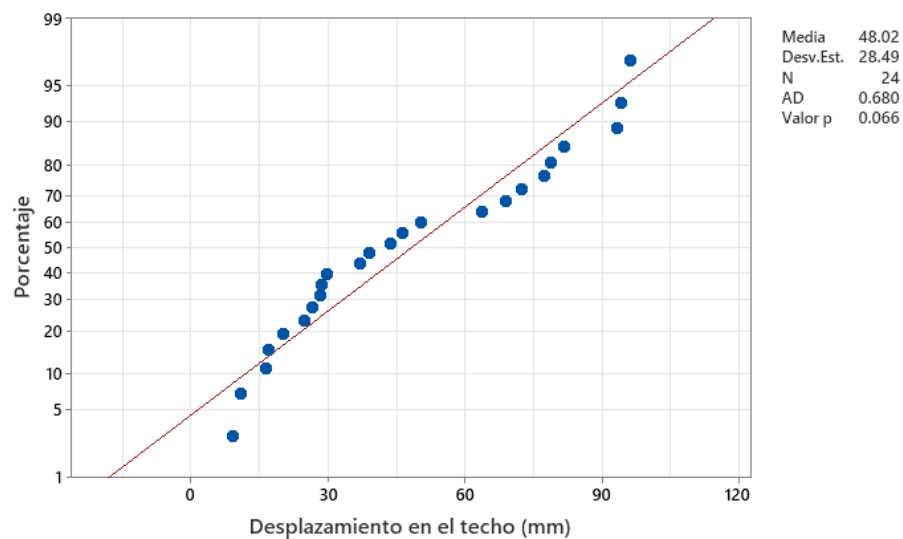
Prueba de Normalidad a la Cortante Basal



Nota: siguen tendencia normal debido a que, el valor p es mayor a 0.05.

Figura 116

Prueba de Normalidad al Desplazamiento



Nota: siguen tendencia normal debido a que, el valor p es mayor a 0.05.

Como los datos siguen tendencia normal se han aplicado pruebas paramétricas (Análisis de varianzas ANOVA, prueba t-student) para verificar la hipótesis alternativa (H1) y nula (Ho). Se acepta H1 cuando el valor p (valor de probabilidad) es menor a 0.05 (nivel de significancia), para un nivel de confianza del 95%, caso contrario se acepta Ho.

c) Prueba ANOVA

Utilizando los datos de la Tabla 71 se ha tenido como prueba de hipótesis, H1: Si hay diferencia significativa en los datos determinados de acuerdo al módulo, dirección y tipo de sismo, y Ho: No hay diferencia significativa en los datos determinados de acuerdo al módulo, dirección y tipo de sismo. Como el valor p es menor a 0.05 (nivel de significancia) para cortante basal en módulo y sismo, se ha comprobado que, la cortante basal presenta diferencias significativas de acuerdo al módulo (1, 2, 3 y 4) y de acuerdo al tipo de sismo (servicio, diseño y máximo) al que, se ha sometido, pero no de acuerdo a la dirección (x e y), siendo así, se han obtenido resultados significativamente similares en x e y para cortante basal. De acuerdo al análisis ANOVA de desplazamiento de techo el valor p solo es menor que 0.05, para sismo, por tanto, los desplazamientos de techo obtenido en el edificio de Contabilidad son significativamente similares en los cuatro módulos (1, 2, 3 y 4) y en la dirección X e Y, pero varían de acuerdo al tipo de sismo al que, se ha sometido a la estructura.

Tabla 73*Análisis ANOVA de la Cortante Basal*

Ho: No hay diferencia significativa entre la cortante basal.

H1: Si hay diferencia significativa entre la cortante basal.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Módulo	3	840291	280097	16.21	0.000
Sismo	2	138530	69265	4.01	0.037
Dirección	1	69940	69940	4.05	0.060
Error	17	293738	17279		
Total	23	1342500			

Nota: Si el valor p menor a 0.05 se acepta H1, sino se acepta Ho.

Tabla 74*Análisis ANOVA del Desplazamiento en el Techo*

Ho: No hay diferencia significativa entre los desplazamientos en el techo.

H1: Si hay diferencia significativa entre los desplazamientos en el techo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Módulo	3	966.4	322.1	0.61	0.615
Sismo	2	8594.0	4297.0	8.20	0.003
Dirección	1	198.6	198.60	0.38	0.546
Error	17	8906.6	523.90		
Total	23	18665.6			

Nota: Si el valor p menor a 0.05 se acepta H1, sino se acepta Ho.

d) Prueba t-student

Utilizando los datos de la Tabla 72 se ha realizado la prueba t-student para comprobar si el edificio de Contabilidad cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40, conforme a las hipótesis:

- **Ho:** El nivel de desempeño sísmico, del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, por el método “Pushover” no cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40 (1996).

- **H1:** El nivel de desempeño sísmico, del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, por el método “Pushover” cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40 (1996).

Se ha determinado que, el módulo 1 y 2 no cumplen con los objetivos de desempeño sísmico de la ATC-40 (1996) debido a que, el valor p es mayor a 0.05, por lo que, en ese caso se acepta H_0 ; sin embargo, el módulo 3 y 4 si cumplen con los objetivos de desempeño sísmico de la ATC-40 (1996) debido a que, el valor p en ese caso es menor a 0.05, aceptando H_1 . Pero, en promedio para los cuatro módulos del edificio de contabilidad el valor p es 0.0210, siendo menor a 0.05, **por tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H1)** y se última que, el nivel de desempeño sísmico, del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, por el método no lineal estático “Pushover” cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40 (1996). Por tanto, el edificio de Contabilidad tiene la capacidad para resistir eventos sísmicos de servicio, diseño y máximos.

Tabla 75

Prueba t-student de los Objetivos de Desempeño

Hipótesis nula $H_0: \mu = 2.5$

Hipótesis alterna $H_1: \mu < 2.5$

Muestra	Valor T	Valor p
Módulo 1	-0.40	0.3540
Módulo 2	-0.79	0.2330
Módulo 3	-0.50	0.0319
Módulo 4	-3.95	0.0050
Promedio de los 4 módulos	-2.14	0.0210

Nota: cuando el valor p es menor a 0.05, se acepta la hipótesis alterna y se concluye que: “Cumple con los objetivos de desempeño del ATC-40”, caso contrario, “No cumple con los objetivos de desempeño del ATC-40”.

4.3. **Discusión de resultados**

El análisis realizado a los módulos de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) muestra que el módulo 1 es regular en planta y elevación, lo que concuerda con Vielma-Quintero et al. (2024), quienes concluyeron que las estructuras con simetría en planta suelen tener un comportamiento sísmico más favorable, con menores demandas en desplazamientos. La regularidad en planta y elevación del módulo 1 también coincide con Abd-Elhamed et al. (2023), quienes observaron que las estructuras regulares presentaban mayor capacidad de carga y una mejor respuesta sísmica.

Sin embargo, para el módulo 2 que tiene irregularidad en planta por esquinas entrantes, el comportamiento observado es similar a los resultados de Hasibuan et al. (2023), quienes concluyeron que las irregularidades geométricas aumentan la vulnerabilidad sísmica de las estructuras. La presencia de estas esquinas entrantes en el módulo 2 requiere la aplicación del coeficiente de irregularidad, lo que refleja una menor capacidad de la estructura para disipar energía durante un sismo, como sugieren también Janićijević et al. (2023) en su análisis de edificios con irregularidades geométricas.

Por otro lado, el módulo 3, a pesar de su geometría compleja, se considera regular en planta y elevación, lo que refuerza la conclusión de que una geometría inusual no siempre implica un comportamiento irregular, como también destacaron Ademi & Jakupi (2022), quienes encontraron que las estructuras diseñadas adecuadamente, incluso con geometrías atípicas, pueden mostrar un buen desempeño sísmico.

Mientras que, el módulo 4 presenta una irregularidad torsional, lo cual es consistente con Kuria & Kegyes-Brassai (2023), quienes identificaron fallos

estructurales en edificios que mostraban un comportamiento torsional excesivo en una de sus direcciones. El hecho de que el módulo 4 sea regular en elevación, pero presente problemas en planta debido a la torsión es un patrón común en estructuras con geometrías asimétricas o distribuciones irregulares de masa, lo que subraya la importancia de un análisis detallado de cada módulo en edificaciones con configuraciones complejas.

La evaluación del desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) bajo cargas estáticas y dinámicas lineales cumple parcialmente con la norma E.030 (MVCS, 2018). Los cortantes dinámicos obtenidos para los módulos del edificio indicaron que en varios casos no se alcanzaba el 80% del cortante estático, un criterio clave de la norma E.030:2018 (MVCS, 2018). Por lo tanto, fue necesario aplicar coeficientes de amplificación sísmica para cumplir con los requerimientos normativos. Este comportamiento fue similar al observado en el estudio de Fernández (2022), quien también identificó la necesidad de amplificar cortantes dinámicos en ciertos módulos de la EPIC. Ambos estudios coinciden en que los coeficientes de amplificación son necesarios para asegurar el cumplimiento normativo, aunque no alteran las derivas ni desplazamientos absolutos de las estructuras, por tanto, se toman en cuenta solo como parte del diseño sísmico, pero no afectan a una edificación ya construida, alineándose también, con lo que, argumenta Cabrera (2022).

En relación con los desplazamientos absolutos, los valores obtenidos en los módulos del edificio de Contabilidad se encontraron dentro de los límites permisibles establecidos por la norma, lo que indica un comportamiento estructural adecuado frente a cargas sísmicas. Estos resultados son coherentes con Janićjević et al. (2023), quienes concluyeron que los desplazamientos obtenidos

en sus análisis también se mantenían dentro de los márgenes aceptables, aunque variaban según el modelo de material no lineal empleado. De igual forma, Lllontop (2023) también reportó que los desplazamientos en los diferentes módulos de la I.E. San Carlos estaban dentro de los límites permisibles, evidenciando un buen comportamiento sísmico.

En cuanto a las derivas relativas, el análisis de los módulos del EPC mostró que todas las distorsiones están por debajo del límite de 0.007, lo que garantiza la integridad estructural. Este comportamiento es comparable con Kuria & Kegyes-Brassai (2023), quienes, a pesar de encontrar desplazamientos mayores en la dirección X de una edificación hospitalaria, concluyeron que las derivas estaban dentro de los límites establecidos por los códigos normativos, asegurando un desempeño adecuado. En cambio, Vielma-Quintero et al. (2024) determinaron derivas ligeramente superiores a 0.04, debido a la asimetría de la edificación.

Por otro lado, los modos de vibración del edificio EPC cumplen con el criterio normativo de que los dos primeros modos sean de traslación y el tercero de rotación, concordando con Zevallos (2023), quien reportó una adecuada distribución de los modos de vibración bajo cargas sísmicas. Sin embargo, Linares (2022) indican que no todas las estructuras logran cumplir con este criterio, particularmente aquellas con configuraciones estructurales más complejas o irregulares, lo que subraya la importancia de realizar el análisis por desempeño las edificaciones con geometría compleja. Así mismo, Antonio (2023) resalta que, a pesar que una edificación cumpla con los límites de deriva de la norma E.030, debe someterse al análisis no lineal, para asegurar su desempeño sísmico.

En cuanto, al análisis “Pushover” del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) de la UNACH, los resultados obtenidos revelaron que, el

edificio de Contabilidad cumple, en promedio, con los objetivos de desempeño establecidos por el ATC-40 (ATC-40, 1996), lo que indica una adecuada capacidad estructural frente a diferentes tipos de cargas y eventos sísmicos. Este rendimiento es comparable al de la EPIC, analizada por Fernández (2022), que en promedio también cumplió satisfactoriamente los criterios de desempeño.

El módulo 1 de la Escuela de Contabilidad muestra un comportamiento sísmico diferenciado según la dirección evaluada. En X, cumple parcialmente con los objetivos de desempeño de la norma ATC-40 para edificaciones esenciales. Aunque alcanzó una última capacidad de 13.45 cm de desplazamiento y un cortante basal de 1024.26 ton, se obtuvo un nivel de desempeño de “ocupación inmediata” frente a un sismo de servicio (SS), cuando la norma exige el nivel “operacional”. Este resultado es coherente con Kuria & Kegyes-Brassai (2023) y Fernández (2022), quienes observaron que, aunque se cumplen ciertos objetivos de desempeño, en algunos casos se presentan limitaciones en la estabilidad estructural ante eventos sísmicos máximos. En contraste, en la dirección Y, el módulo 1 muestra una mejor capacidad estructural, alcanzando un desplazamiento de 15.51 cm y un cortante basal de 702.33 ton; en esta dirección, no solo cumple, sino que supera los objetivos del ATC-40, alcanzando el nivel “operacional” para un sismo de servicio (SS) y “ocupación inmediata” tanto para un sismo de diseño (SD) como para un sismo máximo (SM), lo cual es similar a lo reportado por Llocle (2021). Este buen desempeño en la dirección Y también coincide con lo observado por Davalos & Huanca (2023) en el hospital de Chiclayo, donde se obtendrá un comportamiento operativo para sismos frecuentes y severos con daños limitados. Además, presenta un mejor rendimiento sísmico en comparación con el bloque 2 de la IE N° 40230, analizado por Condori & Vilca (2022), que no

cumplió con los límites de entrepiso y alcanzó un nivel de desempeño “Cerca al colapso” en X.

El módulo 2 en X cumple parcialmente con los objetivos de desempeño, este muestra una buena capacidad estructural frente a sismos máximos. En contraste, el módulo 2 en Y cumple con los objetivos de desempeño y muestra una buena capacidad estructural frente a sismos máximos, superando las expectativas de la norma. Este comportamiento heterogéneo está relacionado con la asimetría del edificio, considerando que presenta irregularidades, tal como, argumenta Vielma-Quintero et al. (2024). Hasibuan et al. (2023) también, destaca que, una edificación con irregularidades verticales o horizontales, tiene mayor probabilidad de no cumplir totalmente los objetivos de desempeño en la dirección donde se presente la falla, tal como, se ha dado el caso en la investigación.

En la dirección X, el módulo 2 alcanzó la capacidad última con un desplazamiento de 17.35 cm y un cortante basal de 569.68 ton, semejante a Kuria & Kegyes-Brassai (2023) donde encontraron desplazamientos significativamente mayores en una dirección. El módulo 2 en X cumple parcialmente con los objetivos de desempeño del ATC-40 para edificaciones esenciales. Para un sismo de servicio (SS) se alcanza un nivel de desempeño de “ocupación inmediata”, mientras que la norma establece el nivel “operacional”, mientras que, para el resto de sismos se obtiene el nivel de seguridad de vida, con algunos daños operativos como, detalla Zevallos (2023). Así mismo, Torres (2023) argumenta que, edificaciones con irregularidades estructurales como estas pueden presentar formación de rótulas y puntos de colapso en muros, placas y/o columnas, pero no en vigas, tal como, en el estudio los puntos de colapso se han dado en las placas del módulo.

En la dirección Y, el módulo 2 de Contabilidad alcanzó la capacidad última con un desplazamiento de 12.24 cm y un cortante basal de 559.59 ton. En esta dirección, el módulo 2 cumple con los objetivos de desempeño del ATC-40. Para un sismo de servicio (SS) se alcanza el nivel de desempeño “operacional”, tal como sugiere la normatividad. Para un sismo de diseño (SD) se alcanza el nivel de “ocupación inmediata”, cumpliendo con la norma ATC-40. Finalmente, para un sismo máximo (SM) se alcanza el nivel de “ocupación inmediata”, superando las expectativas de la norma.

El módulo 3 de la Escuela de Contabilidad muestra un desempeño estructural adecuado en X, cumpliendo con los objetivos de desempeño del ATC-40 para edificaciones esenciales. En esta dirección, alcanzó una capacidad última de 17.55 cm de desplazamiento y un cortante basal de 831.09 ton. Para un sismo de servicio (SS), se obtuvo un nivel de desempeño “operacional”, mientras que para un sismo de diseño (SD) se alcanzó el nivel de “ocupación inmediata”, cumpliendo con la norma. En el caso de un sismo máximo (SM), el módulo logró el nivel de “seguridad de vida”, lo que se alinea con las expectativas normativas. En contraste, en Y, el módulo 3 mostró un desempeño parcial, alcanzando una capacidad última de 20.32 cm de desplazamiento y un cortante basal de 705.67 ton. Aunque para un sismo máximo (SM) el módulo cumplió con el nivel de “seguridad de vida”, para un sismo de servicio (SS) solo alcanzó el nivel de “ocupación inmediata”, mientras que la norma establece el nivel “operacional”. De manera similar, para un sismo de diseño (SD) se alcanzó el nivel de “seguridad de vida”, cuando la norma sugiere “ocupación inmediata”. Este comportamiento es comparable al encontrado por Llocle (2021) en el colegio “Coronel Ladislao Espinar” de Cusco, donde se obtuvo un desempeño “operacional” en el sentido

longitudinal y “ocupación inmediata” en el transversal. Además, presenta una situación similar a la reportada por Valdivia (2024) en el bloque 2 y 4 del “Mercado Zonal Sur” de Cajamarca, donde no se cumplieron con los requisitos de desempeño en Y.

El módulo 4 de la Escuela de Contabilidad demuestra un excelente desempeño estructural tanto en X como en Y, cumpliendo con los objetivos de desempeño de la norma ATC-40 para edificaciones esenciales y superando las expectativas en algunos casos. En la dirección X, alcanzó una capacidad última de 25.21 cm de desplazamiento y un cortante basal de 108.42 ton. Para un sismo de servicio (SS), el nivel de desempeño fue “operacional”, mientras que para un sismo de diseño (SD) y un sismo máximo (SM), se logró el nivel de “ocupación inmediata”, superando las expectativas normativas. De manera similar, en Y, con un desplazamiento de 5.647 cm y un cortante basal de 72.38 ton, el módulo también cumplió con los niveles de “operacional” para un SS y “ocupación inmediata” para un SD y SM. Este comportamiento refleja lo encontrado por Chilón (2024) en su análisis del edificio “Mercado Porcón” en Cajamarca, donde se comprobó que cumplió con el desempeño en ambas direcciones, destacando una respuesta sísmica adecuada frente a sismos de diferentes intensidades.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al analizar el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, empleando el análisis no lineal estático Pushover, se ha concluido de forma general que, en promedio cumple con los objetivos de desempeño establecidos por el ATC-40. Así mismo, las conclusiones específicas son:

- 1) El análisis estructural del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad reveló que el módulo 1 es completamente regular en planta y elevación, mientras que el módulo 3, aunque tiene geometría compleja, también es regular en ambas dimensiones. Sin embargo, el módulo 2 presentó irregularidades en planta por la presencia de esquinas entrantes, y el módulo 4 mostró una irregularidad torsional en planta, aunque ambos son regulares en elevación.
- 2) El desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) de la UNACH cumple con la norma E.030 (MVCS, 2018) tras la aplicación de coeficientes de amplificación en los módulos 1, 3 y 4, debido a cortantes dinámicos menores al 80% del estático. El módulo 2 no requirió ajustes adicionales. Los desplazamientos y derivas relativas se mantuvieron dentro de los límites normativos, asegurando un comportamiento estructural estable. Asimismo, los modos de vibración cumplieron con los criterios establecidos, garantizando la seguridad sísmica del edificio.
- 3) El análisis del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad bajo cargas estáticas no lineales muestra que, en general, los módulos cumplen con los

requisitos de desempeño sísmico de la norma ATC-40:1996. Aunque algunos módulos alcanzan solo parcialmente los objetivos normativos (módulo 1 y módulo 2), especialmente en sismos de servicio y diseño, todos presentan una adecuada capacidad estructural, logrando niveles de desempeño satisfactorios, como “ocupación inmediata” y “seguridad de vida”, asegurando la resistencia frente a sismos máximos y garantizando la estabilidad del edificio en eventos sísmicos significativos.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se recomienda explorar cómo las irregularidades geométricas en los módulos de la estructura, así como la distribución no uniforme de cargas, afectan el desempeño sísmico. Esta investigación podría incluir estudios de casos con modificaciones en la geometría y la distribución de cargas.

Para mejorar el desempeño sísmico de los módulos 1 y 2 del edificio EPC, se recomienda reforzar estas estructuras para que alcancen los niveles de seguridad de vida exigidos por la norma ATC-40:1996, especialmente bajo sismos máximos, y así asegurar que todas las edificaciones esenciales cumplan con los estándares de seguridad requeridos.

Realizar estudios que comparen la precisión de los modelos de materiales utilizados en el análisis Pushover, como el modelo de degradación de rigidez y los efectos de los ciclos de carga y descarga, para mejorar la predicción del comportamiento estructural bajo cargas sísmicas.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Abd-Elhamed, A., Mahmoud, S., & Alotaibi, K. S. (2023). Nonlinear analysis of reinforced concrete buildings with different heights and floor systems. *Scientific Reports*, 13(1), 14949. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41656-7>
- Acevedo, I. (2002). Aspectos éticos en la investigación científica. *Ciencia y enfermería*, 8(1), 1-5. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532002000100003>
- Ademi, F., & Jakupi, E. (2022). Assessment of the seismic behavior of reinforced concrete frame structures using nonlinear static pushover analysis. *Journal of Applied Sciences-SUT (JAS-SUT)*, 8. <https://doi.org/https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1630027>
- Aki, K., & Richards, P. (2009). Quantitative Seismology. *Cambridge University*, 118(2). <https://doi.org/10.1017/S0016756800034439>
- Altamirano, R. (2021). *Desempeño sismorresistente del pabellón "D" de educación secundaria de la Institución Educativa de San Ramón-Cajamarca*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Antonio, K. F. (2023). *Análisis del desempeño estructural del bloque 1 de las aulas comunes de la unasam, mediante el análisis estático no lineal-PUSHOVER*. [Tesis de grado, Univesidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo".
- Applied Technology Council (ATC). (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*.
- ATC-40. (1996). *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings volume 1*. Applied Technology Council (ATC). <http://tanbakoochi.com/File/www.tanbakoochi.com-ATC40.pdf>
- Borja, M. A. (2019). *Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/5761>.
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/5761>

- Cabrera, E. T. (2022). *Evaluación del comportamiento estructural con disipadores de energía de fluido viscoso del edificio de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Cattari, S., & Magenes, G. (2022). Benchmarking the software packages to model and assess the seismic response of unreinforced masonry existing buildings through nonlinear static analyses. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 20(4), 1901-1936. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10518-021-01078-0>
- Centurion, M. (2021). *Desempeño Sismorresistente del pabellón "D" de educación secundaria de La Institución Educativa de San Ramon- Cajamarca* . [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Chilón, R. (2024). *Desempeño sísmico del edificio "Mercado Porcón" del centro poblado Porcón Alto, distrito de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Condori, R. W., & Vilca, A. J. (2022). *Evaluación del desempeño estructural aplicando un análisis estático no lineal (pushover) en la I. E. N.º 40230 San Antonio del Pedregal Majes - Caylloma - Arequipa*. [Tesis de grado, Universidad Continental].
- Cumpa, J., & Quispe, B. H. (2019). *Evaluación del desempeño sismorresistente de la Institución Educativa N° 50217 de la comunidad Umachurco-San Salvador, aplicando el método de análisis estático no lineal de cedencia sucesiva (pushover)*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/2885>.
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica (Cuarta edición ed.)*. Cengage Learning.
- Davalos, Y. L., & Huanca, E. V. (2023). *Estudio de desempeño sísmico del hospital de Chiclayo frente a un evento sísmico frecuente, severo y máximo, empleando un análisis estático no lineal Pushover*. [Tesis de grado, Universidad Peruanas de Ciencias Aplicadas].
- Expediente técnico del pabellón de Contabilidad. (2013). *Planos arquitectónicos y estructurales del edificio de Contabilidad*. Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH).
- FEMA 356. (2000). *Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings*. Federal Emergency Management Agency.

- Fernández, R. (2022). *Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Fuentes, N. F. (2018). *Desempeño sísmico de un edificio de cinco niveles de concreto armado mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2191>.
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2191>
- García, R. H., & Pinzón, P. L. (2022). *Evaluación estructural del desempeño sísmico de una edificación de 18 niveles ubicado en la ciudad de Manta, mediante el Análisis no Lineal*, [Trabajo de Titulación, univesidad de Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil, Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60517>
- Gaxiola, R. (2022). Diseño Sismico basado en desempeño - Revisión de una filosofía alternativa de diseño. *Sociedad Mexicana de Ingenieria Sismica*. <https://www.researchgate.net/publication/361040717>
- Gonzales, C. A. (2010). *Abnálisis estático no lineal (pushover) de estructura aporticada de hormigónarmado con diferentes grados de ductilidad. Aplicando la norma sismorresiente Colombiana 2010 (NSR-10)*. [Tesis de grado, Univeridad Politécnica de Valencia].
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Efaind. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://cmappublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Hasibuan, S., Ma'arif, F., & Praja, B. (2023). Non-Linear Behavior of Reinforced Concrete Frame Structure with Vertical Irregularities. *International Journal of Innovative Research in Computer Science and Technology*, 11(1), 45-51. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.55524/ijircst.2023.11.1.10>
- INACAL. (2017). *NTP 339.171. Suelos. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Edición*. INACAL.
- INACAL. (2019). *NTP 339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2019). *NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed.* INACAL.

- INACAL. (07 de diciembre de 2020). NTP 339.181 CONCRETO. Determinación del número de rebote del concreto endurecido. Método de ensayo. 3a Ed. *Instituto Nacional de Calidad (INACAL)*.
- Instituto Nacional de la Calidad, INACAL. (2019). *NTP 339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed.* INACAL.
- Janićijević, M., Milosevic, B., Mihajlović, S., Bojkovic, J., & Marinkovic, S. (2023). *Nonlinear static "pushover" analysis of multi-storey reinforced concrete building*. [Tesis de grado, University of Kragujec]. <https://doi.org/https://scidar.kg.ac.rs/handle/123456789/19212>
- Kalkan, E., & Chopra, A. (01 de November de 2012). Evaluation of Modal Pushover–Based Scaling of One Component of Ground Motion: Tall Buildings. *Earthquake Engineering Research Institute*, 28(4), 1469-1493. <https://doi.org/https://doi.org/10.1193/1.4000091>
- Kuria, K., & Kegyes-Brassai, O. K. (2023). Nonlinear Static Analysis for Seismic Evaluation of Existing RC Hospital Building. *Applied Sciences*, 13(21), 11626. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app132111626>
- 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].
- Llocle, A. (2021). *Evaluación de desempeño estructural utilizando Análisis Estático no lineal (Pushover) del bloque del nivel secundario del colegio Emblemático Ladislao Espinar ubicado en la ciudad de Espinar–Cusco*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión].
- Llontop, G. X. (2023). *Optimización del diseño estructural utilizando análisis estático no lineal pushover en la I.E. San Carlos -Monsefú*. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].
- Loa, G. J. (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Lobo, G. (2005). Niveles, condiciones, objetivos y modalidades del diseño sismorresistente basado en desempeño. *Boletín Técnico*, 43(3). https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2005000300001

- Lorito, S., Romano, F., & Lay, T. (2022). Tsunamigenic major and great earthquakes (2004–2013): source processes inverted from seismic, geodetic, and sea-level data. *Complexity in Tsunamis, Volcanoes, and their Hazards, 1*, 247-298. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1705-2_641
- Luque, O. M. (2020). *Niveles de desempeño sísmico del edificio de ciencias físico matemáticas, según las normas E. 030, FEMA 440 y ASCE 41*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/16756>.
- Meza, A. E. (2018). *Desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal Pushover de la IE JCM N° 2048–Pabellón “G”–Comas–2017*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26637>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (24 de Enero de 2018). *Norma E.030. Reglamento Nacional de Edificaciones*. MVCS. <https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Diso%20sismorresistente.pdf>
- Mires, N. Y. (2019). *Desempeño sismorresistente de la institución educativa técnica Rafael Loayza Guevara utilizando el método Pushover y propuesta de mejora*. [tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/22304>. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22304/Mires%20Acu%20%b1a%20Neyder%20Yosmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno-Zulca, P. A., Llanes-Cedeño, E. A., Guaña-Fernández, W. V., & Jima-Matailo, J. C. (2020). Análisis estructural de un bus por el método de elementos finitos. *Polo del conocimiento*, 5(1), 199-837. <https://doi.org/DOI:10.23857/pc.v5i01.1265>
- MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU 2017-2027 Chota*. Municipalidad Provincial de Chota (MPCH).
- MVCS. (2006). E.020 Cargas. En Minsiterio de Vivienda Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-8). Instituto de la Construcción y Gerencia. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf
- MVCS. (2006). E.020 Cargas. En M. d. (MVCS), *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-8). Instituto de la Construcción y Gerencia. <https://cdn->

- web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf
- MVCS. (2009). Norma E.060 Concreto armado. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-201). Instituto de Construcción y Gerencia (ICG). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf
- MVCS. (2018). Norma E.030 Diseño sismorresistente. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-32 pp.). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf
- MVCS. (2018). Norma E.030 Diseño sismorresistente. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-32 pp.). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf
- Ñaupas, R. L. (2018). *Determinación del tensor de momento sísmico para grandes sismos en el Perú desde 1997–2017*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15493/Naupas_mr.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortiz, R. (2021). *Modelamiento estructural para determinar la confiabilidad del diseño de una edificación de tres niveles*. [Tesis de grado: Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62868>
- Palacios, J., Díaz, M., & Morales, J. (2019). Analysis of structural performance of existing RC building designated as tsunami evacuation shelter in case of earthquake-tsunami scenarios in Lima city. *Tecnia*, 29(2). <http://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v29i2.704>
- Paredes, M. A. (2024). *Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Reyes, J., Riaño, A., Kalkan, E., & Arango, C. (2015). Extending modal pushover-based scaling procedure for nonlinear response history analysis of multi-story

- unsymmetric-plan buildings. *Engineering Structures*, 125-137.
<https://quakelogic.net/Pubs/109.pdf>
- Robles, A. M. (2018). *Evaluación del desempeño sismorresistente de la estructura del pabellón b de la institución educativa Ernesto Diez Canseco, Yanahuanca–Pasco–2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/461>.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/461>
- Rolim, A. (26 de agosto de 2020). *AULA 5 - Carregamento das estruturas de concreto*. portal Concreto Armado : <https://www.concretoarmado.org/post/aula-5-carregamento-das-estruturas-de-concreto>
- Schumacker, R., & Lomax, R. (2016). *StructuralEquation Modeling*.
<https://www.routledge.com/A-Beginners-Guide-to-Structural-Equation-Modeling/Whittaker-Schumacker/p/book/9780367477967>
- SEAOC. (1995). *Conceptual framework for performance based seismic engineering of buildings. Vision 2000 Committee and California Office of Emergency Services, Sacramento, USA*.
- Shehú, R. (2021). Implementation of pushover analysis for seismic assessment of masonry towers: Issues and practical recommendations. *Buildings*, 11(2), 71.
- Shinde, A., & Chaturvedi, R. (2022). Behavior of RC Flat Slab Buildings Using Nonlinear Static Analysis. *Journal of Structural Technology*, 7(1), 16-23.
<http://matjournals.co.in/index.php/JoST/article/view/109>
- Sotil, A. J., & Zegarra, J. E. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido, [Tesis de grado, UPC]*. Repositorio Academico UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581616>
- Sullivan, T. J., Saborio, D. O., Reilly, G. J., Welch, D. P., & Landi, L. (2021). Simplified pushover analysis of moment resisting frame structures. *Journal of Earthquake Engineering*, 25(4), 621-648.
- Ticona, E. G., & Escobar, J. M. (2019). *Eficacia de un programa educativo en el nivel de conocimiento sobre medidas preventivas ante un evento sísmico en personal de enfermería del Centro de Salud La Esperanza, Tacna 2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3707>.

- Torres, F. A. (2023). *Desplazamientos laterales en edificaciones de cinco niveles para el sistema estructural aporticado y muros portantes, ciudad de Jaén*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén].
- Urteaga, W. M. (2019). *Nivel de desempeño sísmico del edificio N° 01 de la institución educativa San Ramón (anexo Chontapaccha) considerando la interacción suelo estructura*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Valdivia, L. K. (2024). *Nivel de desempeño sísmico de los bloques 2 y 4 del Mercado Zonal Sur de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Vega, G. (2020). *Evaluación del desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal, vivienda-comercio Miura Grill, Chiclayo*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. <https://doi.org/https://doi.org/10.26495/icti.v6i2.1185>
- Vega, G. (2020). *Simulación de colapso mediante el análisis estático no lineal, vivienda comercio Miura Grill, Chiclayo*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán].
- Vielma-Quintero, J. C., Diaz-Segura, E. G., & Vielma, J. C. (2024). Influence of the Plan Structural Symmetry on the Non-Linear Seismic Response of Framed Reinforced Concrete Buildings. *Symmetry*, 16(3), 370. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/sym16030370>
- Villegas, M. A. (2019). *Aplicación de Redes Neuronales para la Predicción de la Resistencia a la Compresión del Concreto Según el Ensayo de Esclerometría*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/626504>. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626504/VillegasE_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Zevallos, T. M. (2023). *Análisis comparativo del desempeño sísmico de un edificio de acero y concreto armado mediante el análisis estático no lineal, en Lima*. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma].

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, empleando el análisis no lineal estático

Pushover

Tesistas: Jhimy Colunche Regalado, Alexander Guevara Irigoín

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, mediante el método no lineal estático pushover?	<p>Objetivo general Analizar el nivel de desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, empleando el análisis no lineal estático Pushover.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Identificar y evaluar las irregularidades estructurales en planta y elevación que puedan comprometer la respuesta sísmica del edificio, prestando especial atención a los módulos que presentan geometrías complejas del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC). – Determinar el desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) bajo cargas estáticas y dinámicas, verificando si cumple con los requisitos (derivadas, desplazamientos, cortante basal, modos de vibración) de la norma E.030:2018. – Determinar el desempeño sísmico del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) bajo cargas estáticas no lineales, verificando si cumple con los requisitos (objetivos de desempeño) de la norma ATC-40:1996. 	<p>Ho: El nivel de desempeño sísmico, del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, mediante el método no lineal estático Pushover no cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40.</p> <p>H1: El nivel de desempeño sísmico, del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad – UNACH, mediante el método no lineal estático Pushover cumple con los objetivos de desempeño de la ATC-40.</p>	<p>Nivel de desempeño sísmico</p>	<p>Parámetros estructurales y sísmicos</p> <hr/> <p>Análisis sísmico norma E.030</p> <hr/> <p>Análisis no lineal estático Pushover</p>	<p>Zonas sísmicas</p> <hr/> <p>Perfil del suelo</p> <hr/> <p>Categoría</p> <hr/> <p>Sistema estructural</p> <hr/> <p>Coefficiente de reducción</p> <hr/> <p>Irregularidad</p> <hr/> <p>Derivas</p> <hr/> <p>Desplazamiento</p> <hr/> <p>Cortante estática</p> <hr/> <p>Cortante dinámica</p> <hr/> <p>Modos de vibración</p> <hr/> <p>Curva de demanda</p> <hr/> <p>Espectro de demanda</p> <hr/> <p>Curva de capacidad</p> <hr/> <p>Espectro de capacidad</p> <hr/> <p>Punto de desempeño</p> <hr/> <p>Objetivos de desempeño</p> <hr/> <p>Rótulas plásticas</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Básica Nivel: Explicativo</p> <p>Muestra: Para el caso de estudio, se trabajó con muestra poblacional (muestreo no probabilístico por conveniencia), y estuvo conformada por los tres módulos del edificio de la Escuela Profesional de Contabilidad (EPC) UNACH. El edificio de la EPC, tiene cuatro (4) niveles, está integrada por tres módulos, el módulo 1 y 3 destinados a labores académicas, donde hay aulas, auditorios y laboratorios de computación, mientras que el módulo 2, corresponde a oficinas administrativas, servicios higiénicos, y el módulo 4 correspondiente al ascensor (Los planos se muestran en anexos).</p>

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1. Pabellones de la Universidad Nacional Autónoma de Chota



Fotografía 2. Pabellón de la Escuela Profesional de Contabilidad



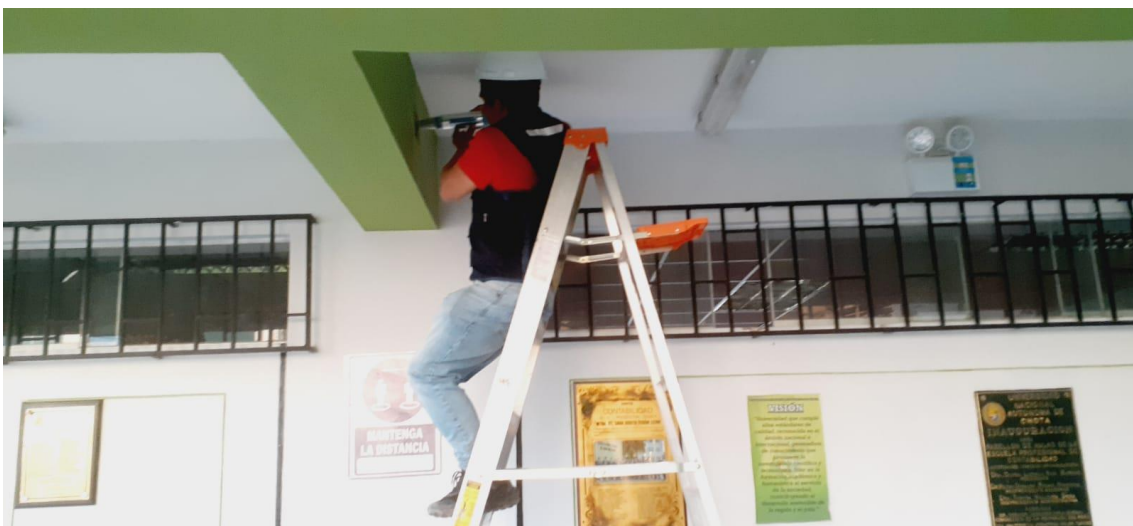
Fotografía 3. Ensayo de esclerometría en la columna del pabellón de contabilidad



Fotografía 4. Ensayo de esclerometría en la columna del pabellón de contabilidad



Fotografía 5. Ensayo de esclerometría en la viga del pabellón de contabilidad



Fotografía 6. Ensayo de esclerometría en la losa del pabellón de contabilidad



Fotografía 7. Ensayo de esclerometría en la placa del pabellón de contabilidad



Fotografía 8. Ensayo de esclerometría en la escalera del pabellón de contabilidad



Fotografía 9. Ensayo de esclerometría en la columna del pabellón de contabilidad



Fotografía 10. Ensayo de esclerometría en la escalera el pabellón de contabilidad



Fotografía 11. Tesistas realizando el ensayo de esclerometría en el edificio de contabilidad



Fotografía 12. Excavación de Calicata para Estudio de mecánica de suelos



Fotografía 13. Testistas en la Calicata para Estudio de mecánica de suelos



Fotografía 14. Toma de muestras de suelo de una cubica en la calicata de estudio



Fotografía 15. Realización del estudio de mecánica de suelos



Fotografía 16. Realización del estudio de mecánica de suelos con ayuda del técnico de laboratorio de la UNACH



Fotografía 17. Realización del análisis granulométrico



Fotografía 18. Realización del ensayo de límite líquido en la Copa Casagrande



Fotografía 19. Realización del ensayo de límite plástico



Fotografía 20. Colocación de muestras de suelo al horno para determinar su humedad



Fotografía 21. Preparación de muestras para el ensayo de corte directo



Fotografía 22. Instrumentos para el ensayo de corte directo



Fotografía 23. Preparación del equipo de corte directo



Fotografía 24. Realización del ensayo de corte directo al suelo de cimentación



Fotografía 25. Vista de la muestra del ensayo de corte directo




Anexo C. Estudio de mecánica de suelos

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	NORMA:	NTP 339.129 – NTP E111/ ASTM D4318		
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER			
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1	COORDENADAS
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO			ESTE 761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE 9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN			COTA 2555

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	1	2	3
Peso del suelo hum+tara	70.80	81.50	76.70
Peso del suelo seco+tara	63.90	73.60	68.70
Peso del recipiente (gr)	24.30	23.90	23.90
Peso de agua (gr)	6.90	7.90	8.00
Peso del suelo seco (gr)	39.60	49.70	44.80
Contenido de humedad (%)	17.42%	15.90%	17.86%
Promedio (%)	17.06%		

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	4	5	6
Peso del suelo hum+tara	64.20	80.40	80.70
Peso del suelo seco+tara	58.40	72.40	72.10
Peso del recipiente (gr)	23.70	23.90	23.70
Peso de agua (gr)	5.80	8.00	8.60
Peso del suelo seco (gr)	34.70	48.50	48.40
Contenido de humedad (%)	16.71%	16.49%	17.77%
Promedio (%)	16.99%		

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA N°	7	8	
Peso del suelo hum+tara	72.70	75.50	
Peso del suelo seco+tara	65.80	67.50	
Peso del recipiente (gr)	24.70	23.90	
Peso de agua (gr)	6.90	8.00	
Peso del suelo seco (gr)	41.10	43.60	
Contenido de humedad (%)	16.79%	18.35%	
Promedio (%)	17.57%		

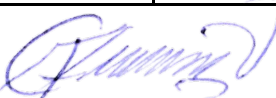
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO		
	NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421 / NTP 339.128		
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER			
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1	COORDENADAS
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO			ESTE 761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE 9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN			COTA 2555

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: C - 1	PESO INICIAL	: 500.00 Gr
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 500.00 Gr

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		% Peso Material > 4 0.22%
2"	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		% Peso Material < 4 99.78%
1 1/2"	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Limite Liquido (LL) 48.21
1"	25.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Limite Plastico (LP) 20.48
3/4"	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Indice Plástico (IP) 27.73
3/8"	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Clasificación (SUCS) : CL
N°4	4.750	1.10	0.22%	0.22%	99.78%		Clasificación (AASHTO) :
N°10	2.000	6.60	1.32%	1.54%	98.46%		Contenido de Humedad 17.207%
N°20	0.840	20.80	4.16%	5.70%	94.30%		
N°40	0.425	25.10	5.02%	10.72%	89.28%		
N°60	0.250	36.10	7.22%	17.94%	82.06%		
N°140	0.106	75.60	15.12%	33.06%	66.94%		
N°200	0.075	77.00	15.40%	48.46%	51.54%		
CAZOLETA		257.70	51.54%	100.00%	0.00%		OBSERVACIÓN:
TOTAL		500.00	100%				

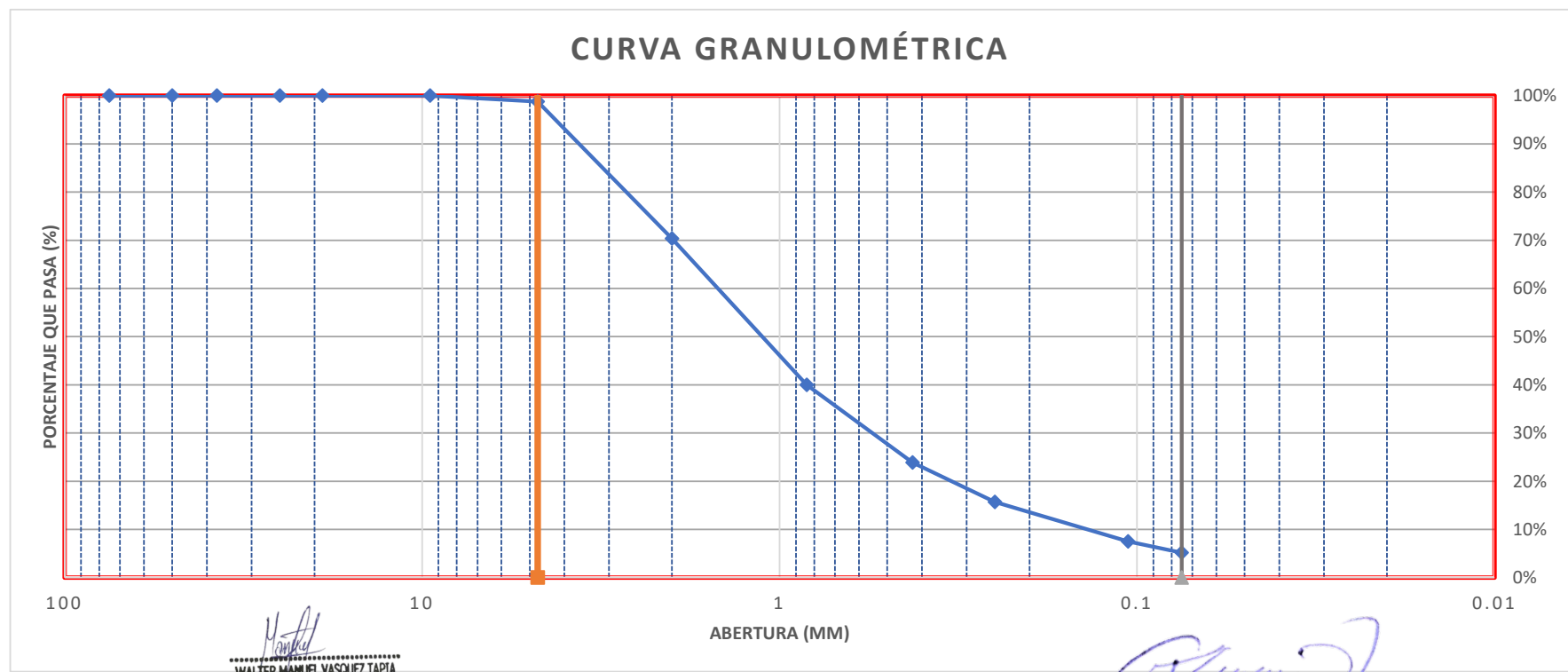

 WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA
 Ingeniero Hidráulico
 Reg. CIP. N° 214467

Encargado del laboratorio




Asesor


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO				
NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421 / NTP 339.128				
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER				
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1	COORDENADAS	
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO			ESTE	761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE	9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN			COTA	2555




WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA
 Ingeniero Hidráulico
 Reg. CIP. N° 214467

Encargado del laboratorio

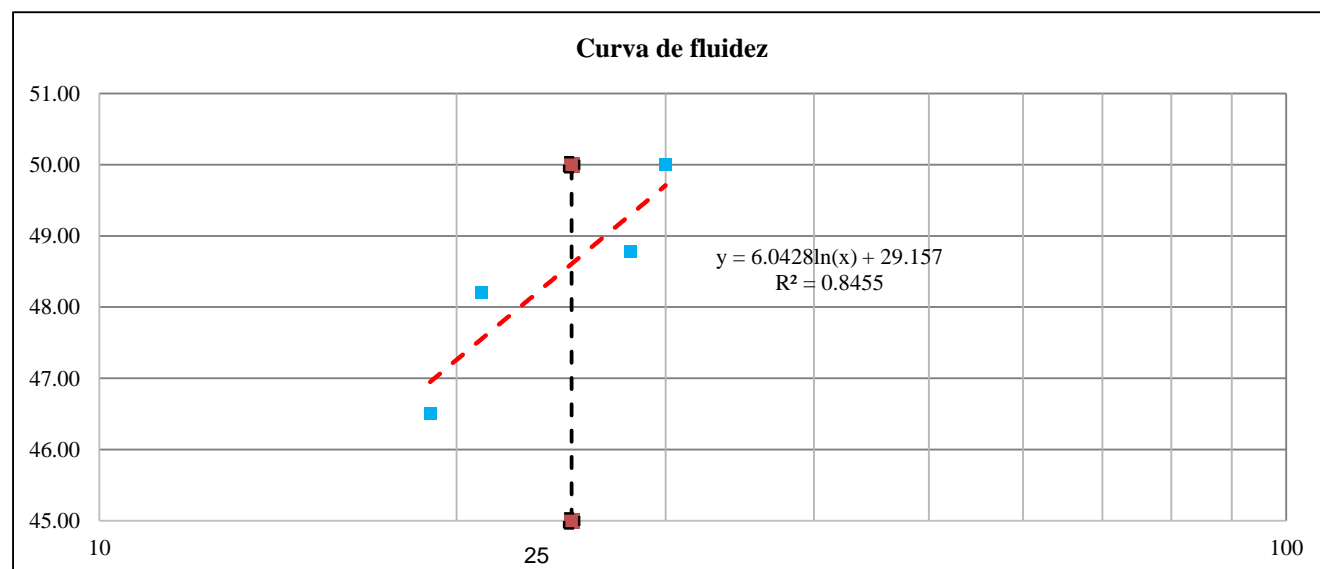

 Asesor

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	LÍMITES DE ATTERBERG			
	NORMA:	NTP 339.129 – NTP E111/ ASTM D4318			
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER				
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1	COORDENADAS	
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO			ESTE	761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE	9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN			COTA	2555

LÍMITE LÍQUIDO				
TARA N°	1	2	3	4
Wt + M. Húmeda	30.1	32	30.2	31.3
Wt + M. Seca	28.1	29.3	28.2	28.8
W agua	2	2.7	2	2.5
W tara	23.8	23.7	24.1	23.8
W M. Seca	4.3	5.6	4.1	5
W(%)	46.51	48.21	48.78	50.00
N. GOLPES	19	21	28	30
LÍMITE PLÁSTICO				
TARA N°	4	5	6	Promedio
Wt + M. Húmeda	29	27.4	27.7	
Wt + M. Seca	28.6	27.2	27.3	
W agua	0.4	0.2	0.4	
W tara	27	25.9	25.4	
W M. Seca	1.6	1.3	1.9	
W(%)	25.00	15.38	21.05	20.48

TEMPERATURA DE SECADO	
PREPARACIÓN DE MUESTRA	
60 °C	110 °C
CONTENIDO DE HUMEDAD	
60 °C	110 °C
AGUA USADA DESTILADA POTABLE OTRA	

LI = A*Ln(x)+B	
A=	-4.35
B=	62.212



LÍMITE LÍQUIDO LL (%)= 48.21	LÍMITE PLÁSTICO LP (%)= 20.48	ÍNDICE PLÁSTICO IP (%)= 27.73
--	---	---

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CORTE DIRECTO				
NORMA:	NTP 339.171 / ASTM D3080				
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER				
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1	COORDENADAS	
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO			ESTE	761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE	9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN			COTA	2555

Datos del espécimen	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.66	23.67	23.66
Diámetro (mm)	60.68	60.68	60.69
Área inicial (cm ²)	28.92	28.92	28.93
Volumen de la muestra (cm ³)	68.42	68.45	68.44
Datos del espécimen	I	II	III
Masa húmeda de la muestra + masa del anillo (g)	204.1	204.3	204.4
Masa del anillo (g)	84.3	84.3	84.3
Masa de la muestra húmeda (g)	119.8	120	120.1
Masa de la muestra seca (g)	88.6	88.41	88.3
Contenido de humedad (%)	35.21	35.73	36.01
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1751	1754	1755
Densidad seca (gr/cm ³)	1295	1292	1291

	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)
Altura inicial:	23.7 mm		23.7 mm		23.7 mm	
Diámetro de muestra:	60.7 mm		60.7 mm		60.7 mm	
Área inicial:	28.9 cm ²		28.9 cm ²		28.9 cm ²	
Densidad seca:	1295 q/cm ²		1292 q/cm ²		1291 q/cm ²	
Humedad:	35.2 %		35.7 %		36 %	
Masa normal:	1452 kg		2910 kg		4355 kg	
Esfuerzo normal:	0.5 kg/cm ²		1.01 kg/cm ²		1.51 kg/cm ²	
Deformación horizontal (mm)						
0.00		0		0		0
0.25		0.39		1.25		2.35
0.50		0.85		1.65		3.45
0.75		0.95		2.32		3.91
1.00		1.15		2.52		4.52
1.50		1.52		3.23		5.65
2.00		1.79		3.65		6.65
2.50		2.25		4.25		7.35
3.00		2.54		4.85		7.85
3.50		2.85		5.21		8.65
4.00		3.44		5.68		9.99
4.50		3.81		6.25		9.52
5.00		4.28		6.8		10.32
5.50		4.95		7.25		10.52
6.00		5.52		7.81		11.29
6.50		6.18		8.37		11.81
7.00		6.84		8.82		12.35
7.50		7.56		9.63		12.92
8.00		8.01		10.25		13.63
8.50		8.72		10.95		14.25
9.00		9.14		11.75		14.87
9.50		9.61		12.36		15.26
10.00		9.93		12.95		16.01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	CORTE DIRECTO			
	NORMA:	NTP 339.171 / ASTM D3080			
	TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER			
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1		COORDENADAS
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO			ESTE	761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE	9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN			COTA	2555

	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
	Altura inicial:	23.7 mm		23.7 mm		23.7 mm
Diámetro de muestra:	60.7 mm		60.7 mm		60.7 mm	
Área inicial:	28.9 cm ²		28.9 cm ²		28.9 cm ²	
Densidad seca:	1295 q/cm ²		1292 q/cm ²		1291 q/cm ²	
Humedad:	35.2 %		35.7 %		36 %	
Masa normal:	1452 kg		2910 kg		4355 kg	
Esfuerzo normal:	0.5 kg/cm ²		1.01 kg/cm ²		1.51 kg/cm ²	
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Esfuerzo normalizado	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Esfuerzo normalizado	Esfuerzo de corte (kg/cm ²)	Esfuerzo normalizado
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.01	0.03	0.04	0.05	0.08	0.07
0.82	0.03	0.07	0.06	0.07	0.12	0.10
1.24	0.03	0.08	0.08	0.1	0.14	0.11
1.65	0.04	0.1	0.09	0.11	0.16	0.13
2.47	0.05	0.13	0.11	0.14	0.2	0.16
3.3	0.06	0.15	0.13	0.15	0.23	0.19
4.12	0.08	0.19	0.15	0.18	0.25	0.21
4.94	0.09	0.21	0.17	0.2	0.27	0.22
5.77	0.1	0.24	0.18	0.21	0.3	0.24
6.59	0.12	0.28	0.2	0.23	0.31	0.25
7.42	0.13	0.31	0.22	0.25	0.33	0.26
8.24	0.15	0.34	0.24	0.27	0.36	0.28
9.06	0.17	0.39	0.25	0.29	0.36	0.28
9.89	0.19	0.44	0.27	0.31	0.39	0.30
10.71	0.21	0.48	0.29	0.33	0.41	0.31
11.54	0.24	0.53	0.3	0.34	0.43	0.32
12.36	0.26	0.58	0.33	0.37	0.45	0.33
13.18	0.28	0.61	0.35	0.39	0.47	0.35
14.01	0.3	0.66	0.38	0.41	0.49	0.36
14.83	0.32	0.68	0.41	0.44	0.51	0.37
15.66	0.33	0.71	0.43	0.46	0.53	0.38
16.48	0.34	0.73	0.45	0.47	0.55	0.39




WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA
 Ingeniero Hidráulico
 Reg. CIP. N° 214467

Encargado del laboratorio



Asesor

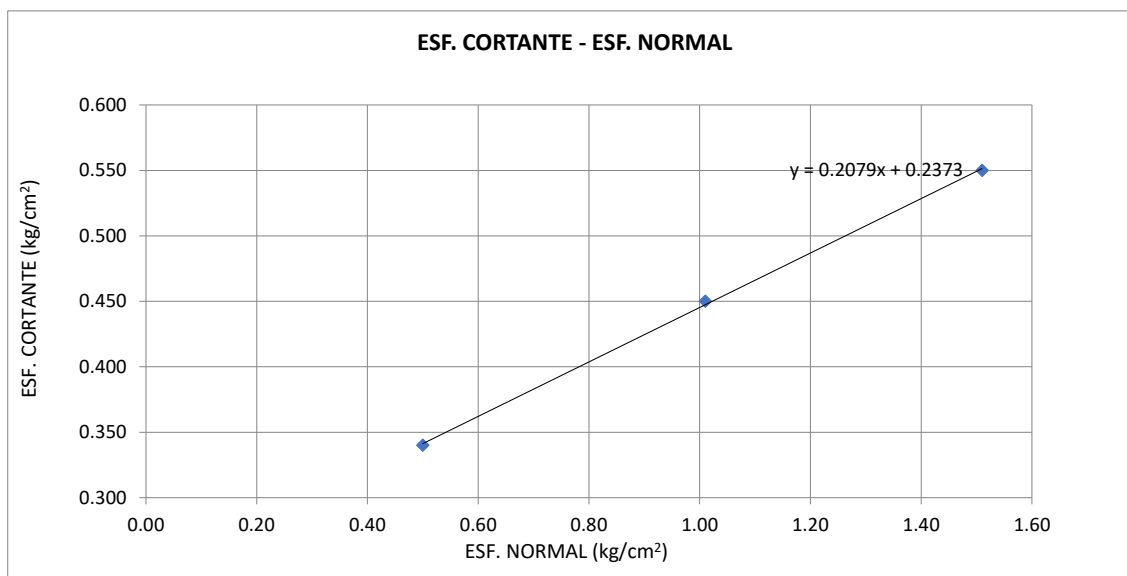
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CORTE DIRECTO			
	NORMA:	NTP 339.171 / ASTM D3080			
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER				
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1	COORDENADAS	
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO			ESTE	761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE	9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN			COTA	2555

Grafica de la envolvente de corte directo de (C 1-M 1-2.50 m)

ENVOLVENTE DE FALLA ESF CORTANTE -VS- ESF. NORMAL:

ENSAYO	NORMAL	CORTANTE
1	0.50	0.340
2	1.01	0.4500
3	1.51	0.5500

RESULTADOS:	
Cohesión (kg/cm ²):	0.24
Angulo de Fricción:	11.74





 WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA
 Ingeniero Hidráulico
 Reg. C.I.P. N° 214467

Encargado del laboratorio



Asesor

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CORTE DIRECTO		
	NORMA:	NTP 339.171 / ASTM D3080		
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER			
CALICATA:	C-1	N ° DE MUESTRA	M-1	COORDENADAS
UBICACIÓN:	EDIFICIO DE CONTABILIDAD, CAMPUS UNIVERSITARIO		ESTE	761843.02 m E
FECHA:	24/10/2022	PROFUNDIDAD:	(0.00-2.50 m)	NORTE 9276373.29 m S
TESISTAS:	JHIMY COLUNCHE REGALADO ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN		COTA	2555

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Para zapatas cuadradas

$$q_d = 1.3C' N' c + \sqrt{N' \gamma} q + 0.4 \sqrt{B N' \gamma}$$

CALICATA C1

Cohesión (kg/cm^2):	0.24
Angulo de Fricción:	11.74
Peso específico (kg/cm^3):	1.75
Factor de seguridad	3.00

De la tabla de la fórmula de Terzaghi obtenemos:

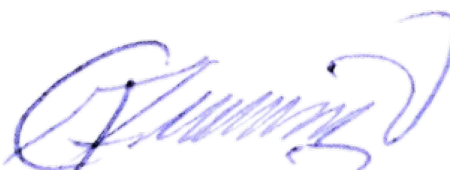
FORMA	Factores de capacidad de carga		
	NC'	N'γ	N'q
ZAPATA	9.10	0.50	2.50

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE:

Tipo de cimentación	Profundidad	Ancho (B)	Qult	Qadm
	(m)	(m)	(kg/cm^2)	(kg/cm^2)
ZAPATA	1.50	1.5	2.60	0.87


 WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA
 Ingeniero Hidráulico
 Reg. CIP. N° 214467


Encargado del laboratorio



Asesor

Introduce el texto aquí

Anexo D. Estudio de esclerometría

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
	NORMA:	N.T.P 339.181
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

MODULO 01

ENSAYO N° 01			
ESTRUCTURA	(PISO 1) PLACA: P2 - EJE F-F Y EJE 1-1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	29	VÁLIDO
	2	28	VÁLIDO
	3	33	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	31	VÁLIDO
	6	32	VÁLIDO
	7	31	VÁLIDO
	8	30	VÁLIDO
	9	30	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

ENSAYO N° 02			
ESTRUCTURA	(PISO 1) PLACA: P4 - EJE B-B Y EJE 1-1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	34	VÁLIDO
	2	26	VÁLIDO
	3	29	VÁLIDO
	4	32	VÁLIDO
	5	24	VÁLIDO
	6	27	VÁLIDO
	7	24	VÁLIDO
	8	26	VÁLIDO
	9	24	VÁLIDO
	10	26	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	30.4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.43
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	262 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	27.2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	3.46
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	209 Kg/cm²

ENSAYO N° 03			
ESTRUCTURA	(PISO 3) PLACA: P4 - EJE B-B Y EJE 2-2		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	26	VÁLIDO
	2	26	VÁLIDO
	3	26	VÁLIDO
	4	26	VÁLIDO
	5	26	VÁLIDO
	6	25	VÁLIDO
	7	25	VÁLIDO
	8	25	VÁLIDO
	9	25	VÁLIDO
	10	26	VÁLIDO

ENSAYO N° 04			
ESTRUCTURA	(PISO 1) COLUMNA: CT-1- EJE D-D Y EJE 1-1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	26	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	29	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	33	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	33	VÁLIDO
	8	33	VÁLIDO
	9	33	VÁLIDO
	10	33	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	25.6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.52
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	184 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	31
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	2.40
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	272 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 05			
ESTRUCTURA	(PISO 4) COLUMNA: CT-1- EJE C-C Y EJE 2-2		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	34	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	28	VÁLIDO
	4	28	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	28	VÁLIDO
	8	28	VÁLIDO
	9	30	VÁLIDO
	10	28	VÁLIDO

ENSAYO N° 06			
ESTRUCTURA	(PISO 3) COLUMNA: CT-1- EJE E-E Y EJE 2-2		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	27	VÁLIDO
	2	26	VÁLIDO
	3	27	VÁLIDO
	4	28	VÁLIDO
	5	23	VÁLIDO
	6	25	VÁLIDO
	7	26	VÁLIDO
	8	28	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	28	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29.4
1	1.90
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	245 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	26.6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.65
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	200 Kg/cm²

ENSAYO N° 07			
ESTRUCTURA	(PISO 2) VIGA: VC (30X60) EJE E-E / JEJE 2-3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	25	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	26	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	25	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	27	VÁLIDO
	8	25	VÁLIDO
	9	29	VÁLIDO
	10	26	VÁLIDO

ENSAYO N° 08			
ESTRUCTURA	(PISO 1) VIGA: VC (30X60) EJE C-C / JEJE 2-3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	25	VÁLIDO
	2	28	VÁLIDO
	3	28	VÁLIDO
	4	27	VÁLIDO
	5	25	VÁLIDO
	6	24	VÁLIDO
	7	25	VÁLIDO
	8	25	VÁLIDO
	9	24	VÁLIDO
	10	24	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	27.3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	2.21
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	211 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	25.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.58
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	183 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 9			
ESTRUCTURA	(PISO 4) VIGA: VC (30X60)EJE F-F / JEJE 2-3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	20	VÁLIDO
	2	32	VÁLIDO
	3	26	VÁLIDO
	4	28	VÁLIDO
	5	28	VÁLIDO
	6	28	VÁLIDO
	7	26	VÁLIDO
	8	26	VÁLIDO
	9	24	VÁLIDO
	10	24	VÁLIDO

ENSAYO N° 10			
ESTRUCTURA	(PISO 1) ESCALERA: E1- EJE B-A Y EJE 1-2		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	32	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	30	VÁLIDO
	4	32	VÁLIDO
	5	31	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	30	VÁLIDO
	8	31	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	26.2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	3.19
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	194 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	30.4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.17
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	262 Kg/cm²

ENSAYO N° 11			
ESTRUCTURA	(PISO 1) LOSA: L1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	34	VÁLIDO
	2	34	VÁLIDO
	3	30	VÁLIDO
	4	32	VÁLIDO
	5	33	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	34	VÁLIDO
	8	35	VÁLIDO
	9	34	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

ENSAYO N° 12			
ESTRUCTURA	(PISO 2) ESCALERA: E1- EJE B-A Y EJE 1-2		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	29	VÁLIDO
	2	27	VÁLIDO
	3	19	VÁLIDO
	4	23	VÁLIDO
	5	25	VÁLIDO
	6	31	VÁLIDO
	7	24	VÁLIDO
	8	22	VÁLIDO
	9	30	VÁLIDO
	10	25	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	32.6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.96
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	217 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	25.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	3.78
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	183 Kg/cm²


	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 13			
ESTRUCTURA	(PISO 3) LOSA: L3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	32	VÁLIDO
	2	37	VÁLIDO
	3	31	VÁLIDO
	4	34	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	29	VÁLIDO
	7	34	VÁLIDO
	8	30	VÁLIDO
	9	34	VÁLIDO
	10	34	VÁLIDO

ENSAYO N° 14			
ESTRUCTURA	(PISO 2) LOSA: L3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	33	VÁLIDO
	2	35	VÁLIDO
	3	33	VÁLIDO
	4	31	VÁLIDO
	5	33	VÁLIDO
	6	32	VÁLIDO
	7	31	VÁLIDO
	8	30	VÁLIDO
	9	33	VÁLIDO
	10	33	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	32.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	2.51
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	215 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	32.4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.43
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	213 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
	NORMA:	N.T.P 339.181
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

MODULO 02

ENSAYO N° 15			
ESTRUCTURA	(PISO 1) PLACA: P5- EJE A-A Y EJE 4-4		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	31	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	30	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	32	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	30	VÁLIDO
	8	32	VÁLIDO
	9	30	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

ENSAYO N° 16			
ESTRUCTURA	(PISO 1) PLACA: P5- EJE A-A Y EJE 5-5		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	30	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	30	VÁLIDO
	4	29	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	29	VÁLIDO
	8	30	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	28	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	30.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.85
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	263 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29.4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.84
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	245 Kg/cm²

ENSAYO N° 17			
ESTRUCTURA	(PISO 4) PLACA: P5- EJE B-B Y EJE 6-6		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	26	VÁLIDO
	2	25	VÁLIDO
	3	25	VÁLIDO
	4	23	VÁLIDO
	5	28	VÁLIDO
	6	27	VÁLIDO
	7	25	VÁLIDO
	8	24	VÁLIDO
	9	30	VÁLIDO
	10	28	VÁLIDO

ENSAYO N° 18			
ESTRUCTURA	(PISO 3) VIGA: VC (30X60) - VIGA DE BORDE		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	29	VÁLIDO
	2	29	VÁLIDO
	3	28	VÁLIDO
	4	28	VÁLIDO
	5	26	VÁLIDO
	6	28	VÁLIDO
	7	26	VÁLIDO
	8	27	VÁLIDO
	9	26	VÁLIDO
	10	29	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	26.1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	2.13
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	192 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	27.6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.26
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	216 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 19			
ESTRUCTURA	(PISO 1) VIGA: VC (30X60) EJE 4-4 / JEJE B-C		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	26	VÁLIDO
	2	25	VÁLIDO
	3	25	VÁLIDO
	4	26	VÁLIDO
	5	26	VÁLIDO
	6	25	VÁLIDO
	7	26	VÁLIDO
	8	25	VÁLIDO
	9	26	VÁLIDO
	10	26	VÁLIDO

ENSAYO N° 20			
ESTRUCTURA	(PISO 2) VIGA: VC (30X60) EJE 5-5 / JEJE B-C		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	25	VÁLIDO
	2	25	VÁLIDO
	3	26	VÁLIDO
	4	26	VÁLIDO
	5	26	VÁLIDO
	6	25	VÁLIDO
	7	25	VÁLIDO
	8	25	VÁLIDO
	9	25	VÁLIDO
	10	25	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	25.6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.52
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	184 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	25.3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.48
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	180 Kg/cm²

ENSAYO N° 21			
ESTRUCTURA	(PISO 1) ESCALERA: E1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	28	VÁLIDO
	2	25	VÁLIDO
	3	28	VÁLIDO
	4	28	VÁLIDO
	5	24	VÁLIDO
	6	27	VÁLIDO
	7	30	VÁLIDO
	8	22	VÁLIDO
	9	26	VÁLIDO
	10	27	VÁLIDO

ENSAYO N° 22			
ESTRUCTURA	(PISO 1) ASENSOR: PLACA - P9		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	30	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	30	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	27	VÁLIDO
	8	31	VÁLIDO
	9	30	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	26.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	2.32
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	198 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29.8
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.03
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	252 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 23			
ESTRUCTURA	(PISO 2) ASENSOR: PLACA - P9		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	29	VÁLIDO
	2	29	VÁLIDO
	3	29	VÁLIDO
	4	23	VÁLIDO
	5	28	VÁLIDO
	6	29	VÁLIDO
	7	24	VÁLIDO
	8	28	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	26	VÁLIDO

ENSAYO N° 24			
ESTRUCTURA	(PISO 3) ASENSOR: PLACA - P9		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	28	VÁLIDO
	2	26	VÁLIDO
	3	28	VÁLIDO
	4	29	VÁLIDO
	5	28	VÁLIDO
	6	31	VÁLIDO
	7	28	VÁLIDO
	8	27	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	28	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	27.3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	2.21
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL	211 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	28.1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.29
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL	224 Kg/cm²

ENSAYO N° 25			
ESTRUCTURA	(PISO 3) LOSA: L3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	34	VÁLIDO
	2	33	VÁLIDO
	3	35	VÁLIDO
	4	34	VÁLIDO
	5	35	VÁLIDO
	6	35	VÁLIDO
	7	35	VÁLIDO
	8	35	VÁLIDO
	9	34	VÁLIDO
	10	35	VÁLIDO

ENSAYO N° 26			
ESTRUCTURA	(PISO 4) LOSA: L4		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	32	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	32	VÁLIDO
	4	32	VÁLIDO
	5	32	VÁLIDO
	6	32	VÁLIDO
	7	29	VÁLIDO
	8	31	VÁLIDO
	9	31	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	34.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.71
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	248 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	31.1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.10
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	192 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 27			
ESTRUCTURA	(PISO 3) LOSA: L4		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	32	VÁLIDO
	2	34	VÁLIDO
	3	32	VÁLIDO
	4	33	VÁLIDO
	5	34	VÁLIDO
	6	32	VÁLIDO
	7	32	VÁLIDO
	8	31	VÁLIDO
	9	31	VÁLIDO
	10	34	VÁLIDO

ENSAYO N° 28			
ESTRUCTURA	(PISO 1) COLUMNA: CT-1- EJE D-D Y EJE 1-1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	26	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	28	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	28	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	28	VÁLIDO
	8	30	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	27	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	32.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.18
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL	215 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	28.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.43
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL	230 Kg/cm²

ENSAYO N° 29			
ESTRUCTURA	(PISO 2) COLUMNA: CT-1- EJE D-D Y EJE 1-1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	28	VÁLIDO
	2	27	VÁLIDO
	3	28	VÁLIDO
	4	29	VÁLIDO
	5	27	VÁLIDO
	6	28	VÁLIDO
	7	26	VÁLIDO
	8	27	VÁLIDO
	9	26	VÁLIDO
	10	27	VÁLIDO

ENSAYO N° 30			
ESTRUCTURA	(PISO 4) COLUMNA: CT-1- EJE D-D Y EJE 1-1		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	28	VÁLIDO
	2	29	VÁLIDO
	3	27	VÁLIDO
	4	28	VÁLIDO
	5	26	VÁLIDO
	6	29	VÁLIDO
	7	29	VÁLIDO
	8	28	VÁLIDO
	9	29	VÁLIDO
	10	28	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	27.3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.95
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	211 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	28.1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.99
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	224 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

MODULO 03

ENSAYO N° 31			
ESTRUCTURA	(PISO 1) PLACA: P10 EJE A-A Y EJE 7-7		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	29	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	29	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	29	VÁLIDO
	7	30	VÁLIDO
	8	29	VÁLIDO
	9	29	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

ENSAYO N° 32			
ESTRUCTURA	(PISO 1) PLACA: P10 EJE A-A Y EJE 10-10		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	30	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	29	VÁLIDO
	4	29	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	28	VÁLIDO
	8	31	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	29	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29,5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0,53
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	247 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29,4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0,97
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	245 Kg/cm²

ENSAYO N° 33			
ESTRUCTURA	(PISO 4) PLACA: P10 EJE B-B Y EJE 7-7		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	28	VÁLIDO
	2	28	VÁLIDO
	3	26	VÁLIDO
	4	29	VÁLIDO
	5	29	VÁLIDO
	6	28	VÁLIDO
	7	28	VÁLIDO
	8	27	VÁLIDO
	9	24	VÁLIDO
	10	29	VÁLIDO

ENSAYO N° 34			
ESTRUCTURA	(PISO 1) COLUMNA: CT3 - EJE A-A Y EJE 8-8		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	29	VÁLIDO
	2	26	VÁLIDO
	3	29	VÁLIDO
	4	29	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	29	VÁLIDO
	8	30	VÁLIDO
	9	29	VÁLIDO
	10	29	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	27,6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1,58
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	216 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1,15
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	239 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
	NORMA:	N.T.P 339.181
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 35			
ESTRUCTURA	(PISO 1) COLUMNA: CT3 - EJE A-A Y EJE 9-9		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	30	VÁLIDO
	2	30	VÁLIDO
	3	30	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	29	VÁLIDO
	7	30	VÁLIDO
	8	29	VÁLIDO
	9	28	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

ENSAYO N° 36			
ESTRUCTURA	(PISO 1) COLUMNA: CT3 - EJE C-C Y EJE 8-8		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	29	VÁLIDO
	2	29	VÁLIDO
	3	29	VÁLIDO
	4	29	VÁLIDO
	5	29	VÁLIDO
	6	30	VÁLIDO
	7	30	VÁLIDO
	8	30	VÁLIDO
	9	30	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29.6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.70
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	249 Kg/cm²


DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	29.5
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.53
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	247 Kg/cm²

ENSAYO N° 37			
ESTRUCTURA	(PISO 2) VIGA: VC (30X60) EJE B'-B' / JEJE 6-7		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	25	VÁLIDO
	2	25	VÁLIDO
	3	24	VÁLIDO
	4	25	VÁLIDO
	5	25	VÁLIDO
	6	25	VÁLIDO
	7	25	VÁLIDO
	8	24	VÁLIDO
	9	25	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

ENSAYO N° 38			
ESTRUCTURA	(PISO 1) VIGA: VC (30X60) EJE C'-C' / JEJE 6-7		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	26	VÁLIDO
	2	26	VÁLIDO
	3	26	VÁLIDO
	4	28	VÁLIDO
	5	26	VÁLIDO
	6	26	VÁLIDO
	7	26	VÁLIDO
	8	26	VÁLIDO
	9	26	VÁLIDO
	10	26	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	25.3
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.70
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	180 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	26.2
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.63
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	194 Kg/cm²

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	
	PROTOCOLO	
	ENSAYO:	MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRÍA)
NORMA:	N.T.P 339.181	
TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD – UNACH, EMPLEANDO EL ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO PUSHOVER	
UBICACIÓN	EDIFICIO DE CONTABILIDAD - CAMPUS UNIVERSITARIO COLPAMATARA	
TESISTAS	JHIMY COLUNCHE REGALADO Y ALEXANDER GUEVARA IRIGOIN	
FECHA	22 DE OCTUBRE DEL 2022.	

ENSAYO N° 39			
ESTRUCTURA	(PISO 3) LOSA: L3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	30	VÁLIDO
	2	35	VÁLIDO
	3	30	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	30	VÁLIDO
	6	33	VÁLIDO
	7	32	VÁLIDO
	8	32	VÁLIDO
	9	32	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

ENSAYO N° 40			
ESTRUCTURA	(PISO 2) LOSA: L3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	31	VÁLIDO
	2	32	VÁLIDO
	3	31	VÁLIDO
	4	30	VÁLIDO
	5	31	VÁLIDO
	6	33	VÁLIDO
	7	32	VÁLIDO
	8	32	VÁLIDO
	9	32	VÁLIDO
	10	32	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	31.4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.71
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	197 Kg/cm²

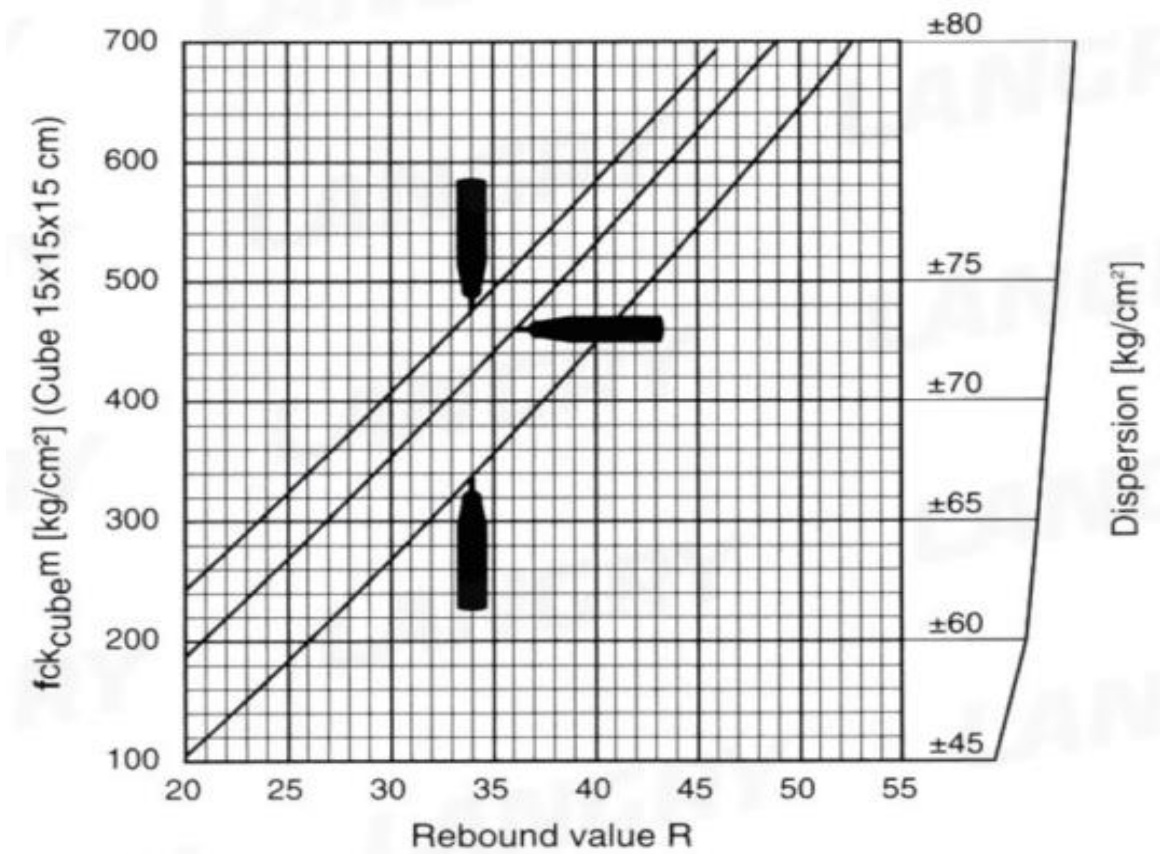
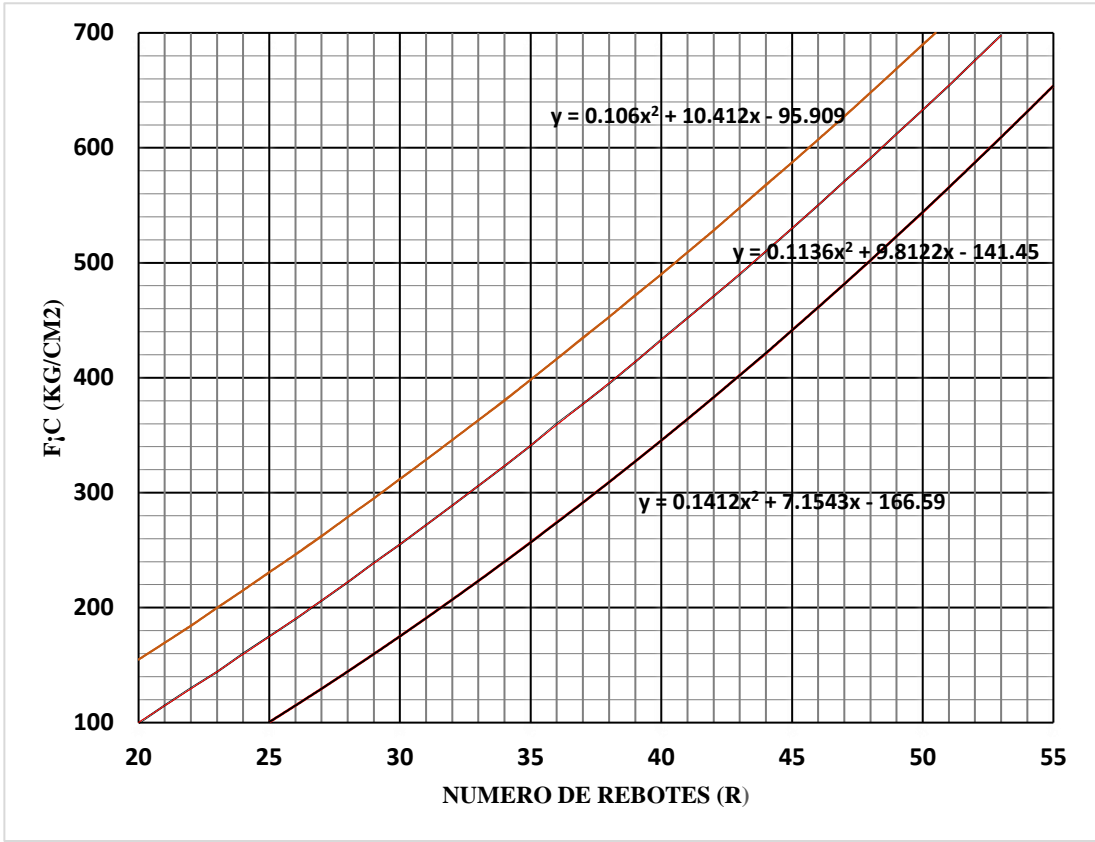
DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	31.6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.84
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERÓMETRO	200 Kg/cm²

ENSAYO N° 41			
ESTRUCTURA	(PISO 1) LOSA: L3		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 90^\circ$	1	32	VÁLIDO
	2	32	VÁLIDO
	3	33	VÁLIDO
	4	31	VÁLIDO
	5	32	VÁLIDO
	6	32	VÁLIDO
	7	31	VÁLIDO
	8	33	VÁLIDO
	9	32	VÁLIDO
	10	31	VÁLIDO

ENSAYO N° 42			
ESTRUCTURA	(PISO 3) VIGA: VC (30X60) EJE B'-B' / JEJE 6-7		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			
ÁNGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACIÓN
$\alpha = 0^\circ$	1	26	VÁLIDO
	2	25	VÁLIDO
	3	24	VÁLIDO
	4	26	VÁLIDO
	5	25	VÁLIDO
	6	26	VÁLIDO
	7	27	VÁLIDO
	8	24	VÁLIDO
	9	25	VÁLIDO
	10	30	VÁLIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	31.9
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	0.74
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL	205 Kg/cm²

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA	
PROMEDIO:	25.8
DESVIACIÓN ESTÁNDAR :	1.75
DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL	187 Kg/cm²



Anexo E. Medrado de cargas

a) MÓDULO 1

Tabla 76

Medrado de Cargas Shell Módulo 1

Piso	Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)
	CARGA MUERTA				
PISO 1	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Acabados			100	125.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA				
	- Pasadizo				400
	- Aulas				250
	- Laboratorio				300
	CARGA MUERTA				
PISO 2	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Acabados			100	125.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA				
	- Pasadizo				400
	- Aulas				250
	- Laboratorio				300
	CARGA MUERTA				
PISO 3	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Acabados			100	125.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA				
	- Pasadizo				400
	- Aulas				250
	- Laboratorio				300
	CARGA MUERTA				
TECHOS	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Cobertura de teja andina			10	35.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA DE TECHO				
	- Techos inclinados				50

Tabla 77*Metrado de Cargas Frame Módulo 1*

Descripción	Espesor de muro (m)	Altura (m)	Peso propio albañilería tarrajada	por metro (m) lineal	peso (Kg/m)
CARG DISTRIBUIDA					
Muro frontal del Eje (2-2)	0.15	2.1	1850	1	583
Muro posterior del Eje (1-1)	0.15	1	1850	1	278
Muro lateral del Eje (A-A)	0.15	2.6	1850	1	722
Muro lateral del Eje (F-F)	0.15	2.6	1850	1	722
Carga Interior					
Muro interior del Eje (B-B)	0.15	2.6	1850	1	722
Muro interior del Eje (D-D)	0.15	2.6	1850	1	722

b) MÓDULO 2**Tabla 78***Metrado de Cargas Shell Módulo 2*

Piso	Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)
PISO 1	CARGA MUERTA				
	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Acabados			100	125.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA				400
	- Pasadizo				250
PISO 2	CARGA MUERTA				
	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Acabados			100	125.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA				400
	- Sala de Archivo				250
PISO 3	CARGA MUERTA				
	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Acabados			100	125.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA				400
	- Sala de Archivo				250
TECHOS	CARGA MUERTA				
	-Ladrillo de Etsapol 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Cobertura de teja andina			10	35.4
	- Cielo raso			25	
	CARGA VIVA DE TECHO				50
	- Techos inclinados				

Tabla 79*Metrado de Cargas Frame Módulo 2*

Descripción	Espesor de muro (m)	Altura (m)	Peso propio albañilería tarrajada	por metro (m) lineal	peso (Kg/m)
Carga distribuida					
Muro frontal del Eje (B' - B')	0.15	2.1	1850	1	583
Muro posterior del Eje (A'-A')	0.15	2	1850	1	555
Muro lateral del Eje (3-3)	0.15	2.6	1850	1	722
Muro lateral del Eje (6-6)	0.15	2.6	1850	1	722
Carga Interior					
Muro interior del Eje (4-4)	0.15	2.6	1850	1	722
Muro interior del Eje (5-5)	0.15	2.6	1850	1	722

c) MÓDULO 3**Tabla 80***Metrado de Cargas Shell Módulo 3*

Piso	Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)
PISO 1	CARGA MUERTA				
	- Peso del Poliestireno 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38	
	- Acabados			100	125.4
	- Cielo raso			25	
PISO 2	CARGA VIVA				
	- Pasadizo				400
	- Talleres				350
	CARGA MUERTA				
- Peso del Poliestireno 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38		
- Acabados			100	125.4	
- Cielo raso			25		
PISO 3	CARGA VIVA				
	- Pasadizo				400
	- Talleres				350
	CARGA MUERTA				
- Peso del Poliestireno 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38		
- Acabados			100	125.4	
- Cielo raso			25		
TECHOS	CARGA VIVA				
	- Pasadizo				400
	- Talleres				350
	CARGA MUERTA				
- Peso del Poliestireno 120x30x15cm	2.5	0.15	0.38		
- Cobertura de teja andina				10	35.4
- Cielo raso				25	
CARGA VIVA DE TECHO					
- Techos inclinados					50

Tabla 81*Metrado de Cargas Frame Módulo 3*

Descripción	Espesor de muro (m)	Altura (m)	Peso propio albañilería tarrajada	por metro (m) lineal	peso (Kg/m)
Carga distribuida					
Muro frontal del Eje (7-7)	0.15	2.1	1850	1	583
Muro posterior Eje (10-10)	0.15	2	1850	1	555
Muro lateral del Eje (A'-A')	0.15	1	1850	1	278
Muro lateral del Eje (C'-C')	0.15	1	1850	1	278
Carga Interior Piso N°1					
Muro interior del Eje (B'-B')	0.15	2.6	1850	1	722

d) MÓDULO 4**Tabla 82***Metrado de Cargas Shell Módulo 4*

Piso	Descripción	Cant/m2	Peso Unitario (kg)	Peso por m2	Peso Total (kg/m2)
	CARGA MUERTA				
PISO 1	- Acabados			100	100.0
	CARGA VIVA				
	- Escaleras				400
	CARGA MUERTA				
PISO 2	- Acabados			100	100.0
	CARGA VIVA				
	- Escaleras				400
	CARGA MUERTA				
PISO 3	- Acabados			100	100.0
	- Ascensor			375.00	375.0
	CARGA VIVA				
	- Escaleras				400
	- Ascensor				400
	CARGA MUERTA				
TECHOS	- Acabados			100	100.0
	CARGA VIVA DE TECHO				
	- Techos inclinados				50

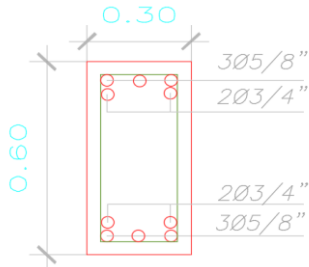
Tabla 83*Metrado de Cargas Frame Módulo 4*

Descripción	Espesor de muro (m)	Altura (m)	Peso propio albañilería tarrajada	por metro (m) lineal	peso (Kg/m)
Carga distribuida					
Muro frontal del Eje (5-5)	0.15		1850	1	0
Muro lateral del Eje (6-6)	0.15		1850	1	0
Carga Interior					
Muro interior del	0.15		1850	1	0

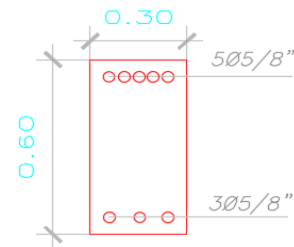
Anexo F. Definición de acero en elementos estructurales

EJE 1-1- 104 NIV-1-3

ENTRE EL EJE F-E

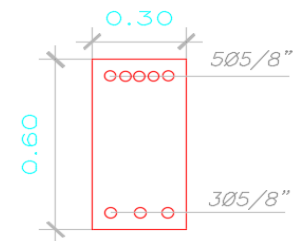


VP-104-30x60 - Seccion 10-10 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	11.64
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	11.64
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	



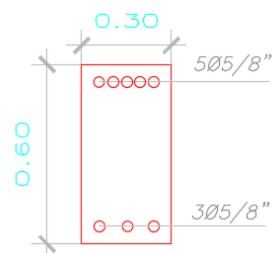
VP-104-30x60 - Seccion 11-11 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	5.94

ENTRE EL EJE E-D, D-C



VP-104-30x60 - Seccion 11-11 INICIAL -I y FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	5.94

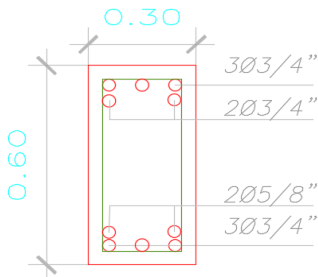
ENTRE EL EJE C-B



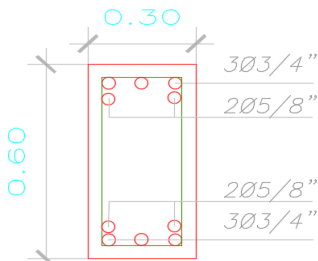
VP-104-30x60 - Seccion 11-11 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	5.94

EJE 1-1- 404 NIV-ULTIMO

ENTRE EL EJE F-E

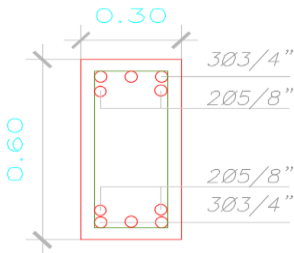


VP-404-30x60 - Seccion 1-1 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	



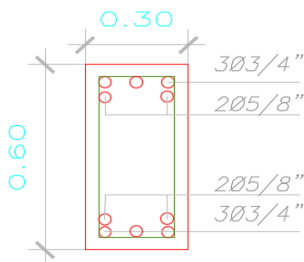
VP-404-30x60 - Seccion 3-3 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	12.51
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	

ENTRE EL EJE E-D, D-C

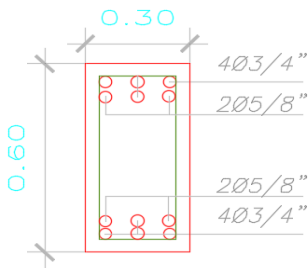


VP-404-30x60 - Seccion 3-3 INICIAL -I y FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	12.51
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	

ENTRE EL EJE C-B

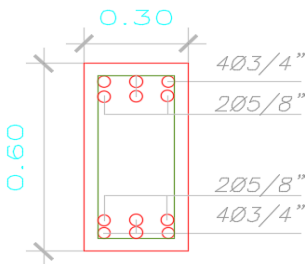


VP-404-30x60 - Seccion 3-3 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	

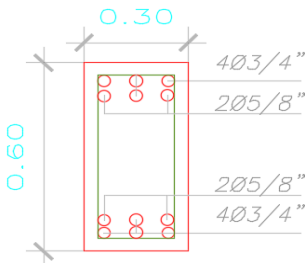


VP-404-30x60 - Seccion 5-5 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	15.36
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	15.36
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	

ENTRE EL EJE B-A



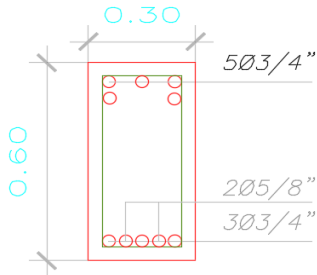
VP-404-30x60 - Seccion 5-5 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	15.36
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	15.36
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	



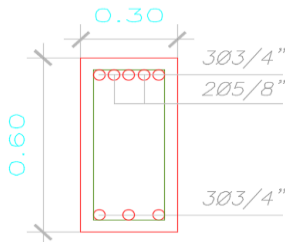
VP-404-30x60 - Seccion 5-5 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	15.36
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	15.36
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	

EJE 2-2- 106 NIV-1-3

ENTRE EL EJE F-E

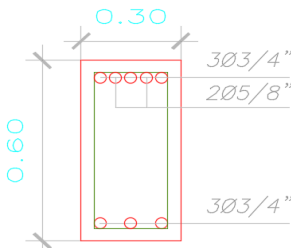


VP-106-30x60 - Seccion 1-1 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	

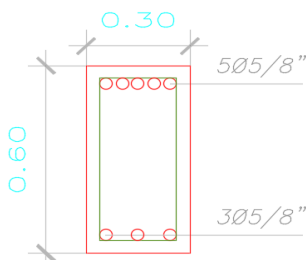


VP-106-30x60 - Seccion 3-3 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	12.51
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55

ENTRE EL EJE , E-D

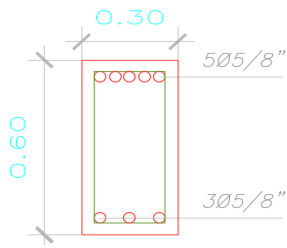


VP-106-30x60 - Seccion 3-3 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	12.51
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55

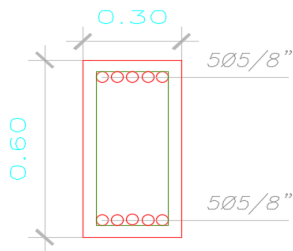


VP-106-30x60 - Seccion 5-5 FINAL					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	5.94

ENTRE EL EJE D-C

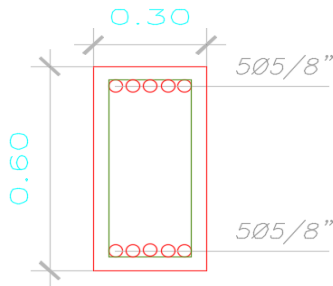


VP-106-30x60 - Seccion 5-5 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	5.94

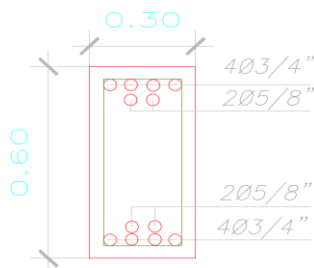


VP-106-30x60 - Seccion 6-6 FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	5	1.588cm	1.98 cm ²	9.90	9.90

ENTRE EL EJE C-B



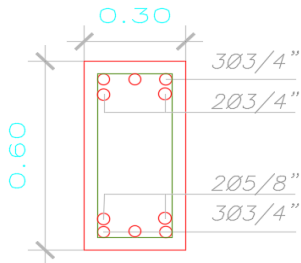
VP-106-30x60 - Seccion 6-6 INICIAL -I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	11.64
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	



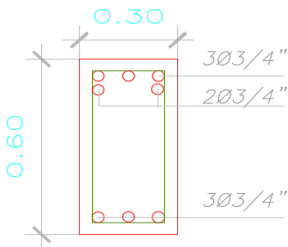
VP-106-30x60 - Seccion 7-7 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	15.36
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	15.36
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	

EJE 2-2- 405 NIV-ULTIMO

ENTRE EL EJE F-E

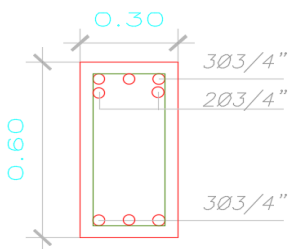


VP-405-30x60 - Seccion 1-1 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	



VP-405-30x60 - Seccion 7-7 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	8.55

ENTRE EL EJE E-D

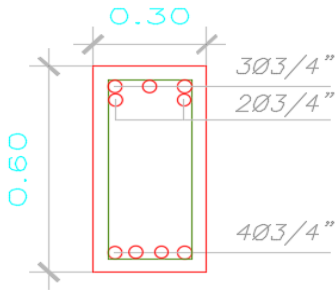


VP-405-30x60 - Seccion 7-7 INICIAL -I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	8.55

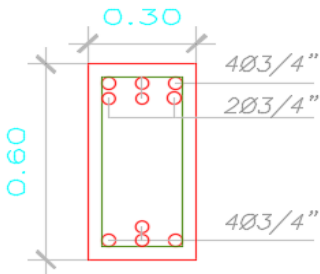
VP-405-30x60 - Seccion - I FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	5.94

EJE A-A- 104 NIV-1-3

ENTRE EL EJE 4-5



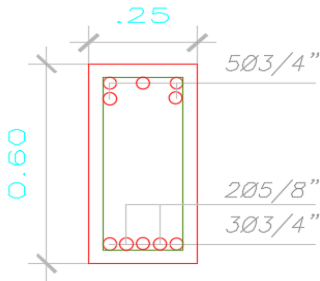
VP-103-30x60 -NIV-1-3- Seccion 3-3_A					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	11.40
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	



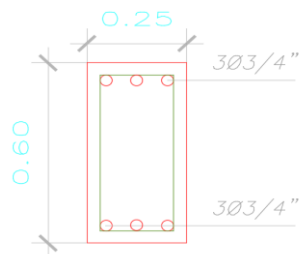
VP-403-U-30x60-NIV-4 - Seccion 3-3_B					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	17.10
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	11.40

EJE A'-A' - 102 NIV-1-3

ENTRE EL EJE 3-4

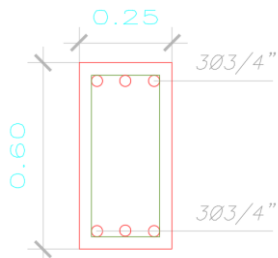


VP-102-250x60 - Seccion 1-1 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	

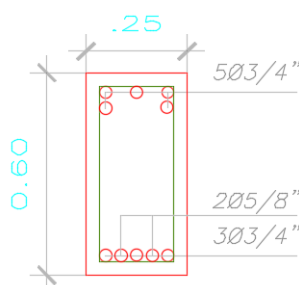


VP-102-25x60 - Seccion 2-2 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	8.55
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	

ENTRE EL EJE 5-6



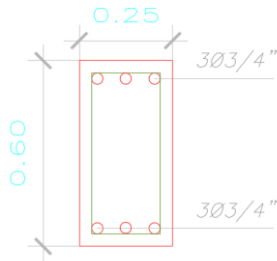
VP-102-250x60 - Seccion 2-2 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	8.55
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	



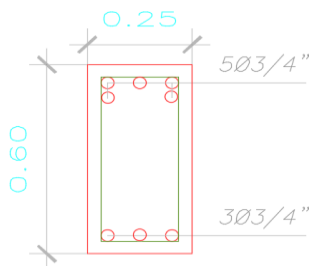
VP-102-25x60 - Seccion 5-5 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	

EJE B-B- 101 NIV-1-3

ENTRE EL EJE 3-4

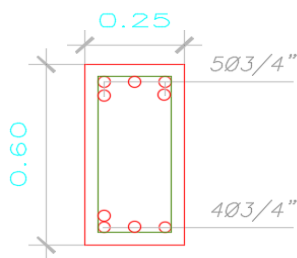


VP-101-25x60 - Seccion 2-2 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	8.55
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	

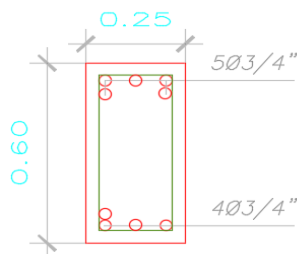


VP-101-25x60 - Seccion 6-6 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55

ENTRE EL EJE , 4-5



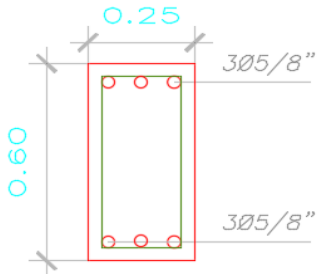
VP-101-25x60 - Seccion 7-7 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	11.40



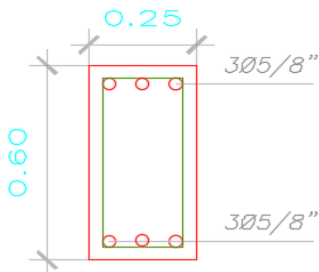
VP-101-25x60 - Seccion 7-7 FINAL					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	11.40

EJE C-C- 106 NIV-1-3

ENTRE EL EJE F-E

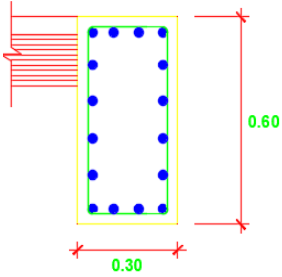


VP-106-25x60 - Seccion 9-9 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	5.94
5/8"	1	1.588cm	1.98 cm ²	1.98	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	5.94
5/8"	1	1.588cm	1.98 cm ²	1.98	



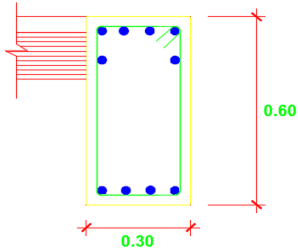
VP-106-25x60 - Seccion 9-9 FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm ²	3.96	5.94
5/8"	1	1.588cm	1.98 cm ²	1.98	
Barras Inferiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm ²	5.94	5.94

ENTRE EL EJE A'-B



VP-107-30x60 - Seccion A-A INICIAL I,y FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	22.80
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	
Barras Inferiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	22.80
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	

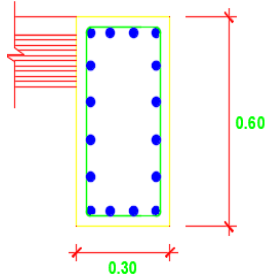
ENTRE EL EJE B-C



VP-107-30x60 - Seccion B-B INICIAL I,y FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	17.10
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	11.40
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	

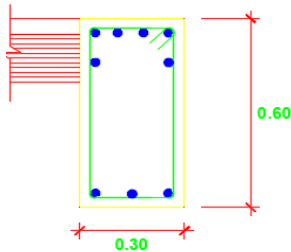
EJE 4-4, 5-5- 105 NIV-1-3

ENTRE EL EJE A'-B



VP-105-30x60 - Seccion A-A INICIAL I,y FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	22.80
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	
Barras Inferiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	22.80
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	

ENTRE EL EJE B-C



VP-105-30x60 - Seccion B-B INICIAL I,y FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	17.10
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	

ENTRE EL EJE 4-5

ENTRE EL EJE A-B

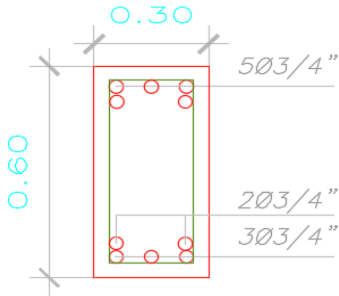
VP-104-30x60 - Seccion - INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	

VP-104-30x60 - Seccion - FINAL -J

barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55

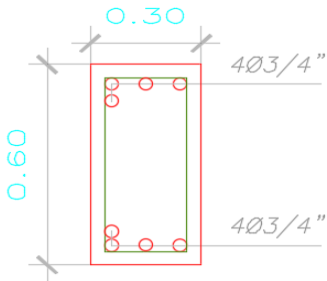
EJE A'-A' - 104 NIV-1-3

ENTRE EL EJE 7-8 y 8-9



VP-104-30x60 -NIV-1-3- Seccion 1-1					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	

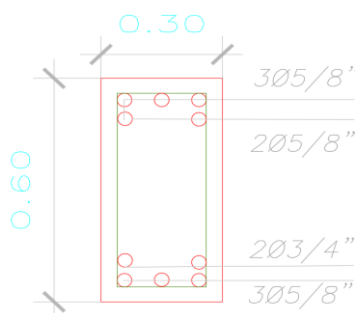
ENTRE EL EJE 9-10



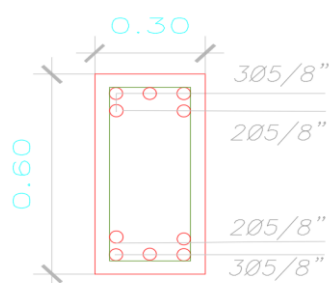
VP-104-U-30x60-NIV-13 - Seccion 3-3_B					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	11.40
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	11.40
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	

EJE A'-A'- 104-a media altura sobre el NIV3

ENTRE EL EJE 7-8 NIVEL N°04

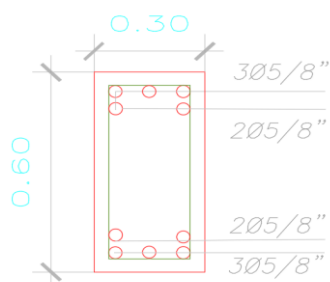


VP-104-a-30x60 - Seccion - INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	11.64
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	

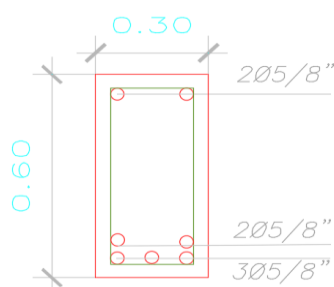


VP-104-a-30x60 - Seccion - FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	9.90
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	

ENTRE EL EJE 8-9 NIVEL N°04



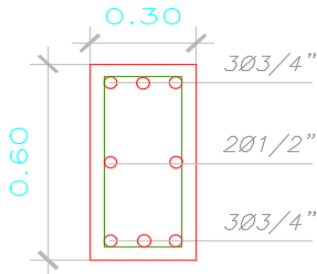
VP-104-b-30x60 - Seccion - INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	9.90
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	9.90
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	



VP-104-b-30x60 - Seccion - FINAL -J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
5/8"	1	1.588cm	1.98 cm2	1.98	3.96
5/8"	1	1.588cm	1.98 cm2	1.98	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	9.90
5/8"	3	1.588cm	1.98 cm2	5.94	

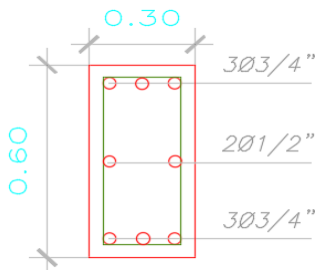
EJE B'-B'- 105 NIV-1-3

ENTRE EL EJE 7-8 y 8-9

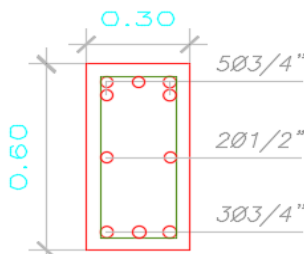


VP-105-25x60 - Seccion 5-5 INICIAL I, y FINAL					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	8.55
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	

ENTRE EL EJE , 9-10



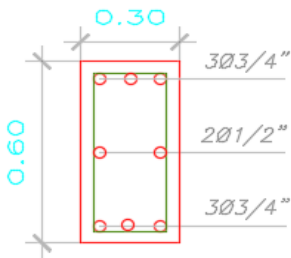
VP-105-U-30x60 - Seccion 5-5 INICIAL -I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55



VP-105-U-30x60 - Seccion 6-6 FINAL					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55

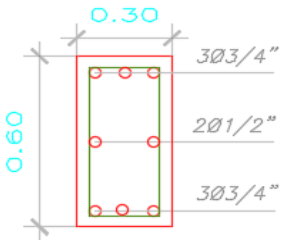
EJE B'-B' - 105 NIV-media altura sobre le NIV-3

ENTRE EL EJE 7-8, 8-9

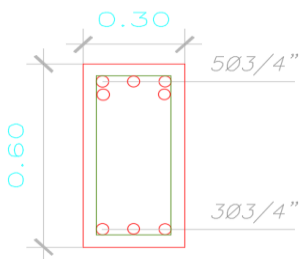


VP-105-a-30x60 - Seccion 4-4 INICIAL I, FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	

ENTRE EL EJE , 9-10



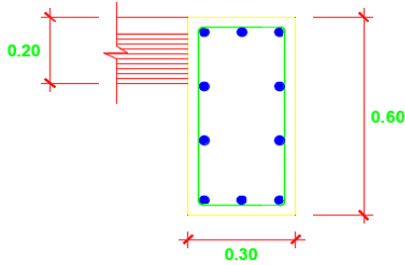
VP-105-c-30x60 - Seccion 4-4 INICIAL I					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55



VP-105-c-30x60 - Seccion 4-4 - FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	8.55

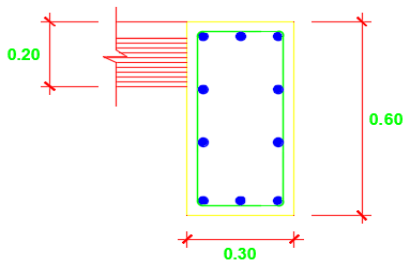
EJE C'-C' - 103 NIV-1-3

ENTRE EL EJE 7-8 y 8-9



VP-105-25x60 - Seccion 5-5 INICIAL I, y FINAL					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	14.25
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	

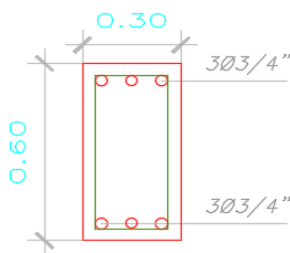
ENTRE EL EJE , 9-10



VP-105-25x60 - Seccion 5-5 INICIAL I, y FINAL					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm ²	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	5	1.905cm	2.85 cm ²	14.25	14.25

EJE C'-C' - 103 NIV-media altura sobre le NIV-3

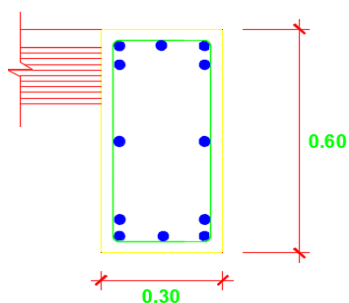
ENTRE EL EJE 7-8, 8-9



VP-103-a-30x60 - Seccion 4-4 INICIAL I, FINAL J					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	8.55
3/4"	1	1.905cm	2.85 cm ²	2.85	

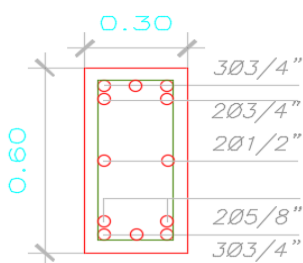
EJE 10-10- 102 NIV-1-3

ENTRE EL EJE A', B' y C'



VP-102-30x60 -NIV-1-3- Seccion D-D					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	

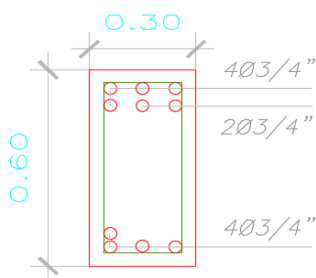
ENTRE EL EJE A', B' y C'



VP-404-U-30x60-NIV-4 - Seccion 6-6					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	14.25
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
5/8"	2	1.588cm	1.98 cm2	3.96	12.51
3/4"	3	1.905cm	2.85 cm2	8.55	

EJE 9-9- 101 NIV-1-3

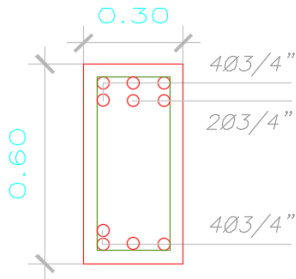
ENTRE EL EJE A', B' y C'



VP-101-30x60 -NIV-1-3- Seccion 8-8					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm2	11.40	17.10
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	11.40
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm2	5.70	

EJE 8-8- 101 NIV-1-3

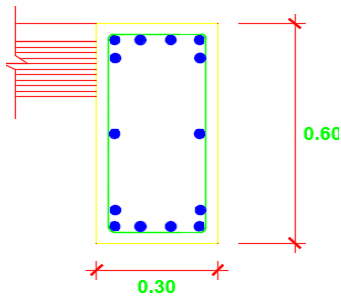
ENTRE EL EJE A', B' y C'



VP-101-30x60 -NIV-1-3- Seccion 8-8					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	17.10
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	11.40
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	

EJE 7-7- 106 NIV-1-3

ENTRE EL EJE A', B' y C'



VP-101-30x60 -NIV-1-3- Seccion 8-8					
barra	N° barra	diámetro	área	área de acero	Total área de acero
Barras Superiores					
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	17.10
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	
Barras Inferiores					
3/4"	2	1.905cm	2.85 cm ²	5.70	17.10
3/4"	4	1.905cm	2.85 cm ²	11.40	

Anexo G. Análisis de irregularidades

ANALISIS ESTATICO PARA IRREGULARIDADES N°02

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Ctx= Muros estructurales
 Cty= Muros estructurales

Período Fundamental de Vibración

Hn= **14.3**
 Ctx= **60**
 Cty= **60**

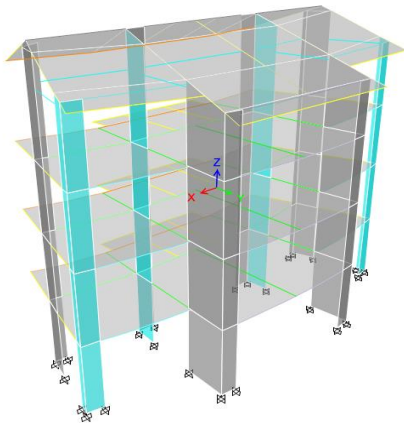
Tx= **0.24 seg**
 Ty= **0.24 seg**

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sísmicos



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**
 U= **1.50**
 S= **1.20**
 C=
 R=



	TP	T	TL
S2	0.6		2

Coeficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= **1.00**
 lp= **1.00**

Rx= **7.00**

Muros estructurales

Ry= 7.00

Muros estructurales

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

Tx= 0.24

Ty= 0.24

TP= 0.60

Cx =	2.5
Cy =	2.5

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

Cx=ZUSCx/R = 0.1607

Cy=ZUSCy/R = 0.1607

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 **0.357** **OK**

en el eje Y C/R ≥ 0.11 **0.357** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

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

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 4	3093.10	3093.10	30333.10	30333.10
Piso 3	21846.10	21846.10	214238.15	214238.15
Piso 2	14526.42	14526.42	142456.24	142456.24
Piso 1	14526.42	14526.42	142456.24	142456.24

Peso en X= 529483.74

Peso en y= 529483.74

La fuerza cortante en X : Vx= 85095.60 85.10ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 85095.60 85.10ton

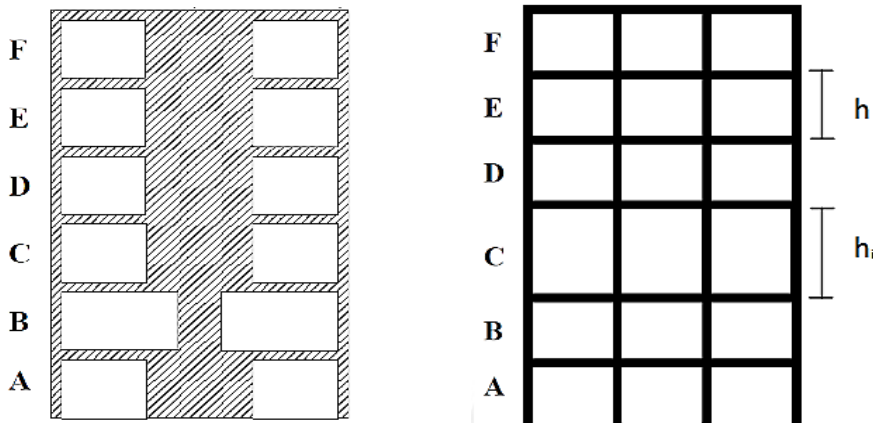
Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

		Factor de Irregularidad I_a	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_a
1	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1	1
3	Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)	0.5	1	1	1
					1

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)



IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO:

$$K_i < 0.70 K_{i+1}$$

$$K_i < 0.80 (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})/3$$

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

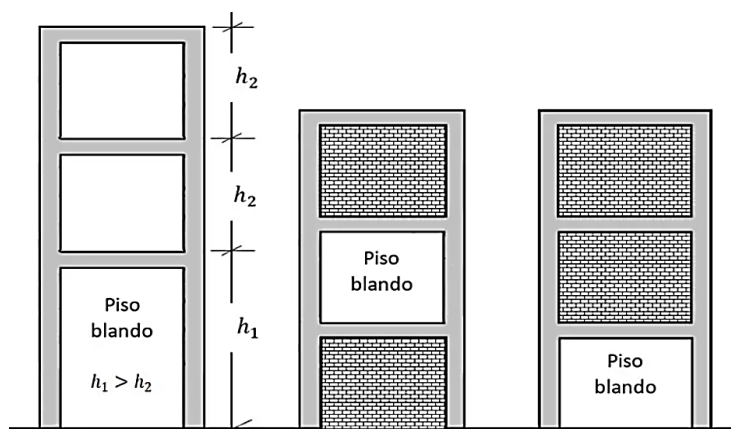
		Rigidez	$K_i < 70\% (k_{i+1})$	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- X	6476.894			
Nivel 3	SIS_EST- X	22897.488	354%	354%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- X	26712.451	117%	182%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	57040.025	214%	305%	REGULAR

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

		Rigidez	$K_i < 70\% (k_{i+1})$	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- Y	12652.30			
Nivel 3	SIS_EST- Y	60668.64	480%	480%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- Y	78295.36	129%	214%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- Y	170934.09	218%	338%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ – (PISO BLANDO)



IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- X	6476.894			
Nivel 3	SIS_EST- X	22897.488	354%	354%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- X	26712.451	117%	182%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	57040.025	214%	305%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- Y	12652.303			
Nivel 3	SIS_EST- Y	60668.639	480%	480%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- Y	78295.364	129%	214%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- Y	170934.087	218%	338%	REGULAR

1

Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA				
	Factor de Irregularidad I_p	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_p
Esquinas Entrantes	0.9	0.9	0.9	0.9
Sistemas no Paralelos	0.9	1	1	1
				0.9

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES

Si $a/A \geq 0.15$ y $b/B \geq 0.15 \Rightarrow$ Irregular

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES

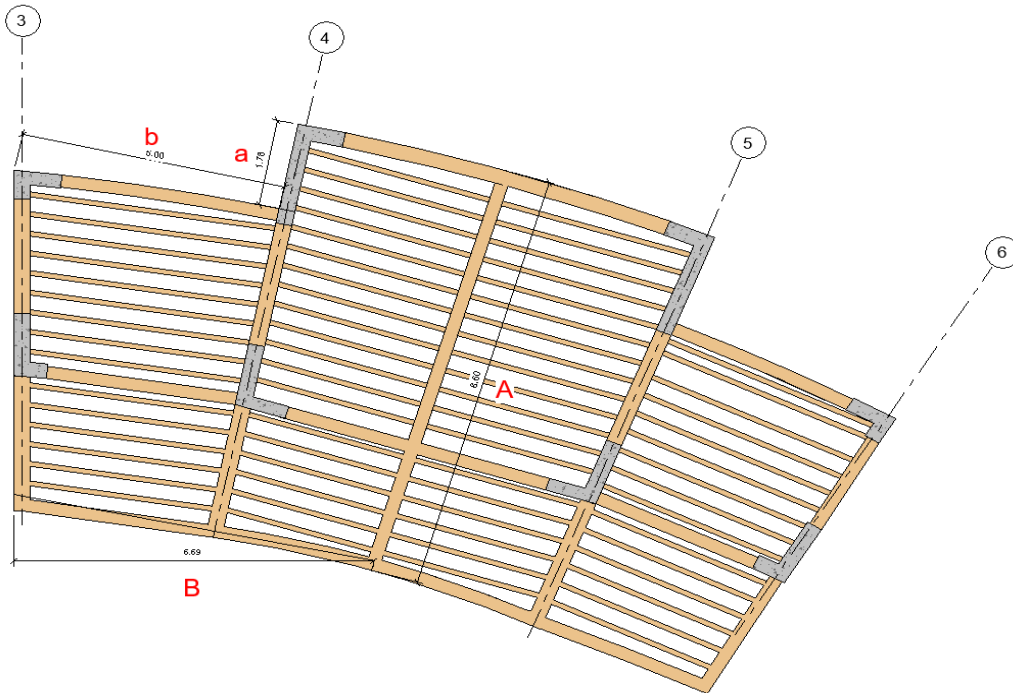
N° PISO	SENTIDO X-X		SENTIDO Y-Y		CONTROL E-030 (20%)	
	Lado "A" (m)	Lado "a" (m)	Lado "B" (m)	Lado "b" (m)	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y
Nivel 4	8.60	1.78	6.69	5.00	21%	75%
Nivel 3	8.60	1.78	10.20	5.00	21%	49%
Nivel 2	8.60	1.78	10.20	5.00	21%	49%
Nivel 1	8.60	1.78	10.20	5.00	21%	49%

IRREGULARIDAD EN SENTIDO X-X	IRREGULARIDAD EN SENTIDO Y-Y	CONTROL E-030
IRREGULAR	IRREGULAR	IRREGULAR
IRREGULAR	IRREGULAR	IRREGULAR
IRREGULAR	IRREGULAR	IRREGULAR
IRREGULAR	IRREGULAR	IRREGULAR

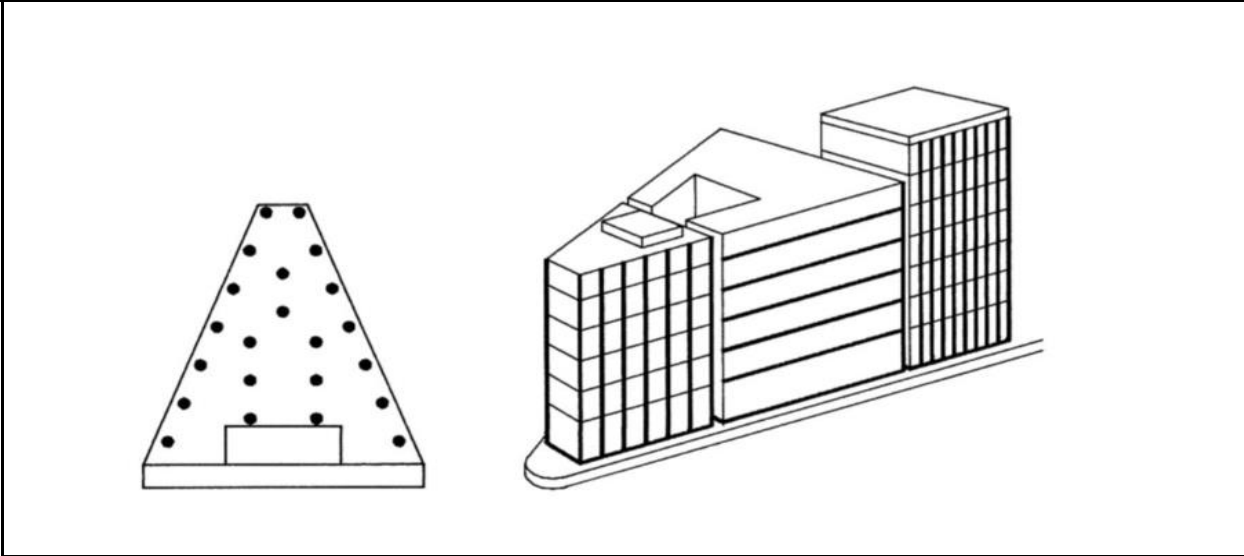
0.9

0.9

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES



SISTEMAS NO PARALELOS



IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD EXTREMA EN LOS SISTEMAS RESISTENTES

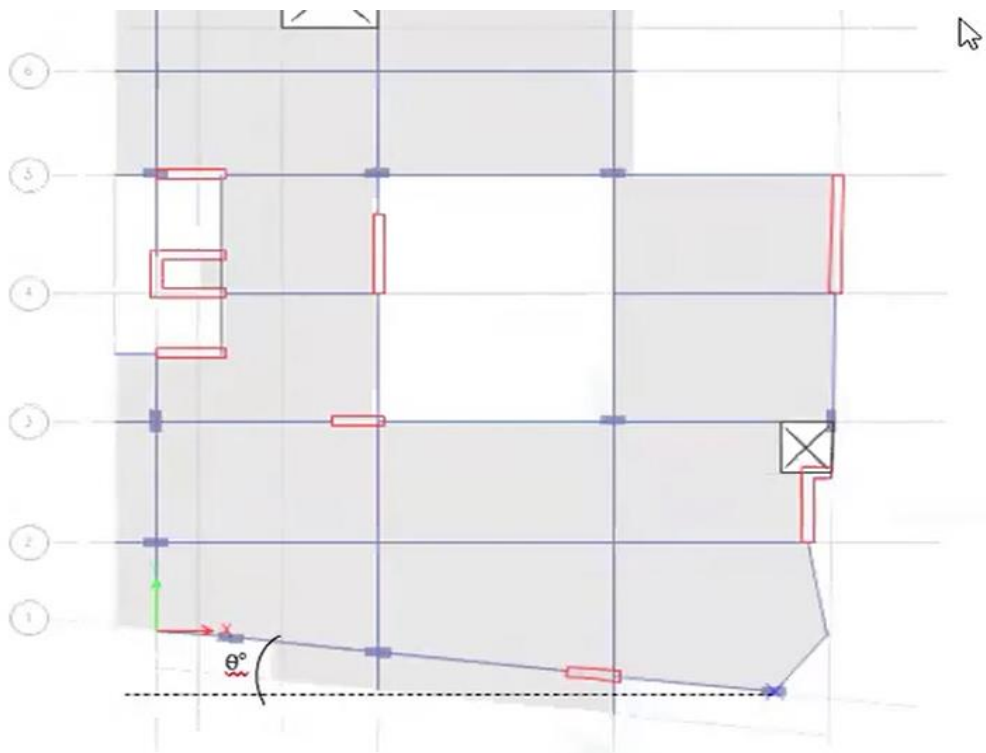
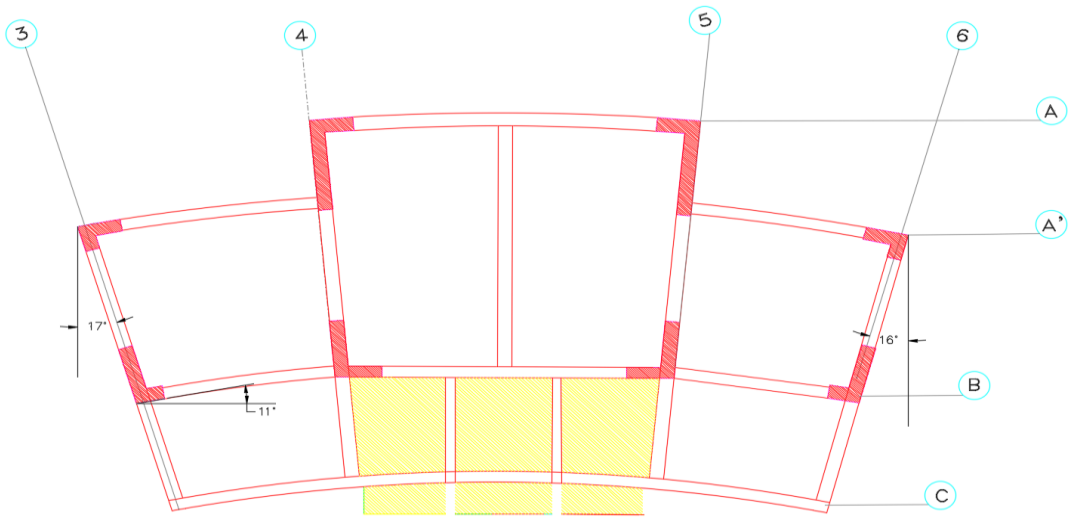
SENTIDO X-X

SENTIDO Y-Y

Angulo del elemento	$\varnothing < 30^\circ = \text{NO APLICA}$	CONTROL E-030	Angulo del elemento	$\varnothing < 30^\circ = \text{SI APLICA}$	CONTROL E-030
11	NO APLICA	REGULAR	18	NO APLICA	REGULAR
11	NO APLICA	REGULAR	18	NO APLICA	REGULAR
11	NO APLICA	REGULAR	18	NO APLICA	REGULAR

1

1



ANALISIS ESTATICO PARA IREGULARIDADES N°03

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Ctx= Dual
 Cty= Dual

Periodo Fundamental de Vibración

Hn= **14.3**
 Ctx= **60**
 Cty= **60**

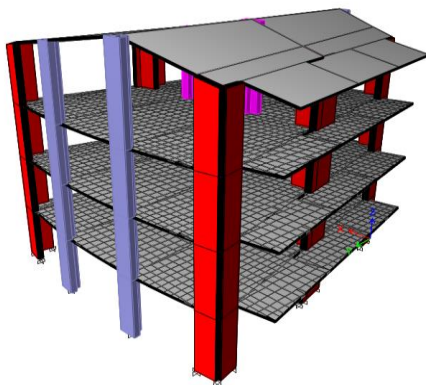
 Tx= **0.24 seg**
 Ty= **0.24 seg**

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sísmicos



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**
 U= **1.50**
 S= **1.20**
 C=
 R=



	TP	T	TL
S2	0.6		2

Coefficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

la= **1.00**
 lp= **1.00**

Rx= **7.00**
 Ry= **7.00**

Dual
 Dual

Càlculo de amplificaciòn sismica "C"

Factor de Amplificaciòn Sismica (C)

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_x = 0.24$$

$$T_y = 0.24$$

$$T_P = 0.60$$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0.1607$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0.1607$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X $C/R \geq 0.11$ **0.357** **OK**

en el eje Y $C/R \geq 0.11$ **0.357** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

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

Masa y pesos d ela estructura

Nº	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 4	5347.08	5347.08	52437.21	52437.21
Piso 3	32104.47	32104.47	314838.91	314838.91
Piso 2	22401.96	22401.96	219689.30	219689.30
Piso 1	22401.96	22401.96	219689.30	219689.30

Peso en X= **806654.72**

Peso en y= **806654.72**

La fuerza cortante en X : $V_x = 129640.94$ 129.64ton

La fuerza cortante en Y : $V_y = 129640.94$ 129.64ton

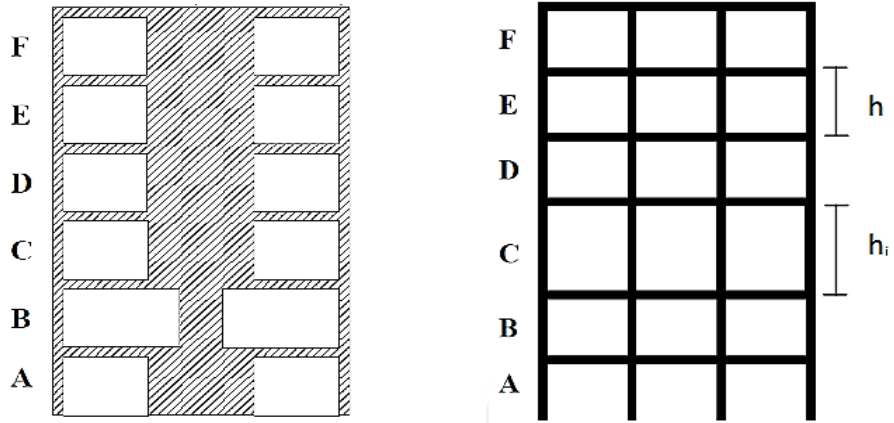
Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

	Factor de Irregularidad I_a	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_a
1	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75	1	1
3	Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)	0.5	1	1
				1

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)



IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO:

- $K_i < 0.70 K_{i+1}$
- $K_i < 0.80 (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3})/3$

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

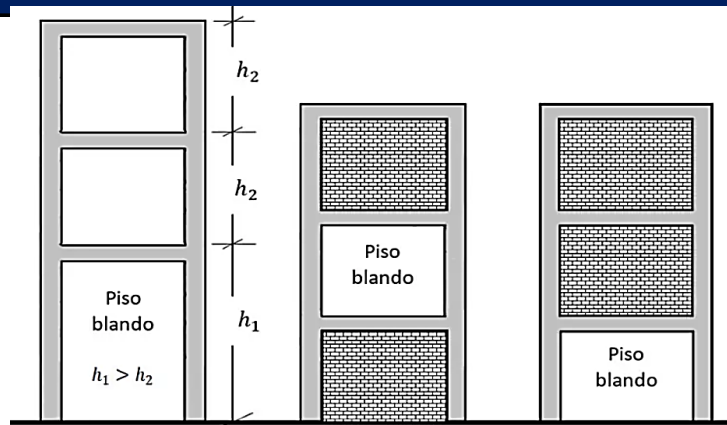
		Rigidez	$K_i < 70\% (k_{i+1})$	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- X	21253.804			
Nivel 3	SIS_EST- X	69967.345	329%	329%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- X	81141.778	116%	178%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	163307.810	201%	284%	REGULAR

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

		Rigidez	$K_i < 70\% (k_{i+1})$	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- Y	8663.85			
Nivel 3	SIS_EST- Y	36186.94	418%	418%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- Y	48928.33	135%	218%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- Y	111888.11	229%	358%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ – (PISO BLANDO)



IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- X	21253.804			
Nivel 3	SIS_EST- X	69967.345	329%	329%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- X	81141.778	116%	178%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	163307.810	201%	284%	REGULAR

1

IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

		Rigidez	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$	Control
Nivel	Caso	Tn/m	Tn/m	Tn/m	E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- Y	8663.849			
Nivel 3	SIS_EST- Y	36186.939	418%	418%	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- Y	48928.333	135%	218%	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- Y	111888.113	229%	358%	REGULAR

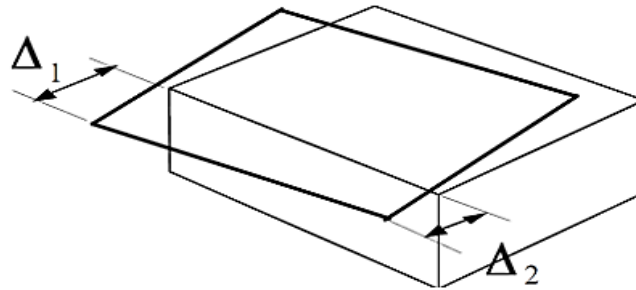
1

Artículo 20.- Factores de Irregularidad

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA				
	Factor de Irregularidad I_p	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y	FACTOR I_p
Irregularidad Torsional	0.75	1	1	1
Esquinas Entrantes	0.9	1	1	1
Sistemas no Paralelos	0.9	1	1	1
				1

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA



Si $\Delta_{\text{máx}} \geq 1.3 \Delta_{\text{prom}} \Rightarrow$ Irregular

Donde $\Delta_{\text{prom}} = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2$ y $\Delta_{\text{máx}} = \Delta_1$

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - XX

Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max..	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- X				REGULAR
Nivel 3	SIS_EST- X	0.000460	0.000371	1.240	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- X	0.000536	0.000439	1.221	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- X	0.000298	0.000248	1.202	REGULAR

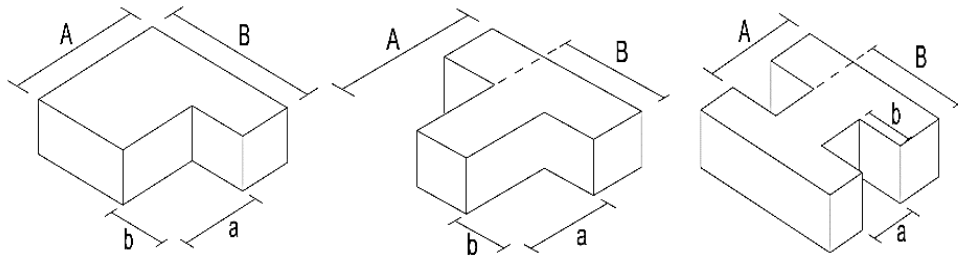
1

IRREGULARIDAD TORSIONAL EN PLANTA - YY

Nº PISO	Ax (m)	Deriva Max..	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 4	SIS_EST- Y				REGULAR
Nivel 3	SIS_EST- Y	0.000744	0.000718	1.036	REGULAR
Nivel 2	SIS_EST- Y	0.000751	0.000729	1.030	REGULAR
Nivel 1	SIS_EST- Y	0.000372	0.000362	1.028	REGULAR

1

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES



Si $a/A \geq 0.15$ y $b/B \geq 0.15 \Rightarrow$ Irregular

IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES

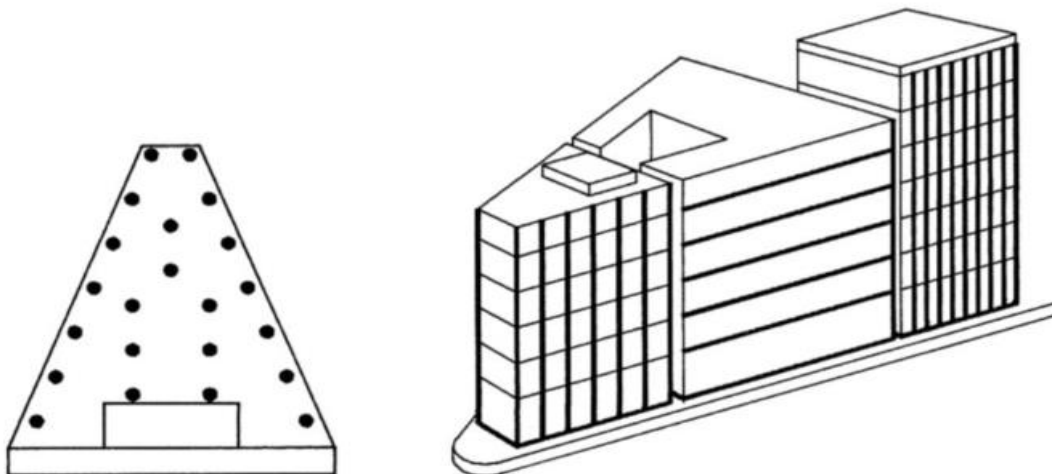
N° PISO	SENTIDO X-X		SENTIDO Y-Y		CONTROL E-030 (20%)	
	Lado "A" (m)	Lado "a" (m)	Lado "B" (m)	Lado "b" (m)	SENTIDO X-X	SENTIDO Y-Y
Nivel 4	15.50	0.00	9.40	0.00	0%	0%
Nivel 3	15.50	0.00	9.40	0.00	0%	0%
Nivel 2	15.50	0.00	9.40	0.00	0%	0%
Nivel 1	15.50	0.00	9.40	0.00	0%	0%

IRREGULARIDAD EN SENTIDO X-X	IRREGULARIDAD EN SENTIDO Y-Y	CONTROL E-030
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR
REGULAR	REGULAR	REGULAR

1

1

SISTEMAS NO PARALELOS

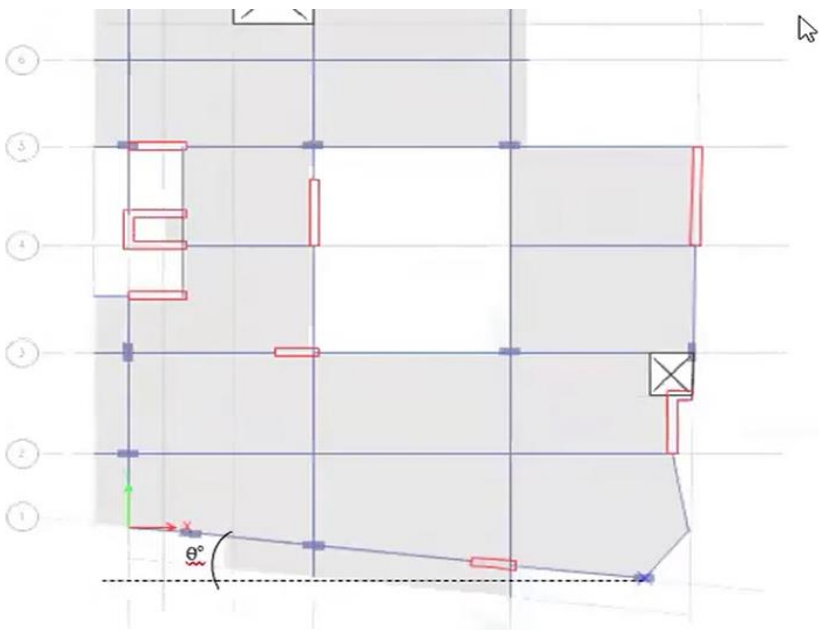
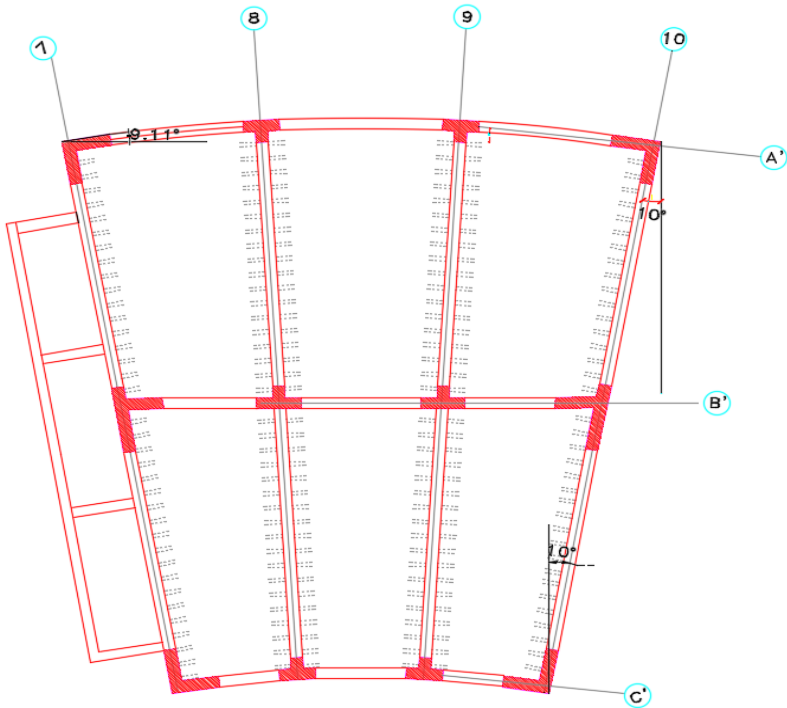


IRREGULARIDAD DISCONTINUIDAD EXTREMA EN LOS SISTEMAS RESISTENTES

SENTIDO X-X			SENTIDO Y-Y		
Angulo del elemento	$\phi < 30^\circ =$ NO APLICA	CONTROL E-030	Angulo del elemento	$\phi < 30^\circ =$ SI APLICA	CONTROL E-030
10	NO APLICA	REGULAR	10	NO APLICA	REGULAR
10	NO APLICA	REGULAR	10	NO APLICA	REGULAR
9.11	NO APLICA	REGULAR	9.11	NO APLICA	REGULAR

1

1



IRREGULARIDAD EN PLANTA N°04.

NOTA Rellenar todo de color azul

Verificación de la irregularidad torsional en planta.

SIN IRREGULARIDAD TORSIONAL

$$1.3(\Delta_{prom}) > \Delta_{max}$$

EN X-X

$$X1 = 2.471$$

$$X2 = 0.507$$

$$X_{max} = 2.471$$

$$X_{max} > 1.3(\Delta_{prom}) = 1.9357$$

-----> **Modificar elem. estructurales**

EN Y-Y

$$Y1 = 0.761$$

$$Y2 = 1.296$$

$$Y_{max} = 1.296$$

$$Y_{max} > 1.3(\Delta_{prom}) = 1.33705$$

-----> **Ok! no hay torsion YY**

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional</p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75

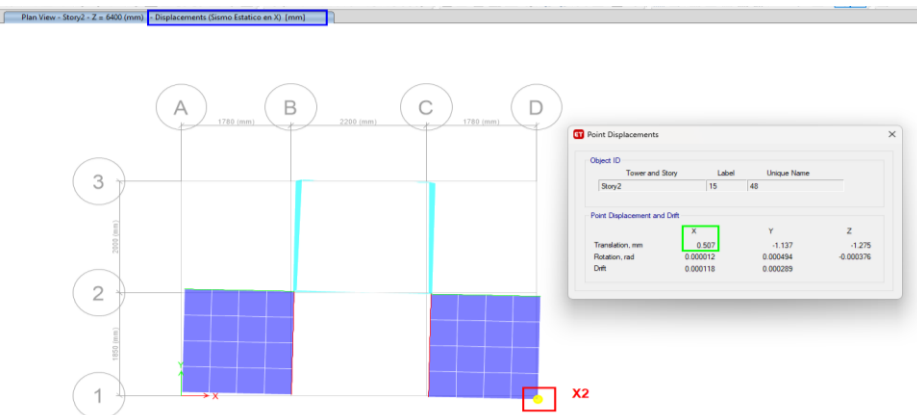
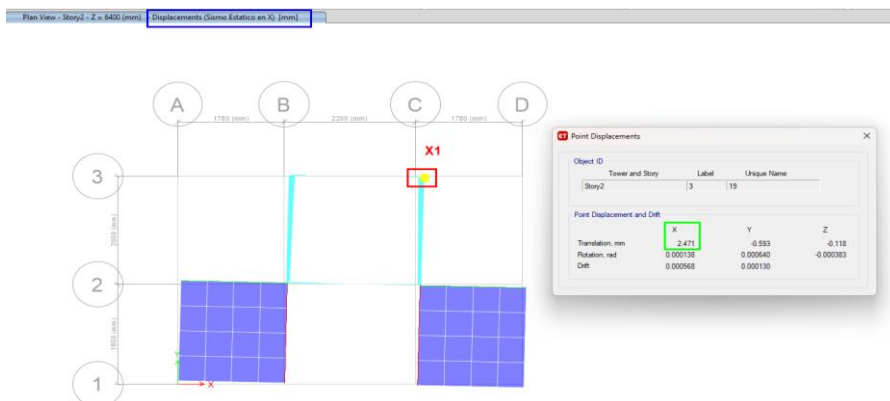
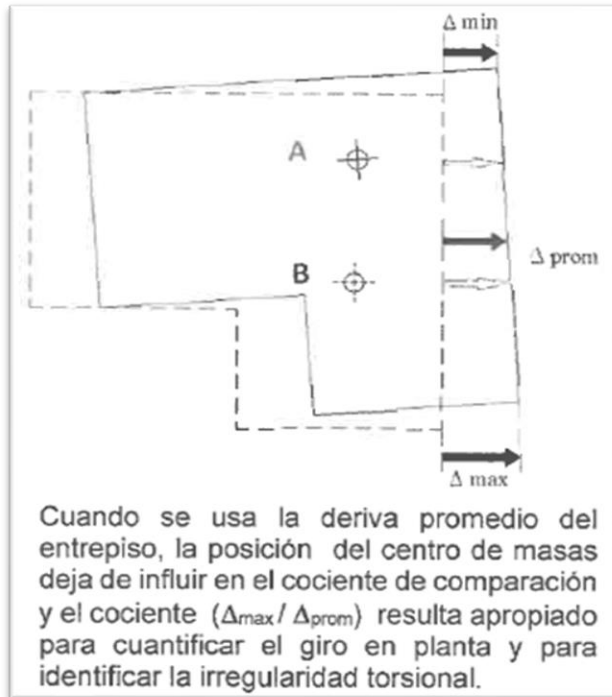
FACTOR I_p

0.75

SENTIDO X-X

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Verificación de la irregularidad torsional en planta.



Anexo H. Análisis estático y dinámico

ANALISIS ESTATICO MODULO N°01

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00

Ctx= Dual

Cty= Dual

Período Fundamental de Vibración

E-030

Hn= **14.3**

Ctx= **60**

Cty= **60**

Tx= **0.24 seg**

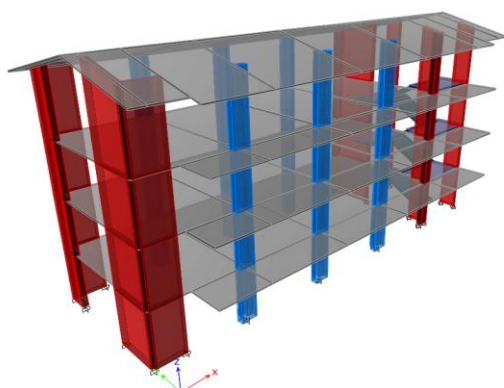
Ty= **0.24 seg**

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



FIGURA N° 1

Los parametros sísmicos



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**

U= **1.50**

S= **1.20**

C=

R=



S2	TP 0.6	T	TL 2
-----------	------------------	----------	----------------

Coeficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura

la= **1.00**

Factor de Irregularidad en planta

lp= **1.00**

Rx= **7.00**

Dual

Ry= **7.00**

Dual

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_x = 0.24$$

$$T_y = 0.24$$

$$T_P = 0.60$$

Cx =	2.5
Cy =	2.5

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0.1607$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0.1607$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 **0.357** **OK**

en el eje Y C/R ≥ 0.11 **0.357** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

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

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 4	13062.56	13062.56	128100.61	128100.61
Piso 3	29623.64	29623.64	290510.15	290510.15
Piso 2	23067.56	23067.56	226216.64	226216.64
Piso 1	23406.41	23406.41	229539.64	229539.64

Peso en X= **874367.04**

Peso en y= **874367.04**

La fuerza cortante en X : $V_x =$ **140523.27** 140.52ton

La fuerza cortante en Y : $V_y =$ **140523.27** 140.52ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Está determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

α_i = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T \leq 0.5 \text{ ----> } k=1.0$$

$$T \geq 0.5 \text{ ----> } k=0.75+0.5T \leq 2.0$$

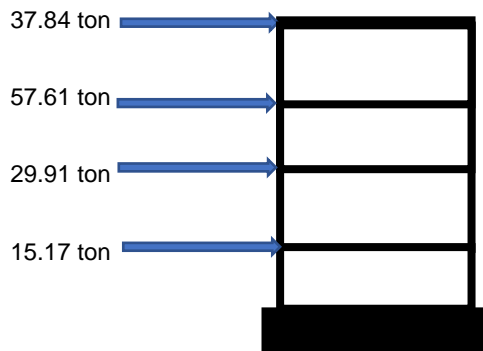
$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	128100.61	14.30	1831838.68	0.27	37838.32	37.84
Piso 3	290510.15	9.60	2788897.44	0.41	57607.25	57.61
Piso 2	226216.64	6.40	1447786.50	0.21	29905.37	29.91
Piso 1	229539.64	3.20	734526.85	0.11	15172.33	15.17
$\Sigma = \text{P. Ed.}$	874367.04	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	6803049.48	1.00	140523.27	140.52

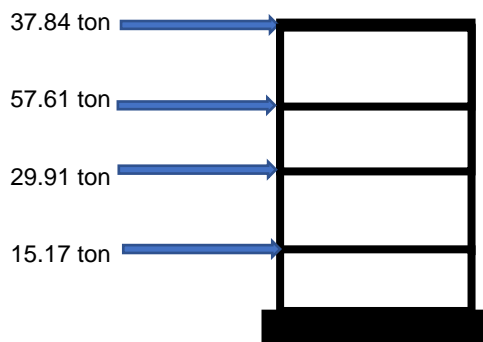
Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	128100.61	14.30	1831838.68	0.27	37838.32	37.84
Piso 3	290510.15	9.60	2788897.44	0.41	57607.25	57.61
Piso 2	226216.64	6.40	1447786.50	0.21	29905.37	29.91
Piso 1	229539.64	3.20	734526.85	0.11	15172.33	15.17
$\Sigma = \text{P. Ed.}$	874367.04	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	6803049.48	0.59	140523.27	140.52

Grafico de la fuerzas en la altura

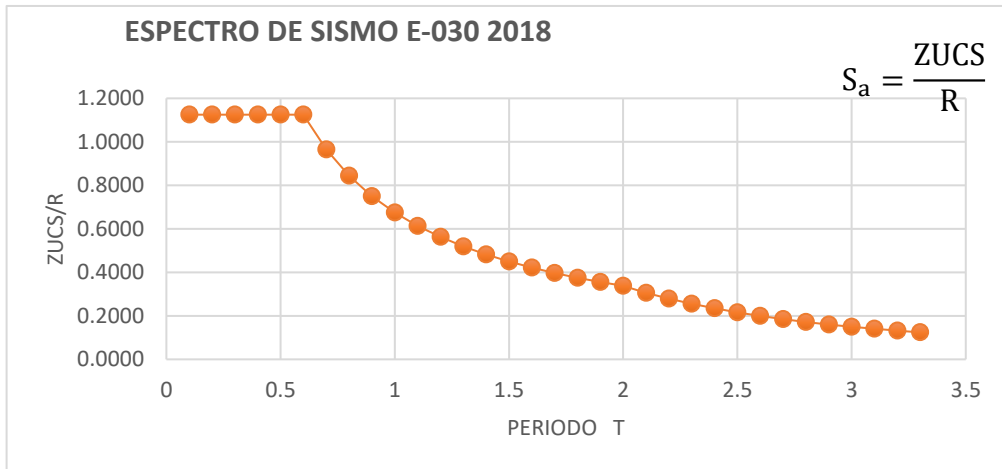


ANALISIS DINAMICO

NOTA Rellenar todo de color azul

II) Analisis modal espectral - Analisis dinamico

Aceleración espectral



Factor de amplificación (Cortante dinamica)

NTE 030

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$ -----> REGULAR

$V_{din} \geq 90\% V_{est}$ -----> IRREGULAR

EN X-X

	Load Case/Combo	FX
Vest=	S_ETX	140.52
Vdin=	S_DX Max	107.17

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$

76%

REG

80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el :

76%

Cumple

EN Y-Y

	Load Case/Combo	FY
Vest=	S_ETY	140.52
Vdin=	S_DY Max	97.71

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$

70%

REG

80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el :

76%

Entonces incrementar cortante

Se observa que la cortante dinamica en "Y" es el :

70%

Entonces incrementar cortante

Es necesario lograr que la fuerza cortante obtenida mediante el metodo dinamico sea igual a por lo menos el 80% de la fuerza cortante obtenida mediante el metodo estatico descrito por la norma de diseño sismo resistente.

Amplificar :

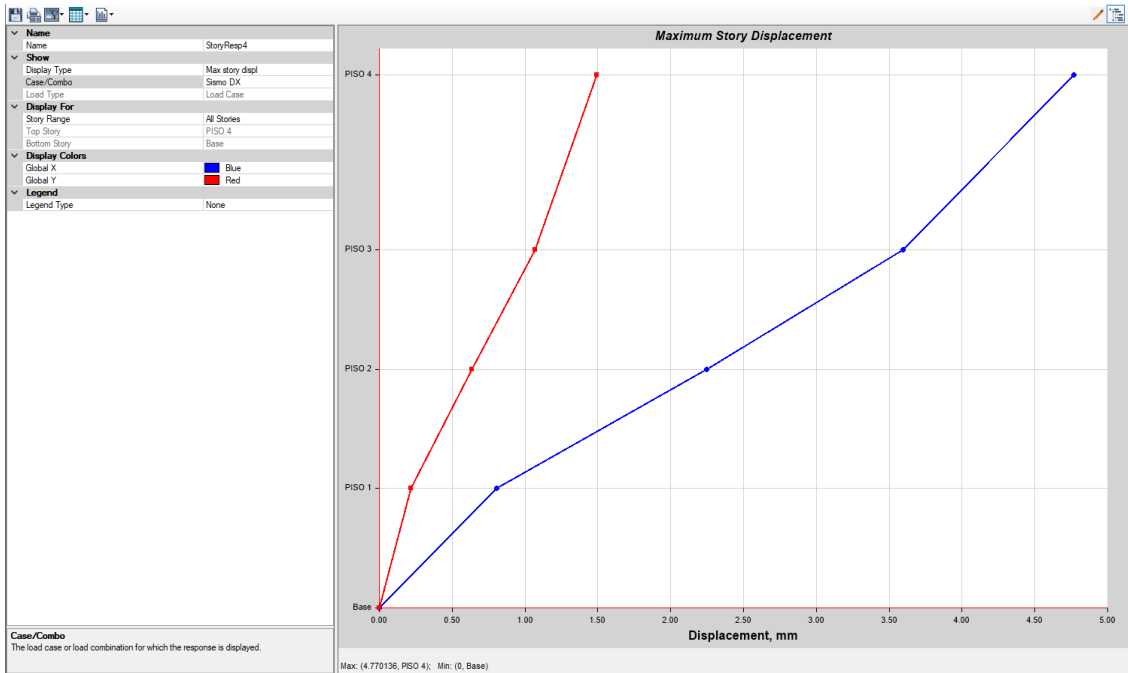
se amplifica al sismo por un nuevo factor de escala

FaX	1.05
FaY	1.15

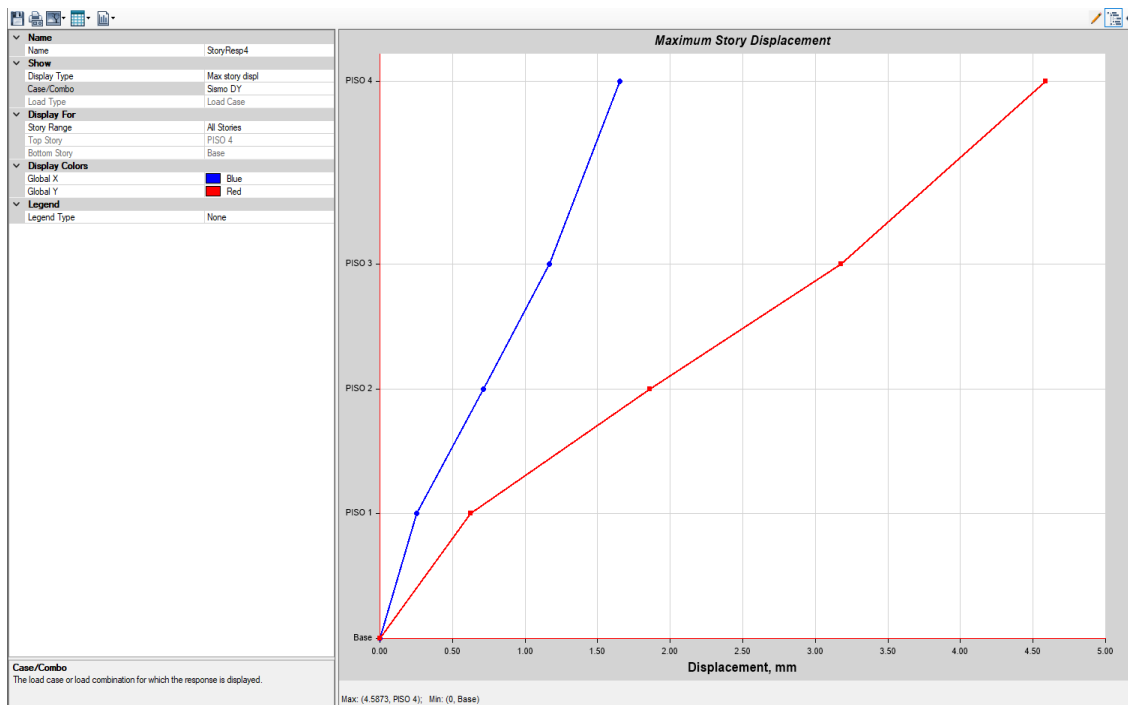
este nuevo factor F.E. no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

Desplazamientos absolutos y relativos (Derivas)

Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n X = 4.77 mm.

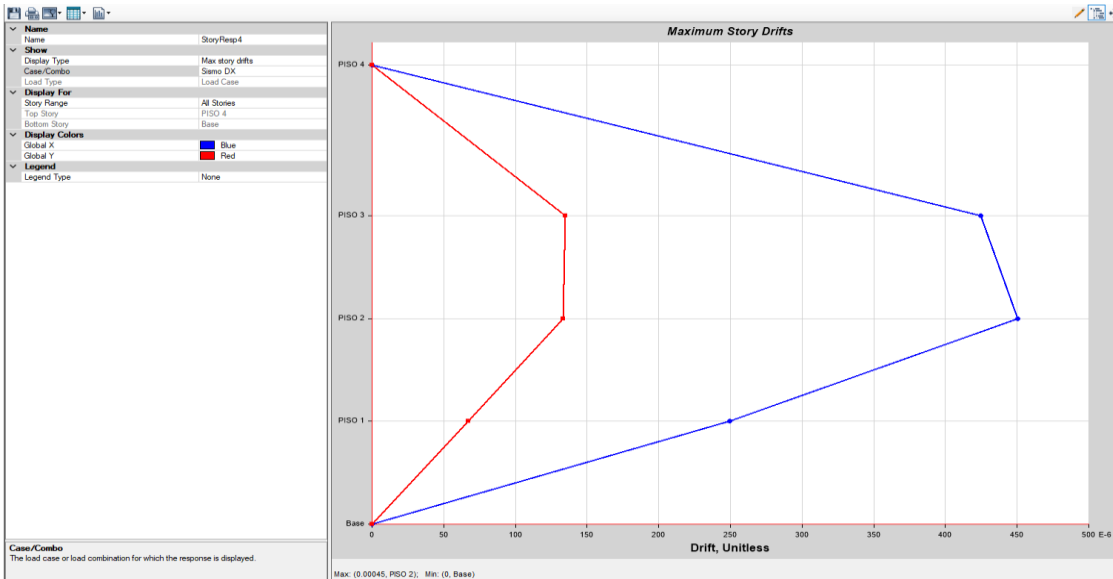


Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n Y = 4.58 mm.



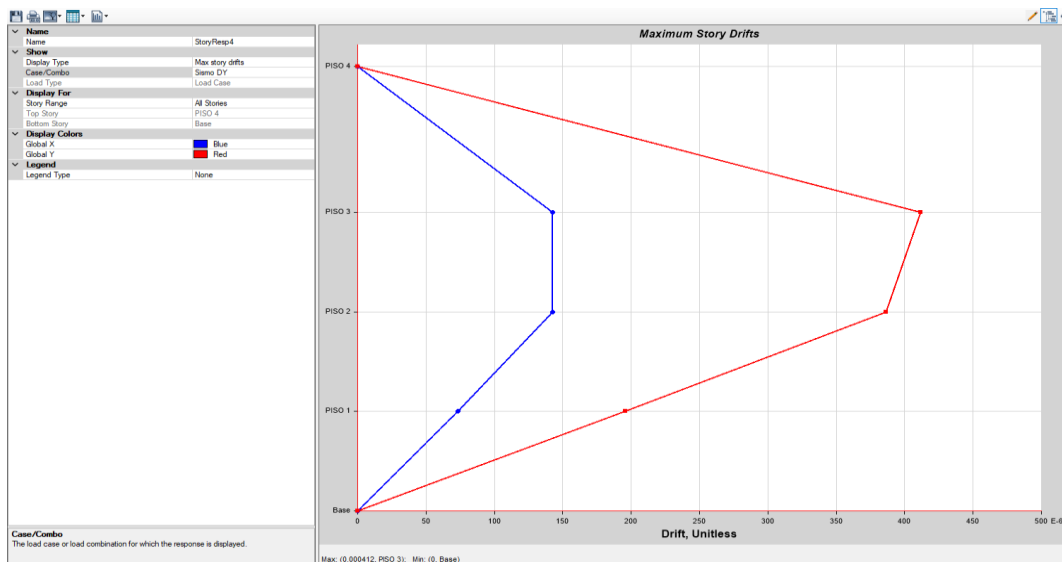
Desplazamiento relativos en direcci3n "X".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Direcci3n	Deriva	Rx= 7	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 4	SIS Dinam.	X	0	0	Si
Piso 3	SIS Dinam.	X	0.000425	0.00223125	Si
Piso 2	SIS Dinam.	X	0.00045	0.0023625	Si
Piso 1	SIS Dinam.	X	0.000249	0.00130725	Si



Desplazamiento relativos en dirección "Y".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Dirección	Deriva	Ry= 7	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 4	SIS Dinam.	Y	0	0	Si
Piso 3	SIS Dinam.	Y	0.000143	0.00075075	Si
Piso 2	SIS Dinam.	Y	0.000143	0.00075075	Si
Piso 1	SIS Dinam.	Y	0.000074	0.0003885	Si



$$\Delta_{inel} = 0.75 R \Delta_{elast} \text{ -----REGULAR}$$

$$\Delta_{inel} = 0.85 R \Delta_{elast} \text{ -----IRREGULAR}$$

Material Predominante	(Δ_i / h_i)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

MODOS DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.296	0.7386	0.0489	0	0.7386	0.0489	0	0.0168	0.2406	0.0001	0.0168	0.2406	0.0001
Modal	2	0.246	0.0436	0.6575	0	0.7822	0.7063	0	0.2546	0.0161	0.0587	0.2714	0.2567	0.0588
Modal	3	0.188	0.0054	0.0499	0	0.7876	0.7562	0	0.0221	0.0009	0.6977	0.2935	0.2576	0.7565
Modal	4	0.087	0.1188	0.0019	0	0.9064	0.758	0	0.0084	0.4945	0.0011	0.3019	0.7521	0.7575
Modal	5	0.069	0.0031	0.1396	0	0.9095	0.8977	0	0.4138	0.0079	4.238E-06	0.7157	0.76	0.7575
Modal	6	0.053	0.0014	0.0007	0	0.9109	0.8984	0	0.0021	0.0035	0.1384	0.7177	0.7634	0.8959
Modal	7	0.046	0.0586	0.0013	0	0.9695	0.8998	0	0.0023	0.132	0.0014	0.72	0.8954	0.8973
Modal	8	0.039	0.0008	0.0361	0	0.9703	0.9358	0	0.1079	0.0021	0.0067	0.828	0.8976	0.904
Modal	9	0.033	0.0001	0.0024	0	0.9704	0.9382	0	0.0042	0.0002	0.0002	0.8322	0.8978	0.9042
Modal	10	0.032	0.0001	0.0152	0	0.9705	0.9534	0	0.0319	0.0002	0.003	0.8641	0.898	0.9072
Modal	11	0.03	2.00E-04	0.0185	0	0.9707	0.9719	0	0.0433	0.0008	0.013	0.9074	0.8988	0.9202
Modal	12	0.028	0.0048	0.0003	0	0.9755	0.9722	0	0.0005	0.0177	0.0004	0.9079	0.9165	0.9206

ET Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.296	0.7386	0.0489	0	0.7386	0.0489	0	0.0168
Modal	2	0.246	0.0436	0.6575	0	0.7822	0.7063	0	0.2546
Modal	3	0.188	0.0054	0.0499	0	0.7876	0.7562	0	0.0221
Modal	4	0.087	0.1188	0.0019	0	0.9064	0.758	0	0.0084
Modal	5	0.069	0.0031	0.1396	0	0.9095	0.8977	0	0.4138
Modal	6	0.053	0.0014	0.0007	0	0.9109	0.8984	0	0.0021
Modal	7	0.046	0.0586	0.0013	0	0.9695	0.8998	0	0.0023
Modal	8	0.039	0.0008	0.0361	0	0.9703	0.9358	0	0.1079
Modal	9	0.033	0.0001	0.0024	0	0.9704	0.9382	0	0.0042
Modal	10	0.032	0.0001	0.0152	0	0.9705	0.9534	0	0.0319
Modal	11	0.03	0.0002	0.0185	0	0.9707	0.9719	0	0.0433
Modal	12	0.028	0.0048	0.0003	0	0.9755	0.9722	0	0.0005

ANALISIS ESTATICO MODULO N°02

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00

Ctx= Muros estructurales

Cty= Muros estructurales

Período Fundamental de Vibración

Hn= **14.3**

Ctx= **60**

Cty= **60**

Tx= **0.24 seg**

Ty= **0.24 seg**

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parámetros sísmicos

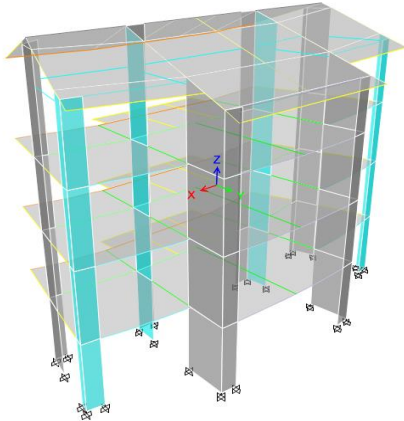


Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**

U= **1.50**

S= **1.20**

C=

R=



	TP	T	TL
S2	0.6	T	2

Coeficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura

la= **0.90**

Factor de Irregularidad en planta

lp= **0.90**

Rx= **5.40**

Muros estructurales

Ry= **5.40**

Muros estructurales

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_x = 0.24$$

$$T_y = 0.24$$

$$T_P = 0.60$$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0.2083$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0.2083$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X $C/R \geq 0.11$ **0.463** **OK**

en el eje Y $C/R \geq 0.11$ **0.463** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

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

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 4	3093.10	3093.10	30333.10	30333.10
Piso 3	21846.10	21846.10	214238.15	214238.15
Piso 2	14526.42	14526.42	142456.24	142456.24
Piso 1	14526.42	14526.42	142456.24	142456.24

Peso en X= **529483.74**

Peso en y= **529483.74**

La fuerza cortante en X : $V_x = 110309.11$ 110.31ton

La fuerza cortante en Y : $V_y = 110309.11$ 110.31ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Está determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

α_i = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T \leq 0.5 \text{ ----> } k=1.0$$

$$T \geq 0.5 \text{ ----> } k=0.75+0.5T \leq 2.0$$

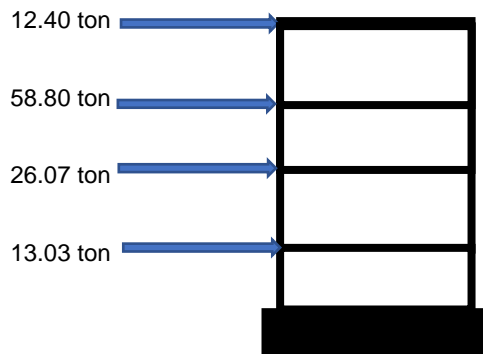
$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	30333.10	14.30	433763.38	0.11	12402.20	12.40
Piso 3	214238.15	9.60	2056686.23	0.53	58804.95	58.80
Piso 2	142456.24	6.40	911719.96	0.24	26067.98	26.07
Piso 1	142456.24	3.20	455859.98	0.12	13033.99	13.03
$\Sigma =$ P. Ed.	529483.74	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	3858029.55	1.00	110309.11	110.31

Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	30333.10	14.30	433763.38	0.11	12402.20	12.40
Piso 3	214238.15	9.60	2056686.23	0.53	58804.95	58.80
Piso 2	142456.24	6.40	911719.96	0.24	26067.98	26.07
Piso 1	142456.24	3.20	455859.98	0.12	13033.99	13.03
$\Sigma =$ P. Ed.	529483.74	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	3858029.55	0.47	110309.11	110.31

Grafico de la fuerzas en la altura

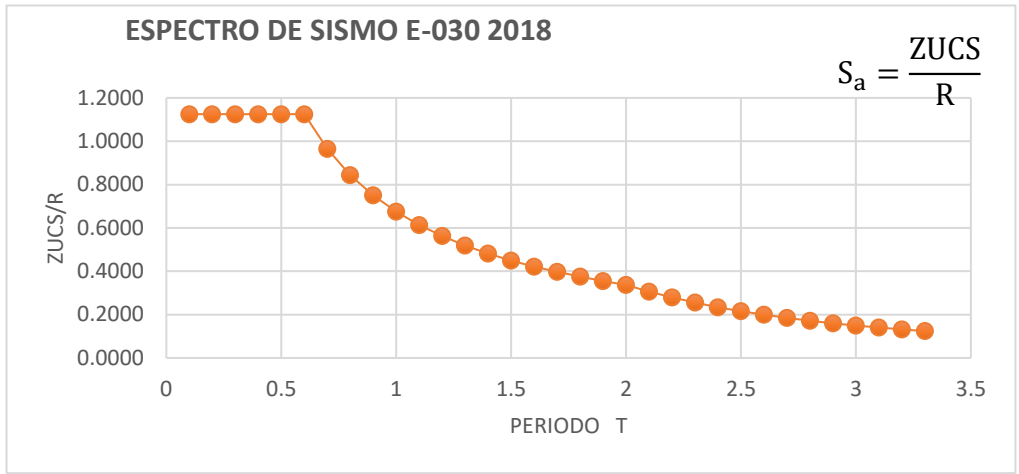


ANALISIS DINAMICO

NOTA Rellenar todo de color azul

II) Analisis modal espectral - Analisis dinamico

Aceleración espectral



Factor de amplificación (Cortante dinámica)

NTE 030

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$ -----> REGULAR
$V_{din} \geq 90\% V_{est}$ -----> IRREGULAR

EN X-X

	Load Case/Combo	FX		
Vest=	S_ETX	110.31	$V_{din} \geq 80\% V_{est}$	REG
Vdin=	S_DX Max	99.35	90%	80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el : 90% Cumple

EN Y-Y

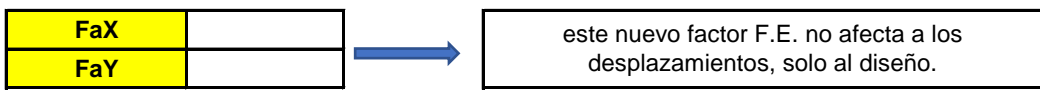
	Load Case/Combo	FY		
Vest=	S_ETY	110.31	$V_{din} \geq 80\% V_{est}$	REG
Vdin=	S_DY Max	94.50	86%	80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el : 90% Cumple
 Se observa que la cortante dinamica en "Y" es el : 86% Cumple

Es necesario lograr que la fuerza cortante obtenida mediante el metodo dinamico sea igual a por lo menos el 80% de la fuerza cortante obtenida mediante el metodo estatico descrito por la norma de diseño sismo resistente.

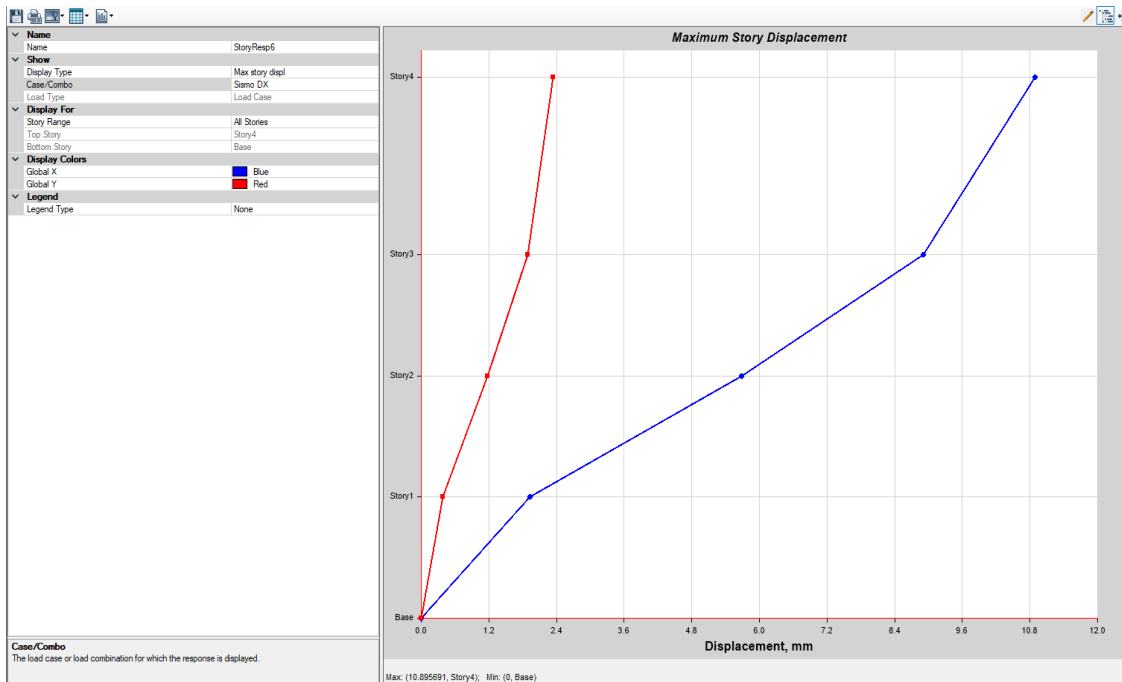
Amplificar :

se amplifica al sismo por un nuevo factor de escala

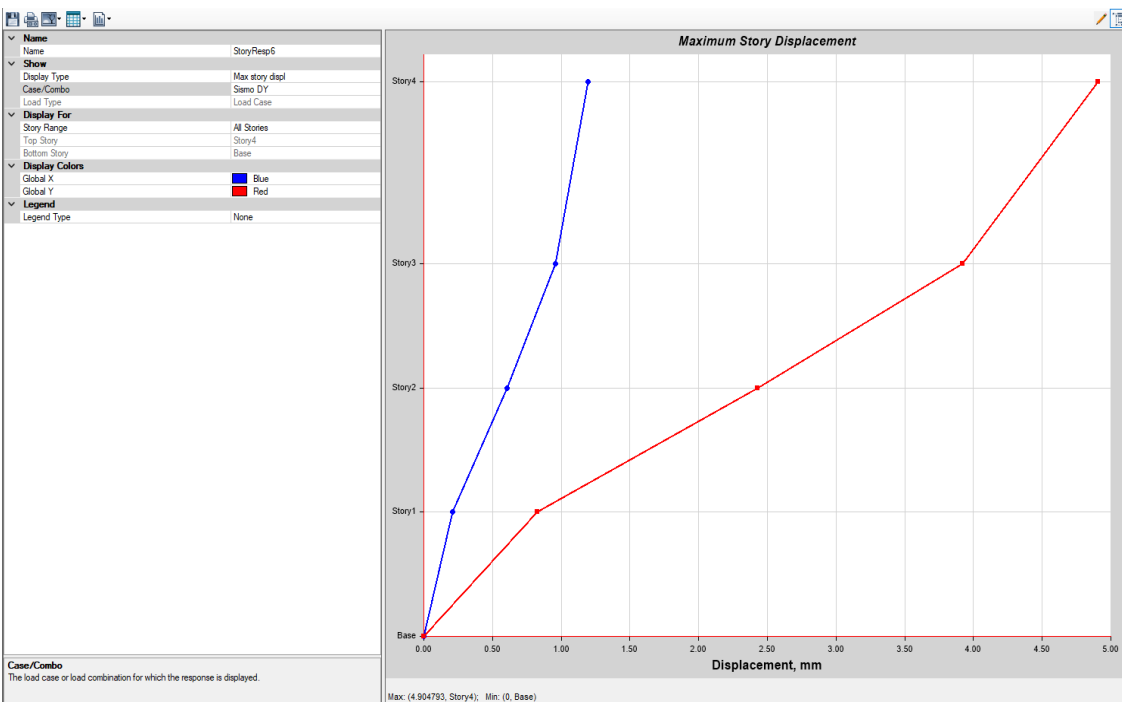


Desplazamientos absolutos y relativos (Derivas)

Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n X = 10.89 mm.

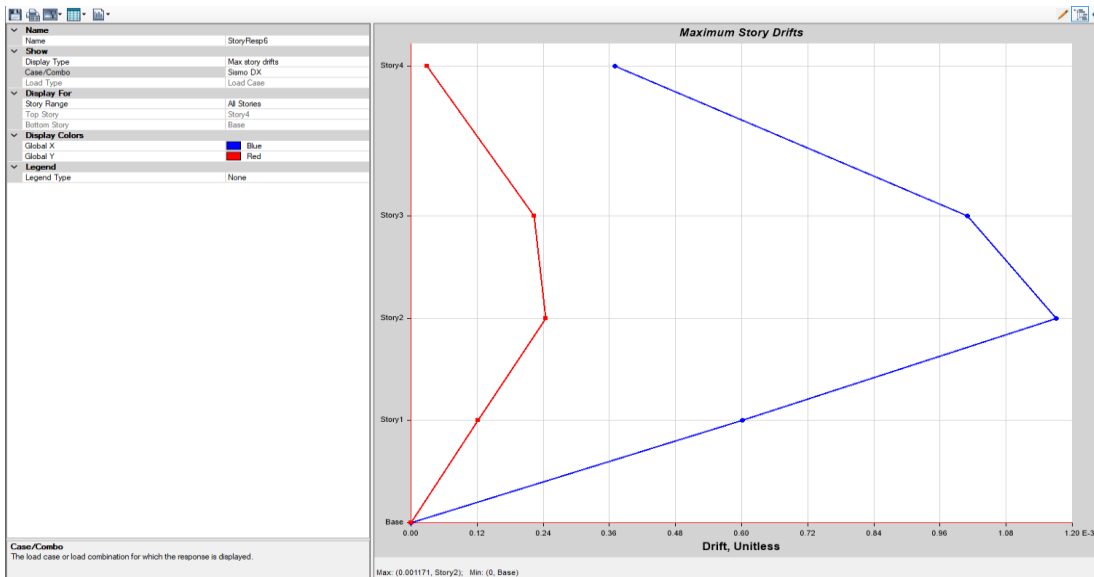


Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n Y = 4.90 mm.



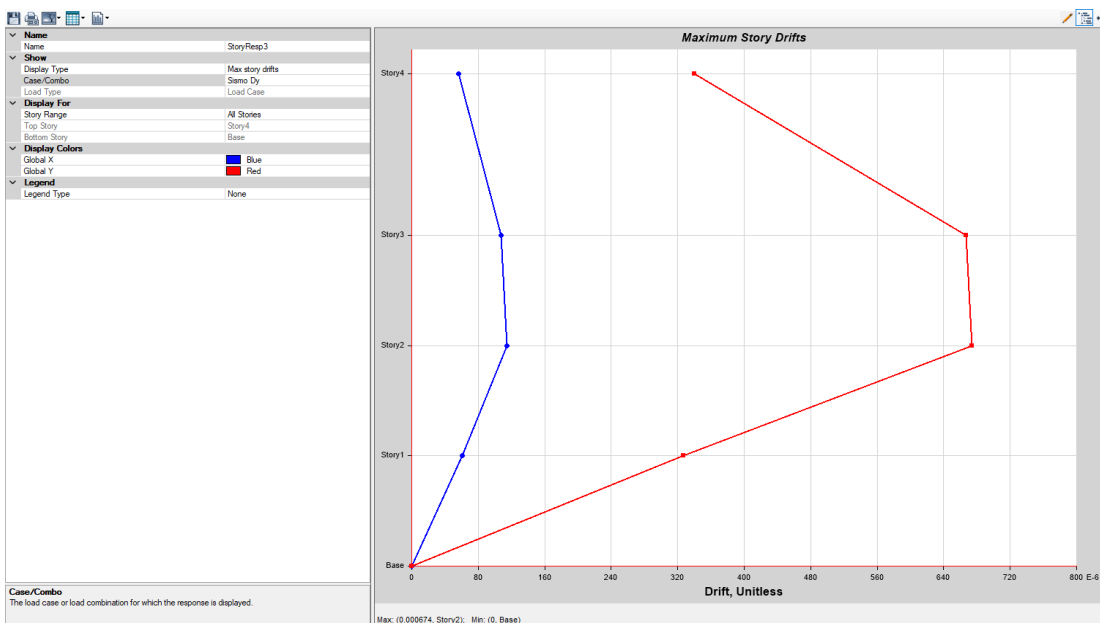
Desplazamiento relativos en direcci3n "X".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Direcci3n	Deriva	Rx= 5.40	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 4	SIS Dinam.	X	0.00037	0.0014985	Si
Piso 3	SIS Dinam.	X	0.001009	0.00408645	Si
Piso 2	SIS Dinam.	X	0.001171	0.00474255	Si
Piso 1	SIS Dinam.	X	0.000601	0.00243405	Si



Desplazamiento relativos en dirección "Y".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Dirección	Deriva	Ry= 5.40	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 4	SIS Dinam.	Y	0.000209	0.0008465	Si
Piso 3	SIS Dinam.	Y	0.000468	0.0018954	Si
Piso 2	SIS Dinam.	Y	0.000501	0.0020291	Si
Piso 1	SIS Dinam.	Y	0.000258	0.0010449	Si



$$\Delta_{inel} = 0.75 R \Delta_{elast} \text{ -----REGULAR}$$

$$\Delta_{inel} = 0.85 R \Delta_{elast} \text{ -----IRREGULAR}$$

Material Predominante	(Δ_i / h_i)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

MODOS DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.349	0.7993	2.6E-05	0	0.7993	2.646E-05	0	1.6E-05	0.2345	0.0111	1.614E-05	0.2345	0.0111
Modal	2	0.21	0.0019	0.7018	0	0.8011	0.7018	0	0.2304	0.001	0.0961	0.2305	0.2355	0.1072
Modal	3	0.191	0.0101	0.0964	0	0.8113	0.7982	0	0.0286	0.0064	0.7018	0.2591	0.2419	0.809
Modal	4	0.08	0.1196	4.2E-06	0	0.9309	0.7982	0	2E-06	0.5814	0.0004	0.2591	0.8232	0.8094
Modal	5	0.048	1.57E-05	0.114	0	0.9309	0.9122	0	0.4763	0.0002	0.0212	0.7354	0.8234	0.8305
Modal	6	0.044	0.0024	0.024	0	0.9333	0.9362	0	0.0974	0.0004	0.0924	0.8327	0.8239	0.9229
Modal	7	0.039	0.0363	0.0011	0	0.9696	0.9373	0	0.0045	0.0566	0.0174	0.8372	0.8804	0.9403
Modal	8	0.027	9.21E-06	0.009	0	0.9696	0.9462	0	0.0181	3.594E-05	0.0108	0.8553	0.8805	0.9511
Modal	9	0.024	8.72E-06	0.0273	0	0.9696	0.9736	0	0.0417	2.939E-05	0.0013	0.897	0.8805	0.9524
Modal	10	0.022	0.0282	1.5E-05	0	0.9979	0.9736	0	4.1E-05	0.1107	0.0028	0.8971	0.9912	0.9551
Modal	11	0.02	2.00E-03	0	0	0.9999	0.9736	0	3.8E-06	0.0065	0.0237	0.8971	0.9977	0.9789
Modal	12	0.016	0	0.0255	0	0.9999	0.9991	0	0.0981	1.413E-06	0.0001	0.9952	0.9977	0.979

ET Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.349	0.7993	2.646E-05	0	0.7993	2.646E-05	0	1.614E-05
Modal	2	0.21	0.0019	0.7018	0	0.8011	0.7018	0	0.2304
Modal	3	0.191	0.0101	0.0964	0	0.8113	0.7982	0	0.0286
Modal	4	0.08	0.1196	4.163E-06	0	0.9309	0.7982	0	2.014E-06
Modal	5	0.048	1.568E-05	0.114	0	0.9309	0.9122	0	0.4763
Modal	6	0.044	0.0024	0.024	0	0.9333	0.9362	0	0.0974
Modal	7	0.039	0.0363	0.0011	0	0.9696	0.9373	0	0.0045
Modal	8	0.027	9.206E-06	0.009	0	0.9696	0.9462	0	0.0181
Modal	9	0.024	8.715E-06	0.0273	0	0.9696	0.9736	0	0.0417
Modal	10	0.022	0.0282	1.469E-05	0	0.9979	0.9736	0	4.099E-05
Modal	11	0.02	0.002	0	0	0.9999	0.9736	0	3.773E-06
Modal	12	0.016	0	0.0255	0	0.9999	0.9991	0	0.0981

ANALISIS ESTATICO MODULO N°03

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00

Ctx= Dual

Cty= Dual

Período Fundamental de Vibración

Hn= **14.3**

Ctx= **60**

Cty= **60**

Tx= **0.24 seg**

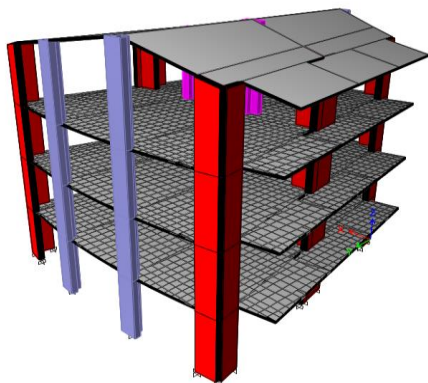
Ty= **0.24 seg**

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sísmicos



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**

U= **1.50**

S= **1.20**

C=

R=



	TP	T	TL
S2	0.6	2	2

Coeficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura

la= **1.00**

Factor de Irregularidad en planta

lp= **1.00**

Rx= **7.00**

Dual

Ry= **7.00**

Dual

Càlculo de amplifiacò òn sísmica "C"

Factor de Amplificaci3n Sismica (C)

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_x = 0.24$$

$$T_y = 0.24$$

$$T_P = 0.60$$

Cx =	2.5
Cy =	2.5

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0.1607$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0.1607$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X	C/R ≥ 0.11	0.357	OK
en el eje Y	C/R ≥ 0.11	0.357	OK

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

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

Masa y pesos de la estructura

N ^a	Masa (Kgf-s ² /m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 4	5347.08	5347.08	52437.21	52437.21
Piso 3	32104.47	32104.47	314838.91	314838.91
Piso 2	22401.96	22401.96	219689.30	219689.30
Piso 1	22401.96	22401.96	219689.30	219689.30

Peso en X= **806654.72**

Peso en y= **806654.72**

La fuerza cortante en X : V_x= **129640.94** 129.64ton

La fuerza cortante en Y : V_y= **129640.94** 129.64ton

Distribuci3n de la fuerza sismica en altura.

Está determinado por la siguiente expresi3n

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

ai = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibraci3n de la estructura (T).

$$T \leq 0.5 \text{ ----> } k=1.0$$

$$T \geq 0.5 \text{ ----> } k=0.75+0.5T \leq 2.0$$

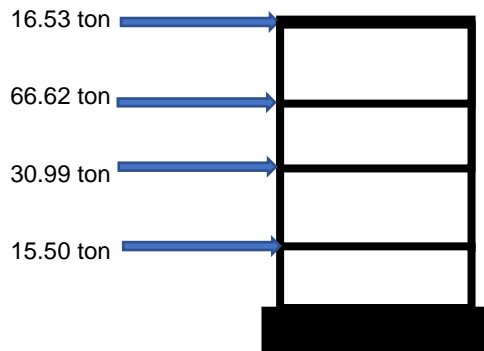
$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	52437.21	14.30	749852.09	0.13	16528.85	16.53
Piso 3	314838.91	9.60	3022453.50	0.51	66623.40	66.62
Piso 2	219689.30	6.40	1406011.53	0.24	30992.46	30.99
Piso 1	219689.30	3.20	703005.76	0.12	15496.23	15.50
$\Sigma = P. Ed.$	806654.72	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	5881322.88	1.00	129640.94	129.64

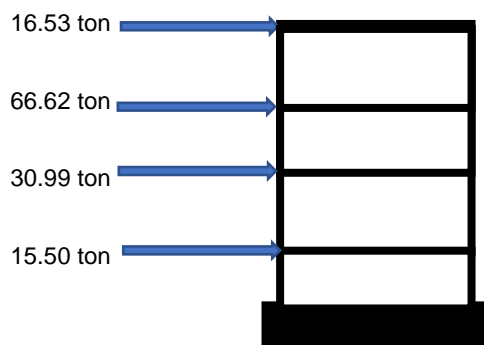
Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	52437.21	14.30	749852.09	0.13	16528.85	16.53
Piso 3	314838.91	9.60	3022453.50	0.51	66623.40	66.62
Piso 2	219689.30	6.40	1406011.53	0.24	30992.46	30.99
Piso 1	219689.30	3.20	703005.76	0.12	15496.23	15.50
$\Sigma = P. Ed.$	806654.72	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	5881322.88	0.49	129640.94	129.64

Grafico de la fuerzas en la altura

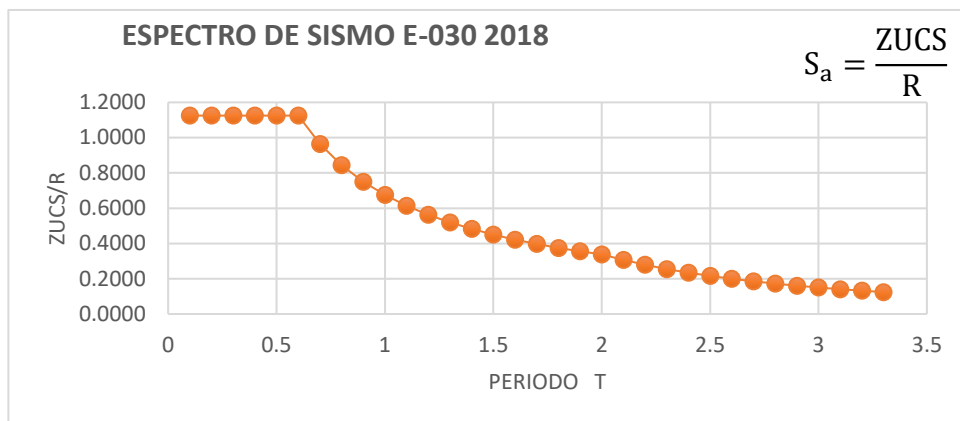


ANALISIS DINAMICO

NOTA Rellenar todo de color azul

II) Analisis modal espectral - Analisis dinamico

Aceleración espectral



Factor de amplificación (Cortante dinamica)

NTE 030

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$ -----> REGULAR

$V_{din} \geq 90\% V_{est}$ -----> IRREGULAR

EN X-X

	Load Case/Combo	FX
Vest=	S_ETX	129.64
Vdin=	S_DX Max	94.58

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$	REG
73%	80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el : 73% Cumple

EN Y-Y

	Load Case/Combo	FY
Vest=	S_ETY	129.64
Vdin=	S_DY Max	101.96

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$	REG
79%	80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el : 73% Entonces incrementar cortante
 Se observa que la cortante dinamica en "Y" es el : 79% Entonces incrementar cortante

Es necesario lograr que la fuerza cortante obtenida mediante el metodo dinamico sea igual a por lo menos el 80% de la fuerza cortante obtenida mediante el metodo estatico descrito por la norma de diseño sismo resisstente.

Amplificar :

se amplifica al sismo por un nuevo factor de escala

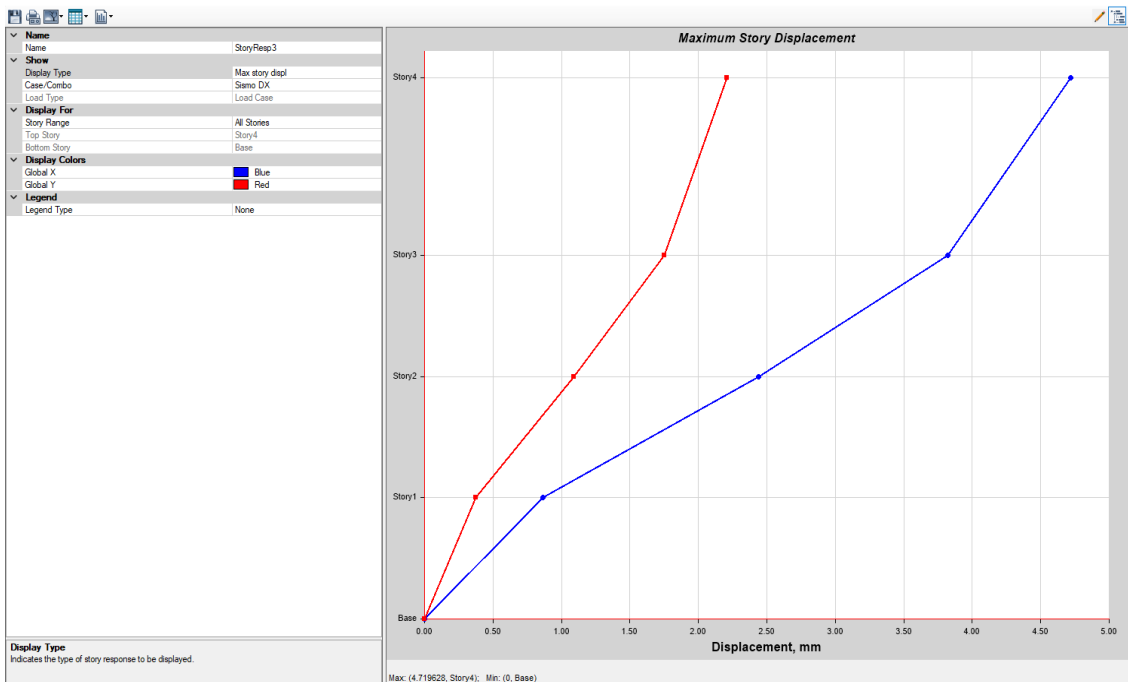
FaX	1.10
FaY	1.02



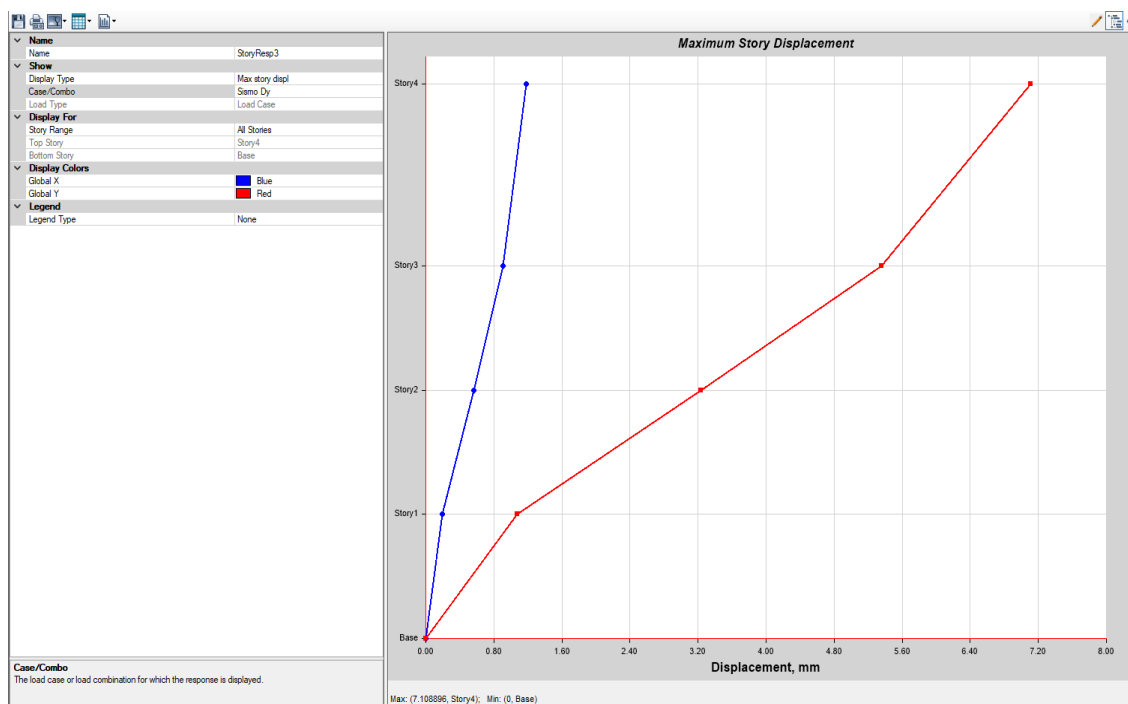
este nuevo factor F.E. no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

Desplazamientos absolutos y relativos (Derivas)

Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n X = 4.71 mm.

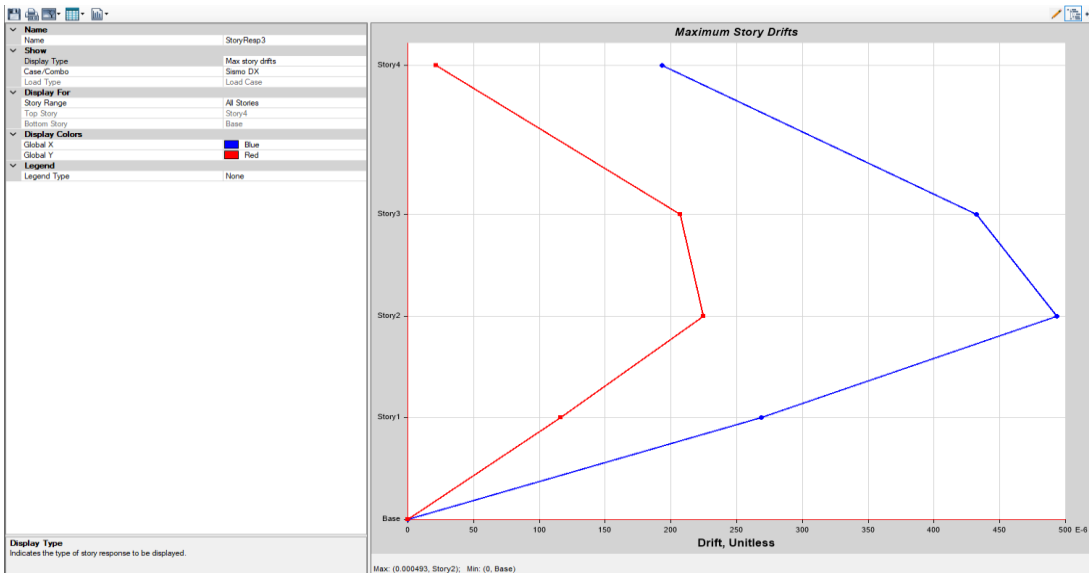


Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n Y = 7.1 mm.



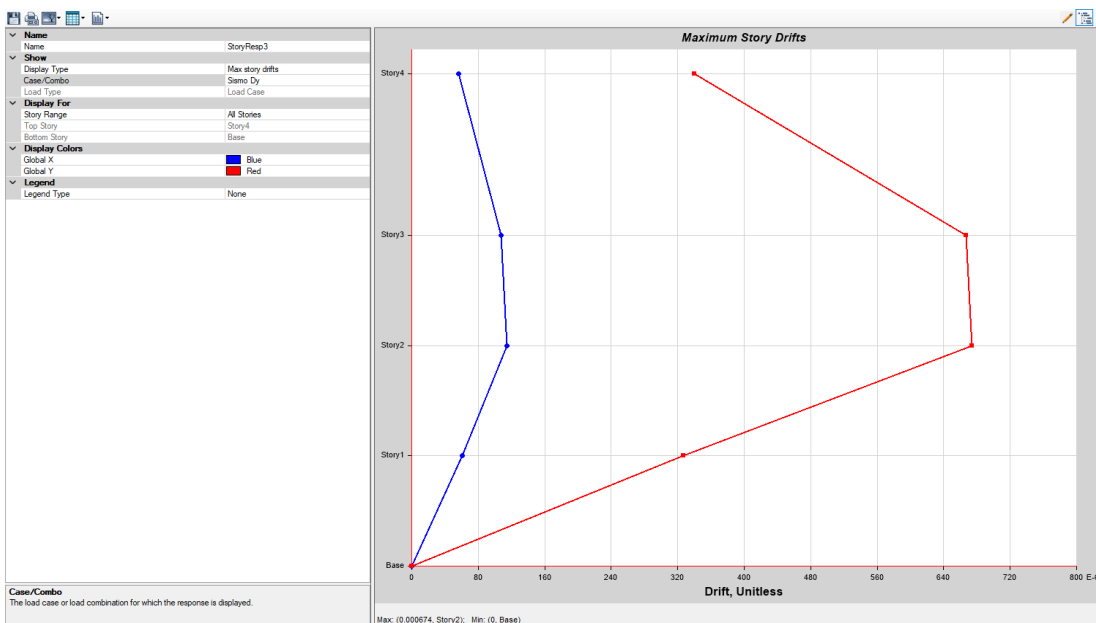
Desplazamiento relativos en direcci3n "X".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Direcci3n	Deriva	Rx= 7	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 4	SIS Dinam.	X	0.000193	0.00101325	Si
Piso 3	SIS Dinam.	X	0.000432	0.00226800	Si
Piso 2	SIS Dinam.	X	0.000493	0.00258825	Si
Piso 1	SIS Dinam.	X	0.000269	0.00141225	Si



Desplazamiento relativos en dirección "Y".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Dirección	Deriva	Ry= 7	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 4	SIS Dinam.	Y	0.00034	0.0017850	Si
Piso 3	SIS Dinam.	Y	0.000667	0.00350175	Si
Piso 2	SIS Dinam.	Y	0.000674	0.00353850	Si
Piso 1	SIS Dinam.	Y	0.000327	0.00171675	Si



$$\Delta_{inel} = 0.75 R \Delta_{elast} \text{ -----REGULAR}$$

$$\Delta_{inel} = 0.85 R \Delta_{elast} \text{ -----IRREGULAR}$$

Tabla N° 11
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO

Material Predominante	(Δ_i / h_i)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

MODOS DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.325	0.0018	0.7737	0	0.0018	0.7737	0	0.2706	0.0005	0.0101	0.2706	0.0005	0.0101
Modal	2	0.256	0.6911	0.0061	0	0.6929	0.7798	0	0.0005	0.1966	0.1188	0.2711	0.1972	0.1289
Modal	3	0.199	0.1251	0.0065	0	0.818	0.7863	0	0.0002	0.033	0.6759	0.2713	0.2302	0.8047
Modal	4	0.076	0.0009	0.1226	0	0.8189	0.9089	0	0.4733	0.0054	0.0094	0.7446	0.2356	0.8141
Modal	5	0.063	0.1085	0.002	0	0.9273	0.9109	0	0.0076	0.5502	0.005	0.7522	0.7858	0.8191
Modal	6	0.061	0.0028	0.0051	0	0.9301	0.916	0	0.0182	0.0141	0.0002	0.7705	0.7999	0.8193
Modal	7	0.048	0.0035	0.0116	0	0.9336	0.9276	0	0.037	0.0184	0.0983	0.8075	0.8183	0.9175
Modal	8	0.04	0.0183	0.0086	0	0.952	0.9363	0	0.0198	0.0476	0.0004	0.8272	0.8659	0.9179
Modal	9	0.038	0.0045	0.0038	0	0.9565	0.94	0	0.0073	0.0078	0.0089	0.8346	0.8737	0.9268
Modal	10	0.036	0.0024	0.0291	0	0.9588	0.9691	0	0.0527	0.0075	0.0213	0.8873	0.8812	0.948
Modal	11	0.029	1.96E-02	0	0	0.9784	0.9691	0	4.4E-06	0.0213	0.001	0.8873	0.9024	0.949
Modal	12	0.026	0.0016	0	0	0.98	0.9691	0	2.4E-06	0.0025	0.0005	0.8873	0.905	0.9494

ET Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.325	0.0018	0.7737	0	0.0018	0.7737	0	0.2706
Modal	2	0.256	0.6911	0.0061	0	0.6929	0.7798	0	0.0005
Modal	3	0.199	0.1251	0.0065	0	0.818	0.7863	0	0.0002
Modal	4	0.076	0.0009	0.1226	0	0.8189	0.9089	0	0.4733
Modal	5	0.063	0.1085	0.002	0	0.9273	0.9109	0	0.0076
Modal	6	0.061	0.0028	0.0051	0	0.9301	0.916	0	0.0182
Modal	7	0.048	0.0035	0.0116	0	0.9336	0.9276	0	0.037
Modal	8	0.04	0.0183	0.0086	0	0.952	0.9363	0	0.0198
Modal	9	0.038	0.0045	0.0038	0	0.9565	0.94	0	0.0073
Modal	10	0.036	0.0024	0.0291	0	0.9588	0.9691	0	0.0527
Modal	11	0.029	0.0196	0	0	0.9784	0.9691	0	4.385E-06
Modal	12	0.026	0.0016	0	0	0.98	0.9691	0	2.409E-06

ANALISIS ESTATICO MODULO N°04

I) ANALISIS ESTATICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00

Ctx= Muros estructurales

Cty= Muros estructurales

Período Fundamental de Vibración

Hn= **13.93**

Ctx= **60**

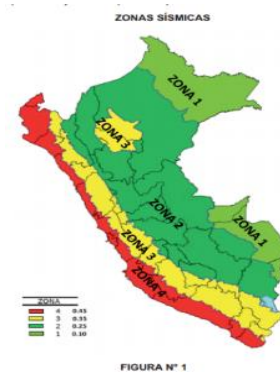
Cty= **60**

Tx= **0.23 seg**

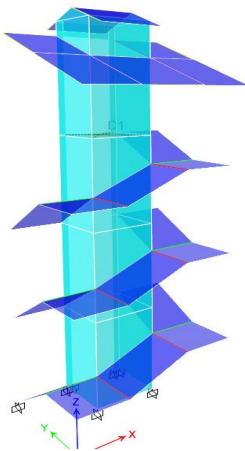
Ty= **0.23 seg**

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parámetros sísmicos



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**

U= **1.50**

S= **1.20**

C=

R=



	TP	T	TL
S2	0.6		2

Coefficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura

la= **1.00**

Factor de Irregularidad en planta

lp= **0.75**

Rx= **4.50**

Muros Estructurales

Ry= **6.00**

Muros Estructurales

Cálculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$T < T_P$$

$$C = 2,5$$

$$T_x = 0.23$$

$$T_y = 0.23$$

$$T_P = 0.60$$

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

$$C_x = ZUSC_x/R = 0.2500$$

$$C_y = ZUSC_y/R = 0.1875$$

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X $C/R \geq 0.11$ **0.556** **OK**

en el eje Y $C/R \geq 0.11$ **0.417** **OK**

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

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

Masa y pesos de la estructura

Nº	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 4	1751.14	1751.14	17172.90	17172.90
Piso 3	5062.29	5062.29	49644.36	49644.36
Piso 2	2983.94	2983.94	29262.60	29262.60
Piso 1	2957.63	2957.63	29004.59	29004.59

Peso en X= **125084.46**

Peso en y= **125084.46**

La fuerza cortante en X : $V_x =$ **31271.11** 31.27ton

La fuerza cortante en Y : $V_y =$ **23453.34** 23.45ton

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Está determinado por la siguiente expresión

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde:

V= Cortante basal

α_i = Factor de F

n= numero de pisos

K: es un exponente relacionado con el periodo de fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T \leq 0.5 \text{ ----> } k=1.0$$

$$T \geq 0.5 \text{ ----> } k=0.75+0.5T \leq 2.0$$

$$K_x = 1$$

$$K_y = 1$$

Fuerza sísmica en dirección X

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	17172.90	13.93	239218.56	0.24	7511.43	7.51
Piso 3	49644.36	9.60	476585.85	0.48	14964.73	14.96
Piso 2	29262.60	6.40	187280.67	0.19	5880.59	5.88
Piso 1	29004.59	3.20	92814.69	0.09	2914.37	2.91
$\Sigma = \text{P. Ed.}$	125084.46	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	995899.77	1.00	31271.11	31.27

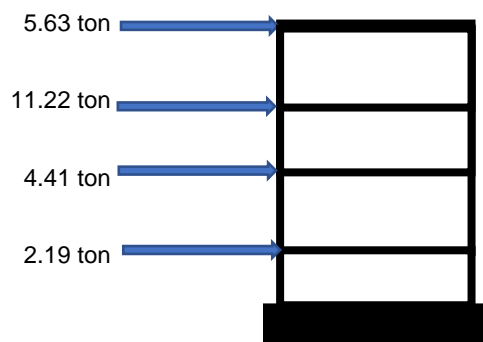
Grafico de la fuerzas en la altura



Fuerza sísmica en dirección y

Nivel	Pi (kg)	hi(m)	$P_i * (h_i)^k$	ai	Fi (kg)	Fi (ton)
Piso 4	17172.90	13.93	239218.56	0.24	5633.57	5.63
Piso 3	49644.36	9.60	476585.85	0.48	11223.55	11.22
Piso 2	29262.60	6.40	187280.67	0.19	4410.44	4.41
Piso 1	29004.59	3.20	92814.69	0.09	2185.78	2.19
$\Sigma = \text{P. Ed.}$	125084.46	$\Sigma = P_i * (h_i)^k$	995899.77	0.52	23453.34	23.45

Grafico de la fuerzas en la altura

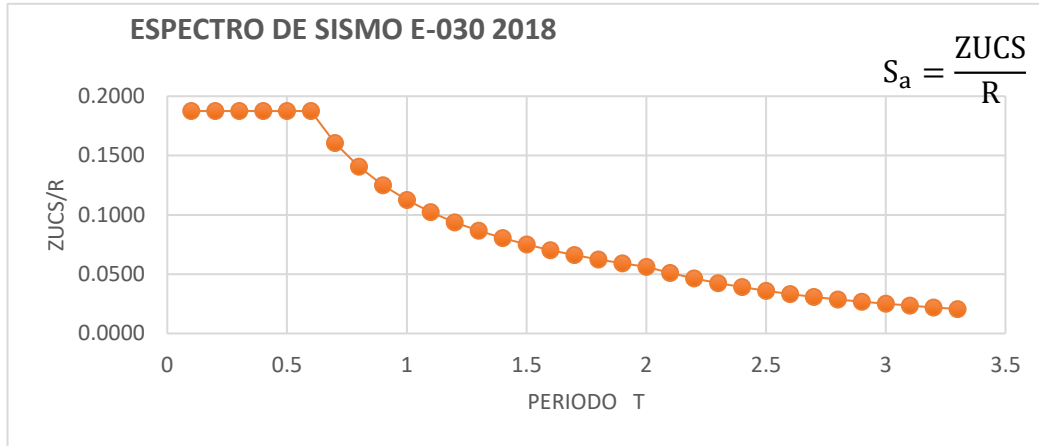


ANALISIS DINAMICO

NOTA Rellenar todo de color azul

II) Analisis modal espectral - Analisis dinamico

Aceleración espectral



Factor de amplificación (Cortante dinamica)

NTE 030

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$ -----> REGULAR

$V_{din} \geq 90\% V_{est}$ -----> IRREGULAR

EN X-X

	Load Case/Combo	FX
Vest=	S_ETX	31.27
Vdin=	S_DX Max	16.95

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$

54%

REG

80%

Se observa que la cortante dinamica en "X" es el :

54%

Entonces incrementar cortante

EN Y-Y

	Load Case/Combo	FY
Vest=	S_ETY	23.45
Vdin=	S_DY Max	16.96

$V_{din} \geq 80\% V_{est}$

72%

REG

80%

Se observa que la cortante dinamica en "Y" es el :

72%

Entonces incrementar cortante

Es necesario lograr que la fuerza cortante obtenida mediante el metodo dinamico sea igual a por lo menos el 80% de la fuerza cortante obtenida mediante el metodo estatico descrito por la norma de diseño sismo resistente.

Amplificar :

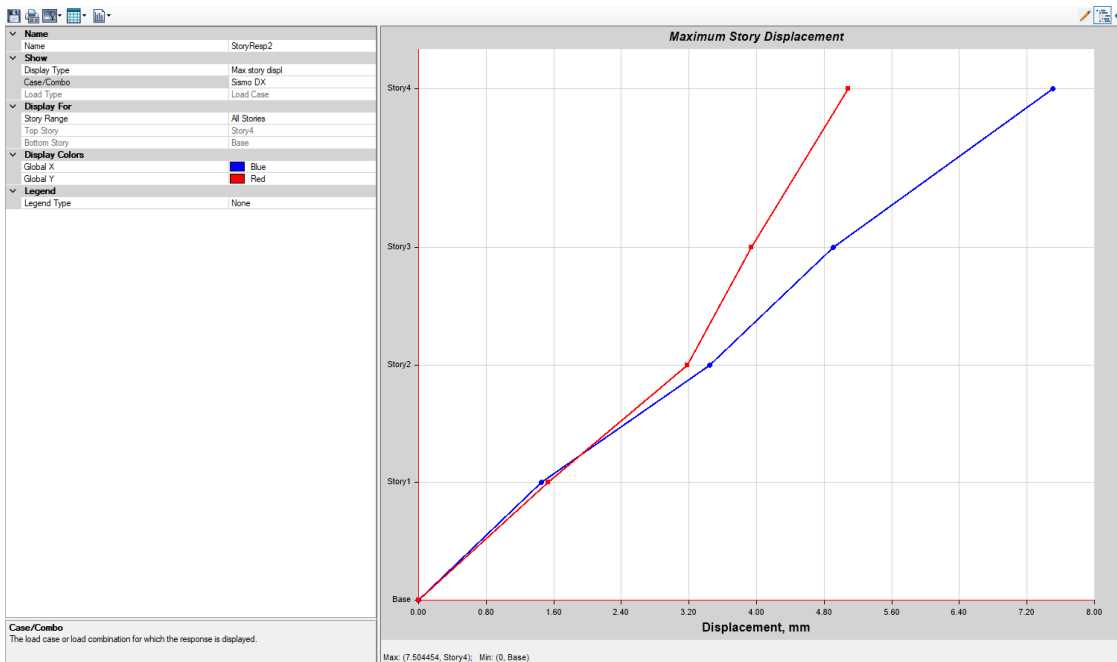
se amplifica al sismo por un nuevo factor de escala

FaX	1.48
FaY	1.11

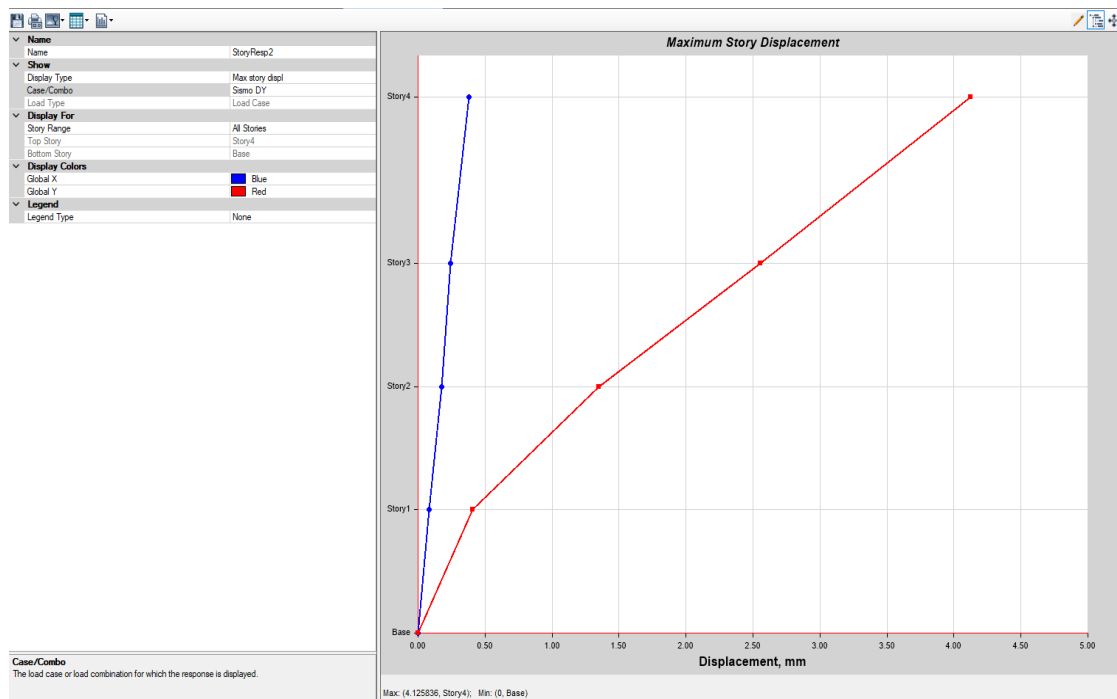
este nuevo factor F.E. no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

Desplazamientos absolutos y relativos (Derivas)

Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n X = 7.50 mm.

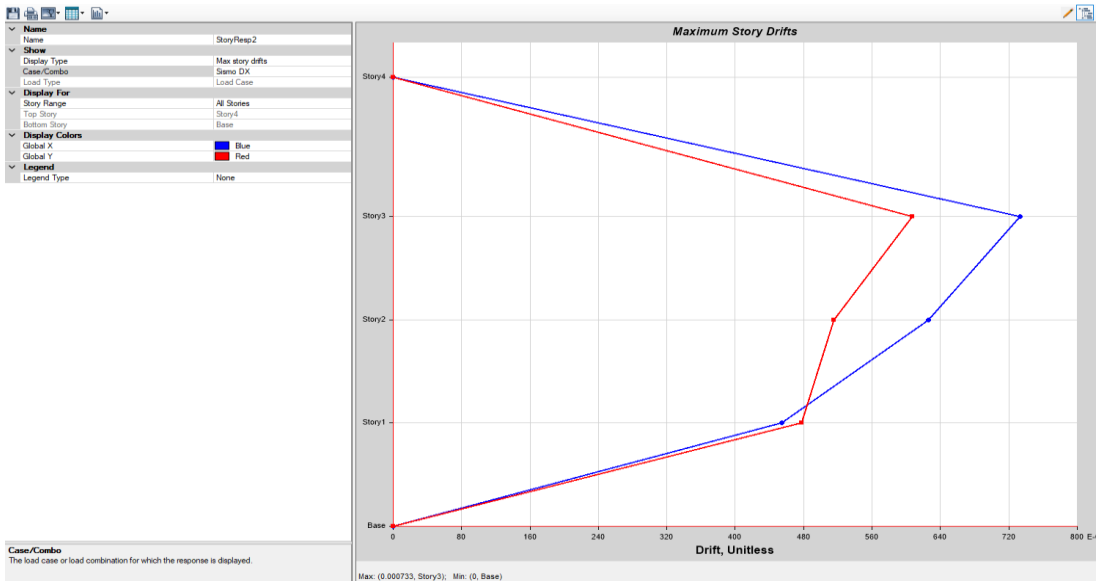


Desplazamiento absoluto de la estructura por carga Sismica en direcci3n Y = 4.12 mm.



Desplazamiento relativos en direcci3n "X".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Direcci3n	Deriva	Rx= 4.5	
				Deriva *0.75*R < 0.007	
Piso 4	SIS Dinam.	X	0	0	Si
Piso 3	SIS Dinam.	X	0.000733	0.002473875	Si
Piso 2	SIS Dinam.	X	0.000626	0.00211275	Si
Piso 1	SIS Dinam.	X	0.000454	0.00153225	Si



Desplazamiento relativos en dirección "Y".

Deriva maximas por piso					
Pisos	Caso de carga	Dirección	Deriva	Ry= 6	
				Deriva *0.75*R	< 0.007
Piso 4	SIS Dinam.	Y	0.000388	0.001746	Si
Piso 3	SIS Dinam.	Y	0.000296	0.001332	Si
Piso 2	SIS Dinam.	Y	0.000127	0.0005715	Si
Piso 1	SIS Dinam.	Y	0.000119	0.0005355	Si

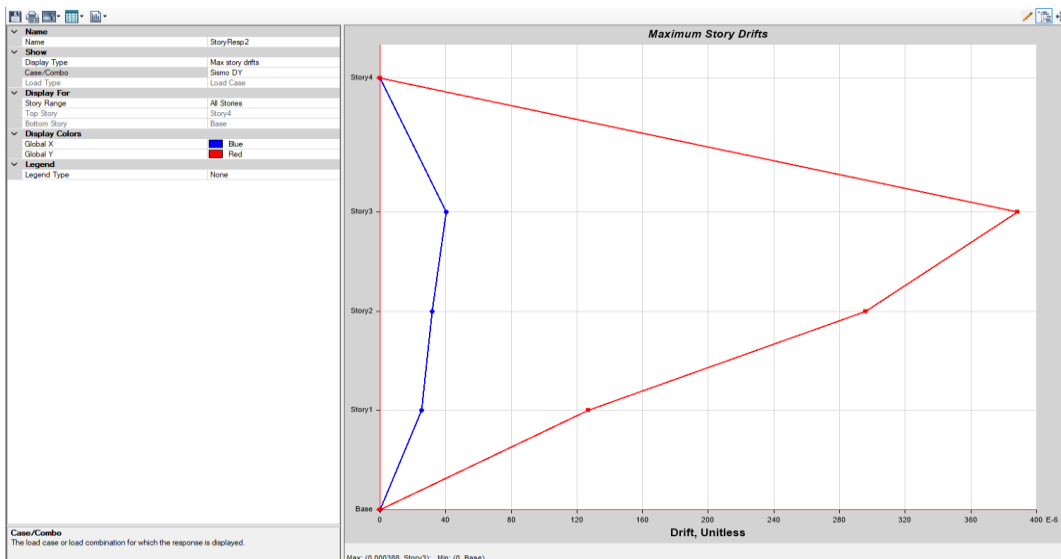


Tabla N° 11
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO

Material Predominante	(Δ_i / h_{ai})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

$$\Delta_{inel} = 0.75 R \Delta_{elast} \text{ -----REGULAR}$$

$$\Delta_{inel} = 0.85 R \Delta_{elast} \text{ -----IRREGULAR}$$

MODOS DE VIBRACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.301	0.309	0.0005	0	0.309	0.0005	0	0.0001	0.1533	0.4621	0.0001	0.1533	0.4621
Modal	2	0.229	0.0005	0.7122	0	0.3095	0.7127	0	0.4441	0.0003	0.0002	0.4442	0.1536	0.4623
Modal	3	0.158	0.4206	4.7E-05	0	0.7301	0.7127	0	0.0003	0.275	0.3074	0.4445	0.4286	0.7697
Modal	4	0.065	0.0359	0.0001	0	0.766	0.7129	0	0.0001	0.0684	0.0674	0.4446	0.497	0.8372
Modal	5	0.049	0.0002	0.0442	0	0.7662	0.757	0	0.0534	0.0005	0.0001	0.498	0.4975	0.8373
Modal	6	0.042	0.0079	0.0328	0	0.7741	0.7898	0	0.0565	0.0136	0.0212	0.5545	0.5111	0.8585
Modal	7	0.039	0.0444	0.0306	0	0.8185	0.8204	0	0.0513	0.0766	0.0054	0.6058	0.5877	0.8639
Modal	8	0.037	0.0529	0.0224	0	0.8715	0.8428	0	0.0351	0.094	0.0642	0.6409	0.6818	0.9281
Modal	9	0.035	0.0003	0.0433	0	0.8718	0.8861	0	0.0658	0.0011	0.0012	0.7067	0.6829	0.9293
Modal	10	0.034	0.0249	0.0002	0	0.8967	0.8863	0	0.0005	0.0508	0.0052	0.7072	0.7337	0.9345
Modal	11	0.03	0.0166	0.0009	0	0.9133	0.8871	0	0.0018	0.0302	0.0035	0.7091	0.7638	0.9381
Modal	12	0.028	0.0002	0.0112	0	0.9134	0.8983	0	0.0237	0.0002	0.0002	0.7328	0.764	0.9383

ET Modal Participating Mass Ratios

File Edit Format-Filter-Sort Options

Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios

Filter: None

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.301	0.309	0.0005	0	0.309	0.0005	0	0.0001
Modal	2	0.229	0.0005	0.7122	0	0.3095	0.7127	0	0.4441
Modal	3	0.158	0.4206	4.711E-05	0	0.7301	0.7127	0	0.0003
Modal	4	0.065	0.0359	0.0001	0	0.766	0.7129	0	0.0001
Modal	5	0.049	0.0002	0.0442	0	0.7662	0.757	0	0.0534
Modal	6	0.042	0.0079	0.0328	0	0.7741	0.7898	0	0.0565
Modal	7	0.039	0.0444	0.0306	0	0.8185	0.8204	0	0.0513
Modal	8	0.037	0.0529	0.0224	0	0.8715	0.8428	0	0.0351
Modal	9	0.035	0.0003	0.0433	0	0.8718	0.8861	0	0.0658
Modal	10	0.034	0.0249	0.0002	0	0.8967	0.8863	0	0.0005
Modal	11	0.03	0.0166	0.0009	0	0.9133	0.8871	0	0.0018
Modal	12	0.028	0.0002	0.0112	0	0.9134	0.8983	0	0.0237

Anexo I. Definición de rótulas plásticas

RÓTULAS EN LOS MÓDULO S

Rótulas en Vigas, Módulo 1

Eje 1-1 y 2-2		
Entre (E-E, D-D y C-C)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.30 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	6.40 m
Pi: inicio	=	0.094
Pj: final	=	0.906

Eje F-F y E-E		
Entre (1-1 y 2-2)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.23 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	3.10 m
Pi: inicio	=	0.169
Pj: final	=	0.831

Eje E-E, D-D y C-C		
Entre (1-1 y 2-2)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.23 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	4.10 m
Pi: inicio	=	0.128
Pj: final	=	0.872

Eje C-C y B-B		
Entre (1-1 y 2-2)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.23 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	4.10 m
Pi: inicio	=	0.128
Pj: final	=	0.872

Rótulas en Vigas, Módulo 2

Eje 3-3 y 4-4		
Entre (B-B)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.15 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	3.71 m
Pi: inicio	=	0.121
Pj: final	=	0.879

Rótulas en Vigas, Módulo 3

Eje A' - A'		
Entre (8-9, 9-9)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.23 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	4.10 m
Pi: inicio	=	0.128
Pj: final	=	0.872

Eje B' - B'		
Entre (7-7, 8-8)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.28 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	2.37 m
Pi: inicio	=	0.243
Pj: final	=	0.757

Eje A' - A'		
Entre (7-7, 8-8)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.23 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	3.35 m
Pi: inicio	=	0.157
Pj: final	=	0.843

Eje B' - B'		
Entre (9-9, 10-10)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.28 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	2.25 m
Pi: inicio	=	0.256
Pj: final	=	0.744

Eje A' - A'		
Entre (9-9, 10-10)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.23 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	3.34 m
Pi: inicio	=	0.157
Pj: final	=	0.843

Eje 8-8, 9-9		
Entre (A'-A', B'-B')		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.30 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	6.80 m
Pi: inicio	=	0.088
Pj: final	=	0.912

Eje B' - B'		
Entre (8-9, 9-9)		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.28 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	3.00 m
Pi: inicio	=	0.192
Pj: final	=	0.808

Eje 8-8, 9-9		
Entre (B'-B', C'-C')		
Rotulas plasticas		
VP.(. 30x.60)		
bi	=	0.28 m
Lp	=	0.30 m
Luz libre de la viga	=	6.90 m
Pi: inicio	=	0.083
Pj: final	=	0.917

Anexo J. Análisis pushover: Punto de desempeño

a) MÓDULO 1

Figura 117

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 1

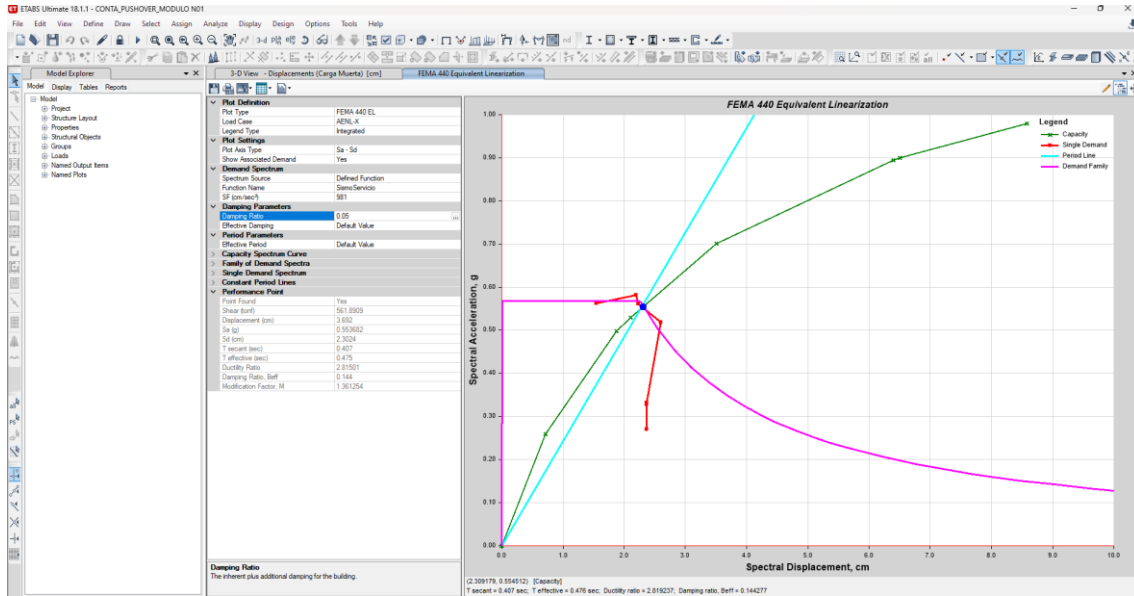


Figura 118

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 1

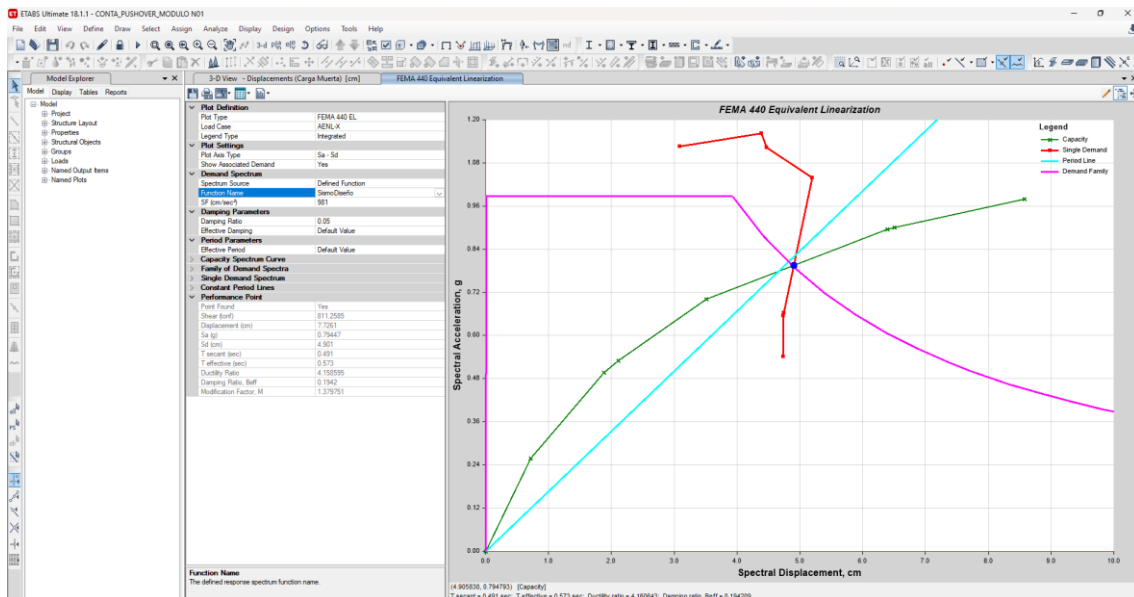


Figura 119

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 1

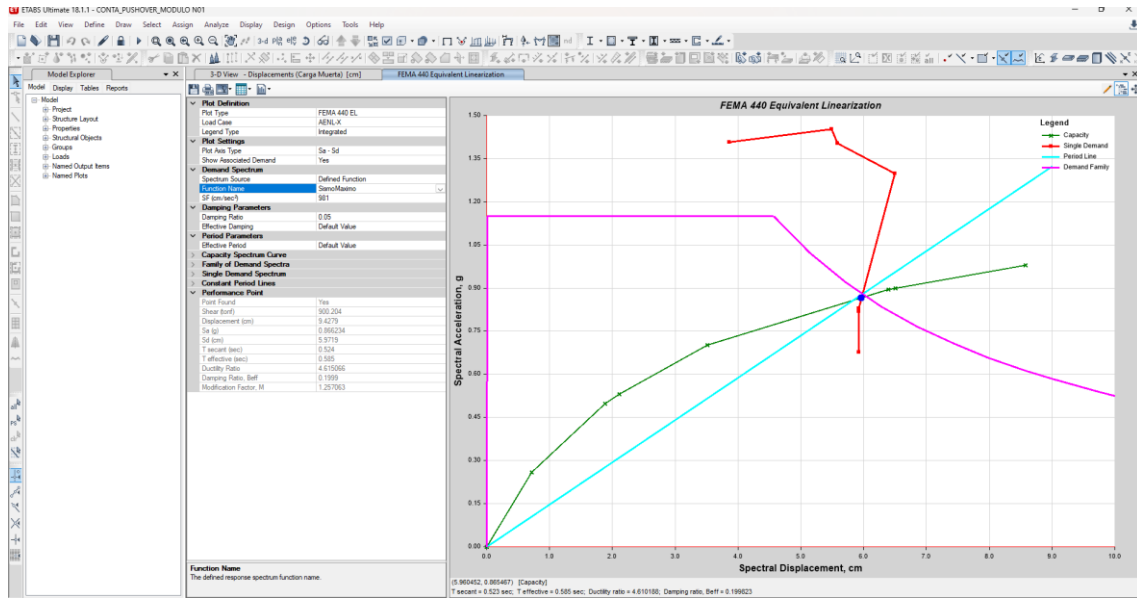


Figura 120

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 1

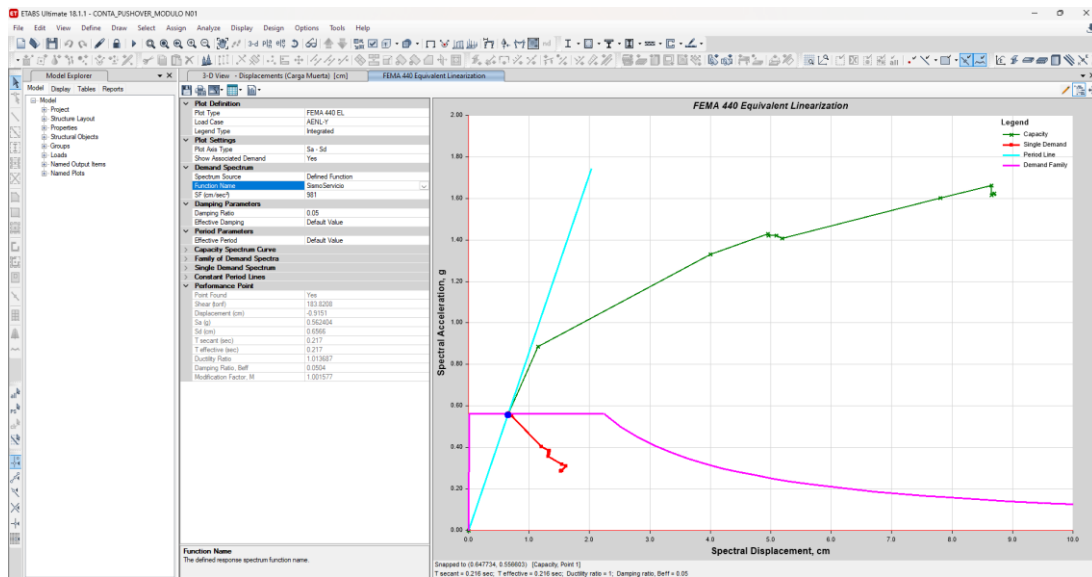


Figura 121

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 1

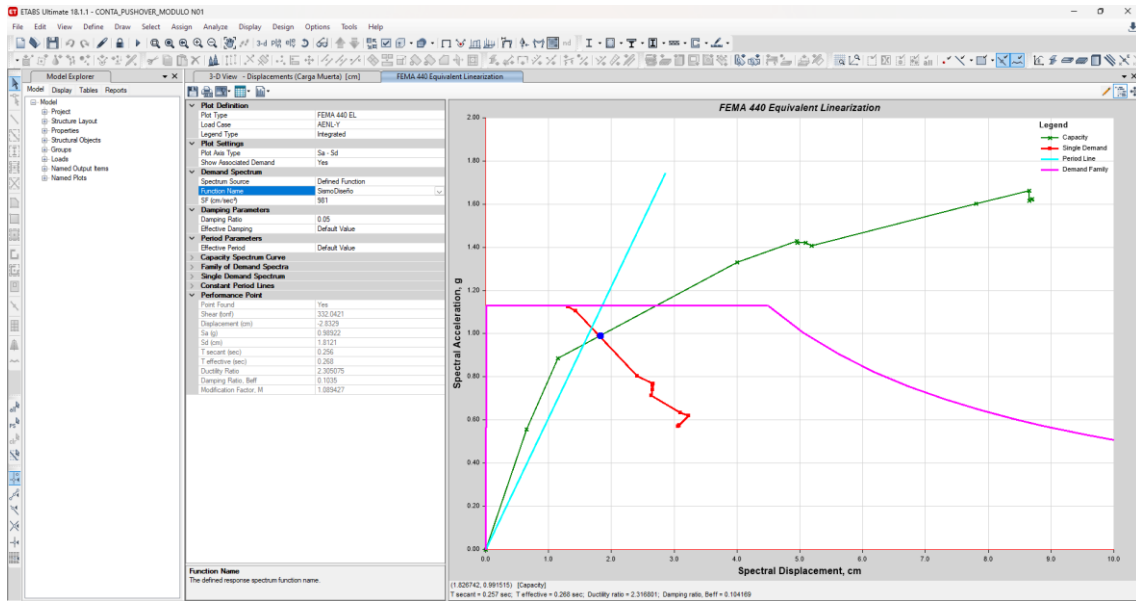
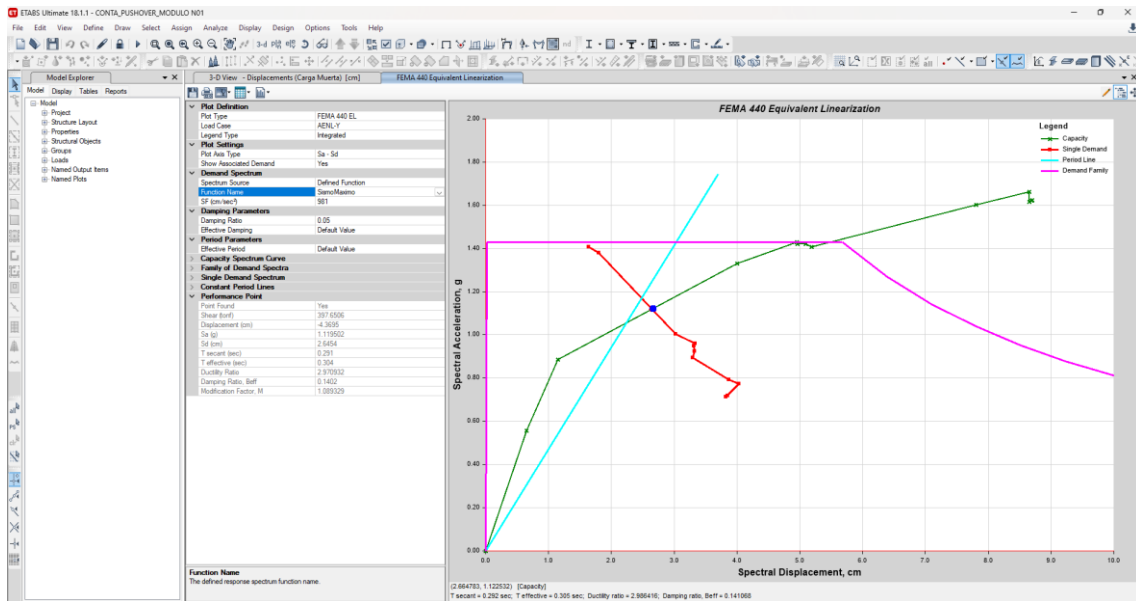


Figura 122

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 1



b) MÓDULO 2

Figura 123

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 1

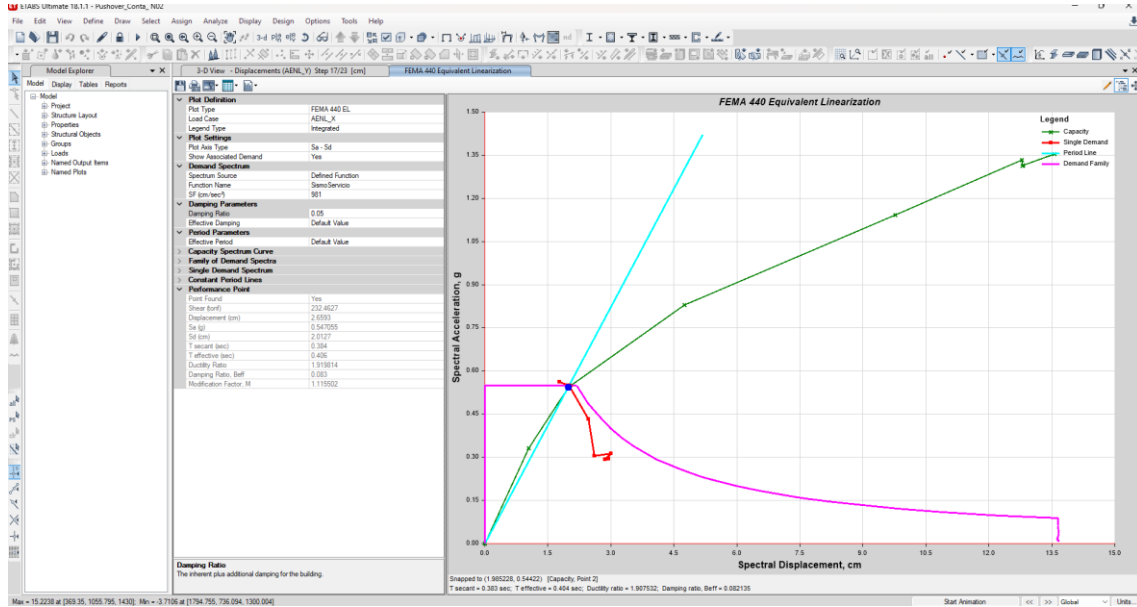


Figura 124

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 2

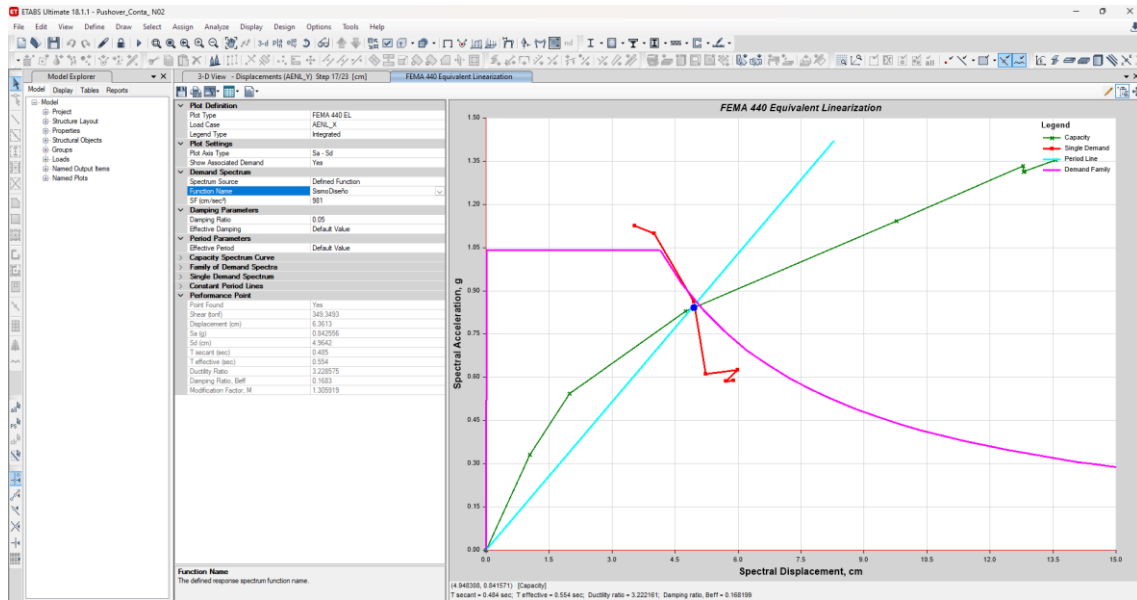


Figura 125

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 2

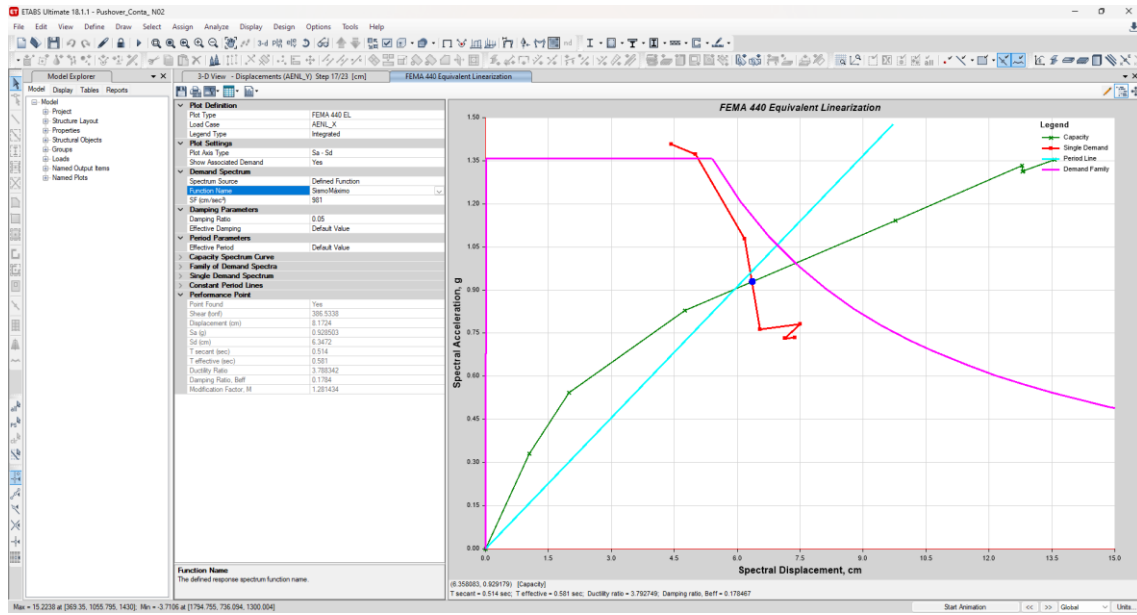


Figura 126

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 2

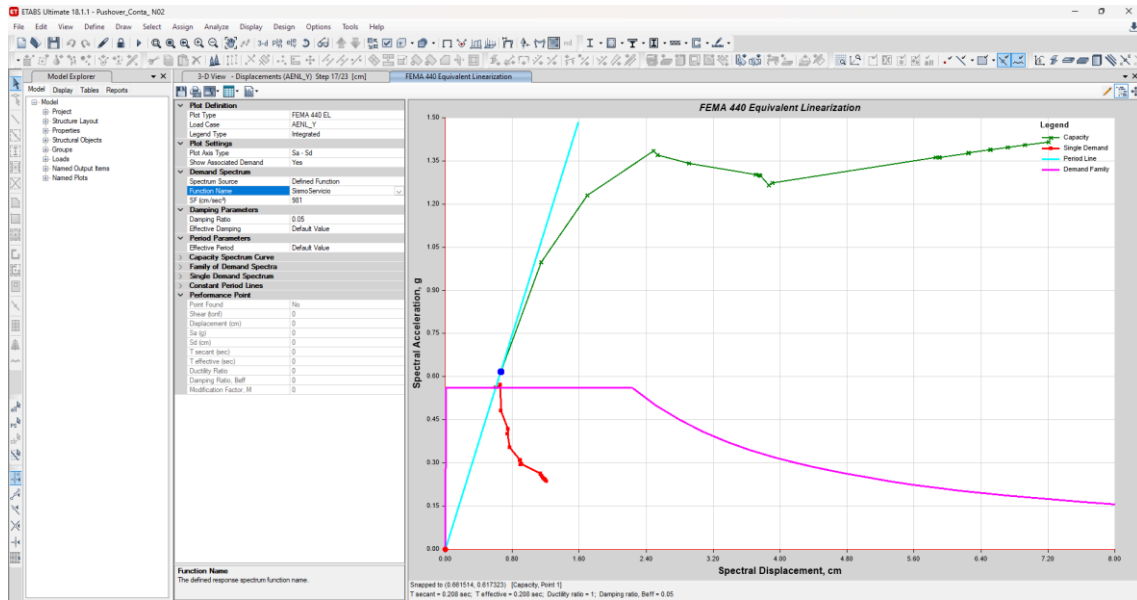


Figura 127

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 2

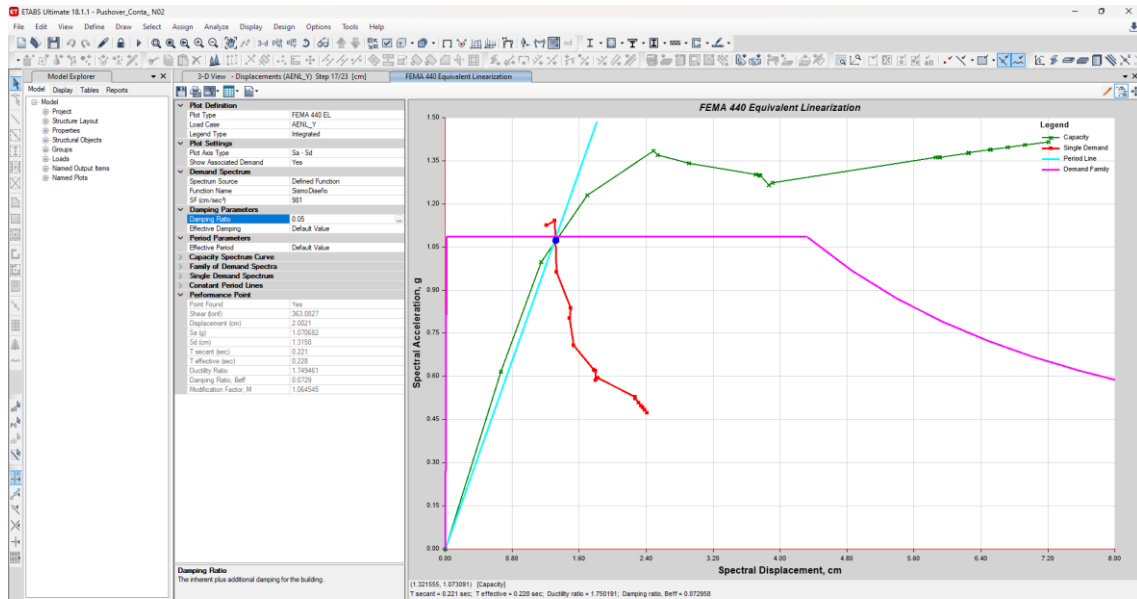
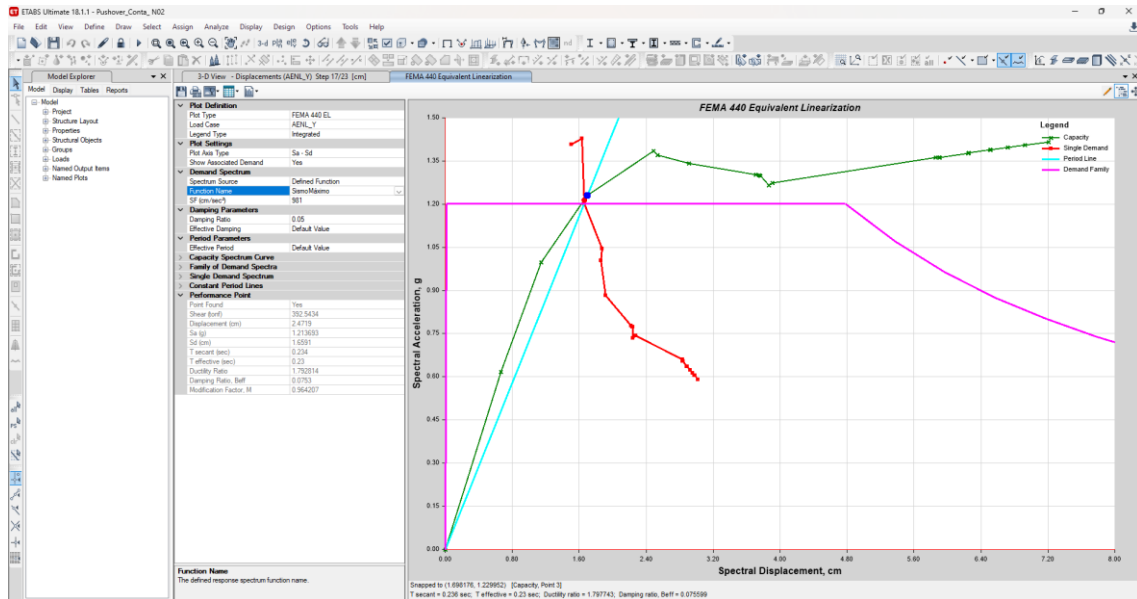


Figura 128

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 2



c) MÓDULO 3

Figura 129

Intersección de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 3

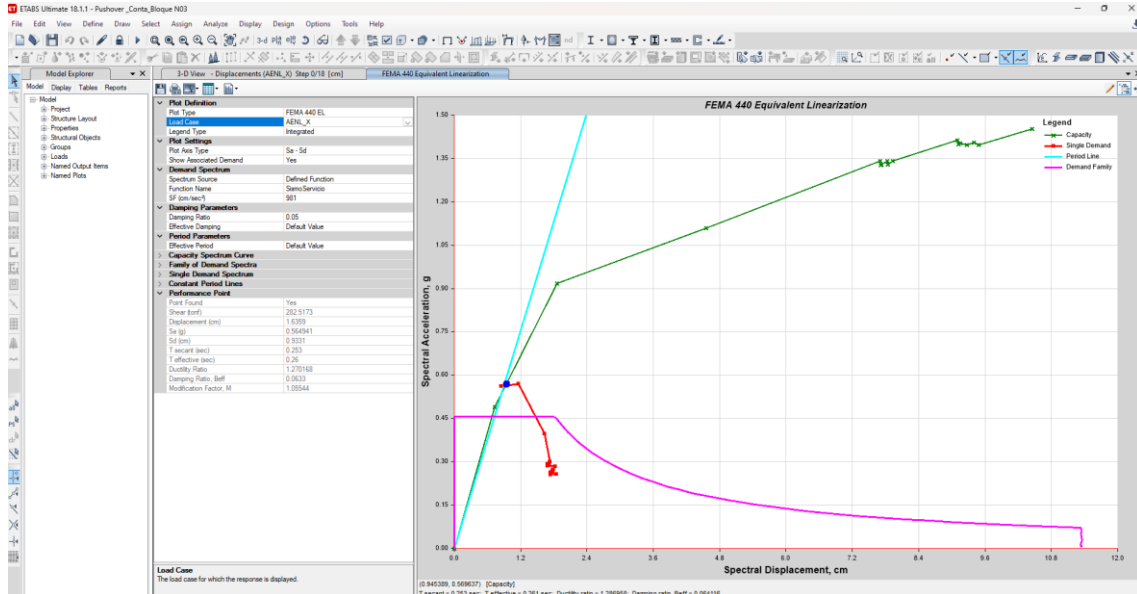


Figura 130

Intersección de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 3

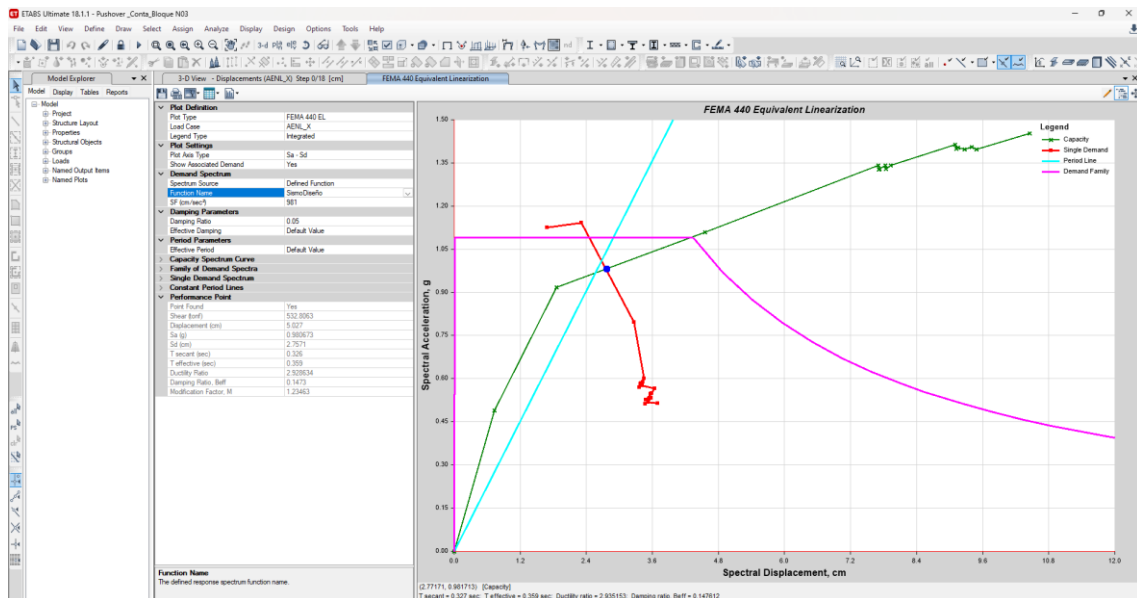


Figura 131

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 3

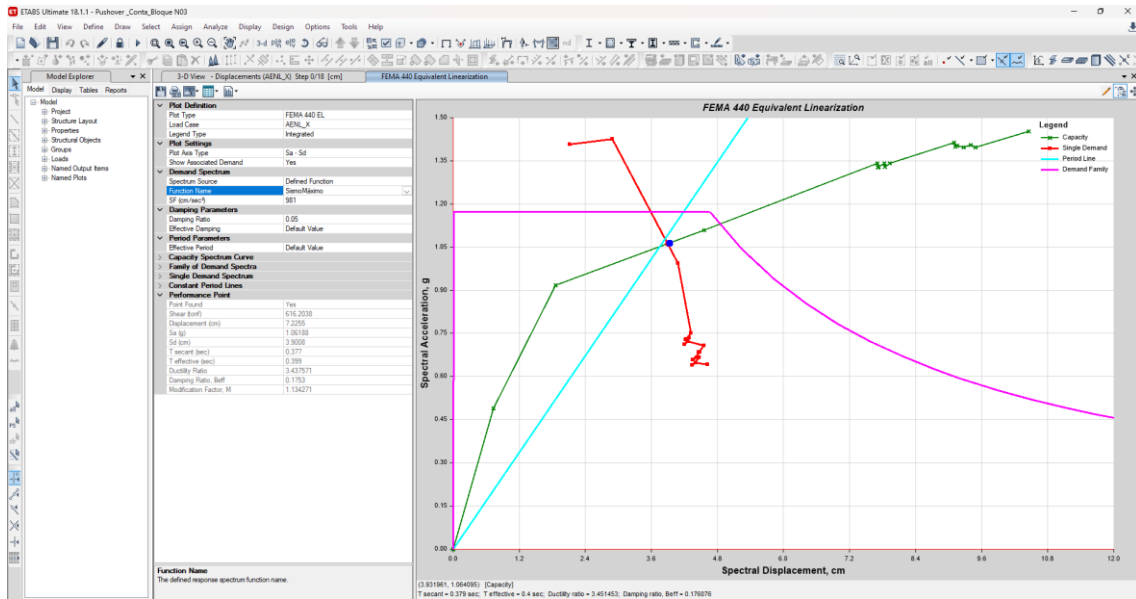


Figura 132

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 3

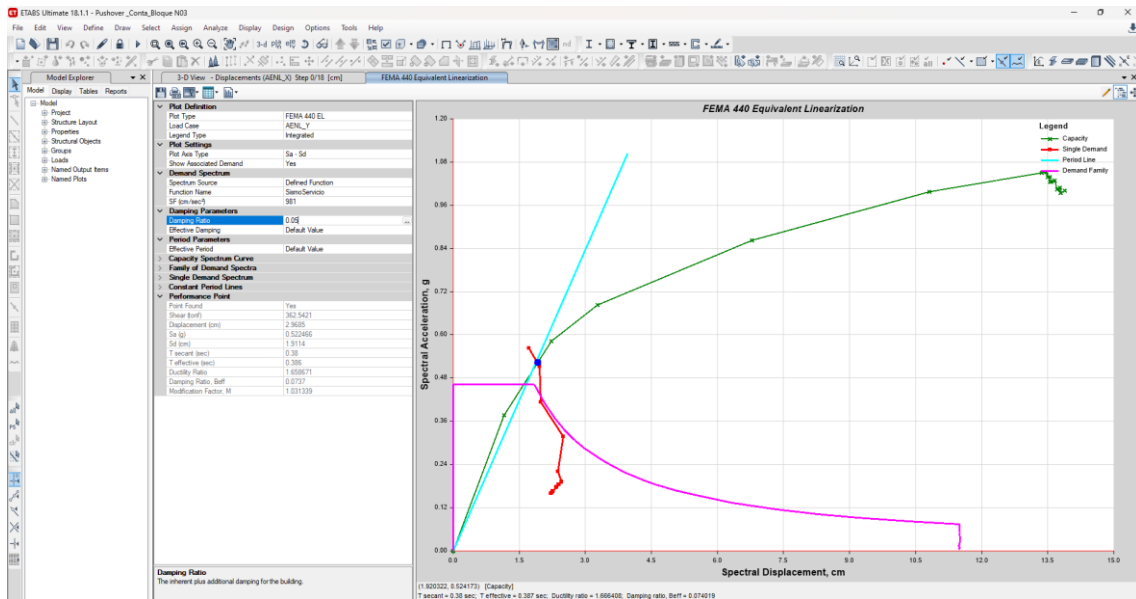


Figura 133

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 3

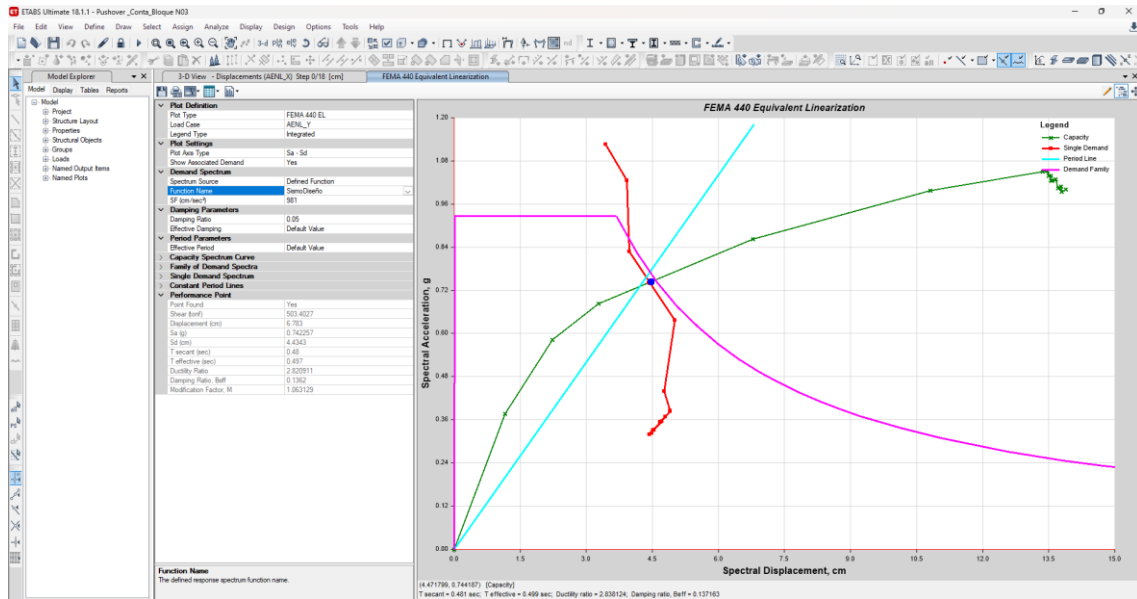
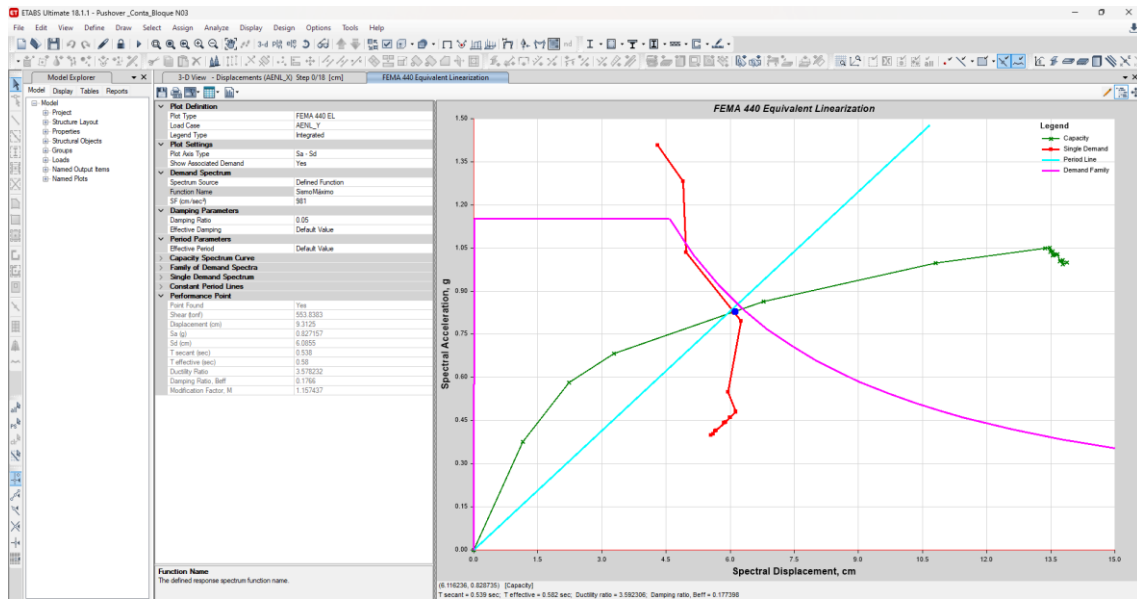


Figura 134

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 3



d) MÓDULO 4

Figura 135

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SS, Módulo 4

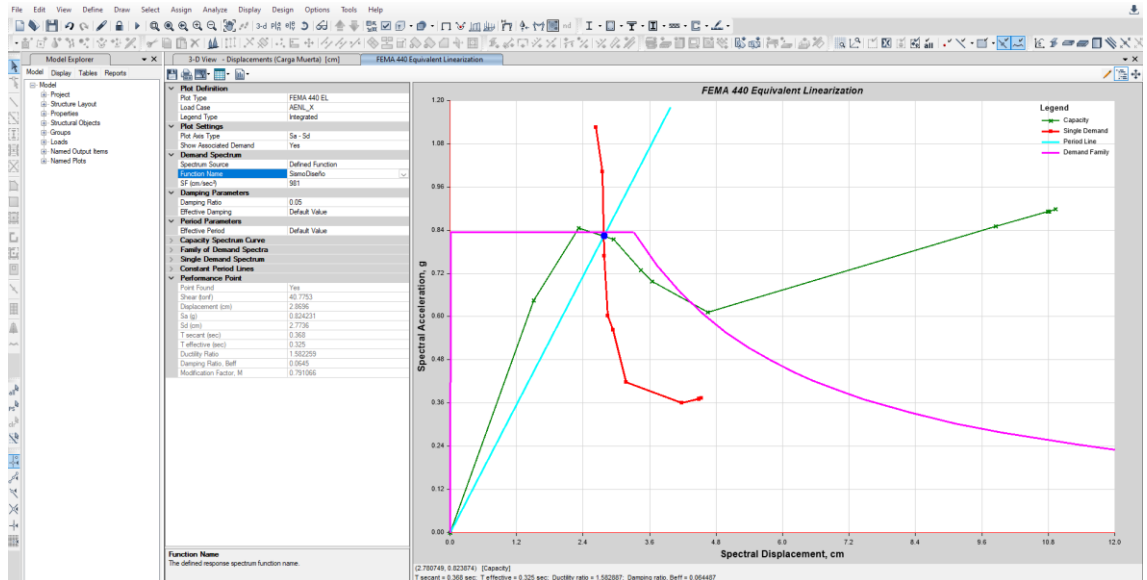


Figura 136

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SD, Módulo 4

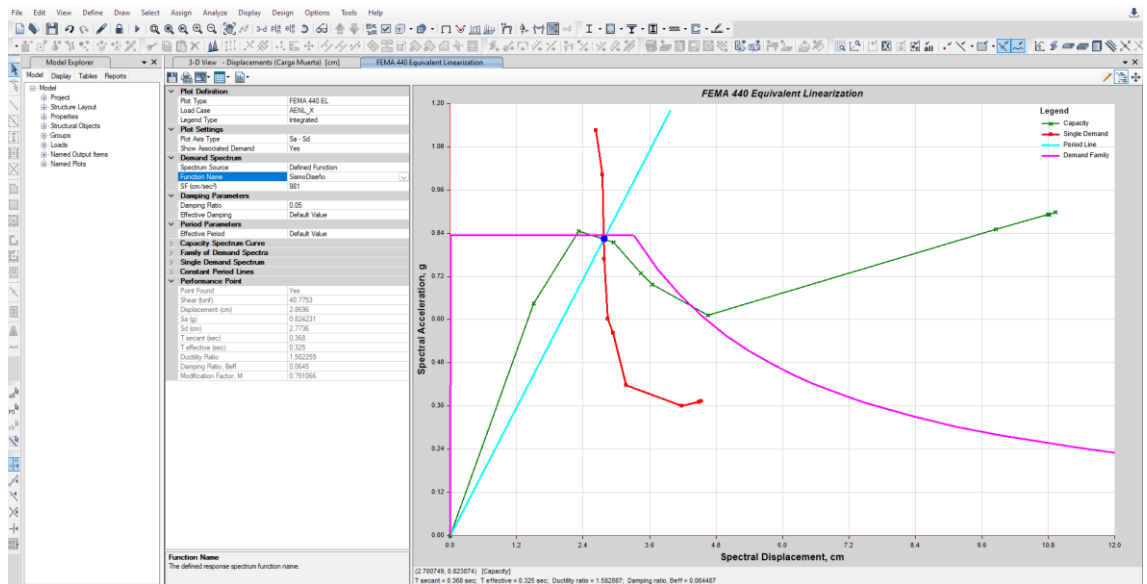


Figura 137

Intercepción de Demanda y Capacidad en X, SM, Módulo 4

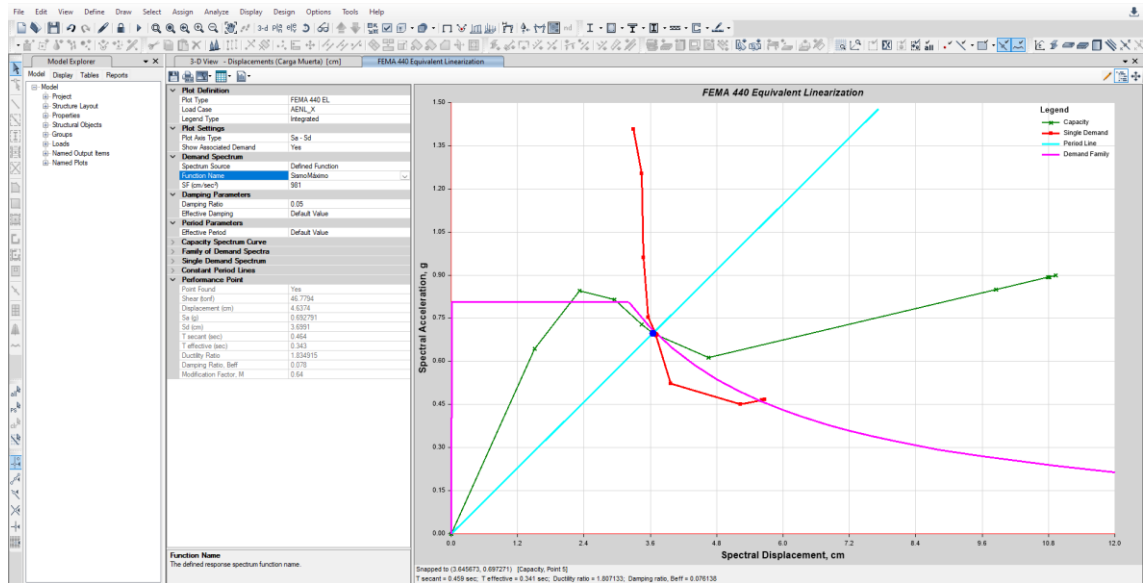


Figura 138

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SS, Módulo 4

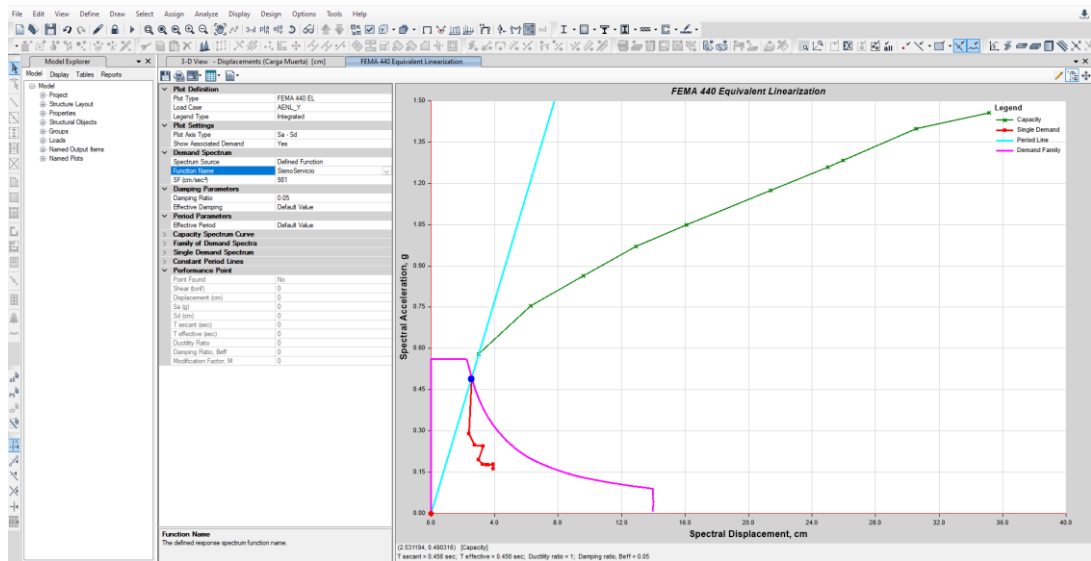


Figura 139

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SD, Módulo 4

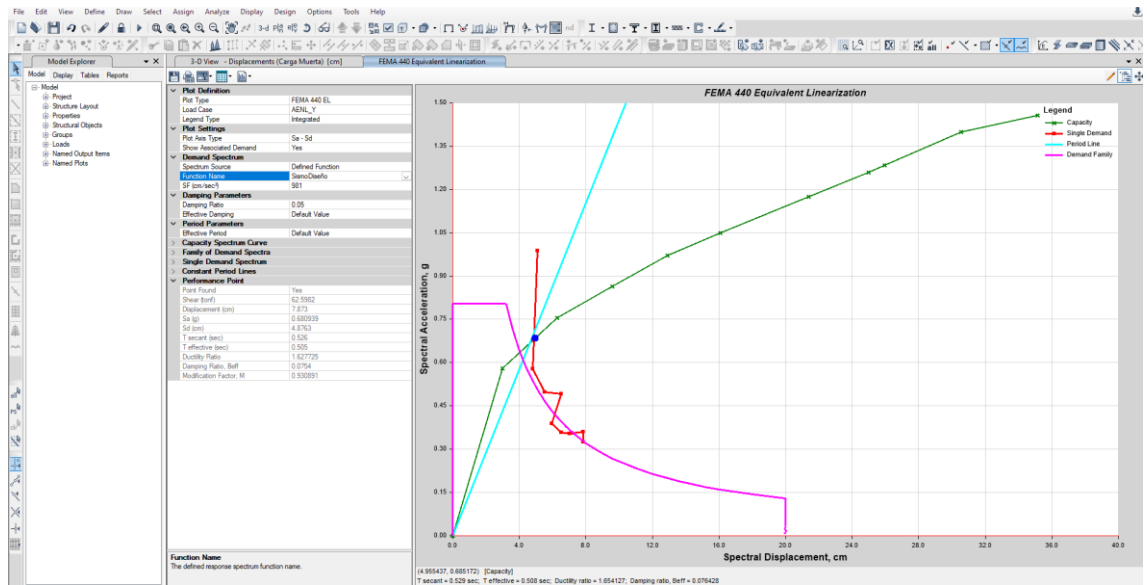
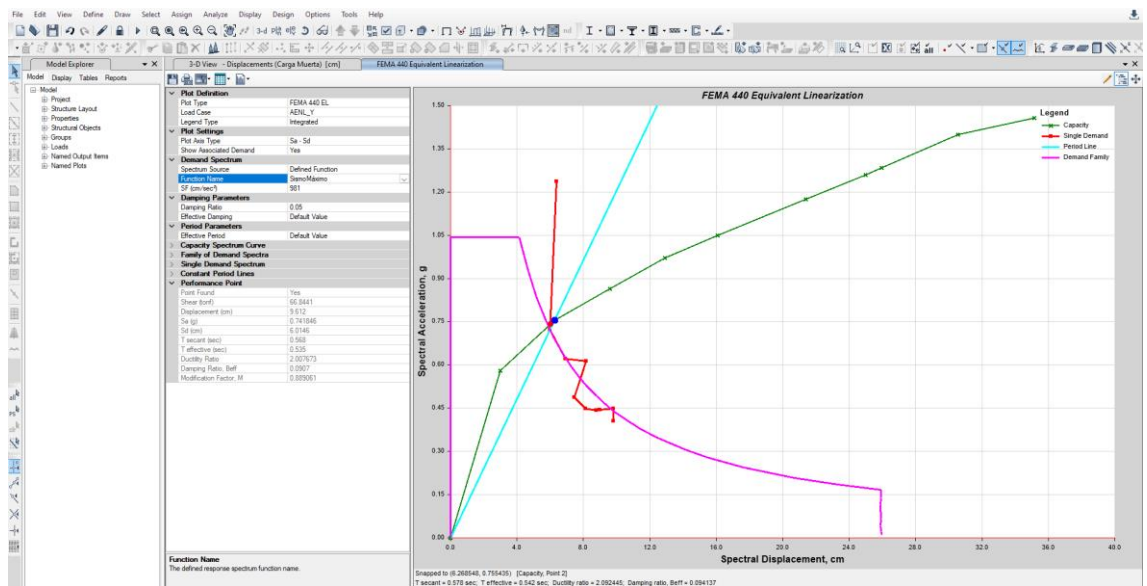


Figura 140

Intercepción de Demanda y Capacidad en Y, SM, Módulo 4

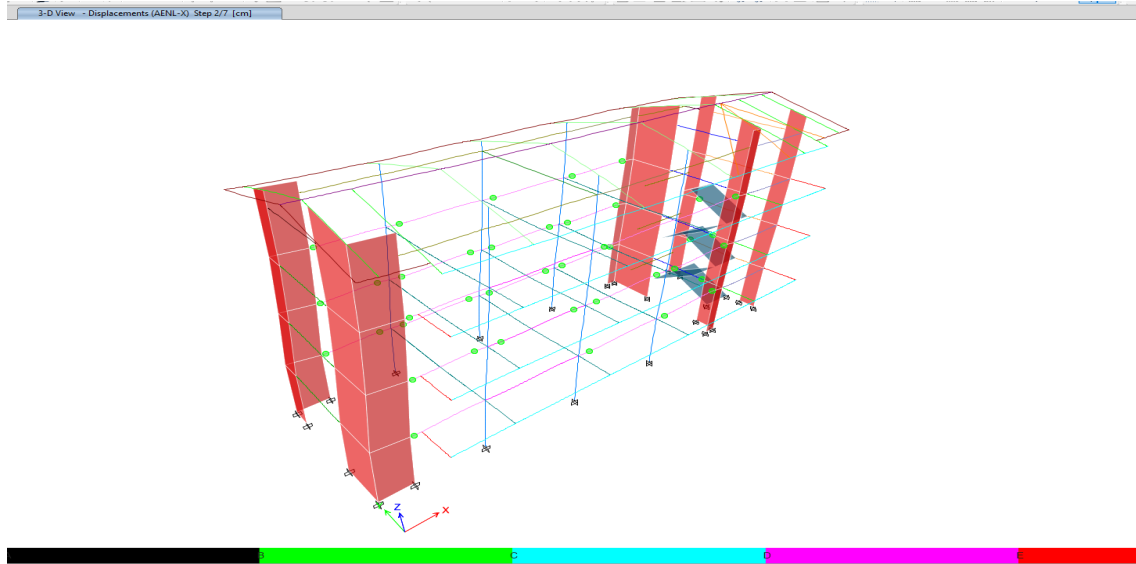


Anexo K. Análisis pushover: Rótulas plásticas

a) MÓDULO 1

Figura 141

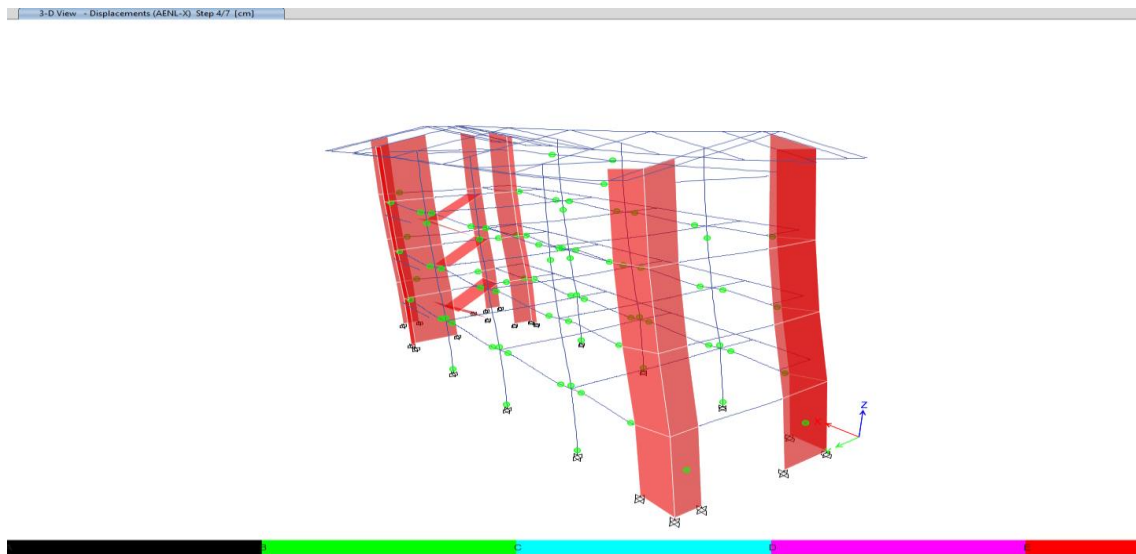
Rótulas en Dirección X, Segundo Step, Módulo 1



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las vigas del primer piso y segundo piso”.

Figura 142

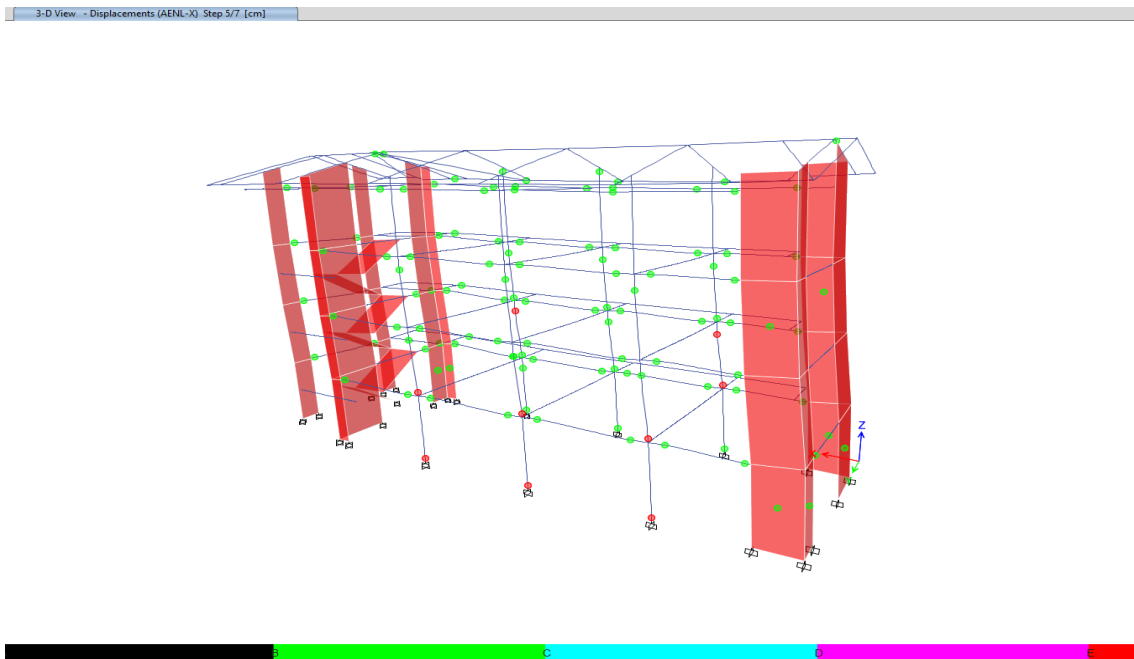
Rótulas en Dirección X, Cuarto Step, Módulo 1



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura de columnas del primer piso, y las rotulas en las placas”.

Figura 143

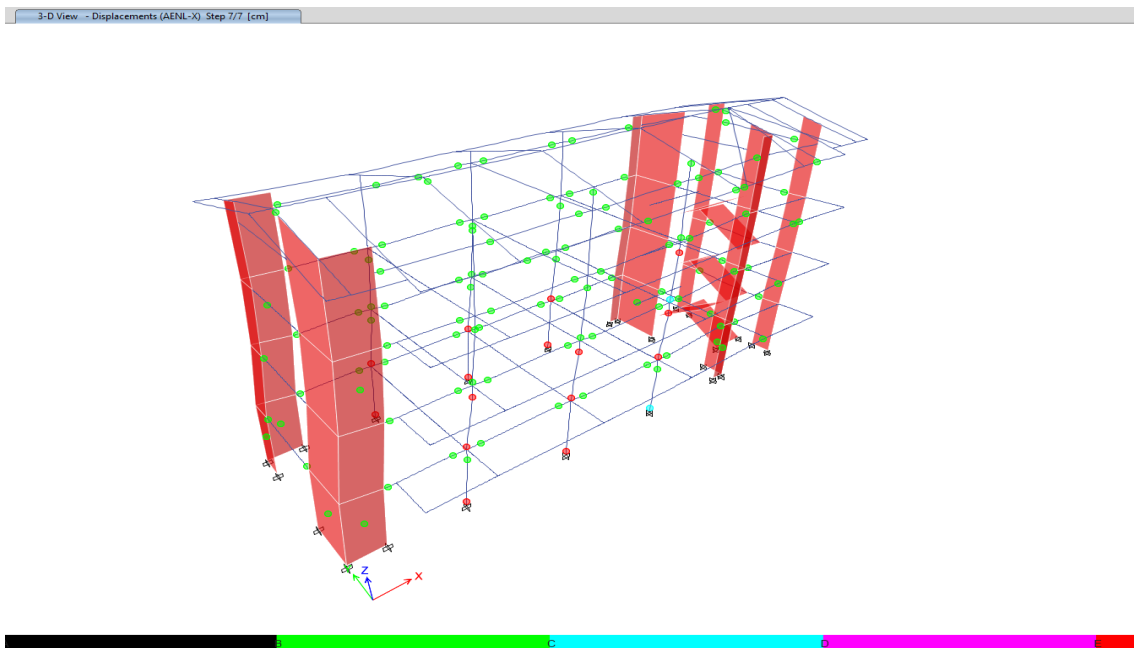
Rótulas en Dirección X, Quinto Step, Módulo 1



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura de pre colapso en las columnas”.

Figura 144

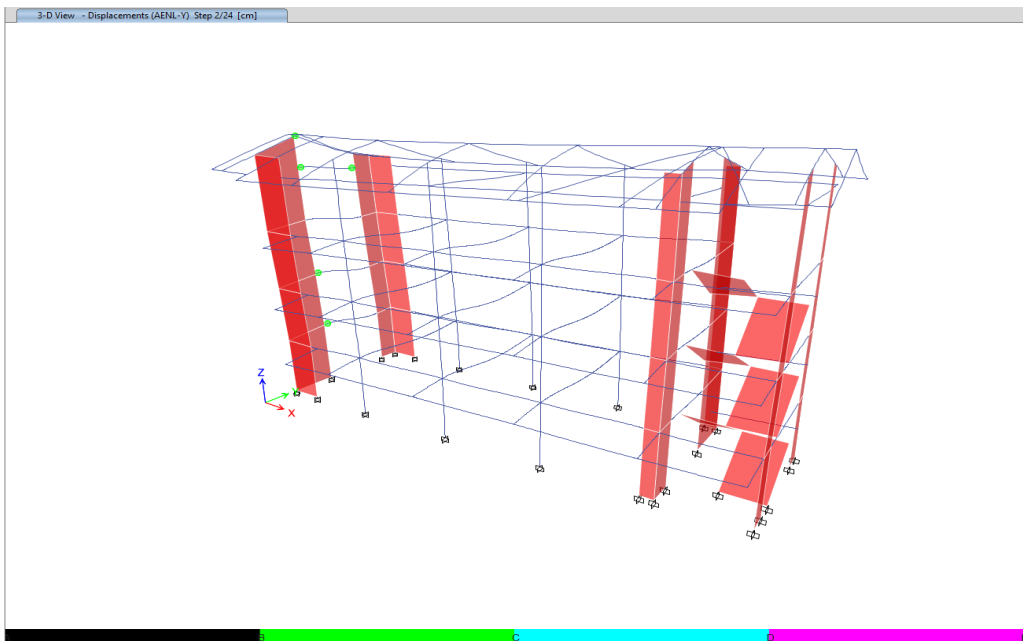
Rótulas en Dirección X, 7 Step, Módulo 1



Nota: Se observa todas las rotulas de la estructural en el último set.

Figura 145

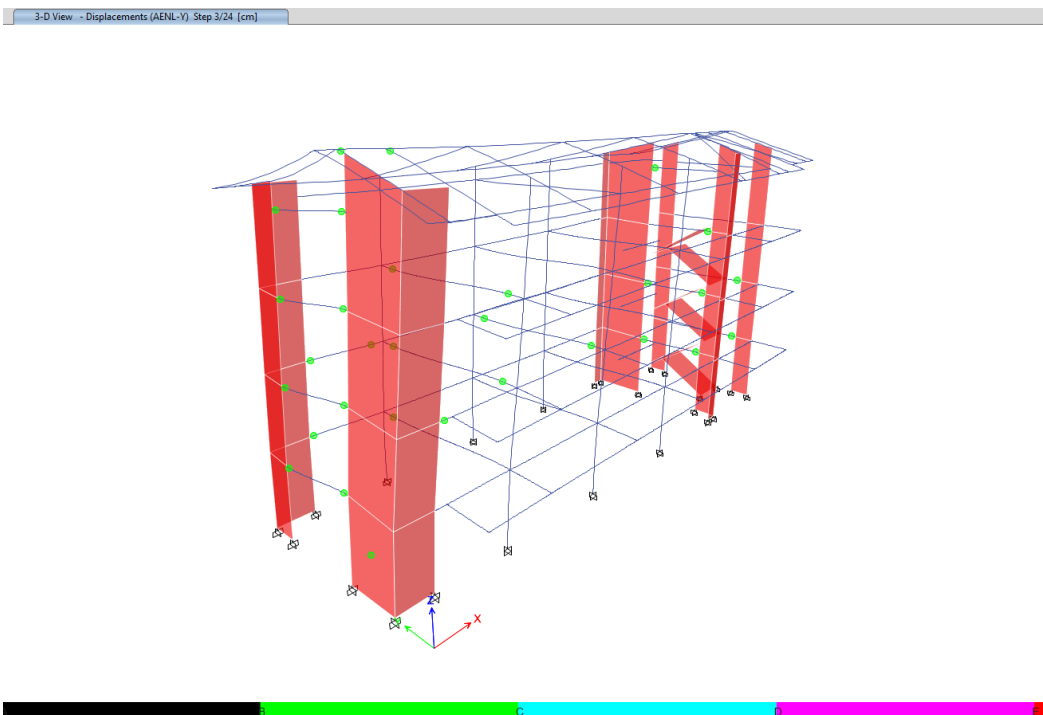
Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 1



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en el en las vigas”.

Figura 146

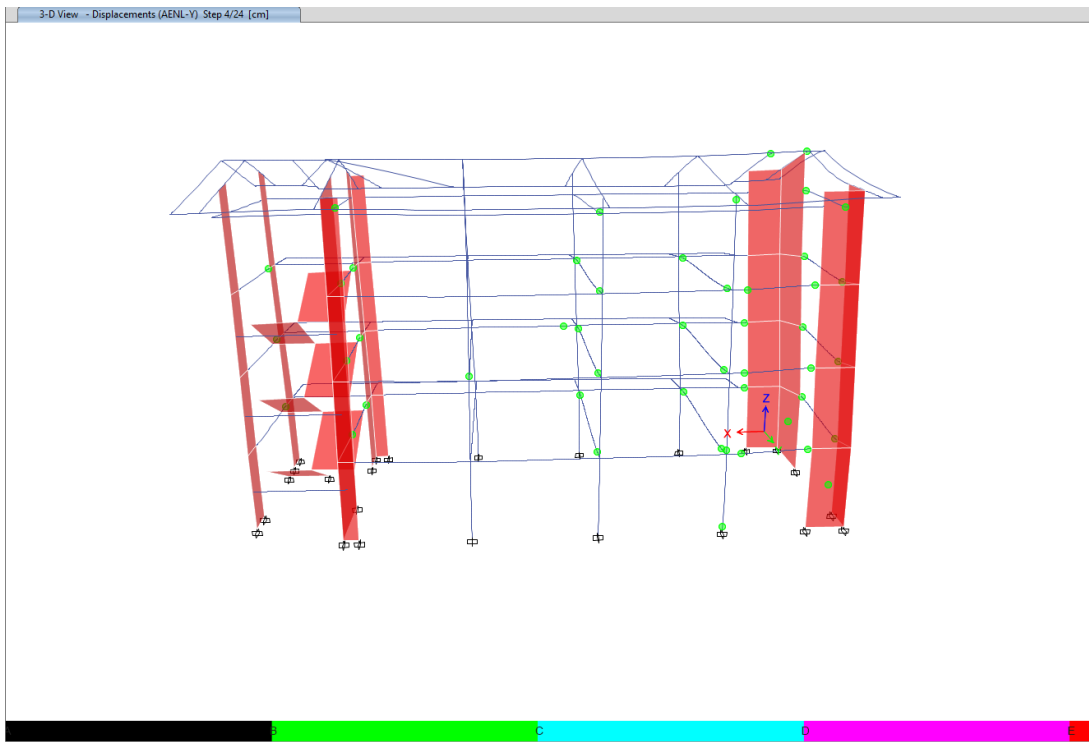
Rótulas en Dirección Y, tercer Step, Módulo 1



Nota: Las primeras rotulas en las placas.

Figura 147

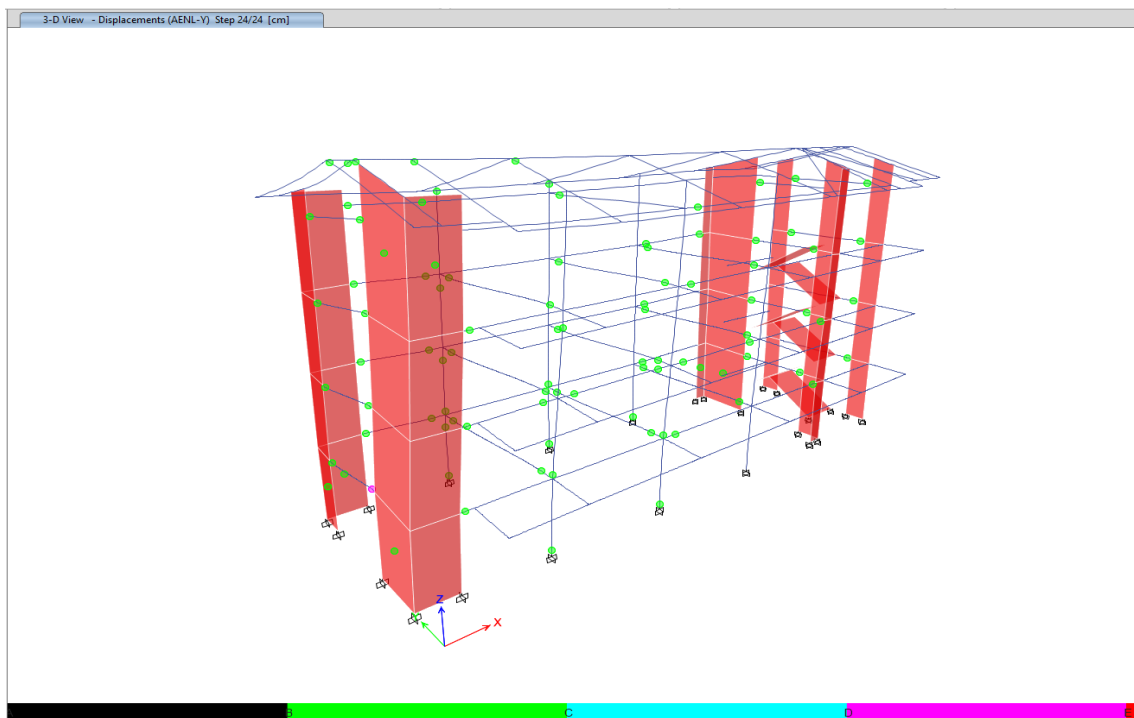
Rótulas en Dirección Y, Cuarto Step, Módulo 1



Nota: Las primeras rótulas en las columnas.

Figura 148

Rótulas en Dirección Y, 24 Step, Módulo 1



b) MÓDULO 2

Figura 149

Rótulas en Dirección X, Primer Step, Módulo 2



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las vigas del segundo piso”.

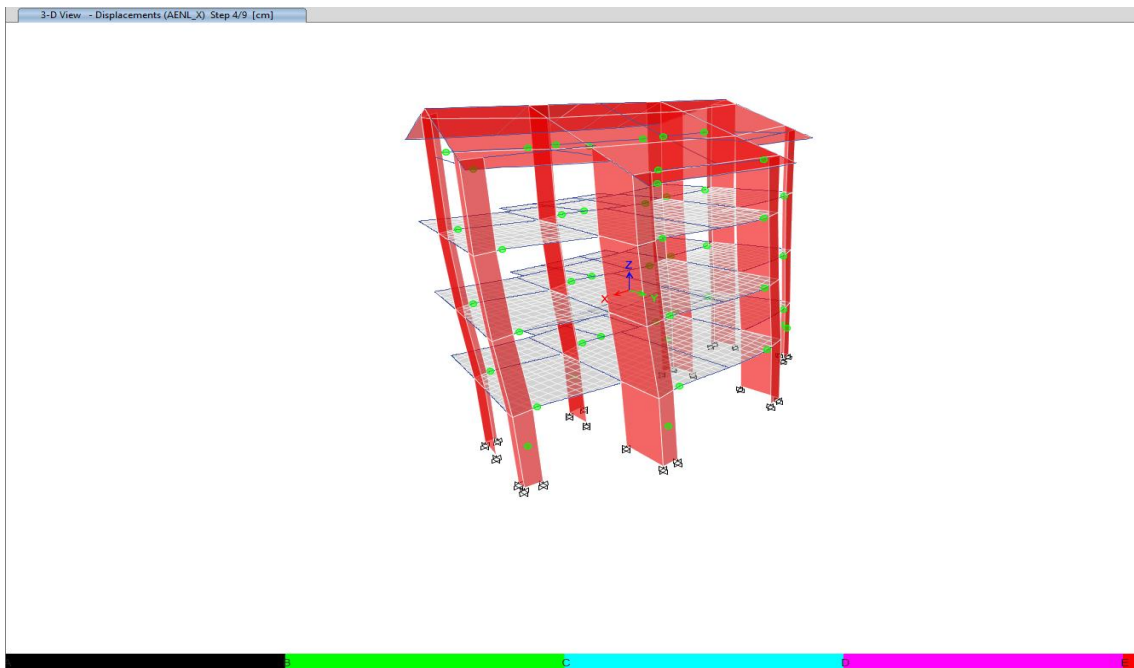
Figura 150

Rótulas en Dirección X, Segundo Step, Módulo 2



Figura 151

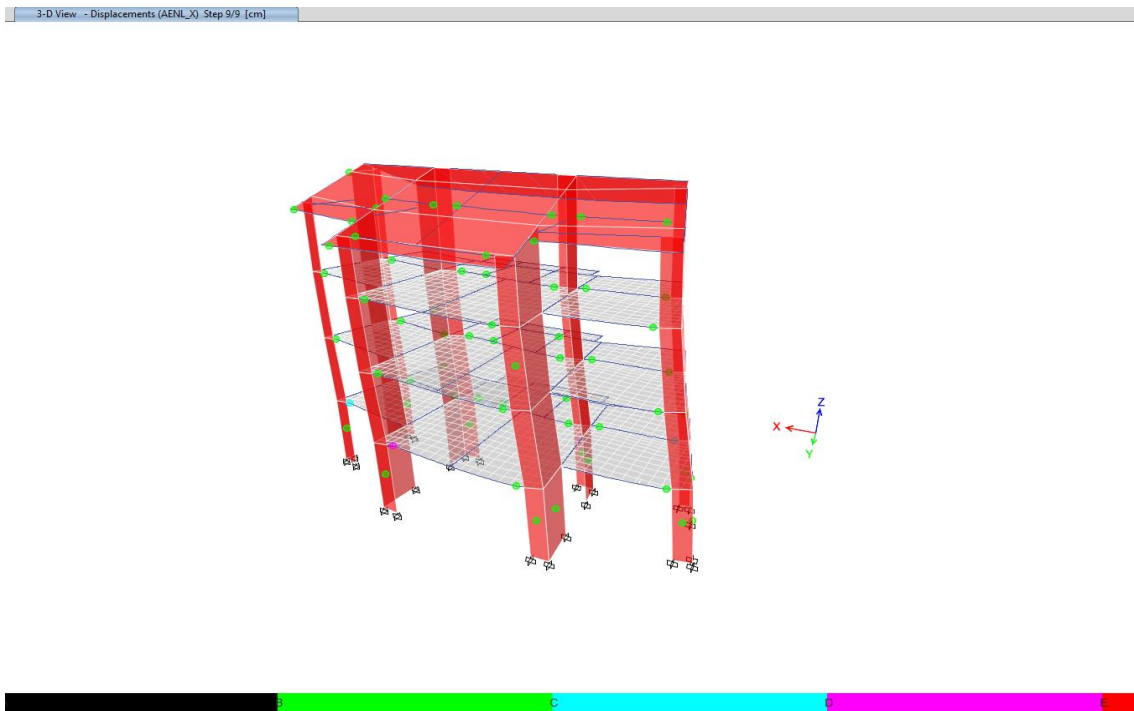
Rótulas en Dirección X, Cuarto Step, Módulo 2



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura en las placas”.

Figura 152

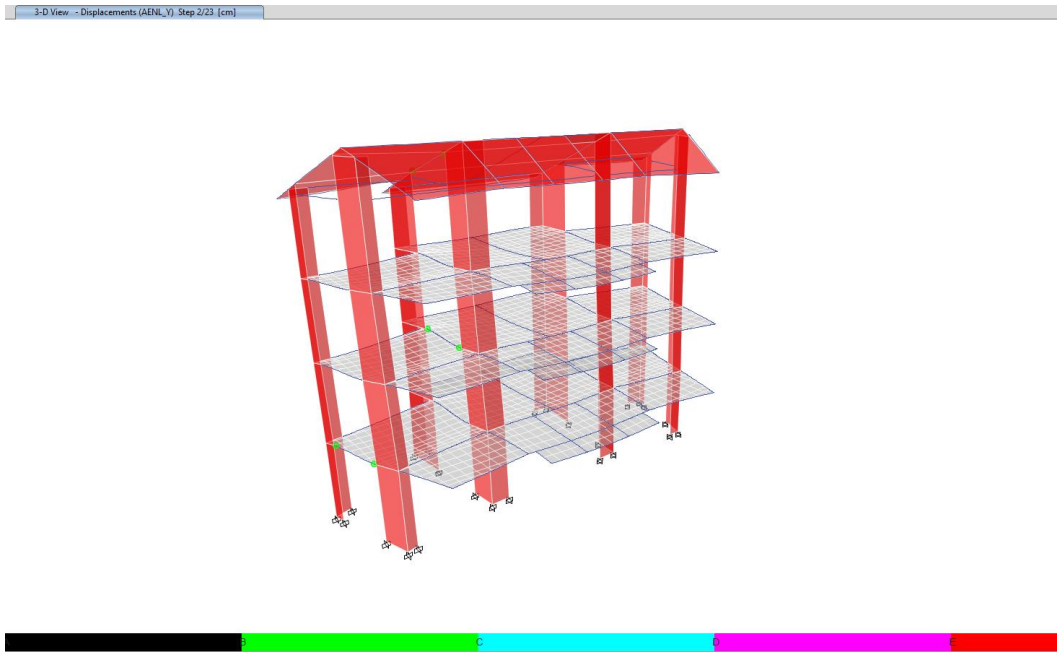
Rótulas en Dirección X, Noveno Step, Módulo 2



Nota: Se observa todas las rotulas de la estructural en el último set.

Figura 153

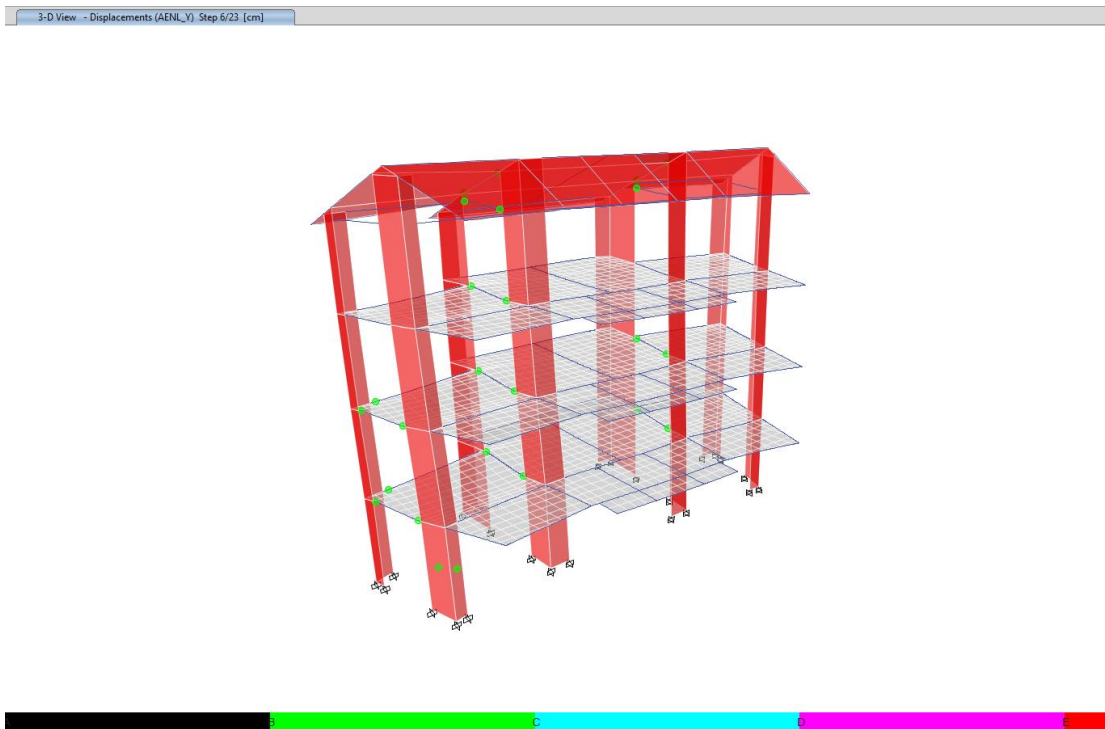
Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 2



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en el en las vigas”.

Figura 154

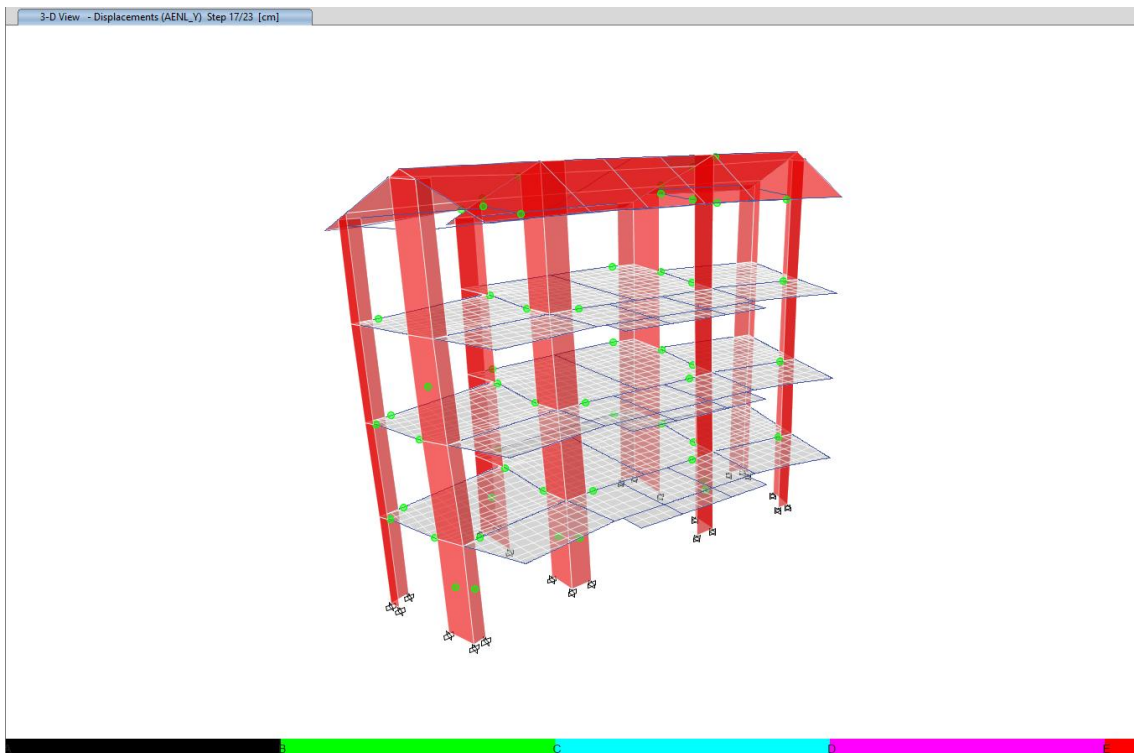
Rótulas en Dirección Y, Sexto Step, Módulo 2



Nota: Las primeras rotulas en las placas en el primer nivel.

Figura 155

Rótulas en Dirección Y, 17 Step, Módulo 2



Nota: “Las primeras rotulas en las placas en el tercer nivel”.

Figura 156

Rótulas en Dirección Y, 24 Step, Módulo 2

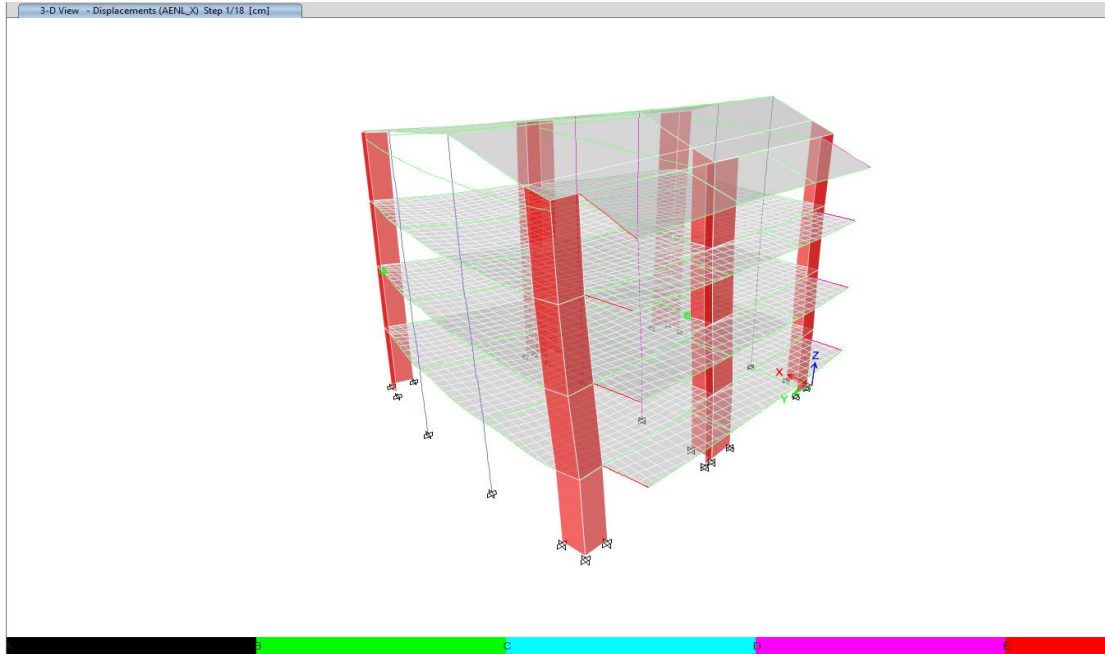


Nota: Se observa totas las rotulas en las placas, y en las vigas.

c) MÓDULO 3

Figura 157

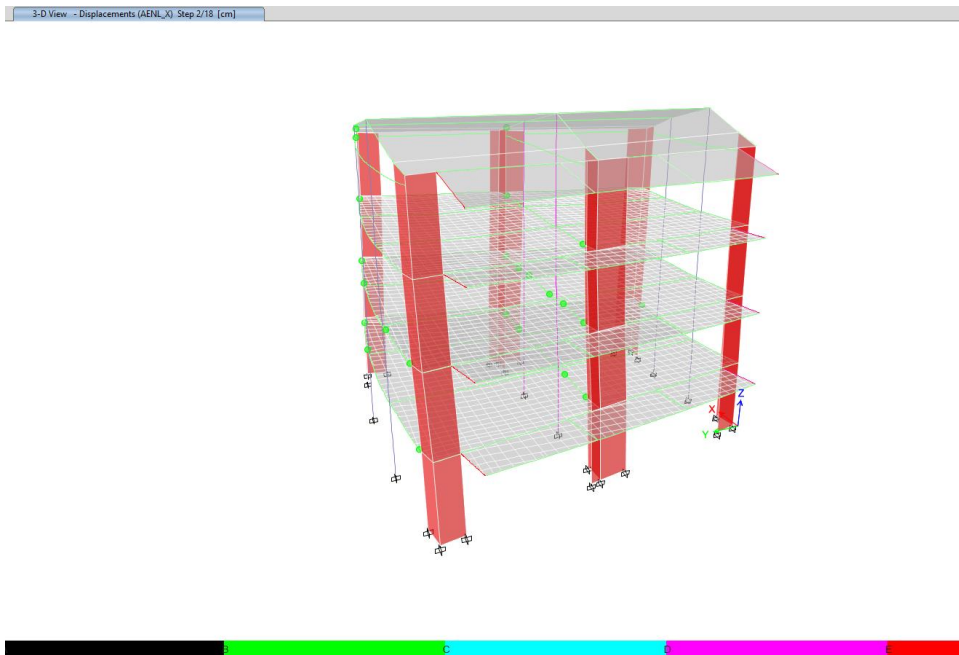
Rótulas en Dirección X, Primer Step, Módulo 3



Nota: Se observa las primeras rotulas en las vigas del segundo piso.

Figura 158

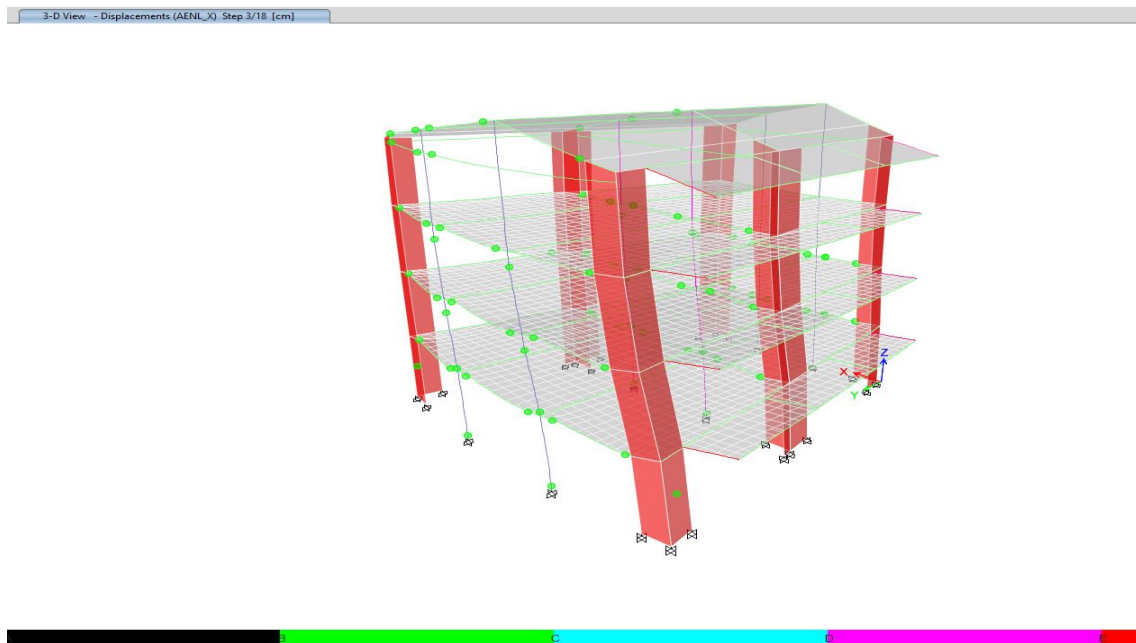
Rótulas en Dirección X, Segundo Step, Módulo 3



Nota: “Las rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las vigas de la estructura”.

Figura 159

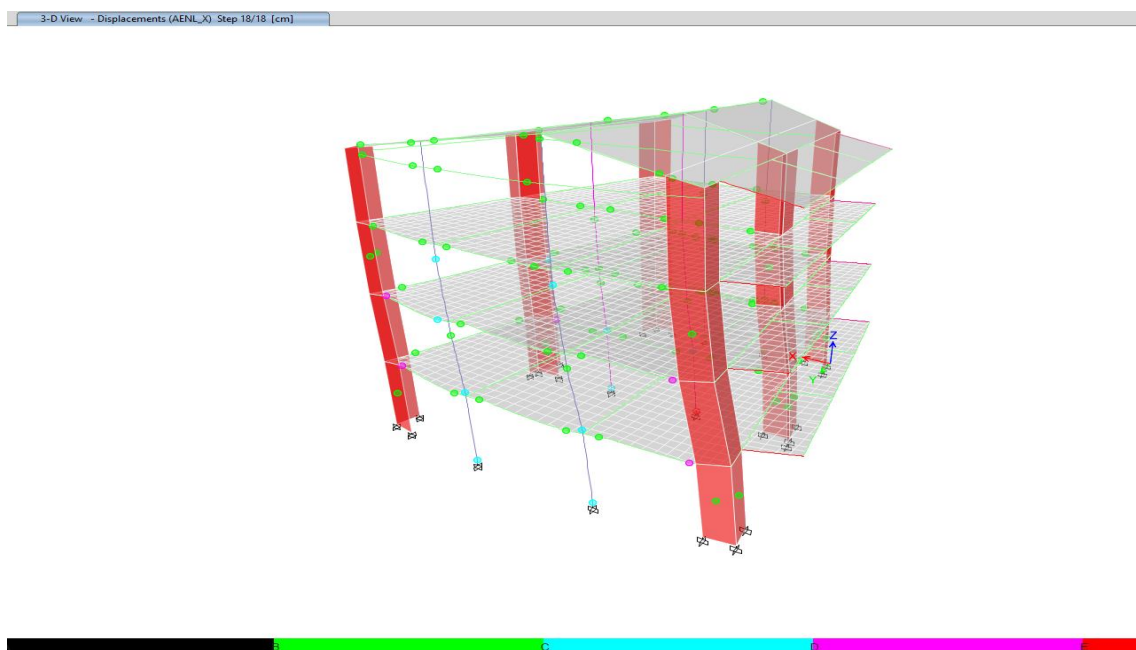
Rótulas en Dirección X, Cuarto Step, Módulo 3



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura de columnas del primer piso, y las rotulas en las placas del primer piso”.

Figura 160

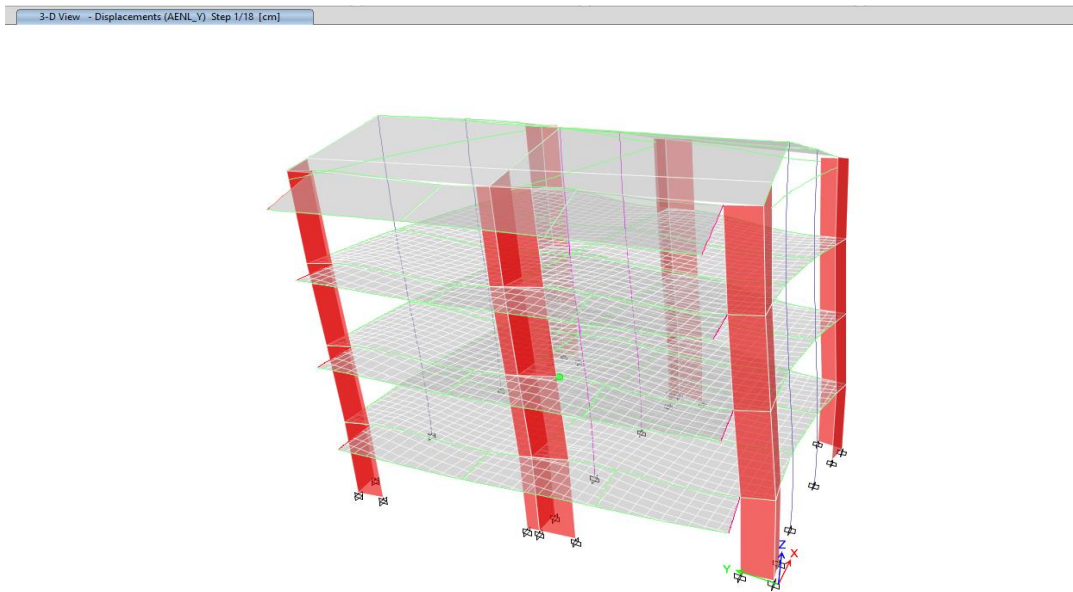
Rótulas en Dirección X, 15 Step, Módulo 3



Nota: Se observa todas las rotulas de la estructural en el último set.

Figura 161

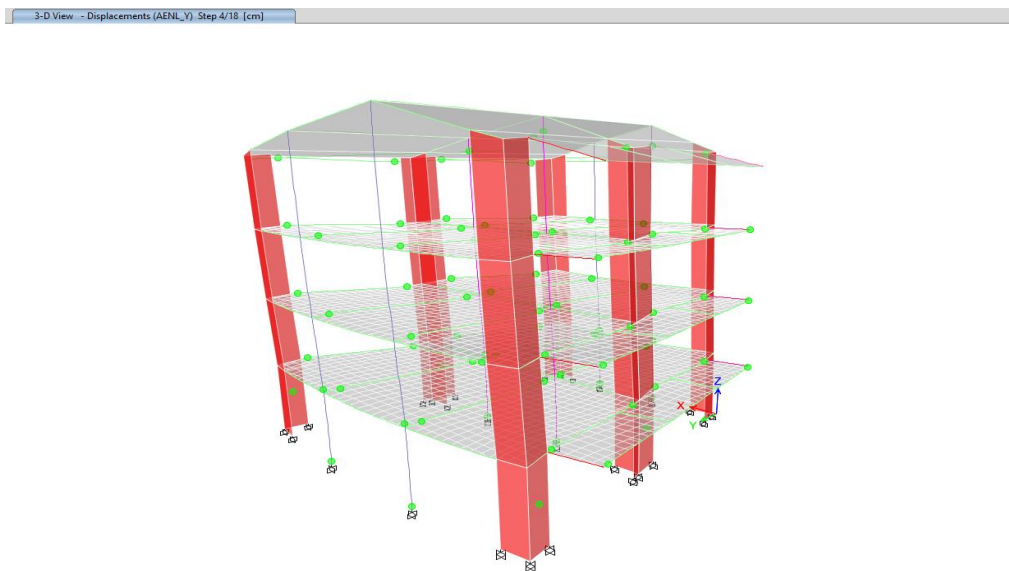
Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 3



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las vigas”.

Figura 162

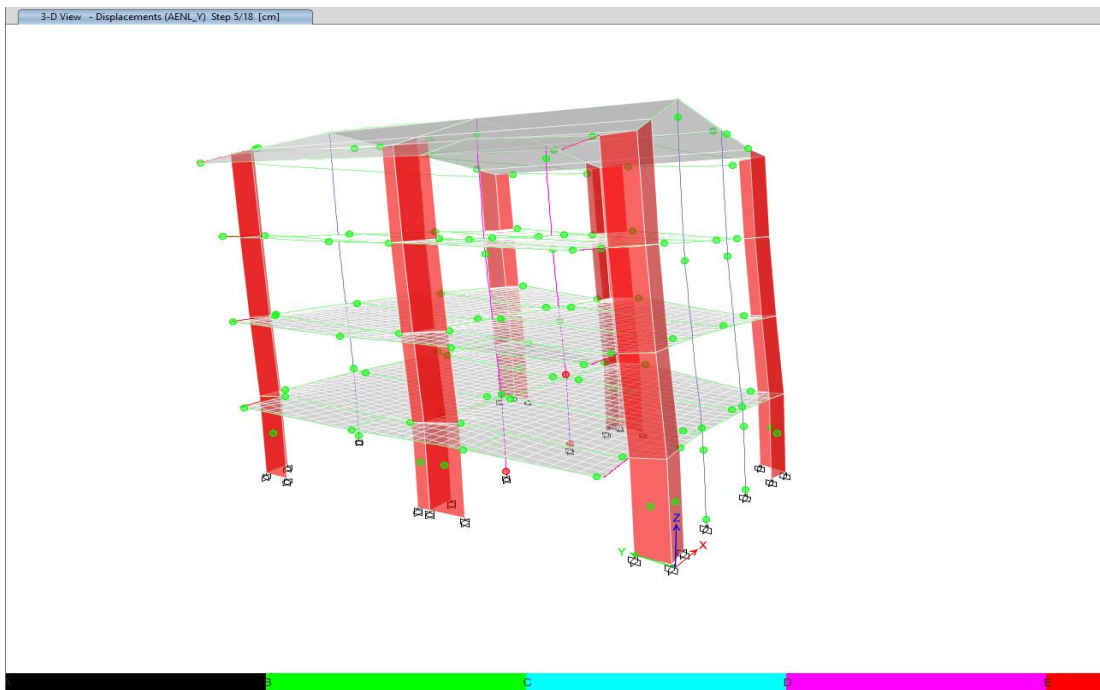
Rótulas en Dirección Y, Cuarto Step, Módulo 3



Nota: “Las primeras rotulas en las placas columnas del primer nivel”.

Figura 163

Rótulas en Dirección Y, Quinta Step, Módulo 3

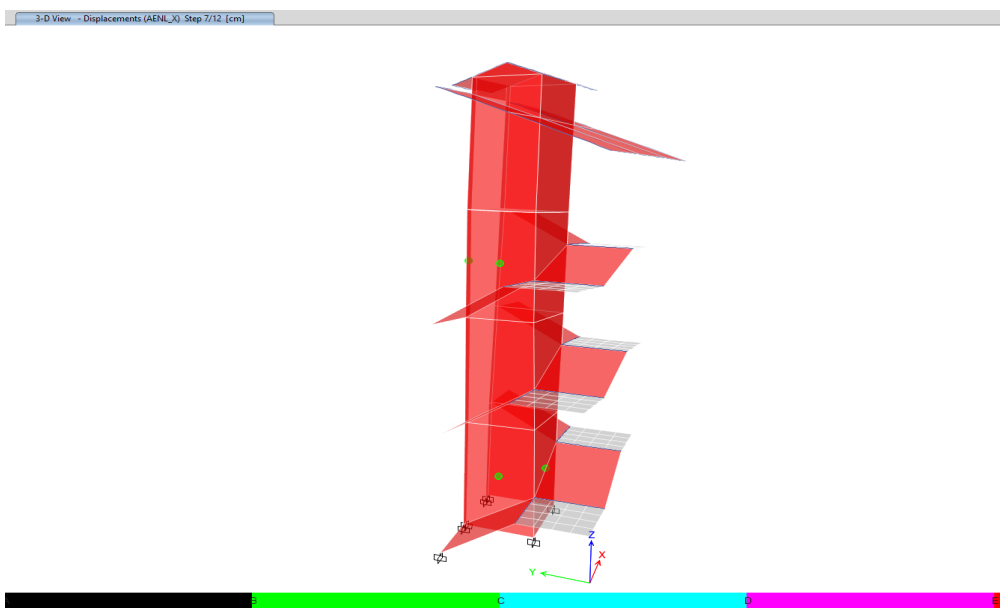


Nota: Las primeras rotulas que están en precolapso.

d) MÓDULO 4

Figura 164

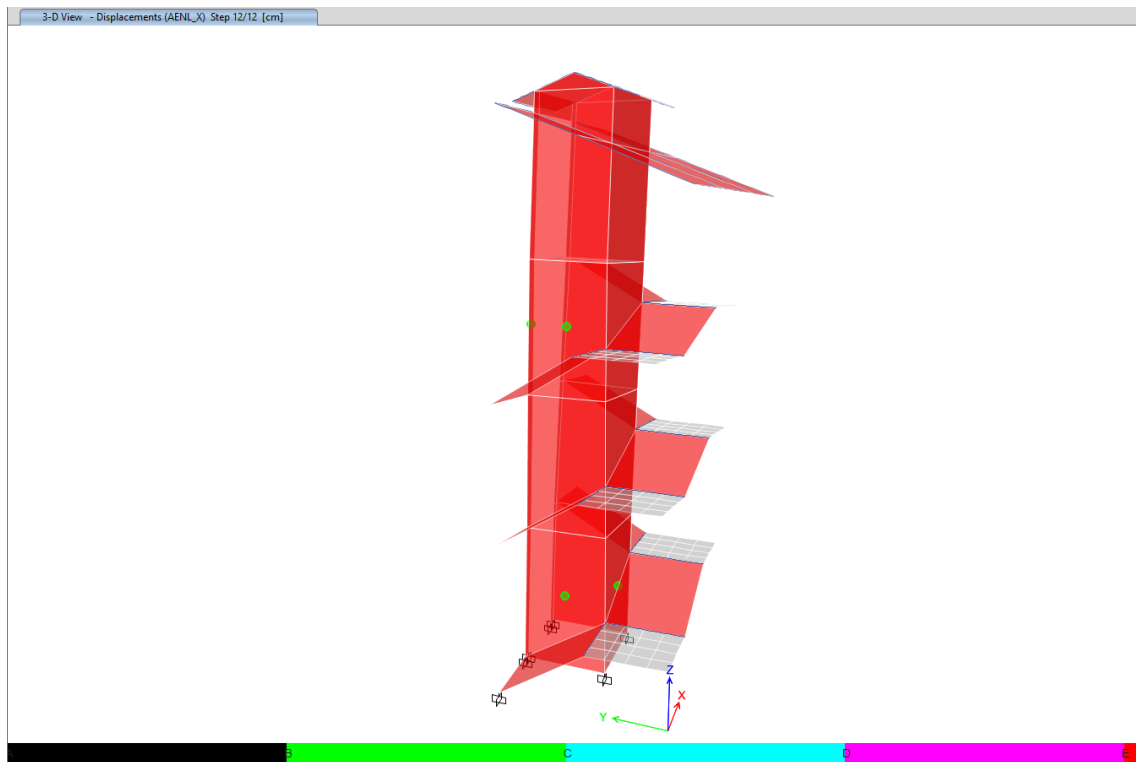
Rótulas en Dirección X, Séptimo Step, Módulo 4



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura en las placas”.

Figura 165

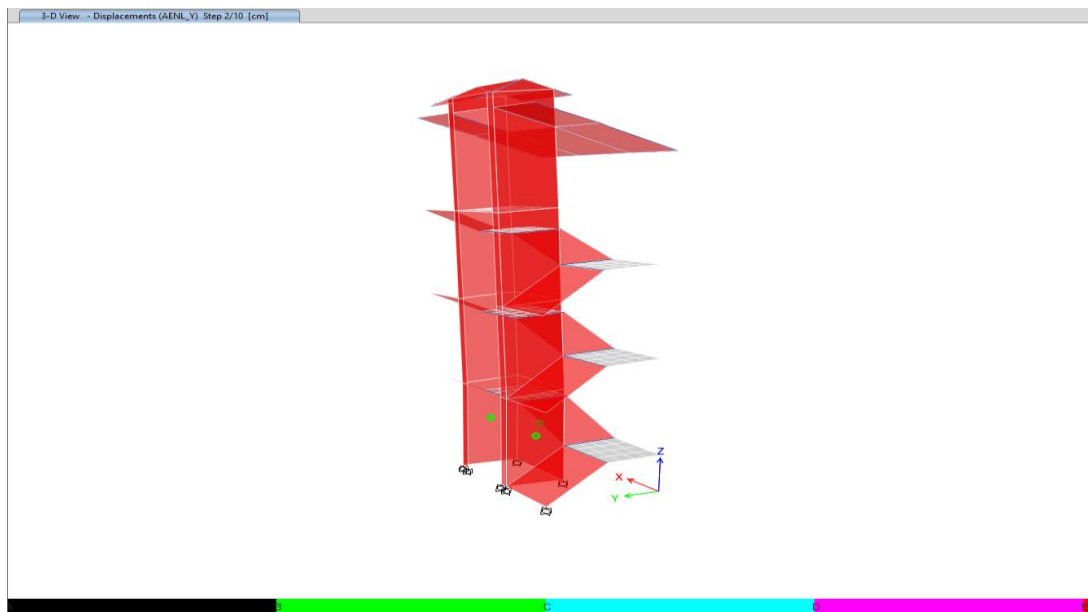
Rótulas en Dirección X, 12 Step, Módulo 4



Nota: Se observa todas las rotulas de la estructural en el último set

Figura 166

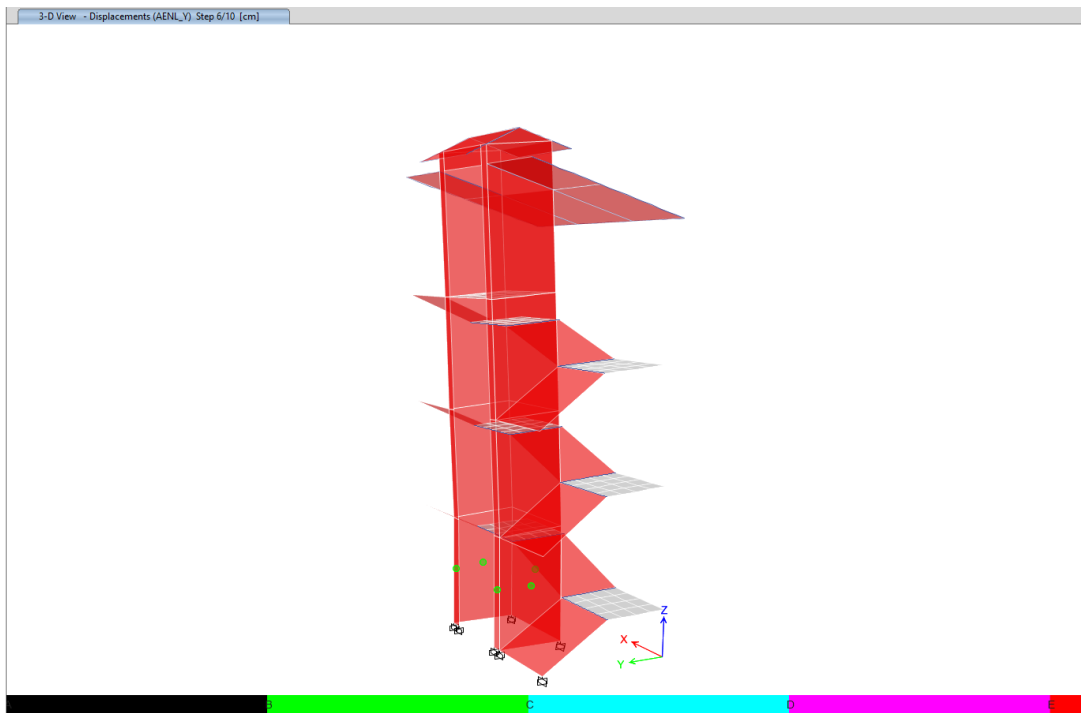
Rótulas en Dirección Y, Segundo Step, Módulo 4



Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura en las placas”.

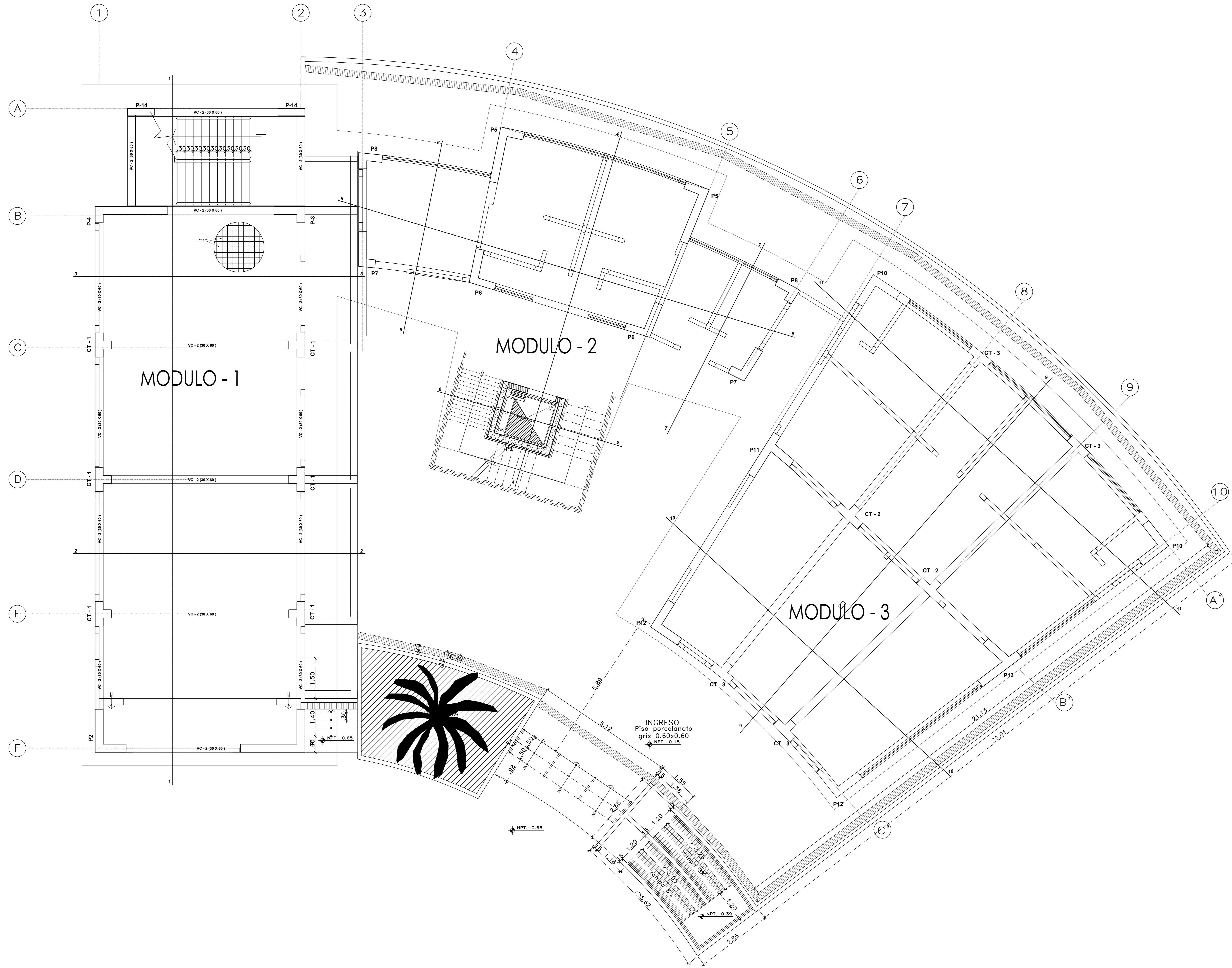
Figura 167

Rótulas en Dirección Y, Octavo Step, Módulo 4

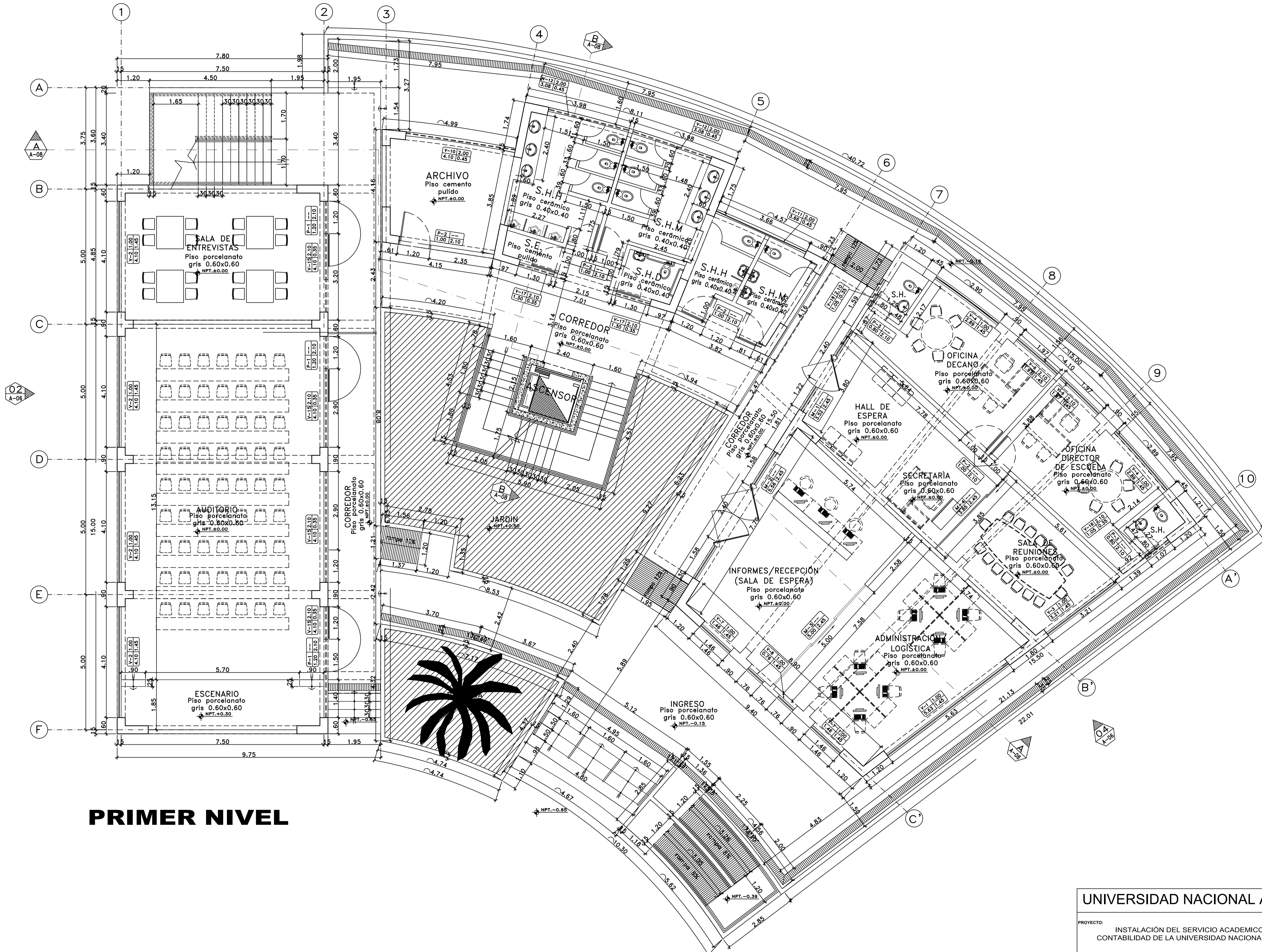


Nota: “Las primeras rotulas plásticas que se forman en la estructura es en las placas del primer piso y segundo nivel”.

Anexo L. Planos de la edificación



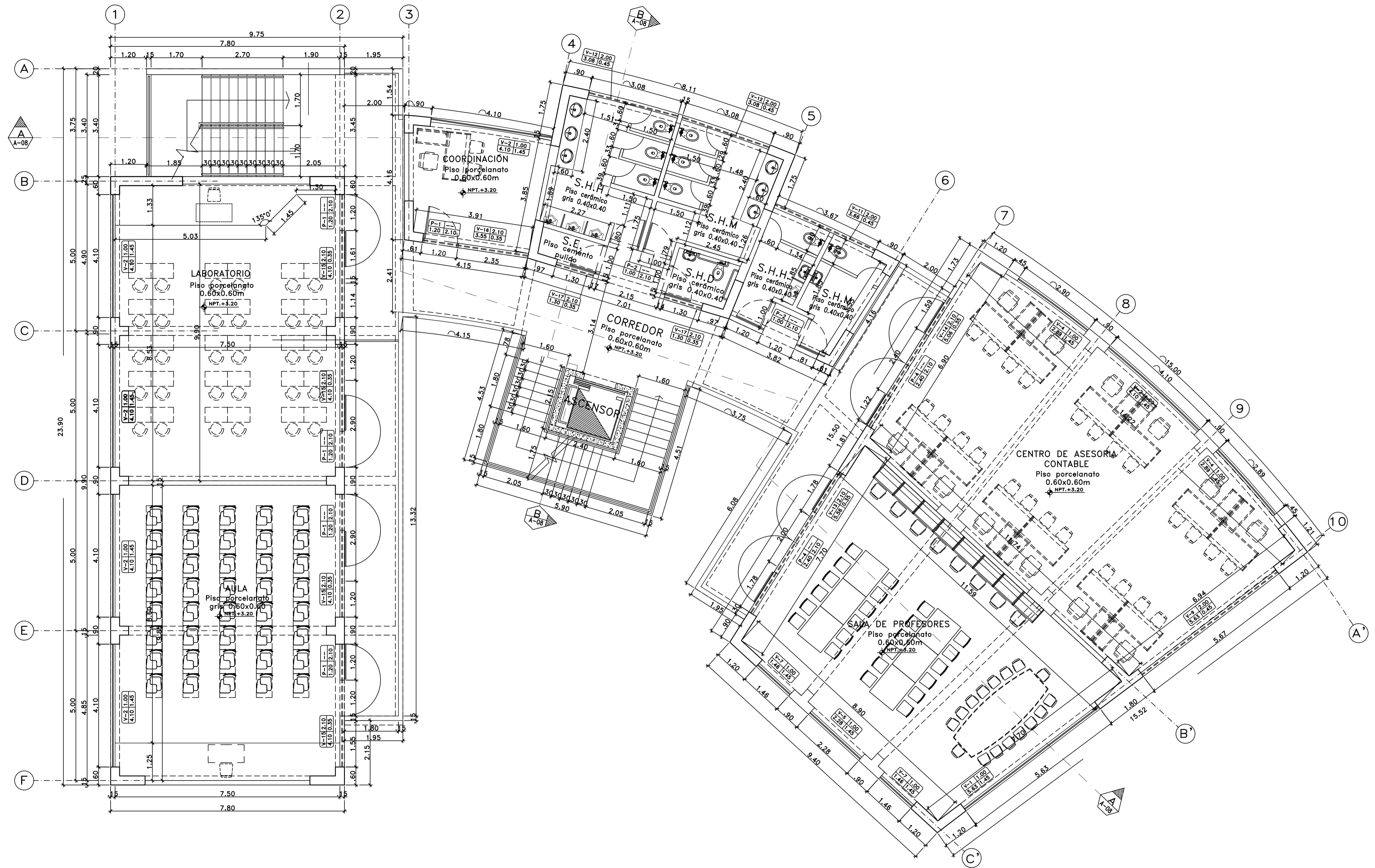
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROYECTO: INSTALACION DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA CARRERA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA - CAJAMARCA			
SUPERVISOR:	ING. ZOILA ABANTO ROJAS CIP: 20500	UBICACION:	DIST. CHOTA PROV. CHOTA DEPT. CAJAMARCA
CONSEJERO:	ING. JOSE MERCEDES FERNANDEZ ROJAS CIP: 42660	FECHA:	NOVIEMBRE-2013
ESPECIALISTA:	ING. HERNÁN TORRES BUSTAMANTE CIP: 22014	LÁMINA N°	E-01
PLANO:	ESTRUCTURAS PLANTA GENERAL DE CIMENTACION	ESCALA:	1/50



PRIMER NIVEL

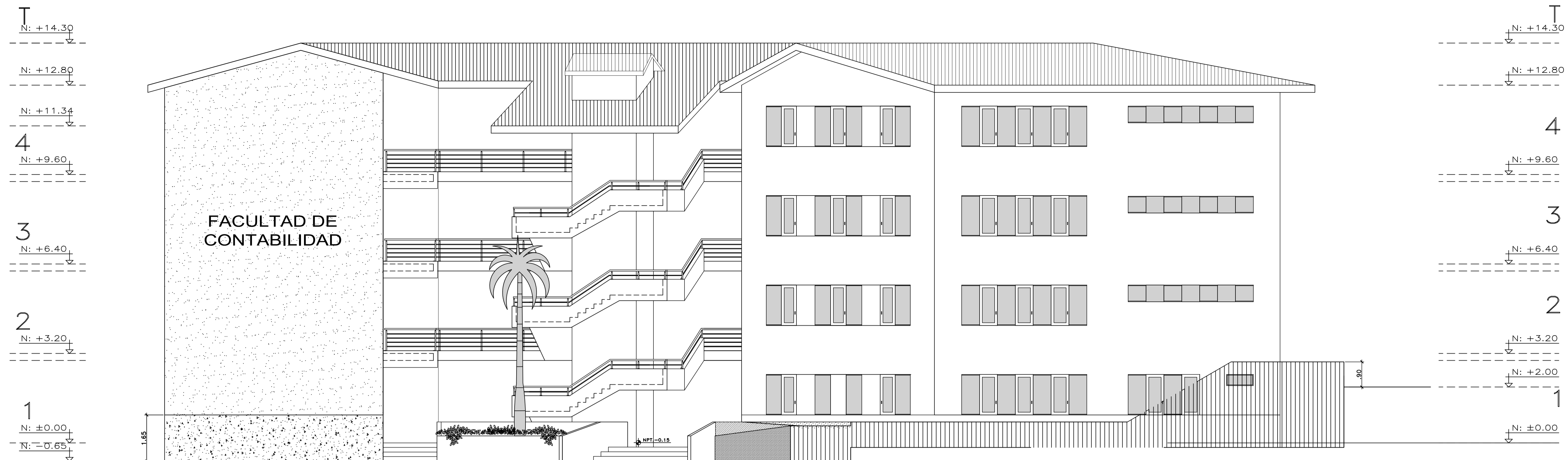
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROYECTO: INSTALACIÓN DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA CARRERA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA - CAJAMARCA			
SUPERVISOR: ING. ZOILA EMPERATRIZ ABANTO ROJAS CIP. 56966	UBICACION: DIST. CHOTA PROV. CHOTA DEPT. CAJAMARCA	FECHA: NOVIEMBRE-2013	
CONSULTOR: ING. JOSE MERCEDES FERNANDEZ ROJAS CIP. 42660	ESPECIALISTA: ARQ. BRENDA M. CORCUERA LU CAP. 8636		LAMINA N°: A-01
PLANO: PLANTA PRIMER NIVEL		ESCALA: 1/75	



SEGUNDO NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROYECTO: INSTALACIÓN DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA CARRERA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA - CAJAMARCA			
SUPERVISOR:	ING. ZOILA EMPERATRIZ ABANTO ROJAS CIP. 56966	UBICACION:	DIST. CHOTA PROV. CHOTA DEPT. CAJAMARCA
CONSULTOR:	ING. JOSE MERCEDES FERNANDEZ ROJAS CIP. 42660	FECHA:	NOVIEMBRE-2013
ESPECIALISTA:	ARQ. BRENDA M. CORCUERA LU CAP. 8636	LAMINA N°:	A-02
PLANO:	PLANTA SEGUNDO NIVEL	ESCALA:	1/75



ELEVACIÓN 1



ELEVACIÓN 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		
PROYECTO: INSTALACIÓN DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA CARRERA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA - CAJAMARCA		
SUPERVISOR: ING. ZOILA EMPERATRIZ ABANTO ROJAS CIP: 56966	UBICACION: DIST. CHOTA PROV. CHOTA DEPT. CAJAMARCA	FECHA: NOVIEMBRE-2013
CONSULTOR: ING. JOSE MERCEDES FERNANDEZ ROJAS CIP: 42660	ESPECIALISTA: ARQ. BRENDA M. CORCUERA LU CAP. 8636	LAMINA N° A-06
PLANO: ELEVACIONES	ESCALA: 1/75	