



Colpa Matara, 20 de febrero del 2025.

C.O. N° 09-2025-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: **“RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023.”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **NEISER HUANAMBAL ARÉVALO y EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 24% 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

NEISER HUANAMBAL ARÉVALO EFRAÍN OSMAR VÁ...

RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO PO...

-  Informe final de tesis
-  UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2025
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3161476041

Fecha de entrega

20 feb 2025, 8:55 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 feb 2025, 9:40 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

3_ Lev.Observ._-Inf.Final.Tesis.Modelam.5.Pisos.Orbe.Asesor.12-02-2025...docx

Tamaño de archivo

8.8 MB

164 Páginas

34,571 Palabras

182,496 Caracteres




24% 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

- 22%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
52 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

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

- 22% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 13% 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		3%	
2	Internet		
repositorio.ucv.edu.pe		2%	
3	Internet		
repositorio.uta.edu.ec		1%	
4	Trabajos del estudiante		
Universidad Nacional Autonoma de Chota		1%	
5	Internet		
repositorio.unach.edu.pe		<1%	
6	Internet		
1library.co		<1%	
7	Trabajos del estudiante		
uncedu		<1%	
8	Internet		
repositorio.unc.edu.pe		<1%	
9	Trabajos del estudiante		
Universidad Católica de Santa María		<1%	
10	Internet		
repositorio.uchile.cl		<1%	
11	Internet		
vsip.info		<1%	

12	Internet	repositorio.igp.gob.pe	<1%
13	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
14	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo		<1%
15	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
16	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
17	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
18	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
19	Internet	repositorio.unp.edu.pe	<1%
20	Trabajos del estudiante Universidad Alas Peruanas		<1%
21	Internet	m.repositorio.unj.edu.pe	<1%
22	Internet	www.ptolomeo.unam.mx:8080	<1%
23	Internet	idoc.pub	<1%
24	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
25	Internet	es.scribd.com	<1%

26	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte	<1%
28	Internet	repositorio.uandina.edu.pe	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo	<1%
31	Internet	repositorio.ujcm.edu.pe	<1%
32	Internet	repositorio.unh.edu.pe	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	<1%
34	Internet	eobservador.rctv.net	<1%
35	Internet	tesis.ucsm.edu.pe	<1%
36	Internet	dreancash-prevaed.edu.pe	<1%
37	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
38	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	<1%
39	Internet	arquitecturacivil.blog	<1%

40	Internet	repositorio.ucp.edu.pe	<1%
41	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
42	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%
43	Internet	core.ac.uk	<1%
44	Internet	www.ecocret.com.pe	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
46	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
47	Internet	www.coursehero.com	<1%
48	Internet	cdn.www.gob.pe	<1%
49	Internet	pdfcoffee.com	<1%
50	Internet	bibdigital.epn.edu.ec	<1%
51	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
52	Internet	repositorio.usanpedro.edu.pe	<1%
53	Trabajos del estudiante	Universidad Ricardo Palma	<1%

54	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes	<1%
55	Trabajos del estudiante	University of Puerto Rico-Mayaguez	<1%
56	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
57	Internet	es.wikipedia.org	<1%
58	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru	<1%
59	Internet	doku.pub	<1%
60	Internet	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
61	Trabajos del estudiante	Universidad de Ciencias y Humanidades	<1%
62	Internet	revistas.upeu.edu.pe	<1%
63	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
64	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Peru	<1%
65	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
66	Internet	ribuni.uni.edu.ni	<1%
67	Internet	dspace.ueb.edu.ec	<1%

68	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru	<1%
69	Internet	www.slideshare.net	<1%
70	Publicación	Estrada Porras, Franz Emmanuel. "Estudio comparativo de dos alternativas para l..."	<1%
71	Publicación	J & E CONSULTORES GENERALES S.R.L.. "EIA-SD del Proyecto Instalación de la Líne..."	<1%
72	Trabajos del estudiante	Universidad Técnica de Machala	<1%
73	Internet	studylib.es	<1%
74	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE	<1%
75	Internet	www.scribd.com	<1%
76	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego	<1%
77	Trabajos del estudiante	Escuela De Ingenieria De Antiquia - Columbia	<1%
78	Internet	repository.unimilitar.edu.co	<1%
79	Internet	www.eltabo.cl	<1%
80	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
81	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	<1%

82	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Federico Villarreal	<1%
83	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura	<1%
84	Internet	documents.mx	<1%
85	Internet	dspace.ups.edu.ec	<1%
86	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	<1%
87	Internet	repository.usta.edu.co	<1%
88	Internet	www.buenastareas.com	<1%
89	Publicación	Miguel Antonio Pavez Román, Susana Alicia Alaniz Álvarez, Carlos Mendoza, Dant...	<1%
90	Publicación	UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ. "VI CONGRESO INTERNACIONAL DE ...	<1%
91	Internet	docplayer.es	<1%
92	Internet	ideas.repec.org	<1%
93	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
94	Internet	repositorio.unicauca.edu.co:8080	<1%
95	Internet	repositorio.utesup.edu.pe	<1%

96	Publicación	Espinoza, Mario Eduardo Narvaez. "Análisis Comparativo Técnico-Económico de u...	<1%
97	Publicación	Vega, David Hernan Goni. "Análisis Comparativo del Comportamiento Inelástico d...	<1%
98	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
99	Internet	repositorio.upao.edu.pe	<1%
100	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%
101	Internet	www.iztacala.unam.mx	<1%
102	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA
EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO
POLIESTIRENO, CHOTA, 2023.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

NEISER HUANAMBAL ARÉVALO

EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

Asesor:

Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

Chota – Perú

2025

COPYRIGHT @ 2025 by

NEISER HUANAMBAL ARÉVALO

EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

Todos los derechos reservados



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: HUANAMBAL ARÉVALO NEISER

Código del alumno: **2015051022**

Correo electrónico: nehuare16@gmail.com

Teléfono: 928607681

DNI: 73635908

Apellidos y nombres: VÁSQUEZ AYALA EFRAÍN OSMAR

Código del alumno: **2015051039**

Correo electrónico: efrain.osmar@gmail.com

Teléfono: 999587985

DNI: 76188054

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:

“RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023”

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

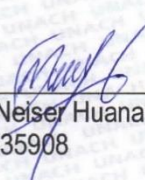
Teléfono: 939185560


Correo electrónico: laorbegoson@unach.edu.pe

D.N.I.: 31664516

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.


FIRMA: Neiser Huanambal Arévalo
DNI: 73635908


FIRMA: Efraín Osmar Vásquez Ayala
DNI: 76188054

**RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA
EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO
ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023.**

POR:

NEISER HUANAMBAL ARÉVALO

EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

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

INGENIERO CIVIL

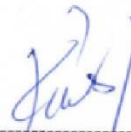
APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Dra. Martha Gladys Huamán Tanta
PRESIDENTE



Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
SECRETARIO



Karina del Rocío Silva Tarrillo
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

Siendo las 5:00 Pm del día 29 de abril de 2025, reunidos en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, los miembros del jurado de tesis que suscriben, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por los Bachilleres: **Neiser Huanambal Arévalo y Efrain Osmar Vásquez Ayala**, denominada: **“RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023”**; escuchada la sustentación, y absueltas las preguntas a las observaciones formuladas, la declaramos:

Aprobado

CON EL CALIFICATIVO (*)

(14 (100%)

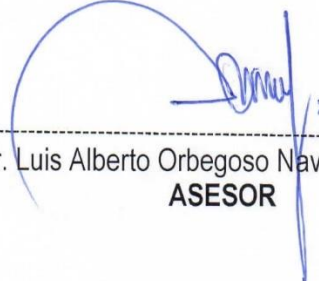
En consecuencia, se le declara **EXPEDITOS** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 29 de abril de 2025.


Dra. Martha Gladys Huamán Tanta
PRESIDENTE


Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
SECRETARIO


Karina del Rocío Silva Tarrillo
VOCAL


Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro.
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 "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023"; presentado por los Bachilleres: Neiser Huanambal Arévalo y Efrain Osmar Vásquez Ayala, sustentada el día 29 de abril del 2025, según Resolución de Coordinación N°096-2025-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 03 de junio del 2025

Dra. Martha Gladys Huamán Tanta
PRESIDENTE

Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
SECRETARIO

Karina del Rocio Silva Tarrillo
VOCAL

Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esto a mi DIOS TODOPODEROSO por la sabiduría, por ser mi guía y fiel compañero.

De una manera especial a mis padres: Segundo N. Huanambal Irigoín y María Dilcia Arévalo Cabrera, a mis cuatro hermanos, a mi abuelita en el cielo, por ser mi soporte emocional, económico y moral, a mi hija quien siempre es mi motivación, a mis docentes y amigos que de una u otra forma contribuyeron en mi formación personal y profesional.

Neiser Huanambal Arévalo

Dedico esta Tesis a DIOS por la salud y la sabiduría, por ser mi guía y fiel compañero.

De una manera especial a mis padres: Teófilo Vásquez Fernández y Lidia Ayala Rafael por su apoyo incondicional, a mi hermano: John Franklin Vásquez Ayala por estar siempre conmigo ante las adversidades que se han presentado, a mi abuelita Toye en el cielo, por ser mi soporte emocional, a mis profesores y amigos que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional y personal.

Efraín Osmar Vásquez Ayala

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios todopoderoso por la vida y la sabiduría para hacer realidad esta tesis.

A nuestro Asesor el Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro por su apoyo durante todo el proceso del desarrollo de nuestro proyecto.

Al propietario de la vivienda por las facilidades que nos brindó para realizar los trabajos correspondientes y necesarios para la ejecución de nuestro proyecto.

A nuestros docentes, amigos y familiares que de una u otra manera nos han motivado para hacer realidad la culminación de nuestro proyecto.

NEISER HUANAMBAL ARÉVALO

EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xxxvii
ABSTRACT	xxxviii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	39
1.1. Planteamiento del problema.....	39
1.2. Formulación del problema	43
1.3. Justificación de la investigación	43
1.4. Delimitación de la investigación:.....	43
1.5. Limitaciones:	44
1.6. Objetivos	44
1.6.1. Objetivo general	44
1.6.2. Objetivos específicos.....	44
CAPITULO II. MARCO TEORICO	45
2.1. Antecedentes	45
2.1.1. Antecedentes internacionales	45
2.1.2. Antecedentes nacionales	49
2.1.3. Antecedentes regionales.....	53
2.2. Bases teórico - científicas	56
2.2.1. Aspectos sismológicos	56
2.2.2. Falla geológica.	59
2.2.3. Sismo.....	61
2.2.4. Intensidad sísmica.	66
2.2.5. Magnitud sísmica.	68
2.2.6. Vulnerabilidad.....	69
2.2.7. Riesgo.....	70
2.2.8. Composición de los suelos.	70
2.2.9. Calidad y tipo de construcciones.....	70
2.2.10. La morfología del terreno.....	70
2.2.11. Escasa cultura de prevención.	70
2.2.12. Respuesta sísmica.....	71
2.2.13. Edificación	74
2.2.14. Concreto	75
2.2.15. Concreto liviano	80
2.2.16. Poliestireno.....	80
2.2.17. Diseño de mezcla	81
2.3. Marco conceptual	82
2.3.1. Norma E.020 Cargas. Reglamento Nacional de edificaciones (RNE)	82

2.3.2.	Norma E.030 Sismorresistente.....	82
2.3.3.	Norma E.070 Albañilería.....	83
2.3.4.	Sismo.....	83
2.3.5.	Edificación.....	83
2.3.6.	Concreto tradicional.....	83
2.3.7.	Concreto liviano.....	84
2.3.8.	Aditivo.....	84
2.3.9.	Poliestireno.....	84
2.3.10.	Etabs.....	84
2.3.11.	Prueba de esclerómetro.....	85
2.4.	Hipótesis.....	85
2.5.	Operacionalización de variables.....	85
2.5.1.	Variables independientes.....	85
2.5.2.	Variable dependiente:.....	86
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO.....		87
3.1.	Línea de Investigación.....	87
3.2.	Tipo y nivel de investigación.....	87
3.3.	Diseño de la investigación.....	87
3.4.	Métodos de investigación.....	89
3.5.	Población, muestra y muestreo.....	89
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	90
3.6.1.	Técnicas de recolección de los datos.....	90
3.6.2.	Instrumentos para la recolección de los datos.....	90
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	91
3.7.1.	Proceso de obtención de datos.....	91
3.7.2.	Procesamiento de datos.....	105
3.7.3.	Análisis de Datos.....	105
3.8.	Aspectos éticos.....	107
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		108
4.1.	Descripción de resultados.....	108
4.1.1.	Resistencia a la Compresión del Concreto estructural de la edificación de 5 pisos mediante Esclerómetro.....	108
4.1.2.	Respuesta sísmica de la edificación con concreto tradicional en función a la norma E.030 diseño sismorresistente.....	109
4.1.3.	Concreto liviano $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ adicionando diferentes dosis del polímero poliestireno.....	125
4.1.4.	Modelamiento de la estructura de la edificación de 5 pisos con la mejor dosificación del concreto liviano $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$	155

4.1.5.	Comparación de las respuestas sísmicas de los modelamientos estructurales de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano desde el punto de vista técnico.....	171
4.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	174
4.2.1.	Resistencia a la comprensión del concreto antiguo mediante el ensayo de esclerometría.....	174
4.2.2.	Respuesta Sísmica de la Edificación con Concreto Tradicional, en Función a la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.....	174
4.2.3.	Concreto liviano $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ adicionando diferentes dosis del polímero poliestireno.....	178
4.2.4.	Modelamiento de la estructura de la edificación de 5 pisos con la mejor dosificación del concreto liviano $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$	183
4.2.5.	Comparación de las respuestas sísmicas de los modelamientos estructurales de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano desde el punto de vista técnico.....	185
4.3.	Contrastación de hipótesis.....	186
4.3.1.	Análisis t-studen para la Respuesta Sísmica Estática (Cortante Basal).....	187
4.3.2.	Análisis t-studen para la Respuesta Sísmica Dinámica (Derivas).....	190
CONCLUSIONES.....		194
RECOMENDACIONES.....		196
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		197
ANEXOS.....		203
ANEXO A:	Matriz de Consistencia.....	203
ANEXO B:	Documentos Relacionados.....	204
ANEXO C:	Panel Fotográfico.....	207
ANEXO D:	Análisis Sísmico de la Vivienda Seleccionada.....	213
ANEXO E:	Ensayo de Esclerometría.....	286
ANEXO F:	Resultados de Laboratorio de Agregados.....	288
ANEXO G:	Diseño de Mezclas – ACI.....	297
ANEXO H:	Resultados de Laboratorio de Resistencia del Concreto.....	299
ANEXO I:	Resultado de Laboratorio de Clasificación de Suelos.....	304
ANEXO J:	Plano de Ubicación de la Edificación.....	308
ANEXO K:	Planos de Arquitectura de la edificación.....	310
ANEXO L:	Plano de Ubicación de Puntos de Ensayo de Esclerometría.....	314
ANEXO M:	Análisis del costo de producción del concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando poliestireno en 5, 10 Y 15%.....	316
ANEXO N:	Solicitud de instalación de versión de prueba – ETABS.....	321

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de Mercalli Modificada (MM).....	67
Tabla 2. Propiedades de concreto endurecido.....	76
Tabla 3. Operacionalización de las variables.....	86
Tabla 4. Resultados del Ensayo de Esclerometría, Vivienda Existente	108
Tabla 5. Especificación de los materiales utilizados para el modelamiento.....	109
Tabla 6. Granulometría del Suelo.....	112
Tabla 7. Contenido de Humedad del Suelo.....	113
Tabla 8. Límite Líquido del Suelo.....	114
Tabla 9. Límite Plástico del Suelo.....	115
Tabla 10. Resumen de límites de Consistencia del Suelo.....	115
Tabla 11. Análisis sísmico estático en dirección XX.....	118
Tabla 12. Análisis sísmico Estático En Dirección YY.....	119
Tabla 13. Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.....	120
Tabla 14. Distribución en altura de la cortante basal en dirección YY.....	120
Tabla 15. Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección X-X.....	123
Tabla 16. Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección Y-Y.....	124
Tabla 17. Cortante dinámica en X y Y.....	124
Tabla 18. Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.....	124
Tabla 19. Granulometría del agregado fino, Cantera Conchán.....	126
Tabla 20. Contenido de humedad del agregado fino.....	127
Tabla 21. Absorción del agregado fino	127

Tabla 22. Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Fino (PUSS-AF).....	128
Tabla 23. Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Fino (PUSC-AF)	128
Tabla 24. Granulometría del agregado grueso, Cantera Cangana	129
Tabla 25. Contenido de humedad del agregado grueso.....	130
Tabla 26. Contenido de humedad del agregado grueso.....	131
Tabla 27. Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Grueso (PUSS-AG).....	131
Tabla 28. Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso (PUSC-AG)	132
Tabla 29. Características del Agregado Grueso	132
Tabla 30. Características del Agregado Fino	132
Tabla 31. Características del Cemento Portland Tipo I.....	133
Tabla 32. Características de las Perlas de Poliestireno.....	133
Tabla 33. Selección de la Resistencia Promedio	133
Tabla 34. Selección del Asentamiento Slump.....	134
Tabla 35. Volumen Unitario de Agua	134
Tabla 36. Selección del Contenido de Aire Atrapado	135
Tabla 37. Relación Agua-Cemento	135
Tabla 38. Coeficiente b/b_0 para Diferentes Módulos de Finura del AF	137
Tabla 39. Contenido de Humedad de los Agregados	139
Tabla 40. Aporte de Agua a la Mezcla	139
Tabla 41. Cantidad de Materiales en Peso para 1m ³ de Concreto	140
Tabla 42. Proporción de Materiales por Unidad de Peso de Cemento	140
Tabla 43. Materiales por Tanda de un Saco de Cemento en Peso.....	141

Tabla 44. Materiales por Unidad de Volumen de Cemento	141
Tabla 45. Materiales por Unidad de Volumen de Cemento	141
Tabla 46. Resistencia a Compresión del Concreto Convencional a los 7 días	142
Tabla 47. Resistencia a Compresión del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 7 días.	143
Tabla 48. Resistencia a Compresión del Concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 7 días	143
Tabla 49. Resistencia a Compresión del Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 7 días	144
Tabla 50. Resistencia a Compresión del Concreto Convencional a los 14 días	145
Tabla 51. Resistencia a Compresión del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 14 días	145
Tabla 52. Resistencia a Compresión concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 14 días.	146
Tabla 53. Resistencia a Compresión Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 14 días	147
Tabla 54. Resistencia a Compresión Concreto Convencional a los 28 días.....	147
Tabla 55. Resistencia a Compresión del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 28 días	148
Tabla 56. Resistencia a Compresión Concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 28 días	149
Tabla 57. Resistencia a Compresión Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 28 días.	149
Tabla 58. Resumen de Resistencia Promedio del Concreto.	150
Tabla 59. Peso Específico del Concreto Convencional.....	151
Tabla 60. Peso Específico del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno	152

Tabla 61. Peso Específico del Concreto con 10% de Adición de Poliestireno	152
Tabla 62. Peso Específico del Concreto con 15% de Adición de Poliestireno	153
Tabla 63. Especificaciones de los materiales.	155
Tabla 64. Granulometría del Suelo.....	158
Tabla 65. Contenido de Humedad del Suelo.....	159
Tabla 66. Límite Líquido del Suelo.....	160
Tabla 67. Límite Plástico del Suelo.....	161
Tabla 68. Resumen de límites de Consistencia del Suelo.	161
Tabla 69. Análisis sísmico Estático En Dirección XX:.....	164
Tabla 70. Análisis sísmico Estático En Dirección YY:.....	165
Tabla 71. Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.	166
Tabla 72. Distribución en altura de la cortante basal en dirección YY.	166
Tabla 73. Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección X-X.	169
Tabla 74. Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección Y-Y.	170
Tabla 75. Cortante dinámica en X y Y.....	170
Tabla 76. Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.....	170
Tabla 77. Comparación de las Derivas de Entrepiso en Dirección X-X	173
Tabla 78. Comparación de las Derivas de Entrepiso en Dirección Y-Y	173
Tabla 79. Parámetros de la vivienda existente.	175
Tabla 80. Valores asignados para el espectro de diseño	176
Tabla 81. Valores obtenidos de la edificación existente mediante análisis estático.....	177
Tabla 82. Valores obtenidos de la edificación existente mediante análisis dinámico	178

Tabla 83. Materiales por Unidad de Volumen de Cemento	178
Tabla 84. Materiales por Unidad de Volumen de Cemento	179
Tabla 85. Resistencia a Compresión del Concreto según su porcentaje adición y los días de secado.....	180
Tabla 86. Peso específico del Concreto según el Porcentaje Adición de poliestireno.	182
Tabla 87. Especificaciones de los materiales.	184
Tabla 88. Distribución de la fuerza sísmica estática (cortante basal) en altura tanto en dirección X-X, así como en dirección Y-Y.....	187
Tabla 89. Resultados del Análisis t-student para la distribución de la fuerza sísmica estática (cortante basal) en altura tanto en dirección X-X así con en dirección Y-Y.....	188
Tabla 90. Derivas de entrepiso tanto en dirección X-X, así como en dirección Y-Y	191
Tabla 91. Resultados del Análisis t-student para las derivas de entrepiso tanto en dirección X-X así con en dirección Y-Y	191
Tabla 92. Resumen de asignación de cargas uniformes en elementos Shell/área.	224
Tabla 93. Determinación de peso por nivel.....	237
Tabla 94. Masa y pesos de la estructura.	238
Tabla 95. Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.	239
Tabla 96. Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.	239
Tabla 97. Resumen de parámetros sísmicos.....	240
Tabla 98. Espectro De Respuesta Sísmica.	240
Tabla 99. Periodos y masa participativa de cada modo de vibración.....	244
Tabla 100. Desplazamiento relativo en dirección X e Y.....	247
Tabla 101. Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.....	248
Tabla 102. Resumen de asignación de cargas uniformes en elementos Shell/área.	260

Tabla 103. Determinación de peso por nivel.....	273
Tabla 104. Masa y pesos de la estructura.....	274
Tabla 105. Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.....	275
Tabla 106. Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.....	275
Tabla 107. Resumen de parámetros sísmicos.....	276
Tabla 108. Espectro De Respuesta Sísmica	277
Tabla 109. Periodos y masa participativa de cada modo de vibración.....	281
Tabla 110. Desplazamiento relativo en dirección X e Y.....	284
Tabla 111. Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.....	285

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Cinturón de Fuego del Pacífico.....	39
Figura 2. Zonificación sísmica del Perú.....	41
Figura 3. Placas tectónicas de la tierra.....	57
Figura 4. Tipos de bordes o límites de las placas tectónicas.....	58
Figura 5. Interacción de la placa de Nazca con la placa sudamericana.....	59
Figura 6. Falla geológica inversa.....	59
Figura 7. Falla geológica normal.....	60
Figura 8. Falla geológica de desgarre.....	60
Figura 9. Tipos de sismos en el Perú.....	63
Figura 10. Estructura del sismo.....	64
Figura 11. Ondas sísmicas primarias.....	64
Figura 12. Ondas sísmicas secundarias.....	65
Figura 13. Primer tipo de ondas superficiales.....	65
Figura 14. Segundo tipo de ondas superficiales.....	66
Figura 15. Escala de Richter.....	68
Figura 16. Intensidad de un sismo según la distancia a la que se presente.....	69
Figura 17. Esquematación del diseño de investigación propuesto.....	88
Figura 18. Plano de Ubicación de la vivienda.....	92
Figura 19. Medición de la resistencia del concreto mediante el ensayo de esclerometría.....	93
Figura 20. Calicata de la que se extrajo la muestra de suelos.....	95
Figura 21. Cuarteo del agregado grueso.....	96

Figura 22. Ensayo de contenido de humedad natural del agregado fino.....	97
Figura 23. Ensayo granulométrico del agregado fino.	98
Figura 24. Ensayo granulométrico del agregado grueso.	98
Figura 25. Ensayo de peso unitario compactado (agregado grueso).....	99
Figura 26. Ensayo de peso unitario suelto (agregado grueso).....	100
Figura 27. Ensayo de peso unitario compactado (agregado fino).	100
Figura 28. Ensayo de peso unitario suelto (agregado fino).....	101
Figura 29. Ensayo de peso específico y absorción (agregado grueso).....	102
Figura 30. Ensayo para determinar el peso específico y absorción (agregado fino).....	103
Figura 31. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.	104
Figura 32. Modelo estructural en Planta.	110
Figura 33. Vista conjunta frontal del modelo estructural en 3D.	111
Figura 34. Curva Granulométrica del Suelo.....	113
Figura 35. Contenido de Humedad a 25 Golpes	114
Figura 36. Carta de Plasticidad para Clasificación del Suelo.....	116
Figura 37. Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.	121
Figura 38. Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.	122
Figura 39. Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.	122
Figura 40. Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.	123
Figura 41. Curva granulométrica del agregado fino, cantera Conchán.....	126
Figura 42. Curva granulométrica del agregado grueso, cantera Cangana.....	130
Figura 43. Variación de la Resistencia del Concreto con Diferentes dosis de Poliestireno....	150

Figura 44. Variación del Peso Específico del Concreto con Diferentes dosis de Poliestireno	154
Figura 45. Variación del Peso Específico y Resistencia a la Compresión del Concreto con Diferentes dosis de Poliestireno	154
Figura 46. Modelo estructural en Planta.	156
Figura 47. Vista conjunta frontal del modelo estructural 3D.	156
Figura 48. Curva Granulométrica del Suelo.....	159
Figura 49. Contenido de Humedad a 25 Golpes.	160
Figura 50. Carta de Plasticidad para Clasificación del Suelo.....	162
Figura 51. Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.	167
Figura 52. Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.	168
Figura 53. Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.	168
Figura 54. Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.	169
Figura 55. Comparación de La Cortante Basal Estática.....	172
Figura 56. Comparación de La Cortante Basal Dinámica.....	172
Figura 57. Materiales por Unidad de Volumen de Cemento.....	179
Figura 58. Resistencia a Compresión del Concreto según su porcentaje adición y los días de secado.....	181
Figura 59. Resistencia a Compresión del Concreto según su porcentaje adición y los días de secado.....	181
Figura 60. Peso Específico del Concreto Según el Porcentaje de Adición de Poliestireno	183
Figura 61. Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas (Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección X-X)	188
Figura 62. Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas (Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Liviano Dirección X-X.....	189

Figura 63. Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas (Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección Y-Y.....	189
Figura 64. Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas (Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Liviano Dirección Y-Y.....	190
Figura 65. Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección X-X.....	192
Figura 66. Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Liviano Dirección X-X.....	192
Figura 67. Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección Y-Y	193
Figura 68. Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Liviano Dirección Y-Y	193
Figura 69. Parámetros ingresados en un inicio en el software ETABS.	213
Figura 70. Definición de los parámetros del concreto tradicional 210kg/cm ²	214
Figura 71. Definición de las propiedades del acero de refuerzo.	214
Figura 72. Definición de la columna de la edificación (C-1).....	215
Figura 73. Definición de la viga principal (VP-1).	215
Figura 74. Definición de la viga principal (VP-2).	216
Figura 75. Definición de la viga chata.	216
Figura 76. Definición de viga de borde.....	217
Figura 77. Asignación de losas de la vivienda.	217
Figura 78. Chequeo general del modelo de la edificación.	218
Figura 79. Asignación de masa sísmica del modelo de la edificación (edificación Tipo C, para nuestro caso).....	219
Figura 80. Asignación de restricciones en la base.	220

Figura 81. Definición del caso modal.	220
Figura 82. Definición de diafragmas rígidos.....	221
Figura 83. Creación de brazo rígido.....	222
Figura 84. Discretización de las losas.	222
Figura 85. Cargas vivas mínimas repartidas – metrado según NTP E.020.	223
Figura 86. Metrado de cargas del aligerado (carga muerta).....	224
Figura 87. Metrado de tabiquería sobre vigas (asignación de cargas distribuidas en vigas)...	225
Figura 88. Asignación de carga muerta en todos los pisos.	226
Figura 89. Asignación de carga viva en todos los pisos.....	226
Figura 90. Asignación de cargas distribuidas en vigas en todo el modelo.....	227
Figura 91. Factores de zona (Z) – según ubicación de la edificación.	228
Figura 92. Zonificación sísmica – Ubicación de la edificación.	228
Figura 93. Categoría de las edificaciones y factor de uso (U).	229
Figura 94. Determinación de parámetros de sitio.	230
Figura 95. Determinación de expresión a utilizar para la amplificación sísmica.....	231
Figura 96. Determinación del periodo de vibración.....	233
Figura 97. Determinación en hoja de cálculo Excel el sismo estático en dirección XX y YY y los parámetros necesarios para ingresar al programa Etabs.	234
Figura 98. Ingresar el sismo estático.....	235
Figura 99. Definir el peso de la edificación (como se va a calcular la masa)	236
Figura 100. Se muestra la fuerza cortante estática en dirección XX – en el programa Etabs.	237
Figura 101. Se muestra la fuerza cortante estática en dirección YY – en el programa Etabs.	237
Figura 102. Fórmula para determinar la fuerza sísmica horizontal en cualquier nivel.	238

Figura 103.	Gráfica del Espectro de respuesta en la dirección X y Y.....	242
Figura 104.	Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs para dirección XX.....	242
Figura 105.	Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs para dirección YY.....	243
Figura 106.	Modos de vibración.	243
Figura 107.	Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.	245
Figura 108.	Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.	246
Figura 109.	Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.	246
Figura 110.	Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.	247
Figura 111.	Cortante dinámica en X y Y.	248
Figura 112.	Parámetros de inicio en el programa ETABS.	249
Figura 113.	Definición de los parámetros del concreto tradicional 210kg/cm ²	250
Figura 114.	Definición de las propiedades del acero de refuerzo.	250
Figura 115.	Definición de la columna de la edificación (C-1).....	251
Figura 116.	Definición de la viga principal (VP-1).	251
Figura 117.	Definición de la viga principal (VP-2).	252
Figura 118.	Definición de la viga chata.	252
Figura 119.	Definición de viga de borde.....	253
Figura 120.	Asignación de losas de la vivienda.	253
Figura 121.	Chequeo general del modelo de la edificación.	254
Figura 122.	Asignación de masa sísmica del modelo de la edificación,	255
Figura 123.	Asignación de restricciones en la base.	256
Figura 124.	Definición del caso modal.	256

Figura 125. Definición de diafragmas rígidos.....	257
Figura 126. Creación de brazo rígido.....	258
Figura 127. Discretización de las losas.	258
Figura 128. Cargas vivas mínimas repartidas – metrado según NTP E.020.	259
Figura 129. Metrado de cargas del aligerado (carga muerta).....	260
Figura 130. Metrado de tabiquería sobre vigas (asignación de cargas distribuidas en vigas).	261
Figura 131. Asignación de carga muerta en todos los pisos.	262
Figura 132. Asignación de carga viva en todos los pisos.....	262
Figura 133. Asignación de cargas distribuidas en vigas en todo el modelo.....	263
Figura 134. Factores de zona (Z) – según ubicación de la edificación.	264
Figura 135. Zonificación sísmica – Ubicación de la edificación.	264
Figura 136. Categoría de las edificaciones y factor de uso (U).	265
Figura 137. Determinación de parámetros de sitio.	266
Figura 138. Determinación de expresión a utilizar para la amplificación sísmica.....	267
Figura 139. Determinación del periodo de vibración.....	269
Figura 140. Determinación en hoja de cálculo Excel el sismo estático en dirección XX y YY y los parámetros necesarios para ingresar al programa Etabs.	270
Figura 141. Ingreso de datos al programa Etabs del sismo estático.....	271
Figura 142. Definir el peso de la edificación (como se va a calcular la masa)	272
Figura 143. Se muestra la fuerza cortante estática en dirección XX – en el programa Etabs.	273
Figura 144. Se muestra la fuerza cortante estática en dirección YY – en el programa Etabs.	273
Figura 145. Gráfica del Espectro de respuesta en la dirección X y Y.....	278
Figura 146. Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs - dirección XX.	279

Figura 147. Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs - dirección YY.	279
Figura 148. Modos de vibración	280
Figura 149. Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.	282
Figura 150. Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.	283
Figura 151. Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.	283
Figura 152. Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.	284
Figura 153. Cortante dinámica en X y Y.	285

RESUMEN

Chota ciudad, por su ubicación geográfica se sitúa en zona de peligro sísmico, donde se presume que la mayoría de edificaciones tendrían alguna dificultad en su diseño técnico; por ello, el objetivo fue determinar la variación de la respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto tradicional en relación al modelamiento de la misma edificación con concreto adicionando poliestireno, según los alcances de la norma E.030, utilizando el programa Etabs; tiene enfoque comparativo, determinando la respuesta sísmica de la edificación existente con concreto tradicional considerando las condiciones estructurales actuales; asimismo se diseñó distintas dosificaciones de adición de poliestireno: 0, 5, 10 y 15% con respecto al volumen del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de estas, la mejor dosificación correspondió al 5% y fue con la que se procedió a modelar en el Etabs bajo las mismas condiciones estructurales el edificio seleccionado. Del análisis de los resultados del modelamiento, bajo las dos condiciones descritas, se concluye que estas no cumplen con la Norma E.030 diseño sismorresistente, es decir, las derivas no cumplen con la reglamentación que considera menor a 0.0007; sin embargo, se logró determinar según la variación obtenida que presenta mejor respuesta sísmica la edificación modelada con concreto adicionando poliestireno, que en cuanto a derivas en la base, presenta una variación en XX (de 0.019248 a 0.018444) y en YY (de 0.014946 a 0.014376), indicando que cuando la deriva no varíe en demasía para cumplir con la reglamentación podemos utilizar este.

PALABRAS CLAVE: concreto tradicional, concreto liviano, poliestireno.

ABSTRACT

Chota city, due to its geographical location, is located in a seismic hazard zone, where it is presumed that most buildings would have some difficulty in their technical design; therefore, the objective was to determine the variation in the seismic response of the modeling of a 5-story traditional concrete building in relation to the modeling of the same building with concrete adding polystyrene, according to the scope of the E.030 standard, using the Etabs program. It has a comparative approach, determining the seismic response of the existing building with traditional concrete considering the current structural conditions. Likewise, different dosages of polystyrene addition were designed: 0, 5, 10 and 15% with respect to the volume of concrete $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, of these, the best dosage corresponded to 5% and was the one with which the selected building was modeled in Etabs under the same structural conditions. From the analysis of the modeling results, under the two conditions described, it is concluded that these do not comply with the E.030 earthquake-resistant design standard, that is, the drifts do not comply with the regulations that consider less than 0.0007; however, it was possible to determine according to the variation obtained that the building modeled with concrete adding polystyrene presents a better seismic response, which in terms of drifts at the base, presents a variation in XX (from 0.019248 to 0.018444) and in YY (from 0.014946 to 0.014376), indicating that when the drift does not vary too much to comply with the regulations we can use this.

KEY WORDS: Traditional concrete, lightweight concrete, polystyrene.

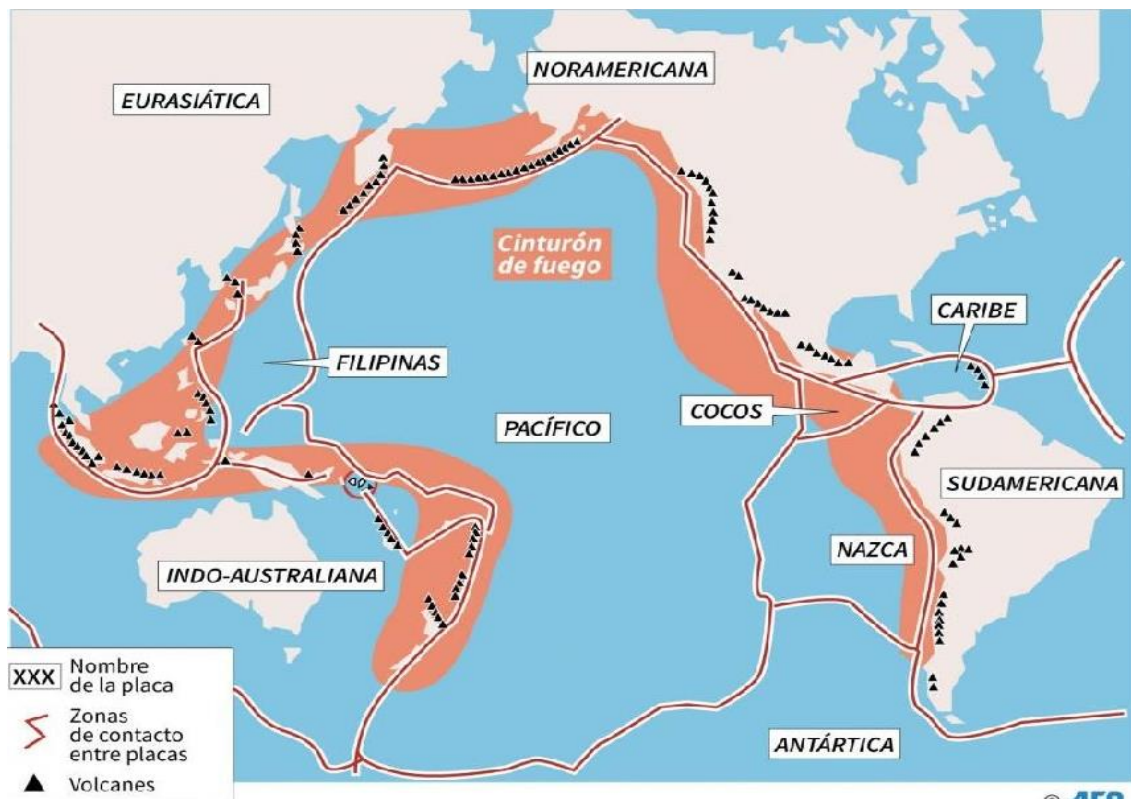
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Nuestro planeta desde sus orígenes ha estado asechado por una serie de fenómenos naturales, siendo uno de ellos los sismos, éste fenómeno se ha distribuido geográficamente alrededor del mundo siguiendo un patrón que coincide perfectamente con los cinturones orogénicos y las áreas volcánicas, es así, que por ejemplo, se ha determinado la presencia de este fenómeno alrededor del llamado Cinturón de Fuego del Pacífico (CFP), zona donde anualmente la Tierra, en forma de sismos y erupciones volcánicas, libera más del 80% de la energía acumulada en su interior (Tavera, 2020).

Figura 1.

Cinturón de Fuego del Pacífico.



Nota: en la figura se observa el Cinturón de Fuego del Pacífico (sombreado rojo), la distribución de volcanes y las principales placas tectónicas de la tierra. Fuente: Instituto Geofísico del Perú (IGP), (2020).

Nuestro país se localiza en la margen occidental de América del Sur, zona de gran actividad sísmica en el planeta por estar dentro del cinturón de fuego (placa del pacífico), razón por la cual, es indispensable saber el comportamiento presumible de esta amenaza en un determinado espacio con la finalidad de planear y paliar las secuelas que se produjeran en lo posterior. “La forma de saber esta actividad es mediante de la evaluación del peligro sísmico” (Tavera et al. 2014). En tanto, el territorio del departamento de Cajamarca, según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) (2019) en Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma E.030, Diseño Sismorresistente, está enmarcado en las zonas sísmicas 2 y 3; siendo la provincia de Chota localizada en la zona 2 de actividad sísmica.

Tavera et al. (2014) mencionan lo siguiente:

Los estudios del peligro sísmico fueron iniciados por Casaverde y Vargas en el año 1980 utilizando la data de la United States Geological Survey (USGS) para el periodo 1913-1976, sin embargo, la obra de Castillo y Alva realizada en 1993 con la data de la USGS y CERESIS para el periodo 1900-1991, fue la que se enmarcó en estudios de ingeniería y en la Norma de Construcción Sismorresistente (hoy Norma E.030)

En la Norma E.030 diseño sismorresistente, nuestro país se divide en cuatro zonas sísmicas, (ver Figura 2). Para realizar esta propuesta de zonificación se observó la distribución sísmica del país a lo largo y ancho del territorio, sus principales características y la atenuación respecto a su epicentro, así como en la data geotectónica.

Figura 2.

Zonificación sísmica del Perú.



Nota: En la figura se puede ver las cuatro de zonas sísmicas en las que se ha dividido nuestro país y cada una con su factor de zona respectivo. Fuente: MVCS, (2019).

Para contrarrestar o mitigar los efectos producto de los sismos se han creado y utilizado una serie de materiales que por sus propiedades han aportado mejores características ante las ondas sísmicas; uno de los materiales que más ha sido utilizado por su trabajabilidad, versatilidad para moldearse, resistencia y precio es el concreto, pero éste material, desde que se hizo popular en las edificaciones, ha sido utilizado generalmente de dos maneras por un lado siguiendo las recomendaciones de los

fabricantes e institutos de investigación del concreto y por otro de manera empírica, guiándose de la experiencia adquirida por los maestros de obra, naciendo de ese modo el llamado concreto tradicional.

Con el pasar de los tiempos y las experiencias adquiridas, se ha determinado que el peso de las edificaciones es un factor que juega en contra de la resistencia de estas ante las ondas sísmicas y por tanto es un aspecto en el que los investigadores vienen trabajando con la finalidad de encontrar materiales que, al ser combinados con el concreto, éste sea más liviano.

En respuesta a tal demanda, actualmente especialistas e investigadores del concreto están empeñados en crear estructuras ligeras en cuanto a peso se refiere, las cuales no intervengan en los criterios de diseño. En este afán de reducir el peso de la estructura nos percatamos que la carga viva no la podemos controlar a voluntad por ser muy variable y estar sujeta al uso que se le dé a la edificación. En efecto, se desea optimizar el diseño, pero este al estar sujeto a los requerimientos del propietario es difícil ser tratado. Razón por la cual el paso subsiguiente es controlar la carga muerta y ella lo logramos haciendo uso de materiales con nuevas tecnologías, tal como el concreto liviano con perlitas de poliestireno que se acopla perfectamente a esta demanda ya que aporta propiedades como bajo peso, aislante térmico y acústico, sumamente útil para ciertos tipos de construcciones. (Paulino y Espino, 2017).

La ciudad de Chota por su ubicación geográfica se sitúa en zona de peligro sísmico, y en los últimos años se aprecia un avance acelerado de la expansión urbana, misma que se viene dando de manera desordenada e incontrolada, donde se presume que la mayoría de las edificaciones tendrían alguna dificultad en su diseño técnico y considerando que en tendencia predomina las edificaciones de 5 pisos, en tal sentido la presente investigación busca determinar la variación de la respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto tradicional en relación al modelamiento de la misma edificación con concreto adicionando poliestireno, con el fin de fomentar la utilización de nuevos materiales y obtener mejores comportamientos ante eventos sísmicos, generando así nuevos conocimientos que coadyuvarían a fijar criterios técnicos de estructuración así como la concientización de la población de la importancia de realizar las construcciones considerando el análisis sísmico.

1.2. Formulación del problema

¿Cuánto será la variación de la respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto tradicional en relación al modelamiento de la misma edificación con concreto adicionando poliestireno, seleccionada dentro de la urbe de la ciudad de Chota?

1.3. Justificación de la investigación

En la actualidad existe una gran variedad de estudios sobre la respuesta sísmica de edificaciones tanto en concreto tradicional como en concretos livianos en diferentes lugares, pero aún no existen investigaciones sobre el concreto liviano adicionando poliestireno en el ámbito de la zona urbana de Chota, razón por la cual se justifica esta investigación ya que el aporte de la presente investigación bajo la utilización de Tecnología de la construcción y procesos constructivos es fomentar la utilización de nuevos materiales a la construcción con el fin de obtener mejores comportamientos ante eventos naturales y posibles eventos sísmicos, así como evaluar la respuesta sísmica que tienen las edificaciones autoconstruidas sin dirección técnica (sin diseño sismorresistente). Generando nuevos conocimientos que coadyuvarían a fijar criterios técnicos de estructuración de edificaciones, teniendo en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), específicamente en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, así como la concientización de la población de la importancia de realizar las construcciones considerando el análisis sísmico.

1.4. Delimitación de la investigación:

El presente trabajo se desarrolló en la provincia de Chota, en un periodo de 6 meses contados de junio del 2023 hasta diciembre 2023. Se analizó la estructura y arquitectura existente de la vivienda ubicada en el Jr. Ponciano Vigil 824.

Se realizaron los análisis estáticos y dinámicos de los modelamientos de la estructura existente de concreto tradicional y de concreto liviano adicionando perlitas de poliestireno, a fin de comparar las respuestas sísmicas de ambos modelamientos estructurales.

1.5. Limitaciones:

El modelado se limitó a representar lo que se pudo observar y determinar durante la medición y toma de datos de la edificación ya que esta vivienda no cuenta con los planos de construcción correspondiente, indicando que esto no afecta al fin de la investigación puesto que el comparativo se realiza teniendo en cuenta las mismas condiciones estructurales para ambos modelos.

1.6. Objetivos

1.6.1. *Objetivo general*

Determinar la variación de la respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto tradicional en relación al modelamiento de la misma edificación con concreto adicionando poliestireno, mediante el uso del software Etabs.

1.6.2. *Objetivos específicos*

- Efectuar pruebas de resistencia a la compresión mediante esclerómetro en la edificación de 5 pisos ubicada en el Jr. Ponciano Vigil 824 de la ciudad de Chota, la cual se ha seleccionado por conveniencia.
- Determinar la respuesta sísmica de la edificación con concreto tradicional, en función a la Norma E.030 diseño sismorresistente, aplicando el software Etabs.
- Diseñar un concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm² adicionando diferentes dosis del polímero poliestireno: 0, 5, 10 y 15% en función al volumen del concreto, siguiendo la metodología ACI.
- Modelar la estructura de la edificación de 5 pisos con la mejor dosificación del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm², haciendo uso del software Etabs en función de la Norma E.030.
- Comparar los resultados de las respuestas sísmicas de los modelamientos estructurales de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano desde el punto de vista técnico.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Benalcázar (2022) en su trabajo de investigación previo para obtener su título de Ingeniera Civil llamado “análisis comparativo del peso y resistencia a compresión del hormigón convencional con un hormigón ligero de piedra pómez para una resistencia de diseño a compresión de $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes porcentajes de aditivo superplastificante” se fijó como objetivo equiparar el peso y resistencia a compresión del concreto convencional con un concreto ligero de piedra pómez para una resistencia de diseño a la compresión de $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes porcentajes de aditivo superplastificante, para ello reunió los materiales necesarios, los puso a pruebas de laboratorio para conocer sus características, luego procedió a diseñar las mezclas mediante el método del ACI 211.1 y 211.2 para un concreto convencional y ligero, respectivamente, con porcentajes de adición del 0, 0.8 y 1% con ello elaboró especímenes para ser ensayados a compresión a los 7, 14 y 28 días de secados, logrando determinar que el porcentaje óptimo de aditivo superplastificante es del 1 % ya sea para el concreto convencional como para el ligero con densidades y resistencias a compresión a los 28 días de $(2,208.22 \text{ Kg/m}^3 \text{ y } 1,561.42 \text{ Kg/m}^3)$ y $(311.60 \text{ Kg/cm}^2 \text{ y } 177.87 \text{ Kg/cm}^2)$, respectivamente.

Esta tesis fue de gran importancia para nuestro trabajo ya que realiza documentaciones para concreto convencional y ligero, variables de nuestra investigación y los datos que obtuvo como densidad y resistencia a la compresión serán utilizados para efectos de comparación y análisis con los que encontremos en nuestros resultados.

Pallo y Velarde (2022) en su trabajo de titulación, previo a obtener el título de Ingeniero Civil Mención Estructuras, se fijaron como meta hacer un análisis estructural y económico comparativo entre el uso de hormigón liviano ($f'_c=28\text{MPa}$) frente al hormigón convencional ($f'_c=28\text{MPa}$) y, así como, del uso de acero estructural ASTM A36 respecto al acero estructural ASTM A572 Gr50 en una vivienda con sistema estructural mixto, a través de un modelo computacional, diseño y presupuesto de ejecución para una vivienda

residencial de 15 niveles, ubicada en la ciudad de Quito, llegando a la conclusión que la densidad del agregado liviano tiene beneficios en la construcción gracias a la disminución de las dimensiones de los componentes que conforman la estructura.

Esta tesis fue de importancia para el desarrollo de nuestra investigación porque aportó con la metodología ya que sus variables son congruentes con la de nuestro trabajo y las conclusiones obtenidos fueron utilizados para efectos de comparación con los que se obtuvieron en esta investigación.

Albornos (2020) en su memoria para optar el título de Ingeniera Civil, denominada “Estudio de la respuesta sísmica lineal y no lineal de un edificio de la Ciudad de México ante el terremoto del 19 de septiembre de 2017” se planteó como objetivo principal modelar y reproducir la respuesta sísmica ante el registro de aceleraciones del terremoto del 19 de septiembre de 2017 correspondiente a la zona en la cual se encontró ubicado el edificio de la Ciudad de México. Además, se buscó obtener la respuesta de la construcción ante el registro de aceleraciones de la misma zona, pero donde se presentaron la mayor cantidad de daños y colapsos de edificios, para poder comparar el comportamiento. Finalmente, se planteó realizar un modelo simplificado para analizar la interacción suelo-estructura del edificio. Para la consecución de dichas metas utilizó como herramientas computacionales para la modelación ETABS y posteriormente para comparar con los registros propios del edificio el MATLAB. Llegando a las siguientes conclusiones: que en el modelo original para la dirección longitudinal existe una buena densidad de muros, bien confinados por columnas y vigas de hormigón armado. En cambio, la dirección transversal tiene una baja densidad de muros, donde una elevación presenta un confinamiento adecuado, razón por la cual se centra el análisis en este sentido. También que es poco factible que los muros de albañilería resistan sin presentar daño o que algún elemento este colaborando de alguna manera que no esté contemplada, esto debido a que los muros no son capaces de resistir los esfuerzos de corte para ninguno de los registros analizados, ya que las fuerzas solicitantes superan en al menos 2 veces las resistentes. Finalmente concluyó que, no es factible que se hayan dilatado los muros, producto de que el periodo (1.702 segundos) y las deformaciones de entrepiso (28.5 milímetros) son tales que el edificio presentaría daños de todo tipo, cosa que no ocurrió.

Esta memoria fue de vital importancia para nuestro trabajo de investigación puesto que en ella la autora hizo uso del mismo programa que en este trabajo.

Acosta (2022) en su trabajo experimental para obtener el título de Ingeniero Civil, denominado “Análisis de la influencia del modelado de losas por elementos tipo Shell y Membrana en el diseño estructural de un edificio de 4 pisos, utilizando un software de diseño especializado”, se planteó como objetivo general, hacer un análisis de comparación entre las principales ventajas, diferencias y características de optar por una losa tipo Shell y un tipo Membrana, dentro de un modelamiento de una edificación de 4 pisos en un software de diseño especializado, para una mejor visión de las distintas inquietudes presentadas en el campo profesional, llegando a las conclusiones que existen diferencias entre un elemento de losa tipo Shell con secciones de columna de 50 x 50 cm y vigas de sección de 45 x 35 cm en sentido x y 40 x 35 cm en sentido y, mientras que para un tipo membrana se requiere columnas de 50 x 50 cm y vigas de 45 x 35 cm respectivamente, de acuerdo a las disposiciones que rigen nuestra normativa. Además, que un elemento tipo membrana debido a sus 3 grados de libertad que posee, implica que toda la carga aplicada dentro de este tipo de elemento lo asumen los elementos estructurales como las vigas, por lo cual esto produce un incremento en sus cuantías de acero al momento de realizar el diseño estructural, que por otra parte un elemento tipo Shell por medio de su 111 rigidez brinda apoyo en la transmisión de cargas hacia los elementos estructurales disminuyendo de esta manera sus cuantías de acero. Finalmente, se obtuvieron distintos valores respecto a sus chequeos de servicio, dando un periodo de vibración de 0.607 para un modelado con elemento tipo Shell y 0.626 para un modelado con elemento tipo membrana.

Esta tesis fue de gran importancia para nuestro trabajo ya que se tuvieron en cuenta todas las recomendaciones y conclusiones que el autor enfatizó para la buena utilización del programa Etabs y los aspectos a tener en cuenta para el modelamiento de los componentes de la edificación.

López (2021) en su tesis para alcanzar el título de Ingeniero Civil denominada “Modelado no lineal de un edificio de tres niveles a base de muros de mampostería”, se planteó como objetivo general comparar las respuestas ante movimientos sísmicos, de un edificio de tres niveles a base de muros de mampostería, mediante un programa de análisis

estructural, realizando análisis lineal y análisis no lineal, concluyendo que: los desplazamientos obtenidos a través del método modal espectral y el análisis estático lineal fueron semejantes, para el primero se obtuvo un valor en el tercer nivel de 5.25 mm, mientras que para el segundo fue de 5.83 mm, por lo que se concluye que ambos son similares, así como que, al comparar los desplazamientos máximos obtenidos con ambos análisis lineales y los no lineales, los segundos presentaron desplazamientos de más del doble que los primeros.

Esta tesis fue de importancia para la realización de nuestro trabajo puesto que nos muestra valores encontrados en cuanto a los desplazamientos los mismos que serán tomados en cuenta para la contrastación con los que se encuentren producto de nuestro trabajo.

Marcos (2019) en su tesis denominada “Análisis sísmico estático y dinámico modal espectral de un edificio de oficinas y comercio con estructura de concreto reforzado” se fijó como objetivo principal es analizar la estructura de un edificio destinado para comercio y oficinas conforme a las normas vigentes, el cual, está localizado en la Ciudad de México, y por lo tanto es aplicable el Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México haciendo uso del programa StaadPro llegando a la conclusión que: la obtención de las masas de cada entrepiso y el cálculo con el programa es más preciso, al realizar el análisis dinámico y estático la cortante basal resultó similar ya que las masas usadas en el análisis dinámico fueron mayores.

Esta tesis fue de gran importancia para nuestro trabajo ya que realiza el análisis dinámico y estático de una edificación y obtuvo datos como la cortante basal, aspectos que también fueron utilizados en el desarrollo de este trabajo.

Carrera y Constante (2019) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil de nombre “Estudio comparativo de una estructura sismo-resistente de hormigón armado utilizando la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC15) y la Norma Chilena de la construcción (NCh433 mod2009)” se plantean como objetivo principal hacer el análisis y diseño de una edificación de hormigón armado mediante el uso de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y La Norma Chilena de la Construcción NCH433mod2009, para hacer la comparación de sus capacidades dinámicas y características principales, para tal fin procedieron a realizar el diseño y análisis de una estructura de cinco pisos de

hormigón armado, utilizando los criterios de diseño de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 15) para suelos tipo B,C y D y la Norma Chilena de la Construcción (NCh433) para suelos tipo II, III y IV, determinaron las diferencias entre las estructuras analizadas y diseñadas con ambas Normas de Construcción y determinaron el costo de construcción para una edificación tradicional aplicando los criterios dictados por la NEC 15 y NCh433, a través de un análisis de costos para materiales que se encuentran ubicados en el Distrito Metropolitano de Quito. Llegando a la conclusión que los suelos tipo B, C y D generan cortantes basales de 145.77, 274.41 y 357.72 (t), en tanto, para suelos tipo II, III y IV arroja valores de 176.78, 471,72 y 497,48 (t), lo que indica que hay una notable mayoría de demanda sísmica en los criterios de diseño de la Norma Chilena ya que las cortantes son superiores en contraposición a los obtenidos con la Norma Ecuatoriana.

Este trabajo fue de importancia ya que en esta investigación se hizo uso de perfiles de suelo que son similares al que se trabajó en nuestra investigación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Chuquizapon e Ibáñez (2020) en su tesis “Influencia de la densidad de las perlas de poliestireno sobre el costo, peso unitario, asentamiento, resistencia a compresión y flexión en un concreto ligero estructural para losas aligeradas, Trujillo 2020” se plantearon como objetivo conocer cuánto influye la densidad de las perlas de poliestireno en el peso unitario, costo, asentamiento, resistencia a compresión y flexión en un concreto ligero estructural en losas aligeradas, para lo cual caracterizaron los agregados fino y grueso (granulometría, contenido de humedad, peso unitario, peso específico y absorción) teniendo en cuenta lo estipulado en la NTP, a fin de corroborar si los materiales son aptos para fabricar concreto, luego elaboraron el diseño de mezcla para un concreto $f'c = 210$ kg/cm² mediante el método ACI 211; obteniendo un slump de 8 cm, una resistencia a la compresión de 412 kg/cm², con un peso unitario de 2350 kg/m³, y una resistencia a la flexión de 55 kg/cm². Además, el concreto elaborado con distintas combinaciones en cantidad de poliestireno, presentó disminución en peso unitario y resistencia a compresión, pero el asentamiento fue creciendo, salvo el caso del concreto con densidad 21.12 kg/m³ de poliestireno que presentó un asentamiento mayor que las probetas fabricadas con densidad de 7.35 kg/m³ de perlas de poliestireno.

Este trabajo de investigación fue importante para el desarrollo de nuestra tesis ya que aporta información valiosa con respecto a la densidad del poliestireno a utilizar en la elaboración del concreto liviano.

Heredia (2023) en su tesis para alcanzar el grado académico de doctor en Ingeniería Civil, de nombre “Espectros de respuesta sísmica probabilístico para determinar la respuesta estructural de edificaciones en el Perú” se propuso como objetivo general generar espectros de respuesta sísmica probabilístico de origen sismogénicas de subducción en el Perú con el fin de conocer la respuesta estructural de las edificaciones de concreto armado, para lo que usó el método propuesto por Kramer (1996), en el que se identificó la actividad sísmica considerando la sismicidad histórica e instrumental para lo que se usaron 22399 registros sísmicos, además, se usaron 33 fuentes sismogénicas y 6 prototipos de leyes de mitigación para temblores de subducción encontrando de ese modo ordenadas espectrales para niveles de peligro sísmico con probabilidad de ser excedido en 50% en 50 años, 10% en 50 años, 10% en 100 años, 2% en 50 años, 2% en 100 años. Obteniendo como resultados que la edificación de dos pisos en estudio arrojó un periodo de 0.229 segundos. Al analizar las 25 localidades se determinó que en las ciudades 1 al 6, 8 al 21, y 22 al 25, los prototipos de Youngs et al. (1997) y el de Zhao et al. (2006) producen ordenadas espectrales en tiempos mayores a 0.50 seg. con mejor asercamiento a las ordenadas espectrales propuestas en la norma E.030, en tanto que las localidades 7 y 22 arrojaron ordenadas espectrales inferiores, reflejando esto en la respuesta estructural de la edificación analizada. Concluyendo de ese modo que al usar los prototipos de las leyes de atenuación de Youngs et al. (1997) y el de Zhao et al. (2006) generaran ordenadas espectrales más similares.

El presente trabajo fue de importancia para nosotros porque aporta con datos como el espectro de respuesta, periodos, etc., la metodología seguida y además los resultados que muestra fueron utilizados para efectos de comparación con los que se obtuvieron en nuestro trabajo.

Baca y Valdez (2024) en su tesis llamada “Análisis de vulnerabilidad y comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Tamburco - Abancay, 2022”, se fijaron como objetivo principal encontrar el efecto de la evaluación de vulnerabilidad y comportamiento sísmico en las edificaciones autoconstruidas del

distrito de Tamburco, para lo que escogieron como muestra 5 viviendas caracterizadas, además, usaron el procedimiento del índice de vulnerabilidad de Benedetti – Petrini a fin de conocer la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, también emplearon el ensayo, no destructivo, denominado esclerometría a fin de conocer la resistencia de los elementos de concreto armado, así como también hicieron el modelamiento de las viviendas con ayuda del software ETABS 2018 a fin de determinar los comportamientos sísmicos de cada una, obteniendo las derivas de entrepiso y, finalmente, se determinó el comportamiento sísmico; obteniendo como resultados que de las 5 edificaciones, 3 de ellas poseen vulnerabilidad sísmica alta, con valores para el índice de vulnerabilidad de 78.26, 91.29 y 78.26. En tanto, al evaluar el comportamiento sísmico determinaron, inicialmente, que sólo una edificación tenía un comportamiento insuficiente, pero al agregar de 1 a 3 niveles a las demás 4 viviendas, 3 se volvieron deficientes, con valores para la deriva en X de 0.0077 y 0.0083, en tanto, para la deriva en Y se lograron datos de 0.0082, muy por encima del límite admitido por la norma E.030 Diseño Sismorresistente, la cual propone un valor de 0.007.

Esta tesis fue de importancia para el desarrollo de nuestra investigación porque aporta con datos importantes a tener en cuenta en este trabajo ya que su análisis se basa en viviendas autoconstruidas como es el caso del presente.

Chuquiyauri (2023) en su tesis, para obtener el título de Ingeniero Civil, de nombre “Análisis sísmico de un edificio aporricado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-Huaura-Lima”, se centró en observar la acción en el concreto del polietileno y cómo se comporta éste sísmicamente en un edificio multifamiliar de 6 pisos con un sistema estructural de pórticos. Para ello utilizó 36 muestras de concreto con porcentajes de polietileno de 5%, 7% y 10.5% las que, luego de ser sometidas a compresión, a los 28 días mostraron un aumento sustancial en la resistencia, resaltando el 5% de adición que logró 270 kg/cm². También determinó que a adiciones de polietileno mayores del 10.5%, disminuye la resistencia. Además, del análisis sísmico estático encontró un desplazamiento máximo de 30.09 mm y una deriva de 0.006645 en el nivel superior, concordando con lo fijado en la norma E-030.

Esta tesis fue de importancia para el desarrollo de nuestra investigación porque aporta con la metodología ya que sus variables son congruentes con la de nuestro trabajo y los valores obtenidos fueron utilizados para efectos de comparación con los que se obtuvieron en esta investigación.

Llerena y Sallica (2022) en su tesis para alcanzar el grado de Ingeniero Civil de nombre “Influencia del Tereftalato de Polietileno en Concreto para el Diseño Sismoestructural en Edificio Multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022” se propusieron como objetivo conocer de qué forma al añadir tereftalato de polietileno en el concreto puede influir en diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar, para lo que elaboraron 51 probetas y 6 vigas como muestra para ser probadas y determinar su resistencia, el agregado PET triturado utilizado fue el pasante del tamiz N°4 y retenido en el N° 10 con adiciones del 0.25% y 0.70%. Por lo cual realizaron 51 ensayos de compresión y tracción y 6 ensayos a flexión en tiempos de 7, 14 y 28 días de secado del concreto y con los resultados obtenidos se realizó el modelamiento estructural sismorresistente para determinar su comportamiento. Llegando a concluir que al incluir un 0.70% de PET al concreto, éste mejora su resistencia a compresión, tracción y flexión, influenciando de positivamente en el diseño sísmico. Además, determinaron que al adicionar un 0.25% de PET se eleva a 102% la resistencia a compresión.

Esta tesis fue de mucha importancia para el desarrollo de la presente investigación ya que nos proporciona información para fines de comparación, respecto a la influencia de la utilización del tereftalato de polietileno en concreto con respecto a la respuesta sísmica de una vivienda multifamiliar.

Córdova (2022) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil, de nombre “Estudio de la vulnerabilidad estructural de la Institucion Educativa Ann Goulden del distrito de Piura, provincia y departamento de Piura 2022”, se fija como objetivo general Estudiar la vulnerabilidad estructural de la IE Ann Goulden en la provincia de Piura del departamento de Piura, para cuya consecución se plantea como objetivos específicos, entre los más resaltantes: analizar la estructuración de la edificación para determinar irregularidades en planta o en altura que afecten a la capacidad estructural y calcular las derivas máximas; ejecutar ensayos de Esclerometría a columnas y vigas para determinar la homogeneidad del concreto ejecutado en la estructura, ensayo de ultrasonido para tener

un valor más representativo de la resistencia a la compresión del concreto; realizar un análisis lineal estático de acuerdo a la norma E030 – 2018 verificar si las derivas cumplen con lo parametrizado, etc.

Esta tesis fue de importancia para el desarrollo de nuestro trabajo puesto que toma en cuenta muchos aspectos y objetivos que son también propios de este trabajo, aspectos que fueron tomados en cuenta y sirvieron como guías para la ejecución de éste.

Catillo y Chero (2023) en su tesis para conseguir sus títulos de Ingenieros Civiles titulada llamada “Comportamiento sísmico del edificio de laboratorios de la Escuela de Ingeniería en Energía - UNS, implementando disipadores Shear Link Bozzo, 2022” formularon como objetivo general estudiar el comportamiento sísmico del edificio de laboratorios de la Escuela de Ingeniería en Energía de la UNS empleando disipadores de tipo Shear Link Bozzo, para lo cual verificaron lo estipulado en la NTP E.030 sismorresistente para el Análisis Dinámico - Modal Espectral y los disipadores Shear Link Bozzo los que fueron valorados por medio del análisis Tiempo - Historia, para evitar la linealidad de estos mecanismos, esta comprobación se hizo considerando Sismos Máximos Considerados (MCE), encontrando disminuciones de las derivas del 85 % y los periodos fundamentales se decayeron hasta un 68%; en tanto, de la evaluación Tiempo – Historia, los disipadores Shear Link Bozzo pudieron a embeber el 67.16% de la energía del sismo.

Esta tesis fue importante para el desarrollo de nuestra investigación ya que aporta con pautas para el desarrollo y análisis de la información y los valores con los que se contaron fueron utilizados para comparar con los que se obtuvieron en el presente trabajo.

2.1.3. Antecedentes regionales

Arana (2019) en su trabajo de investigación (tesis) “Comparación del comportamiento estructural de un edificio de concreto armado usando la normativa peruana, chilena y ecuatoriana” tuvo como objeto general cotejar el comportamiento estructural por medio de la actuación de la masa, cortantes dinámicas y derivas o desplazamientos empleando la norma peruana (E.030), chilena (NCh433) y ecuatoriana (NEC-SE-DS), en un edificio construido con un sistema estructural aporticado de concreto armado de 5 niveles, ubicada en la urbe de Cajamarca, que es usada como

vivienda, erigida en un terreno intermedio y localizado en una área de alta sismicidad; para ello se hizo el modelamiento de la estructura con el software Etabs 2016 versión educativa considerando el método modal espectral por lo que se generó un espectro, con los parámetros sismorresistentes, para cada norma. Observándose que la intervención de masa satisface a las 3 normas de referencia rebasando el 90% de la adición de la masa efectiva en su interrelación con los modos de vibración; la cortante dinámica satisface con las tres normas, teniendo su valor más alto con respecto a la norma chilena, sucedida por la peruana y ecuatoriana; finalmente, al comparar las derivas se determinó que el análisis realizado con la norma chilena no alcanza a sus valores mínimos, en tanto para la peruana y ecuatoriana si lo hacen, de lo que se determina que la normativa chilena posee valores más rigurosos, refutando de ese modo la hipótesis formulada.

Esta tesis fue de importancia ya que trata una de las variables de esta investigación y desarrolla una metodología que sirvió de guía para nuestro trabajo de investigación.

Bustamante (2021) en su tesis “Caracterización térmica y acústica del concreto simple ($f'c=175$ kg/cm²) elaborado con distintas dosis de poliestireno, Chota, 2020” para lo cual se planteó como objetivos diseñar una mezcla de concreto simple $f'c= 175$ kg/cm² y cambiarla con diversas cantidades de poliestireno con el propósito de determinar las sus características, definir la acción de la sustitución de poliestireno al concreto simple cuando esté endurecido en lo que respecta al peso y resistencia a compresión, para también definir su comportamiento térmico y acústico, a través de su respectivas pruebas y contrastar los costos de elaboración de concreto fabricado con distintas dosis de poliestireno en relación con el concreto tradicional, para conocer qué clase de concreto posee mejores ventajas. La metodología constó en usar como prototipo, 84 muestras cilíndricas de concreto con sustituciones de 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de poliestireno por las cantidades de arena y piedra chancada. Se efectuaron pruebas físico-mecánicas al agregado fino de la cantera Conchán y al agregado grueso de la cantera San Juan, observando que satisfacen con la NTP 400.037. El diseño del concreto $f'c= 175$ kg/cm² se hizo mediante el método ACI. Logrando concluir que al adicionar 12.50% de poliestireno se cumple con 175.50 kg/cm² de resistencia a la compresión.

Esta tesis fue importante para nuestro trabajo ya que trata de manera singular una de las variables (concreto liviano adicionando perlitas de poliestireno) en cuyos

resultados nos fijamos de manera particular ya que fueron utilizados para los fines comparativos necesarios.

Campos (2019) en su tesis, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, denominada “Riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca”, se fijó como meta diagnosticar el riesgo sísmico de la edificación del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca, lo que se hizo en relación a la vulnerabilidad y del peligro sísmico. La vulnerabilidad sísmica se evaluó con el método del índice de vulnerabilidad de Benedetti y Petrini y la calificación se hizo según los niveles de vulnerabilidad planteados por el método; en cuanto al peligro sísmico, este se evaluó mediante el software R-CRISIS versión 18.4.2, con el que se logró la aceleración máxima del suelo (PGA) del área de trabajo y la valoración se realizó en concordancia con los niveles de peligro establecidos en el GSHAP (Global Seismic Hazard Assessment Program). Obteniéndose un índice de vulnerabilidad de 67.6, lo que muestra que la vulnerabilidad sísmica del edificio en estudio es elevada; de igual manera, se encontró una aceleración máxima esperada del suelo de 0.27 g para una probabilidad de excedencia de 10 % en 50 años, la que indica que el peligro sísmico del edificio también es alto. Con lo que concluyó que el riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca es alto.

Esta tesis fue de importancia para nuestro trabajo de investigación puesto que se tuvo valores del índice de vulnerabilidad y aceleración del suelo, aspectos que fueron puestos en consideración y comparación con los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo.

Carrasco y Villanueva (2019) en su tesis denominada “Modelado estructural y diseño sísmico de una edificación de albañilería confinada de 3, 4 y 5 niveles para la ciudad de Jaén” para optar el título de Ingeniero Civil, hicieron el modelado estructural, análisis sísmico, y diseño, de una construcción típica de albañilería que contribuya a menguar la autoconstrucción de edificaciones de albañilería confinada en la ciudad de Jaén; teniendo en cuenta los lotes comerciales típicos proporcionados por la Municipalidad Provincial de Jaén. El área techada es de 102 m². Para lo cual, inicialmente se hizo el planteamiento arquitectónico, según la norma A.020, el modelado estructural y análisis sísmico a través del software Etabs con aproximación real del modelo;

consiguiendo valores para el sismo estático mayores respecto al sismo dinámico, en cuanto al los desplazamientos en los ejes “X” e “Y” los valores fueron menores a los establecidos en la norma E.030. El diseño estructural de los elementos de albañilería se realizaron conforme a la Norma E.070 y con datos obtenidos del software Etabs, además, el diseño de la cimentación se efectuó mediante el software Safe, sobre un suelo tipo S3 con capacidad admisible 1, 1.20 y 1.8 kg/cm² para 3, 4 y 5 pisos respectivamente; a una profundidad de cimentación de 1.10 m. finalmente se obtuvo las dimensiones óptimas de la superestructura y subestructura, así mismo las cuantías mínimas de acero.

Esta tesis es de mucha relevancia para el desarrollo de nuestro trabajo ya que nos proporciona una especie de guía a seguir, puesto que trabaja con el software que se utilizará para modelar en nuestro proyecto y las consideraciones tomadas por los autores de la tesis serán tomadas en cuenta para el desarrollo de nuestro trabajo.

2.2. Bases teórico - científicas

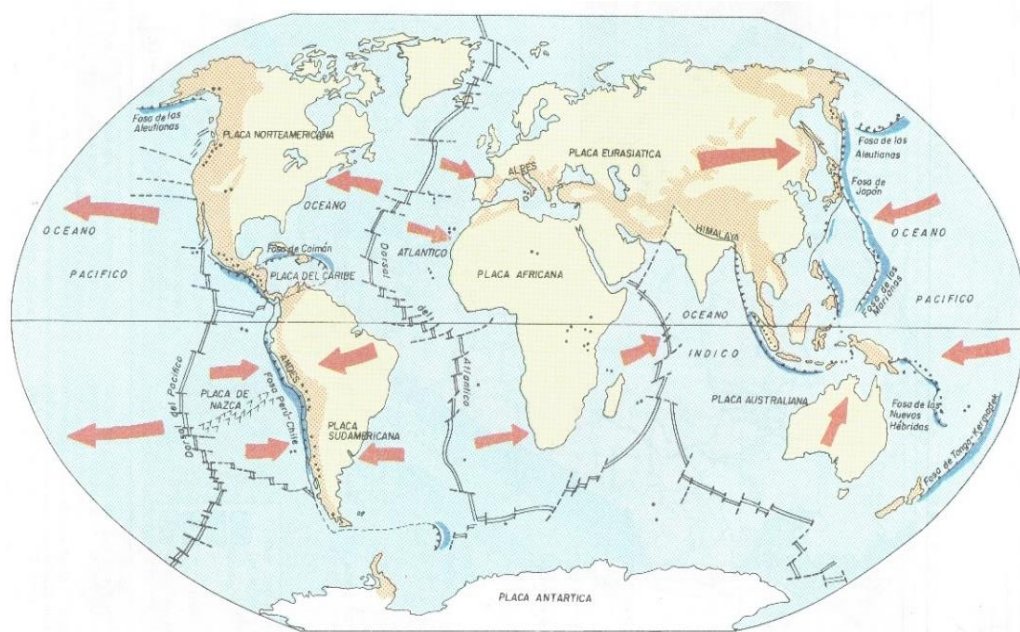
2.2.1. Aspectos sismológicos

Placas tectónicas.

Según Santos, (2019) son grandes porciones de la litósfera, capa inflexible y resistente del manto superior, que conforman la tierra y se mueven en diferentes direcciones, además afirma que nuestro planeta está formado por 7 placas tectónicas principales: Norteamericana, Sudamericana, del Pacífico, Africana, Euroasiática, Australiana y Antártica, y 7 placas medianas: la Caribeña, de Nazca, la Filipina, la Arábiga, de Coco, de Scotia y de Juan de Fuca, en la figura 3 se señala la distribución de las placas tectónicas en nuestro planeta.

Figura 3.

Placas tectónicas de la tierra.



Nota: en la figura se muestra la superficie de la tierra conformada por placas que se desplazan en el sentido de las flechas. Extraída de: “Mi Pequeño Atlas”, Benavides J. A. (1996).

En tanto Benavides, (1996) afirma que las placas tectónicas se trasladan unas respecto a otras e interaccionan ocasionando que se deformen a lo largo de sus bordes, las cuales pueden ser:

Bordes divergentes.

También conocidos como bordes constructivos. Son producto de los movimientos contrarios a las placas tectónicas con la elevación de material para dar vida a un nuevo suelo oceánico. En la figura 3 se muestra la deformación de borde divergente de una placa tectónica.

Bordes convergentes.

Conocidos comúnmente como bordes destructivos. Son consecuencia del choque entre placas tectónicas, es decir, la placa oceánica se desliza debajo de la placa continental originando así grandes sismos. En la figura 3 se muestra la deformación de borde convergente de una placa tectónica.

Bordes de falla transformante.

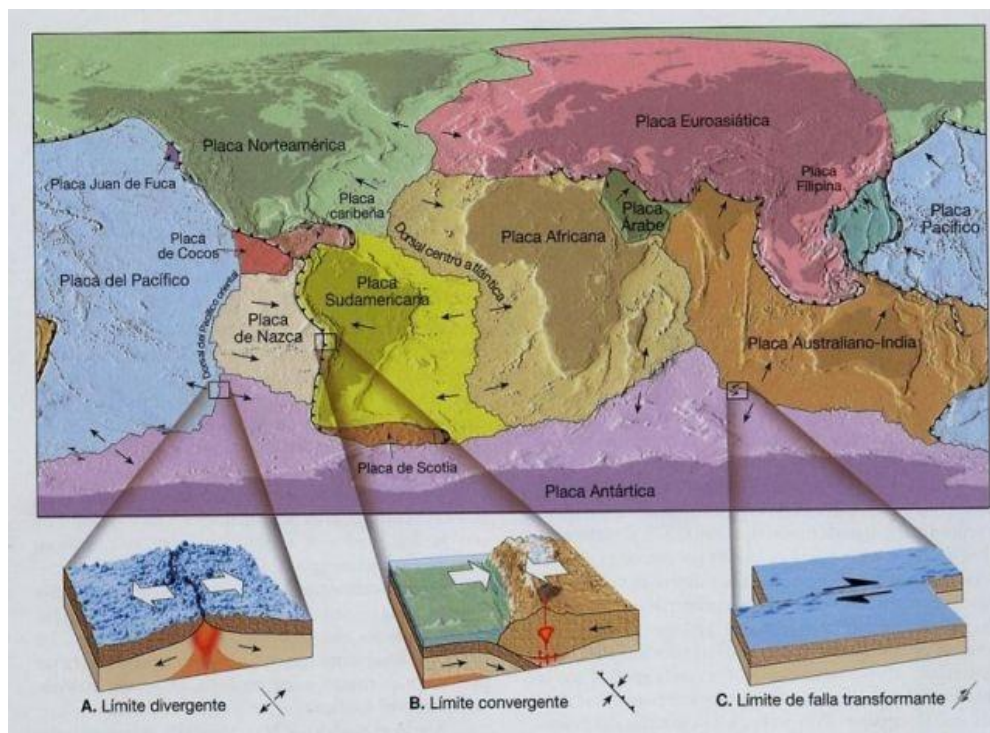
Un borde o falla transformante es una falla de desplazamiento lateral de una placa tectónica respecto a la otra. Su presencia se detecta gracias a las discontinuidades geológicas del terreno. En la figura 3 se muestra la deformación de borde de falla transformante de una placa tectónica.

Límites de transformación.

Llamados deslizamientos horizontales. Se originan por el movimiento lento y en dirección contraria de las placas, sin alterar la litosfera.

Figura 4.

Tipos de bordes o límites de las placas tectónicas.



Nota: Hamilton, (2015)

Los territorios de Chile, Ecuador, Colombia y Perú, se ubican sobre la Placa de Nazca (placa oceánica), la que al chocar con la Placa Sudamericana origina cuantiosos sismos, ante eso, el suelo peruano es considerado uno con grandes probabilidades de ocurrencia de sismos.

Figura 5.

Interacción de la placa de Nazca con la placa sudamericana.



Nota: Hamilton, (2015)

2.2.2. *Falla geológica.*

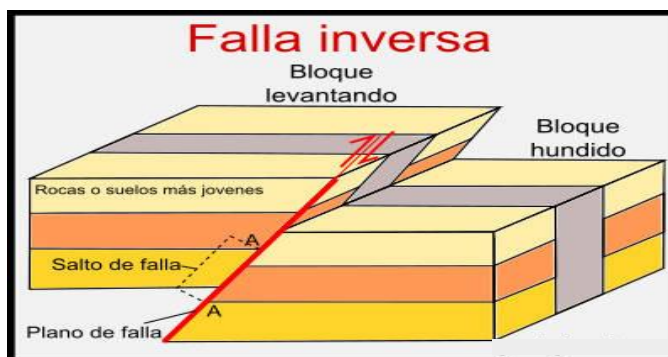
Son grietas en la corteza terrestre donde los bloques de roca se mueven vertical, horizontal o en ambas direcciones. Las fallas son causadas por el movimiento repetido de las placas tectónicas y la energía liberada toma la forma de ondas sísmicas. Hay diversos tipos de fallas:

Falla inversa.

Esta ocurre por el movimiento ascendente del bloque superior con respecto al bloque inferior en un ángulo de buzamiento de 45° , están relacionados con tensiones de compresión que surgen en la corteza terrestre. En la figura 6 se ilustra.

Figura 6.

Falla geológica inversa.



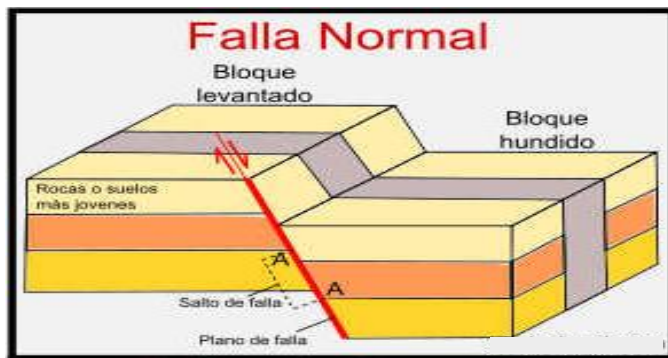
Nota: Maldonado, (2022)

Falla normal.

Esta se produce por el movimiento descendente del bloque superior con respecto al bloque inferior con ángulo de buzamiento promedio de 60° , están asociadas a esfuerzos de tensión en la corteza terrestre. La figura 7 ilustra.

Figura 7.

Falla geológica normal.



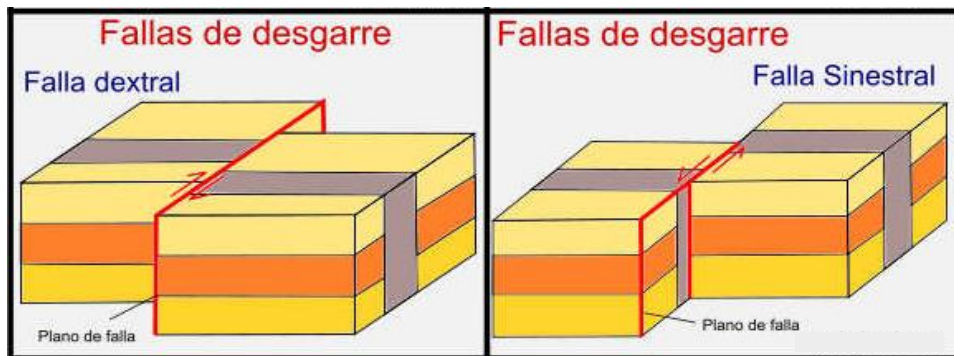
Nota: Maldonado, (2022)

Falla transcurrente.

Llamadas también fallas de desgarre, el movimiento de los bloques se da de manera horizontal con ángulo de buzamiento de 90° . En la figura 8 se ilustra.

Figura 8.

Falla geológica de desgarre



Nota: Maldonado, (2022)

2.2.3. Sismo.

Es un fenómeno natural de movimiento temporal de la corteza terrestre debido a la liberación de energía producto del movimiento de las placas tectónicas en forma de ondas o al rozamiento de los bordes de las placas, también puede ser provocado por impactos provocados por factores exteriores como impactos de asteroides, erupciones volcánicas o intervención humana durante pruebas nucleares.

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) (2019) los sismos son manifestaciones que simbolizan la expulsión de energía interna de la tierra, a través de la ruptura de las capas de corteza y que se evidencian como movimientos ondulatorios que pueden llegar a alcanzar magnitudes variadas.

En nuestro país, los sismos se catalogan teniendo en cuenta el grado que en intensidad genere el movimiento sísmico según las regiones y estos son:

Sismo de intensidad nula.

En Perú, son consideradas las zonas donde no se han registrado terremotos de categoría IV según la escala de Mercalli (MM).

Sismo de intensidad baja.

Agrupar a las zonas donde la frecuencia de sismos con intensidad IV son casi nulas, teniendo en cuenta la escala de Mercalli.

Sismo de intensidad media.

Este grupo tiene en cuenta las áreas donde la frecuencia de sismos con intensidad IV en la escala de Mercalli es común.

Sismo de intensidad alta.

En este tipo, se toman en cuenta las áreas donde la frecuencia de sismos con intensidad superior a IV en la escala MM es típica o alta.

Tipos de sismos

Para Tavera, (2020) los sismos en el Perú, según la fuente de su origen pueden ser agrupados en sismos interplaca, corticales e intraplaca, los que se muestran en la figura 8, presentando las siguientes características.

Sismos interplaca.

Conocidos también como de interface y agrupa así a los sismos de foco superficial que tienen su origen en el proceso de convergencia y fricción de las placas de Nazca y Sudamérica, producto de las fuerzas que movilizan a ambas placas en sentido contrario.

Sismos corticales.

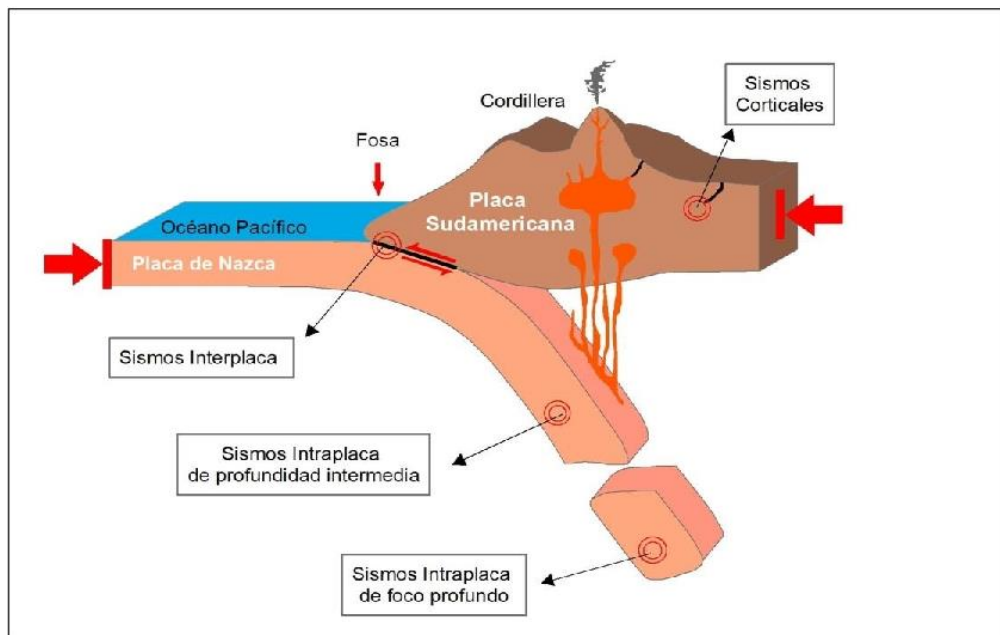
Estos sismos tienen su origen en la formación y reactivación de fallas geológicas esparcidas en la cordillera Andina, la que soporta deformación debido a la presencia de esfuerzos compresivos y extensivos, dando origen a sismos de magnitudes menores a 6.5.

Sismos intraplaca.

Su origen se remonta a las deformaciones internas de la placa de Nazca, que se introduce por debajo de la corteza continental como parte del proceso llamado subducción. La presencia de esfuerzos que impiden el movimiento de la placa de Nazca en la zona de interface y las fuerzas que tienden a introducirla al interior del manto hacen que ésta tienda a deformarse. Estos sismos pueden ser percibidos a grandes distancias y generan licuación de suelos y deslizamientos ya que pueden llegar a magnitudes de hasta M 8.0 y tener profundidades intermedias de 61 a 300 km, como el sismo del 2019 presentado en Loreto (148 km, M 8.0) o ser muy profundos (mayor a 500 km) como el ocurrido en el año 1994 (700 km, M8.4) en la frontera Perú – Bolivia.

Figura 9.

Tipos de sismos en el Perú.



Nota: En la figura se observan las diversas clases de sismos que se presentan en zonas de convergencia de placas: Placas de Nazca y Sudamericana, en el Perú. Fuente: Tavera, (2020)

Estructura de un sismo.

Epicentro.

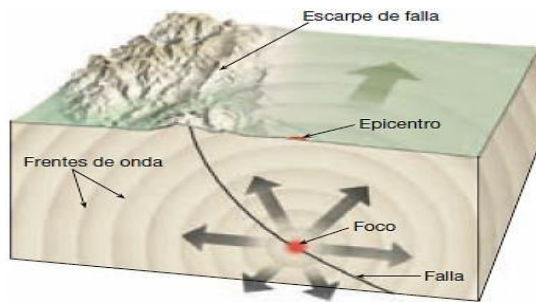
Está dado por el punto en la superficie terrestre y simboliza la proyección del hipocentro o foco sísmico.

Hipocentro o foco sísmico.

Es el lugar exacto donde ocurre el sismo, es decir, el punto en el que se libera la energía por medio de ondas sísmicas vibratorias y por lo general se da en la profundidad de la tierra. En la figura 10 se observa la ubicación del foco sísmico y epicentro en el momento en que ocurre un sismo.

Figura 10.

Estructura del sismo.



Nota: Tomada de Tarbuck y Lutgens, (2017)

Ondas sísmicas.

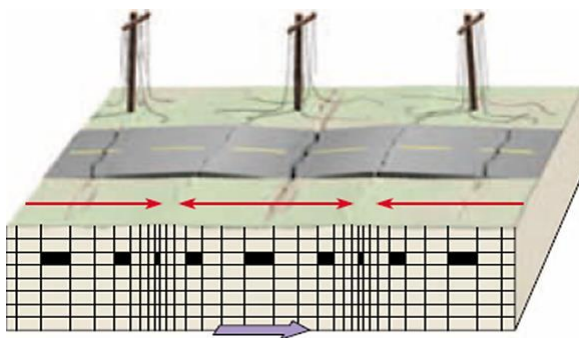
Son vibraciones que se mueven dentro de la tierra y se dispersan desde el hipocentro. Sus duraciones varían según cómo atraviesan los materiales y el tipo de éstos. Las ondas sísmicas se clasifican en:

Ondas primarias (P).

Son ondas longitudinales que se mueven por medio de cualquier tipo de material ya sean sólidos, líquidos o gaseosos. Las ondas P hacen movimientos alternados de compresión y expansión al suelo, es decir, hace que se fracture y doble el terreno, tal como se aprecia en la figura 11.

Figura 11.

Ondas sísmicas primarias.



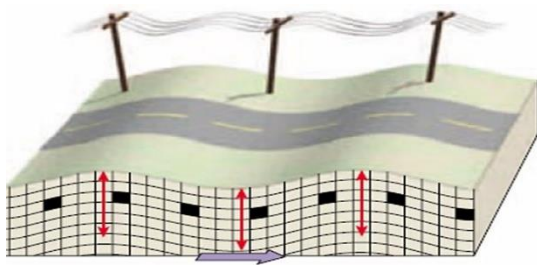
Nota: Tomada de Tarbuck y Lutgens, (2017).

Ondas secundarias (S).

Son ondas transversales que se trasladan por cualquier material sólido, pero no por fluidos, ya sean estos líquidos o gases, y lo hacen a una rapidez de 58% de una onda primaria (P). En la figura 12 se observan cómo, las ondas S se mueven de manera perpendicular al rumbo del sismo, lo que ocasiona movimientos verticales y horizontales del suelo.

Figura 12.

Ondas sísmicas secundarias.



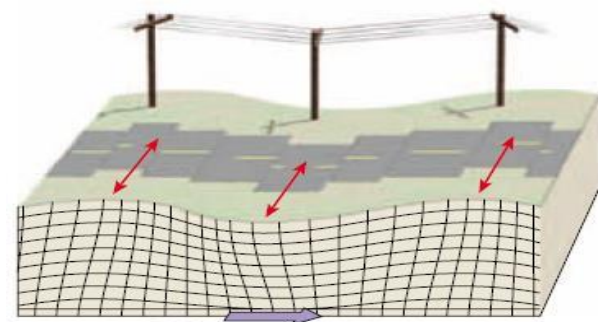
Nota: Tomada de Tarbuck y Lutgens. Ciencias de la tierra.

Ondas superficiales.

Presenta igual movimiento que una onda S y pueden ser de dos maneras. El primer tipo de onda superficial, como se ve en figura 13, mueve el suelo de un lado a otro lo que puede originar daños en los cimientos de las edificaciones.

Figura 13.

Primer tipo de ondas superficiales.

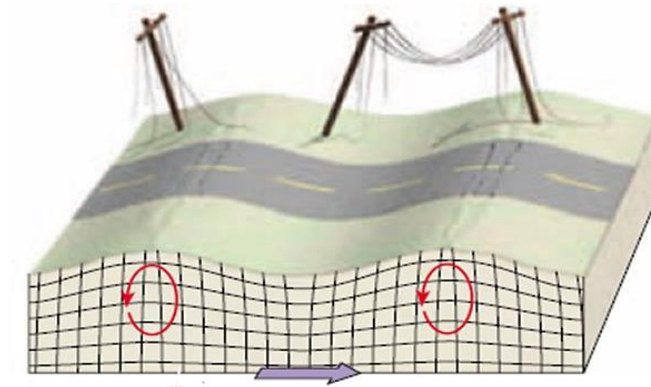


Nota: Tomada de Tarbuck y Lutgens, (2017).

El segundo tipo de ondas superficiales, como se ve en la figura 14, que se mueven por el terreno en forma elíptica, idéntico a las olas oceánicas.

Figura 14.

Segundo tipo de ondas superficiales



Nota: Tomada de Tarbuck y Lutgens, (2017).

Formas de medir los sismos.

Los sismos los podemos medir de dos formas o modos: una cualitativa (donde se observa el nivel de devastación que ocasiona el sismo) y otra cuantitativa (en la que se calcula cantidad de energía que libera el sismo). En tal sentido, se cuenta con 2 criterios para la medida de sismos:

2.2.4. *Intensidad sísmica.*

Para Santos, (2019) es la perspectiva con la que se siente un movimiento sísmico. En tanto el INDECI (2019) afirma que la intensidad es una medición de los efectos de un sismo en la superficie más que la fuerza del terremoto mismo; dicha medición se realiza con la escala modificada de Mercalli (MM), netamente cualitativa, tal como se muestra en la tabla 1, y consta de doce puntos nombrados con números romanos (del I hasta XII), designando de ese modo desde escasamente percibido (MMI) hasta destrucción total (MMXII).

Tabla 1.*Escala de Mercalli Modificada (MM).*

GRADO DE INTENSIDAD		DESCRIPCIÓN
I	Muy débil	Prácticamente no se percibe, solo lo hacen algunas personas y en condiciones particularmente favorables de perceptibilidad.
II	Débil	Lo advierten sólo algunas personas que se encuentran en reposo, únicamente las que se encuentran en los niveles más altos de los edificios.
III	Leve	Se aprecian dentro de edificios y casas.
IV	Moderado	Se puede ver que las cosas que se encuentran colgando oscilan. La percepción es idéntica a la que origina el paso de un vehículo pesado. Los vehículos que están estacionados se balancean.
V	Poco fuerte	lo advierten casi todas las personas, aunque se encuentren fuera de las viviendas. Los líquidos se mueven dentro de sus contenedores y pueden llegar a derramarse. Los péndulos de los relojes pueden cambiar su ritmo o detenerse. La dirección principal del movimiento sísmico se puede estimar.
VI	Fuerte	Todas las personas lo aprecian. Se tiene dificultad para andar. Los cristales de las ventanas se rompen, las losas y las cosas endebles. Los mobiliarios se trasladan o se voltean. El movimiento de los árboles se puede ver o en su defecto se les oye rechinar.
VII	Muy fuerte	Las cosas que se encuentran colgando se sacuden. Es difícil mantenerse parados. Las estructuras de albañilería mal construidas o mal proyectadas presentan daños significativos. Se malogran los muebles. Se desploman pedazos de mampostería, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos.
VIII	Destructivo	Manejar vehículos es difícil e inseguro. Las estructuras de albañilería bien fabricadas presentan daños significativos e incluso colapsos parciales. Las ramas de los árboles se rompen. Se originan modificaciones en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos.
IX	Muy destructivo	Se generaliza el miedo. Cada edificio sufre graves daños. Las viviendas sin cimentación se relegan. Se rompen algunas tuberías subterráneas, el suelo se agriete.
X	Desastroso	La mayoría de las estructuras de albañilería se destruyen. El agua de canales, ríos y lagos fluye hacia las orillas.

XI	Muy desastroso	Algunas estructuras de albañilería siguen en pie. Los rieles de las vías férreas se notan bien deformadas. Las tuberías subterráneas terminan inservibles.
XI	Catastrófico	El daño es prácticamente total. Grandes masas de roca se mueven. Los objetos se elevan y flotan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

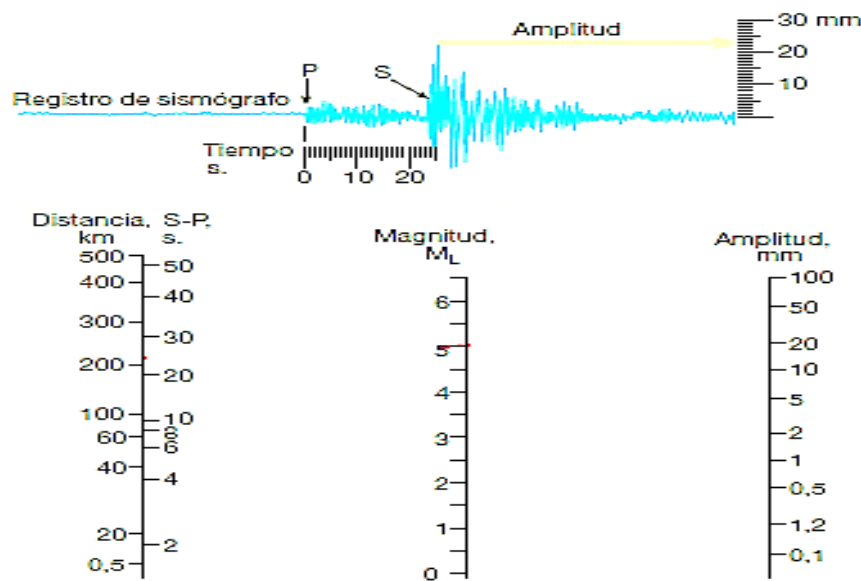
Nota: Tomada de Los movimientos Sísmicos, INDECI, (2019).

2.2.5. Magnitud sísmica.

Tavera (2020), Santos (2019) y el INDECI (2019) concuerdan al afirmar que la magnitud evalúa, en términos cuantitativos, la energía liberada por un sismo independientemente de en qué ciudad, país o continente sea registrado por los sensores sísmicos, correspondiéndole un valor único, dicha medición se efectúa a través de un registro sismográfico que dispone en un diagrama la magnitud del sismo a través de la escala formulada por Richter. La figura 15, detalla la forma de determinar la magnitud sísmica, la cual, en un tiempo determinado, depende de la amplitud y la distancia entre intervalos de la onda S y P.

Figura 15.

Escala de Richter.

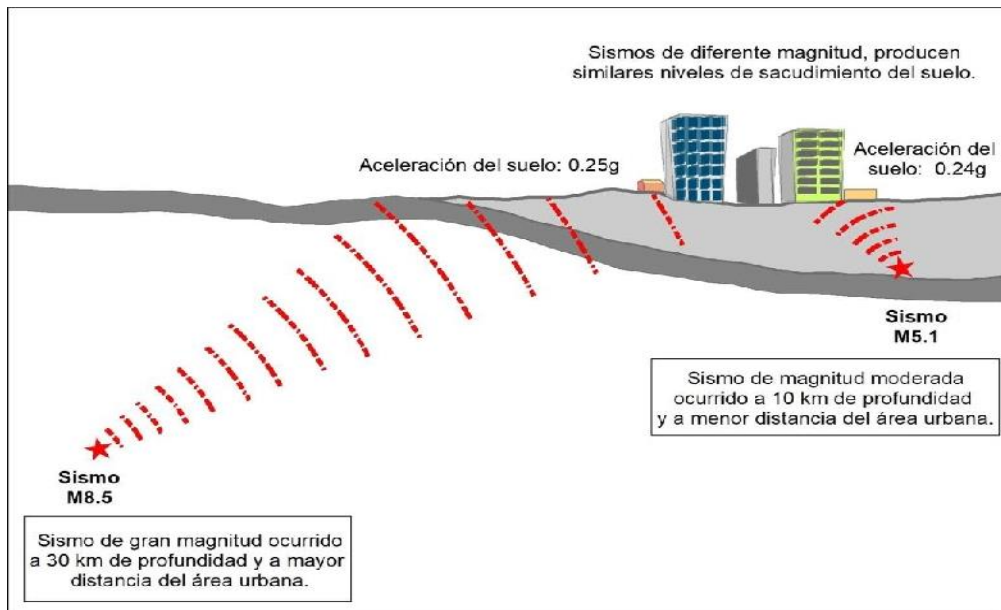


Nota: Tomada de Tarbuck y Lutgens. Ciencias de la tierra

Es menester recalcar que la magnitud de un sismo puede tener distintas intensidades, las que dependen del espacio a la que se encuentra el lugar del epicentro. La figura 16 muestra esquemáticamente tal afirmación.

Figura 16.

Intensidad de un sismo según la distancia a la que se presente.



Nota: la figura muestra los efectos similares en la superficie como consecuencia del acontecimiento de dos sismos de diferente magnitud, distancia y profundidad del foco sísmico.

Fuente: Tavera (2020).

2.2.6. Vulnerabilidad.

Se refiere al grado de debilidad o fortaleza de la comunidad y su ámbito, o la incapacidad de restablecerse, frente al suceso casual de un acontecimiento natural, como un sismo, huaico, aluviones, etc. o acontecimiento donde existe la intervención de los humanos, como por ejemplo una explosión nuclear.

Vulnerabilidad sísmica.

Sandy, (1986), define la vulnerabilidad sísmica como: “la característica inherente a la estructura, una peculiaridad de su respuesta ante la acción de un sismo, explicado por medio de relación de causa-efecto, en la que la causa es el sismo y el efecto es el daño”.

En consecuencia, la vulnerabilidad sísmica es la capacidad de resistencia de un inmueble ante el suceso fortuito de un sismo. Ello tiene dependencia del perjuicio que genere el sismo a la estructura y este puede analizarse según su respuesta. También, la vulnerabilidad sísmica se puede estimar independientemente del peligro, dicho de otro modo, una edificación puede ser vulnerable pero no estar en peligro el cual depende del lugar donde se encuentre.

2.2.7. *Riesgo.*

Es la probabilidad de deterioro, pérdida o perjuicio de la edificación como resultado del suceso de circunstancias anómalas que probablemente atañen a receptores potenciales.

Tavera, (2020) enfatiza que, para evaluar el riesgo por exposición de un área urbana a la ocurrencia de un sismo, se debe tener en cuenta la suma de los factores como:

2.2.8. *Composición de los suelos.*

La composición geológica y su comportamiento dinámico del terreno, ante el suceso de un sismo puede menguar o amplificar a las ondas sísmicas.

2.2.9. *Calidad y tipo de construcciones.*

Durante un sismo, el uso de materiales deficientes en el proceso constructivo de viviendas, su combinación, la antigüedad y geometrías de las viviendas aumentan el riesgo de colapsar parcial o totalmente.

2.2.10. *La morfología del terreno.*

Se incrementa el riesgo sísmico al hacer uso inadecuado de los suelos ubicados en las quebradas, riberas de los ríos y laderas de los cerros.

2.2.11. *Escasa cultura de prevención.*

Las autoconstrucciones propician el crecimiento desordenado de las zonas urbanas haciendo que se ocupe, por el tipo de suelo, áreas de alto riesgo, su morfología y/o el uso inadecuado de materiales de construcción, siendo todos ellos el retrato de una

escaza cultura de prevención. A lo que se suma la poca participación de la población en los simulacros de sismo y tsunami que se realizan.

Con el pasar del tiempo, estos factores han logrado que las urbes crezcan de manera irresponsable llegando a ser cada día más vulnerables.

2.2.12. Respuesta sísmica

La respuesta sísmica consiste en determinar la resistencia sísmica de una edificación y evaluar los resultados con los diferentes parámetros establecidos en la Norma E.030.

Según Aguilar (como se citó en Ramos 2021) la respuesta sísmica se refiere a evaluar cómo una edificación se comporta bajo diferentes niveles de sismo. Esto quiere decir que el análisis no solo se debe enfocar en la resistencia de la estructura frente a un movimiento sísmico, sino también en el desempeño de la edificación durante el sismo.

En el presente trabajo se han determinado los parámetros sísmicos que se tendrán en cuenta al momento de analizar los modelos de las edificaciones en el software denominado Etabs.

2.2.12.1. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.

El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes es una aproximación muy utilizada en la ingeniería estructural para calcular los efectos de la sismoactividad sobre un edificio. Este análisis se basa en representar la fuerza sísmica que actúa sobre la estructura como una carga estática distribuida, la cual se calcula generalmente a partir de la aceleración sísmica esperada y las características dinámicas del edificio.

Según Condori (2022) el análisis estático de fuerzas equivalentes tiene como objetivo estimar la distribución de las fuerzas sísmicas que actúan en la estructura, usando una representación simplificada. La fuerza sísmica se asocia principalmente con el centro de masa de cada nivel del edificio, y su magnitud depende de diversos factores como la masa de cada nivel y la intensidad del movimiento sísmico.

2.2.12.2. Análisis dinámico modal espectral.

Según las afirmaciones de González, (2001) el análisis dinámico modal espectral es un método utilizado en la ingeniería estructural para calcular la respuesta sísmica de una estructura a través de su comportamiento modal, tomando en cuenta la distribución espectral de las fuerzas sísmicas. Este tipo de análisis se utiliza principalmente para estructuras que tienen una respuesta dinámica compleja, donde el análisis estático no es suficiente para obtener resultados precisos.

Para el MVCS, (2021) este análisis utiliza las características dinámicas de la estructura, como: la manera de vibración y la aportación de cada modo en la respuesta con el objeto de replicar con mayor exactitud el comportamiento estructural real ante las fuerzas sísmicas.

2.2.12.3. Aceleración Espectral.

Para Paz, (2012) la aceleración espectral se refiere a la respuesta máxima de aceleración que experimentaría un sistema estructural idealizado (con un solo grado de libertad) bajo la influencia de un sismo para un intervalo de tiempo específico. En términos más simples, la aceleración espectral nos indica cómo responde una estructura con un cierto periodo de vibración frente a las fuerzas sísmicas, permitiendo hacer un análisis detallado de la seguridad y el desempeño estructural.

La aceleración espectral se calcula utilizando el espectro de respuesta sísmica, que es una representación gráfica de la aceleración máxima de un sistema idealizado (con diferentes periodos de vibración) en respuesta a un sismo. El espectro de respuesta es generado a partir de los registros de un sismo, y en él se muestra cómo la aceleración máxima varía con el periodo de vibración del sistema. Esto se obtiene considerando la frecuencia de los modos de vibración de la estructura.

2.2.12.4. Cortante basal.

Según Condori (2022) la fuerza cortante en la base del edificio es el resultado de la suma de las fuerzas sísmicas que actúan en cada uno de los niveles. Es el valor total de la fuerza sísmica que llega a la base de la edificación y es crucial para determinar la cantidad de esfuerzo que la cimentación del edificio debe resistir durante un sismo. En

resumen, el análisis estático de fuerzas equivalentes proporciona una aproximación útil para determinar cómo distribuir la carga sísmica a través de la estructura y evaluar la capacidad de la cimentación para soportar estas fuerzas.

El MVCS, (2021) la define como la fuerza cortante que se produce en la base de la edificación por la acción de un sismo y una parte del peso, además, ésta depende del coeficiente sísmico y ductilidad del mismo. Para determinar el valor numérico de esta fuerza se hace uso de la fórmula descrita en la Norma E.030.

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

Donde:

V = Fuerza Cortante en la Base (en cada dirección de análisis)

Z = Factor de Zona

U = Factor de Uso

C = Factor de Amplificación Sísmica (en cada dirección de análisis)

R = Factor de Reducción Sísmica (según sistema estructural)

2.2.12.5. Deriva.

Aguilar y Gonzales, (2006) la deriva es un concepto importante en el análisis de estructuras sometidas a cargas laterales, como las fuerzas sísmicas. Se define como el desplazamiento lateral máximo que ocurre en el tope de la edificación, dividido entre la altura total de la estructura.

Guamán, (2023) la deriva hace referencia a la distorsión lateral relativa que se da entre dos pisos consecutivos, causado generalmente por una fuerza horizontal, y se fracciona por la altura del entrepiso. En lo que se refiere al control de las derivas, se precisa una evaluación de deformaciones mediante la obtención de las máximas derivas inelásticas por piso. Para el cálculo de las derivas máximas en estructuras regulares, se hace uso de la siguiente fórmula.

$$\Delta = 0.75 \times R \times \frac{\Delta_i}{h_{ei}}$$

Donde:

Δ = Deriva Máxima (en cada dirección de análisis)

R = Factor de Reducción Sísmica (según sistema estructural)

Δ_i = Desplazamiento Lateral

h_{ei} = Altura de Entrepiso

2.2.13. Edificación

Villegas, (2020) precisa a una edificación como “toda construcción perenne edificada en un tiempo con índole habitacional, cuyo fin es alojar a las personas. Las ediciones están constituidas por instalaciones fijas y complementarias” (pág. 21), concordando con Tavera, (2020), quien lo define como:

Cualquier estructura independiente, compuesta por una o más habitaciones y otros espacios, cubierta por un techo, encerrada por muros exteriores o divisorios que se extienden desde los cimientos hasta el techo y puede estar destinada a diferentes usos: residencial, comercial, educacional, industrial y otros.

De manera general podemos afirmar que una edificación no es más que un edificio que ha sido construido por el hombre para su cobijo y protección ante la intemperie. Existen diferentes definiciones de lo que es un edificio, tal es el caso que, Villegas, (2020) define a un edificio como “creación de los humanos para alojar sus actividades” (pág. 1), además, que éste clasifica a los edificios en:

Edificación multifamiliar. – Construcción singular con dos o más espacios designados para viviendas las que conservan la copropiedad del suelo, espacios y ocupaciones compartidas.

Edificación para oficinas. – Inmueble con una o más unidades, predestinada a alojar actividades de clase intelectual.

Edificación de uso público. – Construcción estatal o particular, cuyo fin primordial es la atención de servicios al público.

Edificación de Estacionamiento. – Construcción predestinada al estacionamiento exclusivo de vehículos.

2.2.14. Concreto

Según Mehta y Monteiro, (2019) el concreto es el producto de mezclar cemento con arena y grava (agregados) y agua, los cuales forman una piedra artificial después de endurecerse. El agua y el cemento son los componentes activos del concreto, los que al mezclarse originan una reacción química la que luego de fraguar logran una fase de gran dureza, y los componentes inactivos conforman la armazón de la amalgama.

Propiedades del concreto

Para tratar este apartado es necesario que consignemos las características del concreto varían si éste está fresco o endurecido, por tal motivo debemos tratar sus propiedades por separado.

Propiedades del concreto fresco.

Manejabilidad o trabajabilidad. – según Sánchez, (2001) la manejabilidad es una de las propiedades que a veces es expresada como la trabajabilidad, sirve para determinar la capacidad de una mezcla para ser colocada y consolidada. Además, mediante este parámetro se controla la segregación de los componentes del concreto.

Consistencia. – Tiene que ver con la fluidez de la mezcla, es decir, cuando blanda o dura se encuentra en su estado plástico. A través de la consistencia podemos conocer el grado de humedad del concreto.

Plasticidad. - La plasticidad es aquella consistencia de la amalgama de concreto que le permite ser fácilmente moldeado. No puede considerarse esta característica las mezclas que son demasiado duras o demasiado fluidas.

Propiedades del concreto endurecido.

Actualmente, se desconoce una regla universal para determinar las características del concreto dentro de una estructura y en estado endurecido, no obstante, podemos estudiar sus diversas propiedades y con ellas deducir su comportamiento. En la tabla 2, resume estas propiedades.

Tabla 2.

Propiedades de concreto endurecido.

Características del concreto endurecido	Propiedades	Concepto	Factores que influyen
A Características físico – químicas	Impermeabilidad	Capacidad del concreto que evita que el agua pase a través de él.	Finura del cemento Cantidad de agua Compacidad
	Durabilidad	Característica del concreto para resistir el deterioro por la intemperie, el ataque químico, la abrasión y otros procesos.	Humedad, calor, sales, agentes contaminantes.
	Resistencia térmica	Resistencia del concreto a los cambios de temperatura.	Bajas temperaturas, Hielo / deshielo. Altas temperaturas >300 °C
B Características mecánicas	Resistencia a la compresión	Es el esfuerzo máximo que puede tolerar el concreto ante una carga de aplastamiento	Relación A/C, edad del concreto, cantidad de aire, contenido de cemento, contribución de los agregados, tamaño máximo, fraguado y curado.
	Resistencia a la flexión	Es el esfuerzo máximo que puede tolerar una viga a flexión antes que falle.	Relación A/C, edad del concreto, cantidad de aire, contenido de cemento, contribución de los agregados, tamaño máximo, fraguado y curado. Uso de aditivos (fibras).

Nota: la tabla muestra las propiedades físico- químicas y mecánicas del concreto endurecido y las causas que las originan. Fuente: Pacheco (2017).

Componentes del concreto

Los elementos esenciales para fabricar concreto son: cemento, agregados (finos y gruesos) y el agua y en algunos casos según las solicitudes aditivos y aire.

Los agregados forman entre el 70 y 80% de la cantidad total de la mezcla, por lo que, gran cantidad de sus propiedades del concreto obedecen a las propiedades de ellos.

Cemento. – para Cemex, (2019) el cemento portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inerte pulverizado finamente que, mezclado con agua, da origen a una masa que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, inclusive dentro del agua. A esta fase se le denomina hidratación.

Agregado fino. – Paz, (2012) determina que el agregado fino o arena se utiliza como llenante, también interviene como lubricante sobre el cual ruedan los agregados gruesos proporcionándole manejabilidad al concreto, además, acota que la aspereza de la mezcla se refleja en la falta de arena, mientras que un exceso de arena requiere una mayor cantidad de agua para producir un asentamiento específico, ya que la mezcla se vuelve más cohesiva y se necesita una mayor cantidad de cemento para mantener una relación agua-cemento específica.

Características de un buen agregado fino para concreto. – Sánchez, (2001) considera que un agregado ya sea fino o grueso de buena calidad tiene que estar bien gradado con la finalidad que llenen todos los vacíos y puedan generar mezclas más compactas. Así mismo, menciona que la parte de agregado fino que pasa los tamices 50 y 100 ataña la manejabilidad, la comodidad para obtener buenos acabados, la textura superficial y la exudación del concreto.

Las especificaciones técnicas especifican que la tasa de paso por el tamiz N° 50 oscile entre el 10% y 30%; el límite inferior se recomienda para instalaciones sencillas o cuando los terminados de hagan mecánicamente, como

en el caso de pavimentos, mientras que, en los pavimentos terminados a mano, o cuando se desee una superficie pulida, debería utilizarse agregado fino que pase como mínimo el 15% el tamiz 50 y el 3% el tamiz 100.

El módulo de finura del agregado fino utilizado para preparar la mezcla de concreto debe estar en el rango de 2,3 a 3,1 para evitar la segregación del agregado grueso en caso la arena sea muy fina; mientras que si la arena es muy gruesa se obtiene una mezcla más áspera.

Si existe materia orgánica en la arena que será usada para elaborar concreto, ésta puede impedir parcial o totalmente el proceso de fraguado.

Agregado grueso. - Daza y Guarnizo, (2020) consideran que sabiendo que el concreto es una piedra artificial, el agregado grueso es su componente principal para su elaboración. Ante ello, recomiendan utilizar la máxima cantidad posible y del tamaño mayor, considerando siempre las condiciones de colocación y resistencia. Además, define como eficacia del mortero a la correspondencia entre el contenido de cemento y su resistencia. Así mismo, dicen que, para lograr la máxima eficiencia de un concreto de alta resistencia, en tanto mayor sea esta, menor tendrá que ser el tamaño máximo, finalmente acotan que, para cada resistencia existe un límite ajustado del valor del tamaño máximo por debajo del cual es indispensable incrementar la cantidad de cemento.

Características de un buen agregado grueso para concreto. – Para tener la certeza que poseemos un agregado grueso de buena calidad debemos verificar que éste tenga las siguientes características:

- Buena gradación con dimensiones intermedias, la falta de dos o más dimensiones consecutivas puede provocar problemas de segregación.
- Adecuado tamaño máximo según la naturaleza de la estructura.
- Se debe evitar el uso de agregados planos o alargados ya que no solo tienen pesos específicos bajos y una resistencia mecánica baja, sino que también tienden a ubicarse horizontalmente, creando bolsas de agua debajo de sus superficies cuando esta asciende a la superficie a consecuencia del sedimentación de los granos sólidos; esta agua acumulada debajo las partículas

- deja huecos a medida que el agua se evapora después del endurecimiento, lo que resulta en una reducción significativa de la resistencia del hormigón.
- Tener una densidad aparente de 2,3 a 2,9 g/cm³. A mayor densidad, mejor calidad y mejor absorción, que fluctúa entre el 1 y el 5%.
 - Las partículas con forma angular crean mezclas rugosas y complicadas de manejar.
 - Tener su superficie áspera o rugosa, limpia y libre de arcillas.
 - No debe tener grumos de arcilla ni partículas finas; normalmente el contenido de finos se limita del 1 al 3% para asegurar una adhesión adecuada de las partículas y el cemento en la mezcla.
 - Para asegurar su dureza, el agregado grueso tiene que ser resistente a la abrasión, ésta se evalúa con el ensayo en la máquina de los Ángeles: los márgenes sugeridos son: cuando los agregados van a ser utilizados en lozas de hormigón o en pavimentos rígidos entonces el desgaste tiene que ser inferior al 35%, y si van a ser utilizados en otras estructuras entonces el desgaste tiene que ser inferior del 40%.
 - El agregado que posea partículas redondeadas y cúbicas es el más conveniente para elaborar el hormigón ya que brindan una resistencia mayor y la demanda de cemento es inferior ya que las partículas se acomodan mejor, es decir más volumen de material por unidad de volumen.

Agua. - Para Sánchez, (2001) el agua es un elemento fundamental en las mezclas de hormigón y mortero porque hace que el cemento logre mostrar su propiedad adhesiva. Además, sugiere que por cada cuantía de cemento hay una cantidad de agua del total de la agregada que se necesita para la hidratación del cemento; el agua sobrante sirve solo para incrementar la fluidez de la mezcla y para que humedezca los agregados y se logre una adecuada manejabilidad de la mezcla fresca. El agua adicional se fija en el interior de la pasta y al momento que ésta se endurece genera porosidad, lo que hace que la resistencia disminuya, por ello, cuando se necesite una mezcla bien fluida no debe hacerse con agua, sino adicionando aditivos plastificantes. Así mismo, determina que el agua usada en la fabricación de hormigón y mortero tiene que ser apta para el consumo humano, ajena de componentes como álcalis, ácidos, aceites y materiales orgánicos, y que,

si en caso se use agua no potable o de calidad dudosa para elaborar concreto, es necesario que se hagan probetas o cubos de concreto para comprobar que su resistencia a los 7 y 28 días sea un 90% de la resistencia del concreto elaborado con agua potable.

2.2.15. Concreto liviano

Ecocret, (2021) define al concreto liviano como un concreto similar al concreto convencional solo que está compuesto por agregados (u otros componentes) de densidad baja. Este tipo de concreto puede alcanzar como promedio la densidad de 1500 kg/m³, lo cual lo hace ideal para reducir el peso por carga muerta en las edificaciones.

Para la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), 2020, el concreto estructural de peso liviano, en campo, tiene densidades que oscilan entre 1440 y 1840 Kg/m³ en contraposición con el concreto de peso normal que posee una densidad oscilante entre 2240 y 2400 Kg/m³. Cuando se construyan estructuras de concreto, éste debe tener una resistencia mayor a 17.0 MPa. La pasta se fabrica con un agregado grueso de peso liviano. En algunos casos, una porción o la totalidad del fino puede ser un producto de peso liviano.

2.2.16. Poliestireno

Para la ChemicalSafetyFacts.org, (2022), el poliestireno es un material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción.

El poliestireno expandido (EPS) es utilizado en la industria de la construcción por sus características peculiares como: ligereza (reducido peso) y ser un buen aislante térmico; siendo usado en cubiertas, suelo, fachadas, molduras, etc. En el continente europeo, el uso de los aislantes térmicos se ciñe al Reglamento de Productos de la Construcción, en el cual la norma EN 13163 establece la medición de sus características y así el producto pueda obtener el registro y marca CE. La conductividad térmica de éstos posee valores que fluctúan

entre 0,041 y 0,029 W/mK, independientemente de la clase del producto y el fabricante.

Fabricación. – Para fabricar este material se parte de perlitas de poliestireno que poseen por lo general al pentano como agente expansor. Luego de un proceso de pre-expansión, las perlitas se depositan en depósitos de reposo, después son llevadas a las máquinas de moldeo, en donde se emplea energía térmica con la finalidad que pentano (agente expansor) contenido en las perlitas se caliente y éstas incrementen su volumen, y al mismo tiempo el polímero se plastifica. A lo largo del procedimiento, el material se ajusta a la forma de los contenedores. Este material resultante tiene una densidad aparente que va desde 10 kg/m^3 hasta 30 kg/m^3 . Por ser un buen aislante térmico, el poliestireno, es muy utilizado en edificaciones ahorradoras de energía. Una vivienda aislada correctamente con espuma de poliestireno es capaz de reducir hasta un 40% de la energía usada para su climatización.

Para la elaboración de concreto liviano, se usan perlas de poliestireno expandido, que son capaces de sustituir totalmente al agregado grueso, y parcialmente el agregado fino, ya que no embeben agua, no posee impurezas, no reaccionan con el cemento y también logran una adherencia buena.

Para efectos constructivos, es común su distribución en planchas de diversos espesores y densidades. Así mismo, es usual la utilización de bovedillas de poliestireno expandido para la fabricación de forjados con mejor grado de aislamiento térmico.

2.2.17. Diseño de mezcla

Según Muciño y Santa Ana, (2018) el diseño de mezclas es el proceso de selección de los agregados adecuados para el concreto, determinando la cantidad de sus componentes y los requerimientos particulares como manejabilidad, dureza y resistencia. Así mismo, consideran que hay valores predeterminados como la relación máxima agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la mínima resistencia y manejabilidad, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire que oscile entre los límites especificados. Para obtener propiedades específicas de

la mezcla tenemos que fijar la cantidad de los componentes con el fin de determinar las propiedades del concreto fresco y las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

Actualmente, existen diferentes métodos para el diseño de mezclas de concreto, siendo el Método del ACI el más conocido y popular.

Método del ACI. – Este sistema ha sido desarrollado por el comité N ° 211 del ACI, se trata de un diseño bastante simple con el que se pueden emplear algunas tablas que pueden obtener con facilidad las proporciones de los componentes.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Norma E.020 Cargas. Reglamento Nacional de edificaciones (RNE)

Las estructuras y sus componentes deben ser capaces de soportar las cargas que se les asignen como resultado del uso planeado. Estos funcionarán con las combinaciones dispuestas y no tendrán esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados en la Norma de diseño específica de cada material estructural.

Las cargas utilizadas en el diseño no pueden ser menores que los valores mínimos establecidos en esta norma. Esta norma establece las cargas mínimas en condiciones de servicio.

La Norma Técnica Peruana (NTP) E.030 Diseño Sismo-resistente y las Normas propias de diseño de materiales estructurales complementan esta norma. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS, 2006).

2.3.2. Norma E.030 Sismorresistente.

Esta norma especifica las condiciones mínimas para asegurar la resistencia sísmica de las edificaciones diseñadas según ese principio: la estructura no debe colapsar y causar lesiones graves a las personas, aunque puede tener daños importantes debido a movimientos sísmicos clasificados como fuertes para un lugar determinado. Por diseño, la estructura debe resistir los movimientos promedio del suelo en el sitio del proyecto y ser capaz de soportar daños reparables dentro de los límites permisibles. Para edificios

importantes, se tomarán medidas especiales para garantizar su funcionamiento después de un gran terremoto. (MVCS, 2006)

2.3.3. Norma E.070 Albañilería.

Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, “el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados” (MVCS, 2006)

Esta norma especifica los requisitos y obligaciones mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de obras de construcción con muros de albañilería confinada y muros armados.

2.3.4. Sismo.

“El sismo es un fenómeno geológico que ocurre repentinamente producto de la liberación súbita de la energía almacenada en una zona interna de la tierra” (Chuy, 2013, pág. 6).

2.3.5. Edificación.

Es el resultado de construir una obra perenne, sobre un predio, que es destinada a alojar al hombre en el desarrollo de sus actividades y para ello consta con instalaciones fijas y complementarias vinculadas a ella. (Villegas, 2020, pág. 1)

2.3.6. Concreto tradicional.

De manera general podemos decir que comúnmente al concreto tradicional se ha conocido como una aleación proporcionada de cemento, arena, grava, aditivos y agua; pero estas proporciones responden más a la experiencia de maestros de obra que a un diseño realizado por un profesional (Daza y Guarnizo, 2020).

2.3.7. Concreto liviano.

El concreto liviano o ligero es cualquier tipo de hormigón cuya densidad está por debajo de 1920 Kg / m³. Para la obtención de este tipo de concreto se utilizan materiales naturales como escoria y piedra pómez, materiales artificiales como lutitas, arcillas expandidas, y materiales derivados de los plásticos como poliestireno, la propiedad primordial de este tipo de concreto además de su bajo peso es la conductividad térmica muy baja que presenta. (Daza y Guarnizo, 2020).

2.3.8. Aditivo.

Material diferente del agua, los agregados, material cementante hidráulico, y del refuerzo de fibras, que puede ser usado como un componente de una mezcla cementicia con el fin de cambiar sus cualidades en estado fresco tal como su fraguado o sus propiedades en estado endurecido y que puede ser agregado a la masa de concreto, antes o durante su mezclado. (American Society for Testing and Mtaterials (ASTM), 2007)

2.3.9. Poliestireno.

Es un plástico muy veleidoso utilizado en la fabricación de una gama de productos de consumo y como aditivo en la fabricación de concretos ligeros cuando es fabricado en su forma de espuma llamado poliestireno expandido (EPS) o poliestireno extruido (XPS) cuyas propiedades principales son ligereza, aislamiento y acolchado (ChemicalSafetyFacts.org, 2022)

2.3.10. Etabs.

Es un software novedoso y revolucionario utilizado en análisis estructural y dimensionamiento de edificios, para su creación y desarrollo se tuvo en cuenta los 40 años de investigación continua. Etabs está equipado con herramientas para el modelamiento y representación de objetos en 3D, elevada suficiencia de poder analítico lineal y no lineal, alternativas de dimensionamiento sofisticadas y que comprenden una extensa variedad de materiales, gráficos ilustrativos, informes y diseños esquemáticos hacen que el análisis y los resultados sean fáciles de entender. (Esarte, 2022).

2.3.11. Prueba de esclerómetro.

Es una prueba no destructiva con la que se determina la resistencia del concreto endurecido. Esta prueba está regulada por la norma ASTM C 805. El proceso consiste en utilizar un esclerómetro para determinar la cantidad de rebotes del concreto endurecido. El método es adecuado para que, in situ, se determine la uniformidad, calidad, deterioro y la resistencia del concreto.

Para mezcla de concreto, la cantidad de rebote es corregido por factores como contenido de humedad, del criterio para determinar el área de prueba (la textura del material o tipo de acabado), la separación vertical desde la base del vaciado, y del fondo de la carbonatación. Estos factores antes mencionados se deben tener en cuenta para analizar las cantidades de rebote. (Paz, 2001)

2.4. Hipótesis.

La respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados más favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.

2.5. Operacionalización de variables.

2.5.1. Variables independientes.

a. Modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno.

Esta variable, hace alusión a la edificación de 5 pisos seleccionada por conveniencia que se ubica en el Jr. Ponciano Vigil 824 de la ciudad de Chota, modelada con un concreto liviano adicionando poliestireno mediante el software Etabs, para obtener su respuesta sísmica.

b. Modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.

Esta variable, hace alusión a la edificación de 5 pisos seleccionada por conveniencia que se ubica en el Jr. Ponciano Vigil 824 de la ciudad de Chota, de la cual según sus condiciones actuales se realizará el modelamiento estructural mediante el software Etabs, para obtener su respuesta sísmica.

2.5.2. Variable dependiente:

Respuesta sísmica.

Esta variable hace referencia a los parámetros de control del software Etabs que fueron obtenidos teniendo en cuenta el modelamiento y análisis de la edificación con los dos tipos de concreto, los mismos que serán comparados para determinar cuál de ellas tiene mejor respuesta sísmica, según lo indicado en la Norma E.030 diseño sismorresistente.

La operacionalización de las variables intervinientes se describe en la tabla 3:

Tabla 3.

Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ÍNDICE	
		Categoría	Hoja de cálculo basada en la Norma E. 030, del RNE	Adim.	
Variables independientes.	a. Modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno	Modelamiento estructural	Sistema estructural	Hoja de cálculo basada en la Norma E. 030, del RNE	Adim.
			Regularidad del modelo estructural	Hoja de cálculo basada en la Norma E. 030, del RNE	Adim.
		Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando poliestireno	Peso específico o densidad relativa	Formato de ensayos	Kg/m3
			Resistencia a la compresión	Formato de ensayos	Kg/cm2
		Dimensiones	Formato de recolección de datos	m,cm	
		Categoría	Hoja de cálculo basada en la Norma E. 030, del RNE	Adim.	
	b. Modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.	Modelamiento estructural	Sistema estructural	Hoja de cálculo basada en la Norma E. 030, del RNE	Adim.
			Regularidad del modelo estructural	Hoja de cálculo basada en la Norma E. 030, del RNE	Adim.
		Propiedades mecánicas del concreto tradicional	Resistencia a la compresión del concreto mediante esclerómetro	Formato de ensayos	Kg/cm2
Variable dependiente.	Respuesta sísmica	Fuerza Cortante basal	Hoja de cálculo y etabs.	Ton - f.	
		Distorsiones	Hoja de cálculo y etabs.	Adim.	
		Desplazamiento	Hoja de cálculo y etabs.	mm.	
		Periodos de vibración	Hoja de cálculo y etabs.	s.	

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Línea de Investigación

La presente investigación pertenece a la línea **Tecnología de la construcción y procesos constructivos**, ya que esta investigación busca mejorar la respuesta sísmica de la edificación sin afectar su funcionamiento a partir de la utilización de nuevas tecnologías con la adición de nuevos materiales en su proceso constructivo.

3.2. Tipo y nivel de investigación

Con arreglo al diseño de investigación es: Comparativa, siendo el objetivo del presente proyecto es determinar la respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno, el cual se va a comparar con la respuesta sísmica del modelamiento de la misma edificación con concreto tradicional; y de acuerdo con el fin que persigue es: Aplicada, ya que la investigación está orientada a obtener soluciones a problemas específicos en un contexto real, utilizando conocimientos existentes para mejorar técnicas y/o prácticas dentro de la ingeniería civil.

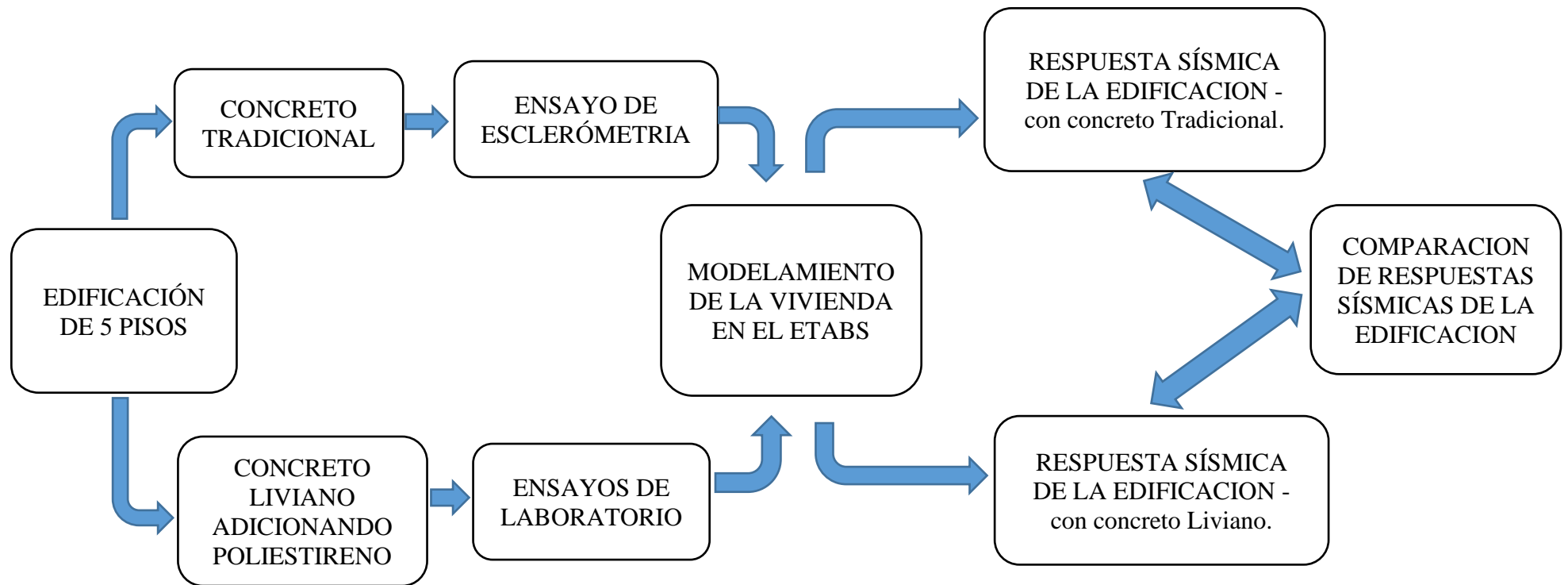
3.3. Diseño de la investigación

Consiste en diagnosticar la respuesta sísmica de la edificación de 5 pisos ubicada en el Jr. Ponciano Vigil 824 Chota, la cual se ha seleccionado por conveniencia considerando la altura predominante, y la disponibilidad del propietario para extraer las dimensiones y muestras de resistencia del concreto (mediante esclerómetro) para modelarlo en el software Etabs; y paralelo a ello elaborar un concreto liviano adicionando poliestireno en 0%, 5%, 10% y 15% (en base a la tesis de Bustamante (2021)), para someterlo a ensayos de laboratorio a fin de conocer el más óptimo y con los parámetros obtenidos modelar la misma edificación mediante el software en mención, para determinar a partir de la comparación de resultados la variación de la respuesta sísmica de ambos modelamientos.

En la figura 17 se esquematiza el diseño de investigación propuesto:

Figura 17.

Esquematación del diseño de investigación propuesto.



3.4. Métodos de investigación

Se utilizó el método Sintético analítico, porque su afán es buscar información mediante acciones lógicas del pensamiento descomponiendo el todo en sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes, permitiendo estudiar el comportamiento de cada parte para luego realizar la unión o combinación de las partes antes analizadas y posibilita descubrir relaciones y características generales entre los elementos de la realidad; en nuestro trabajo de investigación eso se entiende que el modelamiento estructural de concreto tradicional y concreto liviano es un “Todo”, el ingreso de cargas fue por niveles de acuerdo a la norma E.030 del RNE, con las dimensiones reales de la edificación existente, así mismo, cada elemento de los modelamientos estructurales fueron analizados por sí solos para determinar sus propiedades resistentes, es decir, fueron separados por “partes”, pero luego se volvieron a analizar en su totalidad para conocer el comportamiento de la edificación con diferentes pesos específicos del concreto frente a un evento sísmico. También se ha utilizado el método hipotético deductivo puesto que los resultados se han utilizado para comparar las “Respuestas Sísmicas” a fin de aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

3.5. Población, muestra y muestreo

Población

Está conformada por todas las viviendas de 5 pisos de la ciudad de Chota.

Muestra

Está representada por las viviendas de 5 pisos del Jr. Ponciano Vigil, de la ciudad de Chota.

Muestreo

El muestreo se realizó por conveniencia para facilitar la obtención de los permisos correspondientes a la ejecución de la investigación, realización de toma de datos, mediciones de los ambientes y estructuras, así como determinar la resistencia del concreto mediante el uso del esclerómetro de la vivienda seleccionada de 5 pisos (nivel predominante) ubicada en el Jr. Ponciano Vigil 824 de la ciudad de Chota.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de los datos

Observación Directa.

Este método de compilación de información implica el registro metódico, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables utilizando un conjunto de categorías y subcategorías. (Hernández, Fernández y Baptista 2014, 252)

Análisis documental.

Consiste en la revisión de la normatividad aplicable a la presente investigación, para determinar los parámetros sísmicos, cargas, niveles de desempeño y niveles sísmicos.

Ensayos de laboratorio.

Es la manera de poner de manifiesto en la práctica los conocimientos adquiridos teóricamente; además también puede definirse como el proceso mediante el cual se puede construir conocimientos nuevos.

Modelamiento de la edificación.

Se ha utilizado el software ETABS para modelar y analizar la edificación según la norma E.030 del RNE, con el cual se ha obtenido la Respuesta Sísmica de los modelamientos estructurales con concreto tradicional y con concreto liviano.

3.6.2. Instrumentos para la recolección de los datos.

Fotografías.

Son instrumentos visuales sumamente importantes para mostrar al lector lo observado y contextualizar el paso a paso de la ejecución del proyecto de investigación.

Guía de observación.

Es el instrumento resultante de la observación, en el cual se han detallado todos los aspectos evaluados en esta investigación.

Cuaderno de campo.

Es un instrumento de registro de la información en el cual se compilan cada todos los hechos y datos que son útiles para la ejecución de esta investigación.

Protocolos de ensayos.

Son los instrumentos que se utilizaron en el laboratorio, en los que se registraron los procedimientos seguidos en cada uno de los ensayos y los resultados fueron plasmados en su respectivo formato.

Notas de campo.

Es el registro escrito indispensable de las actividades de observación e investigación sistemática de campo, en ellas se describieron de manera breve pero concisa las observaciones hechas ya que fue considerado como un borrador.

Formatos de softwares.

Durante la ejecución de esta investigación se utilizó algunos softwares de computación como: Microsoft office 2016, Etabs V 20.3.0, AutoCAD 2023 y Revit 2023.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

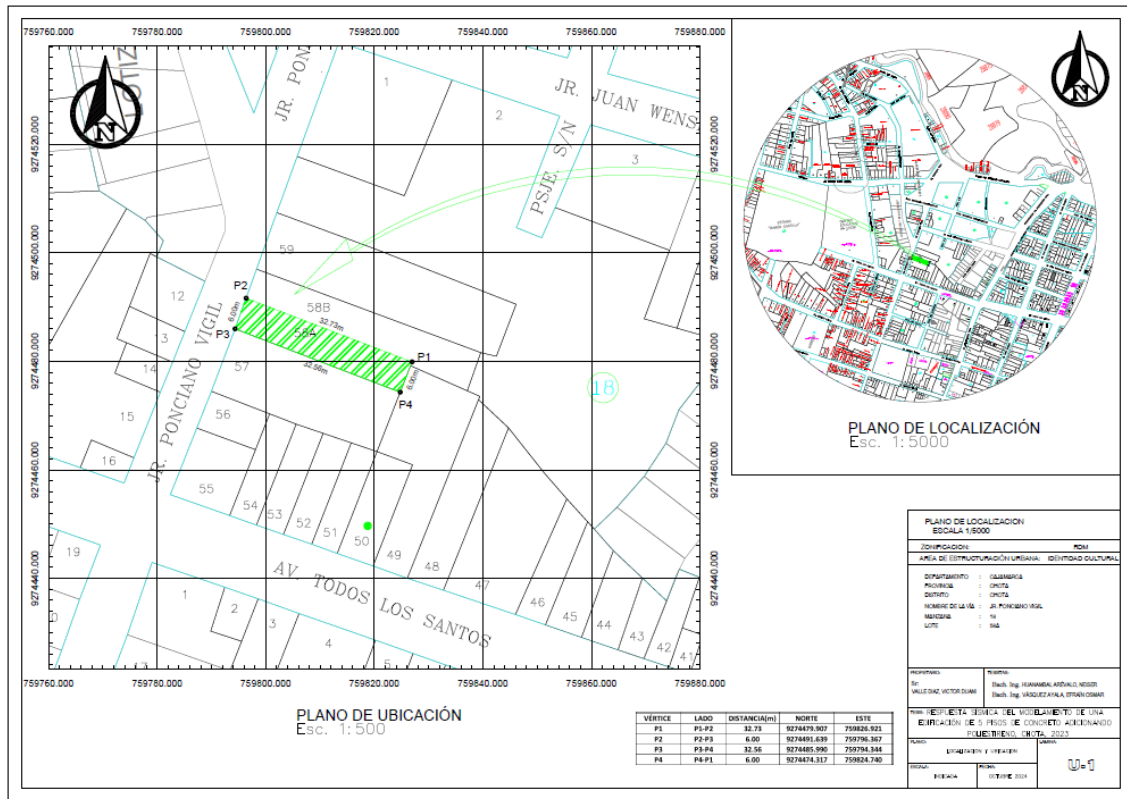
3.7.1. Proceso de obtención de datos.

3.7.1.1. Vivienda existente seleccionada para el presente estudio.

La vivienda que ha sido seleccionada para la ejecución de la investigación es una edificación de 5 pisos ubicada en el Jr. Ponciano Vigil 824 de la ciudad de Chota.

Figura 18.

Plano de Ubicación de la vivienda.



3.7.1.2. Ensayo de Esclerometría en la edificación existente.

Este ensayo se ha llevado a cabo siguiendo los pasos establecidos en la NTP 339.181 Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría) y se utiliza para evaluar la dureza (resistencia) del concreto a través de la medida de la energía de rebote de un martillo que golpea la superficie del concreto. Siendo este un método utilizado para la determinación de la resistencia de concretos antiguos sin conllevar a castigar significativamente los elementos estructurales. Es necesario mencionar que en este estudio se realizó un ensayo de este tipo, ya que únicamente sirvió para obtener una resistencia ($f'c$) relativa del concreto con el que fue edificada la vivienda seleccionada, para luego realizar el modelamiento estructural respectivo.

Figura 19.

Medición de la resistencia del concreto mediante el ensayo de esclerometría.



3.7.1.3. Ensayos de Laboratorio para Clasificación del Suelos.

- NTP 339.089 SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo).

Esta norma técnica peruana regula el proceso para la obtención de las muestras en un laboratorio con el fin de asegurar que estas sean representativas y consistentes. Esta norma, si bien es cierto no proporciona resultados numéricos, pero establece procedimientos cruciales asegurar que las muestras sean lo mejor posible representativas. La posibilidad de obtener muestras distorsionadas subraya la importancia de seguir cuidadosamente los procedimientos descritos en la norma.

- NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Este ensayo se lleva a cabo colocando la muestra en un horno controlado a una temperatura específica (en este caso, 110 ± 5 °C) y se deja secar hasta que

no haya más pérdida de peso. El objetivo es eliminar completamente la humedad presente en el suelo.

- NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.

Este ensayo aborda el análisis granulométrico de los suelos utilizando dos métodos: tamizado (partículas mayores a $75\mu\text{m}$) y sedimentación (partículas menores a $75\mu\text{m}$). La clasificación de la muestra de suelos de esta investigación se realizó utilizando un juego completo de tamices de malla cuadrada que cumplen con la norma ASTM-E-11, a los cuales se les aplicó movimientos horizontales y verticales a fin de lograr que la muestra esté en movimiento por alrededor de 1 minuto, luego se pesó la cantidad de suelo retenido en cada uno de los tamices.

- NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

a) Límite Líquido. – Para este ensayo se elige una muestra de suelo que haya pasado por el tamiz número 40 y se hidrata hasta formar una pasta, luego ésta se coloca en una copa de Casagrande, que es un dispositivo estándar utilizado para este propósito. Se crea un surco en la pasta de suelo con una ranura estándar. La copa se levanta y deja caer desde una altura específica, en este caso, 1 cm, a una tasa de dos caídas por segundo, este proceso se repite 25 veces. Después de cada conjunto de golpes, se observa si el surco creado se va cerrando en todo el fondo en una longitud de 13 mm (1/2 pulgada). Se registra el contenido de humedad correspondiente a este punto. El límite líquido se define como el contenido de humedad en el cual el surco se cierra a lo largo de una distancia de 13 mm después de 25 golpes. Este valor se expresa como un porcentaje del peso seco de la muestra

b) Límite Plástico. - Se toma una muestra de suelo tomada en la prueba de límite líquido. Se moldea en forma de hilos de 3,2 mm (1/8 de pulgada) de diámetro. El contenido de humedad más bajo en el cual se pueden formar hilos sin romperse se registra como el límite plástico. El límite plástico se expresa como el porcentaje de contenido de humedad respecto al peso seco de la muestra.

- c) Índice de Plasticidad. - Numéricamente está representada por la resta del límite líquido y el límite plástico. Este índice proporciona información sobre la variación de la plasticidad del suelo y su capacidad para deformarse bajo ciertas condiciones.
- NTP 339.134 SUELOS. Método para clasificar los suelos con fines ingenieriles (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

Para la clasificación de los suelos, se siguió el procedimiento descrito en esta norma, la cual se basa en los resultados de las pruebas de laboratorio descritos en la NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

La muestra de suelo se ha extraído de la parte aledaña a la edificación (zona de jardinería) – con la finalidad de realizar los ensayos correspondientes para realizar la clasificación del suelo, dato que fue utilizado en el modelamiento estructural de la edificación.

Figura 20.

Calicata de la que se extrajo la muestra de suelos.



3.7.1.4. Caracterización de los Agregados.

- NTP 339.185 AGREGADOS. Norma para determinar el contenido total de humedad de los agregados que es capaz de evaporarse por secado.

Para la conocer del contenido de humedad (% agua) natural del agregado se siguieron los pasos establecidos en esta norma, para lo cual se consiguieron los agregados de las canteras: Conchán (agregado fino) y Cangana (Agregado Grueso), de los cuales se determinó la cantidad de humedad contenida pesando los agregados obtenidos en la cantera y luego secándolos a una temperatura de 110 ± 5 °C, para nuevamente pesarlos, la diferencia de pesos ente el agregado secado y el peso natural dio como resultado el contenido de agua natural.

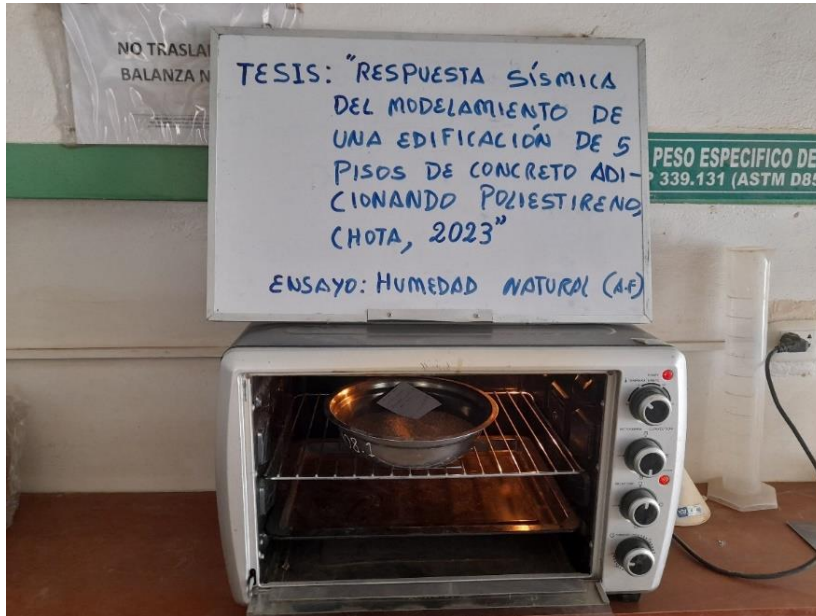
Figura 21.

Cuarteo del agregado grueso.



Figura 22.

Ensayo de contenido de humedad natural del agregado fino.



- NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Para la conocer de la granulometría de los agregados (agregado fino y agregado grueso), se ha seguido los pasos descritos en esta norma. Para ello se tomó una muestra representativa mediante la técnica del cuarteo. Se eligió una serie de tamices con aberturas graduadas, dispuestos en orden ascendente de tamaño de abertura. Estos tamices se ubican uno encima del otro, siendo colocado el de mayor abertura en la parte superior. La muestra se coloca en el tamiz superior, y luego se agita o vibra la serie de tamices. Después de un tiempo determinado de tamizado (aprox. 1 min), se procedió a pesar el material retenido en cada tamiz.

Figura 23.

Ensayo granulométrico del agregado fino.



Figura 24.

Ensayo granulométrico del agregado grueso.



- NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario.

El peso unitario suelto y compactado de los agregados (fino y grueso), se determinó guiados por la metodología descrita en la presente norma para lo cual: se llenó el recipiente con el agregado hasta aproximadamente un tercio de su capacidad total y se procedió a nivelar la superficie. Utilizando una varilla de apisonado, se aplicó 25 golpes uniformemente distribuidos sobre la superficie del agregado. El propósito de este paso fue compactar la capa de agregado y eliminar posibles vacíos. Se añadió más agregado al recipiente, llenándolo aproximadamente a dos tercios de su capacidad total. Nuevamente se niveló la superficie y se realizó otros 25 golpes uniformemente distribuidos con la varilla de apisonado. Por consiguiente, se llenó el recipiente a un nivel superior al total, es decir, en sobre-volumen. Se repitió el proceso de nivelación y apisonado con la varilla de la misma manera que en los pasos anteriores. Después de la compactación final, se niveló el agregado al ras del recipiente y se procedió a pesar.

Figura 25.

Ensayo de peso unitario compactado (agregado grueso).



Figura 26.

Ensayo de peso unitario suelto (agregado grueso).



Figura 27.

Ensayo de peso unitario compactado (agregado fino).



Figura 28.

Ensayo de peso unitario suelto (agregado fino).

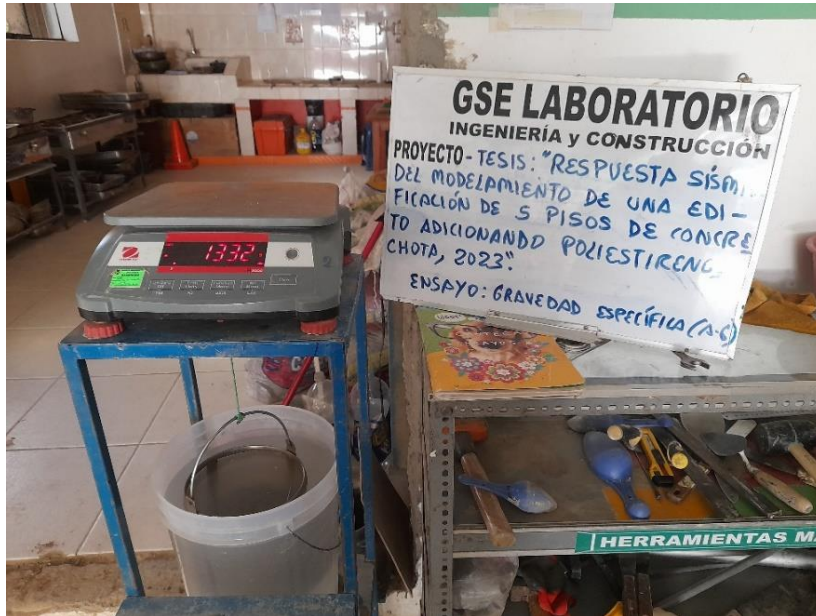


- NTP 400.021 AGREGADOS. Metodología para el ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

El peso específico y absorción del agregado grueso fue determinado siguiendo el procedimiento establecido en esta norma por lo que se llevó a cabo de la siguiente manera: se secó el agregado grueso hasta alcanzar un peso constante en el horno. Se pesó en aire utilizando una balanza y se sumergió en agua nuevamente se pesó mientras estuvo completamente sumergido. Con ello se calculó el peso específico del agregado. Se utilizó la diferencia entre el peso seco y el peso sumergido para determinar el volumen de agua absorbido.

Figura 29.

Ensayo de peso específico y absorción (agregado grueso).



- NTP 400.022 AGREGADOS. Metodología para el ensayo normalizado peso específico y absorción del agregado fino.

Para la determinación del peso específico y absorción del agregado fino, se siguieron los pasos establecidos en esta norma, para lo cual: la muestra se sumergió en agua durante 24 horas. Este paso tuvo como objetivo llenar esencialmente los poros de la muestra con agua. La muestra se retiró del agua y se secó superficialmente para eliminar el exceso de agua de las partículas. Se pesó la muestra en estado saturado superficial. Parte de la muestra, se colocó en un recipiente graduado y el volumen se determinó por el método gravimétrico volumétrico. La muestra se secó en un horno hasta alcanzar un peso constante y se procedió a pesarla. Con los valores de masa y volumen obtenidos, se calculó la densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción utilizando las fórmulas especificadas en la norma.

Figura 30.

Ensayo para determinar el peso específico y absorción (agregado fino).



3.7.1.5. Propiedades del cemento.

Para la verificación de las propiedades del cemento se hizo una comparación entre las especificaciones técnicas del mismo, alcanzadas por la firma CEMENTOS PACASMAYO y la NTP 334.009 CEMENTOS. Cementos Portland Requisitos.

3.7.1.6. Diseño de Mezclas.

Para realizar el diseño de mezcla de concreto se siguió el procedimiento de la metodología ACI teniendo como dato el diseño por resistencia ya que en la localidad de estudio no hay presencia de sales y/u otros agentes que requieran el diseño por durabilidad y que puedan perjudicar las estructuras de concreto. Para este trabajo se hizo el diseño de mezcla para una resistencia del concreto de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, ya que ésta resistencia es la recomendada para elementos estructurales como cimentaciones, columnas, vigas, losas y demás estructuras. Luego de haber tenido el diseño de mezcla rector o patrón, se prosiguió con la adición de perlitas de poliestireno en proporciones de 5%, 10% y 15% del volumen de concreto.

3.7.1.7. Resistencia a la Compresión del Concreto (f'_c).

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto, del diseño de mezclas, se siguió los pasos establecidos en la NTP 339.034 CONCRETO. Metodología del ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas, para lo cual: se moldearon cilindros de concreto de 30cm de alto x 15cm de diámetro tanto del concreto patrón (tradicional) como del concreto adicionando 5%, 10% y 15% del volumen de perlitas de poliestireno. Estos cilindros se colocaron en una máquina de compresión axial y se aseguraron para garantizar una carga uniforme durante el ensayo. Se aplicó una carga de compresión axial a una velocidad constante hasta que los especímenes fallaron. La resistencia a la compresión se calculó como el cociente de la carga máxima lograda durante el ensayo sobre el área de la sección transversal del espécimen.

Figura 31.

Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.



3.7.1.8. Modelamiento Estructural en ETABS.

ETABS es un programa novedoso y transformador del análisis estructural y predimensionamiento de edificios, para su creación y desarrollo se tuvo en cuenta los 40 años de investigación continua. Etabs posee herramientas para el modelado y

representación de objetos en 3D, alta idoneidad de análisis analítico lineal y no lineal, alternativas de dimensionamiento innovadoras que engloban una amplia variedad de materiales, esclarecedores gráficos, informes y diseños gráficos que hacen fácil la comprensión y análisis de los resultados obtenidos. Esarte, (2022).

Teniendo en cuenta que el software Etabs es un instrumento de diseño y análisis, en la presente investigación se ha realizado el modelo estructural de la vivienda existente con concreto tradicional $f'c$ 210 kg/cm² y en las condiciones actuales teniendo en cuenta la toma de datos, asimismo se ha realizado el modelo de la misma edificación en las mismas condiciones, pero considerando la dosificación óptima del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm² determinado.

3.7.2. *Procesamiento de datos*

Para el cumplimiento de los objetivos y planteo de las conclusiones del estudio se ha realizado el procesamiento y presentación de la información utilizando técnicas de asociación, agrupamiento, modelamiento y sinopsis por medio de programas computacionales, los softwares empleados son:

Civil 3D. Establece el plano de ubicación, elaboración los planos arquitectónicos y estructurales de la vivienda seleccionada, (licencia de estudiante).

Revit 2023. Programa de modelamiento de la arquitectura de la edificación seleccionada, (licencia de estudiante).

Etabs (V 20.3.0). Software que permite el modelamiento estructural de una edificación utilizando el concreto a fin de garantizar que, la misma cumpla con la flexión, corte y deflexión para los diferentes elementos estructurales - (versión de prueba, ver Anexo I)

Microsoft office 2016 (Excel, Word y Power Point) Sirve como el medio de cálculo de las diferentes pruebas realizadas, elaboración y presentación de informe de tesis siempre teniendo en cuenta los objetivos del proyecto.

3.7.3. *Análisis de Datos.*

Se basa en relación a cada objetivo realizado:

- **Ensayos Físicos y Mecánicos al concreto endurecido de la edificación existente.**

- NTP 339.181 Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)

- **Ensayos Físicos y Mecánicos de Suelos.**

- NTP 339.089 SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)
- NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.134 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

- **Ensayos Físicos y Mecánicos a los Agregados.**

- NTP 339.185 AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
- NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
- NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

- NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- **Diseño de Mezclas.**
 - El diseño de mezclas fue basado en la metodología ACI haciendo uso de los parámetros calculados de los agregados a utilizar en la elaboración de los testigos de concreto para esta investigación.
- **Rotura de Probetas.**
 - NTP 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
- **Modelamiento estructural en Etabs.**
 - Para el modelamiento estructural y análisis de la respuesta sísmica de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano, se ha hecho a través de los resultados obtenidos de la simulación con el software mencionado.

3.8. Aspectos éticos.

Todos los ensayos para el concreto, suelos y agregados, se realizaron en el laboratorio GSE Chota (contando con la autorización para realizar los ensayos correspondientes en este laboratorio), con el compromiso de los tesisistas de haber respetado la veracidad de la información alcanzada. Para lo cual se anexa toda la información de los equipos y ensayos del laboratorio correspondiente.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados.

4.1.1. Resistencia a la Compresión del Concreto estructural de la edificación de 5 pisos mediante Esclerómetro.

La resistencia a compresión del concreto endurecido en la edificación existente se realizó siguiendo los criterios estipulados en la NTP 339.181 Metodología para el ensayo de esclerometría del concreto endurecido; los resultados se muestran en la Tabla 4 en la que se puede observar se hicieron 10 golpes, los que generaron rebotes válidos con valores que oscilan entre 29 y 33.50, de los que se calculó el promedio de rebotes obteniendo un valor de 31.06. También podemos observar que para cada golpe y número de rebote valido se obtuvo una resistencia del concreto con valores que van desde 225 hasta 291 Kg/cm² con los cuales se calculó una resistencia promedio de $f'c = 257.60$ Kg/cm², con una desviación estándar de 23.42 Kg/cm² que al restarla con la resistencia promedio obtenemos un $f'c$ ajustado de 234.18 Kg/cm², el cual es un 111.52% de la resistencia del concreto esperado ($f'c = 210$ Kg/cm²).

Tabla 4.

Resultados del Ensayo de Esclerometría, Vivienda Existente

N° DE GOLPE	REBOTE	REBOTES VÁLIDOS	f'c Kg/cm ² (Tabla)
1	30.00	30.00	241.00
2	30.00	30.00	241.00
3	29.00	29.00	225.00
4	30.07	30.07	241.00
5	31.00	31.00	257.00
6	30.05	30.05	241.00
7	33.02	33.02	291.00
8	32.00	32.00	274.00
9	33.50	33.50	291.00
10	32.00	32.00	274.00
Promedio de Rebote			31.06

4.1.2. Respuesta sísmica de la edificación con concreto tradicional en función a la norma E.030 diseño sismorresistente.

4.1.2.1. Modelamiento de la Estructura Existente de la Edificación Seleccionada, Mediante el Software Etabs.

El modelamiento, análisis y diseño estructural de la edificación seleccionada de concreto armado con apoyo fijo es un proceso complejo que involucra varias etapas. A continuación, se describe un resumen de los pasos que se tuvieron en cuenta para el modelamiento guiados siempre por la norma E.030 Diseño Sismorresistente y la E.060 Concreto Armado y los resultados obtenidos.

4.1.2.2. Especificaciones de los Materiales.

Las características de los materiales para el modelamiento de la estructura con concreto tradicional se han determinado según lo indicado en la Tabla 4, teniendo en cuenta las Normas Técnicas Peruanas vigentes.

Tabla 5.

Especificación de los materiales utilizados para el modelamiento.

Propiedades De Los Materiales	Concreto	Acero	Albañilería
Resistencia	210 kg/cm ²	4,200 kg/cm ²	130kg/cm ²
Peso específico	2,400 kg/m ³	7,850 kg/m ³	1,350 kg/m ³
Módulo de elasticidad	15,000*(210) ^{0.5} kg/cm ²	2*10 ⁶ kg/cm ²	500*130 kg/cm ²
Módulo de Poisson	0.2		
Fluencia (fu)		6,300 kg/cm ² acero grado 60	
Clase			Ladrillo tipo IV
Dimensiones			Ladrillo King Kong 9x13x24

4.1.2.3. *Modelo Estructural de la Edificación Existente.*

Para modelar la edificación existente se ha tenido en cuenta los parámetros de los materiales y las medidas del edificio seleccionado, para lo cual se realizaron las mediciones respectivas por los tesisistas, así como se visualiza en la Figura 32 y 33.

Figura 32.

Modelo estructural en Planta.

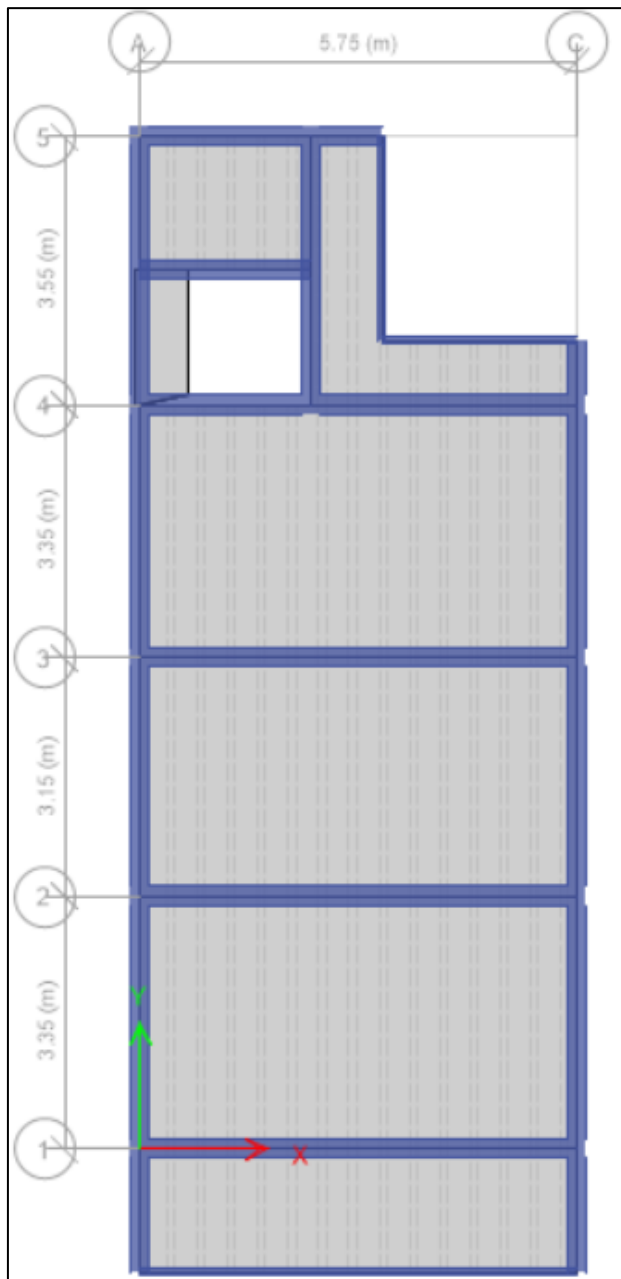


Figura 33.

Vista conjunta frontal del modelo estructural en 3D.



4.1.2.4. Espectro de Diseño.

Para determinar el espectro de sismo de diseño (DBE) con una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años, siguiendo la norma E.030, se han definido varios parámetros sísmicos que caracterizan la demanda sísmica del sitio específico. A continuación, se presenta un resumen de los pasos y parámetros típicamente involucrados:

a) Zonificación (Z).

La ciudad de Chota con respecto a la Zonificación sísmica se encuentra en una zona medianamente sísmica (zona 2) con un valor de $Z = 0.25$, según lo descrito en el Anexo II de la norma E.030.

b) Perfil de Suelo.

Para la determinación del tipo de suelo en el cual se encuentra asentada la edificación, se ha hecho la clasificación respectiva del mismo, encontrando que se trata de un suelo tipo MH, que es un suelo limoso inorgánico, para el cual se ha determinado un perfil de suelo S2, según lo establecido en la norma E.030 así como se detalla a continuación:

- Granulometría del Suelo.

La Tabla 6 y la Figura 34, muestran la granulometría del suelo.

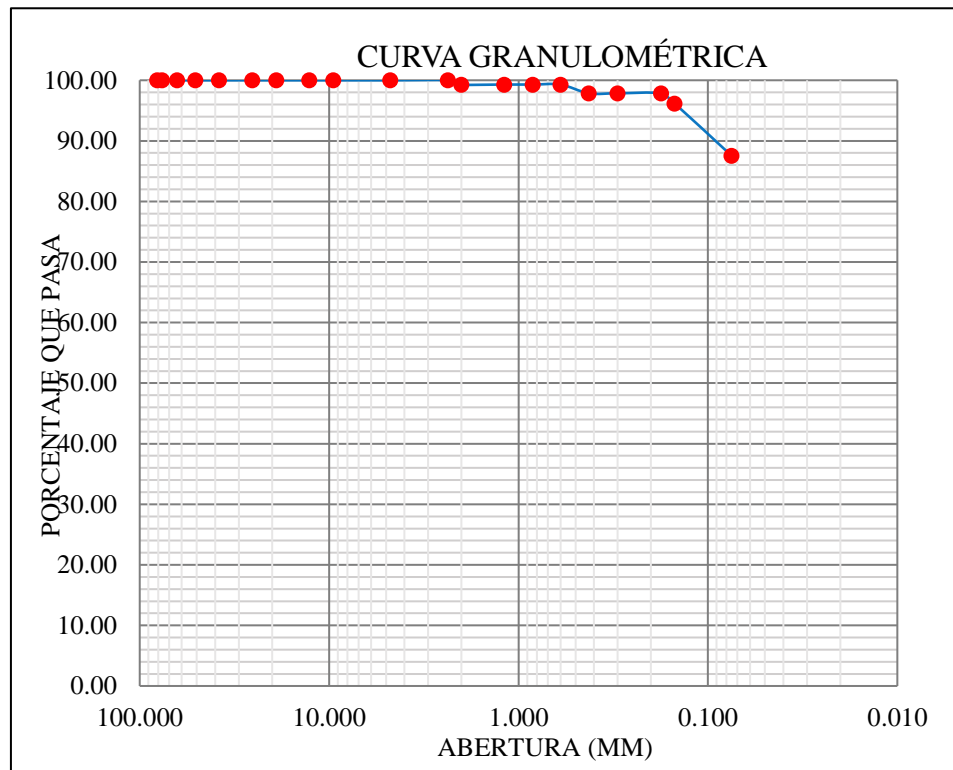
Tabla 6.

Granulometría del Suelo.

TAMIZ ASTM-D-422	AASHTO T-27 (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
3 1/2"	80.890				100.00
3"	76.200				100.00
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400				100.00
3/4"	19.000				100.00
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.500				100.00
Nº 4	4.750				100.00
Nº 8	2.360				100.00
Nº 10	2.000	4.30	0.70	0.70	99.30
Nº 16	1.190			0.70	99.30
Nº 20	0.840			0.70	99.30
Nº 30	0.600			0.70	99.30
Nº 40	0.425	8.80	1.44	2.15	97.85
Nº 50	0.300			2.15	97.85
Nº 80	0.177			2.15	97.85
Nº 100	0.150	10.20	1.67	3.82	96.18
Nº 200	0.075	52.70	8.64	12.46	87.54
< Nº 200	FONDO	534.00	87.54	100.00	0.00
Total de Muestra (gr)		610.00	100.00		

Figura 34.

Curva Granulométrica del Suelo.



- Contenido de Humedad del Suelo.

El suelo en el que se ha cimentado la edificación tiene una humedad natural de 30.192 %, lo cual nos indica que es un suelo medianamente húmedo, en la Tabla 7 se detallan dichos datos.

Tabla 7.

Contenido de Humedad del Suelo.

Muestra	M-1
Masa de Suelo Natural + Recipiente (gr)	2,100.000
Masa de Suelo Seco + Recipiente (gr)	1,613.000
Masa de Recipiente (gr)	0.000
Masa del Agua (gr)	487.000
Masa del Suelo Seco (gr)	1,613.000
Contenido de Humedad (%)	30.192%

- Límite Líquido del Suelo (LL).

Para la determinación del Límite líquido del suelo se utilizó como instrumento la Copa de Casagrande, del cual se obtuvo un promedio de contenido de humedad de 55.126 % para un promedio de número de golpes de 26.333, tal como se detalla en la Tabla 8 y la Figura 35.

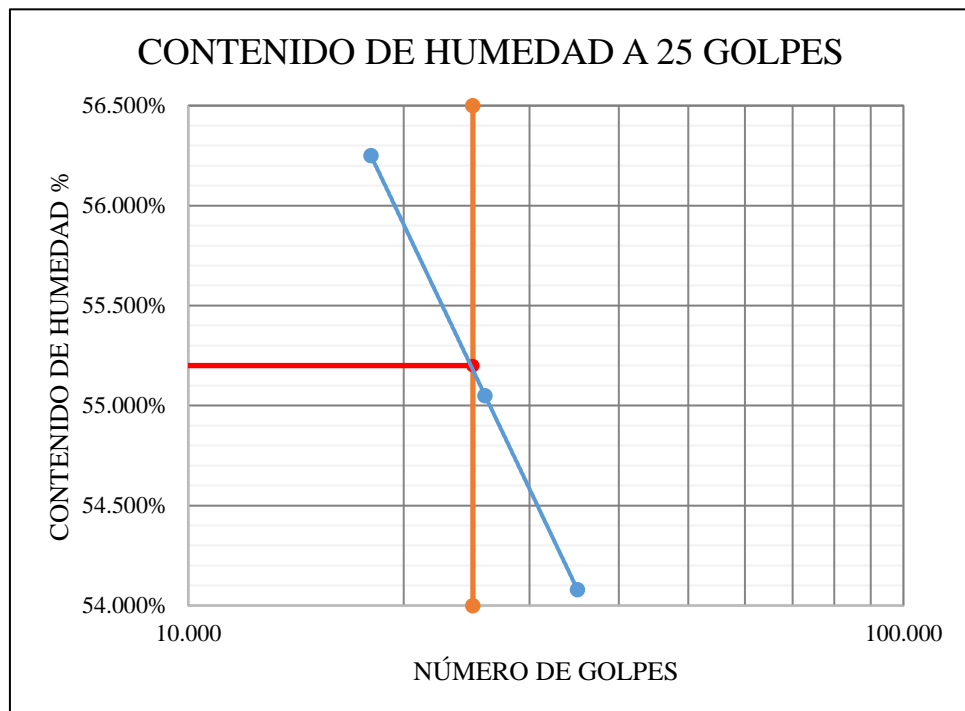
Tabla 8.

Límite Líquido del Suelo.

N° de Recipiente	R-1	R-2	R-3
Masa de Recipiente + suelo Húmedo (gr)	55.100	54.150	53.400
Masa de Recipiente + suelo Seco (gr)	40.790	40.470	40.010
Masa de Agua (gr)	14.310	13.680	13.390
Masa de Tarro (gr)	15.350	15.620	15.250
Masa de Suelo Seco (gr)	25.440	24.850	24.760
Contenido de Humedad (%)	56.250%	55.050%	54.079%
Número de Golpes	18.000	26.000	35.000
Promedio Contenido de Humedad (%)	55.126%		
Promedio N° de Golpes	26.333		

Figura 35.

Contenido de Humedad a 25 Golpes.



- Límite Plástico del Suelo (LP).

El límite plástico del suelo de la edificación se ha determinado mediante la formación de hilos con un contenido de humedad promedio de 29.605 %. En la Tabla 9 se muestra dicho valor.

Tabla 9.

Límite Plástico del Suelo.

Nº de Recipiente	R-4	R-5
Masa de Recipiente + suelo Húmedo (gr)	18.040	17.840
Masa de Recipiente + suelo Seco (gr)	15.860	15.680
Masa de Agua (gr)	2.180	2.160
Masa de Tarro (gr)	8.520	8.360
Masa de Suelo Seco (gr)	7.340	7.320
Contenido de Humedad (%)	29.700%	29.510%
Contenido de Humedad Promedio (%)	29.605%	

- Clasificación SUCS del Suelo.

Para la clasificación del suelo se ha tenido en cuenta el índice de plasticidad calculada según los resultados de los límites de consistencia (LL y LP) descritos en la Tabla 10, los cuales nos arrojan un tipo de suelo MH, así como se muestra en la Figura 36.

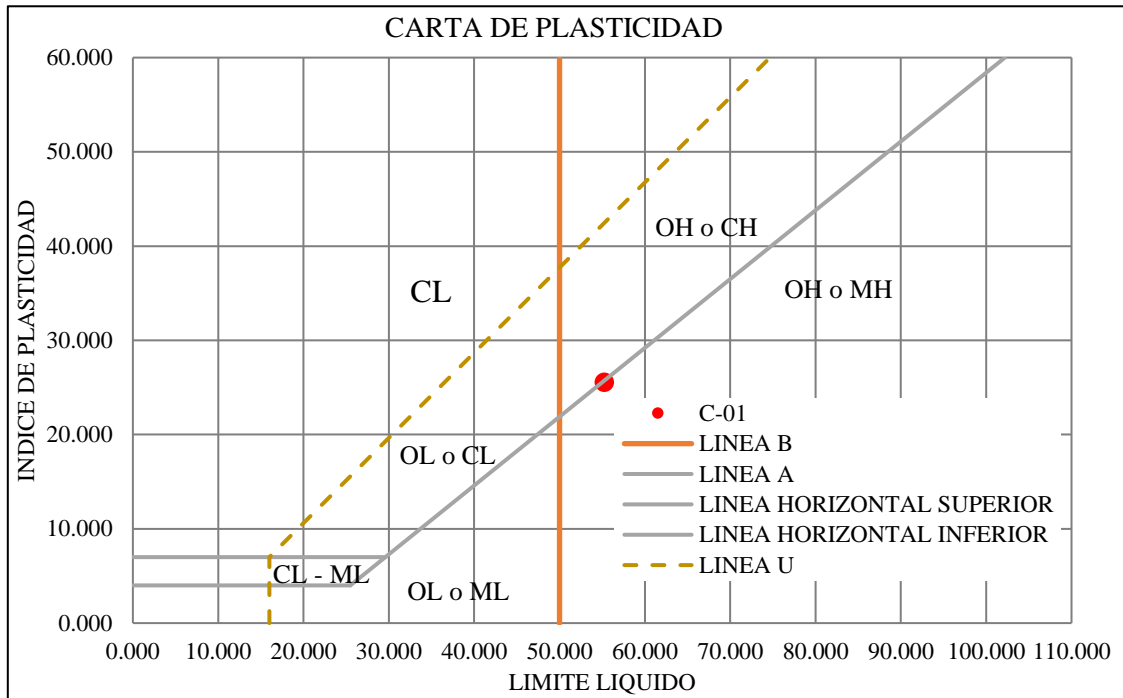
Tabla 10.

Resumen de límites de Consistencia del Suelo.

Límite Líquido	55.200
Límite Plástico	29.605
Índice de Plasticidad	25.595

Figura 36.

Carta de Plasticidad para Clasificación del Suelo.



c) Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Los parámetros de sitio (S, TP y TL) según el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se considera de acuerdo al perfil que más convenientemente caracterice las condiciones locales, para el presente estudio se ha determinado un perfil de suelo S₂, de lo que se tiene los siguientes parámetros de sitio determinados:

$$S = 1.20; T_P = 0.6 \text{ y } T_L = 2.0$$

d) Factor de Amplificación Sísmica (C)

El factor de amplificación sísmica de acuerdo con el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se considera teniendo en cuenta las características de sitio y el periodo de vibración, los que para el presente estudio han sido determinados en el programa Etabs, obteniendo el periodo en x TX= 1.268 seg. y el periodo en y TY=1.428 seg.:

De lo antes descrito se determinó utilizar la siguiente expresión para calcular el factor de amplificación sísmica:

$$T_p < T < T_L \quad ; \quad C = 2.5 * (T_p/T)$$

Donde,

C= Factor de amplificación sísmica; T = Periodo de vibración; $T_p= 0.6$ y $T_L = 2.00$

De lo que se tiene:

Factor de amplificación sísmica en x, $C_x = 2.5 * (0.6/1.268) = 1.1830$

Factor de amplificación sísmica en y, $C_y = 2.5 * (0.6/1.428) = 1.0504$

e) Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

El factor de uso según el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se determina teniendo en cuenta la categoría de la edificación a analizar, para el presente estudio se ha determinado un factor de Uso (U) igual a uno (1), toda vez que es una vivienda que está dentro de las edificaciones comunes.

f) Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas de acuerdo con el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se determina teniendo en cuenta los factores de irregularidad (I_a e I_p) y el sistema estructural de la edificación en estudio (R_o), por lo que teniendo en cuenta que la edificación en estudio no presenta irregularidades y presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, se tiene el coeficiente de reducción de fuerza sísmica tanto en dirección X y dirección Y el valor de 8 que ha sido determinado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$R = R_o * I_a * I_p$$

Donde:

Factor en irregularidad en altura $I_a=1.00$

Factor en irregularidad en planta $I_p=1.00$

Ro= 8 Pórticos de concreto armado.

De lo que se tiene que:

El coeficiente de reducción de fuerza sísmica en dirección X - Rx=8.00

El coeficiente de reducción de fuerza sísmica en dirección Y - Ry=8.00

4.1.2.5. Análisis Sísmico Estático

a) Fuerza cortante en la base de la edificación.

Esta se ha determinado siguiendo el procedimiento indicado en el RNE de la norma E0.30 Diseño Sismorresistente, que indica mediante la siguiente expresión:

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

Tabla 11.

Análisis sísmico estático en dirección XX.

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
TX	1.268	Periodo en dirección XX
Z	0.25	Zona 2
U	1	Vivienda C
S	1.20	Suelo Intermedio S2
TP	0.6	
TL	2	
Cx	1.1830	Cx=2.5*(Tp/Tx)
Ro	8	Ro=8 Pórtico de concreto armado
Ia	1	
Ip	1	
C/R>0.11	0.1478707	Cumple
PESO=	364.6409	ton
VEX=ZUCxS/Rx	0.044361	Coficiente sísmico
VEX=ZUCS/R*Pe	16.17591	Cortante basal en dirección XX
Kx	1.384	

Tabla 12.*Análisis sísmico Estático En Dirección YY.*

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
TY	1.428	Periodo en dirección YY
Z	0.25	Zona 2
U	1	Vivienda C
S	1.20	Suelo Intermedio S2
TP	0.6	
TL	2	
Cx	1.0504	$Cx=2.5*(Tp/Ty)$
Ro	8	Ro=8 Pórtico de concreto armado
Ia	1	
Ip	1	
C/R>0.11	0.131303	Cumple
PESO	364.6409	ton
VEX=ZUCxS/Rx	0.039391	Coefficiente sísmico
VEX=ZUCS/R*Pe	14.36348	Cortante basal en dirección YY
Kx	1.464	

b) Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$F_i = \alpha_i \times V$$

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

Donde:

V= Cortante Basal

α_i = Factor de F

n = Número de pisos

K = es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow K = 1.00$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow K = 0.75 + 0.5T \leq 2.00$$

Tabla 13.*Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.*

NIVEL	Altura hi (m)	Peso ton	Pi*hi k	Alfai	Fi ton	Mti ton*m
TECHO 06	17.4	8.439	439.73	0.0491	0.7950	0.5327
TECHO 05	15.2	61.390	2653.2	0.2966	4.7970	3.2140
TECHO 04	12.5	74.503	2456.4	0.2746	4.4412	2.9756
TECHO 03	9.8	72.480	1706.4	0.1907	3.0852	2.0671
TECHO 02	7.1	74.276	1119.4	0.1251	2.0239	1.3560
TECHO 01	4.4	73.553	571.66	0.0639	1.0336	0.6925
Suma			Pi*hi k	8946.8	16.176	

Nota: Tx=1.268 Dy=13.4; VEX=16.175901 Eaccy=5%DY=0.67 m; K=1.384

Tabla 14.*Distribución en altura de la cortante basal en dirección YY.*

NIVEL	Altura hi (m)	Peso ton	Pi*hi k	Alfai	Fi ton	Mti ton*m
TECHO 06	17.4	8.439	439.73	0.0491	0.7060	0.2047
TECHO 05	15.2	61.390	2653.2	0.2966	4.2595	1.2353
TECHO 04	12.5	74.503	2456.4	0.2746	3.9436	1.1436
TECHO 03	9.8	72.480	1706.4	0.1907	2.7395	0.7945
TECHO 02	7.1	74.276	1119.4	0.1251	1.7972	0.5212
TECHO 01	4.4	73.553	571.66	0.0639	0.9178	0.2662
Suma			Pi*hi k	8946.8	14.363	

Nota: Ty=1.428 Dx=5.80; VEY=14.36348 Eaccy=5%Dx=0.29 m; K=1.464

4.1.2.6. Análisis Sísmico Dinámico

a) Desplazamientos Máximos absolutos y relativos - de la estructura existente (con concreto tradicional)

La distorsión máxima admitida por RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, Art. 32 Propone como margen de desplazamiento lateral de entre piso de $\Delta_i/h_{ei} = 0.007$ para estructuras de concreto armado. Para este trabajo se determinó los resultados más críticos en las dos direcciones y se verificó que cumplan las distorsiones según el caso de análisis.

Se muestra los resultados de las distorsiones máximas en cada modelo analizado.

Figura 37.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.

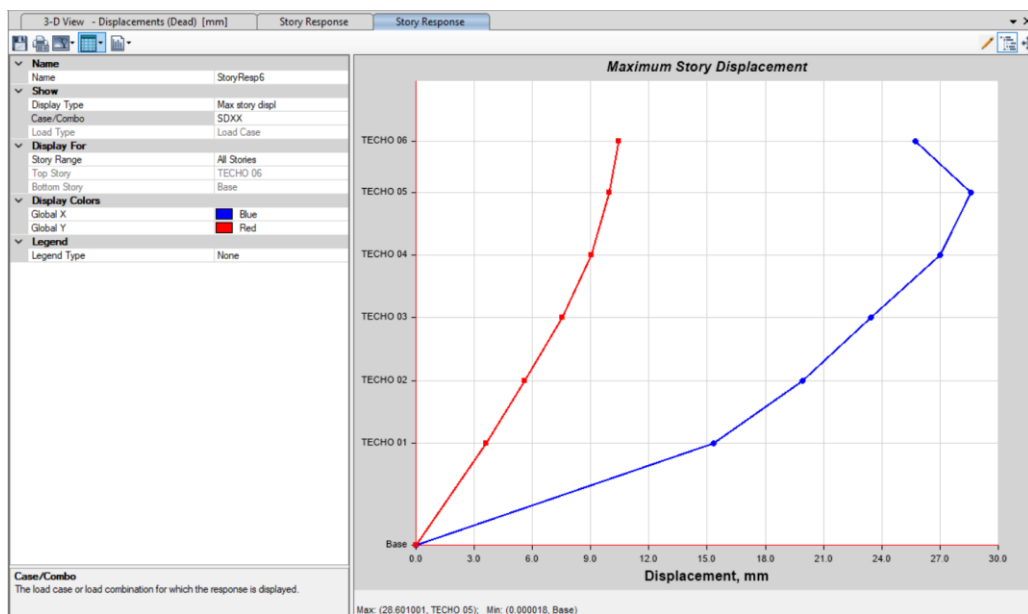
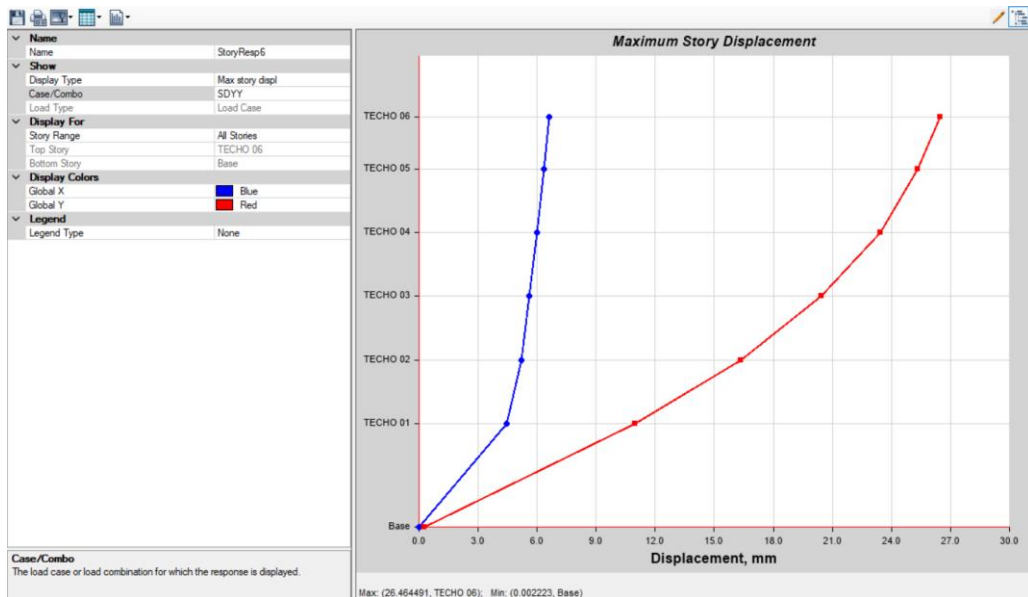


Figura 38.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.



Nota: En las Figuras 37 y 38, se muestran los desplazamientos máximos absolutos del análisis sísmico de la edificación, así como las verificaciones indicadas en la norma E.030, donde se tiene que el desplazamiento absoluto de la edificación por carga de sismo en dirección X es 28.601 mm, y en dirección Y es 26.464 mm.

Figura 39.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.

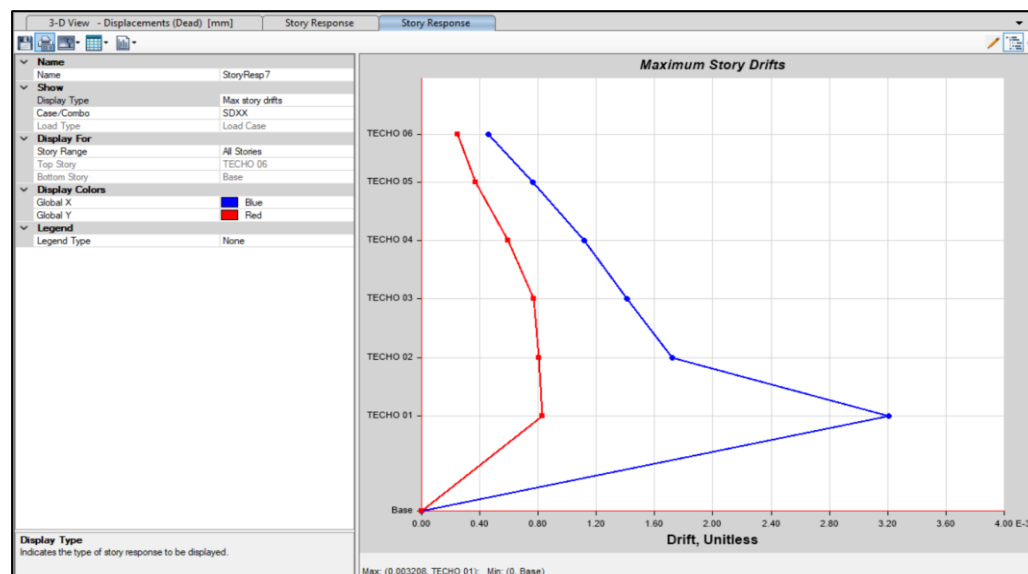
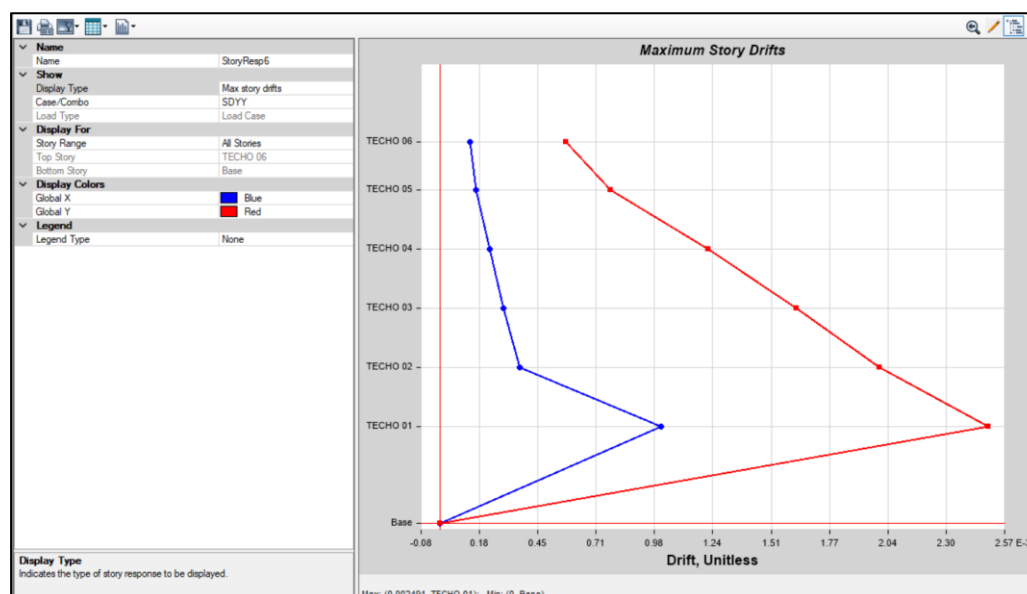


Figura 40.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.



Nota: En las Figuras 39 y 40, se muestran los desplazamientos máximos relativos del análisis sísmico de la edificación, así como las verificaciones indicadas en la norma E.030, donde se tiene que el desplazamiento relativo de la edificación por carga de sismo en dirección X es 0.003208, y en dirección Y es 0.002491.

Tabla 15.

Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección X-X.

Piso	Caso de Carga	Dirección de Análisis	Desplazamientos De Entrepiso (mm)	Altura de Entrepiso (mm)	Deriva	Deriva 0.75*R	Deriva <0.007
Techo 06	SDXX	X	1.00320	2,200	0.000456	0.002736	SI
Techo 05	SDXX	X	2.06010	2,700	0.000763	0.004578	SI
Techo 04	SDXX	X	3.01860	2,700	0.001118	0.006708	SI
Techo 03	SDXX	X	3.80700	2,700	0.00141	0.00846	NO
Techo 02	SDXX	X	4.65210	2,700	0.001723	0.010338	NO
Techo 01	SDXX	X	14.11520	4,400	0.003208	0.019248	NO

Tabla 16.*Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección Y-Y.*

Piso	Caso de Carga	Dirección de Análisis	Desplazamientos De Entrepiso (mm)	Altura de Entrepiso (mm)	Deriva	Deriva 0.75*R	Deriva <0.007
TECHO 06	SDYY	Y	1.2606	2,200	0.000573	0.003438	SI
TECHO 05	SDYY	Y	2.0979	2,700	0.000777	0.004662	SI
TECHO 04	SDYY	Y	3.2967	2,700	0.001221	0.007326	NO
TECHO 03	SDYY	Y	4.3713	2,700	0.001619	0.009714	NO
TECHO 02	SDYY	Y	5.3973	2,700	0.001999	0.011994	NO
TECHO 01	SDYY	Y	10.9604	4,400	0.002491	0.014946	NO

Tabla 17.*Cortante dinámica en X y Y.*

Dirección	Cortante	F
En X	Dinámica	12.870
En Y	Dinámica	13.193

Nota: Datos obtenido del programa Etabs.

Tabla 18.*Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.*

Dirección	Cortante	F	$V_{din} \geq 80\% V_{est}$		Factor De Amplificación
En X	Estática	16.176			1.0055
En X	Dinámica	12.870	79.56%	No cumple	
En Y	Estática	14.363			
En Y	Dinámica	13.193	91.85%	Si cumple	

Según la norma E.030 (MVCS, 2020) indica que para edificaciones regulares (que es nuestro caso) la cortante dinámica debe ser superior o igual al 80% de la cortante estática, y 90% para edificaciones irregulares. En este caso para la presente investigación el resultado de la cortante dinámica en la dirección X es de 12.870, lo que representa el 79.56% de la cortante estática (16.176), en tal sentido, es necesario incrementar la cortante en dirección X, en cambio en la dirección Y la cortante dinámica es de 13.193, lo que representa el 91.85% de la cortante

estática (14.363) en tal sentido, no necesario incrementar la cortante en dirección Y. Finalmente se indica que es necesario amplificar la cortante dinámica en la dirección X, para lo que se utilizó el factor F_{ax} igual a 1.0055, recalando que este factor no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

4.1.3. Concreto liviano $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ adicionando diferentes dosis del polímero poliestireno.

4.1.3.1. Caracterización de los Agregados

a) Caracterización del Agregado Fino

- Gradación de la Arena.

La arena utilizada para la mezcla fue extraída de la cantera Conchán, según los resultados obtenidos del ensayo de granulometría, podemos observar que no se ajusta al huso granulométrico especificado en la NTP 400.012, la Tabla 19 y Figura 41 evidencian tal afirmación. Sin embargo, es importante resaltar que la norma permite su uso siempre y cuando se haya comprobado y se garantice la elaboración de concretos con la resistencia esperada. Adicionalmente, el módulo de fineza encontrado en laboratorio es de 1.90 lo que evidencia que el agregado es demasiado fino y no alcanza al límite fijado en la NTP 400.037, la cual establece como valor mínimo 2.30 y como valor máximo de 3.1. Pero la trabajabilidad y las propiedades mecánicas del concreto no se ven afectadas ya que con la experiencia adquirida en el uso de esta cantera se han obtenido concretos de buena calidad como se muestra en el numeral 4.1.5. Dosificación óptima del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm², adicionando el polímero poliestireno. El cumplimiento de estos límites sugiere que, aunque hay variaciones en la granulometría, el material tiene una distribución de tamaño de partículas que puede ser adecuada para su uso en concreto, siempre y cuando se realicen los ajustes necesarios con el diseño de mezclas correspondiente.

En resumen, podemos acotar que a pesar que el agregado fino de la cantera Conchán presenta inconsistencias, con el huso granulométrico de la

NTP 400.012 y el módulo de fineza establecido por la NTP 400.037, éste se puede utilizar en la producción de concreto siempre y cuando se alcance la resistencia esperada; gracias a la experiencia adquirida durante años se ha demostrado que con la arena de esta cantera se obtienen resultados de buena calidad, lo que indica que el material es apto para su uso.

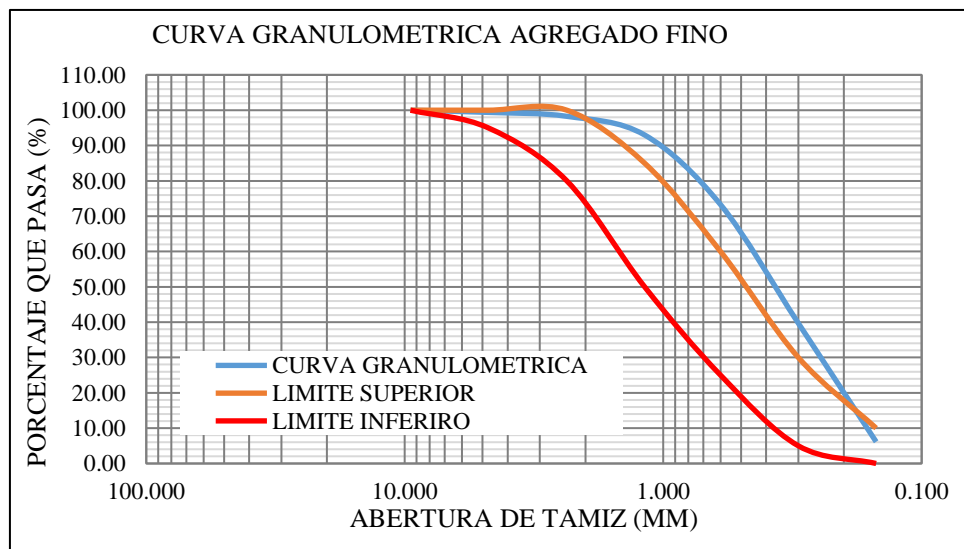
Tabla 19.

Granulometría del agregado fino, Cantera Conchán.

Malla		Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	ASTM LIM INF	ASTM LIM SUP
Pulg	mm						
3/8"	9.500				100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.750	3.50	0.62	0.62	99.38	95.00	100.00
Nº 8	2.360	6.20	1.11	1.73	98.27	80.00	100.00
Nº 16	1.180	29.60	5.28	7.01	92.99	50.00	85.00
Nº 30	0.600	110.50	19.72	26.73	73.27	25.00	60.00
Nº 50	0.300	188.10	33.57	60.30	39.70	5.00	30.00
Nº 100	0.150	188.10	33.57	93.86	6.14	0.00	10.00
< Nº 100	FONDO	34.40	6.14	100.00	0.00	0.00	0.00
Total de Muestra (gr)		560.40	100.00	Módulo de Fineza	1.90		

Figura 41.

Curva granulométrica del agregado fino, cantera Conchán



- Contenido de humedad del agregado fino.

En el ensayo de laboratorio se determinó que el contenido de humedad del agregado fino es de 3.093% así como se muestra en la Tabla 20, este valor puede variar según la época del año puesto que en tiempos de lluvias el contenido de humedad es mayor y en tiempos de verano el contenido de humedad es mínimo.

Tabla 20.

Contenido de humedad del agregado fino.

Muestra	M-1
Masa de AF Natural + Recipiente (gr)	800.00
Masa de AF Seco + Recipiente (gr)	776.00
Masa de Recipiente (gr)	0.00
Masa del Agua	24.00
Masa del AF Seco	776.00
Contenido de Humedad (%)	3.093%

- Absorción del agregado fino

La absorción del agregado fino obtenido en el ensayo de laboratorio es de 2.041% así como se muestra en la Tabla 21, este valor depende en gran parte del módulo de finura del agregado.

Tabla 21.

Absorción del agregado fino

Identificación	Peso (gr)
A Masa de la muestra seca al horno (gr)	98.000
B Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)	688.400
C Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)	749.200
S Masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)	100.000
Densidad Relativa Secada al Horno = $(A/(B+S-C))$	2.500
Densidad Relativa Saturado Superficie Seca = $(S/(B+S-C))$	2.551
Densidad Relativa Aparente = $(A/(B+A-C))$	2.634
Absorción (%) = $100 \times (S-A)/A$	2.041

- Peso unitario del agregado fino.

Los pesos unitarios Suelto y Compactado del Agregado fino obtenidos son 1,443.507 Kg/m³ y 1,578.293 Kg/m³, respectivamente, así como se muestran en la Tabla 22 y Tabla 23.

Tabla 22.*Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Fino (PUSS-AF)*

Descripción	Unidad	N° Ensayos		
		01	02	03
Peso del Material + Molde	gr	6,600.00	6,650.00	6,680.00
Peso del Molde	gr	2,538.00	2,538.00	2,538.00
Peso del MATERIAL Suelto	gr	4,062.00	4,112.00	4,142.00
Volumen de Molde	cm3	2,844.00	2,844.00	2,844.00
Peso Unitario Suelto	Kg/m3	1,428.27	1,445.85	1,456.40
Promedio PUS	Kg/m3	1,443.507		

Tabla 23.*Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Fino (PUSC-AF)*

Descripción	Unidad	N° Ensayos		
		01	02	03
Peso del Material + Molde	gr	7,050.00	7,000.00	7,030.00
Peso del Molde	gr	2,538.00	2,538.00	2,538.00
Peso del MATERIAL Suelto	gr	4,512.00	4,462.00	4,492.00
Volumen de Molde	cm3	2,844.00	2,844.00	2,844.00
Peso Unitario Suelto	Kg/m3	1,586.50	1,568.92	1,579.47
Promedio PUC	Kg/m3	1,578.293		

b) Caracterización del Agregado Grueso

- Gradación de la Piedra Chancada.

El agregado grueso utilizado en la mezcla fue extraído de la cantera denominada como La Cangana, el cual presenta tamaño máximo nominal (TMN) de 1", este agregado ligeramente no cumple con el huso granulométrico definido en la NTP 400.012, tal como se evidencia en la Tabla 24 y Figura 42. Sin embargo, es importante resaltar que la norma permite su uso siempre y cuando se haya comprobado y se garantice la producción de concretos con la resistencia esperada. La trabajabilidad y las propiedades mecánicas del concreto no se ven afectadas puesto que con la experiencia adquirida en el uso de esta cantera se obtiene concretos de buena calidad como se muestra en el numeral 4.1.5. Dosificación óptima del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm², adicionando el polímero poliestireno. El

cumplimiento de estos límites sugiere que, aunque hay variaciones en la granulometría, el material tiene una distribución de tamaño de partículas que puede ser adecuada para su uso en concreto, siempre y cuando se realicen los ajustes necesarios con el diseño de mezclas correspondiente.

En resumen, aunque el agregado grueso de la cantera Cangana presenta inconsistencias con el huso granulométrico de la NTP 400.012, esta cantera se puede utilizar en la elaboración de concreto siempre y cuando se alcance la resistencia esperada, lo que indica que el material puede ser apto para su uso ya que con la experiencia adquirida se ha demostrado que se obtiene resultados de buena calidad.

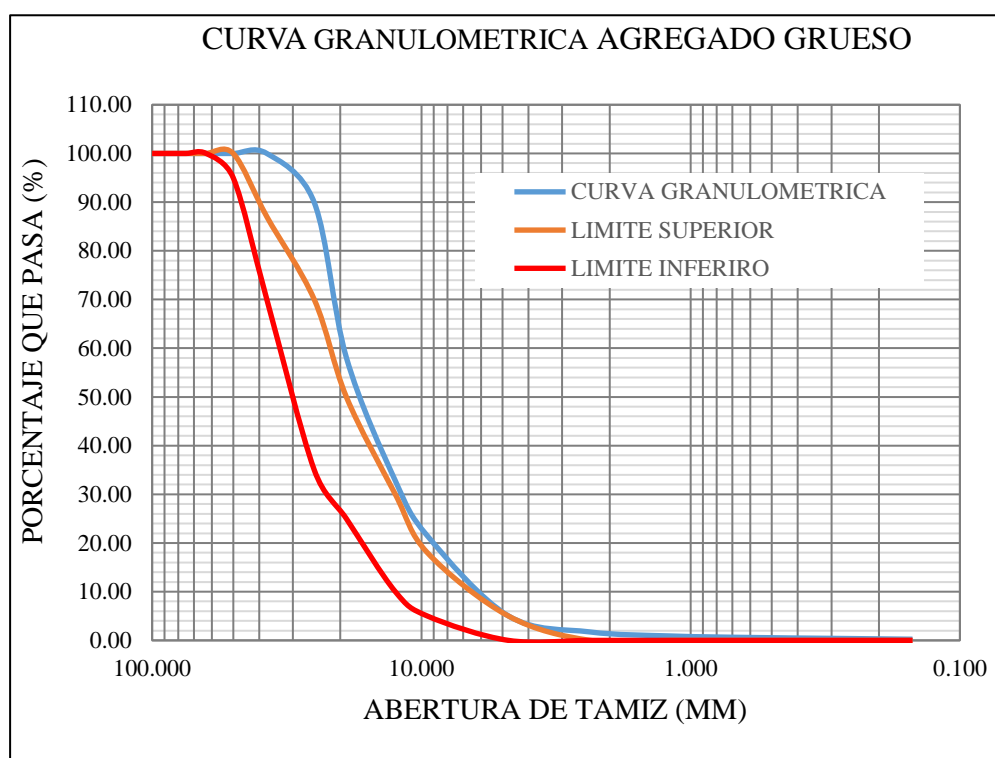
Tabla 24.

Granulometría del agregado grueso, Cantera Cangana

Malla		Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)	ASTM LIM INF	ASTM LIM SUP
Pulg	mm						
4"	100.000				100.00	100	100.00
3 1/2"	90.000				100.00	100	100.00
3"	75.000				100.00	100	100.00
2 1/2"	63.000				100.00	100	100.00
2"	50.000				100.00	95.00	100.00
1 1/2"	37.500				100.00	70.00	87.00
1"	25.000	1,784.00	10.08	10.08	89.92	35.00	70.00
3/4"	19.000	5,634.00	31.82	41.90	58.10	25.00	50.00
1/2"	12.500	4,484.00	25.32	67.22	32.78	10.00	30.00
3/8"	9.500	2,005.00	11.32	78.54	21.46	5.00	18.00
N° 4	4.750	2,909.00	16.43	94.97	5.03	0.00	5.00
N° 8	2.360	584.00	3.30	98.27	1.73	0.00	0.00
N° 16	1.180	147.00	0.83	99.10	0.90	0.00	0.00
N° 30	0.600	53.00	0.30	99.40	0.60	0.00	0.00
N° 50	0.300	31.00	0.18	99.58	0.42	0.00	0.00
N° 100	0.150	32.00	0.18	99.76	0.24	0.00	0.00
< N° 100	FONDO	43.00	0.24	100.00	0.00	0.00	0.00
Total de Muestra (gr)		1,7706.00	100.00	TMN 1"			

Figura 42.

Curva granulométrica del agregado grueso, cantera Cangana



- Contenido de humedad del agregado grueso.

El valor del contenido de humedad del agregado grueso obtenido en el laboratorio es de 0.503% como se muestra en la Tabla 25, esto puede variar según la época del año puesto que en tiempos de lluvias el contenido de humedad es mayor y en tiempos de verano este es mínimo.

Tabla 25.

Contenido de humedad del agregado grueso

Muestra	M-1
Masa de AG Natural + Recipiente (gr)	2,200.00
Masa de AG Seco + Recipiente (gr)	2,189.00
Masa de Recipiente (gr)	0.00
Masa del Agua	11.00
Masa del AG Seco	2,189.00
Contenido de Humedad (%)	0.503%

- Absorción del agregado grueso

La absorción del agregado grueso obtenida en laboratorio es de 1.760% así como se muestra en la Tabla 26, este parámetro depende en gran medida del tipo de piedra que se utiliza para la mezcla.

Tabla 26.

Contenido de humedad del agregado grueso

Identificación	Peso (gr)
A Masa de la muestra seca al horno (gr)	2,102
B Masa de la muestra superficie saturada seca en aire	2,139
C Masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua	1,332
Densidad Relativa Secada al Horno = $(A/(B-C))$	2.605
Densidad Relativa Sat. Sup. Seca = $(B/(B-C))$	2.651
Densidad Relativa Aparente = $(A/(A-C))$	2.730
Absorción (%) = $((B-A)/A) \times 100$	1.760%

- Peso unitario del agregado grueso.

Los pesos unitarios Suelto y Compactado del Agregado grueso son de 1,435.316Kg/m³ y 1,563.686Kg/m³, como muestran las Tablas 27 y 28.

Tabla 27.

Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Grueso (PUSS-AG)

Descripción	Unidad	N° Ensayos		
		01	02	03
Peso del Material + Molde	gr	26,750.000	26,700.000	26,800.000
Peso del Molde	gr	6,624.000	6,624.000	6,624.000
Peso del MATERIAL Suelto	gr	20,126.000	20,076.000	20,176.000
Volumen de Molde	cm ³	14,022.000	14,022.000	14,022.000
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1,435.316	1,431.750	1,438.882
Promedio PUS	Kg/m³	1,435.316		

Tabla 28.*Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso (PUSC-AG)*

Descripción	Unidad	N° Ensayos		
		01	02	03
Peso del Material + Molde	gr	28,550.000	28,500.000	28,600.000
Peso del Molde	gr	6,624.000	6,624.000	6,624.000
Peso del MATERIAL Suelto	gr	21,926.000	21,876.000	21,976.000
Volumen de Molde	cm3	14,022.000	14,022.000	14,022.000
Peso Unitario Suelto	Kg/m3	1,563.686	1,560.120	1,567.251
Promedio PUC	Kg/m3	1,563.686		

4.1.3.2. Diseño de Mezcla – Método ACI (American Concrete Institute)**a) Resumen de las Características de los Componentes del Concreto****Tabla 29.***Características del Agregado Grueso*

Descripción	Resultados
Peso Unitario Seco Suelto	1.435 Tn/m3
Peso Unitario Seco Compactado	1.564 Tn/m3
Peso específico	2.651 Tn/m3
Tamaño Máximo Nominal	1"
Porcentaje de Absorción	1.760%
Porcentaje de Humedad	0.503%

Tabla 30.*Características del Agregado Fino*

Descripción	Resultados
Peso Unitario Seco Suelto	1.444 Tn/m3
Peso Unitario Seco Compactado	1.578 Tn/m3
Peso específico	2.551 Tn/m3
Módulo de Fineza	1.903
Porcentaje de Absorción	2.041%
Porcentaje de Humedad	3.093%

Tabla 31.*Características del Cemento Portland Tipo I*

Descripción	Resultado
Tipo	I
Denominación comercial	Pacasmayo
Presentación	Bolsa de 42.50 kg
Contenido de Aire	7.00%
Superficie Específica	3,740 m ² /kg
Densidad	3,150 Kg/m ³
Resistencia a la Compresión	441 kg/m ³

Tabla 32.*Características de las Perlas de Poliestireno*

Descripción	Resultado
Nombre comercial	Perla ETSAPOL
Forma	Esférica
Color	Blanco
Granulometría	3 a 7 mm
Presentación	Bolsa de 10 kg
Densidad aparente	10 kg/m ³ (+/- 10%)
Conductividad térmica A+10°C	43 w/m-k
Auto - extingüible	Tipo F

b) Selección de la resistencia promedio del Concreto (f'_{cr}) sin datos anteriores.

Para la selección de la resistencia promedio del Concreto (f'_{cr}) se ha empleado la Tabla 33. Teniendo en cuenta que no se tiene un registro de ensayos nos resulta una resistencia promedio del concreto de 294 Kg/cm².

Tabla 33.*Selección de la Resistencia Promedio*

f'_c (Kg/cm ²)	f'_{cr} (Kg/cm ²)
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
sobre 350	$f'_c + 98$

c) *Selección del Asentamiento Slump.*

La consistencia de la mezcla se ha determinado empleado la Tabla 34. Teniendo en cuenta el tipo de estructuras y la trabajabilidad de la mezcla se ha elegido un Asentamiento de 3" a 4".

Tabla 34.

Selección del Asentamiento Slump

Tipo de Construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y Muros de Cimentación Armados	3"	1"
Cimentaciones Simples, Cajones y Subestructuras de Muro	3"	1"
Vigas y Muros Armados	4"	1"
Columnas de Edificios	4"	1"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

d) *Cálculo del volumen unitario de agua.*

La cantidad de agua para 1m³ de concreto se ha determinado según la Tabla 35. Tenido en cuenta el Tamaño Máximo Nominal (TMN) de 1" y el Asentamiento de 3" a 4", dando como resultado 193 lts/m³ de concreto.

Tabla 35.

Volumen Unitario de Agua

Asentamiento	Agua, en lt/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	203	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

e) *Selección del Contenido de Aire Atrapado.*

El aire natural atrapado en la mezcla de concreto se ha determinado según la Tabla 36. Teniendo en cuenta el TMN de 1", lo cual nos da un 1.5% de aire atrapado.

Tabla 36.

Selección del Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

f) *Relación Agua-Cemento (A/C) Por Resistencia.*

Para la determinación de la Relación Agua-Cemento se ha utilizado la Tabla 37. En la cual teniendo como referencia la Resistencia Promedio del Concreto (f'_{cr}) de 294 Kg/cm² se ha calculado una Relación A/C de 0.558 mediante interpolación de datos.

Tabla 37.

Relación Agua-Cemento

f'_{cr}	Relación Agua - Cemento de Diseño en Peso	
	Concreto sin Aire Incorporado	Concreto con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

Interpolación de Datos:

250	0.62
294	A/C
300	0.55

$$A/C = 0.558$$

g) Factor Cemento.

Para el cálculo del Factor Cemento (FC) se ha utilizado la cantidad de agua calculada por m³ dividida entre la Relación A/C, teniendo como resultado la cantidad de 345.878 Kg u 8.138 bolsas de Cemento por cada m³ de concreto.

$$FC = (Vol. Agua)/(A/C)$$

$$FC = 193/0.558$$

$$FC = 345.878 Kg$$

$$FC = 8.138 bolsas$$

Volumen de Cemento (VC)

$$VC = FC/(Peso Esp. Cemento)$$

$$VC = 345.878/3,150.000$$

$$VC = 0.110m^3$$

h) Volumen del Agregado Grueso.

Para determinar el Volumen de Agregado Grueso por m³ de concreto se ha utilizado la Tabla 38. En la cual teniendo como referencia el TMN y el Módulo de Finura del Agregado Fino, se ha calculado un coeficiente b/b_o de 0.760 mediante extrapolación de datos, este coeficiente es el resultado del cociente entre el peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cúbica de concreto entre el PUSC del Agregado Grueso.

Tabla 38.*Coficiente b/b_o para Diferentes Módulos de Finura del AF*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volúmen de Agregado Grueso, Seco y Compactado, por Unidad de Volúmen del Concreto, para Diversos Módulos de Fineza del Fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Extrapolación de Datos:

1.903	b/b_o
2.400	0.71
2.600	0.69

$$b/b_o = 0.760 \text{ m}^3$$

Peso del Agregado Grueso Por m³ de Concreto

$$\text{Peso de AG} = b/b_o \times PUSC$$

$$\text{Peso de AG} = 0.760 \text{ m}^3 \times 1,563.686 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso de AG} = 1,188.171 \text{ Kg}$$

Volumen de Agregado Grueso:

$$\text{Vol. AG} = (\text{Peso de AG}) / (\text{Peso Esp. AG})$$

$$\text{Vol. AG} = (1,188.171 \text{ Kg}) / (2,651.000 \text{ Kg/m}^3)$$

$$\text{Vol. AG} = 0.448 \text{ m}^3$$

i) Volúmenes Absolutos.

$$\text{Volumen Absoluto de Agua} = 0.193 \text{ m}^3$$

Volumen Absoluto de Aire Atrapado = 0.015 m³

Volumen Absoluto de Cemento = 0.110 m³

Volumen Absoluto de Agregado Grueso = 0.448 m³

Total, de Volúmenes Absolutos = 0.766 m³

j) Cálculo del Peso de Agregado Fino por m³ de Concreto

Para la determinación del Peso de Agregado Fino por m³ de Concreto, primero se ha calculado la diferencia de 1m³ de concreto menos la suma total de Volúmenes Absolutos, para luego multiplicar este residuo por el Peso Específico del Agregado Fino.

Volumen de Agregado Fino

$$Vol. AF = 1.000m^3 - 0.766 m^3$$

$$Vol. AF = 0.234 m^3$$

Peso del Agregado Fino

$$Peso de AF = Vol. AF \times Peso Esp. AF$$

$$Peso de AF = 0.234m^3 \times 2,551.020 Kg/m^3$$

$$Peso de AF = 596.934 Kg$$

k) Contenido de Materiales en Peso por m³ de Concreto en Estado Seco

Cemento = 345.878 Kg

AG = 1,188.171 Kg

AF = 596.934 Kg

Agua = 193.000 Kg

Peso Total de Materiales en Estado Seco = 2,323.983 Kg

1) *Corrección por Humedad de los Agregados*

En la Tabla 39, se muestra el cálculo del peso de los agregados en estado natural (húmedos) por m³ de mezcla de concreto, de los cuales nos resulta 1,194.112 Kg de Agregado Grueso y 615.469 Kg de Agregado Fino.

Tabla 39.

Contenido de Humedad de los Agregados

Tipo de Agregado	Peso En estado Seco	Humedad de los Agregados	Factor de Corrección por Humedad	Peso Corregido por Humedad
AG	1,188.171 Kg	0.503%	1.005	1,194.112 Kg
AF	596.934 Kg	3.093%	1.031	615.439 Kg

- Aporte de Agua a la Mezcla

En la Tabla 40 se muestra el cálculo del aporte de Agua a la Mezcla, este parámetro se ha determinado restando la humedad de los agregados menos el porcentaje de absorción de los mismos, teniendo como resultados de que el Aporte de Agua de los Agregados es de -15.010 lts/m³ para el Agregado Grueso y de 6.474 lts/m³ para el Agregado Fino, de los cuales al realizar la suma nos da un total de -8.536 lts/m³ de agua, lo que indica que los agregados absorben esta cantidad de agua para tener una mezcla con la consistencia esperada.

Tabla 40.

Aporte de Agua a la Mezcla

Tipo de Agregado	Peso Corregido por Humedad	Absorción de los Agregados	Humedad de los Agregados	Factor de Aporte de Agua de los Agregados	Aporte de Agua de los Agregados
AG	1,194.112 Kg	1.760%	0.503%	-1.257%	-15.010 lts
AF	615.439 Kg	2.041%	3.093%	1.052%	6.474 lts
Aporte de Agua de los Agregados					-8.536 lts

m) Agua Efectiva.

El agua efectiva fue calculada al restar el agua estimada menos el aporte de agua de los agregados, en este caso el agua efectiva nos resulta 201.536 lts por m³ de mezcla de concreto.

$$\text{Agua Efectiva} = \text{Agua Estimada} - \text{Aporte de Agua}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 193.000 \text{ lts} - (-8.536 \text{ lts})$$

$$\text{Agua Efectiva} = 201.536 \text{ lts}$$

n) Cantidad de Materiales en Peso por m³ de Concreto.

En la Tabla 41 se muestra la cantidad de materiales requeridos en peso para la preparación de 1m³ de concreto en estado seco y en estado natural de los agregados.

Tabla 41.

Cantidad de Materiales en Peso para 1m³ de Concreto

Material	Peso de materiales por m ³ de Concreto	
	Seco	Estado Natural
Cemento	345.878 Kg	345.878 Kg
Agregado Fino	596.934 Kg	615.439 Kg
Agregado Grueso	1,188.171 Kg	1,194.112 Kg
Agua	193.000 Kg	201.536 Kg
PESO TOTAL	2,323.983 Kg	2,356.965 Kg

o) Proporción de Materiales por Unidad de Peso de Cemento.

Tabla 42.

Proporción de Materiales por Unidad de Peso de Cemento

Material	Proporción Por Unidad de Peso de Cemento	
	Seco	Húmedo
Cemento	1	1
Agregado Fino	1.73	1.78
Agregado Grueso	3.44	3.45
Agua	0.56	0.58

p) *Peso de Materiales por Tanda de un Saco de Cemento.*

Tabla 43.

Materiales por Tanda de un Saco de Cemento en Peso

Material	Proporción Por Tanda de un Saco de Cemento	
	Seco	Húmedo
Cemento	1.00 bls	1.00 bls
Agregado Fino	73.53 Kg	75.65 Kg
Agregado Grueso	146.20 Kg	146.63 Kg
Agua	23.72 Kg	24.76 Kg

q) *Proporción de Materiales por Unidad de Volumen de Cemento.*

Tabla 44.

Materiales por Unidad de Volumen de Cemento

Material	Proporción por Pie Cúbico de Cemento
Cemento	1
Agregado Fino	1.80
Agregado Grueso	3.60
Agua	24.76 lts

r) *Cálculo de la Cantidad de Materiales para Cada Porcentaje de Adición de Poliestireno.*

La adición de las diferentes proporciones de poliestireno al concreto se ha realizado en volumen, para cada porcentaje de adición corresponde un peso determinado al multiplicar el peso específico del poliestireno con la cantidad de volumen a adicionar al concreto.

Tabla 45.

Materiales por Unidad de Volumen de Cemento

Material	Peso de Materiales en Estado Natural para 1 m ³ de Concreto con Diferentes Porcentajes de Adición de Poliestireno Expandido			
	0%	5%	10%	15%
Cemento (Kg)	345.878	345.878	345.878	345.878
Agregado Fino (Kg)	615.439	584.667	553.895	523.123
Agregado Grueso (Kg)	1,194.112	1,134.406	1,074.701	1,014.995
Agua (lts)	201.536	201.536	201.536	201.536
Poliestireno (Kg)	0.000	0.500	1.000	1.500

4.1.3.3. Mejor dosificación del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm², adicionando el polímero poliestireno.

En el Numeral 4.1.5.4. se muestra la tabla resumen de la resistencia promedio del concreto a los 28 días con diferentes dosis de poliestireno, así mismo se muestra la curva respectiva de variación de resistencia a compresión. De los cuales se observa que la mejor dosificación de poliestireno es de 5% con una resistencia promedio de 210.828 Kg/cm².

4.1.3.4. Resistencia del concreto a los 7 días con Diferentes dosis de Adición de Poliestireno

a) Concreto Convencional a los 7 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto Convencional a los 7 días se muestran en la Tabla 46, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 174.644$ Kg/cm², con una desviación estándar de 4.816 Kg/cm² que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 169.828 Kg/cm² el cual es un 80.870% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210$ Kg/cm²)

Tabla 46.

Resistencia a Compresión del Concreto Convencional a los 7 días

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión $f'c$ (Kg/cm ²)	$f'c$ Diseño (Kg/cm ²)	% $f'c$
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 1	151.880	303.760	30,826.000	18,117.199	170.148	210	81.023%
M - 2	150.200	300.400	31,845.000	17,718.614	179.726	210	85.584%
M - 3	151.720	303.440	31,468.000	18,079.048	174.058	210	82.885%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)					174.644		
Desviación Estándar (Kg/cm ²)					4.816		
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)					169.828		
% de Resistencia del Concreto					80.870%		

b) Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 7 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 5% de adición de poliestireno a los 7 días se muestran en la Tabla 47, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 182.454$ Kg/cm², con una desviación estándar de 10.814 Kg/cm² que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de

171.640 Kg/cm² el cual es un 81.733% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210$ Kg/cm²).

Tabla 47.

Resistencia a Compresión del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 7 días.

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia		
	Diámetro (mm)	Altura (mm)			Compresión $f'c$ (Kg/cm ²)	$f'c$ Diseño (Kg/cm ²)	% $f'c$
M - 4	151.180	302.360	34,832.000	17,950.583	194.044	210	92.402%
M - 5	150.910	301.820	32,318.000	17,886.523	180.684	210	86.040%
M - 6	151.750	303.500	31,223.000	18,086.198	172.634	210	82.207%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						182.454	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						10.814	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						171.640	
% de Resistencia del Concreto						81.733%	

c) Concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 7 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 10% de adición de poliestireno a los 7 días se muestran en la Tabla 48, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 153.807$ Kg/cm², con una desviación estándar de 6.122 Kg/cm² que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 147.685 Kg/cm² el cual es un 70.326% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210$ Kg/cm²)

Tabla 48.

Resistencia a Compresión del Concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 7 días

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión $f'c$ (Kg/cm ²)	$f'c$ Diseño (Kg/cm ²)	% $f'c$
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 7	150.300	300.600	26,791.000	17,742.215	151.001	210	71.905%
M - 8	149.530	299.060	28,243.000	17,560.891	160.829	210	76.585%
M - 9	151.590	303.180	26,998.000	18,048.079	149.589	210	71.233%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						153.807	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						6.122	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						147.685	
% de Resistencia del Concreto						70.326%	

d) Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 7 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 15% de adición de poliestireno a los 7 días se muestran en la Tabla 49, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 117.705 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 3.827 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 113.878 Kg/cm^2 el cual es un 54.228% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$)

Tabla 49.

Resistencia a Compresión del Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 7 días

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia		
	Diámetro (mm)	Altura (mm)			a Compresión f'c (Kg/cm ²)	f'c Diseño (Kg/cm ²)	% f'c
M - 10	151.700	303.400	21,420.000	18,074.282	118.511	210	56.434%
M - 11	152.300	304.600	22,055.000	18,217.538	121.065	210	57.650%
M - 12	151.180	302.360	20,381.000	17,950.583	113.539	210	54.066%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)					117.705		
Desviación Estándar (Kg/cm ²)					3.827		
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)					113.878		
% de Resistencia del Concreto					54.228%		

4.1.3.5. Resistencia del concreto a los 14 días con Diferentes dosis de Adición de Poliestireno

a) Concreto Convencional a los 14 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto convencional a los 14 días se muestran en la Tabla 50, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 198.287 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 7.031 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 191.256 Kg/cm^2 el cual es un 91.074% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$).

Tabla 50.*Resistencia a Compresión del Concreto Convencional a los 14 días*

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión f'c (Kg/cm ²)	f'c Diseño (Kg/cm ²)	% f'c
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 13	150.790	301.580	34,293.000	17,858.088	192.031	210	91.443%
M - 14	152.400	304.800	35,924.000	18,241.469	196.936	210	93.779%
M - 15	150.710	301.420	36,730.000	17,839.144	205.896	210	98.045%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						198.287	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						7.031	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						191.256	
% de Resistencia del Concreto						91.074%	

b) Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 14 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 5% de adición de poliestireno a los 14 días se muestran en la Tabla 51, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 191.017 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 5.488 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 185.529 Kg/cm^2 el cual es un 88.347% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$).

Tabla 51.*Resistencia a Compresión del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 14 días*

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión f'c (Kg/cm ²)	f'c Diseño (Kg/cm ²)	% f'c
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 16	151.340	302.680	33,609.000	17,988.599	186.835	210	88.969%
M - 17	152.000	304.000	34,293.000	18,145.839	188.985	210	89.993%
M - 18	151.000	302.000	35,320.000	17,907.864	197.232	210	93.920%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						191.017	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						5.488	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						185.529	
% de Resistencia del Concreto						88.347%	

c) Concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 14 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 10% de adición de poliestireno a los 14 días se muestran en la Tabla 52, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 163.554 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 1.906 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 161.648 Kg/cm^2 el cual es un 76.975% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$)

Tabla 52.

Resistencia a Compresión concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 14 días.

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia		
	Diámetro (mm)	Altura (mm)			a Compresión $f'c$ (Kg/cm ²)	$f'c$ Diseño (Kg/cm ²)	% $f'c$
M - 19	150.170	300.340	29,123.000	17,711.537	164.430	210	78.300%
M - 20	151.580	303.160	29,120.000	18,045.698	161.368	210	76.842%
M - 21	151.200	302.400	29,602.000	17,955.333	164.865	210	78.507%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)					163.554		
Desviación Estándar (Kg/cm ²)					1.906		
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)					161.648		
% de Resistencia del Concreto					76.975%		

d) Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 14 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 15% de adición de poliestireno a los 14 días se muestran en la Tabla 53, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 145.847 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 6.785 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 139.062 Kg/cm^2 el cual es un 66.220% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$).

Tabla 53.*Resistencia a Compresión Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 14 días*

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión f'c (Kg/cm ²)	f'c Diseño (Kg/cm ²)	% f'c
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 22	150.130	300.260	25,727.000	17,702.102	145.333	210	69.206%
M - 23	150.840	301.680	24,899.000	17,869.933	139.334	210	66.350%
M - 24	151.230	302.460	27,460.000	17,962.459	152.874	210	72.797%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						145.847	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						6.785	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						139.062	
% de Resistencia del Concreto						66.220%	

4.1.3.6. Resistencia del concreto a los 28 días con Diferentes dosis de Adición de Poliestireno

a) Concreto Convencional a los 28 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto convencional a los 28 días se muestran en la Tabla 54, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 230.264 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 11.929 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 218.335 Kg/cm^2 el cual es un 103.969% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$)

Tabla 54.*Resistencia a Compresión Concreto Convencional a los 28 días*

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión f'c (Kg/cm ²)	f'c Diseño (Kg/cm ²)	% f'c
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 25	152.140	304.280	44,354.000	18,179.281	243.981	210	116.181%
M - 26	151.200	302.400	40,308.000	17,955.333	224.490	210	106.900%
M - 27	151.110	302.220	39,871.000	17,933.964	222.321	210	105.867%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						230.264	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						11.929	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						218.335	
% de Resistencia del Concreto						103.969%	

b) Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 28 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 5% de adición de poliestireno a los 28 días se muestran en la Tabla 55, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 215.087 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 4.259 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 210.828 Kg/cm^2 el cual es un 100.394% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$)

Tabla 55.

Resistencia a Compresión del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno a los 28 días

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión $f'c$ (Kg/cm ²)	$f'c$ Diseño (Kg/cm ²)	% $f'c$
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 28	151.200	302.400	39,481.000	17,955.333	219.885	210	104.707%
M - 29	150.200	300.400	37,851.000	17,718.614	213.623	210	101.725%
M - 30	151.470	302.940	38,157.000	18,019.516	211.754	210	100.835%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						215.087	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						4.259	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						210.828	
% de Resistencia del Concreto						100.394%	

c) Concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 28 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 10% de adición de poliestireno a los 28 días se muestran en la Tabla 56, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 186.202 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 3.929 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 182.273 Kg/cm^2 el cual es un 86.797% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$)

Tabla 56.*Resistencia a Compresión Concreto con 10% de Adición de Poliestireno a los 28 días*

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión f'c (Kg/cm ²)	f'c Diseño (Kg/cm ²)	% f'c
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 31	151.880	303.760	33,309.000	18,117.199	183.853	210	87.549%
M - 32	151.600	303.200	34,429.000	18,050.460	190.738	210	90.827%
M - 33	152.200	304.400	33,479.000	18,193.623	184.015	210	87.626%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						186.202	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						3.929	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						182.273	
% de Resistencia del Concreto						86.797%	

d) Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 28 días

Los resultados obtenidos de la rotura de probetas para el concreto con 15% de adición de poliestireno a los 28 días se muestran en la Tabla 57, en la cual nos da una resistencia promedio de $f'c = 170.469 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 2.399 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto nos da un $f'c$ ajustado de 168.070 Kg/cm^2 el cual es un 80.033% de la resistencia esperada del concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$).

Tabla 57.*Resistencia a Compresión Concreto con 15% de Adición de Poliestireno a los 28 días.*

N° de Especimen	Dimensiones		Carga (Kg)	Área (mm ²)	Resistencia a Compresión f'c (Kg/cm ²)	f'c Diseño (Kg/cm ²)	% f'c
	Diámetro (mm)	Altura (mm)					
M - 34	151.780	303.560	31,063.000	18,093.350	171.682	210	81.753%
M - 35	151.200	302.400	30,112.000	17,955.333	167.705	210	79.860%
M - 36	150.300	300.600	30,520.000	17,742.215	172.019	210	81.914%
Promedio de Resistencia (Kg/cm ²)						170.469	
Desviación Estándar (Kg/cm ²)						2.399	
Resistencia del Concreto (Kg/cm²)						168.070	
% de Resistencia del Concreto						80.033%	

4.1.3.7. Resumen de Resistencia Promedio del Concreto a los 28 días.

El resumen de la resistencia promedio del concreto con diferentes dosis de poliestireno se muestra en la Tabla 58, en la que se puede apreciar que el contenido óptimo de poliestireno es de 5%, así mismo en la Figura 43, se muestra la variación de la resistencia a medida que se adiciona el porcentaje de poliestireno, se indica que a medida que se incrementa la cantidad de poliestireno, la resistencia del concreto disminuye, esto debido a que el poliestireno es en promedio 98% de aire, por lo que se puede concluir que el poliestireno se puede utilizar como un agente reductor de peso.

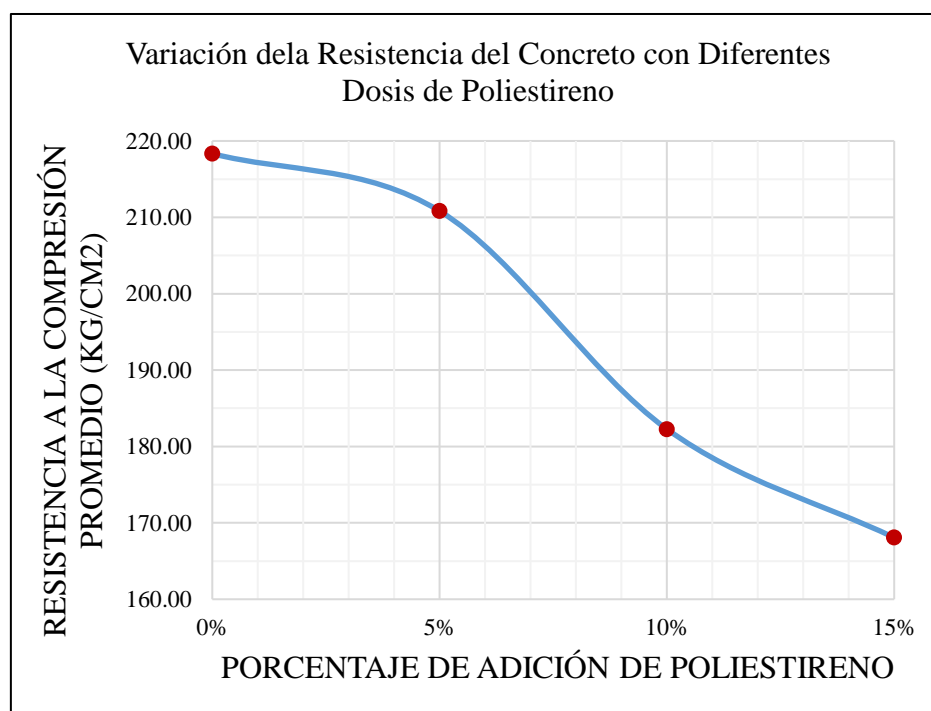
Tabla 58.

Resumen de Resistencia Promedio del Concreto.

Porcentaje de Adición	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
0%	218.335
5%	210.828
10%	182.273
15%	168.070

Figura 43.

Variación de la Resistencia del Concreto con Diferentes dosis de Poliestireno.



4.1.3.8. *Peso Específico del Concreto Con Diferentes Dosis de Poliestireno.*

Según lo visto en el cálculo de la Dosificación Óptima del Concreto con Adición de Poliestireno, El peso específico del concreto a utilizar en este modelamiento estructural será el de 5% puesto que la resistencia del concreto con este porcentaje es el ideal, con un peso de 2,012.534 Kg/m³, así como se muestra en la Tabla 60.

a) *Peso Específico del Concreto Convencional.*

El cálculo del Peso Específico del concreto convencional se muestra en la Tabla 59, donde se indica que el peso promedio es de 2,357.052 Kg/m³ en estado seco.

Tabla 59.

Peso Específico del Concreto Convencional

N° de Espécimen	Edad (días)	Dimensiones		Peso (Kg)	Volumen de Espécimen (m ³)	Peso Específico del Concreto (Kg/m ³)
		Diámetro (mm)	Altura (mm)			
M - 1	7	151.880	303.760	12.576	0.0055	2,286.545
M - 2	7	150.200	300.400	12.862	0.0053	2,426.792
M - 3	7	151.720	303.440	12.918	0.0055	2,348.727
M - 13	14	150.790	301.580	12.864	0.0054	2,382.222
M - 14	14	152.400	304.800	12.887	0.0056	2,301.250
M - 15	14	150.710	301.420	12.892	0.0054	2,387.407
M - 25	28	152.140	304.280	12.825	0.0055	2,331.818
M - 26	28	151.200	302.400	12.832	0.0054	2,376.296
M - 27	28	151.110	302.220	12.811	0.0054	2,372.407
Promedio de Peso Específico (Kg/m³)						2,357.052

b) *Peso Específico del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno.*

El cálculo del Peso Específico del concreto con 5% de adición de Poliestireno, se muestra en la Tabla 60, donde se indica que el peso promedio es de 2,012.534 Kg/m³ en estado seco.

Tabla 60.*Peso Específico del Concreto con 5% de Adición de Poliestireno*

N° de Espécimen	Edad (días)	Dimensiones		Peso (Kg)	Volumen de Espécimen (m3)	Peso Específico del Concreto (Kg/m3)
		Diámetro (mm)	Altura (mm)			
M - 4	7	151.180	302.360	10.989	0.0054	2,035.000
M - 5	7	150.910	301.820	10.809	0.0054	2,001.667
M - 6	7	151.750	303.500	10.955	0.0055	1,991.818
M - 16	14	151.340	302.680	10.912	0.0054	2,020.741
M - 17	14	152.000	304.000	10.939	0.0055	1,988.909
M - 18	14	151.000	302.000	10.968	0.0054	2,031.111
M - 28	28	151.200	302.400	10.803	0.0054	2,000.556
M - 29	28	150.200	300.400	10.852	0.0053	2,047.547
M - 30	28	151.470	302.940	10.975	0.0055	1,995.455
Promedio de Peso Específico (Kg/m3)						2,012.534

c) *Peso Específico del Concreto con 10% de Adición de Poliestireno.*

El cálculo del Peso Específico del concreto con 10% de adición de Poliestireno, se muestra en la Tabla 61, donde se indica que el peso promedio es de 1,944.437 Kg/m3 en estado seco.

Tabla 61.*Peso Específico del Concreto con 10% de Adición de Poliestireno*

N° de Espécimen	Edad (días)	Dimensiones		Peso (Kg)	Volumen de Espécimen (m3)	Peso Específico del Concreto (Kg/m3)
		Diámetro (mm)	Altura (mm)			
M - 7	7	150.300	300.600	10.219	0.0053	1,928.020
M - 8	7	149.530	299.060	10.257	0.0053	1,935.191
M - 9	7	151.590	303.180	10.346	0.0055	1,881.052
M - 19	14	150.170	300.340	10.452	0.0053	1,972.047
M - 20	14	151.580	303.160	10.574	0.0055	1,922.514
M - 21	14	151.200	302.400	10.615	0.0054	1,965.809
M - 31	28	151.880	303.760	10.919	0.0055	1,985.349
M - 32	28	151.600	303.200	10.690	0.0055	1,943.727
M - 33	28	152.200	304.400	10.814	0.0055	1,966.225
Promedio de Peso Específico (Kg/m3)						1,944.437

d) *Peso Específico del Concreto con 15% de Adición de Poliestireno.*

El cálculo del Peso Específico del concreto con 15% de adición de Poliestireno, se muestra en la Tabla 62, donde se indica que el peso promedio es de 1,850.102 Kg/m³ en estado seco.

Tabla 62.

Peso Específico del Concreto con 15% de Adición de Poliestireno

N° de Espécimen	Edad (días)	Dimensiones		Peso (Kg)	Volumen de Espécimen (m ³)	Peso Específico del Concreto (Kg/m ³)
		Diámetro (mm)	Altura (mm)			
M - 10	7	151.700	303.400	9.901	0.0055	1,800.217
M - 11	7	152.300	304.600	9.954	0.0055	1,809.859
M - 12	7	151.180	302.360	9.924	0.0054	1,837.810
M - 22	14	150.130	300.260	9.922	0.0053	1,871.986
M - 23	14	150.840	301.680	9.934	0.0054	1,839.611
M - 24	14	151.230	302.460	9.857	0.0054	1,825.370
M - 34	28	151.780	303.560	10.187	0.0055	1,852.125
M - 35	28	151.200	302.400	10.235	0.0054	1,895.426
M - 36	28	150.300	300.600	10.168	0.0053	1,918.514
Promedio de Peso Específico (Kg/m³)						1,850.102

e) *Variación del Peso Específico con Diferentes Dosis de Adición de Poliestireno*

La Figura 44 muestra la variación del peso específico del concreto, se puede apreciar que mientras el porcentaje de adición de poliestireno aumenta, el peso específico del concreto disminuye, esto a causa de los componentes del poliestireno, además en la Figura 45 se muestra el peso específico del concreto con la resistencia promedio del mismo, con diferentes porcentajes de adición de poliestireno.

Figura 44.

Variación del Peso Específico del Concreto con Diferentes dosis de Poliestireno

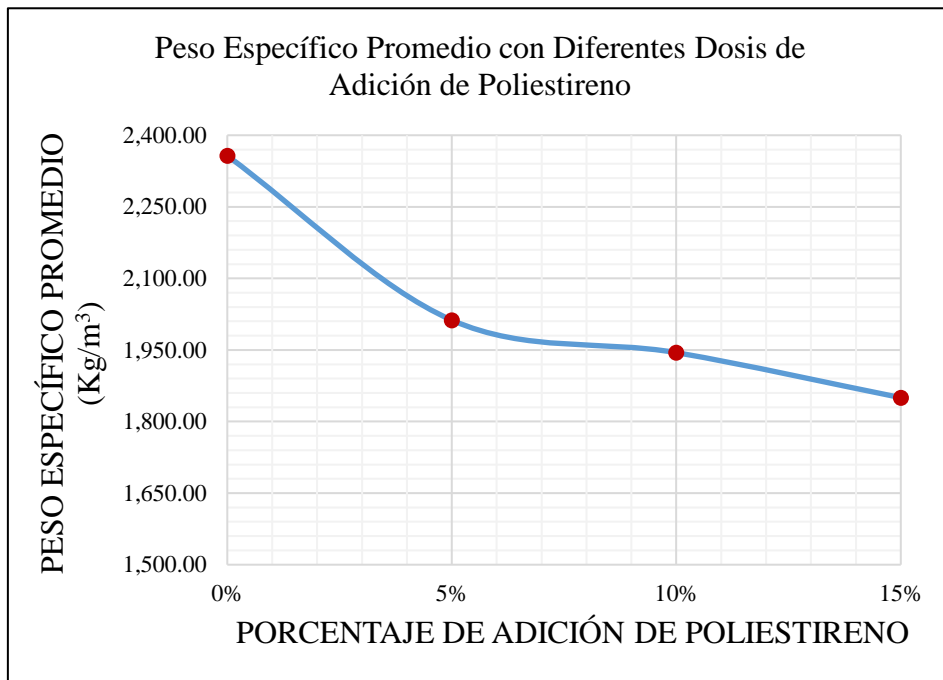
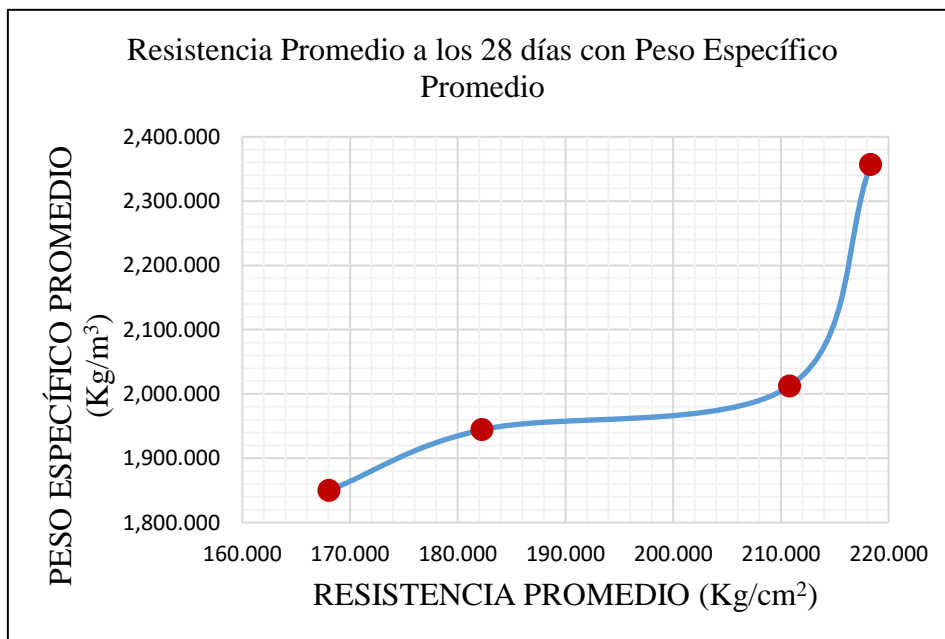


Figura 45.

Variación del Peso Específico y Resistencia a la Compresión del Concreto con Diferentes dosis de Poliestireno



4.1.4. Modelamiento de la estructura de la edificación de 5 pisos con la mejor dosificación del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm².

4.1.4.1. Modelamiento estructural de la estructura existente (concreto liviano).

El modelamiento, análisis y diseño estructural de una edificación de concreto armado con base fija es un proceso complejo que involucra varias etapas. A continuación, se describe un resumen de los pasos y resultados principales que se ha tenido en cuenta, basados en la norma E.030 Diseño Sismorresistente y la E.060 Concreto Armado.

Según lo visto en el cálculo de la Dosificación Óptima del Concreto con Adición de Poliestireno, El peso específico del concreto a utilizar en este modelamiento estructural será el de 5% puesto que la resistencia del concreto con este porcentaje es el ideal y cumple con la resistencia de diseño, con un peso de 2,012.534 Kg/m³.

4.1.4.2. Especificaciones de los Materiales.

Las características de los materiales para el modelamiento de la estructura con concreto tradicional se han determinado según lo indicado en la Tabla 63, teniendo en cuenta las Normas Técnicas Peruanas vigentes.

Tabla 63.

Especificaciones de los materiales.

Propiedades De Los Materiales	Concreto	Acero	Albañilería
Resistencia	210 kg/cm ²	4,200 kg/cm ²	130kg/cm ²
Peso específico	2,012.534 kg/m ³	7,850 kg/m ³	1,350 kg/m ³
Módulo de elasticidad	15000*(210) 0.5 kg/cm ²	2*10 6 kg/cm ²	500*130 kg/cm ²
<i>Módulo de Poisson</i>	0.2		
<i>Fluencia (fu)</i>		6,300 kg/cm ² del acero grado 60	
<i>Clase</i>			Ladrillo tipo IV
<i>Dimensiones</i>			Ladrillo King Kong 9x13x24

4.1.4.3. Modelo Estructural de la Edificación Existente (con concreto liviano).

Para el modelamiento de la edificación existente se ha tenido en cuenta las especificaciones de los materiales antes indicados y las dimensiones tomadas directamente de la estructura, para lo cual se han realizado las mediciones respectivas por los tesisistas, tal como se presenta en la Figura 46 y 47.

Figura 46.

Modelo estructural en Planta.

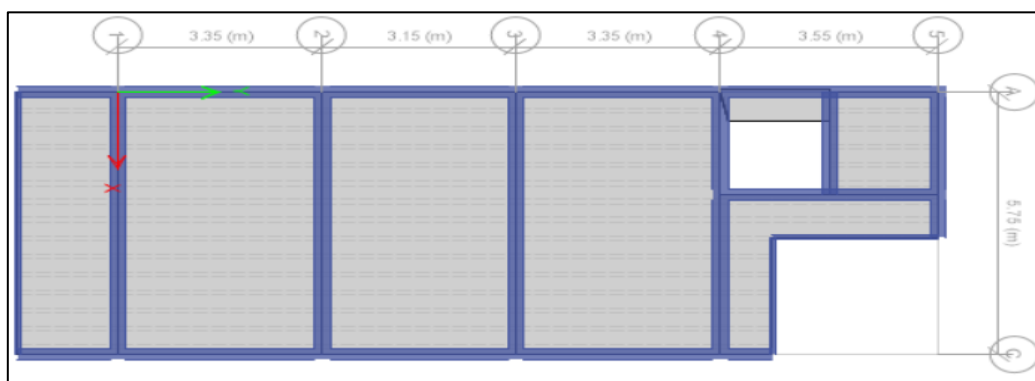
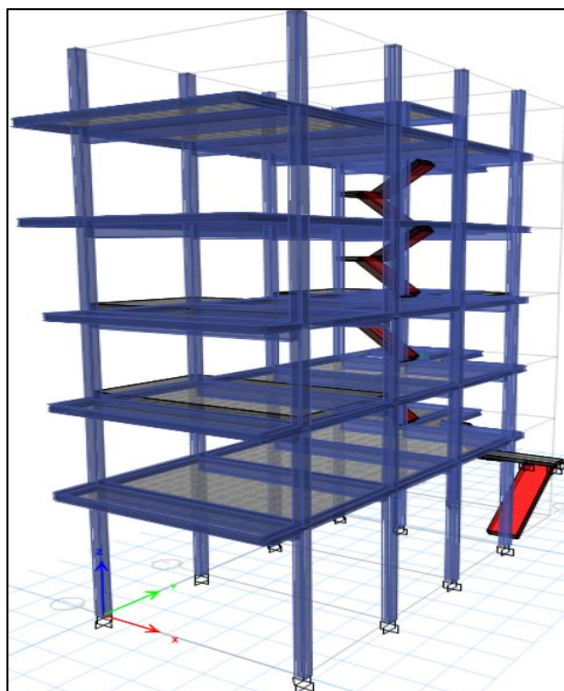


Figura 47.

Vista conjunta frontal del modelo estructural 3D.



4.1.4.4. Espectro de Diseño.

Para determinar el espectro de sismo de diseño (DBE) con una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años, siguiendo la norma E.030, se deben definir varios parámetros sísmicos que caracterizan la demanda sísmica del sitio específico. A continuación, se presenta un resumen de los pasos y parámetros típicamente involucrados:

a) Zonificación (Z).

La ciudad de Chota con respecto a la Zonificación sísmica se encuentra en una zona medianamente sísmica (zona 2) con un valor de $Z = 0.25$, según lo descrito en el Anexo II de la norma E.030, estos valores han sido determinados teniendo en cuenta la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

b) Perfil de Suelo.

Para la determinación del tipo de suelo en el cual se encuentra asentada la edificación, se ha hecho la clasificación respectiva del mismo, en la cual nos dio como resultado un suelo tipo MH que es un suelo limoso inorgánico, para el cual se ha determinado un perfil de suelo S2, según lo establecido en la norma E.030 así como se detalla a continuación:

- Granulometría del Suelo.

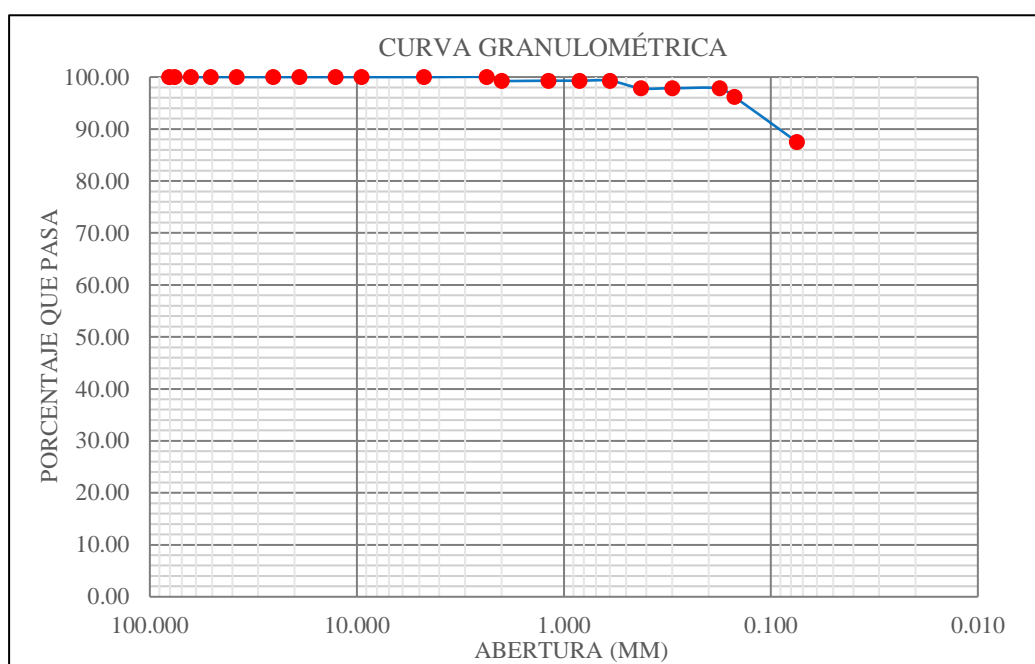
La Tabla 64 y la Figura 48, muestran la granulometría respectiva del suelo.

Tabla 64.*Granulometría del Suelo.*

TAMIZ ASTM- D-422	AASHTO T-27 (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
3 1/2"	80.890				100.00
3"	76.200				100.00
2 1/2"	63.500				100.00
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400				100.00
3/4"	19.000				100.00
1/2"	12.700				100.00
3/8"	9.500				100.00
N° 4	4.750				100.00
N° 8	2.360				100.00
N° 10	2.000	4.30	0.70	0.70	99.30
N° 16	1.190			0.70	99.30
N° 20	0.840			0.70	99.30
N° 30	0.600			0.70	99.30
N° 40	0.425	8.80	1.44	2.15	97.85
N° 50	0.300			2.15	97.85
N° 80	0.177			2.15	97.85
N° 100	0.150	10.20	1.67	3.82	96.18
N° 200	0.075	52.70	8.64	12.46	87.54
< N° 200	FONDO	534.00	87.54	100.00	0.00
Total de Muestra (gr)		610.00	100.00		

Figura 48.

Curva Granulométrica del Suelo.



- Contenido de Humedad del Suelo.

El suelo sobre el cual está cimentada la edificación tiene una humedad natural de 30.192 % el cual nos indica que es un suelo medianamente húmedo, así como se muestra en la Tabla 65.

Tabla 65.

Contenido de Humedad del Suelo.

Muestra	M-1
Masa de Suelo Natural + Recipiente (gr)	2,100.000
Masa de Suelo Seco + Recipiente (gr)	1,613.000
Masa de Recipiente (gr)	0.000
Masa del Agua (gr)	487.000
Masa del Suelo Seco (gr)	1,613.000
Contenido de Humedad (%)	30.192%

- Límite Líquido del Suelo (LL).

Para la determinación del Límite líquido del suelo se ha utilizado la Copa de Casagrande con un promedio de contenido de humedad y número de golpes de 55.126 % y 26.333, así como se muestra en la Tabla 66 y la Figura 49.

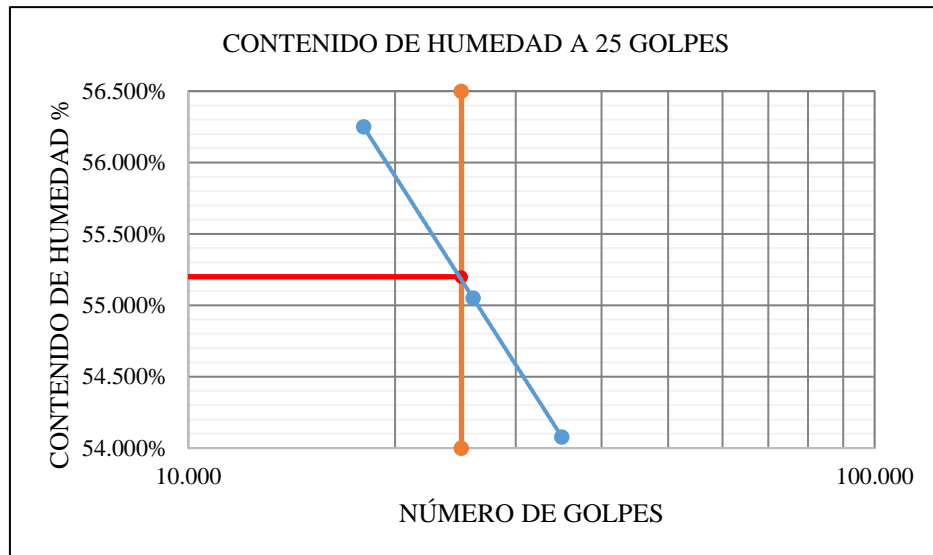
Tabla 66.

Límite Líquido del Suelo.

N° de Recipiente	R-1	R-2	R-3
Masa de Recipiente + suelo Húmedo (gr)	55.100	54.150	53.400
Masa de Recipiente + suelo Seco (gr)	40.790	40.470	40.010
Masa de Agua (gr)	14.310	13.680	13.390
Masa de Tarro (gr)	15.350	15.620	15.250
Masa de Suelo Seco (gr)	25.440	24.850	24.760
Contenido de Humedad (%)	56.250%	55.050%	54.079%
Número de Golpes	18.000	26.000	35.000
Promedio Contenido de Humedad (%)	55.126%		
Promedio N° de Golpes	26.333		

Figura 49.

Contenido de Humedad a 25 Golpes.



- Límite Plástico del Suelo (LP).

El límite plástico del suelo de la edificación se ha determinado mediante la formación de hilos con un contenido de humedad promedio de 29.605 % así como se muestra en la Tabla 67.

Tabla 67.

Límite Plástico del Suelo.

N° de Recipiente	R-4	R-5
Masa de Recipiente + suelo Húmedo (gr)	18.040	17.840
Masa de Recipiente + suelo Seco (gr)	15.860	15.680
Masa de Agua (gr)	2.180	2.160
Masa de Tarro (gr)	8.520	8.360
Masa de Suelo Seco (gr)	7.340	7.320
Contenido de Humedad (%)	29.700%	29.510%
Contenido de Humedad Promedio (%)	29.605%	

- Clasificación SUCS del Suelo.

Para la clasificación del suelo se ha tenido en cuenta el índice de plasticidad calculada según los resultados de los límites de consistencia (LL y LP) descritos en la Tabla 68, los cuales nos arrojan un tipo de suelo MH, así como se muestra en la Figura 50.

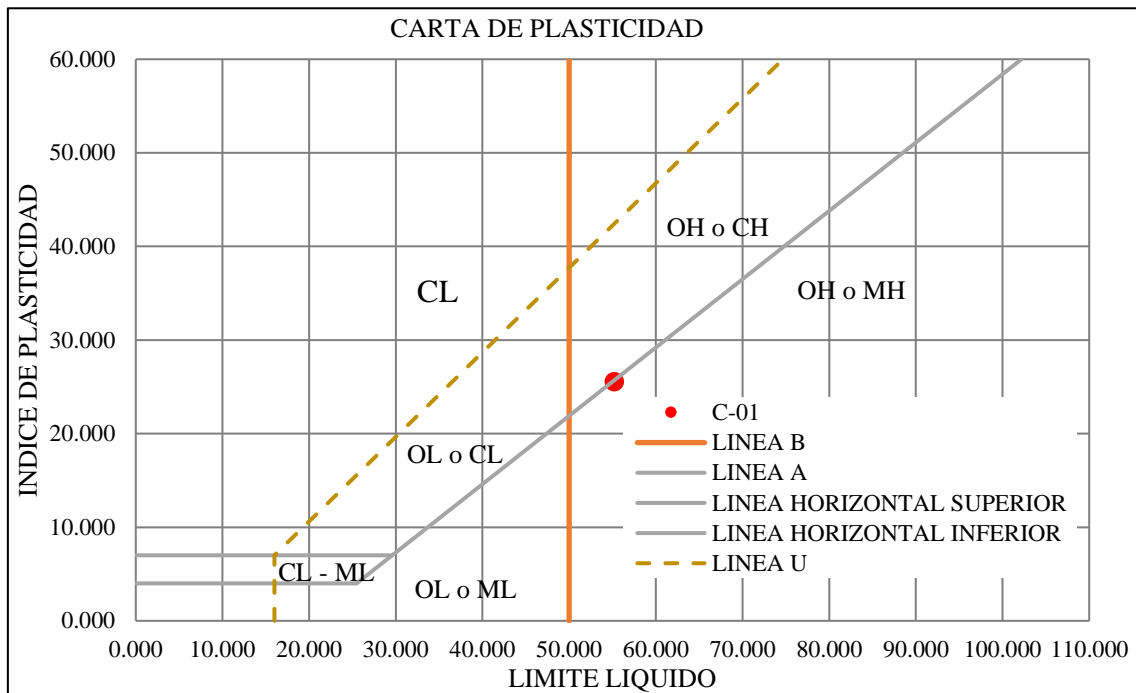
Tabla 68.

Resumen de límites de Consistencia del Suelo.

Límite Líquido	55.200
Límite Plástico	29.605
Índice de Plasticidad	25.595

Figura 50.

Carta de Plasticidad para Clasificación del Suelo.



c) Parámetros de Sitio (*S*, *TP* y *TL*)

Los parámetros de sitio (*S*, *TP* y *TL*) de acuerdo con el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se considera de acuerdo con el perfil que mejor describa las condiciones locales, para el presente estudio se ha determinado un perfil de suelo $S_{2,de}$ de lo que se tiene los siguientes parámetros de sitio determinados:

$$S = 1.20; TP = 0.6 \text{ y } TL = 2.0$$

d) Factor de Amplificación Sísmica (*C*)

El factor de amplificación sísmica de acuerdo con el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se considera de acuerdo con las características de sitio y teniendo en cuenta el periodo de vibración que para el presente estudio ha sido determinado en el programa Etabs obteniendo el periodo en x $TX = 1.222$ seg. y el periodo en y $TY = 1.371$ seg.:

De lo antes descrito se determinó utilizar la siguiente expresión para calcular el factor de amplificación sísmica:

$$T_p < T < T_L \quad ; \quad C = 2.5 * (T_p/T)$$

Donde,

C= Factor de amplificación sísmica; T = Periodo de vibración; $T_p= 0.6$ y $T_L = 2.00$

De lo que se tiene:

Factor de amplificación sísmica en x, $C_x = 2.5 * (0.6/1.222) = 1.227496$

Factor de amplificación sísmica en y, $C_y = 2.5 * (0.6/1.371) = 1.094092$

e) Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

El factor de uso de acuerdo con el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se determina teniendo en cuenta la categoría de la edificación a analizar, para el presente estudio se ha determinado un factor de Uso (U) igual a uno (1), toda vez que es una vivienda que está dentro de las edificaciones comunes.

f) Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas de acuerdo con el RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, se determina teniendo en cuenta los factores de irregularidad (I_a y I_p) y el sistema estructural de la edificación en estudio (R_o), por lo que teniendo en cuenta que la edificación en estudio no presenta irregularidades y presenta un sistema estructural de pórticos de concreto armado, se tiene el coeficiente de reducción de fuerza sísmica tanto en dirección X y dirección Y el valor de 8 que ha sido determinado de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R = R_o * I_a * I_p$$

Factor en irregularidad en altura $I_a=1.00$

Factor en irregularidad en planta $I_p=1.00$

$R_o= 8$ Pórticos de concreto armado.

De lo que se tiene que:

El coeficiente de reducción de fuerza sísmica en dirección x $R_x=8.00$

El coeficiente de reducción de fuerza sísmica en dirección y $R_y=8.00$

4.1.4.5. Análisis Sísmico Estático

a) Fuerza cortante en la base de la edificación.

Esta se ha determinado siguiendo el procedimiento indicado en el RNE de la norma E0.30 Diseño Sismorresistente, que indica mediante la siguiente expresión:

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

Tabla 69.

Análisis sísmico Estático En Dirección XX:

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
TX	1.222	Periodo en dirección XX
Z	0.25	Zona 2
U	1	Vivienda C
S	1.20	Suelo Intermedio S2
TP	0.6	
TL	2	
Cx	1.2275	$C_x=2.5 \cdot (T_p/T_x)$
Ro	8	Ro=8 Pórtico de concreto armado
Ia	1	
Ip	1	
C/R>0.11	0.15344	Cumple
PESO=	336.533	ton
VEX=ZUCxS/Rx	0.046031	Coficiente sísmico
VEX=ZUCS/R*Pe	15.491	Cortante basal en dirección XX
Kx	1.3610	

Tabla 70.*Análisis sísmico Estático En Dirección YY:*

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
TY	1.371	Periodo en dirección YY
Z	0.25	Zona 2
U	1	Vivienda C
S	1.20	Suelo Intermedio S2
TP	0.6	
TL	2	
Cx	1.09409	$Cx=2.5*(Tp/Ty)$
Ro	8	Ro=8 Pórtico de concreto armado
Ia	1	
Ip	1	
C/R>0.11	0.13676	Cumple
PESO	336.533	ton
VEX=ZUCxS/Rx	0.041028	Coefficiente sísmico
VEX=ZUCS/R*Pe	13.8074	Cortante basal en dirección YY
Kx	1.4355	

b) Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$F_i = \alpha_i \times V$$

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

Donde:

V= Cortante Basal

α_i = Factor de F

n = Número de pisos

K = es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow K = 1.00$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow K = 0.75 + 0.5T \leq 2.00$$

Tabla 71.*Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.*

NIVEL	Altura hi (m)	Peso ton	Pi*hi k	Alfai	Fi ton	Mti ton*m
TECHO 06	17.4	7.328	357.57	0.0459	0.7116	0.4768
TECHO 05	15.2	56.029	2274.6	0.2922	4.5267	3.0329
TECHO 04	12.5	69.037	2147.7	0.2759	4.2742	2.8637
TECHO 03	9.8	67.131	1499.6	0.1927	2.9844	1.9996
TECHO 02	7.1	68.927	993.01	0.1276	1.9762	1.3241
TECHO 01	4.4	68.080	511.4	0.0657	1.0177	0.6819
		Suma	Pi*hi k	7783.93	15.491	

Nota: Tx=1.222 Dy=13.4; VEX=15.49098 Eaccy=5%DY=0.67 m; K=1.361

Tabla 72.*Distribución en altura de la cortante basal en dirección YY.*

NIVEL	Altura hi (m)	Peso ton	Pi*hi k	Alfai	Fi ton	Mti ton*m
TECHO 06	17.4	7.328	357.57	0.0459	0.6343	0.1839
TECHO 05	15.2	56.029	2274.6	0.2922	4.0348	1.1701
TECHO 04	12.5	69.037	2147.7	0.2759	3.8097	1.1048
TECHO 03	9.8	67.131	1499.6	0.1927	2.6601	0.7714
TECHO 02	7.1	68.927	993.01	0.1276	1.7614	0.5108
TECHO 01	4.4	68.080	511.4	0.0657	0.9071	0.2631
		Suma	Pi*hi k	7783.93	13.8074	

Nota: Ty=1.371 Dx=5.80; VEY=13.80742 Eaccy=5%Dx=0.29 m; K=1.4355.

4.1.4.6. Análisis Sísmico Dinámico.

a) Desplazamientos Máximos absolutos y relativos - de la estructura existente (con concreto adicionando poliestireno).

La distorsión máxima permitida por RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, Art. 32 Propone márgenes para el desplazamiento lateral de entre piso de $\Delta i/h_{ei} = 0.007$ para edificaciones de concreto armado. Se determinó los resultados más críticos en las dos direcciones y se corroboró que cumplan las distorsiones en cada caso de análisis.

Se muestra los resultados de las distorsiones máximas en cada modelo analizado.

Figura 51.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.

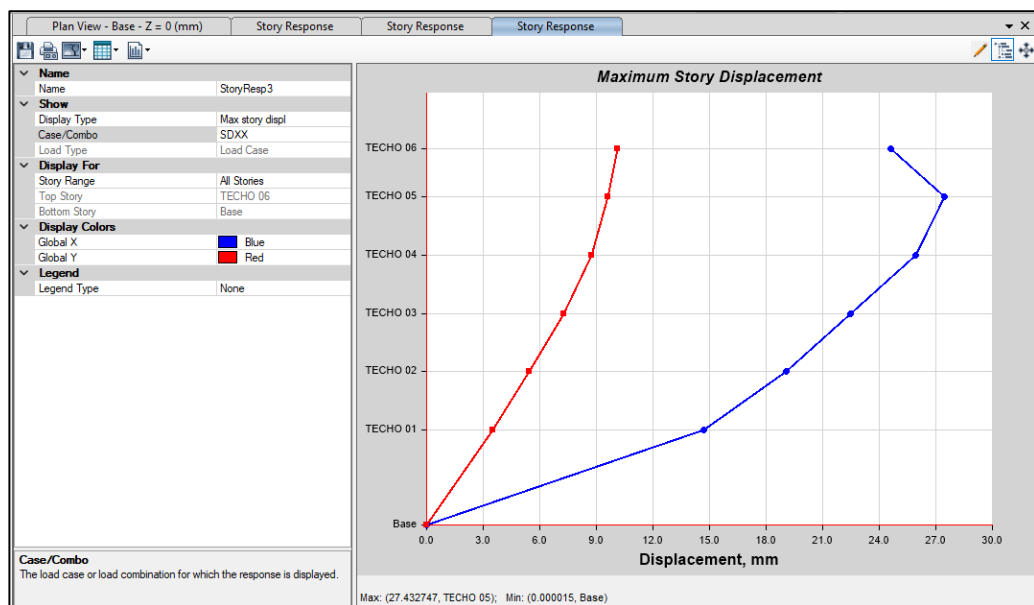
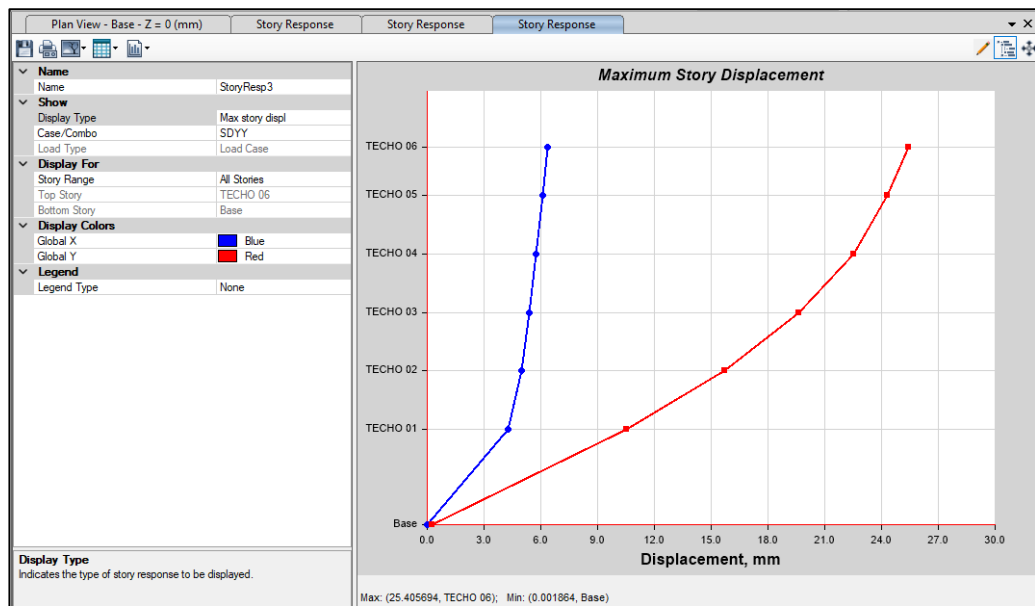


Figura 52.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.



Nota: se presenta el desplazamiento absoluto de la estructura debido a la acción de la carga de sismo la que arroja valores, en la dirección X e Y, de 27.4327 mm y 25.4056 mm, respectivamente.

Figura 53.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.

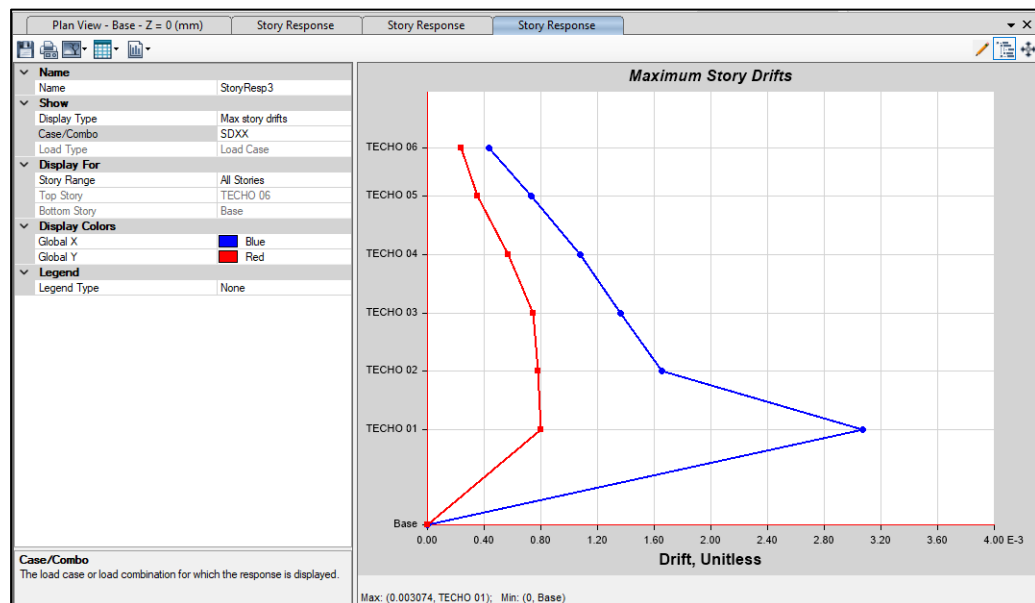
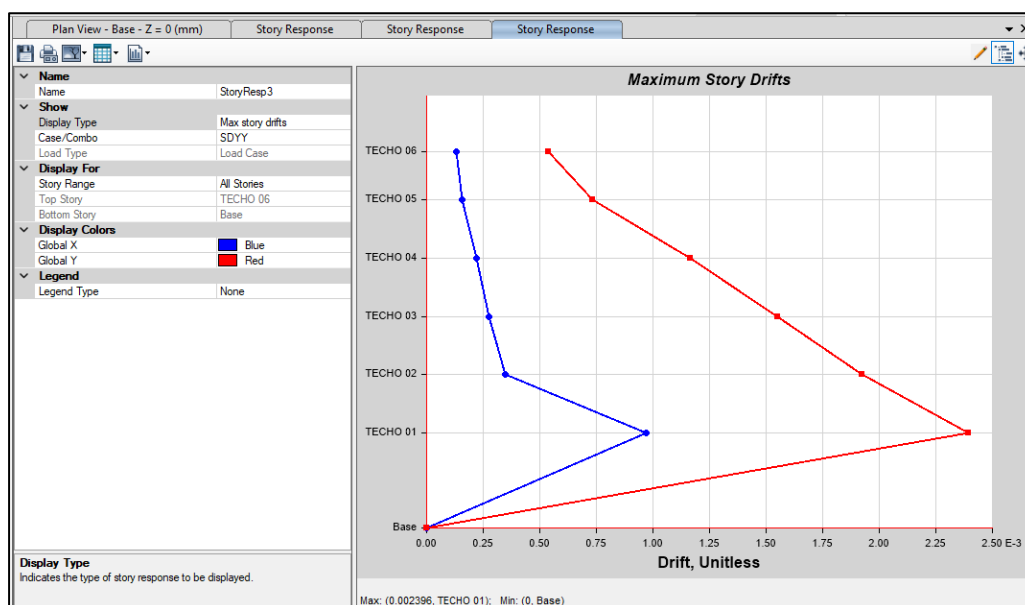


Figura 54.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.



Nota: se presenta el desplazamiento relativo de la estructura por la acción de la carga de sismo, cuyos valores en la dirección X e Y son 0.003074 y 0.002396, respectivamente.

Tabla 73.

Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección X-X.

Piso	Caso de Carga	Dirección de Análisis	Desplazamientos De Entrepiso (mm)	Altura de Entrepiso (mm)	Deriva	Deriva 0.75*R	Deriva <0.007
Techo 06	SDXX	X	0.9504	2,200	0.000432	0.002592	SI
Techo 05	SDXX	X	1.9683	2,700	0.000729	0.004374	SI
Techo 04	SDXX	X	2.9025	2,700	0.001075	0.006450	SI
Techo 03	SDXX	X	3.6747	2,700	0.001361	0.008166	NO
Techo 02	SDXX	X	4.4685	2,700	0.001655	0.009930	NO
Techo 01	SDXX	X	13.5256	4,400	0.003074	0.018444	NO

Tabla 74.*Desplazamientos y derivas de la edificación en dirección Y-Y.*

Piso	Caso de Carga	Dirección de Análisis	Desplazamientos De Entrepiso (mm)	Altura de Entrepiso (mm)	Deriva	Deriva 0.75*R	Deriva <0.007
TECHO 06	SDYY	Y	1.1836	2,200	0.000538	0.003228	SI
TECHO 05	SDYY	Y	1.9845	2,700	0.000735	0.004410	SI
TECHO 04	SDYY	Y	3.1455	2,700	0.001165	0.006990	SI
TECHO 03	SDYY	Y	4.1931	2,700	0.001553	0.009318	NO
TECHO 02	SDYY	Y	5.1921	2,700	0.001923	0.011538	NO
TECHO 01	SDYY	Y	10.5424	4,400	0.002396	0.014376	NO

Tabla 75.*Cortante dinámica en X y Y.*

Dirección	Cortante	F
En X	Dinámica	12.3421
En Y	Dinámica	12.6801

Nota: dato obtenido del programa Etabs.

Tabla 76.*Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.*

Dirección	Cortante	F	<i>V_{din} ≥ 80% V_{est}</i>		Factor De Amplificación
En X	Estática	15.491			1.00411
En X	Dinámica	12.342	79.67%	No cumple	
En Y	Estática	13.807			1.00411
En Y	Dinámica	12.680	91.84%	Si cumple	

Según la norma E.030 (MVCS, 2020) indica que para edificaciones regulares (que es nuestro caso) la cortante dinámica debe ser superior o igual al 80% de la cortante estática, y 90% para edificaciones irregulares. En este caso para la presente investigación el resultado de la cortante dinámica en la dirección X es de 12.342, lo que representa el 79.67% de la cortante estática (15.491), en tal sentido, es necesario incrementar la cortante en dirección X, en cambio en la dirección Y

la cortante dinámica es de 12.680, lo que representa el 91.84% de la cortante estática (13.807) en tal sentido, no necesario incrementar la cortante en dirección Y. Finalmente se indica que es necesario amplificar la cortante dinámica en la dirección X, para lo que se utilizó el factor F_{ax} igual a 1.00411, recalcando que este factor no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

4.1.5. Comparación de las respuestas sísmicas de los modelamientos estructurales de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano desde el punto de vista técnico.

En las Figuras 55 y 56, se observa la variación de la cortante basal, mientras que en la Tabla 77 y 78 se muestra la comparación de las derivas del modelamiento de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano, siguiendo los criterios especificados en la Norma E.030, a partir de lo que, se determina la variación de la respuesta sísmica del modelamiento estructural con concreto liviano (concreto adicionando 5% de poliestireno al volumen del concreto) respecto al modelamiento con concreto tradicional, indicando que el modelamiento con concreto liviano presenta mejor respuesta sísmica y si bien es cierto esta variación es pequeña numéricamente pero es significativa estructuralmente, además se determinó que la edificación en ambos modelamientos no cumple con los desplazamientos y derivas de entrepiso respectivos especificados en la Norma Sísmica, esto debido a la falta de elementos estructurales que rigidicen la misma y/o aumentar la sección de las columnas. Es por ello que se sugiere investigar una solución económica y técnica para rigidizar la estructura existente haciendo uso del concreto liviano y así cumplir con los requisitos especificados en la Norma E.030. Diseño Sismorresistente.

Figura 55.

Comparación de La Cortante Basal Estática.

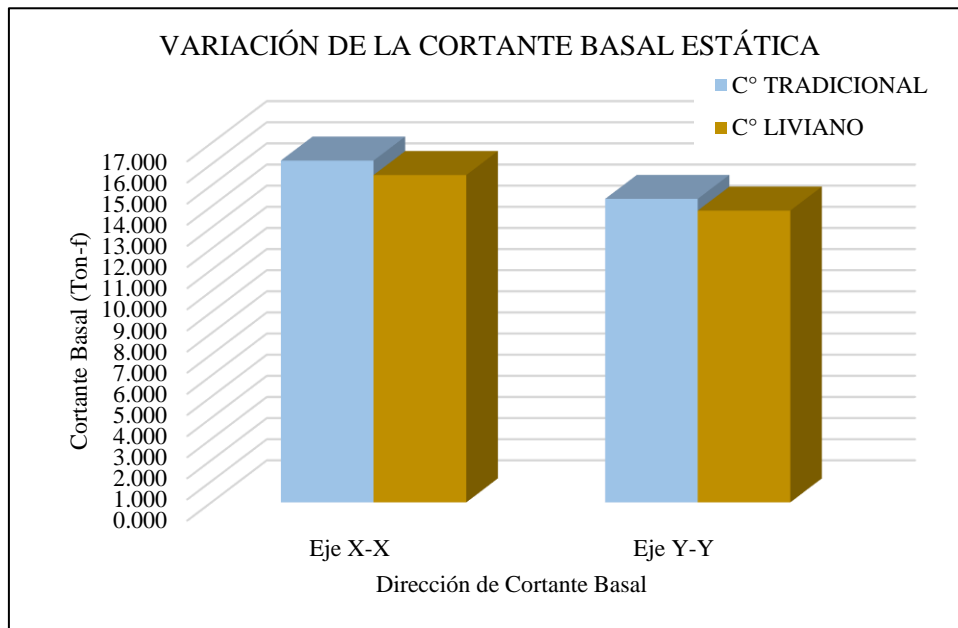


Figura 56.

Comparación de La Cortante Basal Dinámica.

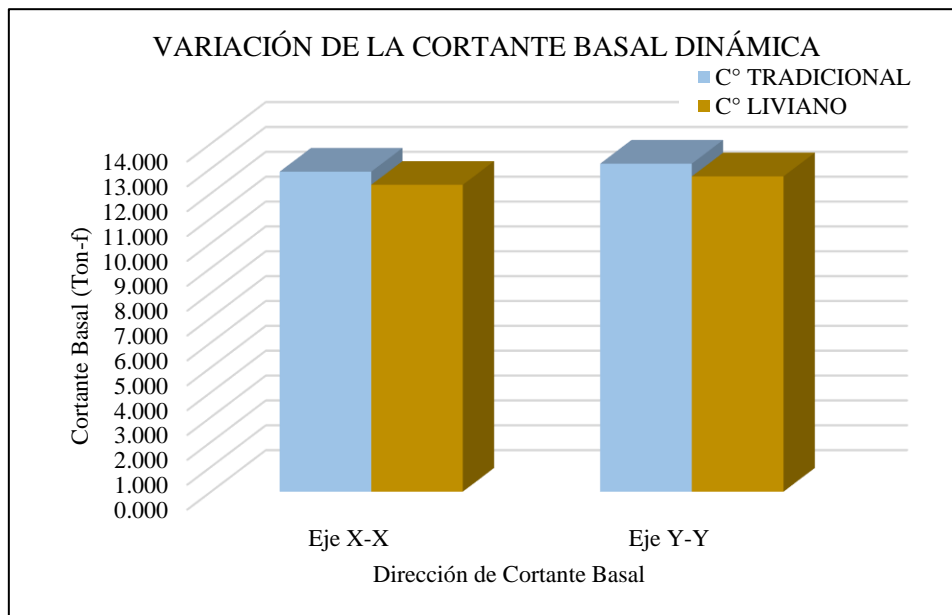


Tabla 77.*Comparación de las Derivas de Entrepiso en Dirección X-X*

Piso	Tipo de Concreto	Deriva 0.75*R	Variación de las derivas	% De Variación
TECHO 06	Tradicional	0.002736	0.000144	5.263%
	Liviano	0.002592		
TECHO 05	Tradicional	0.004578	0.000204	4.456%
	Liviano	0.004374		
TECHO 04	Tradicional	0.006708	0.000258	3.846%
	Liviano	0.006450		
TECHO 03	Tradicional	0.008460	0.000294	3.475%
	Liviano	0.008166		
TECHO 02	Tradicional	0.010338	0.000408	3.947%
	Liviano	0.009930		
TECHO 01	Tradicional	0.019248	0.000804	4.177%
	Liviano	0.018444		

Tabla 78.*Comparación de las Derivas de Entrepiso en Dirección Y-Y*

Piso	Tipo de Concreto	Deriva 0.75*R	Variación de las derivas	% De Variación
TECHO 06	Tradicional	0.003438	0.000210	6.108%
	Liviano	0.003228		
TECHO 05	Tradicional	0.004662	0.000252	5.405%
	Liviano	0.004410		
TECHO 04	Tradicional	0.007326	0.000336	4.586%
	Liviano	0.006990		
TECHO 03	Tradicional	0.009714	0.000396	4.077%
	Liviano	0.009318		
TECHO 02	Tradicional	0.011994	0.000456	3.802%
	Liviano	0.011538		
TECHO 01	Tradicional	0.014946	0.000570	3.814%
	Liviano	0.014376		

4.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.

4.2.1. Resistencia a la comprensión del concreto antiguo mediante el ensayo de esclerometría.

La resistencia a la prueba de compresión obtenida in situ mediante el ensayo de esclerometría arrojó un valor de 234.18 Kg/cm² dato que fue ajustado haciendo uso de la desviación estándar y factores de ensayo respectivos, este valor es superior al mínimo esperado (210 Kg/cm²), tal como el encontrado por Chuquizapon e Ibáñez (2020) que es de 412 Kg/cm², lo que indica que el concreto utilizado de manera empírica para la construcción de la vivienda en estudio fue adecuado y cumple con la resistencia mínima normada por el Reglamento Nacional de Edificaciones, por la razón que los maestros en su afán de lograr buenas resistencias del concreto, sin un diseño de mezcla, incrementan la cantidad de cemento en la mezcla.

4.2.2. Respuesta Sísmica de la Edificación con Concreto Tradicional, en Función a la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

4.2.2.1. Modelamiento de la Estructura Existente de la Edificación Seleccionada, Mediante el Software Etabs.

El modelamiento estructural de la edificación existente y seleccionada como muestra para este estudio, fue realizado haciendo uso del programa computacional llamado Etabs, tal como lo hizo Albornos (2020), por ser según el autor un programa innovador y muy eficaz para el modelamiento y diseño de estructuras; para ello se determinó en campo las dimensiones reales de la vivienda estudiada, se comprobó la resistencia mínima del concreto utilizado mediante el ensayo de esclerometría el que arrojó un valor de 234.18 Kg/cm², se verificó el sistema estructural, siendo este aporticado, se determinaron las cantidades de columnas, vigas y sus respectivas dimensiones y distribución, así como la cantidad de acero en cada una de ellas, de igual manera se verificó el número de piso y sus dimensiones de altura, el material utilizado para la tabiquería siendo este ladrillo tipo IV y las características de los materiales que se muestran en la Tabla 79.

Tabla 79.*Parámetros de la vivienda existente.*

CUADRO RESUMEN DE PARAMETROS DE LA VIVIENDA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	DIMENCIONES (m)	OBSERVACIONES
VIVIENDA MULTIFAMILIAR	1	15.15 x 6.00	La vivienda es de 05 niveles más azotea, consta de 5 ejes en dirección XX, 03 ejes en dirección YY.
COLUMNAS			
C-1	11	0.25 x 0.25	Estas columnas presentan continuidad.
VIGAS			
VP - 1	5 por cada piso	0.25 x 0.50	Vigas en dirección XX, del techo 1 al techo 04
VP - 2	5 por cada piso	0.25 x 0.40	Vigas en dirección XX, del techo 05
VCH - 1	13 por cada piso	0.25 x 0.20	Vigas en dirección YY, del techo 01 al techo 05
VB	3 por cada piso	0.10 x 0.20	Estas vigas están ubicadas en los bordes de las losas.
LOSAS			
LOSAS EN UNA DIRECCION	EN TODOS LO PISOS	ESPESOR = 0.20 m	Losas Típicas

Nota: Es importante indicar que, el resumen de parámetros de la vivienda se ha obtenido al realizar las mediciones in situ de los elementos estructurales y arquitectónicos, siendo estas las condiciones reales en las que se encuentra la edificación en estudio, mismas que han servido para elaborar el diseño 3D para obtener una mejor visualización de los elementos estructurales, así como también nos ha servido para elaborar los planos arquitectónicos en el programa Revit y AutoCAD, y por consiguiente realizar el modelamiento estructural de la edificación con la ayuda del programa Etabs.

4.2.2.2. Espectro de Diseño

Para la ejecución de este apartado se consideró una aceleración máxima esperada para una excedencia de 10% en 50 años, tal como lo considera Campos (2019) en su tesis, además, se tuvo en cuenta lo estipulado por la norma E.03 Diseño Sismorresistente y, para su cumplimiento se utilizó el factor de zonificación $Z=0.25$ ya que la estructura existente se encuentra en la zona 2, un perfil de suelo S2, concordando en este dato con Carrera y Constate (2019), con parámetros de sitio $S = 1.20$; $TP = 0.6$ y $TL = 2.0$, un factor de amplificación sísmica en dirección X e Y de 1.1830 y 1.0504, respectivamente, la categoría y uso de la edificación con factor de 1 por tratarse de una edificación común, un coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas R que depende del tipo de sistema estructural, para este caso pórticos de concreto con valor de 8, y los factores: irregularidad en altura y en planta, ambos con valores de 1 lo que indica que la estructura no presenta

irregularidades de altura y de planta, lo que nos hace deducir que para el análisis estos valores no afectaran, tal como afirma Córdova (2022), que estas irregularidades si son diferentes de 1 afectan el comportamiento estructural de las edificaciones, obteniéndose el valor de R en ambas direcciones X e Y igual a 8. Estos valores fueron asignados y/o calculados siguiendo estrictamente lo estipulado por la norma mencionada y teniendo en cuenta las características de la vivienda existente. Los datos mencionados se observan en la tabla 80.

Tabla 80.

Valores asignados para el espectro de diseño

Factor de espectro de diseño	Representación	Valor
Zonificación	Z	0.25
Perfil del suelo	S	2
	S	1.20
Parámetros de sitio	TP	0.6
	TL	2
	Cx	1.1830
Amplificación sísmica	Cy	1.0504
	U	1
Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso	Rx	8
Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	Ry	8

4.2.2.3. Análisis Sísmico Estático

La respuesta sísmica de la edificación de concreto tradicional modelada en función a la Norma E.030 Diseño Sismorresistente según el tipo de análisis sísmico estático presentó valores de las fuerzas cortantes basales en las direcciones X e Y de 16.17591 y 14.36348, respectivamente, de lo que podemos observar que los valores de las cortantes en ambas direcciones son cercanas, concordando con Marcos (2019) quien en su trabajo obtuvo resultados idénticos en las cortantes basales al hacer el análisis estático y dinámico ya que las masas que usó para el análisis dinámico fueron mayores. En cuanto a la distribución de la fuerza sísmica en altura se obtuvieron valores más altos en el quinto piso tanto en la dirección XX e YY con de 4.7970 y 4.2595, lo que indica que este piso es más vulnerable. Además, es menester mencionar que este análisis de edificaciones mediante el Software Etabs es de vital importancia ya que nos permite hacer un análisis del comportamiento de la estructura ante un sismo en direcciones XX e

YY, tal como lo realizaron diversos investigadores citados en los antecedentes. Dichos datos se muestran en la Tabla 81.

Tabla 81.

Valores obtenidos de la edificación existente mediante análisis estático

PARÁMETRO	VALOR	DESCRIPCIÓN
VEX=ZUCS/R*Pe	16.17591	Cortante basal en dirección XX
VEY=ZUCS/R*Pe	14.36348	Cortante basal en dirección YY
	4.7970	Dirección XX
Cortante basal en altura	4.2595	Dirección YY

4.2.2.4. Análisis Sísmico Dinámico

Con la finalidad de conocer los desplazamientos máximos absolutos y relativos de la estructura es que se realizó el análisis sísmico dinámico mediante el software Etabs, encontrando que los desplazamientos máximos absolutos en la dirección X – X es de 28.601 mm y en la dirección Y-Y es de 26.464 mm, estos valores son muy superiores a los obtenidos por López (2021) quien obtuvo desplazamientos máximos absolutos de 5.83 mm, este dato lo obtuvo en una edificación de 3 pisos y con un sistema estructural de muros de mampostería con densidades de muros en ambas direcciones muy bien distribuidas; mientras que los desplazamientos máximos relativo en dirección X-X e Y-Y son de 0.003208 mm y 0.002491 mm, respectivamente, lo que indica que estos valores son inferiores a los estipulados en la norma E.030, concordando en éstos con los encontrados por Carrasco y Villanueva (2019). Dichos valores se presentan en la tabla 82. Teniendo en cuenta los valores de los desplazamientos máximos absolutos y relativos se calculó las derivas en cada uno de los pisos tanto en la dirección X-X e Y-Y, tal como se muestran en las tablas 15, 16, 73 y 74 (tablas de derivas), de los que se puede observar que en las dos direcciones X-X e Y-Y, se cumple éstas sólo en los tres primeros pisos, ya que se obtuvieron valores inferiores a lo estipulado en la norma E.030 que exige valores menores a 0.007 para estructura de concreto; mientras que, en los pisos superiores es rebasado el valor normado, lo que indica que la vivienda de manera general no cumple con la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Tabla 82.*Valores obtenidos de la edificación existente mediante análisis dinámico*

Tipo de Desplazamiento Máximo	Dirección	Valor
Absoluto	X-X	28.601
	Y-Y	26.464
Relativo	X-X	0.003208
	Y-Y	0.002491

4.2.3. Concreto liviano $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ adicionando diferentes dosis del polímero poliestireno.

4.2.3.1. Diseño de Mezcla $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ con Diferentes dosis de Poliestireno.

A fin de desarrollar la presente investigación, se procedió a realizar un diseño de mezcla para un concreto de $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, para lo que se procedió determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados y así realizar el diseño correcto guiados por el Método ACI (American Concrete Institute), obteniéndose cantidad de materiales por unidad de volumen de cemento, tal como se presenta en la tabla 83.

Tabla 83.*Materiales por Unidad de Volumen de Cemento*

Material	Proporción por Pie Cúbico de Cemento
Cemento	1
Agregado Fino	1.80
Agregado Grueso	3.60
Agua	24.76 lts

4.2.3.2. Mejor dosificación del concreto liviano $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, adicionando el polímero poliestireno.

Se procedió a realizar las adiciones de poliestireno expandido, meollo de la investigación, en los porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%, estas adiciones fueron realizadas respecto del volumen del concreto. Otros investigadores realizaron adiciones de poliestireno para elaborar concreto, en porcentajes aún más temerarios como Bustamante (2021) que adicionó 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%

y 30%, pero esto lo hizo para un $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ con la finalidad de caracterizar sus propiedades térmicas y acústicas, también lo hicieron Chuquizapon e Ibáñez (2020), quienes hicieron diversas adiciones de poliestireno para elabora un concreto de $f'c=210\text{Kg/cm}^2$; en el presente estudios se optó por porcentajes de adición más conservadores con la finalidad de asegurar el comportamiento estructural del concreto liviano. La tabla 84 y la figura 57 muestran los porcentajes de adición de poliestireno por unidad de volumen de cemento.

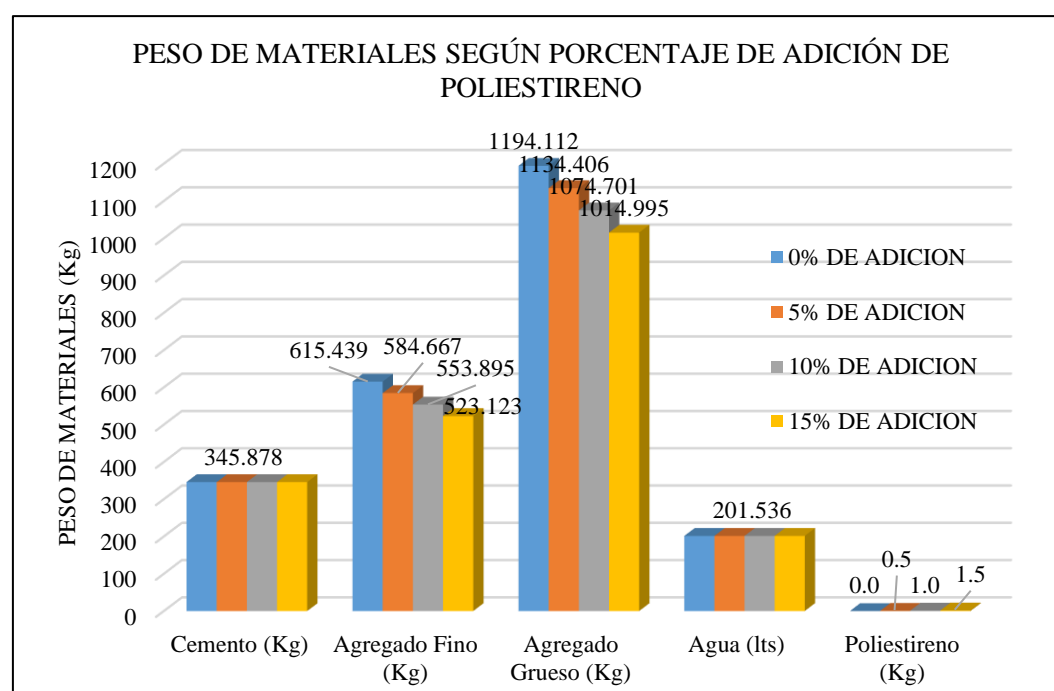
Tabla 84.

Materiales por Unidad de Volumen de Cemento

Material	Peso de Materiales en Estado Natural para 1 m3 de Concreto con Diferentes Porcentajes de Adición de Poliestireno Expandido			
	0%	5%	10%	15%
Cemento (Kg)	345.878	345.878	345.878	345.878
Agregado Fino (Kg)	615.439	584.667	553.895	523.123
Agregado Grueso (Kg)	1,194.112	1,134.406	1,074.701	1,014.995
Agua (lts)	201.536	201.536	201.536	201.536
Poliestireno (Kg)	0.000	0.500	1.000	1.500

Figura 57.

Materiales por Unidad de Volumen de Cemento



Una vez determinado los porcentajes de adición y el diseño de mezclas se procedió elaborar el concreto y moldear los testigos cilindros con las dimensiones estándar, para ser ensayados y determinar su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, datos que se observan en la tabla 85 y figura 58 y 59, de los que se puede apreciar existe una proporcionalidad inversa entre el porcentaje de adición de poliestireno expandido y la resistencia a la compresión, es decir, que a medida que el porcentaje de la adición del poliestireno aumenta la resistencia en cada tiempo evaluado va disminuyendo, concordando de este modo con lo encontrado por Chuquizapon e Ibáñez (2020). De los datos antes mencionados también podemos concluir que el porcentaje de adición de poliestireno expandido que cumple con la resistencia esperada a los 28 días es de 5%, dato inferior al encontrado por Bustamante (2021) quien obtuvo como porcentaje óptimo 12.5% de adición de poliestireno, para un concreto de $f'c=175\text{Kg/cm}^2$.

Tabla 85.

Resistencia a Compresión del Concreto según su porcentaje adición y los días de secado.

	Porcentaje de adición	$f'c$ (Kg/cm ²)
7	0	169.828
	5	171.640
	10	147.685
	15	113.878
	14	191.256
14	0	185.529
	5	161.648
	10	139.062
	15	218.335
	28	210.828
28	0	182.273
	5	168.070
	10	
	15	

Figura 58.

Resistencia a Compresión del Concreto según su porcentaje adición y los días de secado.

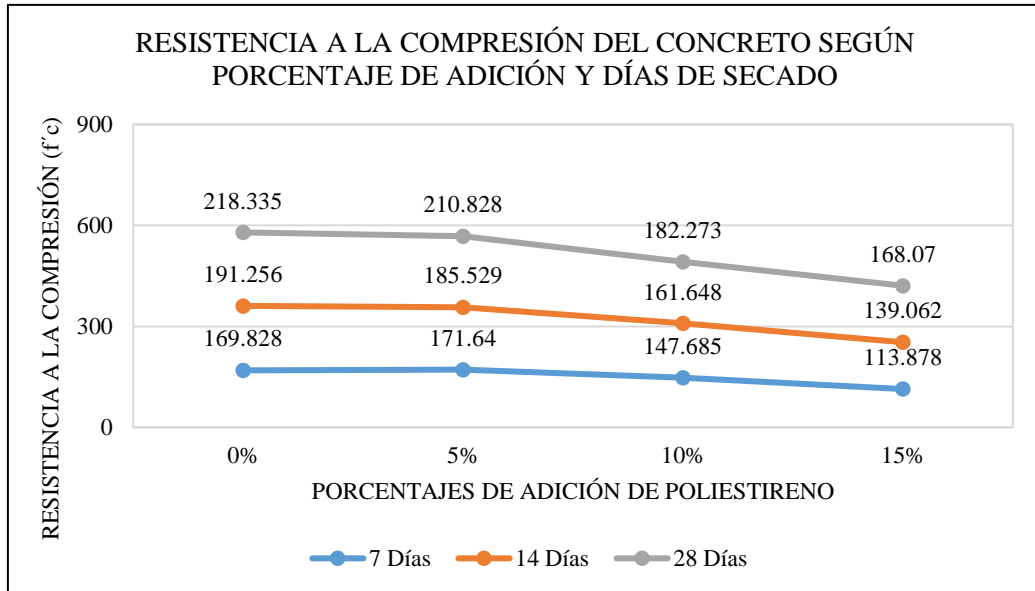
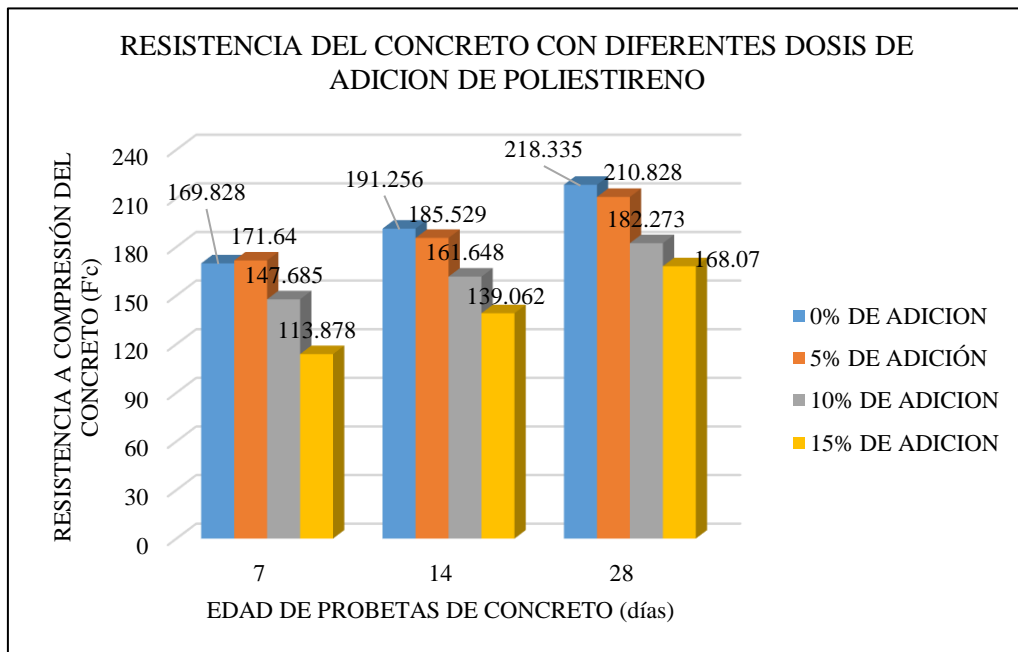


Figura 59.

Resistencia a Compresión del Concreto según su porcentaje adición y los días de secado.



4.2.3.3. *Peso Específico del Concreto con Diferentes Adiciones de Poliestireno.*

El procedió a realizar los ensayos de laboratorio a fin de determinar el peso específico del concreto con las diversas adiciones de poliestireno expandido los que arrojaron valores, en Kg/m³, para las adiciones de 0%, 5%, 10% y 15% de 2,357.052, 2,012.534, 1,944.437 y 1,850.102, respectivamente, en cuanto al peso específico del concreto sin adición podemos ver que su valor es superior al obtenido por Chuquizapon e Ibáñez (2020) quienes obtuvieron un valor de 2,350 Kg/m³; de los concretos con adición podemos afirmar que los porcentajes de adición de 5%, 10% y 15% pueden ser considerados como concretos livianos, pues sus pesos específicos están dentro de la categoría establecida para tal con un rango entre 2,000 y 25,000, de los valores antes mencionados también se puede notar que existe una relación inversa entre el porcentaje de adición y el peso específico del concreto, es decir, a medida que aumenta el porcentaje de adición disminuye el peso específico, concordando con Bustamante (2021) y Chuquizapon e Ibáñez (2020) quienes obtuvieron notables reducciones en el peso específico del concreto a medida que los porcentajes de adición aumentaban. En la tabla 86 y figura 60 se muestran los pesos específicos del concreto según el porcentaje de adición.

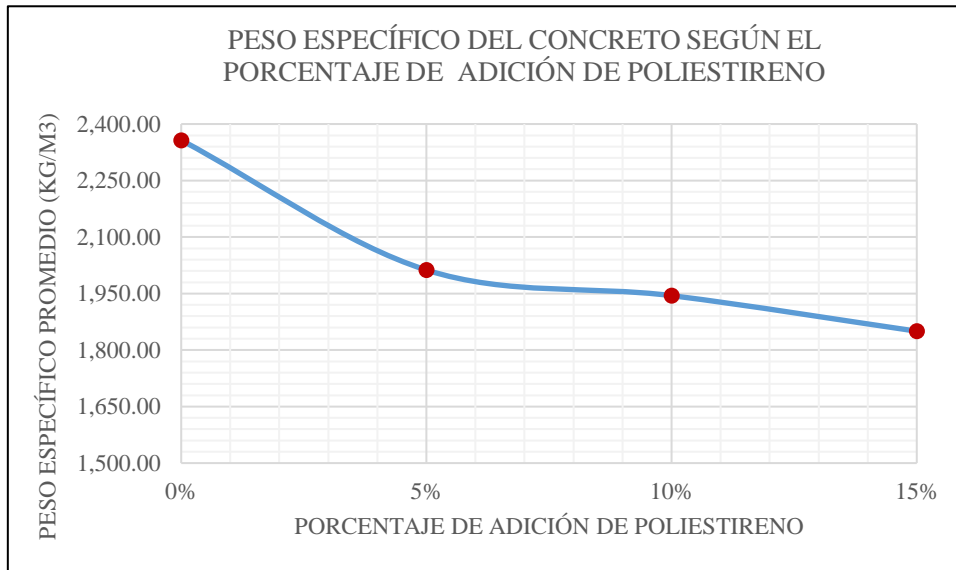
Tabla 86.

Peso específico del Concreto según el Porcentaje Adición de poliestireno.

Porcentaje de adición	Peso específico (Kg/m³)
0	2,357.052
5	2,012.534
10	1,944.437
15	1,850.102

Figura 60.

Peso Específico del Concreto Según el Porcentaje de Adición de Poliestireno



4.2.4. Modelamiento de la estructura de la edificación de 5 pisos con la mejor dosificación del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm².

Este acápite se desarrolló teniendo un especial cuidado en los requerimientos necesarios para que el programa haga los cálculos correctos, en función a ello primeramente se procedió a ingresar las características de los materiales como como se muestra en la tabla N° 87, de ella podemos destacar que el peso específico del concreto liviano es de 2,012.534 kg/m³, dato que se obtuvo con el 5% de adición de poliestireno, este valor es inferior al encontrado por Chuquizapon e Ibáñez (2020) quienes obtuvieron un peso específico de 2,240 kg/m³. En cuanto a la resistencia del concreto $f'c$ es de 210 Kg/cm² ya que como lo dice la norma E.030 de diseño sismorresistente es la resistencia mínima que se debe utilizar para elementos de concreto armado.

Tabla 87.*Especificaciones de los materiales.*

Propiedades De Los Materiales	Concreto	Acero	Albañilería
Resistencia	210 kg/cm ²	4,200 kg/cm ²	130kg/cm ²
Peso específico	2,012.534 kg/m ³	7,850 kg/m ³	1,350 kg/m ³
Módulo de elasticidad	15,000*(210) 0.5 kg/cm ²	2*10 6 kg/cm ²	500*130 kg/cm ²
<i>Módulo de Poisson</i>	0.2		
<i>Fluencia (fu)</i>		6,300 kg/cm ² del acero grado 60	
<i>Clase</i>			Ladrillo tipo IV
<i>Dimensiones</i>			Ladrillo King Kong 9x13x24

Una vez conocidas e ingresadas al programa la característica de los materiales se procedió a hacer el modelamiento estructural de la vivienda con las características existentes. Luego de ello se procedió a determinar el espectro de diseño con los valores correspondientes por tratarse de la misa edificación y sólo habría variación en las características de los materiales. Después se procedió a realizar el análisis sísmico estático de la edificación encontrando que la fuerza cortante en la base de la edificación en la dirección X-X para un periodo de 1.222 es de 15.491 y en la dirección Y-Y para un periodo de 1.371 es de 13.8074, datos que son inferiores a los obtenidos por Córdova (2022) quien hizo su investigación con factores de zona $Z=0.45$, suelo tipo $S=3$ y un factor de ampliación por irregularidad de 1.1 y Albornos (2020), quien obtuvo periodos más altos, sobre todo en la dirección transversal como 1.702. También se realizó el análisis sísmico dinámico del que se obtuvieron los desplazamientos máximos absolutos y relativos; obteniéndose desplazamientos absolutos en las direcciones X-X e Y-Y, de 27.4327 mm y 25.4056 mm, respectivamente, valores inferiores a los encontrados por Albornos (2020) quien al analizar su edificación de 5 pisos obtuvo 30 mm y 50mm en las direcciones x e y, respectivamente, pero superiores

a los obtenidos por López (2021), quien logró valores de 5.83 mm, pero su investigación constó de 3 niveles; estos valores también son inferiores a los obtenidos en la edificación modelada con concreto tradicional que fueron 28.601 y 26.464 en las direcciones X e Y, respectivamente. En cuanto a los desplazamientos relativos de obtuvieron valores en las direcciones X-X e Y-Y de 0.003074mm y 0.002396mm, respectivamente; valores inferiores a los obtenidos por Albornos (2020) que fueron 5.628mm y 11.269mm en las direcciones X e Y, respectivamente. De estos valores se pudo calcular las derivas de cada uno de los pisos de la edificación logrando observar que dichos valores no cumplen para los pisos 1,2 y 3.

4.2.5. Comparación de las respuestas sísmicas de los modelamientos estructurales de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano desde el punto de vista técnico.

Al analizar los resultados obtenidos de la edificación de 5 pisos modelada con concreto tradicional y con concreto liviano, se determinó que ambos modelamientos no cumplen con la norma sismorresistente concordando con Baca y Valdez (2024) quien al analizar el comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas determinó que de las 5 evaluadas 3 de ellas poseen vulnerabilidad sísmica alta, con valores para el índice de vulnerabilidad de 78.26, 91.29 y 78.26; en tanto al evaluar la variación de las derivas obtenidas de ambos modelamientos en la presente investigación se determinó que el modelamiento con concreto liviano presenta mejor respuesta sísmica logrando una variación de hasta un 4.177% en la dirección XX (de 0.019248 disminuye a 0.018444) y, en la dirección YY de hasta 3.814% (de 0.014946 disminuye a 0.014376), concordando con Pallo y Velarde (2022) quien de su análisis estructural y económico comparativo entre el uso de hormigón liviano ($f'_c=28\text{MPa}$) frente al hormigón convencional ($f'_c=28\text{MPa}$), llegó a la conclusión que la densidad del agregado liviano tiene beneficios en la construcción gracias a la disminución de las dimensiones de los componentes que conforman la estructura, asimismo podemos indicar que de acuerdo a lo obtenido por Chuquiyaury (2023) quien de su análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6 niveles adicionando polietileno al concreto, determinó que con el 5% de adición logró 270 kg/cm² y del análisis sísmico

estático encontró un desplazamiento máximo de 30.09 mm y una deriva de 0.006645 en el nivel superior, cumple con lo fijado en la norma E-030, esto refleja finalmente que el uso de un concreto liviano favorece y ayuda a las estructuras a tener una mejor respuesta sísmica.

4.3. Contrastación de hipótesis.

El presente análisis se realiza para aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) o la hipótesis alternativa (H_1), utilizando el software Minitab 22. El criterio empleado para tomar esta decisión se basa en el valor-p. Si el valor-p es menor que el nivel de significancia (0.05), se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Si el valor-p es mayor o igual a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que significa que no hay evidencia suficiente para aceptar H_1 . Por lo tanto, un valor-p menor a 0.05 indicaría que hay evidencia estadísticamente significativa para aceptar la hipótesis alternativa.

Este análisis se ha realizado utilizando la prueba t-student ya que es la que se suele utilizar cuando se desea comparar valores de dos grupos diferentes para determinar si hay una diferencia significativa entre ellos o no. Este tipo de prueba es adecuada en situaciones donde: Se tienen dos muestras independientes, es decir, los grupos no están relacionados entre sí. Se desea comparar única y exclusivamente estos dos grupos. Se asume que los datos en cada grupo siguen una distribución normal y que las varianzas de los dos grupos son aproximadamente iguales. Las hipótesis generales a analizar fueron:

- **H_0** : La respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados más favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.
- **H_1** : La respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados menos favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.

4.3.1. Análisis t-studen para la Respuesta Sísmica Estática (Cortante Basal)

Para este análisis Estadístico de la distribución de la Respuesta Sísmica Estática (cortante basal) en cada nivel se ha utilizado los datos de la Tabla 88, para corroborar las hipótesis específicas:

- **H₀**: La respuesta sísmica estática del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados más favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.
- **H₁**: La respuesta sísmica estática del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados menos favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.

Tabla 88.

Distribución de la fuerza sísmica estática (cortante basal) en altura tanto en dirección X-X, así como en dirección Y-Y.

NIVEL	DIRECCION X-X		DIRECCION Y-Y	
	CONCRETO TRADICIONAL	CONCRETO LIVIANO	CONCRETO TRADICIONAL	CONCRETO LIVIANO
TECHO 06	0.795	0.7116	0.706	0.6343
TECHO 05	4.797	4.5267	4.2595	4.0348
TECHO 04	4.4412	4.2742	3.9436	3.8097
TECHO 03	3.0852	2.9844	2.7395	2.6601
TECHO 02	2.0239	1.9762	1.7972	1.7614
TECHO 01	1.0336	1.0177	0.9178	0.9071

Tras el análisis estadístico en el Software Minitab 22 de los datos de la Tabla 88, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 89, los cuales corresponden a la respuesta sísmica estática (cortante basal) distribuida en altura, de los modelamientos estructurales de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional y de concreto liviano, en la dirección X-X y dirección Y-Y, este análisis estadístico se ha realizado independientemente para ambas direcciones de análisis ya que la norma E.030 nos especifica que el análisis sísmico estático se debe realizar por separado en las

orientaciones indicadas. En la tabla mencionada se puede apreciar que en ambas direcciones obtenemos valores de $p > 0.05$ para un nivel de confianza del 95%, por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0), al no existir evidencia estadística suficiente para aceptar la hipótesis alternativa (H_1).

Tabla 89.

Resultados del Análisis t-student para la distribución de la fuerza sísmica estática (cortante basal) en altura tanto en dirección X-X así como en dirección Y-Y.

	MUESTRA	Número de Prueba	Media	Desv. Est.	Valor T	Valor p
Dirección X-X	Concreto Tradicional	6	2.70	1.70	0.12	0.908
	Concreto Liviano	6	2.58	1.62		
Dirección Y-Y	Concreto Tradicional	6	2.39	1.51	0.11	0.916
	Concreto Liviano	6	2.30	1.44		

Figura 61.

Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas (Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección X-X)

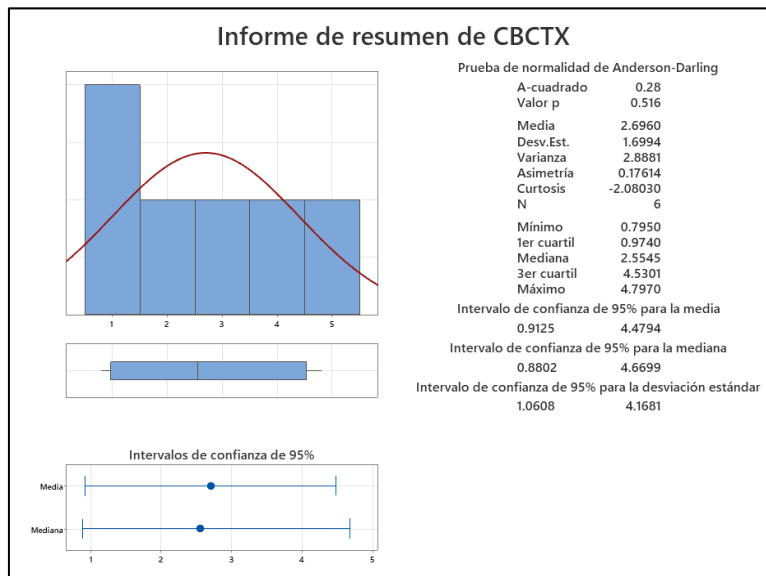


Figura 62.

Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas

(Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Liviano Dirección X-X

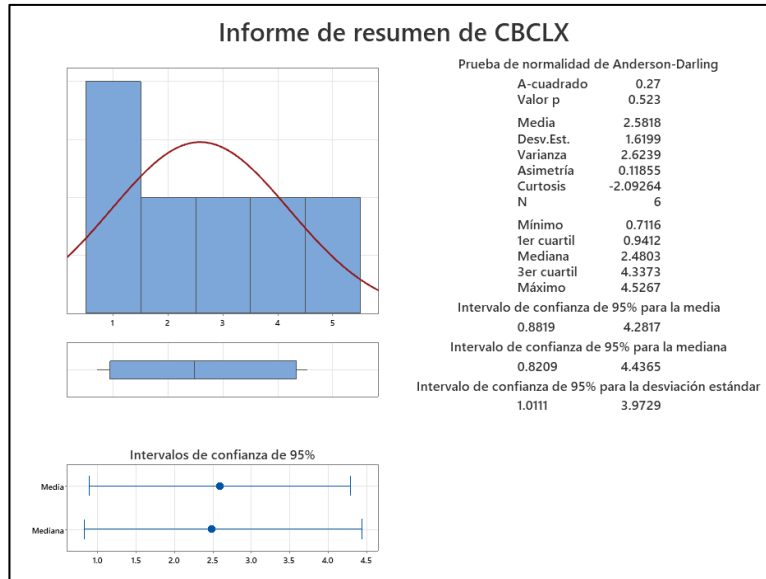


Figura 63.

Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas

(Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección

Y-Y

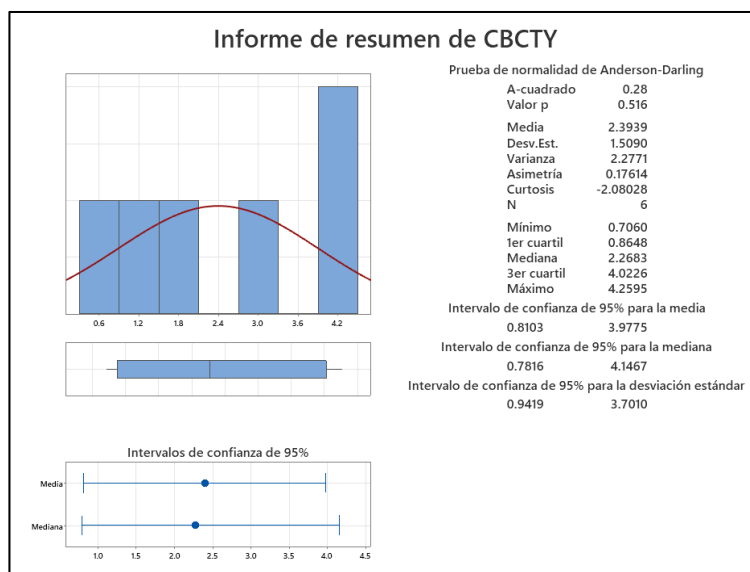
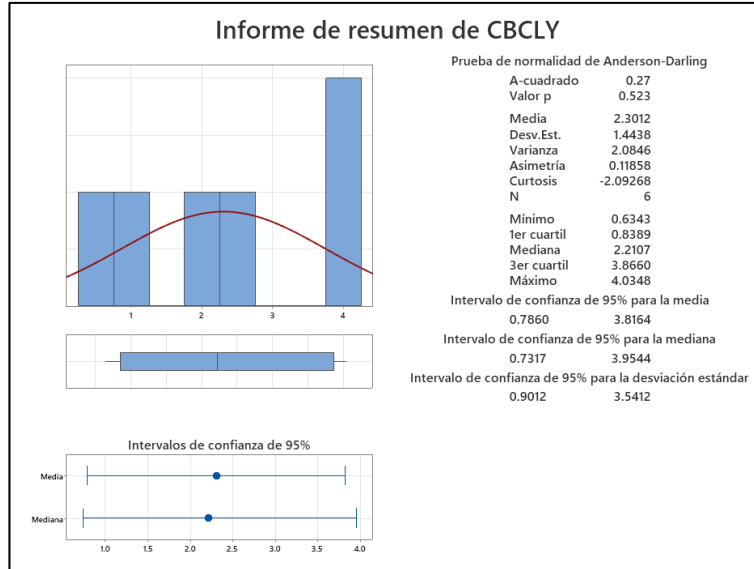


Figura 64.

Resumen de Medidas descriptivas, Distribución de Fuerzas Sísmicas Estáticas (Cortante Basal) en Altura Modelamiento con Concreto Liviano Dirección Y-Y



4.3.2. Análisis t-studen para la Respuesta Sísmica Dinámica (Derivas)

Para este análisis Estadístico de la Respuesta Sísmica Dinámica (derivas) en cada nivel se ha utilizado los datos de la Tabla 90, para verificar las hipótesis específicas:

- **H₀**: La respuesta sísmica dinámica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados más favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.
- **H₁**: La respuesta sísmica dinámica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados menos favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.

Tabla 90.*Derivas de entrepiso tanto en dirección X-X, así como en dirección Y-Y*

NIVEL	DIRECCION X-X		DIRECCION Y-Y	
	CONCRETO TRADICIONAL	CONCRETO LIVIANO	CONCRETO TRADICIONAL	CONCRETO LIVIANO
TECHO 06	0.002736	0.002592	0.003438	0.003228
TECHO 05	0.004578	0.004374	0.004662	0.00441
TECHO 04	0.006708	0.00645	0.007326	0.00699
TECHO 03	0.00846	0.008166	0.009714	0.009318
TECHO 02	0.010338	0.00993	0.011994	0.011538
TECHO 01	0.019248	0.018444	0.014946	0.014376

Tras el análisis estadístico en el Software Minitab 22 de los datos de la Tabla 90, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 91, los cuales corresponden a la respuesta sísmica dinámica (derivas de entrepiso), de los modelamientos estructurales de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional y de concreto liviano, en la dirección X-X y dirección Y-Y, este análisis estadístico se ha realizado independientemente para ambas direcciones de análisis ya que la norma E.030 nos especifica que el análisis sísmico dinámico se debe realizar por separado en las orientaciones indicadas. En la tabla menciona se puede apreciar que en ambas direcciones obtenemos valores de $p > 0.05$ para un nivel de confianza del 95%, por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0), al no existir evidencia estadística suficiente para aceptar la hipótesis alternativa (H_1)

Tabla 91.

Resultados del Análisis t-student para las derivas de entrepiso tanto en dirección X-X así con en dirección Y-Y

MUESTRA	Número de Prueba	Media	Desv. Est	Valor T	Valor p	
Dirección X-X	Concreto Tradicional	6	0.00868	0.00584	0.11	0.917
	Concreto Liviano	6	0.00833	0.00560		
Dirección Y-Y	Concreto Tradicional	6	0.00868	0.00440	0.15	0.886
	Concreto Liviano	6	0.00831	0.00427		

Figura 65.

Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección X-X

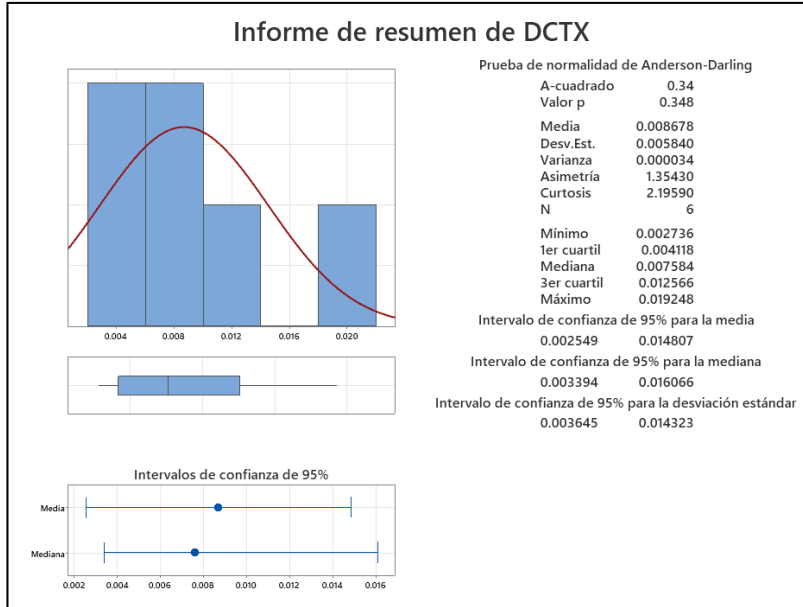


Figura 66.

Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Liviano Dirección X-X

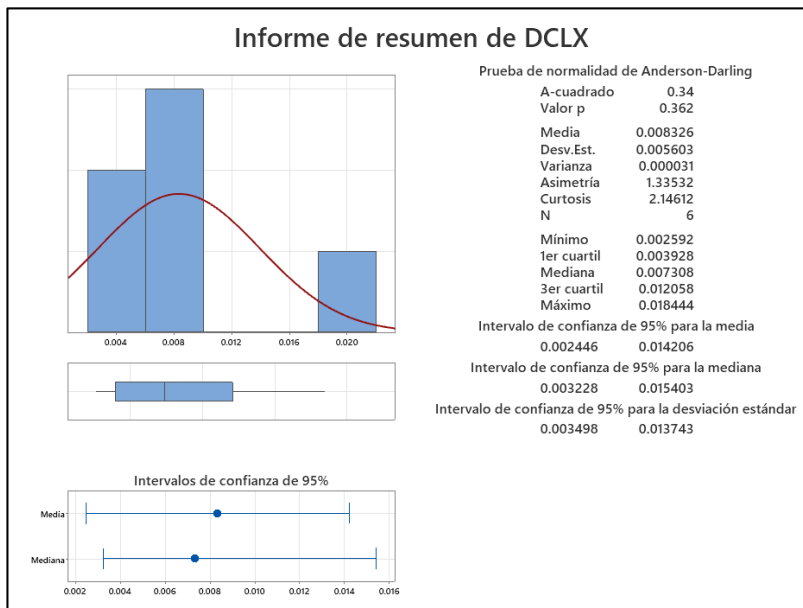


Figura 67.

Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Tradicional Dirección Y-Y

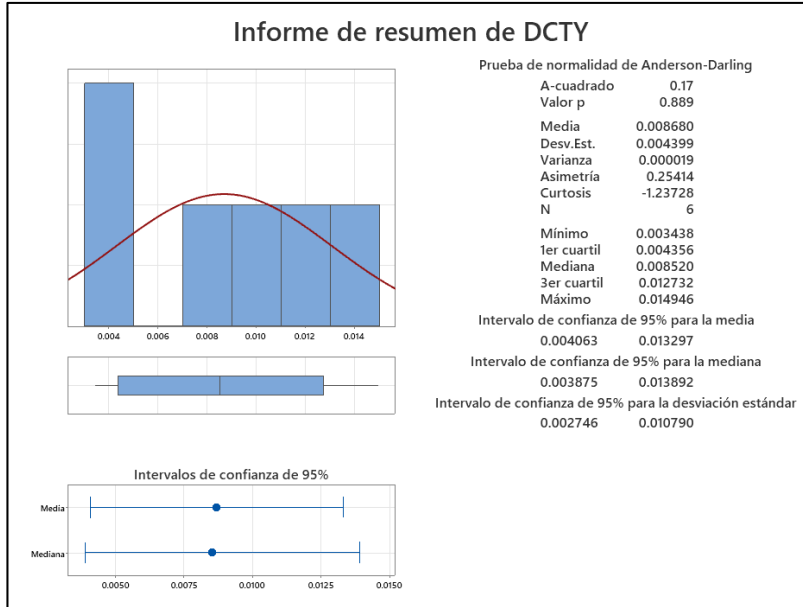
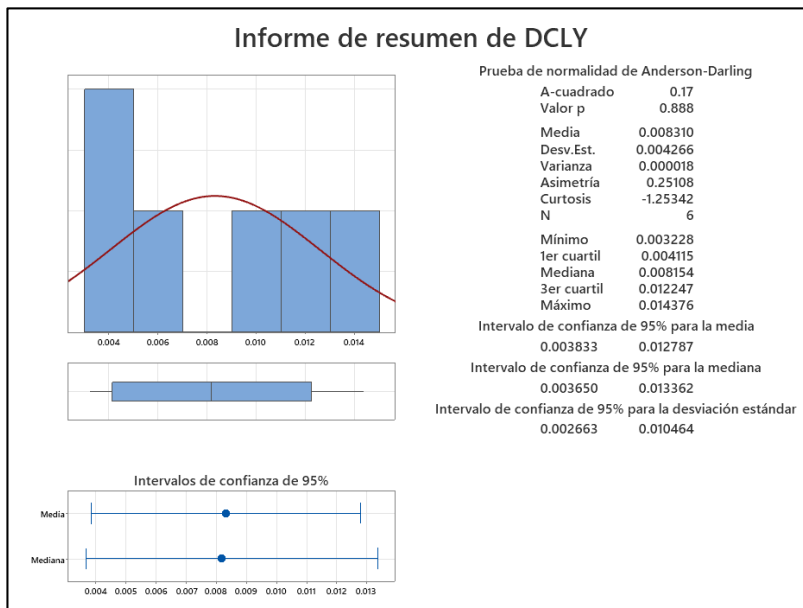


Figura 68.

Resumen de Medidas descriptivas, Derivas de Entrepiso del Modelamiento con Concreto Liviano Dirección Y-Y



CONCLUSIONES

- El promedio de rebotes del concreto endurecido (esclerometría) fue de 31.06 con lo que se obtuvo un $f'c = 257.60 \text{ Kg/cm}^2$, con una desviación estándar de 23.42 Kg/cm^2 que al restarla con la resistencia promedio del concreto endurecido nos da un $f'c$ ajustado de 234.18 Kg/cm^2 , significando un 111.52% de la resistencia del concreto esperado ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$), en tal sentido se corroboró que el concreto estructural utilizado para la edificación existente es de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- La respuesta sísmica del modelamiento estructural de la edificación seleccionada de 5 pisos siguiendo el procedimiento de la norma E 0.30, expresan que las derivas en la base de la edificación en dirección $XX = 0.019248$ e $YY = 0.014946$ no cumplen con la normativa. Asimismo, la cortante dinámica en la dirección X es de 12.870 y en la dirección Y es de 13.193 lo que representa el 79.56% y 91,85% de la cortante estática respectivamente, este resultado significa que es necesario incrementar la cortante en la dirección X utilizando un factor F_{ax} igual a 1.005, recalcando que este factor no afecta a los desplazamientos, sólo al diseño.
- Para las distintas dosis de adición de poliestireno al volumen del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$: 0, 5, 10 y 15% la resistencia a la compresión a los 28 días, han sido: 218.335, 210.828, 182.273 y 168.1 kg/cm^2 , respectivamente; lo que significa que la mejor dosificación corresponde al 5% de adición del polímero poliestireno con un **peso específico promedio de 2,012.534 kg/m^3** mucho menor al estándar de un concreto convencional de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- Los valores y propiedades del concreto obtenido con 5% de polímero poliestireno, específicamente el (**peso específico promedio de 2,012.534 kg/m^3**), ha servido para realizar el modelamiento estructural de la edificación seleccionada para simularlo en el software Etabs, obteniendo una respuesta sísmica estructural según la norma E 030, cuyos valores de las derivas en la base de la edificación tanto en dirección $XX = 0.018444$ e $YY = 0.014376$ no cumplen con la normativa. Y en cuanto a la cortante dinámica en la dirección X es 12.342 y en la Y 12,680, representan el 79.67 y 91,84% de la cortante estática, en tal sentido, no es necesario incrementar la cortante en dirección Y pero si en la dirección X, utilizándose el factor F_{ax} en 1.00411.

- Comparativamente, entre la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano (aplicando el 5% de adición de poliestireno), se concluye que ambos incumplen la normativa E 030 esto debido a que es una edificación autoconstruida; sin embargo con un probable concreto liviano con adición del 5% del polímero poliestireno, se podría alcanzar ciertas mejoras en las derivas en la base de la edificación de hasta un 4.177% en la dirección XX (de 0.019248 disminuye a 0.018444) y en la dirección YY de hasta 3.814% (de 0.014946 disminuye a 0.014376), lo que podría ser significativamente importante desde el punto de vista estructural.

Además de esto podemos indicar que la influencia de los pesos específicos del concreto, se puede ver reflejada en la variable dependiente planteada en la presente como es la Respuesta Sísmica, esto tanto como para el análisis Sísmico Estático y para el análisis Sísmico Dinámico Espectral donde con respecto a la respuesta sísmica del modelamiento con concreto liviano se tiene una disminución en las derivas, lo cual se dio de acuerdo a lo esperado en la hipótesis planteada ya que la estructura es más liviana al considerar el peso del concreto, resultando en deformaciones menores. De lo que se tiene una disminución de las deformaciones en ambas direcciones, siendo que la mayor disminución se da en los dos últimos pisos de la edificación (*En la dirección Y se presenta una mayor variación de las deformaciones puesto que en esta dirección se cuenta con una mayor densidad de columnas, por ende, se tendrá una mayor variación ya que los pesos por carga propia de la estructura se han visto reducidos y se repartirán entre todas las columnas, generando una mejor respuesta sísmica*), tal como se puede apreciar en las Tablas 77 y 78, las variaciones de las derivas van desde 4.177% hasta 5.236% en la dirección X y de 3.814% hasta 6.108% en la dirección Y, esto debido a que el análisis se ha realizado tomando en cuenta la configuración estructural con la que cuenta la edificación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar investigando en edificaciones de diferentes niveles con dosis entre 5 a 10% de poliestireno.
- Tenido en cuenta los resultados obtenidos se recomienda fomentar la concientización a la población de la importancia de realizar las construcciones considerando el análisis sísmico.
- Se recomienda proponer un diseño integral de una vivienda unifamiliar o multifamiliar de cinco pisos con el software Etabs, a fin de verificar a posteriori, la mejora en las derivas en las direcciones XX e YY, de tal manera que se cumpla con la normativa, asumiendo que probablemente no se hayan cumplido con estas por probables fallas en el diseño estructural de la vivienda.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, D. (2022). *Análisis de la influencia del modelado de losas por elementos tipo shell y membrana en el diseño estructural de un edificio de 4 pisos, utilizando un software de diseño especializado* [Trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35456>
- Albornoz, T. (2020). *Estudio de la respuesta sísmica lineal y no lineal de un edificio de la Ciudad de México ante el terremoto del 19 de septiembre de 2017* [Memoria para optar al título de ingeniera civil, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176773>
- Arana, C. (2019). *Comparación del comportamiento estructural de un edificio de concreto armado usando la normativa peruana, chilena y ecuatoriana* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/23575>
- Aguilar, R. y González, A. (2006). Evaluación rápida de la deriva máxima de piso en edificios sin muros de corte. *SciELO, Volumen 44, pág. 2*. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2006000200003
- American Society for Testing and Materials. (2007, 15 de Marzo). *American Society for Testing and Materials*. Consultado 20 de setiembre de 2022. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>
- Baca, M. K. y Valdez, A. M. (2019). *Análisis de vulnerabilidad y comportamiento sísmico de viviendas autoconstruidas del distrito de Tamburco - Abancay, 2022* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/14703>
- Benalcázar, D. (2022). *Análisis comparativo del peso y resistencia a compresión del hormigón convencional con un hormigón ligero de piedra pómez para una resistencia de diseño a compresión de $F'C = 240 \text{ KG/CM}^2$ con diferentes*

porcentajes de aditivo superplastificante [Trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35147>

Benavides, J. A. (1996). *Mi Pequeño Atlas*. Escuela Nueva.

Bustamante, C. (2021). *Caracterización térmica y acústica del concreto simple ($f'c=175$ kg/cm²) elaborado con distintas dosis de poliestireno, Chota, 2020* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/190>

Campos, R. (2019). *Riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca* [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3204>

Carrasco, E. L. y Villanueva, J. R. (2023). *Modelado Estructural y Diseño Sísmico de una Edificación de Albañilería Confinada de 3, 4 Y 5 Niveles para la Ciudad de Jaén* [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Jaén]. <https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/245>

Carrera, L. X., y Constante, C. P. (2019). *Estudio comparativo de una estructura sismo-resistente de hormigón armado utilizando la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC15) y la Norma Chilena de la construcción (NCh433 mod2009)*. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero civil, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18644>

Catillo, G. O. y Chero, R. E. (2023). *Comportamiento sísmico del edificio de laboratorios de la Escuela de Ingeniería en Energía - UNS, implementando disipadores Shear Link Bozzo, 2022* [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional del Santa]. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4380>

Cemex.com.pe. (2019, 19 de junio). *Hablando de cementos portland*. Consultado 04 de junio de 2023. <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>.

- ChemicalSafetyFacts.org. (2022, 17 de junio). *Los poliestirenos en la construcción*
<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/poliestireno/>. Consultado 24 de
setiembre de 2022. <https://www.chemicalsafetyfacts.org>
- Chuquiyauri, Y. (2023). *Análisis sísmico de un edificio aporticado multifamiliar de 6
niveles adicionando polietileno al concreto, Urbanización los Jardines, Sayán-
Huaura-Lima* [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil,
Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/145815>
- Chuquizapon, K. D. e Ibañez, C. A. M. (2023). *Influencia de la densidad de las perlas de
poliestireno sobre el costo, peso unitario, asentamiento, resistencia a compresión
y flexión en un concreto ligero estructural para losas aligeradas, Trujillo 2020*
[Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del
Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24149>
- Chuy, T. (2013). *Sismos, ciencia y comunidad en la gestión e los riesgos naturales, una
responsabilidad compartida*. CENAIS.
- Condori, A. (2022). *Análisis y diseño estructural sismorresistente de un edificio de
concreto armado de cuatro pisos y un sótano, Tacna-2020* [Tesis, Universidad
Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2374>
- Córdova, B. (2022). *Estudio de la vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa
Ann Goulden del distrito de Piura, provincia y departamento de Piura 2022* [Tesis
para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Piura].
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3580>
- Daza, O. E. y Guarnizo, F. (2020). *Revisión bibliográfica entre el concreto
autorreparable y el concreto convencional*. [Revisión Bibliográfica, Universidad
Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/25914>
- Ecocret.com.pe. (2021, 21 de abril). *Concreto liviano*.
<https://www.ecocret.com.pe/tipos-de-concreto/concreto-liviano>
- Esarte, A. (2022, 20 de Agosto). *Defiiciones y usos del etabs*. Consultado el 15 de agosto
de 2022. <https://www.espaciobim.com/etabs>

- González, D. (2001, Mayo - agosto). Análisis espectral: Consideraciones teóricas y aplicabilidad. *Sociedad y economía, Volumen* (16), pág. 45-60.
- Guamán, M. J. (2023). *Análisis de la deriva admisible para normativas de diseño sismorresistente* [Trabajo de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25886/4/UPS-CT010849.pdf>
- Heredia, R. (2021). *Espectros de respuesta sísmica probabilístico para determinar la respuesta estructural de edificaciones en el Perú* [Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Civil, Universidad Nacional Federico Villareal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/8492>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2019). *Los Movimientos Sísmicos*. Lima.
- López, L. Y., Quevedo, G. J., y Rodríguez, C. M. (2019). *Análisis de tratamientos de suelos blandos bajo terraplenes*. Cayos de Villa Clara.
- Llerena, B. y Sallica, L. K. (2022). *Influencia del tereftalato de polietileno en concreto para el diseño sismoestructural en edificio multifamiliar, Jirón Retamas San Juan de Lurigancho, 2022* [Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97847>
- López, X. (2021). *Modelado no lineal de un edificio de tres niveles a base de muros de mampostería* [Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3644424>
- Maldonado, Y. (2022, 12 de Agosto). *Geologiaweb.com*. Consultado el 25 de julio de 2022. <https://geologiaweb.com/geologia-general/fallas-geologicas/>
- Marcos Cruz, J. (2019). *Análisis sísmico estático y dinámico modal espectral de un edificio de oficinas y comercio con estructura de concreto reforzado*. [Tesis, Instituto Politécnico Nacional]. <https://repositorio.ipn.edu.mx/handle/0154/25924>
- Mehta, K. y Monteiro. (2019). *Concreto. Estructura, propiedades y materiales*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 Diseño Sismoresistente*. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Muciño, A. y Santa Ana, P. (2018). *Diseño de mezclas de concreto*. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/05/180515_Practica9_W_LMSE.pdf
- National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA). (2020) *El concreto (hormigón) en la práctica. ¿Qué, por qué y cómo?* Consultado el 04 de junio de 2023. <https://www.nrmca.org/wp-content/uploads/2020/04/CIP36es.pdf>
- Pacheco, L. M. (2017) *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad José Carlos Mariátegui]. https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/226/Luis_Trabajo_DeSuficienciaProfesional_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pallo, S. P. y Velarde, K. R. (2022). *Análisis comparativo económico – estructural de la utilización de hormigón liviano frente al hormigón normal de resistencia a la compresión igual a 28mpa en un edificio mixto de hormigón y acero estructural fy 248mpa y 345mpa con paredes de mampostería de bloque y gypsum de 15 pisos para la ciudad de Quito* [Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de ingeniero civil mención estructuras, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22778>
- Paulino, J., y Espino, R. (2017). *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú*. [Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621457>
- Paz, E. K. (2012). *Procedimiento de cálculo para la elaboración de espectros sísmicos para el diseño sismorresistente de estructuras*. [Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.uscg.edu.gt/tesis/07/03_3495_C.pdf

- Ramos, J. M. (2021). *Evaluación del desempeño sísmico de edificaciones multifamiliares mediante métodos convencionales, edificio multifamiliar Benjamín Del Solar, Sachaca, Arequipa 2021* [Tesis, Universidad Continental]. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10465/2/IV_FIN_105_TE_Ramos_Cahuapaza_2021.pdf
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Editorial Bhandar Editores.
- Tavera, H. (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. Instituto Geofísico del Perú.
- Tavera, H., Bernal, I., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A., y Ishizawa, O. (2014). *Evaluación del peligro sísmico en Perú*. Instituto Geofísico del Perú.
- W. B., H. (2015, 10 de Marzo). *rsn.ucr.ac.cr*. Consultado el 20 de setiembre de 2022. <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/618-tipos-de-bordes-de-placas>
- Villegas, P. (2020). *¿Qué es una edificación?* [Investigación, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/gida/wp-content/uploads/sites/157/2020/06/GIDA.RSU_.Edificacion.pdf

ANEXOS

ANEXO A: Matriz de Consistencia.

Tesistas: HUANAMBAL ARÉVALO NEISER, VÁSQUEZ AYALA EFRAIN OSMAR

Título del Proyecto: Respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno, Chota, 2023.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
<p>¿Cuánto será la variación de la respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto tradicional en relación al modelamiento de la misma edificación con concreto adicionando poliestireno, seleccionada dentro de la urbe de la ciudad de Chota?</p>	<p>Objetivo General.</p> <p>Determinar la variación de la respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto tradicional en relación al modelamiento de la misma edificación con concreto adicionando poliestireno, mediante el uso del software Etabs.</p> <hr/> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Efectuar pruebas de resistencia a la compresión mediante esclerómetro en la edificación de 5 pisos ubicada en el Jr. Ponciano Vigil 824 de la ciudad de Chota, la cual se ha seleccionado por conveniencia.</p> <p>Determinar la respuesta sísmica de la edificación con concreto tradicional, en función a la Norma E.030 diseño sismorresistente, aplicando el software Etabs.</p> <p>Diseñar un concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm² adicionando diferentes dosis del polímero poliestireno: 0, 5, 10 y 15% en función al volumen del concreto, siguiendo la metodología ACI.</p> <p>Modelar la estructura de la edificación de 5 pisos con la mejor dosificación del concreto liviano $f'c$ 210 kg/cm², haciendo uso del software Etabs en función de la Norma E.030.</p> <p>Comparar los resultados de las respuestas sísmicas de los modelamientos estructurales de la edificación con concreto tradicional y con concreto liviano desde el punto de vista técnico.</p>	<p>Ho: La respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno tiene resultados más favorables en comparación a la respuesta sísmica del modelamiento de la edificación de 5 pisos de concreto tradicional.</p>	<p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación ✓ Ensayos. <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Notas de campo. ✓ Formatos de softwares.

ANEXO B: Documentos Relacionados

Declaración jurada legalizada notarialmente de no existencia de estudios similares.

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

DECLARACIÓN JURADA.

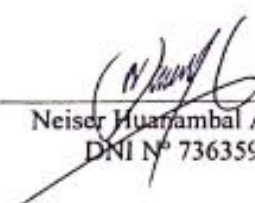
Los egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota:

Neiser Huanabal Arévalo, identificado con DNI N° 73635908, con código universitario N° 2015051022 y domiciliado en el Jr. Coronel Becerra N° 190 - Chota.


Y Efraín Osmar Vásquez Ayala, identificado con DNI N° 76188054, con código universitario N° 2015051039 y domiciliado en Jr. Cruz de motupe N° 170 -Chota.

DECLARAMOS BAJO JURAMENTO que el proyecto de tesis denominado: “Respuesta sísmica del modelamiento de una edificación de 5 pisos de concreto adicionando poliestireno, chota, 2023”, no ha sido desarrollada por otras personas o instituciones, por lo cual firmamos el presente documento en señal de veracidad.

Chota, 21 de febrero de 2023.



Neiser Huanabal Arévalo
DNI N° 73635908



Efraín Osmar Vásquez Ayala
DNI N° 76188054



CERTIFICO La Autenticidad de la firma de
los Sr. Neiser Huanabal Arévalo
DNI: 73635908
y Sr. Efraín Osmar Vásquez Ayala
DNI que legalizo: 76188054
Chota, a _____ de _____



BERTHA I. SALDANA BECERRA
NOTARIO
ABOGADO
PROVINCIA DE CHOTA

21 FEB. 2023

Autorización para realizar los estudios necesarios en la vivienda.

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ESTUDIOS PARA TESIS.

Yo, VICTIR DUANI VALLE DIAZ, identificado con DNI N°: 27440115, de nacionalidad peruana, con domicilio real en el jr. Ponciano Vigil N° 824 del distrito de chota, provincia de Chota, región Cajamarca, y en calidad de propietario del inmueble de 5 pisos ubicado en el jr. Ponciano Vigil N° 824, autorizo realizar los estudios y/o pruebas que sean necesarias para realizar la tesis denominada: "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023, por lo cual en pleno conocimiento firmo el presente documento en señal de veracidad.

Chota, enero del 2023.



VICTIR DUANI VALLE DIAZ
DNI N° 27440115

Autorización para realizar los ensayos necesarios en el laboratorio GSE
Laboratorio ingeniería y construcción S.A.C.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Ley de Creación N° 29531
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDUCO
COORDINACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
"Año de la unidad, la paz y el Desarrollo"



Chota, 05 de julio del 2023

CARTA N°063- 2023-UNACH-CFCI-ENCHV

Jóvenes:

Neiser Huanambal Arévalo / Etraín Osmar Vásquez Ayala.

Asunto : Autorización concedida.

Referencia : FUT N° 533- 2023

Me dirijo a usted para expresarle mi saludo cordial y manifestarle que cuenta con mi autorización para llevar a cabo sus ensayos en el laboratorio EMPRESA GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C, de la ciudad de Chota, quedando bajo su responsabilidad presentar los documentos que expresan los resultados encontrados, en papel membretado con el logo de la empresa, debidamente firmados por el responsable técnico del laboratorio y visado por el dueño y/o representante legal de la empresa.

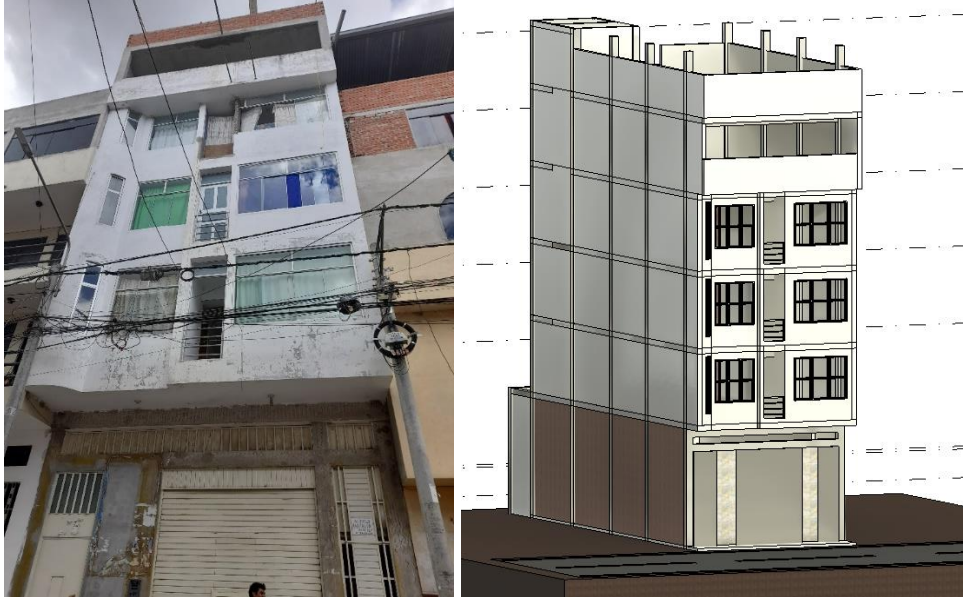
Sin otro particular, expreso las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente

DR. ING. ELMER NATIVIDAD CHÁVEZ VÁSQUEZ
COORDINADOR DE LA FCI
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

ANEXO C: Panel Fotográfico

Fotografía 1: Vivienda seleccionada para realizar el presente estudio ubicada en el Jr. Ponciano Vigil 824 de la ciudad de Chota.



Fotografía 2: Vista interior de los elementos estructurales de la vivienda seleccionada.



Fotografía 3: Realizando prueba de esclerometría en la vivienda seleccionada.



Fotografía 4: Extracción de suelo para determinar el tipo de suelo en el lugar de la vivienda seleccionada.



Fotografía 5: Ensayos del agregado grueso a utilizar para nuestro diseño de mezcla.



Fotografía 6: Ensayos del agregado fino a utilizar para nuestro diseño de mezcla.



Fotografía 7: Adición a la mezcla de concreto de los porcentajes de polímero poliestireno.



Fotografía 8: Preparación de probetas con los diferentes diseños de mezcla de propuestos, así mismo control de prueba de Slam y control de temperatura del concreto.



Fotografía 9: Preparación, varillado y enrasado de probetas con los diferentes diseños de mezcla de propuestos.



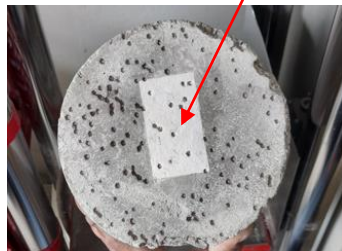
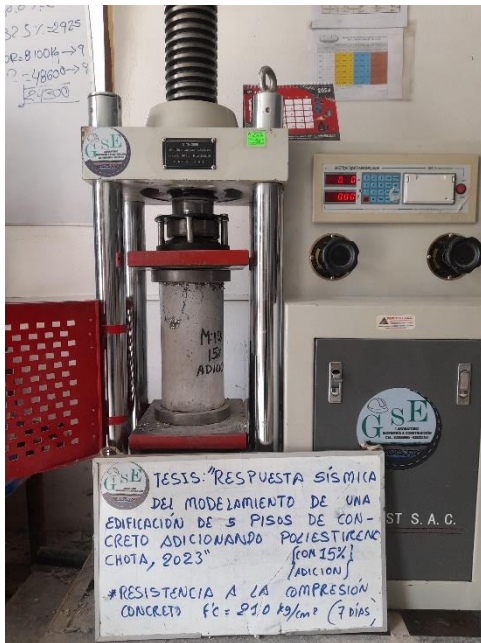
Fotografía 10: Curado de probetas.



Fotografía 11: Medición y pesado de probetas.



Fotografía 11: Ruptura de probetas.



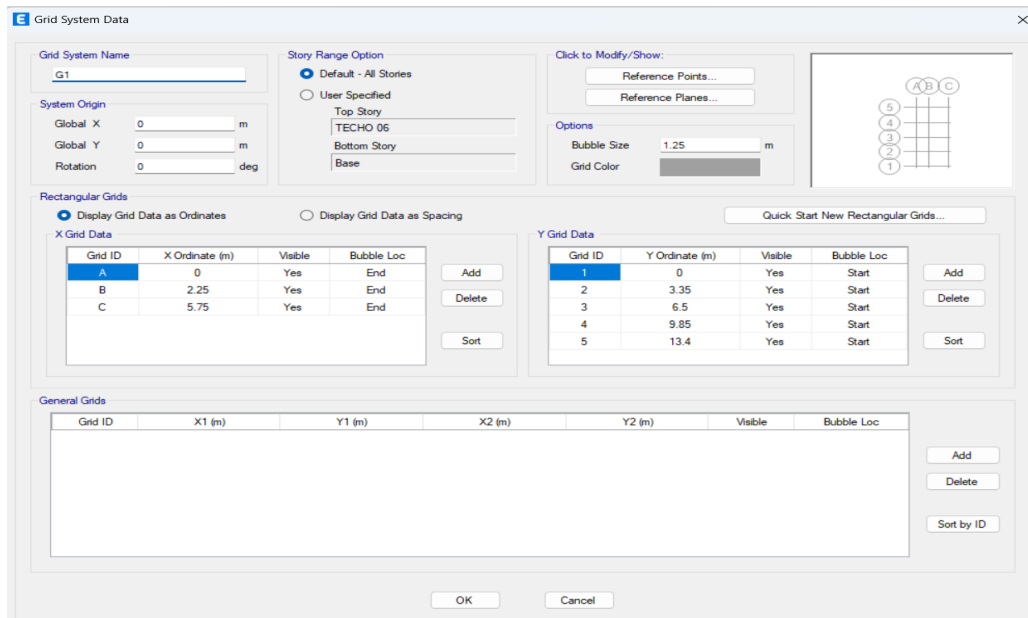
ANEXO D: Análisis Sísmico de la Vivienda Seleccionada.

1). Modelamiento de la vivienda con concreto tradicional.

Iniciar con abrir el programa Etabs “File/New Model”. En, “Use Built-in Settings With”, es recomendable utilizar la configuración del modelo con los valores establecidos. Luego ingresar los datos de los ejes, el número de pisos y la información del espaciado entre ejes teniendo en cuenta las dimensiones de la vivienda según los planos correspondientes.

Figura 69.

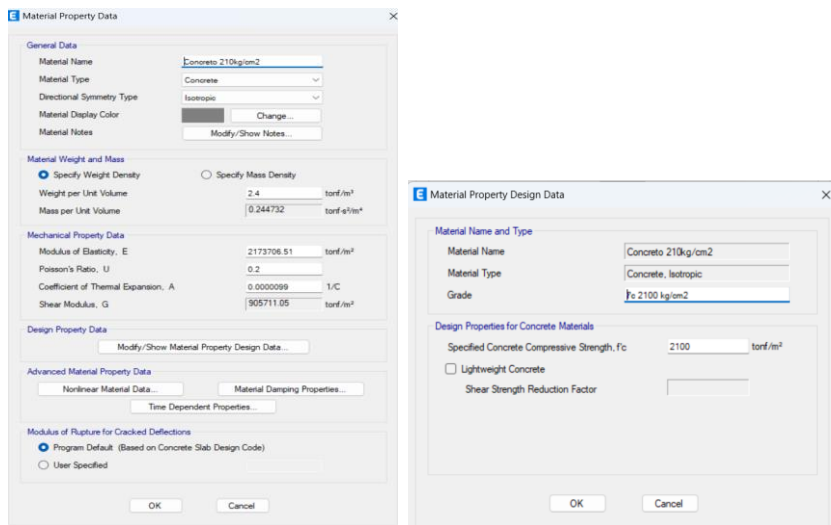
Parámetros ingresados en un inicio en el software ETABS.



Se define las propiedades del concreto, modificando 4,000Psi, en “Modify/ Show Material” y en “Material Name”, escribir Concreto 210kg/cm², asignar el valor del peso específico del concreto: 2,400kg/m³ = 2.4 tonf/m³, y el módulo de elasticidad del concreto (E): $15,000 \times \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} = 2,173,706.51 \text{ tonf/m}^2$.

Figura 70.

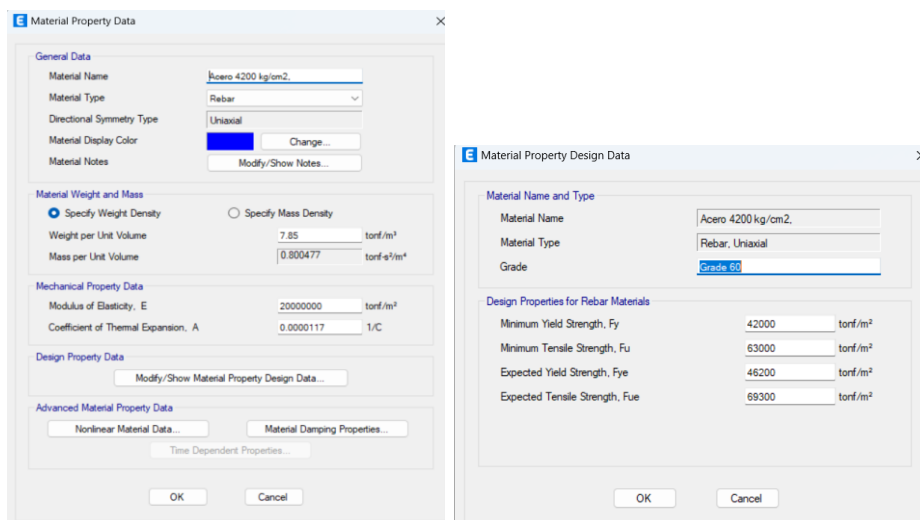
Definición de los parámetros del concreto tradicional 210kg/cm2.



Se define las propiedades del acero, modificando A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y en “Material Name” escribir Acero 4,200 kg/cm2, asignar el peso específico del acero: $7,850\text{kg/m}^3 = 7.85 \text{ tonf/m}^3$, e ingresar el valor del módulo de elasticidad del acero que es (E): $2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 = 20,000,000 \text{ tonf/m}^2$.

Figura 71.

Definición de las propiedades del acero de refuerzo.

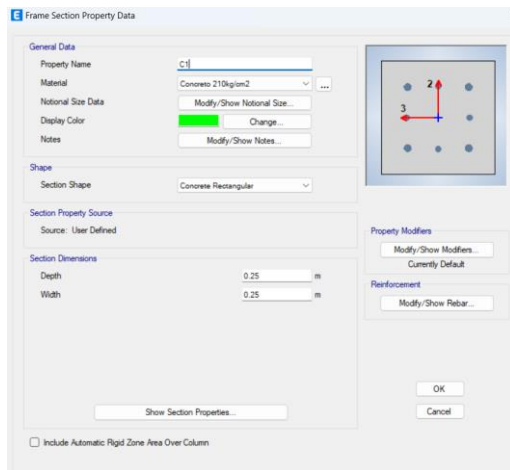


Se procede a definir las secciones, ingresando los objetos frame (columnas, vigas) y elementos estructurales como se indica a continuación:

Teniendo en cuenta la edificación se tiene un solo tipo de columnas la C-1 de 0.25*0.25 que son continuas.

Figura 72.

Definición de la columna de la edificación (C-1).

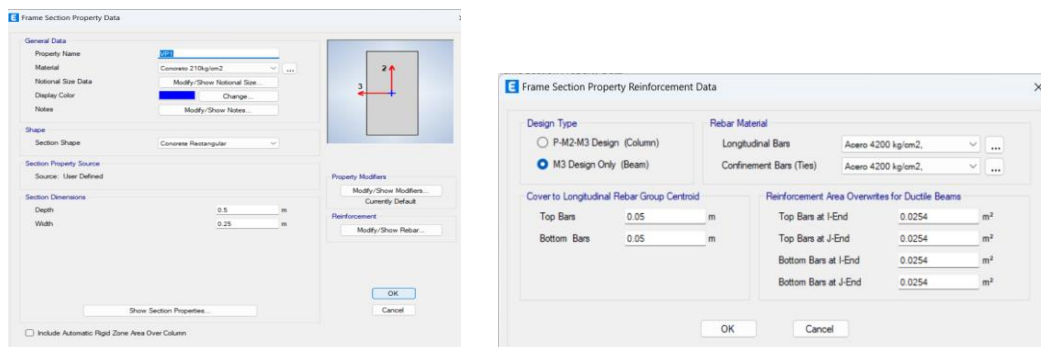


Nota: C-1 de 0.25*0.25, con 06 barras de acero de refuerzo longitudinales 2 #4(1/2”) y 4 de #5 (5/8”), y las barras de confinamiento #3(3/8”) con espaciado uniforme de 15cm.

Teniendo en cuenta la edificación se tiene los siguientes tipos de vigas:

Figura 73.

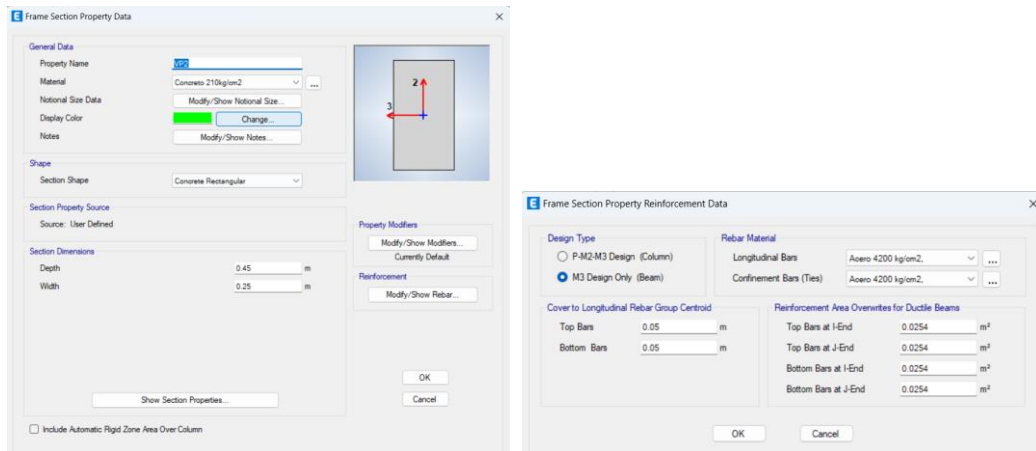
Definición de la viga principal (VP-1).



Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4200 kg/cm2, e ingresar el valor del peso específico del acero: 7850kg/m3 = 7.85 tonf/m3.

Figura 74.

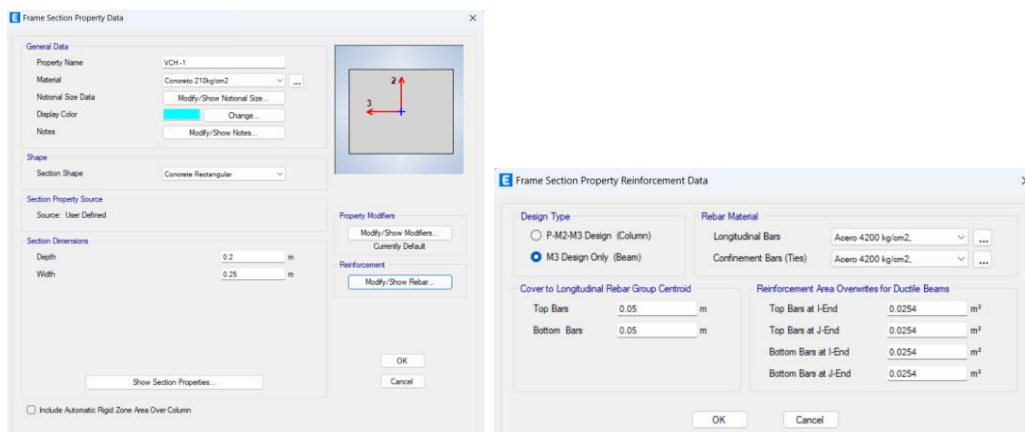
Definición de la viga principal (VP-2).



Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4,200 kg/cm², e ingresar el valor del peso específico del acero: 7,850kg/m³ = 7.85 tonf/m³.

Figura 75.

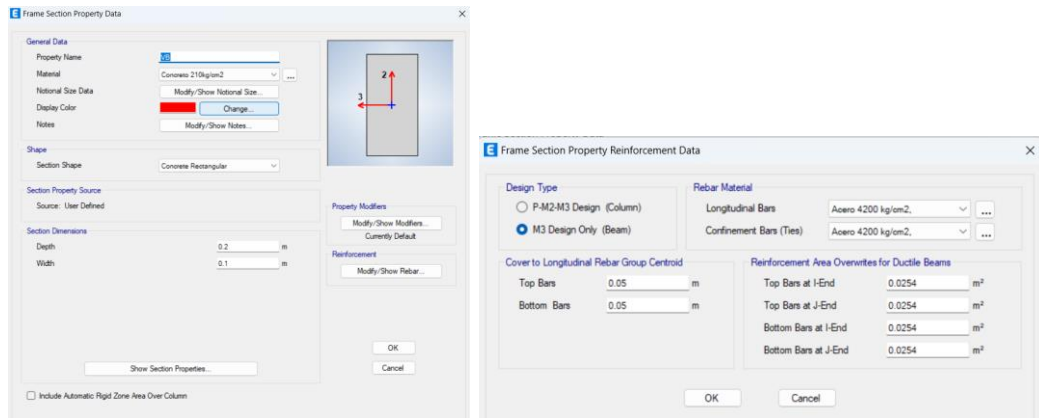
Definición de la viga chata.



Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4,200 kg/cm², e ingresar el valor del peso específico del acero: 7,850kg/m³ = 7.85 tonf/m³.

Figura 76.

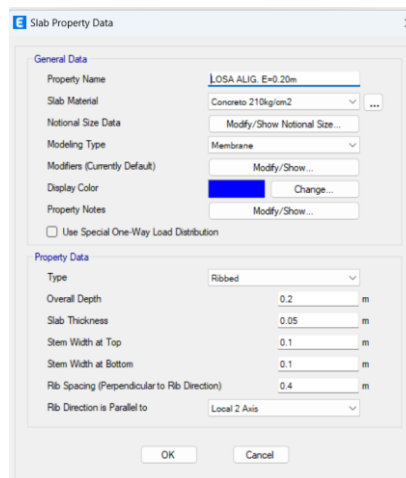
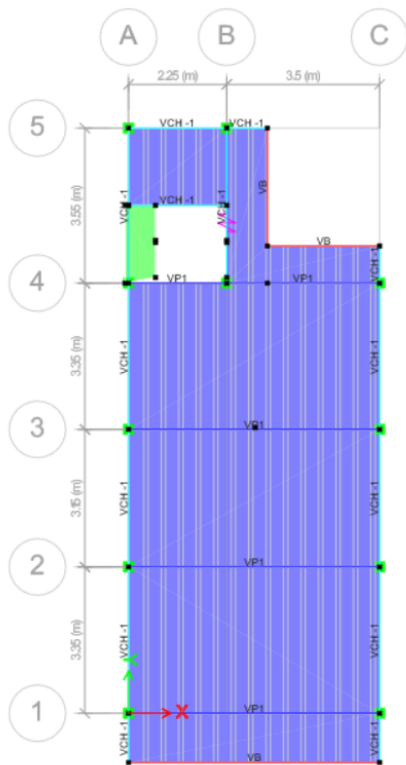
Definición de viga de borde.







Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4,200 kg/cm2, e ingresar el valor del peso específico del acero: 7,850kg/m3 = 7.85 tonf/m3.

Figura 77.

Asignación de losas de la vivienda.



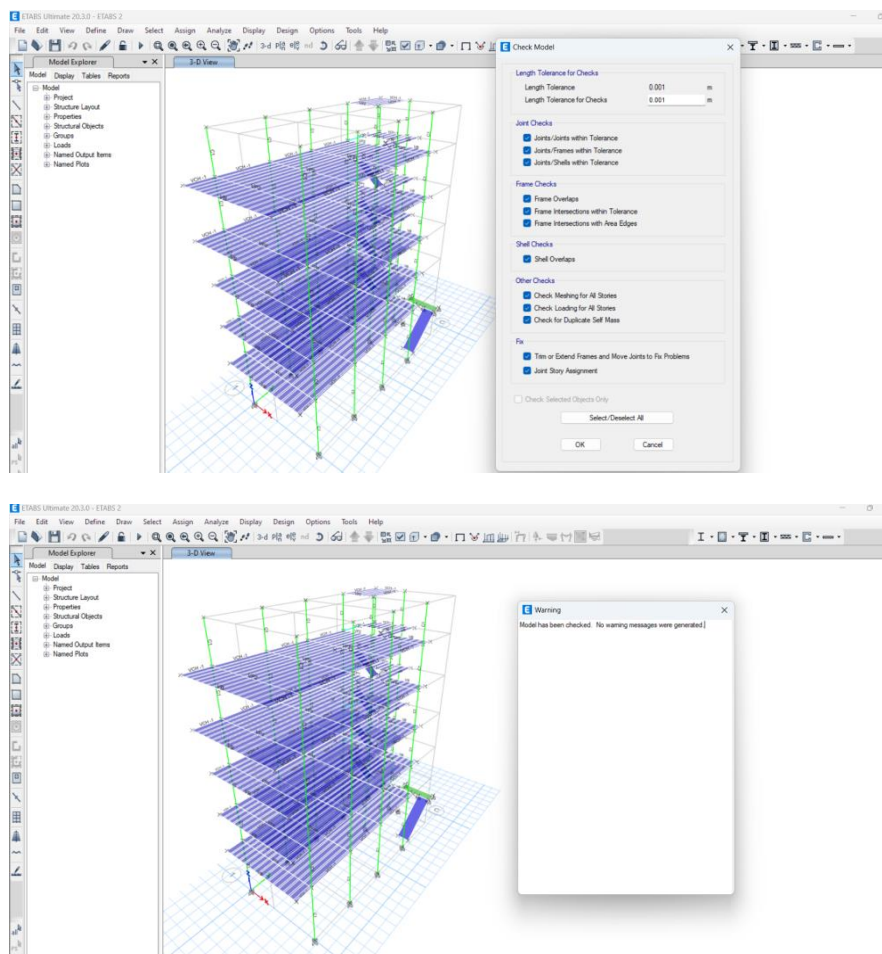
Nota: Ingresar siguiendo la siguiente ruta “Define/ Section Properties/ Slab Sections”. En Modeling Type se selecciona “Shell - Thin”, Se dibuja los elementos estructurales, para Columnas

dar clic en el icono , para vigas dar clic en el icono , para losas dar clic en el icono . Y para verificar la dirección del techado de las losas ir a “Set Display Options”  “Slab Internal Ribs”.

Posterior a todo eso es importante realizar un chequeo general de la edificación, con el fin de que no haya ningún error, esto se realiza yendo a la opción “Analyze / Check Model” para ello es recomendable dar una tolerancia de 10 mm de separación con cada elemento.

Figura 78.

Chequeo general del modelo de la edificación.



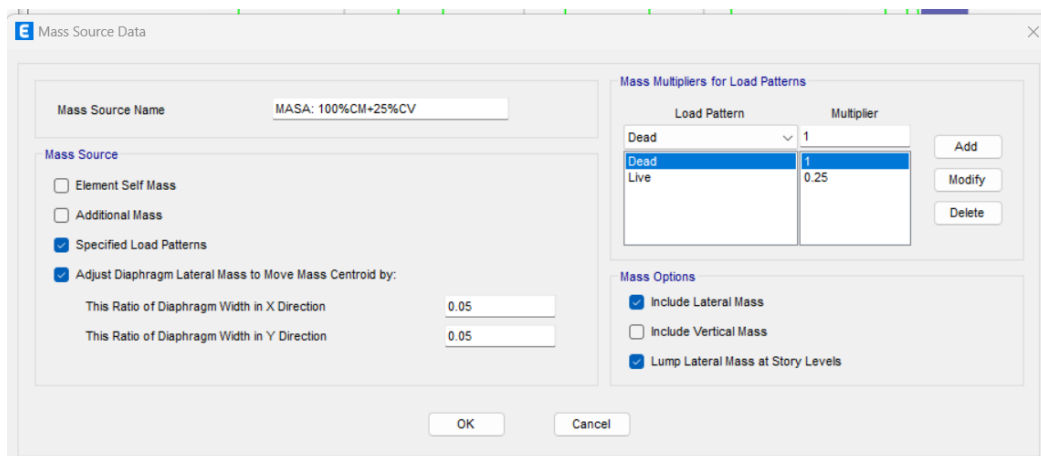
Nota: Se muestra imagen, en la cual se observa que el modelo no presenta ningún error.

Para definir la masa sísmica se recomienda tener en cuenta **la Norma E.030 Diseño Sismoresistente artículo 26.- Estimación del peso (P)** el peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- c) En los depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se toman el 25% de la carga viva.
- e) En estructura de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que puede contener.

Figura 79.

Asignación de masa sísmica del modelo de la edificación (edificación Tipo C, para nuestro caso).



Nota: Se muestra imagen, donde se asigna la masa sísmica teniendo en cuenta la categoría de la edificación en estudio.

Luego para realizar las restricciones de la base de la edificación, es necesario colocar los empotramientos perfectos, esto se realiza seleccionando todos los apoyos en la base en “Assign / Joint/ Restraints”.

Figura 80.

Asignación de restricciones en la base.

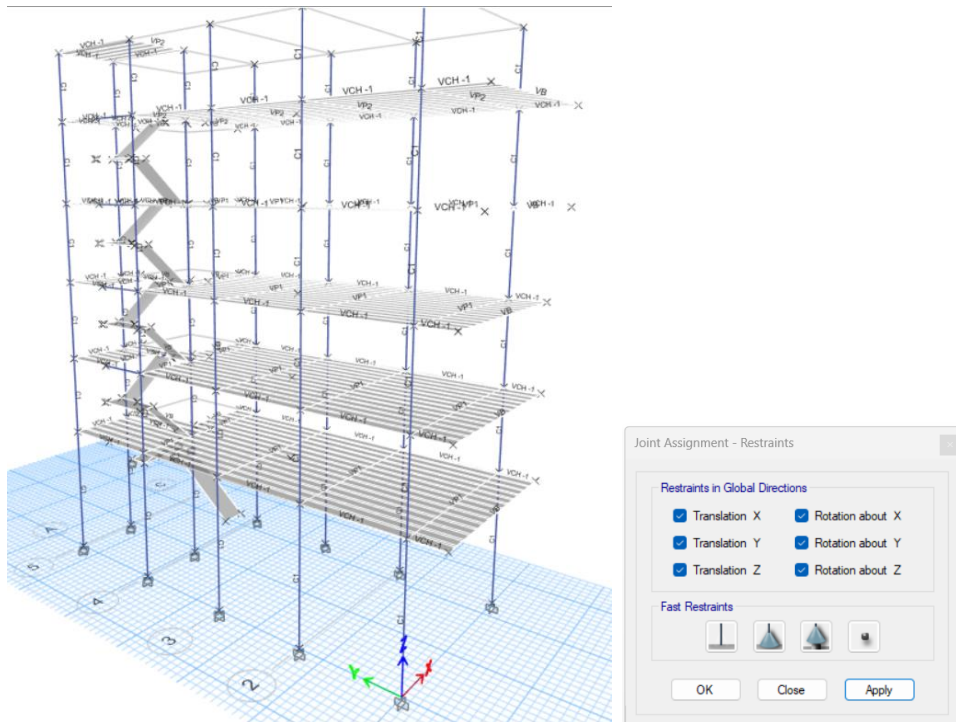


Figura 81.

Definición del caso modal.

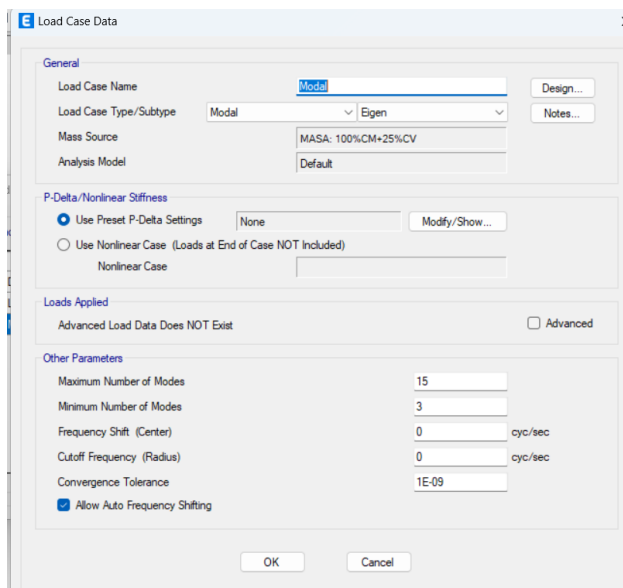
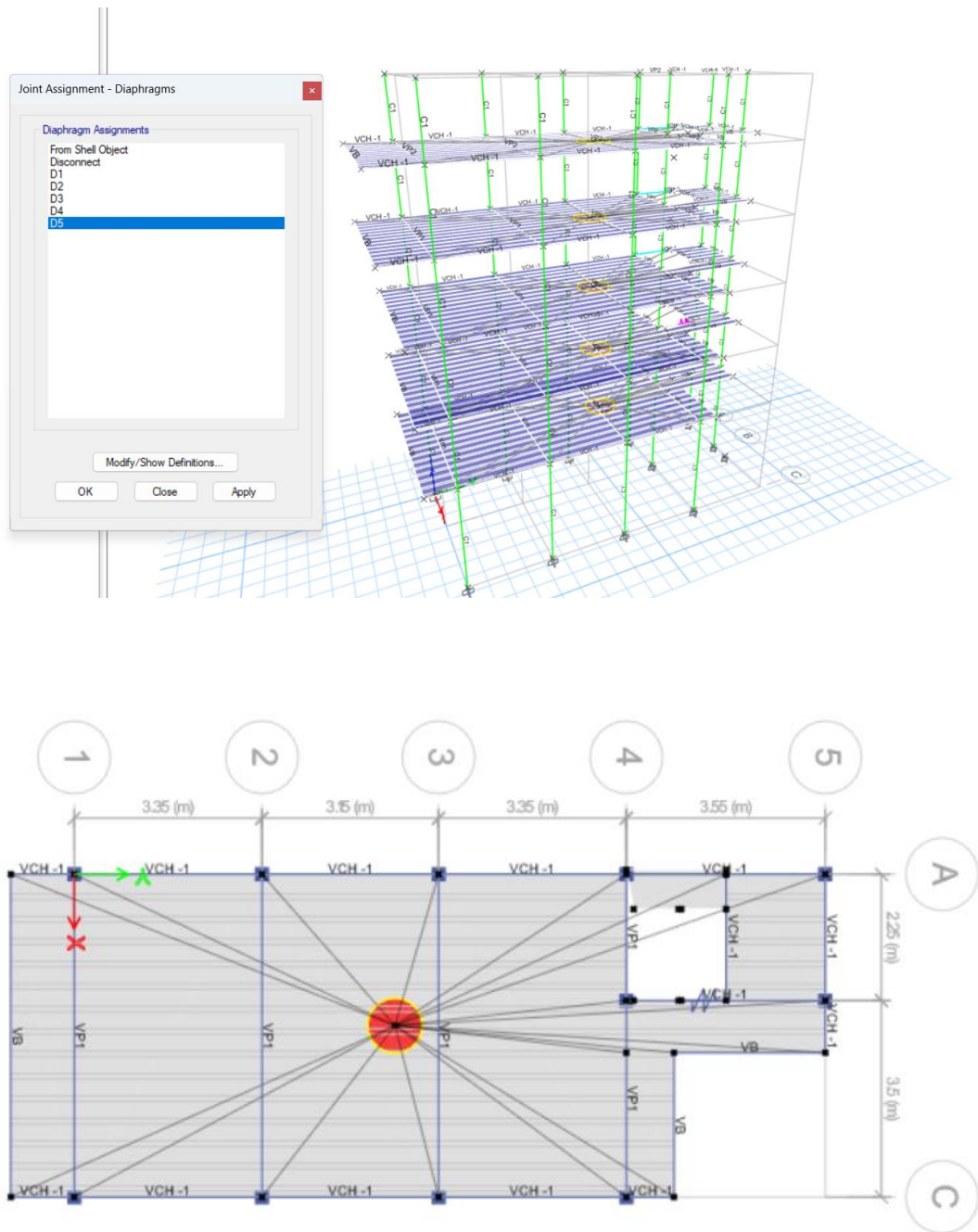


Figura 82.

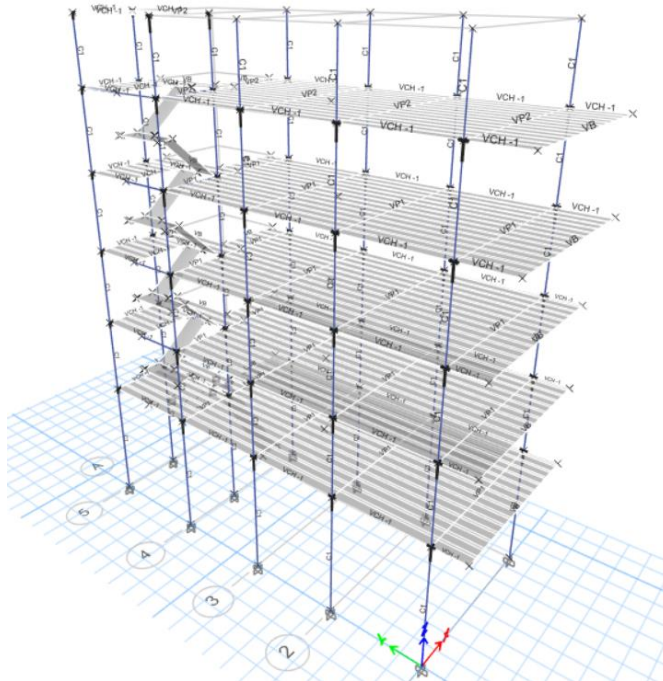
Definición de diafragmas rígidos.



También es necesario la creación del brazo rígido, para ello se selecciona todo el dibujo en "Select / all", seguidamente se asigna el brazo rígido en "Assing / Frame / End Length Offsets".

Figura 83.

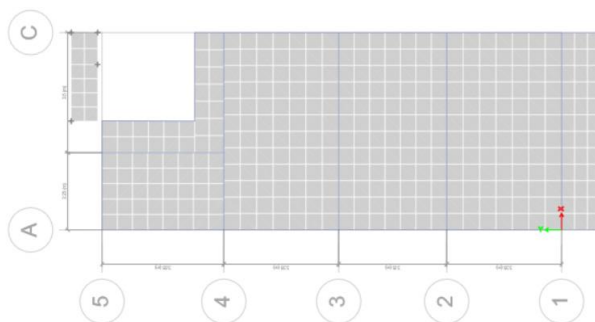
Creación de brazo rígido.



Es muy importante realizar la discretización, es un método para el análisis estructural, a menores dimensiones de los elementos es mejor la precisión. Para realizar esto se selecciona, en “Assing/ Shell/ Floor Auto Mesh Options”, discretización de losas.

Figura 84.

Discretización de las losas.



Para definir las cargas a las que estará sometida la edificación en estudio ya sea carga por peso propio (Dead), cargas vivas (Live), carga viva de techo (Roof Live), se selecciona Define / Load Patterns. Luego para asignar las cargas en los elementos Shell/ área. Se deber asignar las cargas uniformes sobre elementos área en las losas, proceder a seleccionar las losas. En “Select /Properties/ Slab Sections”, y una vez seleccionado las losas de e=20cm, en “Assig /Shell Loads /Uniform”, colocar el peso de la carga muerta que para nuestro caso es de 170.20 (kg/m2) para todos los niveles. También se asigna la carga viva de acuerdo a los valores determinados en “Assing/ Shell Loads/ Uniform”. Y asignar las cargas distribuidas en las diferentes vigas, en “Assign / Frame Loads / Distributed”, tanto la carga distribuida de manera uniforme y en “Assign/Frame Loads/Distributed”, la carga distribuida de manera no uniforme.

A continuación, la determinación de los diferentes tipos de carga soportados por la edificación.

Figura 85.

Cargas vivas mínimas repartidas – metrado según NTP E.020.

**TABLA 3.1.1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS**

Ocupación o uso	Cargas repartidas kPa (kgf/m ²)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 3.1.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	
Corredores y escaleras	5,0 (500) Ver 3.1.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	
Corredores y escaleras	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)


Figura 86.

Metrado de cargas del aligerado (carga muerta).

METRADO DE CARGA DE ALIGERADOS

- Espesor de aligerado	h	=	20.00 cm
ladrillo lark h=15cm			
- medias de ladrillo			
A	=		30.0 cm
L	=		30.0 cm
e	=		15.0 cm
P	=		7.80 kg
- propiedades de losa			
vigueta			
	bw	=	10.0 cm
	hl	=	5.0 cm
- peso concreto por m2			
losa	=		120.00 kg/m2
vigueta	=		108.00 kg/m2
- peso ladrillo			
	=		70.20 kg/m2
peso aligerado por m2		=	298.20 kg/m2
peso piso terminado		=	100.00 kg/m2
TOTAL		=	398.20 kg/m2

MANUAL ABOYO	LADRILLO HUECO 15 LISO
CARACTERISTICAS GENERALES	
Denominación del Bien : HUECO 15 LISO	
Denominación técnica : LADRILLO HUECO 15	
Grupo/clase/familia : CONSTRUCCIONES DE TECHO	
Dimensiones (mm) : Alto : 15 Ancho : 300 L.Corte : 300	
Peso : 7.80 Kg.	
Unidades m ² : 9	



NOTA: dado que el programa ETABS calcula el peso del concreto, entonces solo ingresaremos lo que no es concreto armado

W	=	170.20 kg/m2	(carga a ingresar al modelo en ETABS)
----------	----------	---------------------	---------------------------------------

Tabla 92.

Resumen de asignación de cargas uniformes en elementos Shell/área.

Piso	Descripción	Tipo de carga	Peso total (kg/m2)
Piso 1	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Para viviendas – escaleras y corredores.	Carga viva	200.00
Piso 2	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Para viviendas – escaleras y corredores	Carga viva	200.00
Piso 3	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Para viviendas – escaleras y corredores	Carga viva	200.00

Piso 4	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Para viviendas – escaleras y corredores	Carga viva	200.00
Piso 5	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Carga del techo o azotea.	Carga viva	100.00

Figura 87.

Metrado de tabiquería sobre vigas (asignación de cargas distribuidas en vigas).

metrados de tabiquería sobre viguetas o vigas Chatas

VIGAS CHATAS O VIGUETAS	
MURO DE LADRILLO	
VIGAS CHATAS O VIGUETAS	

espsor	0.15 m
altura	2.5 m
Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
Carga Distribuida	506 kg/m

metrados de tabiquería sobre Vigas VP 25x50

VIGA 25x50	
MURO DE LADRILLO	
VIGA 25x50	

espsor	0.15 m
altura	2.3 m
Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
Carga Distribuida	466 kg/m

metrados de tabiquería sobre Vigas VP 25x45

VIGA 25x45	
MURO DE LADRILLO	
VIGA 25x50	

espsor	0.15 m
altura	2.35 m
Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
Carga Distribuida	476 kg/m

Metrados del volado frontis 0.90m

espsor	0.15 m
altura	0.9 m
Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
Carga Distribuida	182 kg/m

Metrados parapeto 1.20m

espsor	0.15 m
altura	1.2 m
Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
Carga Distribuida	243 kg/m

Figura 88.

Asignación de carga muerta en todos los pisos.

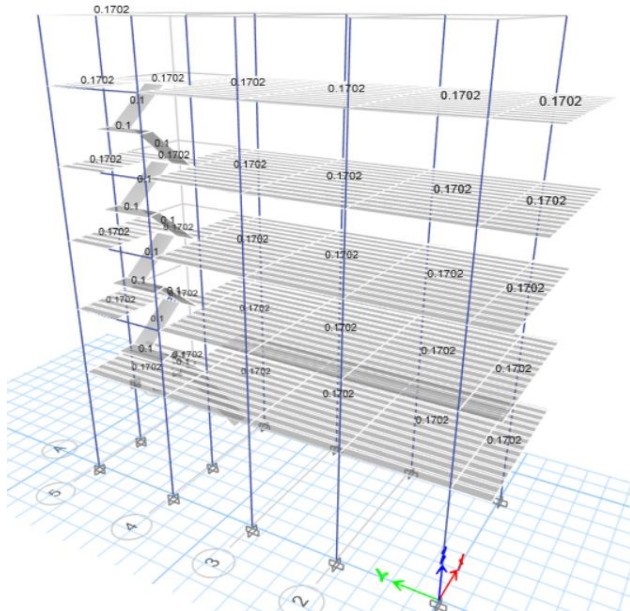


Figura 89.

Asignación de carga viva en todos los pisos.

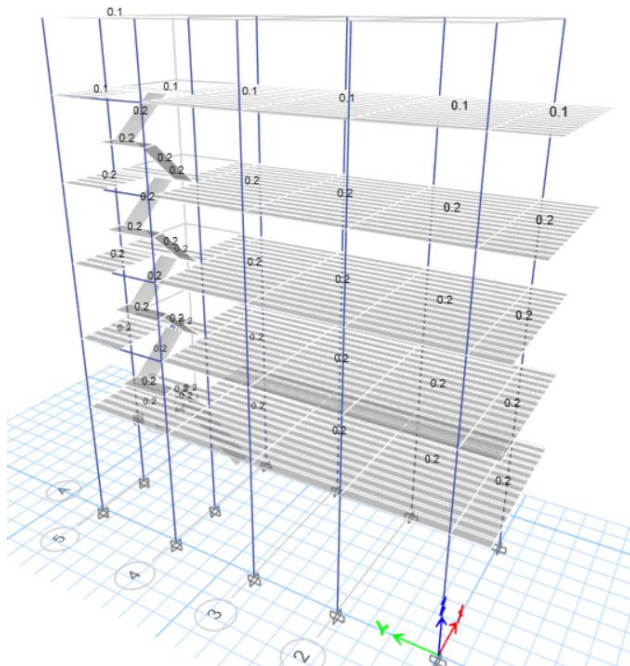
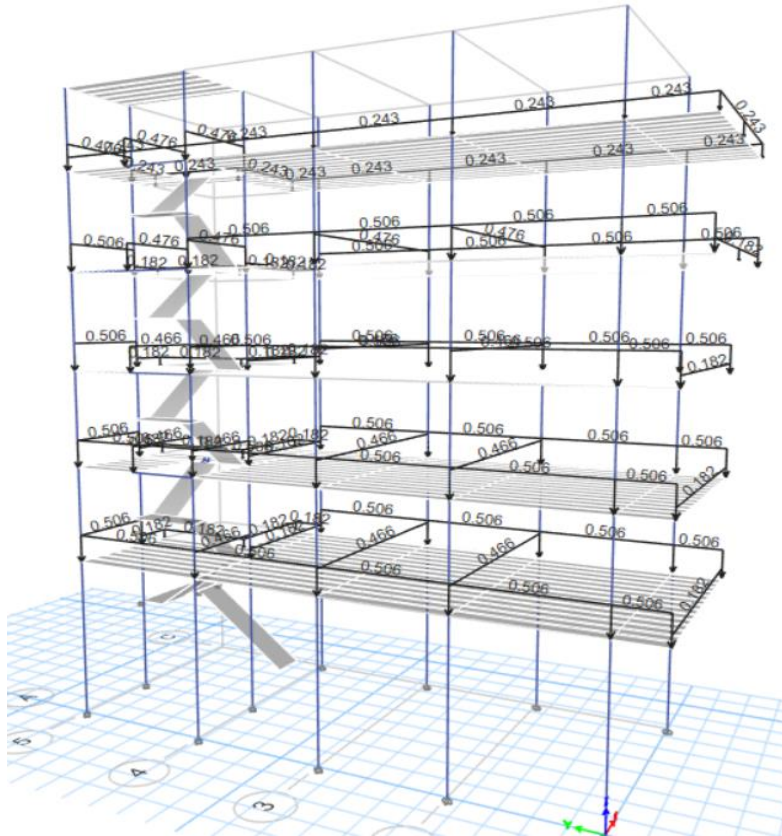


Figura 90.

Asignación de cargas distribuidas en vigas en todo el modelo.



1.1. Análisis sísmico estático – Teniendo en cuenta la norma E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE.

Se procede a determinar los parámetros sísmicos para la edificación en investigación, teniendo en cuenta la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

a) *Considerando el Artículo 10.- Zonificación - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, en las siguientes figuras N° 91 y N° 92 se determina la zona y el factor de zona para el presente proyecto.*

Figura 91.

Factores de zona (Z) – según ubicación de la edificación.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 92.

Zonificación sísmica – Ubicación de la edificación.

CAJAMARCA	CHOTA	ANGUIA	2	DOCE DISTRITOS
		CHADÍN		
		CHALAMARCA		
		CHIGUIRIP		
		CHIMBAN		
		CHOROPAMPA		
		CHOTA		
		CONCHAN		
		LAJAS		
		PACCHA		
		PIÓN		
		TACABAMBA		
		COCHABAMBA	3	SIETE DISTRITOS
		HUAMBOS		
LLAMA				
MIRACOSTA				
QUEROCOTO				
SAN JUAN DE LICUPIS				
TOCMOCHE				

Nota: de las figuras anteriores se logra determinar que por la ubicación de la edificación seleccionada el factor de zona $Z=0.25$.

b) *Considerando el Artículo 15.- Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U) - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, en la siguiente figura N° 93 se determina la categoría y el factor de Uso de la edificación del presente proyecto.*

Figura 93.

Categoría de las edificaciones y factor de uso (U).

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota: de la figura anterior se determina que teniendo en cuenta que es una edificación común: vivienda, el factor de uso (U)=1.

c) *Considerando los resultados del estudio de suelos y el Artículo 12.- Condiciones Geotécnicas - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, a continuación, se procede a determinar el tipo de suelo de fundación.*

Teniendo en cuenta el - Artículo 12.1. Perfiles de Suelo de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente y de acuerdo con el estudio de suelos realizado para determinar el Perfil del suelo en el lugar de la zona de la vivienda elegida para la presente investigación, es un suelo TIPO S2 – SUELO INTERMEDIO.

d) *Considerando la zona, el tipo de suelo y el Artículo 13.- Parámetros de sitio (S, T_P y T_L) - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, a continuación, se procede a determinar los parámetros de sitio de la edificación.*

Los parámetros de sitio se determinan considerando el tipo de suelo y la zona del proyecto, y se determina en la siguiente figura:

Figura 94.

Determinación de parámetros de sitio.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota: de la figura anterior se determina los parámetros de sitio (S= 1.20); (T_P =0.6) y (T_L =2.0).

e) *Considerando el Artículo 14.- Factor de amplificación sísmica (C) - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, a continuación, se procede a determinar el factor de amplificación sísmica.*

Según lo normado, para determinar la amplificación sísmica se tiene varias expresiones que se pueden utilizar dependiendo del valor del periodo fundamental de vibración (T).

Determinación del Periodo fundamental de vibración (T)

El periodo fundamental de vibración para la presente investigación se ha tenido a bien considerar el determinado por el programa Etabs, ya que este valor depende de las características de altura, rigidez y masa de la edificación – por lo que los datos considerados de la figura N° 96, son el periodo fundamental tanto para dirección XX y YY.

$T_x = 1.268 \text{ seg.}$

$T_y = 1.428 \text{ seg.}$

Teniendo en cuenta el periodo fundamental de vibración, en la siguiente figura se determina la expresión a utilizar para determinar la amplificación sísmica (C):

Figura 95.

Determinación de expresión a utilizar para la amplificación sísmica.

$T < T_P \qquad C = 2,5$

$T_P < T < T_L \qquad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$

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

Donde T = periodo

Nota: de las expresiones anteriores se determina utilizar la segunda expresión puesto que T es mayor que T_P y menor que T_L .

RESUMEN DE PARÁMETROS SÍSMICOS:

$$Z= 0.25$$

$$U=1.00$$

$$S= 1.20$$

$$T \text{ en dirección } x = 1.268$$

$$T_P = 0.6$$

$$T_L = 2.0$$

$$T \text{ en dirección } y = 1.428$$

LOS COEFICIENTES DE REDUCCIÓN “R” SON:

$$\text{Factor en irregularidad en altura } I_a = 1.00$$

$$\text{Factor en irregularidad en planta } I_p = 1.00$$

$$R_x = 8.00 \text{ Pórticos de concreto armado.}$$

$$R_y = 8.00 \text{ Pórticos de concreto armado.}$$

CÁLCULO DE LA AMPLIFICACIÓN SÍSMICA “C”:

$$T_P < T < T_L \quad ; \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$C_x = 2.5 * 0.6 / 1.268 = 1.1830$$

$$C_y = 2.5 * 0.6 / 1.428 = 1.0504$$

Figura 96.

Determinación del periodo de vibración.

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	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
▶	Modal	1	1.428	0.0141	0.8967	0	0.0141	0.8967	0	0.0944	0.0006	0.009	0.0944	0.0006	0.009
	Modal	2	1.268	0.5488	0.0011	0	0.5629	0.8978	0	7.616E-06	0.0253	0.4191	0.0944	0.0258	0.4281
	Modal	3	1.022	0.3771	0.0148	0	0.94	0.9127	0	0.0091	0.047	0.4896	0.1035	0.0728	0.9177
	Modal	4	0.437	1.295E-05	0.0661	0	0.94	0.9788	0	0.8065	0.0208	0.0023	0.91	0.0935	0.92
	Modal	5	0.367	0.0144	0.0004	0	0.9544	0.9792	0	0.0142	0.4553	0.0168	0.9242	0.5489	0.9367
	Modal	6	0.341	0.0347	0.0019	0	0.9891	0.9811	0	0.0019	0.3964	0.0467	0.9261	0.9452	0.9835
	Modal	7	0.233	0.0003	0.0121	0	0.9894	0.9932	0	0.028	0.0007	0.0023	0.9541	0.9459	0.9858
	Modal	8	0.197	0.0013	0.0003	0	0.9907	0.9935	0	0.0007	0.0037	0.0018	0.9548	0.9496	0.9875
	Modal	9	0.189	0.0045	3.9E-05	0	0.9952	0.9935	0	1.182E-05	0.0121	0.0064	0.9548	0.9617	0.9939
	Modal	10	0.151	1.807E-05	0.0023	0	0.9952	0.9958	0	0.0207	9.941E-06	0.0004	0.9755	0.9617	0.9943
	Modal	11	0.136	0.0004	0.0001	0	0.9957	0.996	0	0.0014	0.0093	0.0002	0.9769	0.971	0.9945
	Modal	12	0.129	0.0006	0	0	0.9963	0.996	0	0.0003	0.0065	0.0014	0.9772	0.9775	0.9959
	Modal	13	0.115	9.568E-07	0.0003	0	0.9963	0.9962	0	0.0007	4.676E-05	9.046E-06	0.9779	0.9776	0.9959
	Modal	14	0.108	0	0.0036	0	0.9963	0.9998	0	0.0212	1.382E-06	0.001	0.9991	0.9776	0.9969
	Modal	15	0.108	3.463E-05	3.593E-05	0	0.9963	0.9998	0	0.0001	0.0002	0.0001	0.9992	0.9777	0.997

Record: << < 1 > >> of 15

Add Tables... Done

NOTA: De la figura anterior determinamos los periodos de vibración (T) en dirección XX, YY y ZZ.

FUERZA CORTANTE EN LA BASE DETERMINADA EN EL EXCEL.

A continuación, determinamos la fuerza cortante en la base en dirección XX y YY utilizando una hoja de cálculo EXCEL y teniendo en cuenta la Norma E.030 Diseño Sismorresistente – así mismo determinamos los parámetros y valores necesarios para ingresar al programa Etabs y poder verificar nuestro cálculo.

Artículo 28 - 28.2.- Fuerza cortante en la Base

28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura correspondiente a la dirección considerada, de determina por la siguiente expresión:

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

Asimismo, tener en consideración la condición del 28.2.2. El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Figura 97.

Determinación en hoja de cálculo Excel el sismo estático en dirección XX y YY y los parámetros necesarios para ingresar al programa Etabs.

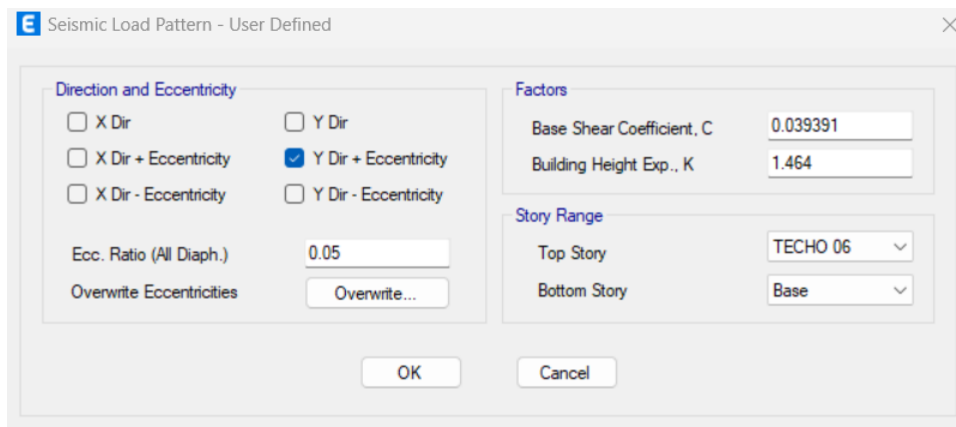
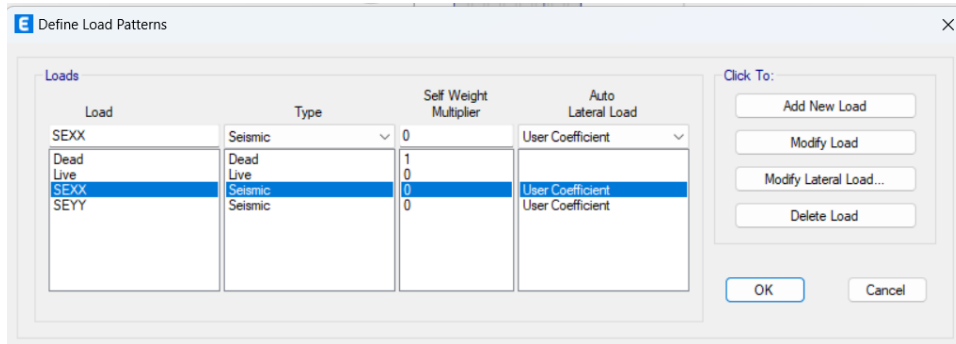
ANALISIS SISMICO ESTATICO DIRECCION X-X, Y-Y			
TX=	1.268		
Z=	0.25	Zona 2	
U=	1	Vivienda C	
S=	1.20	Suelo Intermedio S2	
TP=	0.6		
TL=	2		
Cx=	1.1830		
R=	8	Ro=8 portico CA	
la=	1		
lp=	1		
C/R>0.11	0.1478707	Cumple	
PESO=	364.6409	ton	
VEY=ZUCyS/Ry	0.039391	Coef sismo	
VEY=ZUCS/R*Pe	16.17591		
Kx=	1.384		
TY=	1.428		
Z=	0.25	Zona 2	
U=	1	Vivienda C	
S=	1.20	Suelo Intermedio S	
TP=	0.6		
TL=	2		
Cy=	1.0504		
R=	8	Ro=8 portico CA	
la=	1		
lp=	1		
C/R>0.11	0.131303	Cumple	
PESO=	364.6409	ton	
VEY=ZUCyS/Ry	0.039391	Coef sismo	
VEY=ZUCS/R*Pe	14.36348		
Ky=	1.464		

Nota: de la figura anterior se indica que la cortante en la base en dirección XX=16.17591 y la cortante en la base en dirección YY=14.36348 – así mismo se aprecia los coeficientes a considerar en el Etabs.

Teniendo los datos necesarios calculados con ayuda del Excel y En el programa Etabs nos vamos a “Define Load Patterns”, se crea el sismo en (X): (SEXX) y el sismo en la dirección (Y): (SEYY).

Figura 98.

Ingresar el sismo estático.



Nota: Se ingresa en el programa Etabs el valor del coeficiente de cortante en la base que es de 0.044361 en dirección de X, el valor de $k_x=1.384$ con una excentricidad de 5%. Ingresar el coeficiente de la cortante en la base que es de 0.039391 en la dirección de Y, el valor de $k_x=1.464$ con una excentricidad de 5%.

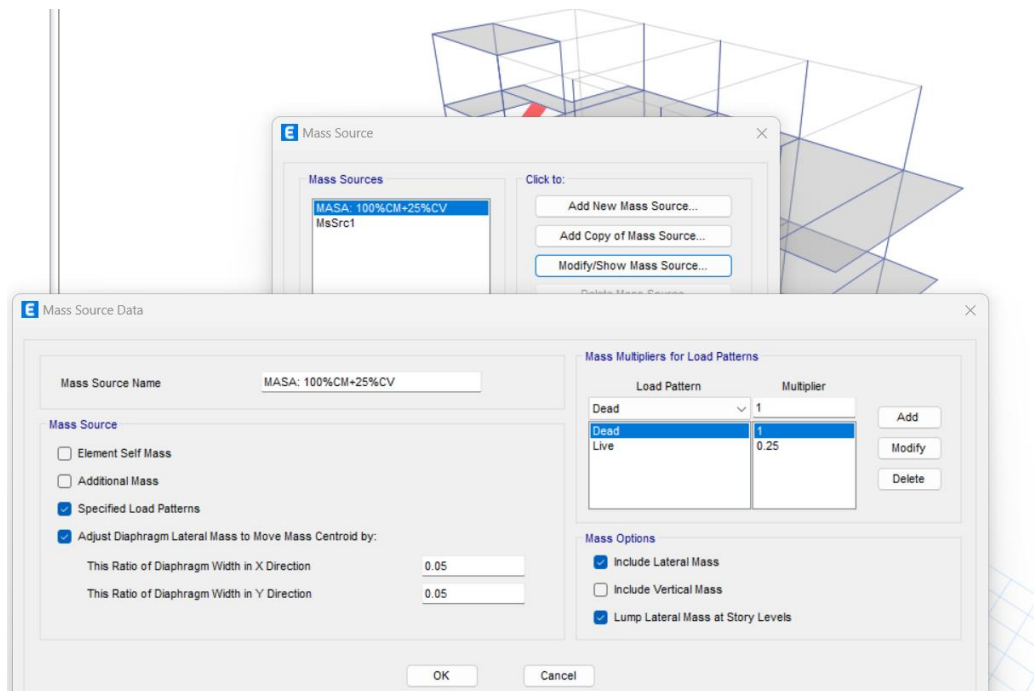
Considerando la norma E-30 de diseño sismorresistente, indica que el peso (P), se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga de la siguiente manera:

Artículo 26.- Estimación del peso.

b) En edificaciones de categoría C, se toma el 25% de la carga viva.

Figura 99.

Definir el peso de la edificación (como se va a calcular la masa)



Finalmente, se ejecuta el análisis estático. Para lo cual se configura las opciones de análisis, en “Analyze / Set Active of Freedom” y posterior a ello se selecciona Full 3D. Así mismo, en “Analyze / Set Load Cases to Run”, se selecciona “Calculate Diaphragm Centers of Rigdty”, con la finalidad de que calcule el centro de rigidez del diafragma y se corre el programa en “Run Mow”.

Artículo 28. - 28.2.- Fuerza cortante en la Base

Esta fuerza se determina por la siguiente expresión:

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

Asimismo, tener en consideración la condición del 28.2.2. El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Figura 100.

Se muestra la fuerza cortante estática en dirección XX – en el programa Etabs.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-mm	MX tonf-mm	MY tonf-mm
TECHO 06	SEXX	LinStatic			Top	0	-0.6344	0	6505.3	0	0
TECHO 05	SEXX	LinStatic			Top	0	-5.357	0	37144.29	0.001624	-1395.77
TECHO 04	SEXX	LinStatic			Top	0	-9.8722	0	66420.38	-0.002359	-15859.68
TECHO 03	SEXX	LinStatic			Top	0	-13.0088	0	87285.82	-0.004947	-42514.65
TECHO 02	SEXX	LinStatic			Top	0	-15.0665	0	101293.71	-0.0005848	-77638.41
TECHO 01	SEXX	LinStatic			Top	0	-16.1686	0	108937.29	-0.0002761	-118317.84

Figura 101.

Se muestra la fuerza cortante estática en dirección YY – en el programa Etabs.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-mm	MX tonf-mm	MY tonf-mm
TECHO 06	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-0.5838	-876.77	0	0
TECHO 05	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-4.8828	-13262.06	1284.41	-6.123E-05
TECHO 04	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-8.9293	-25335.78	14468.07	-8.371E-05
TECHO 03	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-11.6861	-33555.62	38577.16	-0.0002537
TECHO 02	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-13.4485	-38708.16	70129.51	-9.308E-05
TECHO 01	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-14.3571	-41407.83	106440.49	0.0007152

Tabla 93.

Determinación de peso por nivel.

Nivel	Peso	ubicación	P	PESO POR NIVEL
			tonf	Tonf
06	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	8.439	8.439
05	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	69.828	61.390
04	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	144.331	74.503
03	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	216.811	72.480
02	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	291.088	74.276
01	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	364.641	73.553
TOTAL				364.641

Tabla 94.*Masa y pesos de la estructura.*

N° DE PISO	MASA (Kgf -s2/m)		Peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
6	8,438.500	8,438.500	8,438.500	8,438.500
5	61,389.900	61,389.900	61,389.900	61,389.900
4	74,502.800	74,502.800	74,502.800	74,502.800
3	72,480.000	72,480.000	72,480.000	72,480.000
2	74,276.300	74,276.300	74,276.300	74,276.300
1	73,553.400	73,553.400	73,553.400	73,553.400
TOTAL	364,640.90	364,640.90	364,640.90	364,640.90

Nota: el peso se ha determinado redondeando la gravedad al valor de 10 (PESO = masa * gravedad)

Peso en X= 364,640.90 Kgf Peso en Y = 364,640.90 Kgf

La fuerza cortante en X: $V_x = 16,176.382 = 16.176$ ton

La fuerza cortante en Y: $V_y = 14,363.205 = 14.363$ ton

Artículo 28. - 28.3.- Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Estas fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i, correspondientes a la dirección considerada, se calcula con las siguientes ecuaciones:

Figura 102.

Fórmula para determinar la fuerza sísmica horizontal en cualquier nivel.

$$F_i = \alpha_i \times V$$

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

Donde:

V= Cortante Basal

α_i = Factor de F

n = Número de pisos

K = es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow K = 1.00$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow K = 0.75 + 0.5T \leq 2.00$$

Tabla 95.

Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.

NIVEL	Altura hi (m)	Peso ton	Pi*hi k	Alfai	Fi ton	Mti ton*m
TECHO 06	17.4	8.439	439.73	0.0491	0.7950	0.5327
TECHO 05	15.2	61.390	2,653.2	0.2966	4.7970	3.2140
TECHO 04	12.5	74.503	2,456.4	0.2746	4.4412	2.9756
TECHO 03	9.8	72.480	1,706.4	0.1907	3.0852	2.0671
TECHO 02	7.1	74.276	1,119.4	0.1251	2.0239	1.3560
TECHO 01	4.4	73.553	571.66	0.0639	1.0336	0.6925
		Suma				
		Pi*hi k	8,946.8		16.176	

Nota: Tx=1.268 Dy=13.4; VEX=16.175901; Eaccy=5% DY=0.67 m; K=1.384

Tabla 96.

Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.

NIVEL	Altura hi (m)	Peso ton	Pi*hi k	Alfai	Fi ton	Mti ton*m
TECHO 06	17.4	8.439	439.73	0.0491	0.7060	0.2047
TECHO 05	15.2	61.390	2,653.2	0.2966	4.2595	1.2353
TECHO 04	12.5	74.503	2,456.4	0.2746	3.9436	1.1436
TECHO 03	9.8	72.480	1,706.4	0.1907	2.7395	0.7945
TECHO 02	7.1	74.276	1,119.4	0.1251	1.7972	0.5212
TECHO 01	4.4	73.553	571.66	0.0639	0.9178	0.2662
		Suma				
		Pi*hi k	8,946.8		14.363	

Nota: Ty=1.428 Dx=5.80; VEY=14.36348; Eaccy=5%Dx=0.29 m; K=1.464

1.2. Análisis Sísmico Dinámico – Teniendo en cuenta la norma E.030 DISEÑO SISMORESISTENTE.

Para obtener los resultados del análisis dinámico se ha procedido a definir el espectro de respuesta en dirección X e Y, esto se ha realizado empleando el método de la superposición espectral considerando como criterio la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo, considerando un amortiguamiento y excentricidad del diafragma del 5%, y finalmente se ha corrido el modelo considerando el chequeo espectral y modal.

Para los modos de vibración de la estructura se tomaron en cuenta las consideraciones:

- El número mínimo de modos es de 3 (dos de traslación y de rotación).
- En cada dirección se han considerado aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas ha sido por lo menos el 90 % de la masa total.

Resumen de parámetros sísmicos:

Teniendo en cuenta que es una edificación tipo vivienda ubicada en una zona sísmica Z3, suelo S2 - se tiene el siguiente resumen de parámetros sísmicos.

Tabla 97.

Resumen de parámetros sísmicos.

Z	0.25
U	1.00
S	1.20
TP	0.6
TL	2.0
CATEGORIA	C
Rx	8
Ry	8

Determinación de parámetros para espectro de respuesta sísmica:

Factor $ZUCSg/Rx$ = para dirección X =0.367875

Factor $ZUCSg/Ry$ = para dirección Y=0.367875

Tabla 98.

Espectro De Respuesta Sísmica.

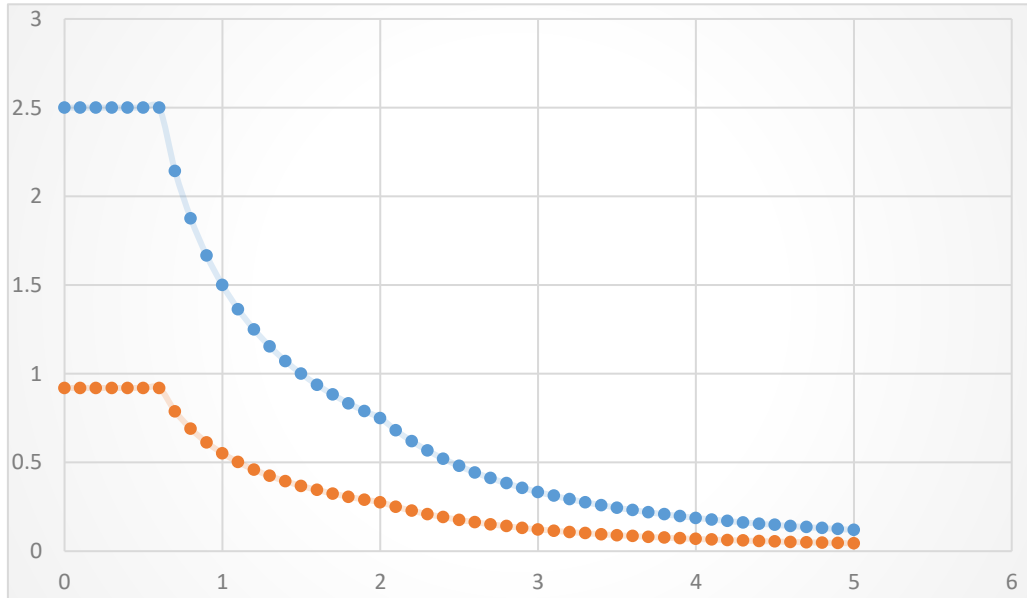
	T	C	Sa
	0	2.5	0.919688
	0.1	2.5	0.919688
	0.2	2.5	0.919688
	0.3	2.5	0.919688
	0.4	2.5	0.919688
	0.5	2.5	0.919688
TP=	0.6	2.5	0.919688
	0.7	2.1428571	0.788304
	0.8	1.875	0.689766

	0.9	1.6666667	0.613125
	1	1.5	0.551813
	1.1	1.3636364	0.501648
	1.2	1.25	0.459844
	1.3	1.1538462	0.424471
	1.4	1.0714286	0.394152
	1.5	1	0.367875
	1.6	0.9375	0.344883
	1.7	0.8823529	0.324596
	1.8	0.8333333	0.306563
	1.9	0.7894737	0.290428
TL=	2	0.75	0.275906
	2.1	0.6802721	0.250255
	2.2	0.6198347	0.228022
	2.3	0.5671078	0.208625
	2.4	0.5208333	0.191602
	2.5	0.48	0.17658
	2.6	0.443787	0.163258
	2.7	0.4115226	0.151389
	2.8	0.3826531	0.140768
	2.9	0.3567182	0.131228
	3	0.3333333	0.122625
	3.1	0.3121748	0.114841
	3.2	0.2929688	0.107776
	3.3	0.2754821	0.101343
	3.4	0.2595156	0.095469
	3.5	0.244898	0.090092
	3.6	0.2314815	0.085156
	3.7	0.2191381	0.080615
	3.8	0.2077562	0.076428
	3.9	0.1972387	0.072559
	4	0.1875	0.068977
	4.1	0.1784652	0.065653
	4.2	0.170068	0.062564
	4.3	0.1622499	0.059688
	4.4	0.1549587	0.057005
	4.5	0.1481481	0.0545
	4.6	0.1417769	0.052156
	4.7	0.1358081	0.04996
	4.8	0.1302083	0.0479
	4.9	0.1249479	0.045965
	5	0.12	0.044145

Nota: donde T =periodo; C = factor de amplificación sísmica; S_a =pseudo – aceleración.

Figura 103.

Gráfica del Espectro de respuesta en la dirección X y Y.



Nota: en la gráfica anterior se aprecia el espectro de respuesta sísmica determinado en el programa EXCEL, donde la línea de color azul representa el factor de amplificación sísmica (C) y la línea de color naranja representa la pseudo aceleración de la edificación (S_a) ambos con respecto al periodo fundamental de vibración (T).

Con los datos determinados procedemos a realizar el cálculo en el programa Etabs:

Figura 104.

Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs para dirección XX.

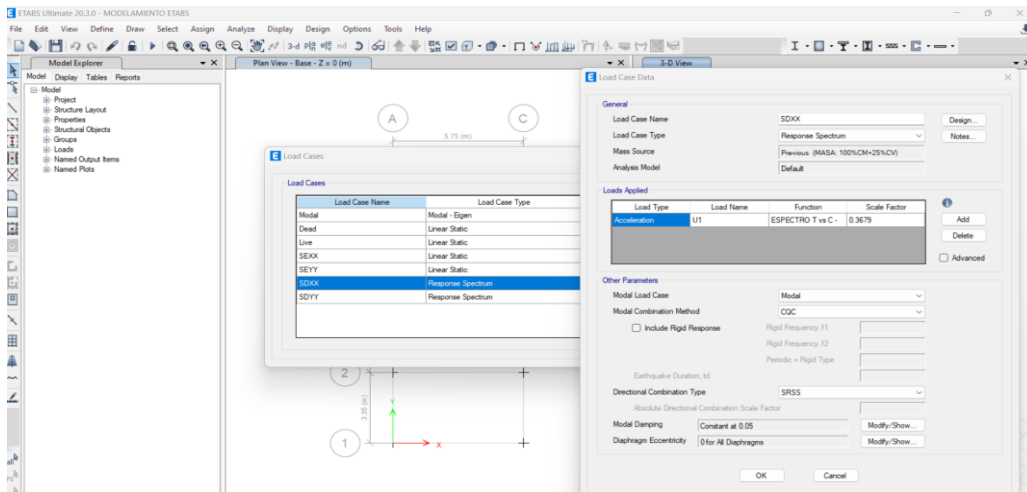


Figura 105.

Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs para dirección YY.

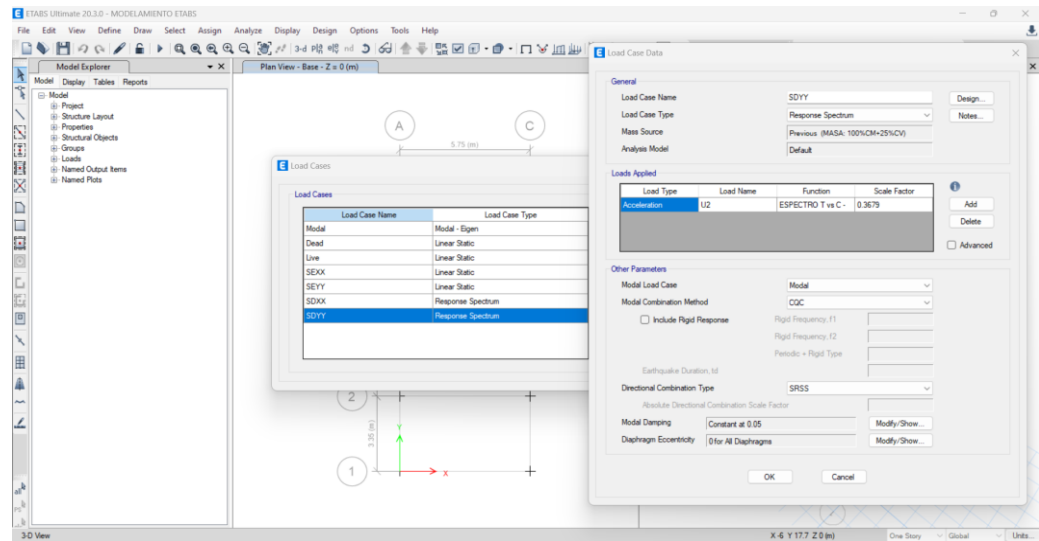
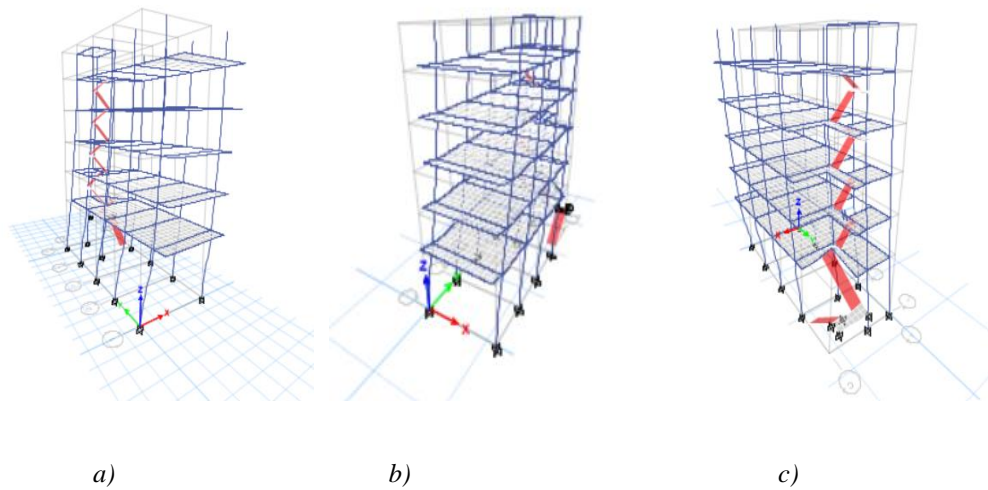


Figura 106.

Modos de vibración.



Nota: a) Modo 1 traslación, b) Modo 2 traslación, c) Modo 3 rotación.

Tabla 99.*Periodos y masa participativa de cada modo de vibración.*

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	1.428	0.0138	0.8967	0	0.0138	0.8967	0	0.0944	0.0005	0.0093	0.0944	0.0005	0.0093
Modal	2	1.27	0.5451	0.001	0	0.5589	0.8977	0	0.000004423	0.0253	0.4228	0.0944	0.0258	0.4321
Modal	3	1.023	0.3811	0.015	0	0.94	0.9127	0	0.009	0.0467	0.4855	0.1035	0.0725	0.9176
Modal	4	0.437	0.00001313	0.0661	0	0.94	0.9788	0	0.8066	0.0207	0.0023	0.9101	0.0933	0.9198
Modal	5	0.367	0.0138	0.0004	0	0.9538	0.9791	0	0.014	0.445	0.0176	0.9241	0.5382	0.9374
Modal	6	0.341	0.0353	0.002	0	0.9891	0.9811	0	0.002	0.407	0.046	0.9261	0.9453	0.9835
Modal	7	0.233	0.0003	0.0121	0	0.9894	0.9932	0	0.028	0.0007	0.0023	0.9541	0.9459	0.9858
Modal	8	0.197	0.0013	0.0003	0	0.9907	0.9935	0	0.0007	0.0035	0.0019	0.9548	0.9494	0.9876
Modal	9	0.189	0.0045	0.00004151	0	0.9952	0.9935	0	0.00001351	0.0123	0.0063	0.9548	0.9617	0.9939
Modal	10	0.151	0.00001779	0.0023	0	0.9952	0.9958	0	0.0207	0.00001067	0.0004	0.9755	0.9617	0.9943
Modal	11	0.136	0.0004	0.0001	0	0.9957	0.996	0	0.0015	0.0093	0.0002	0.9769	0.971	0.9945
Modal	12	0.129	0.0006	0	0	0.9963	0.996	0	0.0003	0.0065	0.0014	0.9772	0.9775	0.9959
Modal	13	0.115	0.00000102	0.0003	0	0.9963	0.9962	0	0.0007	0.00004856	0.000008951	0.9779	0.9776	0.9959
Modal	14	0.108	0	0.0036	0	0.9963	0.9998	0	0.0212	0.000001382	0.001	0.9991	0.9776	0.9969
Modal	15	0.108	0.0000347	0.0000358	0	0.9963	0.9998	0	0.0001	0.0002	0.0001	0.9992	0.9777	0.997

Nota: En el cuadro anterior se muestra la masa participativa de cada uno de los modos, del modelo, en función de los periodos, teniendo en cuenta que los modos de vibración cuya suma de masa efectiva ha sido por lo menos 90% de la masa total – de lo que se determina que cumple con los 15 modos considerados.

DETERMINANDO LA DISTORSIÓN MÁXIMA:

La distorsión máxima permitida por RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, Art. 32 Propone un límite para el desplazamiento lateral de entre piso de $\Delta i/h_{ei} = 0.007$ para estructuras de concreto armado. Se determinó los resultados más críticos en las dos direcciones y se verificó que cumplan las distorsiones según el caso de análisis.

Se muestra los resultados de las distorsiones máximas en cada modelo analizado.

Figura 107.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.

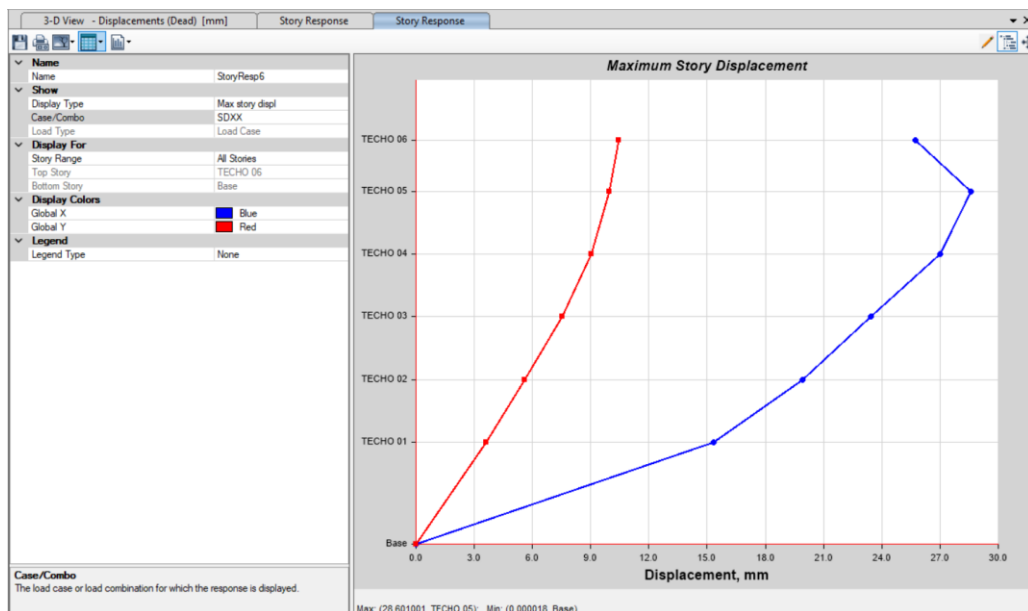
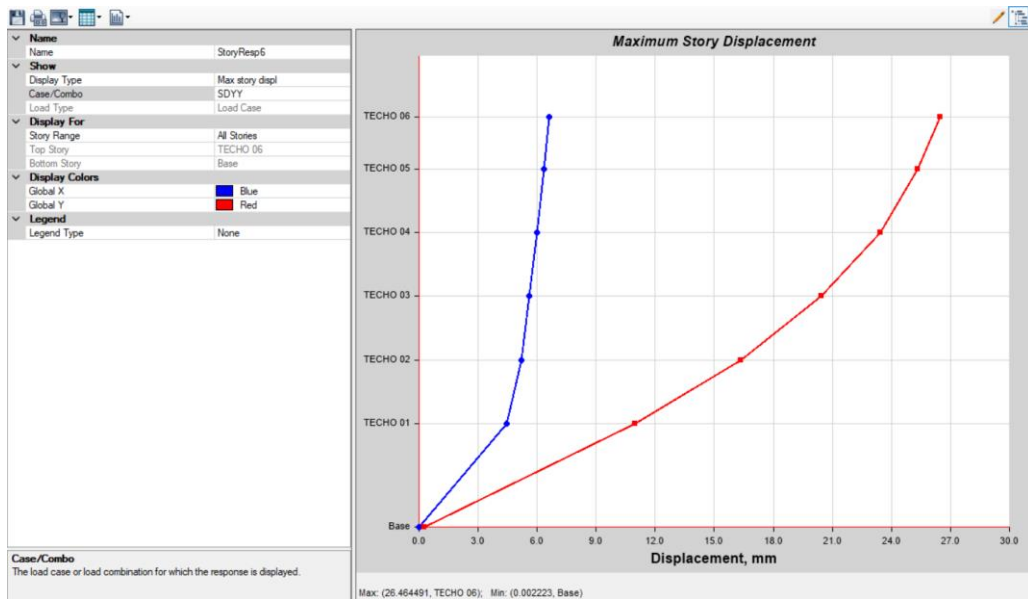


Figura 108.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.



Nota: En las Figuras 107 y 108, se muestran los desplazamientos máximos absolutos del análisis sísmico de la edificación, así como las verificaciones indicadas en la norma E.030, donde se tiene que el desplazamiento absoluto de la edificación por carga de sismo en dirección X es 28.601 mm, y en dirección Y es 26.464 mm.

Figura 109.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.

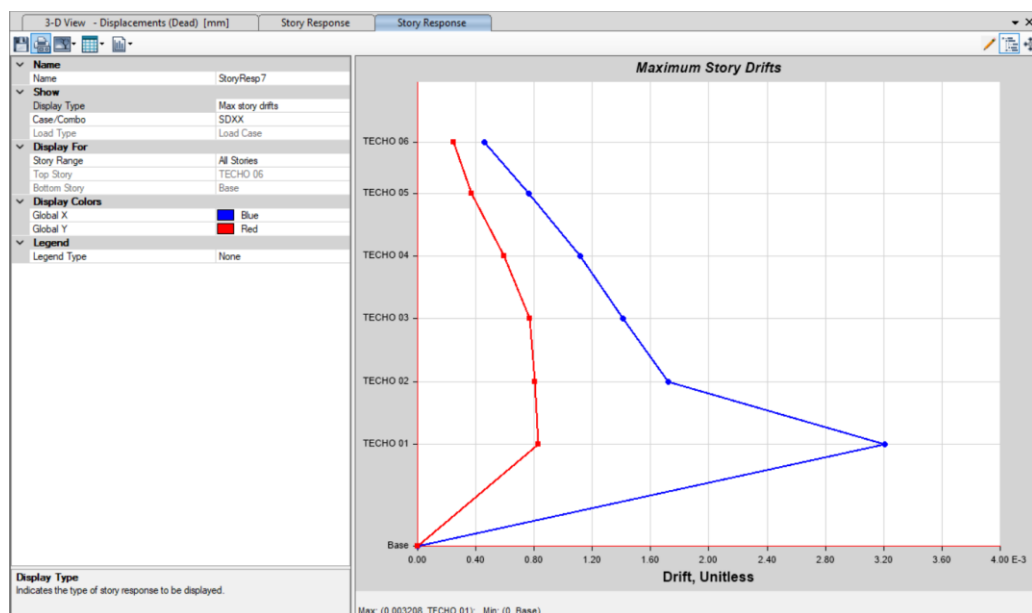
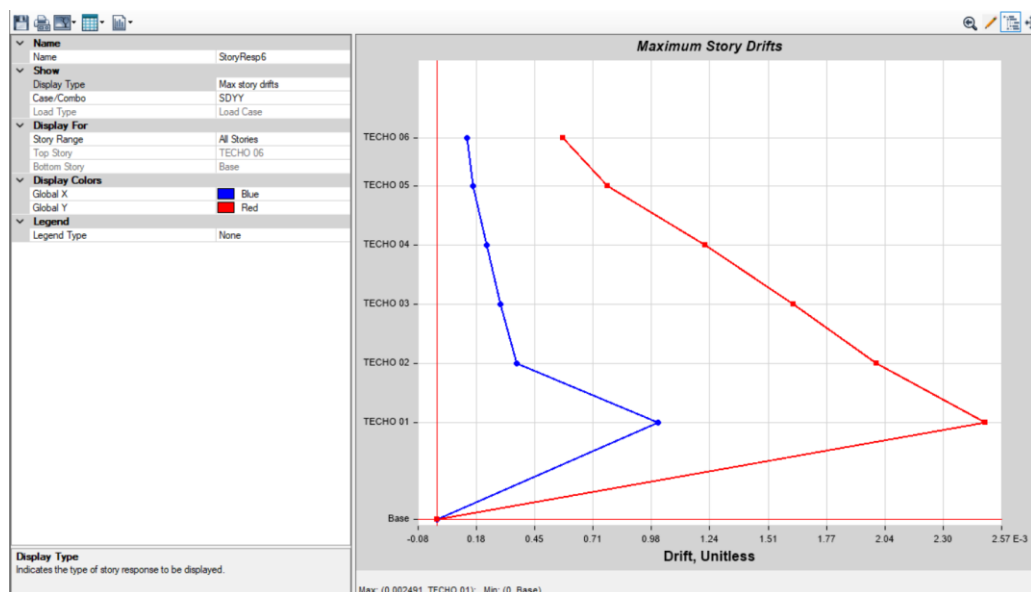


Figura 110.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.



Nota: En las Figuras 109 y 110, se muestran los desplazamientos máximos relativos del análisis sísmico de la edificación, donde se puede apreciar que el desplazamiento relativo de la estructura por carga de sismo en dirección X y Y, no cumple para todos los pisos de acuerdo con la normativa ver detalle en la siguiente tabla.

Tabla 100.

Desplazamiento relativo en dirección X e Y.

PISO	CASO DE CARGA		DERIVA	DERIVA $0.75 * R$	DERIVA <0.007
DERIVA MAXIMA POR PISO EN LA DIRECCION X					
TECHO 06	SDXX	X	0.000456	0.002736	SI
TECHO 05	SDXX	X	0.000763	0.004578	SI
TECHO 04	SDXX	X	0.001118	0.006708	SI
TECHO 03	SDXX	X	0.00141	0.00846	NO
TECHO 02	SDXX	X	0.001723	0.010338	NO
TECHO 01	SDXX	X	0.003208	0.019248	NO
DERIVA MAXIMA POR PISO EN LA DIRECCION Y					
TECHO 06	SDYY	Y	0.000573	0.003438	SI
TECHO 05	SDYY	Y	0.000777	0.004662	SI
TECHO 04	SDYY	Y	0.001221	0.007326	NO
TECHO 03	SDYY	Y	0.001619	0.009714	NO
TECHO 02	SDYY	Y	0.001999	0.011994	NO
TECHO 01	SDYY	Y	0.002491	0.014946	NO

Figura 111.

Cortante dinámica en X y Y.

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-mm	MY tonf-mm	MZ tonf-mm
SDXX	LinRespSpec	Max		12.8701	2.1147	5.062E-07	24474.74	135400.15	102239.06
SDYY	LinRespSpec	Max		2.1147	13.1935	0	140213.61	22598.91	30285.5

Tabla 101.

Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.

Dirección	Cortante	F	$V_{din} \geq 80\% V_{est}$		Factor De Amplificación
En X	Estática	16.176	79.56%	No cumple	1.0055
En X	Dinámica	12.870			
En Y	Estática	14.363	91.85%	Si cumple	
En Y	Dinámica	13.193			

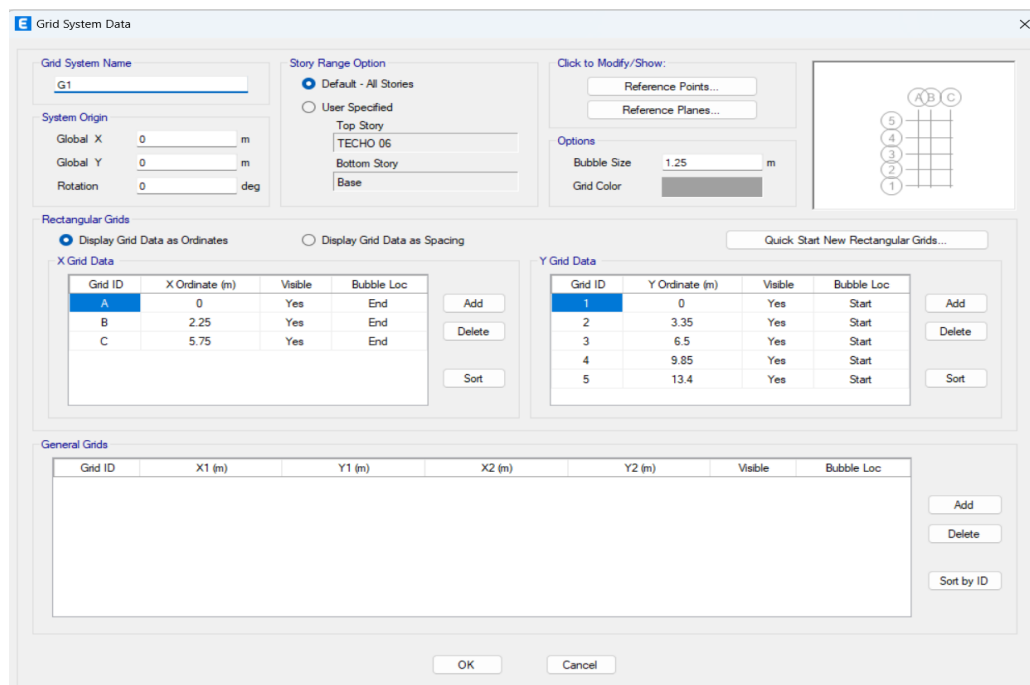
Según la norma E.030 (MVCS, 2020) indica que para edificaciones regulares (que es nuestro caso) la cortante dinámica debe ser superior o igual al 80% de la cortante estática, y 90% para edificaciones irregulares. En este caso para la presente investigación el resultado de la cortante dinámica en la dirección X es de 12.870, lo que representa el 79.56% de la cortante estática (16.176), en tal sentido, es necesario incrementar la cortante en dirección X, en cambio en la dirección Y la cortante dinámica es de 13.193, lo que representa el 91.85% de la cortante estática (14.363) en tal sentido, no necesario incrementar la cortante en dirección Y. Finalmente se indica que es necesario amplificar la cortante dinámica en la dirección X, para lo que se utilizó el factor F_{ax} igual a 1.0055, recalando que este factor no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

2). Modelamiento de la vivienda con concreto Liviano.

Iniciar con abrir el programa Etabs “File/New Model”. En, “Use Built-in Settings With”, es recomendable utilizar la configuración del modelo con los valores establecidos. Luego ingresar los datos de los ejes, el número de pisos y la información del espaciado entre ejes teniendo en cuenta las dimensiones de la vivienda según los planos correspondientes.

Figura 112.

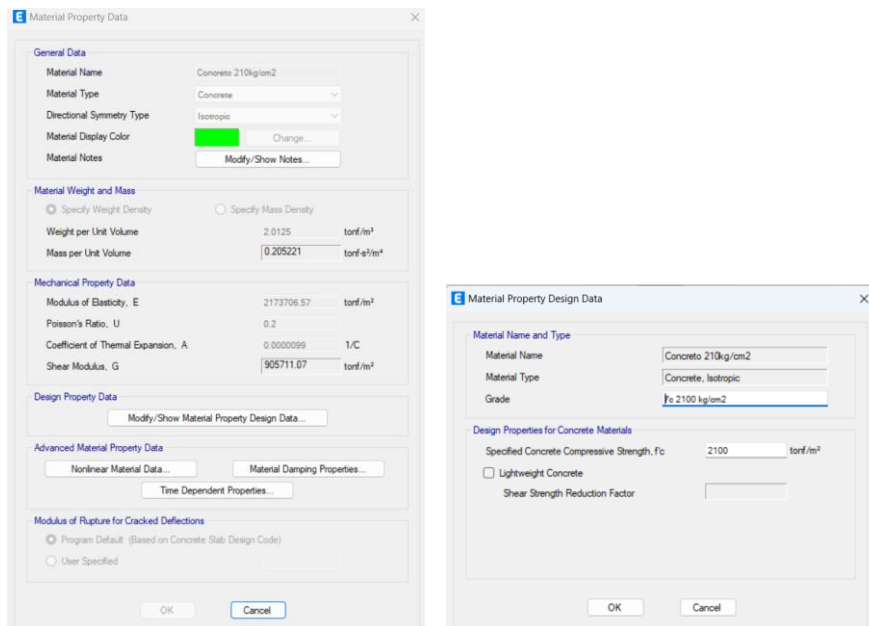
Parámetros de inicio en el programa ETABS.



Se define las propiedades del concreto, modificando 4,000Psi, en “Modify/ Show Material” y en “Material Name”, escribir Concreto 210kg/cm², asignar el valor del peso específico del concreto: 2,012.53kg/m³ = 2.012 tonf/m³, y el módulo de elasticidad del concreto (E): 15,000x√210 kg/cm² = 2,173,706.51 tonf/m².

Figura 113.

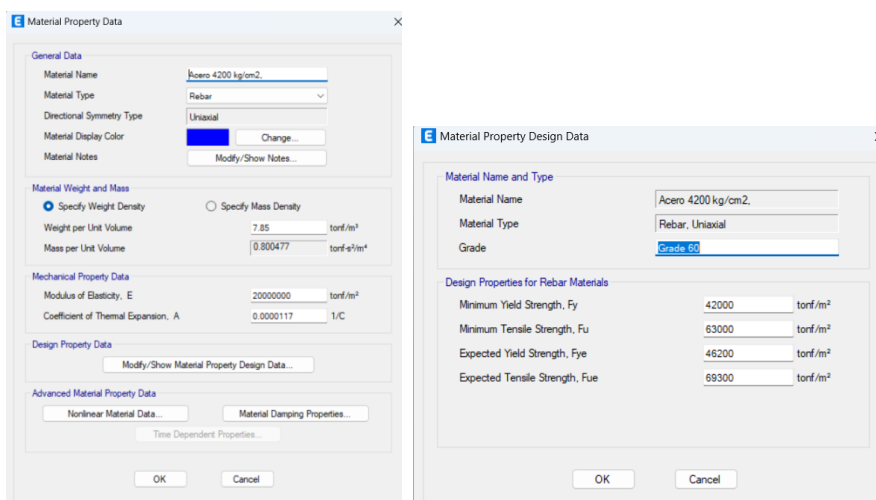
Definición de los parámetros del concreto tradicional 210kg/cm2.



Se define las propiedades del acero, modificando A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y en “Material Name” escribir Acero 4,200 kg/cm2, asignar el peso específico del acero: 7,850kg/m3 = 7.85 tonf/m3, e ingresar el valor del módulo de elasticidad del acero que es (E): 2x10 6kg/cm2 = 20,000,000 tonf/m2.

Figura 114.

Definición de las propiedades del acero de refuerzo.



Se procede a definir las secciones, ingresando los objetos frame (columnas, vigas) y elementos estructurales como se indica a continuación:

Teniendo en cuenta la edificación se tiene un solo tipo de columnas la C-1 de 0.25*0.25 que son continuas.

Figura 115.

Definición de la columna de la edificación (C-1).

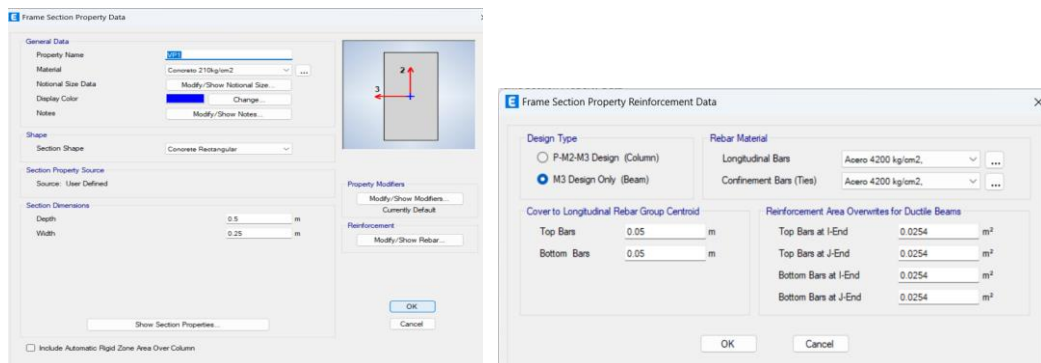


Nota: C-1 de 0.25*0.25, con 06 barras de acero de refuerzo longitudinales 2 #4(1/2”) y 4 de #5 (5/8”), y las barras de confinamiento #3(3/8”) con espaciado uniforme de 15cm.

Teniendo en cuenta la edificación se tiene los siguientes tipos de vigas:

Figura 116.

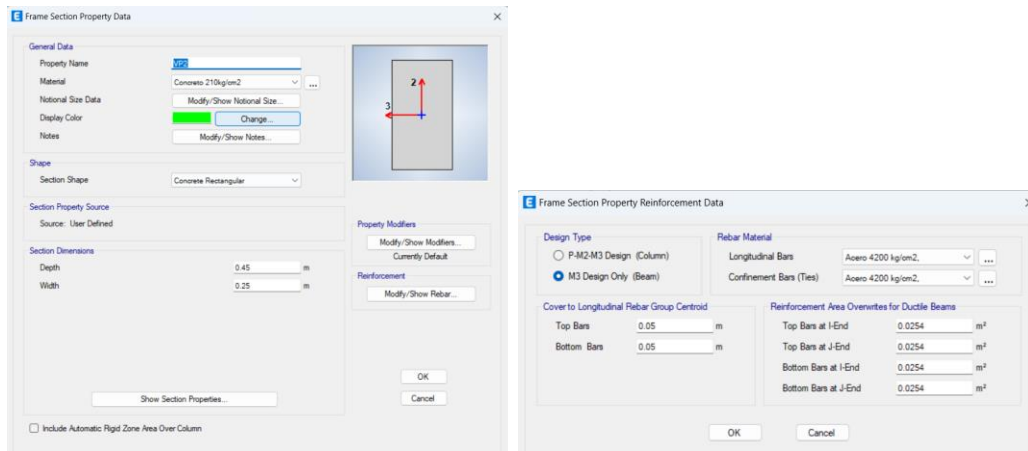
Definición de la viga principal (VP-1).



Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4,200 kg/cm², e ingresar el valor del peso específico del acero: 7,850kg/m³ = 7.85 tonf/m³.

Figura 117.

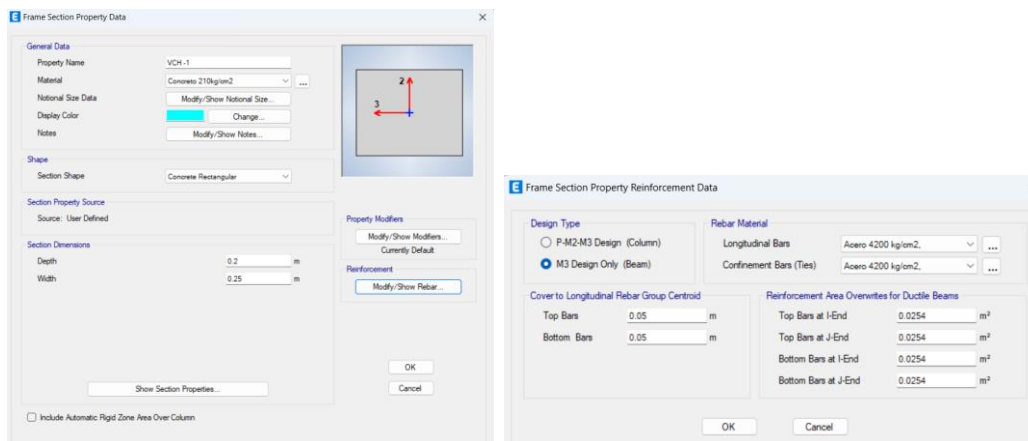
Definición de la viga principal (VP-2).



Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4,200 kg/cm², e ingresar el valor del peso específico del acero: 7,850kg/m³ = 7.85 tonf/m³.

Figura 118.

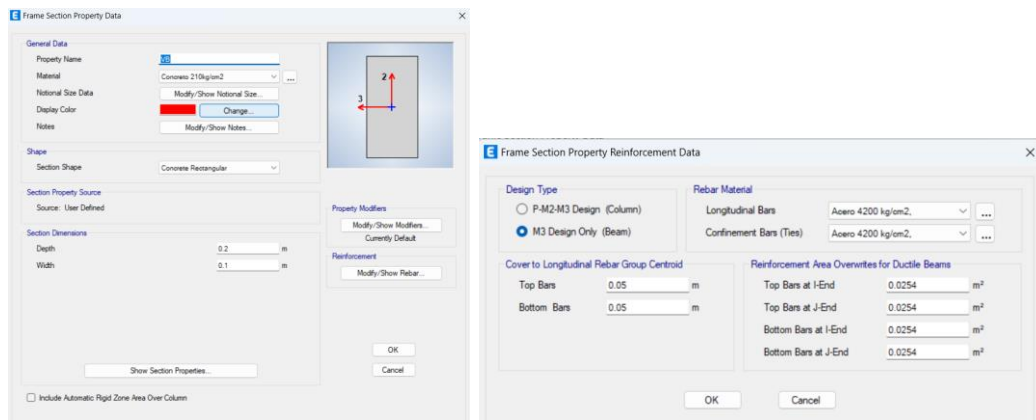
Definición de la viga chata.



Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4,200 kg/cm², e ingresar el valor del peso específico del acero: 7,850kg/m³ = 7.85 tonf/m³.

Figura 119.

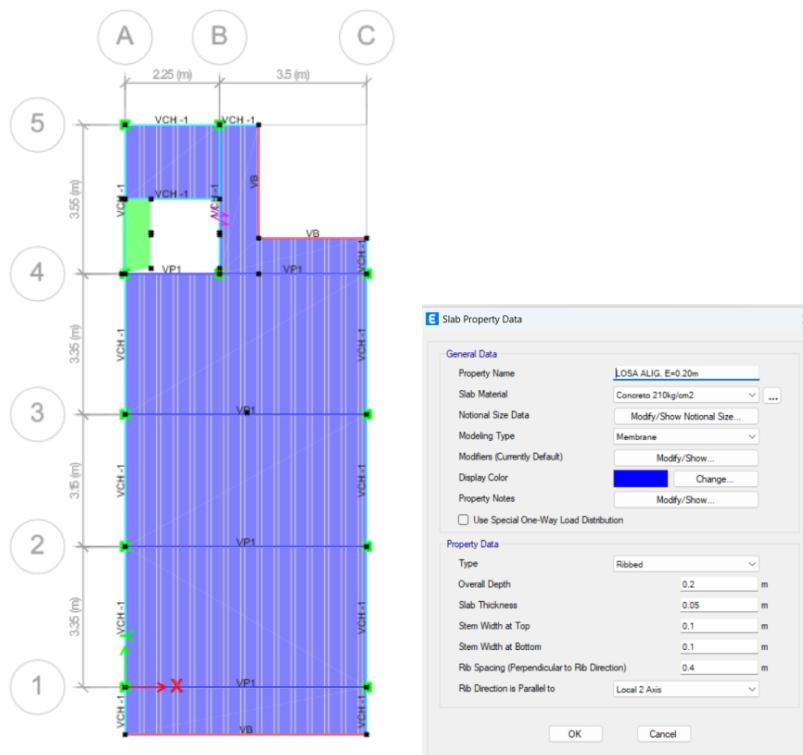
Definición de viga de borde.







Nota: modificar A615Gr60, en “Modify/ Show Material” y escribir en “Material Name”: Acero 4,200 kg/cm2, e ingresar el valor del peso específico del acero: 7,850kg/m3 = 7.85 tonf/m3.

Figura 120.

Asignación de losas de la vivienda.



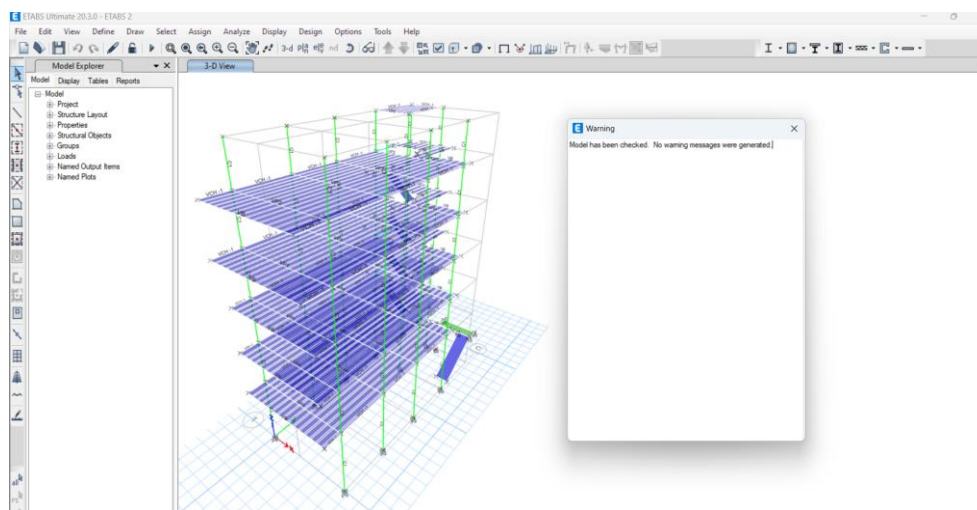
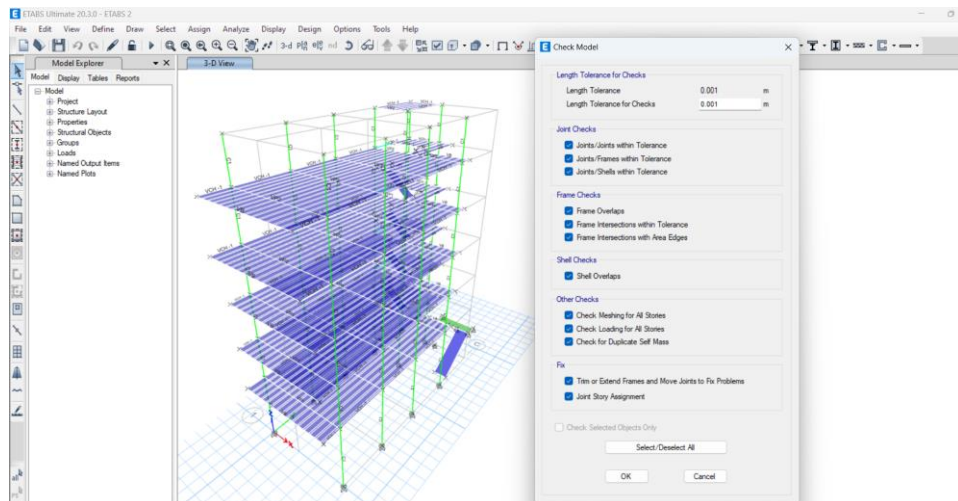
Nota: Ingresar siguiendo la siguiente ruta “Define/ Section Properties/ Slab Sections”. En Modeling Type se selecciona “Shell - Thin”, Se dibuja los elementos estructurales, para Columnas

dar clic en el icono , para vigas dar clic en el icono , para losas dar clic en el icono . Y para verificar la dirección del techado de las losas ir a “Set Display Options”  “Slab Internal Ribs”.

Posterior a todo eso es importante realizar un chequeo general de la edificación, con el fin de que no haya ningún error, esto se realiza yendo a la opción “Analyze / Check Model” para ello es recomendable dar una tolerancia de 10 mm de separación con cada elemento.

Figura 121.

Chequeo general del modelo de la edificación.



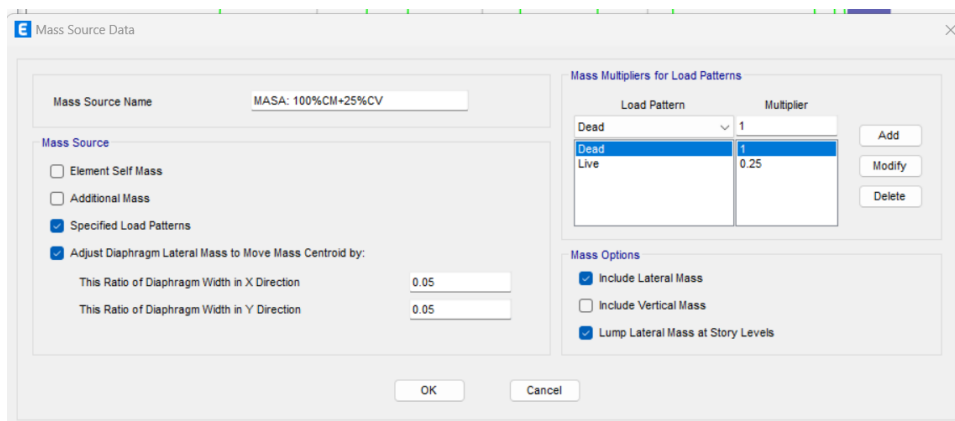
Nota: Se muestra imagen, en la cual se observa que el modelo no presenta ningún error.

Para definir la masa sísmica se recomienda tener en cuenta **la Norma E.030 Diseño Sismoresistente artículo 26.- Estimación del peso (P)** el peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- f) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- g) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- h) En los depositos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- i) En azoteas y techos en general se toam el 25% de la carga viva.
- j) En estructura de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que puede contener.

Figura 122.

Asignación de masa sísmica del modelo de la edificación,



Nota: Se muestra imagen, donde se asigna la masa sísmica teniendo en cuenta la categoría de la edificación en estudio.

Luego para realizar las restricciones de la base de la edificación, es necesario colocar los empotramientos perfectos, esto se realiza seleccionando todos los apoyos en la base en “Assing / Joint/ Restraints”.

Figura 123.

Asignación de restricciones en la base.

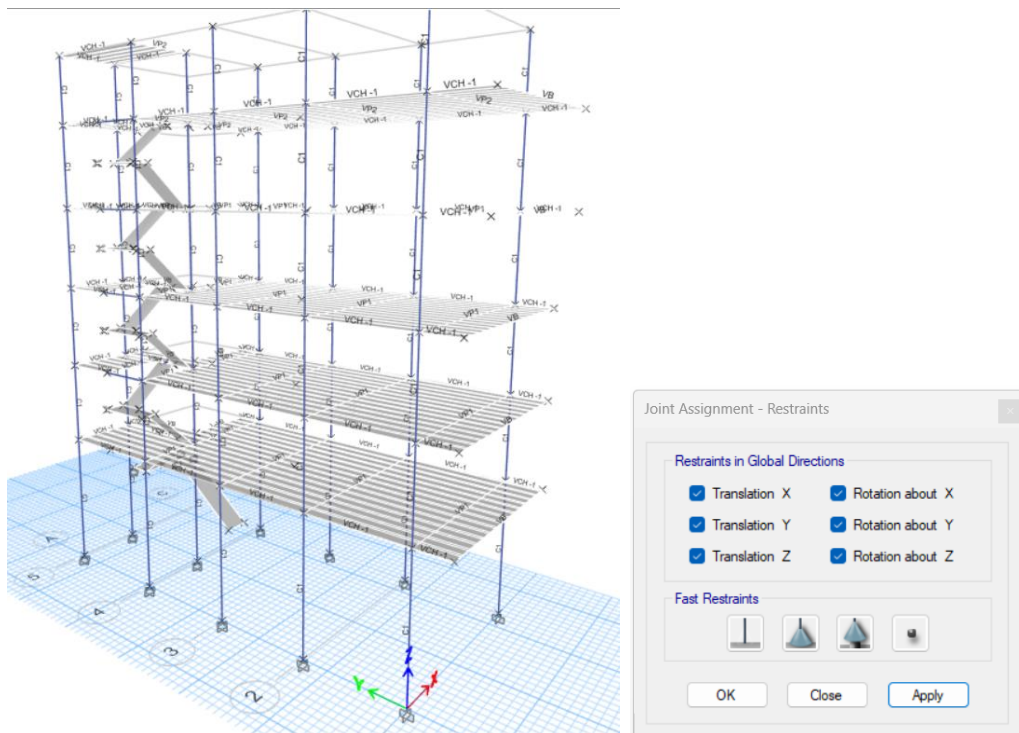


Figura 124.

Definición del caso modal.

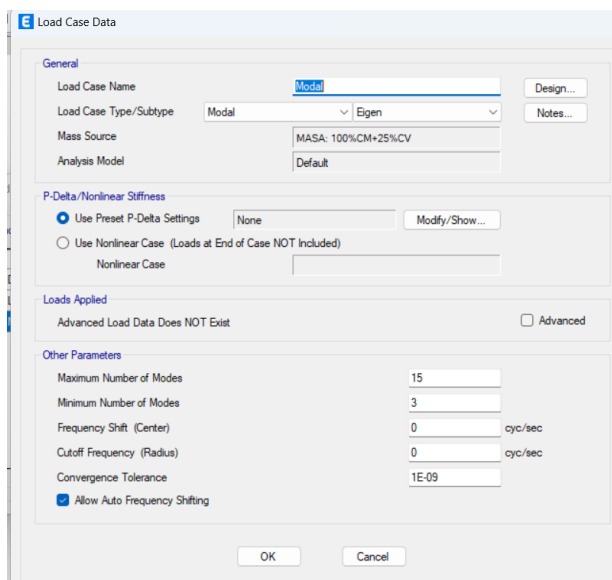
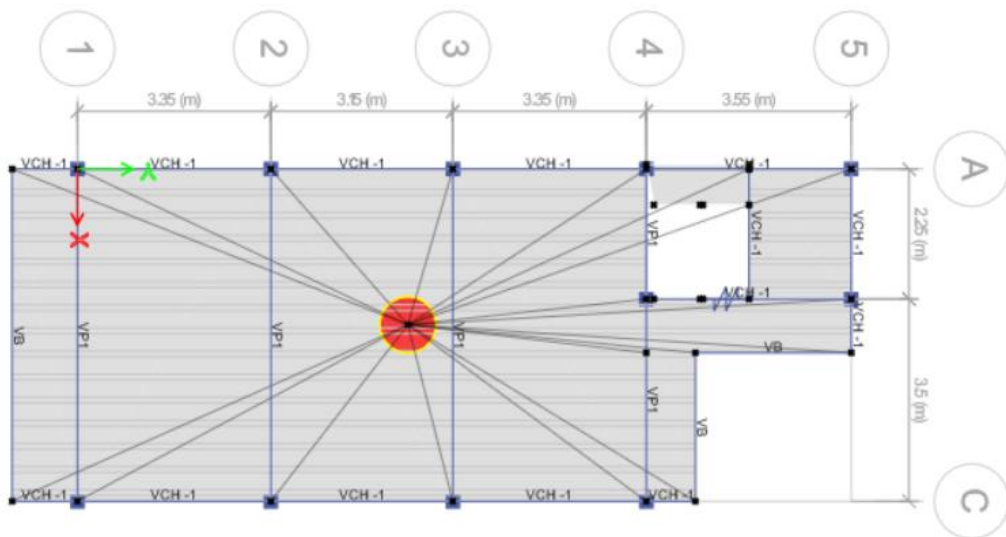
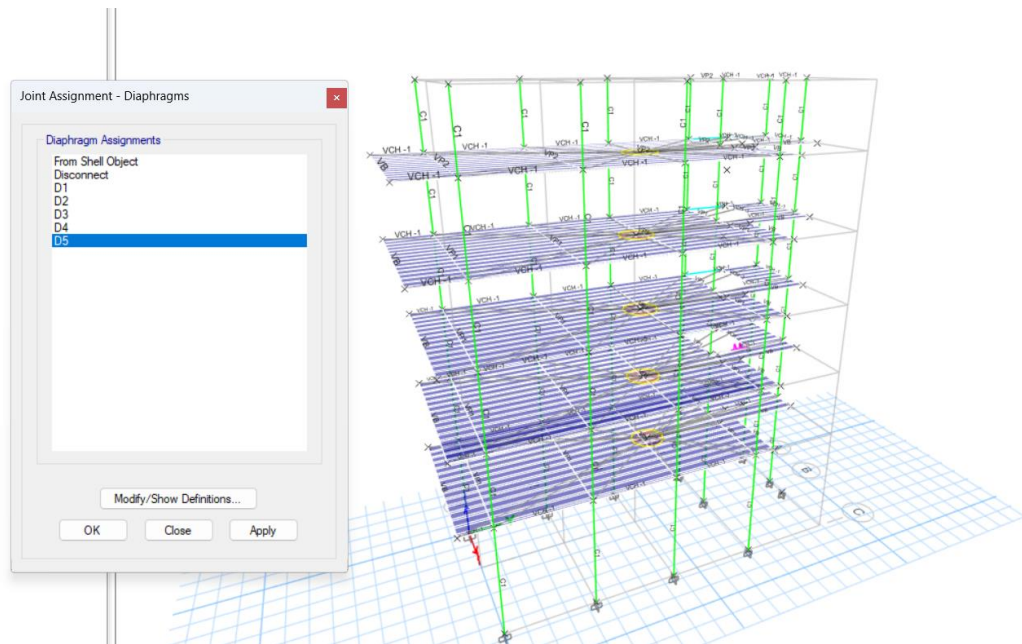


Figura 125.

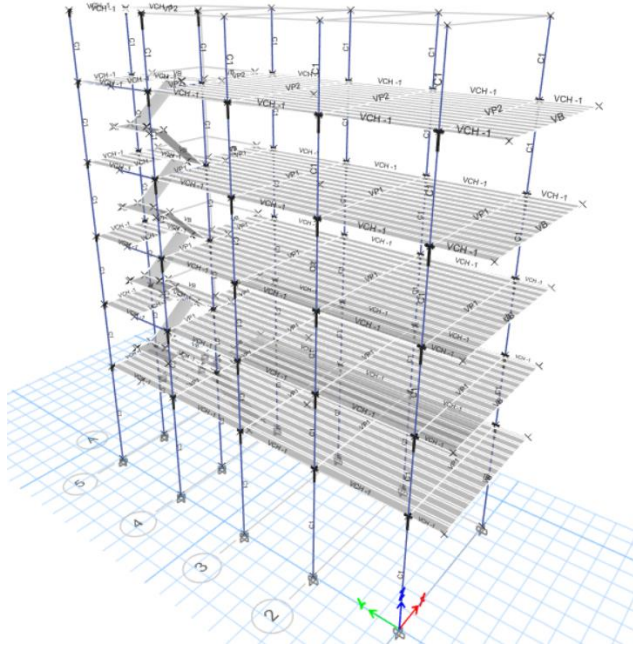
Definición de diafragmas rígidos.



También es necesario la creación del brazo rígido, para ello se selecciona todo el dibujo en “Select / all”, seguidamente se asigna el brazo rígido en “Assing / Frame / End Length Offsets”.

Figura 126.

Creación de brazo rígido.



Es muy importante realizar la discretización, es un método para el análisis estructural, a menores dimensiones de los elementos es mejor la precisión. Para realizar esto se selecciona, en “Assing/ Shell/ Floor Auto Mesh Options”, discretización de losas.

Figura 127.

Discretización de las losas.



Para definir las cargas a las que estará sometida la edificación en estudio ya sea carga por peso propio (Dead), cargas vivas (Live), carga viva de techo (Roof Live), se selecciona Define / Load Patterns. Luego para asignar las cargas en los elementos Shell/ área. Se debe asignar las cargas uniformes sobre elementos área en las losas, proceder a seleccionar las losas. En “Select /Properties/ Slab Sections”, y una vez seleccionado las losas de e=20cm, en “Assig /Shell Loads /Uniform”, colocar el peso de la carga muerta que para nuestro caso es de 170.20 (kg/m²) para todos los niveles. También se asigna la carga viva de acuerdo a los valores determinados en “Assing/ Shell Loads/ Uniform”. Y asignar las cargas distribuidas en las diferentes vigas, en “Assign / Frame Loads / Distributed”, tanto la carga distribuida de manera uniforme y en “Assign/Frame Loads/Distributed”, la carga distribuida de manera no uniforme.

A continuación, la determinación de los diferentes tipos de carga soportados por la edificación.

Figura 128.

Cargas vivas mínimas repartidas – metrado según NTP E.020.

**TABLA 3.1.1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS**

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 3.1.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	
Corredores y escaleras	5,0 (500) Ver 3.1.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	
Corredores y escaleras	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

(*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado		
Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes.		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Figura 129.


Metrado de cargas del aligerado (carga muerta).

METRADO DE CARGA DE ALIGERADOS			
- Espesor de aligerado	h	=	20.00 cm
ladrillo lark h=15cm			
- medias de ladrillo			
A	=		30.0 cm
L	=		30.0 cm
e	=		15.0 cm
P	=		7.80 kg
- propiedades de losa vigueta			
	bw	=	10.0 cm
	hl	=	5.0 cm
- peso concreto por m2 losa	=		120.00 kg/m2
vigueta	=		108.00 kg/m2
- peso ladrillo	=		70.20 kg/m2
peso aligerado por m2	=		298.20 kg/m2
peso piso terminado	=		100.00 kg/m2
TOTAL	=		398.20 kg/m2

MANUAL ADOYO	LADRILLO HUECO 15 LISO
--------------	------------------------

CARACTERISTICAS GENERALES

Denominación del Bien	: HUECO 15 LISO		
Denominación técnica	: LADRILLO HUECO 15		
Grupo/clase/familia	: CONSTRUCCIONES DE TECHO		
Dimensiones (mm)	Alto	Ancho	L.Corte
	15	300	300
Peso	: 7.80 Kg.		
Unidades m ²	: 9		



NOTA: dado que el programa ETABS calcula el peso del concreto, entonces solo ingresaremos lo que no es concreto armado

W	=	170.20 kg/m2	(carga a ingresar al modelo en ETABS)
----------	---	---------------------	---------------------------------------

Tabla 102.

Resumen de asignación de cargas uniformes en elementos Shell/área.

Piso	Descripción	Tipo de carga	Peso total (kg/m2)
Piso 1	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Para viviendas – escaleras y corredores.	Carga viva	200.00
Piso 2	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Para viviendas – escaleras y corredores	Carga viva	200.00
Piso 3	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20

	Para viviendas – escaleras y corredores	Carga viva	200.00
Piso 4	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Para viviendas – escaleras y corredores	Carga viva	200.00
Piso 5	Peso del aligerado e=20 cm	Carga muerta	170.20
	Carga del techo o azotea.	Carga viva	100.00

Figura 130.

Metrado de tabiquería sobre vigas (asignación de cargas distribuidas en vigas).

metrados de tabiquería sobre viguetas o vigas Chatas

VIGAS CHATAS O VIGUETAS		
MURO DE LADRILLO	espsor	0.15 m
	altura	2.5 m
	Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
	Carga Distribuida	506 kg/m
VIGAS CHATAS O VIGUETAS		

metrados de tabiquería sobre Vigas VP 25x50

VIGA 25x50		
MURO DE LADRILLO	espsor	0.15 m
	altura	2.3 m
	Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
	Carga Distribuida	466 kg/m
VIGA 25x50		

metrados de tabiquería sobre Vigas VP 25x45

VIGA 25x45		
MURO DE LADRILLO	espsor	0.15 m
	altura	2.35 m
	Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
	Carga Distribuida	476 kg/m
VIGA 25x50		

Metrados del volado frontis 0.90m

espsor	0.15 m
altura	0.9 m
Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
Carga Distribuida	182 kg/m

Metrados parapeto 1.20m

espsor	0.15 m
altura	1.2 m
Peso esp albañi	1350 Kg/m ³
Carga Distribuida	243 kg/m

Figura 131.

Asignación de carga muerta en todos los pisos.

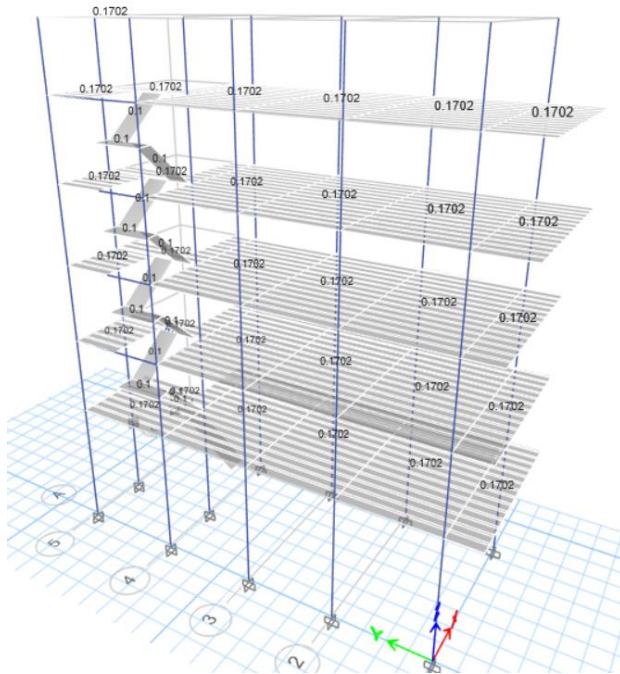


Figura 132.

Asignación de carga viva en todos los pisos.

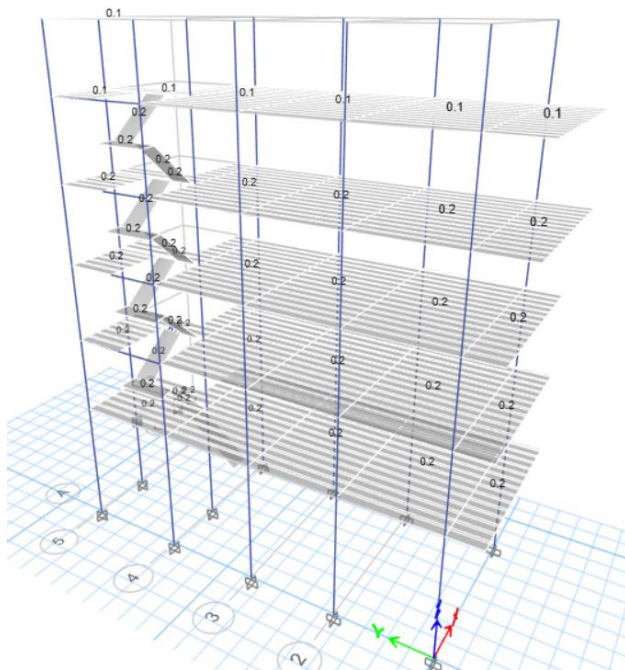
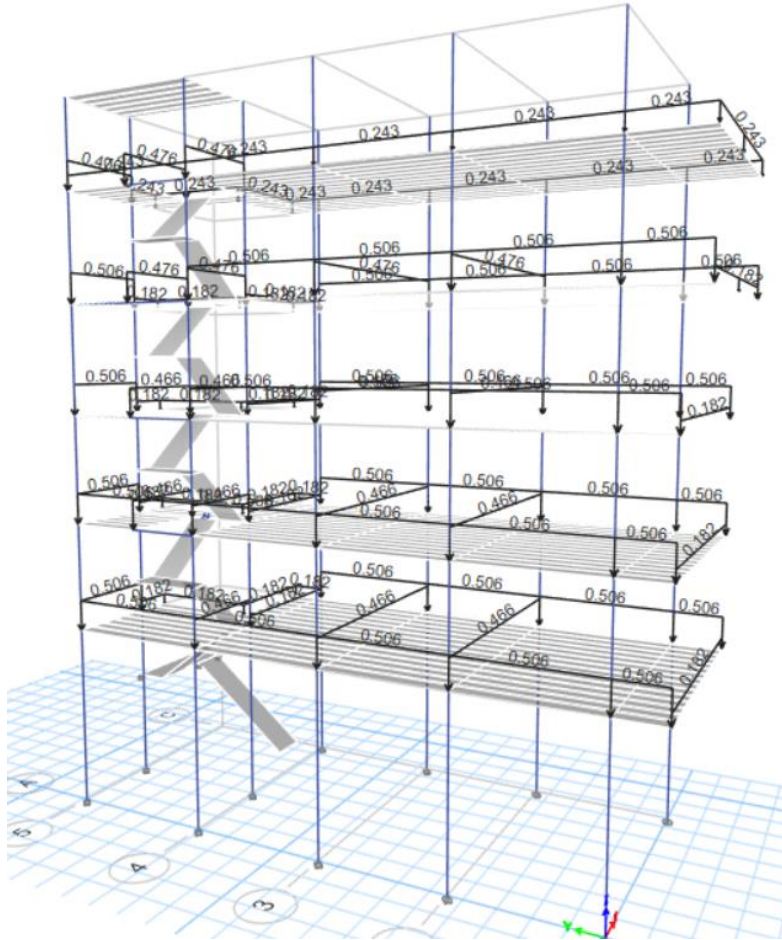


Figura 133.

Asignación de cargas distribuidas en vigas en todo el modelo.



1.3. Análisis sísmico estático – Teniendo en cuenta la norma E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE.

Se procede a determinar los parámetros sísmicos para la edificación en investigación, teniendo en cuenta la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

a) *Considerando el Artículo 10.- Zonificación - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, en las siguientes figuras N° 134 y N° 135 se determina la zona y el factor de zona para el presente proyecto.*

Figura 134.

Factores de zona (Z) – según ubicación de la edificación.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 135.

Zonificación sísmica – Ubicación de la edificación.

CAJAMARCA	CHOTA	ANGUIA	2	DOCE DISTRITOS
		CHADÍN		
		CHALAMARCA		
		CHIGUIRIP		
		CHIMBAN		
		CHOROPAMPA		
		CHOTA		
		CONCHAN		
		LAJAS		
		PACCHA		
		PIÓN		
		TACABAMBA		
	COCHABAMBA	3	SIETE DISTRITOS	
	HUAMBOS			
	LLAMA			
	MIRACOSTA			
	QUEROCOTO			
SAN JUAN DE LICUPIS	3	SIETE DISTRITOS		
TOCMOCHE				

Nota: de las figuras anteriores se logra determinar que por la ubicación de la edificación seleccionada el factor de zona $Z=0.25$.

b) *Considerando el Artículo 15.- Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U) - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, en la siguiente figura N° 136 se determina la categoría y el factor de Uso de la edificación del presente proyecto.*

Figura 136.

Categoría de las edificaciones y factor de uso (U).

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros <u>almacenes importantes para el abastecimiento.</u>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota: de la figura anterior se determina que teniendo en cuenta que es una edificación común: vivienda, el factor de uso (U)=1.

c) *Considerando los resultados del estudio de suelos y el Artículo 12.- Condiciones Geotécnicas - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, a continuación, se procede a determinar el tipo de suelo de fundación.*

Teniendo en cuenta el - Artículo 12.1. Perfiles de Suelo de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente y de acuerdo con el estudio de suelos realizado para determinar el Perfil del suelo en el lugar de la zona de la vivienda elegida para la presente investigación, es un suelo TIPO S2 – SUELO INTERMEDIO.

d) *Considerando la zona, el tipo de suelo y el Artículo 13.- Parámetros de sitio (S, T_P y T_L) - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, a continuación, se procede a determinar los parámetros de sitio de la edificación.*

Los parámetros de sitio se determinan considerando el tipo de suelo y la zona del proyecto, y se determina en la siguiente figura:

Figura 137.

Determinación de parámetros de sitio.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota: de la figura anterior se determina los parámetros de sitio ($S= 1.20$); ($T_P=0.6$) y ($T_L=2.0$).

e) *Considerando el Artículo 14.- Factor de amplificación sísmica (C) - de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, a continuación, se procede a determinar el factor de amplificación sísmica.*

Según lo normado, para determinar la amplificación sísmica se tiene varias expresiones que se pueden utilizar dependiendo del valor del periodo fundamental de vibración (T).

Determinación del Periodo fundamental de vibración (T)

El periodo fundamental de vibración para la presente investigación se ha tenido a bien considerar el determinado por el programa Etabs, ya que este valor depende de las características de altura, rigidez y masa de la edificación – por lo que los datos considerados de la figura N° 139, son el periodo fundamental tanto para dirección XX y YY.

$$T_x = 1.222 \text{ seg.}$$

$$T_y = 1.371 \text{ seg.}$$

Teniendo en cuenta el periodo fundamental de vibración, en la siguiente figura se determina la expresión a utilizar para determinar la amplificación sísmica (C):

Figura 138.

Determinación de expresión a utilizar para la amplificación sísmica.

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

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

Donde T = periodo

Nota: de las expresiones anteriores se determina utilizar la segunda expresión puesto que T es mayor que T_P y menor que T_L .

RESUMEN DE PARÁMETROS SÍSMICOS:

$$Z= 0.25$$

$$U=1.00$$

$$S= 1.20$$

$$T \text{ en dirección } x = 1.222$$

$$T_P = 0.6$$

$$T_L = 2.0$$

$$T \text{ en dirección } y = 1.371$$

LOS COEFICIENTES DE REDUCCIÓN “R” SON:

$$\text{Factor en irregularidad en altura } I_a = 1.00$$

$$\text{Factor en irregularidad en planta } I_p = 1.00$$

$$R_x = 8.00 \text{ Pórticos de concreto armado.}$$

$$R_y = 8.00 \text{ Pórticos de concreto armado.}$$

CÁLCULO DE LA AMPLIFICACIÓN SÍSMICA “C”:

$$T_P < T < T_L \quad ; \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$C_x = 2.5 * 0.6 / 1.222 = 1.227496$$

$$C_y = 2.5 * 0.6 / 1.371 = 1.094092$$

Figura 139.

Determinación del periodo de vibración.

E 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	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
	Modal	1	1.371	0.0137	0.8974	0	0.0137	0.8974	0	0.0922	0.0005	0.0094	0.0922	0.0005	0.0094
	Modal	2	1.222	0.5412	0.0009	0	0.5549	0.8982	0	1.529E-06	0.0243	0.4265	0.0922	0.0248	0.436
▶	Modal	3	0.981	0.3858	0.015	0	0.9407	0.9133	0	0.009	0.0456	0.4822	0.1012	0.0703	0.9181
	Modal	4	0.419	1.164E-05	0.0659	0	0.9407	0.9792	0	0.8104	0.0208	0.0023	0.9116	0.0912	0.9204
	Modal	5	0.353	0.0136	0.0004	0	0.9543	0.9796	0	0.0143	0.445	0.0177	0.9259	0.5361	0.9381
	Modal	6	0.327	0.0352	0.0019	0	0.9895	0.9815	0	0.002	0.4109	0.0457	0.9279	0.947	0.9838
	Modal	7	0.223	0.0003	0.0121	0	0.9898	0.9936	0	0.0278	0.0007	0.0023	0.9558	0.9477	0.9862
	Modal	8	0.189	0.0012	0.0003	0	0.991	0.9938	0	0.0007	0.0034	0.0018	0.9565	0.9511	0.988
	Modal	9	0.181	0.0045	3.915E-05	0	0.9955	0.9939	0	1.141E-05	0.0123	0.0062	0.9565	0.9634	0.9942
	Modal	10	0.145	1.678E-05	0.0023	0	0.9955	0.9962	0	0.0205	2.135E-05	0.0005	0.977	0.9634	0.9947
	Modal	11	0.131	0.0004	0.0002	0	0.996	0.9963	0	0.0018	0.0091	0.0002	0.9788	0.9725	0.9949
	Modal	12	0.124	0.0007	1.155E-06	0	0.9966	0.9963	0	0.0004	0.0069	0.0014	0.9792	0.9794	0.9962
	Modal	13	0.109	1.064E-06	0.0003	0	0.9966	0.9966	0	0.0006	0.0001	8.9E-07	0.9798	0.9794	0.9962
	Modal	14	0.103	3.684E-05	1.8E-05	0	0.9967	0.9966	0	0.0001	0.0002	0.0001	0.9799	0.9796	0.9964
	Modal	15	0.099	0	0.0032	0	0.9967	0.9998	0	0.0194	1.264E-06	0.0009	0.9992	0.9796	0.9972

NOTA: De la figura anterior determinamos los periodos de vibración (T) en dirección XX, YY y ZZ.

FUERZA CORTANTE EN LA BASE DETERMINADA EN EL EXCEL.

A continuación, determinamos la fuerza cortante en la base en dirección XX y YY utilizando una hoja de cálculo EXCEL teniendo en cuenta la Norma E.030 Diseño Sismorresistente – así mismo determinamos los parámetros y valores necesarios para ingresar al programa Etabs y poder verificar nuestro cálculo.

Artículo 28 - 28.2.- Fuerza cortante en la Base

28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura correspondiente a la dirección considerada, de determina por la siguiente expresión:

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

Asimismo, tener en consideración la condición del 28.2.2. El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Figura 140.

Determinación en hoja de cálculo Excel el sismo estático en dirección XX y YY y los parámetros necesarios para ingresar al programa Etabs.

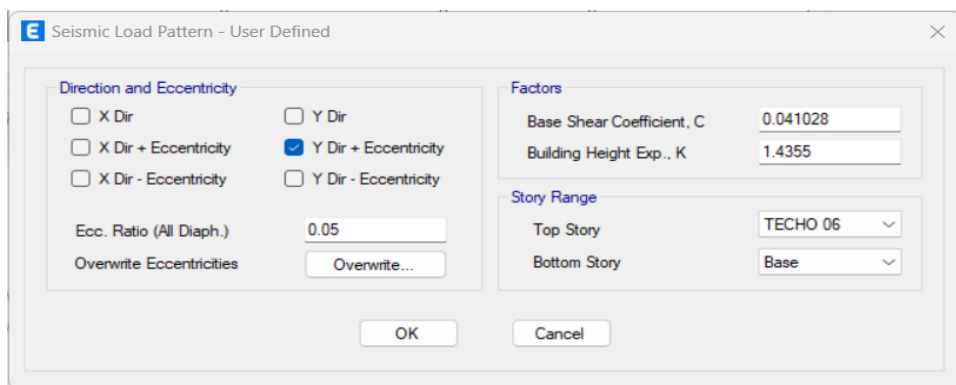
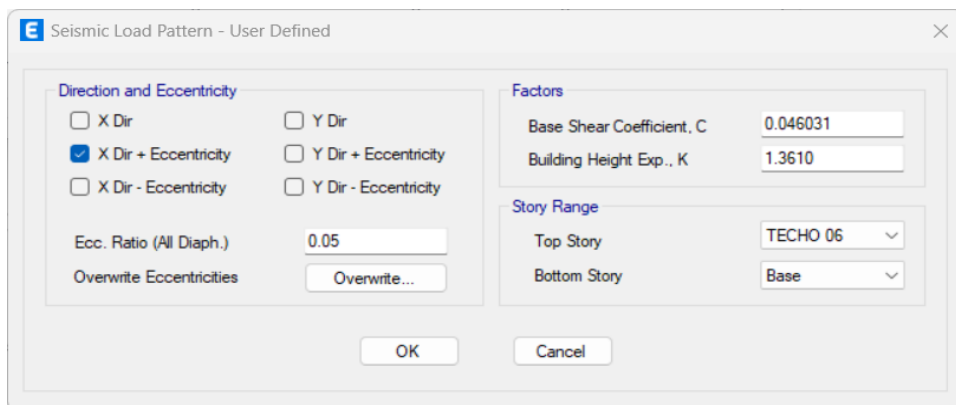
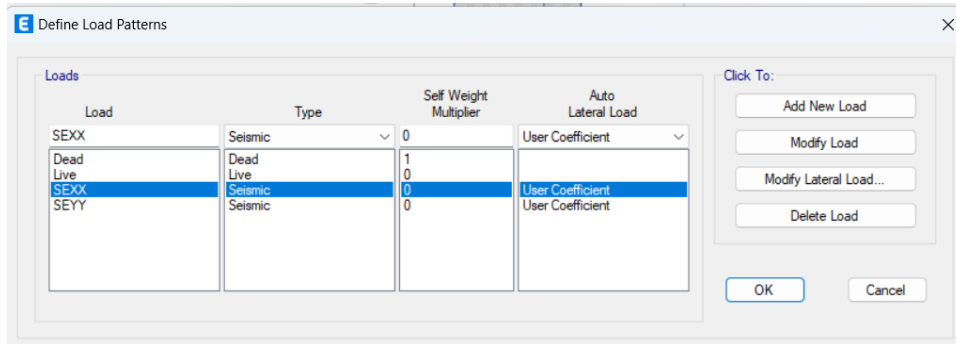
ANÁLISIS SISMICO ESTÁTICO DIRECCIÓN X-X, Y-Y			
TX=	1.222		
Z=	0.25	Zona 2	
U=	1	Vivienda C	
S=	1.2	Suelo Intermedio S2	
TP=	0.6		
TL=	2		
Cx=	1.2275		
R=	8	Ro=8 portico CA	
la=	1		
lp=	1		
C/R>0.11	0.15344	Cumple	
PESO=	336.533	ton	
VEY=ZUCxS/Rx	0.046031	Coef sismico	
VEY=ZUCS/R*Pe	15.491		
Kx=	1.3610		
TY=	1.371		
Z=	0.25	Zona 2	
U=	1	Vivienda C	
S=	1.2	Suelo Intermedio S2	
TP=	0.6		
TL=	2		
Cy=	1.09409		
R=	8	Ro=8 portico CA	
la=	1		
lp=	1		
C/R>0.11	0.13676	Cumple	
PESO=	336.533	ton	
VEY=ZUCyS/Ry	0.041028	Coef sismico	
VEY=ZUCS/R*Pe	13.8074		
Ky=	1.4355		

Nota: de la figura anterior se indica que la cortante en la base en dirección XX=15.49098 y la cortante en la base en dirección YY=13.80742 – así mismo se aprecia los coeficientes a considerar en el Etabs.

Teniendo los datos necesarios calculados con ayuda del Excel y En el programa Etabs nos vamos a “Define Load Patterns”, se crea el sismo en (X) : (SEXX) y el sismo en la dirección (Y): (SEYY).

Figura 141.

Ingreso de datos al programa Etabs del sismo estático.



Nota: Se ingresa en el programa Etabs el valor del coeficiente de cortante en la base que es de 0.046031 en dirección de X, el valor de $k_x=1.3610$ con una excentricidad de 5%. Ingresar el coeficiente de la cortante en la base que es de 0.041028 en la dirección de Y, el valor de $k_x=1.4355$ con una excentricidad de 5%.

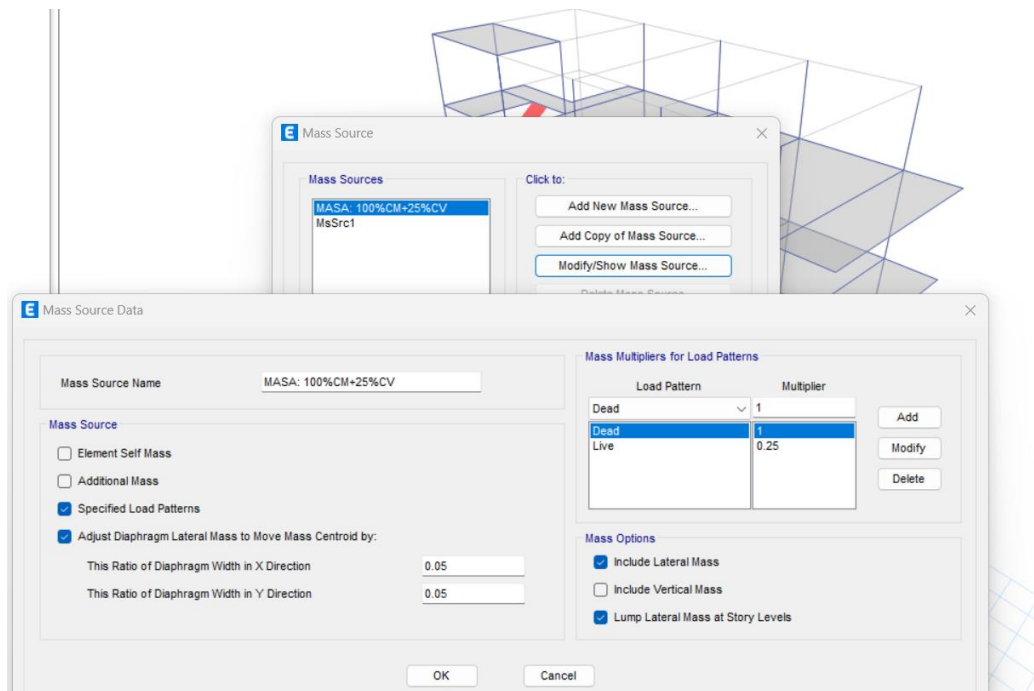
Considerando la norma E-30 de diseño sismorresistente, indica que el peso (P), se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga de la siguiente manera:

Artículo 26.- Estimación del peso.

b) En edificaciones de categoría C, se toma el 25% de la carga viva.

Figura 142.

Definir el peso de la edificación (como se va a calcular la masa)



Finalmente, se ejecuta el análisis estático. Para lo cual se configura las opciones de análisis, en “Analyze / Set Active of Freedom” y posterior a ello se selecciona Full 3D. Así mismo, en “Analyze / Set Load Cases to Run”, se selecciona “Calculate Diaphragm Centers of Rigdty”, con la finalidad de que calcule el centro de rigidez del diafragma y se corre el programa en “Run Mow”.

Artículo 28. - 28.2.- Fuerza cortante en la Base

Esta fuerza se determina por la siguiente expresión:

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

Asimismo, tener en consideración la condición del 28.2.2. El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Figura 143.

Se muestra la fuerza cortante estática en dirección XX – en el programa Etabs.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
TECHO 06	SEXX	LinStatic			Top	0	-0.5726	0	5.9049	0	0
TECHO 05	SEXX	LinStatic			Top	7.497E-07	-5.0314	0	34.8786	8.721E-06	-1.2596
TECHO 04	SEXX	LinStatic			Top	7.964E-07	-9.3719	0	62.7313	9.217E-06	-14.8444
TECHO 03	SEXX	LinStatic			Top	8.037E-07	-12.4026	0	82.8632	9.3E-06	-40.1485
TECHO 02	SEXX	LinStatic			Top	7.756E-07	-14.4095	0	96.5306	8.962E-06	-73.6357
TECHO 01	SEXX	LinStatic			Top	7.267E-07	-15.4921	0	104.0214	8.412E-06	-112.5414

Figura 144.

Se muestra la fuerza cortante estática en dirección YY – en el programa Etabs.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
TECHO 06	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-0.5278	-0.784	0	0
TECHO 05	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-4.5967	-12.4929	1.1611	0
TECHO 04	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-8.5004	-24.0851	13.5722	0
TECHO 03	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-11.1771	-32.0855	36.5232	-8.268E-07
TECHO 02	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-12.9075	-37.1486	66.7013	-9.544E-07
TECHO 01	SEYY	LinStatic			Top	0	0	-13.8082	-39.8245	101.5516	-8.404E-07

Tabla 103.

Determinación de peso por nivel.

Nivel	Peso	ubicación	P	PESO POR NIVEL
			tonf	Tonf
06	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	7.3279	7.3279
05	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	63.3573	56.0294
04	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	132.3944	69.0371
03	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	199.5256	67.1312
02	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	268.453	68.9274
01	Peso (100% Cm+ 25% Cv)	Base	336.5329	68.0799
			TOTAL	336.533

Tabla 104.*Masa y pesos de la estructura.*

N° DE PISO	MASA (Kgf -s2/m)		Peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
6	7327.900	7327.900	7327.900	7327.900
5	56,029.400	56,029.400	56,029.400	56,029.400
4	69,037.100	69,037.100	69,037.100	69,037.100
3	67,131.200	67,131.200	67,131.200	67,131.200
2	68,927.400	68,927.400	68,927.400	68,927.400
1	68,079.900	68,079.900	68,079.900	68,079.900
TOTAL	336,532.900	336,532.900	336,532.900	336,532.900

Nota: el peso se ha determinado redondeando la gravedad al valor de 10 (PESO = masa * gravedad)

Peso en X= 336,532.900 Kgf Peso en Y = 336,532.900 Kgf

La fuerza cortante en X: $V_x = 15,490.978 = 15.491$ ton

La fuerza cortante en Y: $V_y = 13,807.422 = 13.807$ ton

Artículo 28. - 28.3.- Distribución de la fuerza sísmica en altura.

Estas fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$F_i = \alpha_i \times V$$

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

Donde:

V= Cortante Basal

α_i = Factor de F

n = Número de pisos

K = es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T).

$$T < 0.5 \rightarrow K = 1.00$$

$$T \geq 0.5 \rightarrow K = 0.75 + 0.5T \leq 2.00$$

Tabla 105.*Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.*

NIVEL	Altura	Peso	Pi*hi k	Alfai	Fi	Mti
	hi (m)	ton			ton	ton*m
TECHO 06	17.4	7.328	357.57	0.0459	0.7116	0.4768
TECHO 05	15.2	56.029	2,274.6	0.2922	4.5267	3.0329
TECHO 04	12.5	69.037	2,147.7	0.2759	4.2742	2.8637
TECHO 03	9.8	67.131	1,499.6	0.1927	2.9844	1.9996
TECHO 02	7.1	68.927	993.01	0.1276	1.9762	1.3241
TECHO 01	4.4	68.080	511.4	0.0657	1.0177	0.6819
		Suma Pi*hi k	7783.93		15.491	

Nota: Tx=1.222 Dy=13.4; VEX=15.49098 Eaccy=5%DY=0.67 m; K=1.361

Tabla 106.*Distribución en altura de la cortante basal en dirección XX.*

NIVEL	Altura	Peso	Pi*hi k	Alfai	Fi	Mti
	hi (m)	ton			ton	ton*m
TECHO 06	17.4	7.328	357.57	0.0459	0.6343	0.1839
TECHO 05	15.2	56.029	2,274.6	0.2922	4.0348	1.1701
TECHO 04	12.5	69.037	2,147.7	0.2759	3.8097	1.1048
TECHO 03	9.8	67.131	1,499.6	0.1927	2.6601	0.7714
TECHO 02	7.1	68.927	993.01	0.1276	1.7614	0.5108
TECHO 01	4.4	68.080	511.4	0.0657	0.9071	0.2631
		Suma Pi*hi k	7783.93		13.8074	

Nota: Ty=1.371 Dx=5.80; VEY=13.80742 Eaccy=5%Dx=0.29 m; K=1.4355

1.4. Análisis Sísmico Dinámico – Teniendo en cuenta la norma E.030 DISEÑO SISMORESISTENTE.

Para obtener los resultados del análisis dinámico se ha procedido a definir el espectro de respuesta en dirección X e Y, esto se ha realizado empleando el

método de la superposición espectral considerando como criterio la combinación cuadrática completa (CQC) de los valores calculados para cada modo, considerando un amortiguamiento y excentricidad del diafragma del 5%, y finalmente se ha corrido el modelo considerando el chequeo espectral y modal.

Para los modos de vibración de la estructura se tomaron en cuenta las consideraciones:

- El número mínimo de modos es de 3 (dos de traslación y de rotación).
- En cada dirección se han considerado aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas ha sido por lo menos el 90 % de la masa total.

Resumen de parámetros sísmicos:

Teniendo en cuenta que es una edificación tipo vivienda ubicada en una zona sísmica Z3, suelo S2 - se tiene el siguiente resumen de parámetros.

Tabla 107.

Resumen de parámetros sísmicos.

Z	0.25
U	1.00
S	1.20
TP	0.6
TL	2.0
CATEGORIA	C
Rx	8
Ry	8

Determinación de parámetros para espectro de respuesta sísmica:

Factor $ZUCSg/R_x$ = para dirección X =0.367875

Factor $ZUCSg/R_y$ = para dirección Y=0.367875

Tabla 108.*Espectro De Respuesta Sísmica*

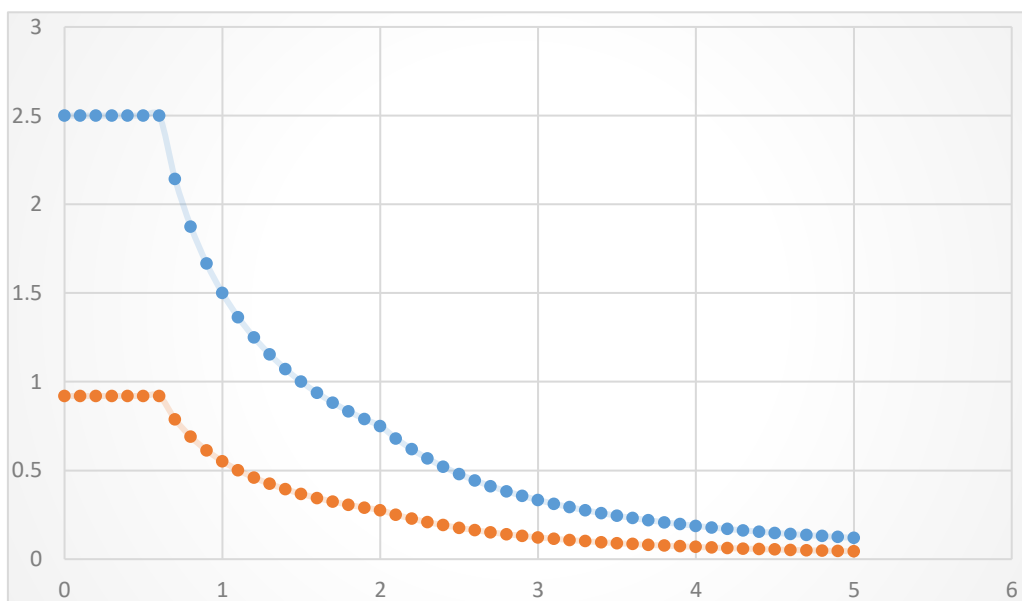
	T	C	Sa
	0	2.5	0.919688
	0.1	2.5	0.919688
	0.2	2.5	0.919688
	0.3	2.5	0.919688
	0.4	2.5	0.919688
	0.5	2.5	0.919688
TP=	0.6	2.5	0.919688
	0.7	2.1428571	0.788304
	0.8	1.875	0.689766
	0.9	1.6666667	0.613125
	1	1.5	0.551813
	1.1	1.3636364	0.501648
	1.2	1.25	0.459844
	1.3	1.1538462	0.424471
	1.4	1.0714286	0.394152
	1.5	1	0.367875
	1.6	0.9375	0.344883
	1.7	0.8823529	0.324596
	1.8	0.8333333	0.306563
	1.9	0.7894737	0.290428
TL=	2	0.75	0.275906
	2.1	0.6802721	0.250255
	2.2	0.6198347	0.228022
	2.3	0.5671078	0.208625
	2.4	0.5208333	0.191602
	2.5	0.48	0.17658
	2.6	0.443787	0.163258
	2.7	0.4115226	0.151389
	2.8	0.3826531	0.140768
	2.9	0.3567182	0.131228
	3	0.3333333	0.122625
	3.1	0.3121748	0.114841
	3.2	0.2929688	0.107776
	3.3	0.2754821	0.101343
	3.4	0.2595156	0.095469
	3.5	0.244898	0.090092
	3.6	0.2314815	0.085156

3.7	0.2191381	0.080615
3.8	0.2077562	0.076428
3.9	0.1972387	0.072559
4	0.1875	0.068977
4.1	0.1784652	0.065653
4.2	0.170068	0.062564
4.3	0.1622499	0.059688
4.4	0.1549587	0.057005
4.5	0.1481481	0.0545
4.6	0.1417769	0.052156
4.7	0.1358081	0.04996
4.8	0.1302083	0.0479
4.9	0.1249479	0.045965
5	0.12	0.044145

Nota: donde T=periodo; C= factor de amplificación sísmica; Sa=pseudo – aceleración.

Figura 145.

Gráfica del Espectro de respuesta en la dirección X y Y.



Nota: en la gráfica anterior se aprecia el espectro de respuesta sísmica determinado en el programa EXCEL, donde la línea de color azul representa el factor de amplificación sísmica (C) y la línea de color naranja representa la pseudo aceleración de la edificación (Sa) ambos con respecto al periodo fundamental de vibración (T).

Con los datos determinados procedemos a realizar el cálculo en el programa Etabs:

Figura 146.

Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs - dirección XX.

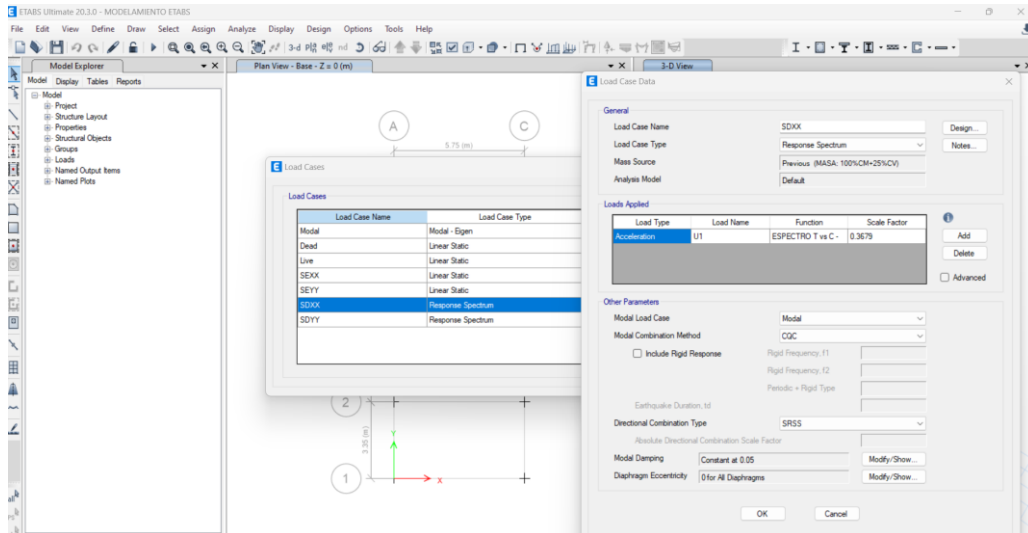


Figura 147.

Considerando el espectro de sismo en el diseño Etabs - dirección YY.

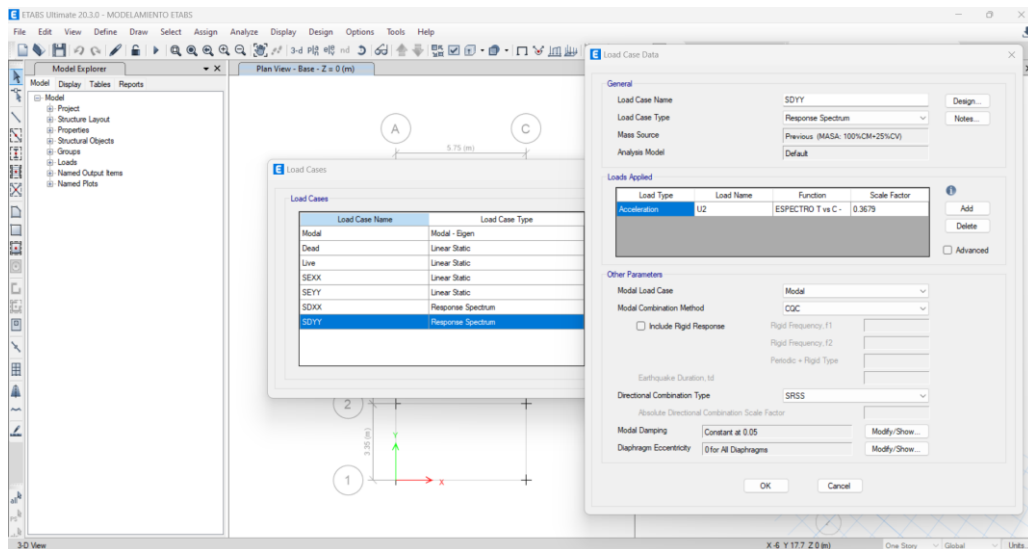
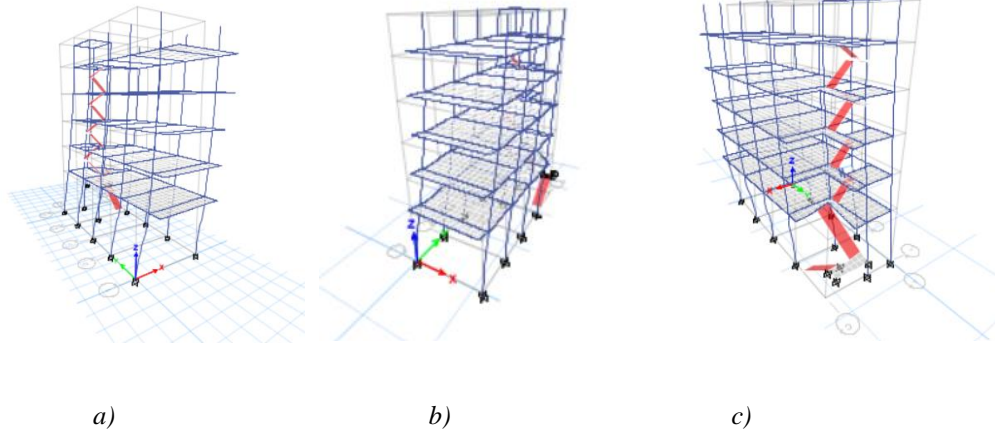


Figura 148.

Modos de vibración



Nota: a) Modo 1 traslación, b) Modo 2 traslación, c) Modo 3 rotación.

Tabla 109.

Periodos y masa participativa de cada modo de vibración.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1	1.371	0.0137	0.8974	0	0.0137	0.8974	0	0.0922	0.0005	0.0094	0.0922	0.0005	0.0094
Modal	2	1.222	0.5412	0.0009	0	0.5549	0.8982	0	0.000001529	0.0243	0.4265	0.0922	0.0248	0.436
Modal	3	0.981	0.3858	0.015	0	0.9407	0.9133	0	0.009	0.0456	0.4822	0.1012	0.0703	0.9181
Modal	4	0.419	0.00001164	0.0659	0	0.9407	0.9792	0	0.8104	0.0208	0.0023	0.9116	0.0912	0.9204
Modal	5	0.353	0.0136	0.0004	0	0.9543	0.9796	0	0.0143	0.445	0.0177	0.9259	0.5361	0.9381
Modal	6	0.327	0.0352	0.0019	0	0.9895	0.9815	0	0.002	0.4109	0.0457	0.9279	0.947	0.9838
Modal	7	0.223	0.0003	0.0121	0	0.9898	0.9936	0	0.0278	0.0007	0.0023	0.9558	0.9477	0.9862
Modal	8	0.189	0.0012	0.0003	0	0.991	0.9938	0	0.0007	0.0034	0.0018	0.9565	0.9511	0.988
Modal	9	0.181	0.0045	0.00003915	0	0.9955	0.9939	0	0.00001141	0.0123	0.0062	0.9565	0.9634	0.9942
Modal	10	0.145	0.00001678	0.0023	0	0.9955	0.9962	0	0.0205	0.00002135	0.0005	0.977	0.9634	0.9947
Modal	11	0.131	0.0004	0.0002	0	0.996	0.9963	0	0.0018	0.0091	0.0002	0.9788	0.9725	0.9949
Modal	12	0.124	0.0007	0.000001155	0	0.9966	0.9963	0	0.0004	0.0069	0.0014	0.9792	0.9794	0.9962
Modal	13	0.109	0.000001064	0.0003	0	0.9966	0.9966	0	0.0006	0.0001	0.00000089	0.9798	0.9794	0.9962
Modal	14	0.103	0.00003684	0.000018	0	0.9967	0.9966	0	0.0001	0.0002	0.0001	0.9799	0.9796	0.9964
Modal	15	0.099	0	0.0032	0	0.9967	0.9998	0	0.0194	0.000001264	0.0009	0.9992	0.9796	0.9972

Nota: En el cuadro anterior se muestra la masa participativa de cada uno de los modos, del modelo, en función de los periodos, teniendo en cuenta que los modos de vibración cuya suma de masa efectiva ha sido por lo menos 90% de la masa total – de lo que se determina que cumple con los 15 modos considerados.

DETERMINANDO LA DISTORSIÓN MÁXIMA:

La distorsión máxima permitida por RNE en la Norma E0.30 Diseño Sismorresistente, Art. 32 Propone un límite para el desplazamiento lateral de entre piso de $\Delta i/h_{ei} = 0.007$ para estructuras de concreto armado. Se determinó los resultados más críticos en las dos direcciones y se verificó que cumplan las distorsiones según el caso de análisis.

Se muestra los resultados de las distorsiones máximas en cada modelo analizado.

Figura 149.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección X - X.

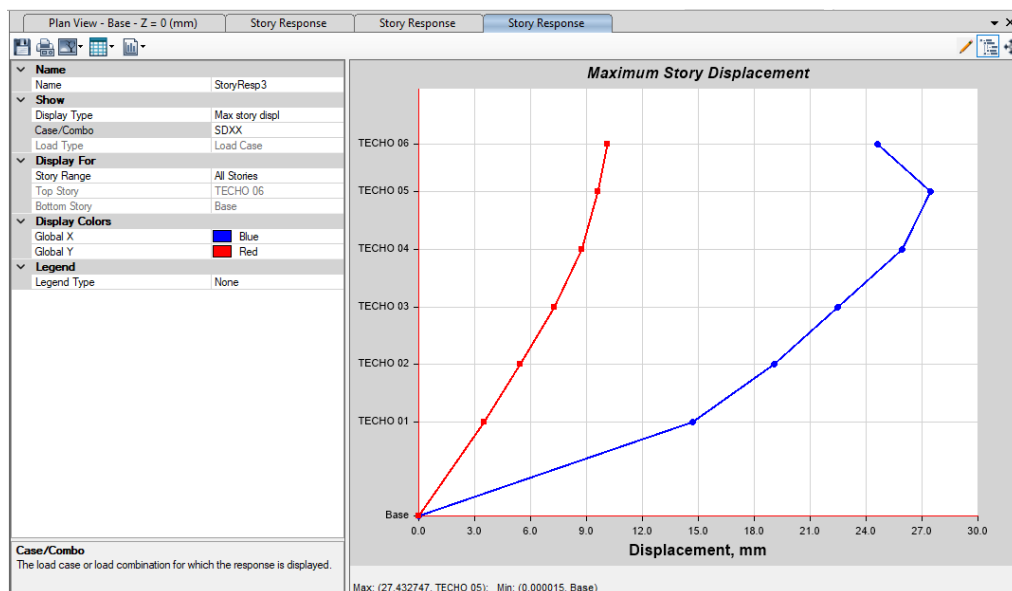
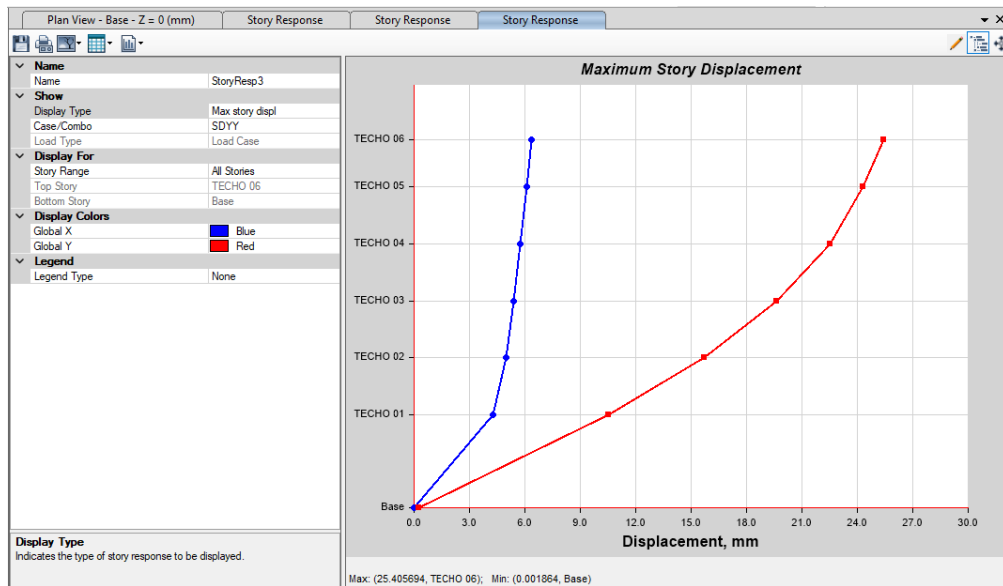


Figura 150.

Desplazamientos máximos absolutos determinados en dirección Y-Y.



Nota: En las Figuras 149 y 150, se muestran los desplazamientos máximos absolutos del análisis sísmico de la edificación, así como las verificaciones indicadas en la norma E.030, donde se tiene que el desplazamiento absoluto de la edificación por carga de sismo en dirección X es 27.4327 mm, y en dirección Y es 25.4056 mm.

Figura 151.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección X-X.

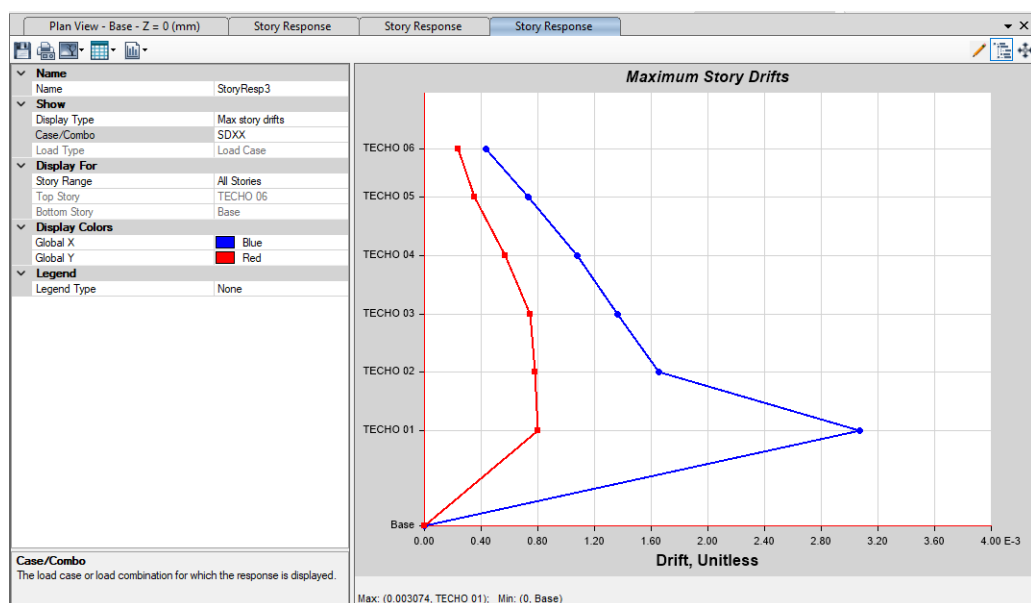
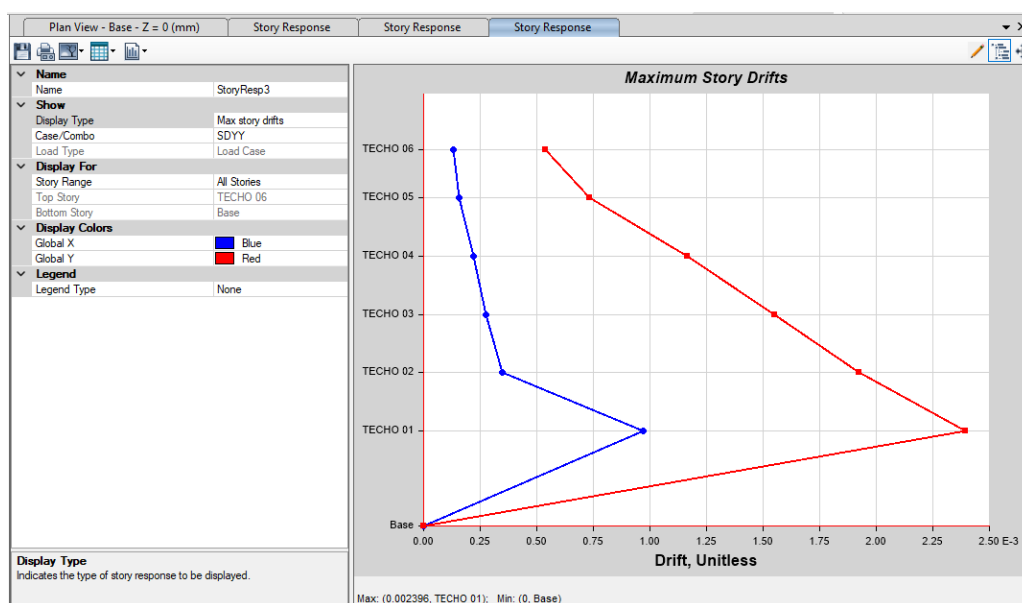


Figura 152.

Desplazamientos máximos relativo determinados en dirección Y-Y.



Nota: En las Figuras 151 y 152, se muestran los desplazamientos máximos relativos del análisis sísmico de la edificación, donde se puede apreciar que el desplazamiento relativo de la estructura por carga de sismo en dirección X y Y, no cumple para todos los pisos de acuerdo con la normativa ver detalle en la siguiente tabla.

Tabla 110.

Desplazamiento relativo en dirección X e Y.

PISO	CASO DE CARGA		DERIVA	DERIVA 0.75*R	DERIVA <0.007
DERIVA MAXIMA POR PISO EN LA DIRECCION X					
TECHO 06	SDXX	X	0.000432	0.002592	SI
TECHO 05	SDXX	X	0.000729	0.004374	SI
TECHO 04	SDXX	X	0.001075	0.00645	SI
TECHO 03	SDXX	X	0.001361	0.008166	NO
TECHO 02	SDXX	X	0.001655	0.00993	NO
TECHO 01	SDXX	X	0.003074	0.018444	NO
DERIVA MAXIMA POR PISO EN LA DIRECCION Y					
TECHO 06	SDYY	Y	0.000538	0.003228	SI
TECHO 05	SDYY	Y	0.000735	0.00441	SI
TECHO 04	SDYY	Y	0.001165	0.00699	SI
TECHO 03	SDYY	Y	0.001553	0.009318	NO
TECHO 02	SDYY	Y	0.001923	0.011538	NO
TECHO 01	SDYY	Y	0.002396	0.014376	NO

Figura 153.

Cortante dinámica en X y Y.

	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-mm	MY tonf-mm	MZ tonf-mm
	SDXX	LinRespSpec	Max		12.3421	2.0303	6.657E-07	23505.87	129649.73	98543
	SDYY	LinRespSpec	Max		2.0303	12.6801	0	134629.62	21640.63	29048.64

Tabla 111.

Cortante estática y dinámica en la dirección X e Y.

Dirección	Cortante	F	$V_{din} \geq 80\% Vest$		Factor De Amplificación
En X	Estática	15.491	79.67%	No cumple	1.00411
En X	Dinámica	12.342			
En Y	Estática	13.807	91.84%	Si cumple	
En Y	Dinámica	12.680			

Según la norma E.030 (MVCS, 2020) indica que para edificaciones regulares (que es nuestro caso) la cortante dinámica debe ser superior o igual al 80% de la cortante estática, y 90% para edificaciones irregulares. En este caso para la presente investigación el resultado de la cortante dinámica en la dirección X es de 12.342, lo que representa el 79.67% de la cortante estática (15.491), en tal sentido, es necesario incrementar la cortante en dirección X, en cambio en la dirección Y la cortante dinámica es de 12.680, lo que representa el 91.84% de la cortante estática (13.807) en tal sentido, no necesario incrementar la cortante en dirección Y. Finalmente se indica que es necesario amplificar la cortante dinámica en la dirección X, para lo que se utilizó el factor F_{ax} igual a 1.00411, recalando que este factor no afecta a los desplazamientos, solo al diseño.

ANEXO E: Ensayo de Esclerometría.



ENSAYOS DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

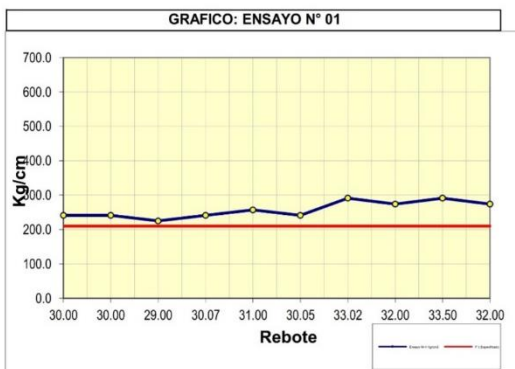
LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c. POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

OBRA : "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".
UBICACIÓN : CHOTA
ESTRUTURA : COLUMNA
F'c (kg/cm²) : 210
EQUIPO : ESCLEROMETRO
MARCA : FORNEY
SOLICITANTE : NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA
RES. LAB. : G.R.R
TEC. LAB. : I.C.D
FECHA : 19/09/2023

Ang. de prueba: 90°

COLUMNA (PUNTO N° 01)			
Direccion		Horizontal	
No.	Rebote	Validos	Kg / cm ²
1	30.00	30.00	241.0
2	30.00	30.00	241.0
3	29.00	29.00	225.0
4	30.07	30.07	241.0
5	31.00	31.00	257.0
6	30.05	30.05	241.0
7	33.02	33.02	291.0
8	32.00	32.00	274.0
9	33.50	33.50	291.0
10	32.00	32.00	274.0

Promedio	31.06	31	
Promedio Resistencia		257.6	Kg/cm ²
Desv. Stand.		23.4	Kg/cm ²
Coef. Variación		9.1	%
Resistencia % (f'c)		122.7	Kg/cm ²




LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremías Rimarachin
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

ANEXO F: Resultados de Laboratorio de Agregados



INFORME DE MATERIALES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS
(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

PROYECTO : "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".

Tesistas: NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA **Realizado Por :** R.C.R
Cantera : CONCHAN **Ing. Responsable :** G.R.R
Muestra : M-1 **Fecha :** 07-07-23
Ubicación del Proyecto : CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material : ARENA NATURAL **Uso:** Agregado para concreto
Ubicación de la Muestra: CANTERA CONCHAN
Tamaño Máximo: N° 3/8

HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO

TARRO				PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	800.00			
TARRO + SUELO SECO	776.00			
AGUA	24.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	776.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.093			3.093

Cantera: CANGANA **Uso:** Agregado para concreto
N°Muestra: M-1
Material: Piedra Chancada (agregado grueso)
Ubicación de la Muestra: CANTERA CANGANA
Tamaño Máximo: 1 -1/2"


HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO

TARRO				PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	2200			
TARRO + SUELO SECO	2189			
AGUA	11.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	2189			
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.503			0.503

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

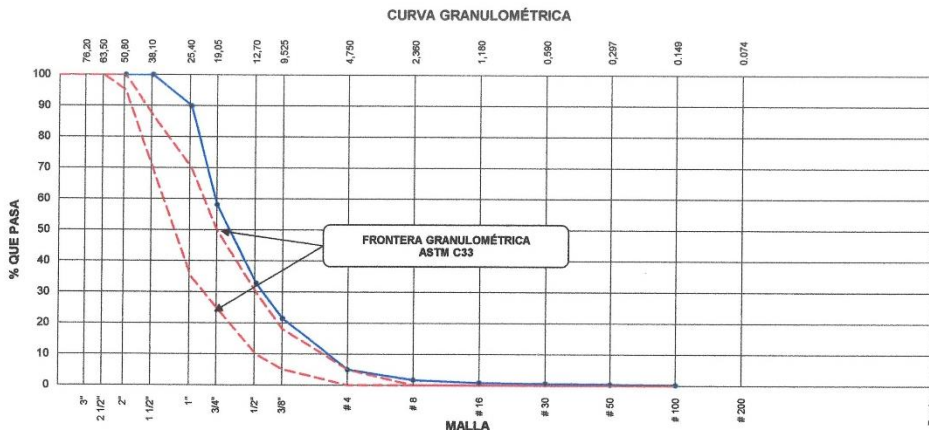
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
:Nombre y firma Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	:Nombre y firma Geremias Rimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267370

	INFORME	Código	AE-FO-83
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1



Proyecto : "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".
Solicitante : NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA **Muestreado por** : SOLICITANTE
Atención : NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA **Ensayado por** : R.C.R
Ubicación de Proyecto : CHOTA **Fecha de Ensayo** : 07/07/2023
Material : AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO **Turno** : Diumo


Tamaño Máximo : 1 -1/2"
Cantera : CANTERA CANGANA
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					95.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	70.00	87.00
1"	25.00 mm	1784.0	10.08	10.08	89.92	35.00	70.00
3/4"	19.00 mm	5634.0	31.82	41.90	58.10	25.00	50.00
1/2"	12.50 mm	4484.0	25.32	67.22	32.78	10.00	30.00
3/8"	9.50 mm	2005.0	11.32	78.54	21.46	5.00	18.00
# 4	4.75 mm	2909.0	16.43	94.97	5.03	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	584.0	3.30	98.27	1.73	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	147.0	0.83	99.10	0.90	0.00	0.00
# 30	600 µm	53.0	0.30	99.40	0.60	0.00	0.00
# 50	300 µm	31.0	0.18	99.58	0.42	0.00	0.00
# 100	150 µm	32.0	0.18	99.76	0.24	0.00	0.00
Fondo	-	43.0	0.24	100.00	0.00	-	-
						MF	7.11
						TMN	N° 1



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: _____	Nombre y firma:  Geremías Rimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870



	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto	"RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".		
Solicitante	NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	Muestreado por :	SOLICITANTE
Atención	: NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	Ensayado por :	R.C.R
Ubicación de Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo:	07/07/2023
Material	: AGREGADO GRUESO	Turno:	Diurno
Tamaño Máximo	1 -1/2"		
Cantera:	CANTERA CANGANA		
N° de Muestra	: —		
Progresiva	: —		

DATOS		A	
1	Peso de la muestra sss	2139.0	
2	Peso de la muestra sss sumergida	1332.0	
3	Peso de la muestra secada al horno	2102.0	

RESULTADOS	1		PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.605		2.605
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.651		2.651
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.730		2.730
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.76		1.76

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremías Rimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".

Tesistas: NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

Realizado Por : R.C.R

Cantera: CANTERA CANGANA

Ing. Responsable : G.R.R

Muestra: M-1

Fecha : 07-07-23

Ubicación del Proyecto CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Piedra Chancada (agregado grueso)

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : CANTERA CANGANA

Tamaño Máximo: 1 -1/2"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO



DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	26750	26700	26800
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	20126	20076	20176
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1435.32	1431.75	1438.88
PROMEDIO		1435.32 Kg/M³		


PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	28550	28500	28600
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	21926	21876	21976
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1563.69	1560.12	1567.25
PROMEDIO		1,563.69 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremías Rimarachin Rimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-56
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1





Proyecto	"RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".		
Solicitante	NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	Muestreado por :	SOLICITANTE
Atención	: NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	Ensayado por :	R.C.R
Ubicación Proyecto	CHOTA	Fecha de Ensayo:	07/07/2023
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno
Tamaño Máximo	1 - 1/2"	Profundidad:	---
Cantera:	CANTERA CANGANA	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---


DATOS

PI	P100	P400	U	ABRASION
5007.0	4498	3653	0.38	27

DETALLE	RESULTADO
Uniformidad	0.38
Abrasión	27%

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  Geremias Rimavachin Kimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

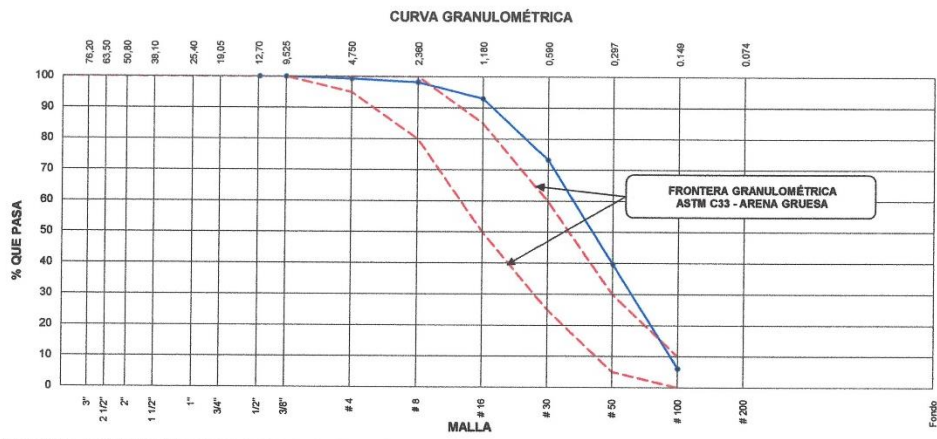
	INFORME	Código	AE-FO-83
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto : "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 6 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".

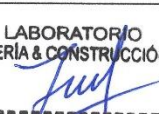
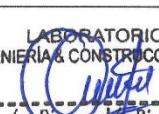
Solicitante : NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA Muestreado por : SOLICITANTE
Atención : NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA Ensayado por : R.C.R
Ubicación de Proyecto : CHOTA Fecha de Ensayo: 07/07/2023
Material : AGREGADO FINO PARA CONCRETO Turno: Diurno


Tamaño Máximo: N° 3/8
Procedencia : CONCHAN
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	3.5	0.62	99.38	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	6.2	1.11	98.27	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	29.6	5.28	92.99	50.00	85.00
# 30	600 µm	110.5	19.72	73.27	25.00	60.00
# 50	300 µm	188.1	33.57	39.70	5.00	30.00
# 100	150 µm	188.1	33.57	6.14	0.00	10.00
Fondo	-	34.4	6.14	0.00	-	-
					MF	1.90
					TMN	---



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Geremias Rimarachin Rimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-87
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	-
		Página	1 de 1

Proyecto

"RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".

Solicitante

NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

Muestreado por : SOLICITANTE

Atención

: NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN O

Ensayado por : R.C.R

Ubicación del Proyecto

CHOTA

Fecha de Ensayo: 07/07/2023

Material

: CONCHAN

Turno: Diurno

Tamaño Máximo:

N° 3/8

Cantera :

CONCHAN

N° de Muestra

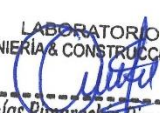
: ---

Progresiva

: ---

IDENTIFICACIÓN		1		
A	Peso Mat. Sat. Seca (SSS)	100.0		
B	Peso Frasco + agua	688.4		
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	749.2		
D	Peso del Mat. Seco	98.0		
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.500		2.500
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.551		2.551
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.634		2.634
% Absorción = 100*((A-D)/D)		2.041		2.041

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC</p> <p>Iván Cieza Díaz</p> <p>LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</p>	<p>GERENTE</p> <p>Nombre y firma:</p>	<p>CQC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC</p> <p>Geremías Rimarachin Rimarachin</p> <p>JEFE DE LABORATORIO</p> <p>INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870</p>



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS
(MTC E203)**

Obra : "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".

Tesistas: NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

Realizado Por : R.C.R

Cantera: CONCHAN

Ing. Responsable : G.R.R

Muestra: M-1

Fecha : 07-07-23

Ubicación del Proyecto : CHOTA

DATOS DE LA MUESTRA

Material: ARENA NATURAL

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : CANTERA CONCHAN

Tamaño Máximo: N° 3/8

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO



DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	6600	6650	6680
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4062	4112	4142
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1428.27	1445.85	1456.40
PROMEDIO		1,443.51 Kg/M³		

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	03
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	03
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	7050	7000	7030
PESO DEL MOLDE	gr.	2538	2538	2538
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	4512	4462	4492
VOLUMEN DE MOLDE	cm3	2844	2844	2844
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1586.50	1568.92	1579.47
PROMEDIO		1,578.29 Kg/M³		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE, POSTERIORMENTE TRANSPORTADAS A LABORATORIO GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	GERENTE	CQC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremías Rimarachán JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

ANEXO G: Diseño de Mezclas – ACI



ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Obra: "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".

Tesistas: NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

Cantera A.Fino: CONCHAN
Cantera A. Grueso: CANGANA

Materiales: ARENA NATURAL Y PIEDRA CHANCADA

Estructura: DIFERENTES ESTRUCTURAS

Tam. Max : 1 -1/2"

Realizado Por : R.C.R
Ing.Responsable: G.R.R
Fecha: 07/07/2023

Método de Diseño ACI - (Comité 211)

DISEÑO DE CONCRETO F'c 210 Kg/cm²

DATOS			VOLÚMENES ABSOLUTOS		
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO			Cemento	0.110	m ³
F'c (Diseño)	210	Kg./cm ²	Agua	0.193	m ³
Seguridad	f _c +64	Kg./cm ²	Aire	0.015	m ³
Resistencia Requerida f'cr	294	Kg./cm ²	E	0.448	m ³
CEMENTO PORTLAND			Sub-Total	0.766	m ³
TIPO I			CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
Peso Especifico	PACASMAYO		Volumen Absoluto Fino	0.234	m ³
	3.15		Peso Fino Seco	596.934	Kg./m ³
AGREGADO FINO			VALORES DE DISEÑO		
Peso Especifico	2.551	TN/m ³	Cemento	345.878	Kg./m ³
Peso Unitario Compactado	1.578	TN/m ³	Agua	193	Lt/m ³
Peso Unitario Suelto	1.444	TN/m ³	Agregado Fino Seco	596.934	Kg./m ³
Absorción	2.041	%	Agregado Grueso Seco	1188.171	Kg./m ³
Humedad	3.093	%	Peso Total	2,323.983	Kg./m ³
Modulo de Fineza	1.903				
AGREGADO GRUESO CHANCADO			CORRECCION POR HUMEDAD		
Tam. Máx. Nominal	1*	25.40 mm	Agregado Fino Húmedo	615.439	Kg./m ³
Peso Especifico	2.651	TN/m ³	Agregado Grueso Húmedo	1194.112	Kg./m ³
Peso Unitario Compactado	1.564	TN/m ³			
Peso Unitario Suelto	1.435	TN/m ³	HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS		
Absorción	1.760	%	Agregado Fino	1.052	%
Humedad	0.503	%	Agregado Grueso	-1.257	%
ADITIVO PLASTIMENT TM 12			APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS		
Aporte de Aditivo Plastiment TM 12		%	Agregado Fino	6.474	Lt/m ³
Peso Especifico		g/ml	Agregado Grueso	-15.010	Lt/m ³
			Aporte de Humedad	-8.563	Lt/m ³
			Agua efectiva	201.536	Lt/m ³
PROCESAMIENTO			PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
Asentamiento	3"- 4"	pulg.	Cemento	345.878	Kg./m ³
Volumen Unitario de Agua	193.0	Lt/m ³	Agua Efectiva	201.536	Lt/m ³
Contenido de Aire	1.50	%	Agregado Fino Húmedo	615.439	Kg./m ³
Relación a/c Resistencia	0.558	a/c	Agregado Grueso Húmedo	1194.112	Kg./m ³
Factor Cemento	345.878	Kg./m ³	Peso Total	2356.965	Kg./m ³
Factor Cemento	8.136	Bolsa			
Contenido Agregado Grueso	0.760	Peso/m ³			
Peso Agregado Grueso	1188.171	Kg./m ³			

RESULTADOS FINALES

PROPORCIÓN EN PESO POR PIE CUBICO			
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.78	3.45	0.58

PROPORCIONES EN VOLUMEN POR PIE CUBICO			
Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso	Agua
1.00	1.80	3.60	24.76

PESO POR TANDA		
Cemento	42.50	Kg./Bolsa
Agua Efectiva	24.76	Lt/Bolsa
Agregado Fino	75.65	Kg./Bolsa
Agregado Grueso	146.63	Kg./Bolsa

OBSERVACIONES:

Los Calculos de Diseño estan Basados a las Ventajas de este Producto; por lo que su Uso es Obligatorio.
En caso que las Características Físicas y Mecánicas de los Agregados, presente alguna variación o distintos Estratos
En las Canteras Usadas, El Contratista debiera volver Rediseñar o realizar el ajuste del Diseño de Mezcla

ANEXO H: Resultados de Laboratorio de Resistencia del Concreto


ELEMENTO (s)		DISEÑO	CONCRETO CONVENCIONAL				TIPO DE MEZCLA		F'c - 210 Kg/cm2.					
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (gr)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	f'c (Kg/cm2)	f'c (%)
M1	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	7	15-jul.-23	151.88	303.76	12576	5	302.30	30826	18117	170	210	81.0%
M2	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	7	15-jul.-23	150.20	300.40	12862	2	312.30	31845	17719	180	210	85.6%
M3	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	7	15-jul.-23	151.72	303.44	12918	5	308.60	31468	18079	174	210	82.9%
M13	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	14	22-jul.-23	150.79	301.58	12864	5	336.30	34293	17858	192	210	91.4%
M14	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	14	22-jul.-23	152.40	304.80	12887	5	352.30	35924	18241	197	210	93.8%
M15	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	14	22-jul.-23	150.71	301.42	12892	2	360.20	36730	17839	206	210	98.0%
M25	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	28	5-ago.-23	152.14	304.28	12825	5	434.97	44354	18179	244	210	116.2%
M26	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.20	302.40	12832	3	395.29	40308	17955	224	210	106.9%
M27	CONCRETO CONVENCIONAL	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.11	302.22	12811	3	391.01	39871	17934	222	210	105.9%

(*)







TIPO DE ROTURA
ASTM C39

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL

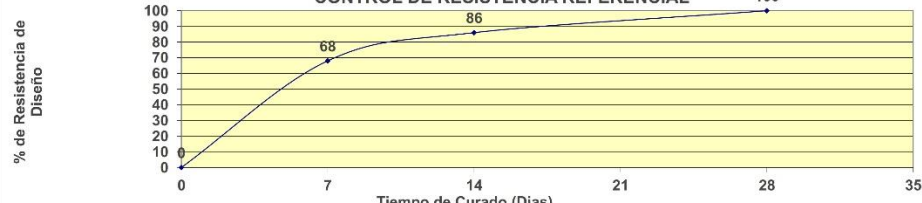
Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Diseño
7	68
14	86
28	100

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA ASTM C39 MTC E704												
SOLICITANTE		NEISER HUANAMBAL AREVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA		"RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".										15-jul.-23
ELEMENTO (s)		DISEÑO	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO				TIPO DE MEZCLA		F'c - 210 Kg/cm2.					
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	PESO (gr)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	RESISTENCIA (Kg/Cm2)	f'c (Kg/cm2)	f'c (%)
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)	FECHA DE ROTURA	(mm)	(mm)	(gr)	(*)	(KN)	(KG)	(mm2)	(Kg/Cm2)	(Kg/cm2)	(%)
M4	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	151.18	302.36	10989	5	341.59	34832	17951	194	210	92.4%
M5	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	150.91	301.82	10809	5	316.94	32318	17887	181	210	86.0%
M6	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	151.75	303.50	10955	5	306.20	31223	18086	173	210	82.2%
M16	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	151.34	302.68	10912	5	329.60	33609	17989	187	210	89.0%
M17	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	152.00	304.00	10939	5	336.30	34293	18146	189	210	90.0%
M18	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	151.00	302.00	10968	5	346.38	35320	17908	197	210	93.9%
M28	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.20	302.40	10803	5	387.18	39481	17955	220	210	104.7%
M29	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	150.20	300.40	10852	3	371.20	37851	17719	214	210	101.7%
M30	ADICIONANDO EL 5% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.47	302.94	10975	3	374.20	38157	18020	212	210	100.8%


(*) TIPO DE ROTURA ASTM C39

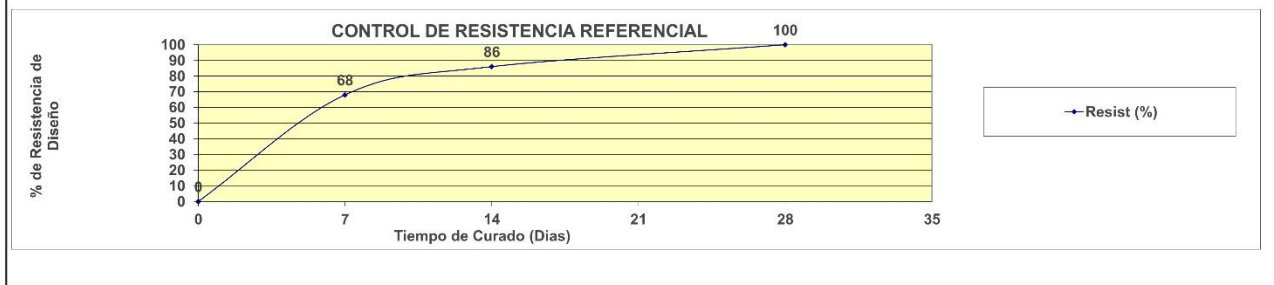
 Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)	 Tipo 2 Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo	 Tipo 3 Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados	 Tipo 4 Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1	 Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)	 Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo
---	---	--	---	---	---

CONTROL DE RESISTENCIA REFERENCIAL



Tiempo de Curado (Días)	% de Resistencia de Diseño
0	0
7	68
14	86
28	100

		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO												
		RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS												
		NORMA ASTM C39 MTC E704												
SOLICITANTE		NEISER HUANAMBAL ARÉVALO & EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA		"RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023".									15-jul.-23	
ELEMENTO (s)		DISEÑO		ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO			TIPO DE MEZCLA		F'c - 210 Kg/cm2.					
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE	DIAMETRO	ALTURA	PESO	TIPO DE	CARGA	CARGA	ÁREA	RESISTENCIA	f'c	f'c
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)	ROTURA	(mm)	(mm)	(gr)	ROTURA (*)	(KN)	(KG)	(mm2)	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
M7	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	150.30	300.60	10219	5	262.73	26791	17742	151	210	71.9%
M8	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	149.53	299.06	10257	5	276.97	28243	17561	161	210	76.6%
M9	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	151.59	303.18	10346	5	264.76	26998	18048	150	210	71.2%
M19	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	150.17	300.34	10452	2	285.60	29123	17712	164	210	78.3%
M20	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	151.58	303.16	10574	5	285.57	29120	18046	161	210	76.8%
M21	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	151.20	302.40	10615	5	290.30	29602	17955	165	210	78.5%
M31	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.88	303.76	10919	2	326.65	33309	18117	184	210	87.5%
M32	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.60	303.20	10690	2	337.64	34429	18050	191	210	90.8%
M33	ADICIONANDO EL 10% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	152.20	304.40	10814	3	328.32	33479	18194	184	210	87.6%



ELEMENTO (s)		DISEÑO	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO		TIPO DE MEZCLA		F'c - 210 Kg/cm2.							
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE	DIAMETRO	ALTURA	PESO	TIPO DE	CARGA	CARGA	ÁREA	RESISTENCIA	f'c	f'c
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)	ROTURA	(mm)	(mm)	(gr)	(*)	(KN)	(KG)	(mm2)	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
M10	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	151.70	303.40	9901	5	210.06	21420	18074	119	210	56.4%
M11	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	152.30	304.60	9954	5	216.29	22055	18218	121	210	57.7%
M12	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	7	15-jul.-23	151.18	302.36	9924	5	199.87	20381	17951	114	210	54.1%
M22	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	150.13	300.26	9922	2	252.30	25727	17702	145	210	69.2%
M23	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	150.84	301.68	9934	3	244.18	24899	17870	139	210	66.3%
M24	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	14	22-jul.-23	151.23	302.46	9857	5	269.29	27460	17962	153	210	72.8%
M34	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.78	303.56	10187	5	304.63	31063	18093	172	210	81.8%
M35	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	151.20	302.40	10235	2	295.30	30112	17955	168	210	79.9%
M36	ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	8-jul.-23	28	5-ago.-23	150.30	300.60	10168	3	299.30	30520	17742	172	210	81.9%

(*) TIPO DE ROTURA ASTM C39

Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)

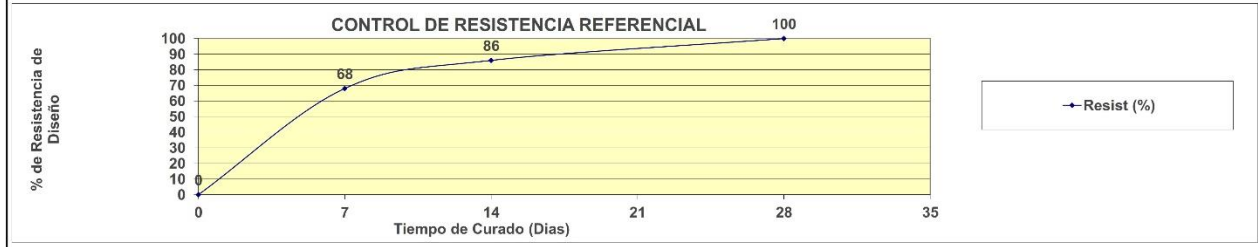
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo

Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados

Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1

Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)

Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremías Kimarochín Kimarochín
 JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

ANEXO I: Resultado de Laboratorio de Clasificación de Suelos



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO DE TESIS: "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023."

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

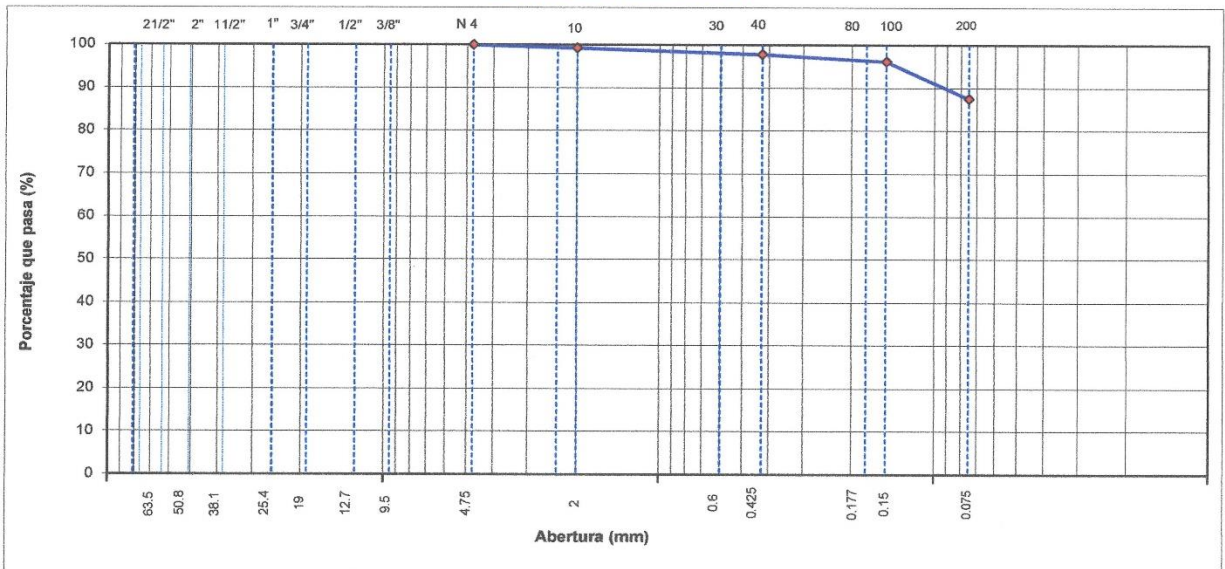
ESTRUCTURA :	EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO	HECHO POR :	H.C.R
SOLICITANTE :	NEISER HUANAMBAL ARÉVALO - EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	06/07/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	C - 1	MASA INICIAL :	610.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	610.0 g
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHOTA	PROFUND. (M.) :	0.00 - 3.00 m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						% Masa Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Masa Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 55.2
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 29.6
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 25.6
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7-6 (17)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	4.3	0.7	0.7	99.3		Contenido de Humedad (%): 30.19
Nº 16	1.190						Materia Orgánica: :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia: :
Nº 30	0.600						Índice de Líquidez: :
Nº 40	0.425	8.80	1.4	2.1	97.9		Descripción del (IC): :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	10.20	1.7	3.8	96.2		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	52.70	8.6	12.5	87.5		
< Nº 200	FONDO	534.00	87.5	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.





LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO DE TESIS: "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023."

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO	HECHO POR :	H.C.R
SOLICITANTE :	NEISER HUAMBAL ARÉVALO - EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	3-sep.-23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA :	M - 1
CALICATA :	C- 1	PROF. (M.) :	0.00 - 3.00 m.
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHOTA		

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	2100.0			
MASA SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	1613.0			
MASA DE CAPSULA (gr.)	0.0			
MASA DEL AGUA	487.0			
MASA DE SUELO SECO	1613.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	30.19			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : 30.19

Observaciones: LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.


 LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


 LABORATORIO
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 287870



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO DE TESIS: "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023."

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTRUCTURA :	EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO	HECHO POR :	H.C.R
SOLICITANTE :	NEISER HUANAMBAL ARÉVALO - EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	ING. RESP. :	H.C.R
ESTRATO :	TERRENO NATURAL	FECHA :	3-sep.-23

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	MUESTRA :	M - 1
CALICATA :	C- 1	PROFUNDIDAD :	0.00 - 3.00 m.
UBICACIÓN :	DISTRITO DE CHOTA		

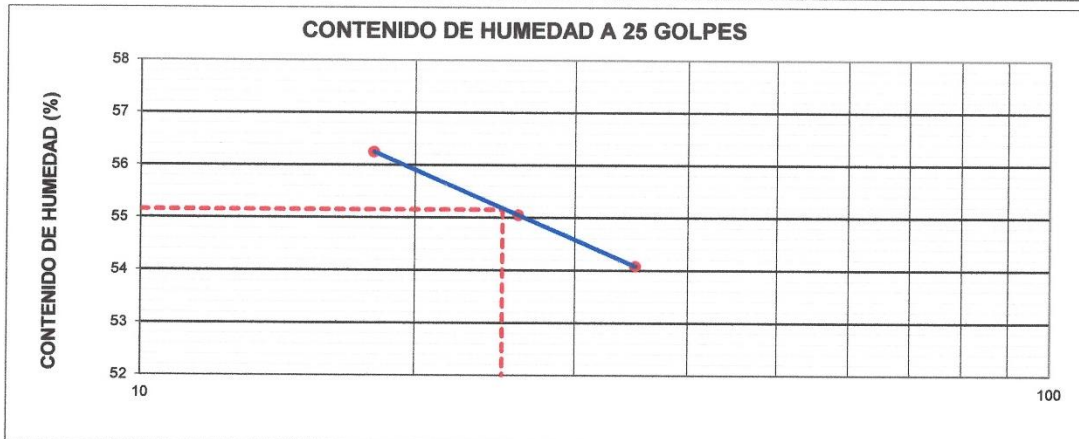
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	55.10	54.15	53.40	
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	40.79	40.47	40.01	
MASA DE AGUA	(g)	14.31	13.68	13.39	
MASA DEL TARRO	(g)	15.35	15.62	15.25	
MASA DEL SUELO SECO	(g)	25.44	24.85	24.76	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	56.25	55.05	54.08	55.13
NUMERO DE GOLPES		18	26	35	26.33

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		3	4		
MASA TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	18.04	17.84		
MASA TARRO + SUELO SECO	(g)	15.86	15.68		
MASA DE AGUA	(g)	2.18	2.16		
MASA DEL TARRO	(g)	8.52	8.36		
MASA DEL SUELO SECO	(g)	7.34	7.32		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.70	29.51	29.61	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	55.2
LIMITE PLASTICO	29.6
INDICE DE PLASTICIDAD	25.6

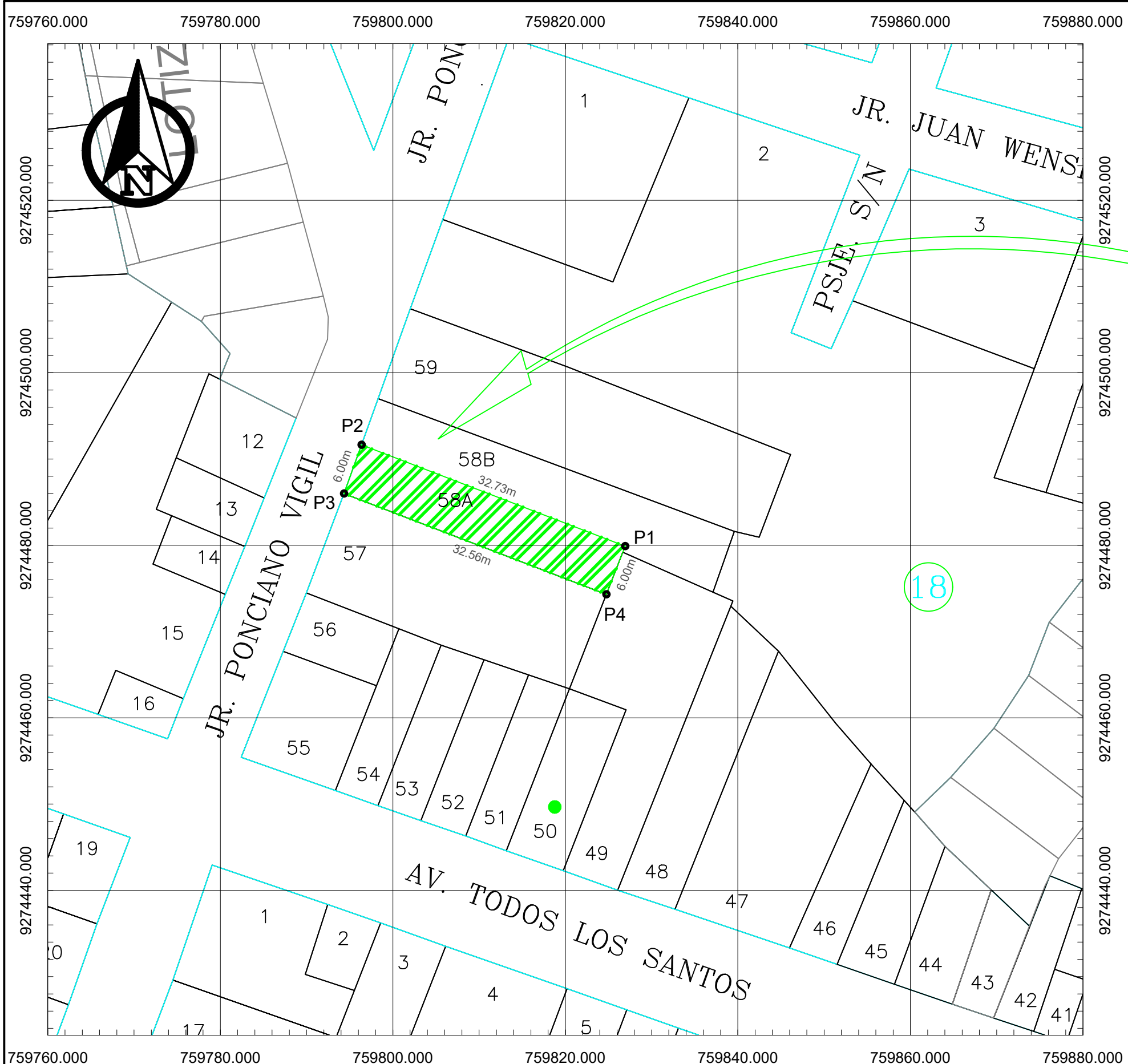
Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS POR EL SOLICITANTE.

LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

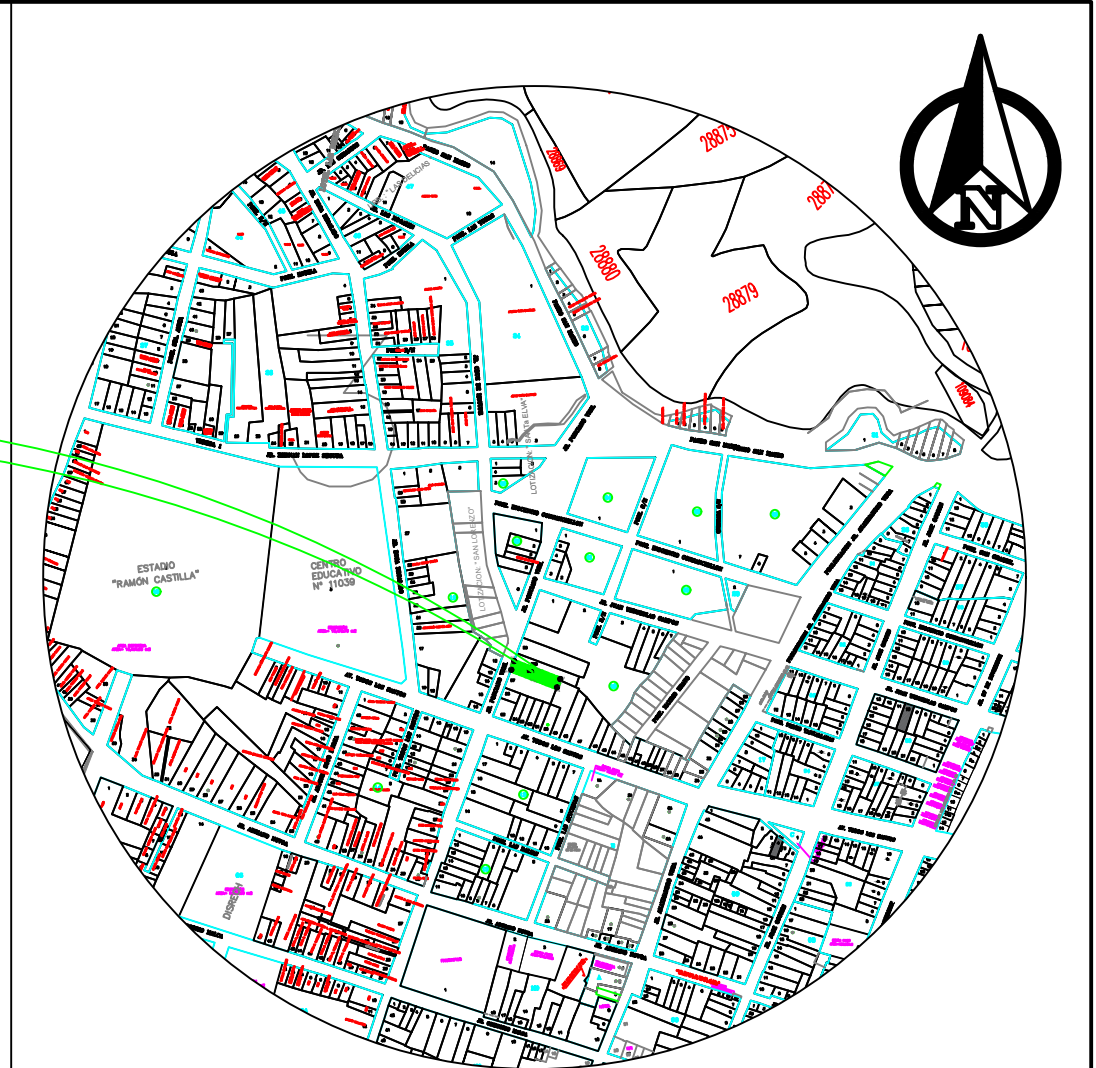
LABORATORIO
INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremías Rimarachín
Geremías Rimarachín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

ANEXO J: Plano de Ubicación de la Edificación.



PLANO DE UBICACIÓN
Esc. 1: 500

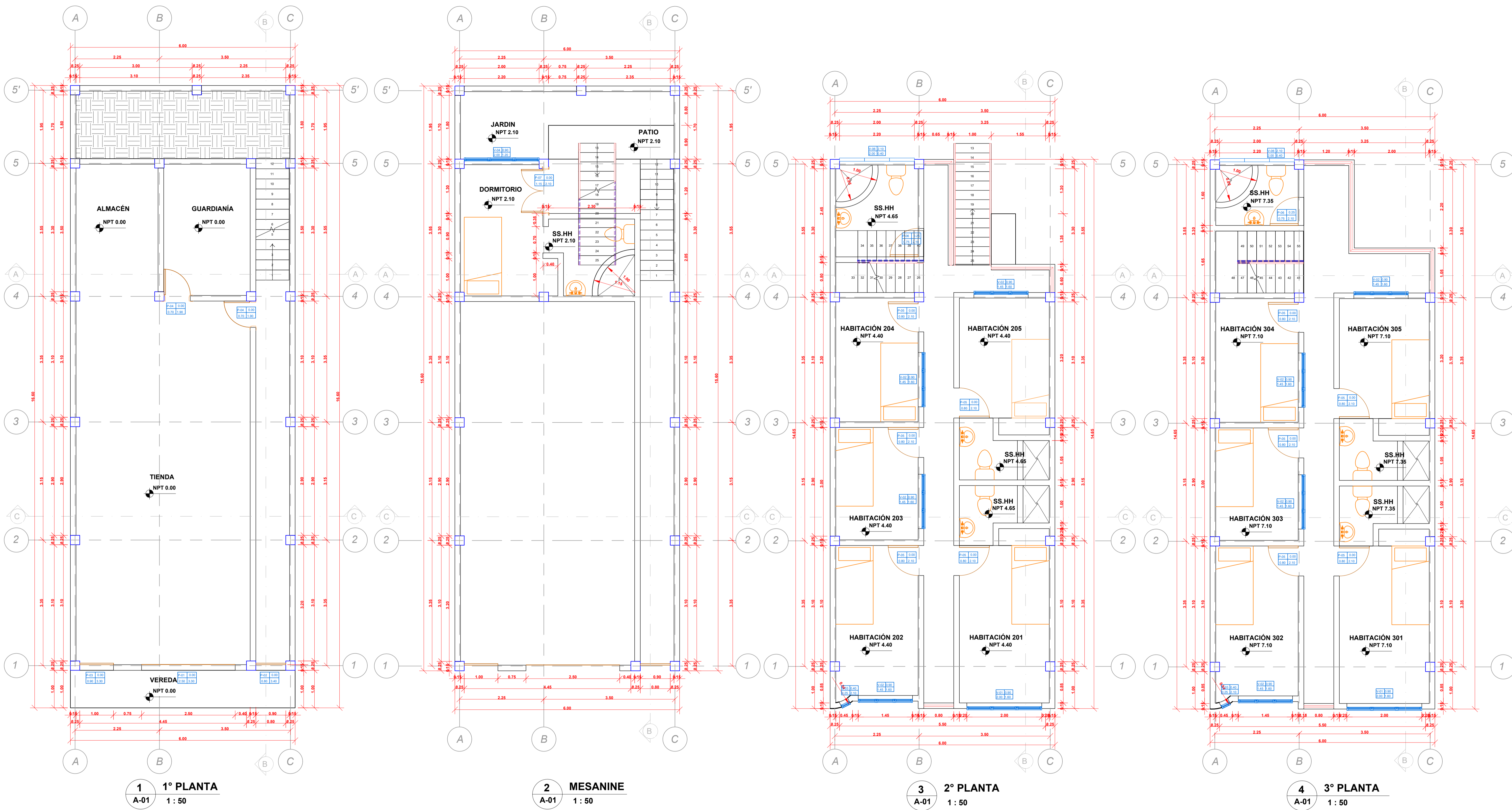
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA(m)	NORTE	ESTE
P1	P1-P2	32.73	9274479.907	759826.921
P2	P2-P3	6.00	9274491.639	759796.367
P3	P3-P4	32.56	9274485.990	759794.344
P4	P4-P1	6.00	9274474.317	759824.740



PLANO DE LOCALIZACIÓN
Esc. 1: 5000

PLANO DE LOCALIZACION ESCALA 1/5000	
ZONIFICACION:	RDM
AREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA:	IDENTIDAD CULTURAL
DEPARTAMENTO :	CAJAMARCA
PROVINCIA :	CHOTA
DISTRITO :	CHOTA
NOMBRE DE LA VÍA :	JR. PONCIANO VIGIL
MANZANA :	18
LOTE :	58A
PROPIETARIO:	TESISTAS:
Sr: VALLE DIAZ, VICTOR DUANI	Bach. Ing. HUANAMBAL ARÉVALO, NEISER Bach. Ing. VÁSQUEZ AYALA, EFRÁIN OSMAR
TESIS: RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023	
PLANO:	LAMINA:
LOCALIZACION Y UBICACION	U=1
ESCALA:	FECHA:
INDICADA	OCTUBRE 2024

ANEXO K: Planos de Arquitectura de la edificación.



CUADRO DE VANOS - PUERTAS

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION
P-01	1	2.50	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA ENROLLABLE PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-02	1	0.80	3.40	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-03	1	0.90	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-04	2	0.70	1.90	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-05	15	0.80	2.10	0.00	PUERTA MADERA CONTRAPLACADA BARNIZ CEDRO DOBLE MARCO
P-06	5	0.75	2.10	0.25	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA BARNIZ CEDRO
P-07	1	1.15	2.10	0.00	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA DOS HOJAS BARNIZ CEDRO

CUADRO DE VANOS - VENTANAS

TIPO	CANTIDAD	LARGO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION
V-01	3	2.00	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-02	12	1.45	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-03	3	0.25	2.10	0.40	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-04	1	2.00	1.20	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-05	1	5.70	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-06	5	2.00	0.40	2.10	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE

TESISTAS:

**NEISER HUANAMBAL ARÉVALO
EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA**

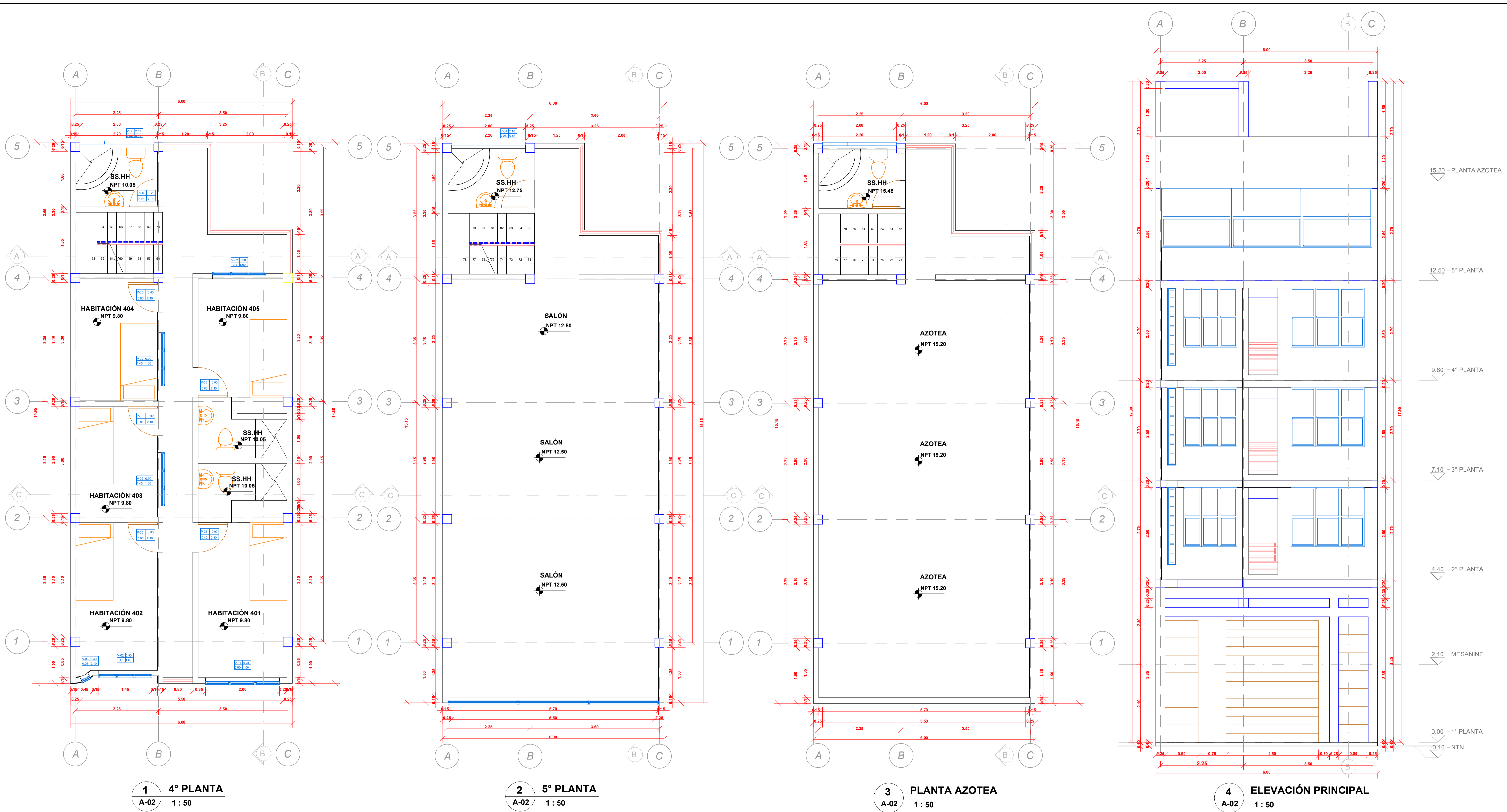
TESIS: **RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023.**

PLANO: **ARQUITECTURA - PLANTAS**

LAMINA N°:

UBICACIÓN: Jr. PONCIANO VIGIL N° 824 DISTRITO: CHOTA
 PROVINCIA: CHOTA REGIÓN: CAJAMARCA
 DISEÑO: N.H.A. & E.O.V.A. DIBUJO: N.H.A. & E.O.V.A.
 FECHA: NOVIEMBRE 2024 ESC: 1:50

A-01



CUADRO DE VANOS - PUERTAS

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION
P-01	1	2.50	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA ENROLLABLE PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-02	1	0.80	3.40	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-03	1	0.90	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-04	2	0.70	1.90	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-05	15	0.80	2.10	0.00	PUERTA MADERA CONTRAPLACADA BARNIZ CEDRO DOBLE MARCO
P-06	5	0.75	2.10	0.25	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA BARNIZ CEDRO
P-07	1	1.15	2.10	0.00	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA DOS HOJAS BARNIZ CEDRO

CUADRO DE VANOS - VENTANAS

TIPO	CANTIDAD	LARGO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION
V-01	3	2.00	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-02	12	1.45	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-03	3	0.25	2.10	0.40	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-04	1	2.00	1.20	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-05	1	5.70	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-06	5	2.00	0.40	2.10	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE

TESISTAS:

**NEISER HUANAMBAL ARÉVALO
EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA**

TESIS: **RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023.**

PLANO: **ARQUITECTURA - PLANTAS Y ELEVACIONES**

LAMINA N°:

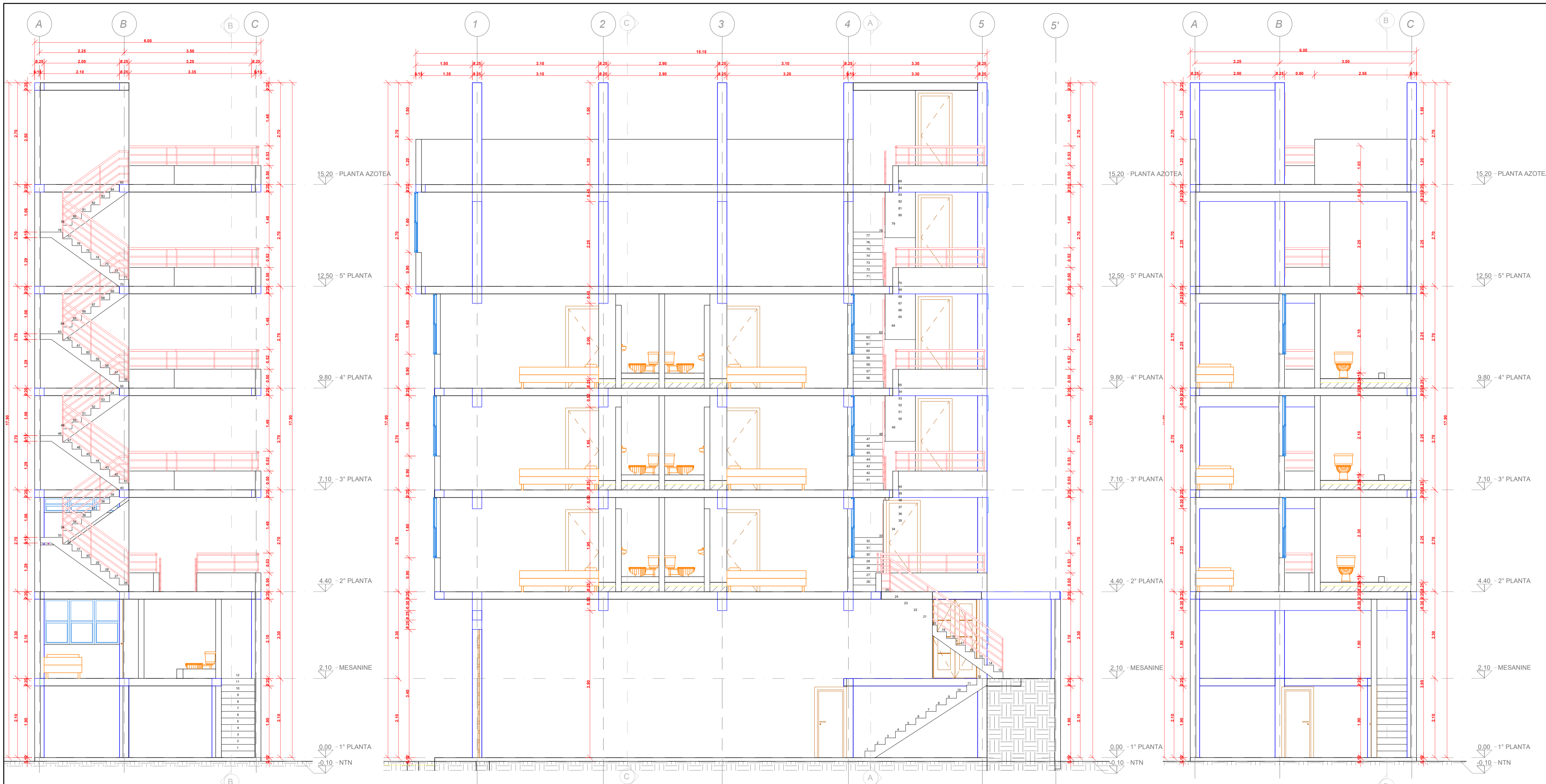
UBICACIÓN: **Jr. PONCIANO VIGIL N° 824** DISTRITO: **CHOTA**

PROVINCIA: **CHOTA** REGIÓN: **CAJAMARCA**

DISEÑO: **N.H.A. & E.O.V.A.** DIBUJO: **N.H.A. & E.O.V.A.**

FECHA: **NOVIEMBRE 2024** ESC: **1:50**

A-02



1 CORTE A-A
A-03 1 : 50

2 CORTE B-B
A-03 1 : 50

3 CORTE C-C
A-03 1 : 50

CUADRO DE VANOS - PUERTAS

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION
P-01	1	2.50	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA ENROLLABLE PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-02	1	0.80	3.40	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-03	1	0.90	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-04	2	0.70	1.90	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE
P-05	15	0.80	2.10	0.00	PUERTA MADERA CONTRAPLACADA BARNIZ CEDRO DOBLE MARCO
P-06	5	0.75	2.10	0.25	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA BARNIZ CEDRO
P-07	1	1.15	2.10	0.00	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA DOS HOJAS BARNIZ CEDRO

CUADRO DE VANOS - VENTANAS

TIPO	CANTIDAD	LARGO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION
V-01	3	2.00	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-02	12	1.45	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-03	3	0.25	2.10	0.40	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-04	1	2.00	1.20	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-05	1	5.70	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE
V-06	5	2.00	0.40	2.10	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE

TESISTAS: **NEISER HUANAMBAL ARÉVALO**
EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA

TESIS: **RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023.**

PLANO: **ARQUITECTURA - CORTES**

UBICACIÓN: Jr. PONCIANO VIGIL N° 824 DISTRITO: CHOTA

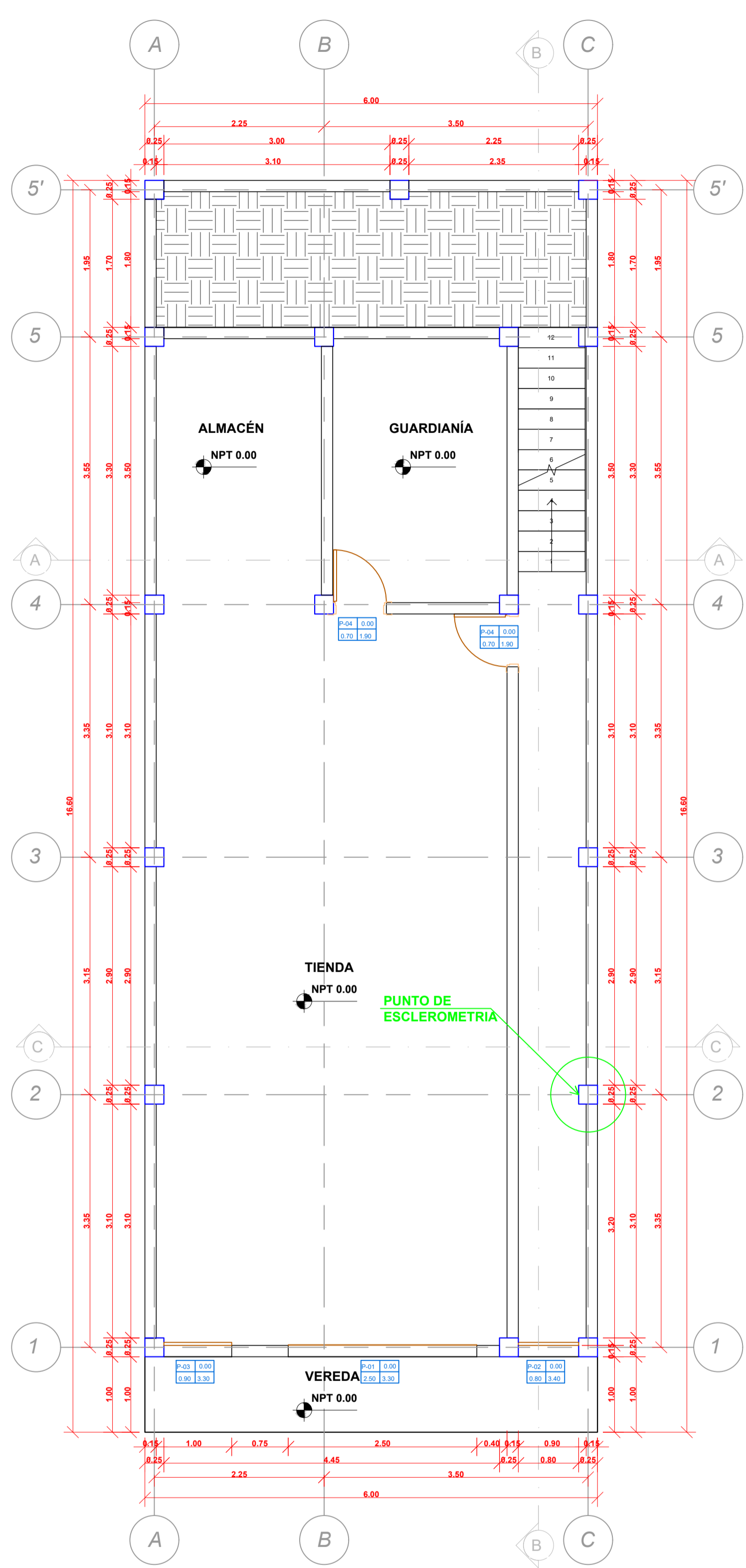
PROVINCIA: CHOTA REGIÓN: CAJAMARCA

DISEÑO: N.H.A. & E.O.V.A. DIBUJO: N.H.A. & E.O.V.A.

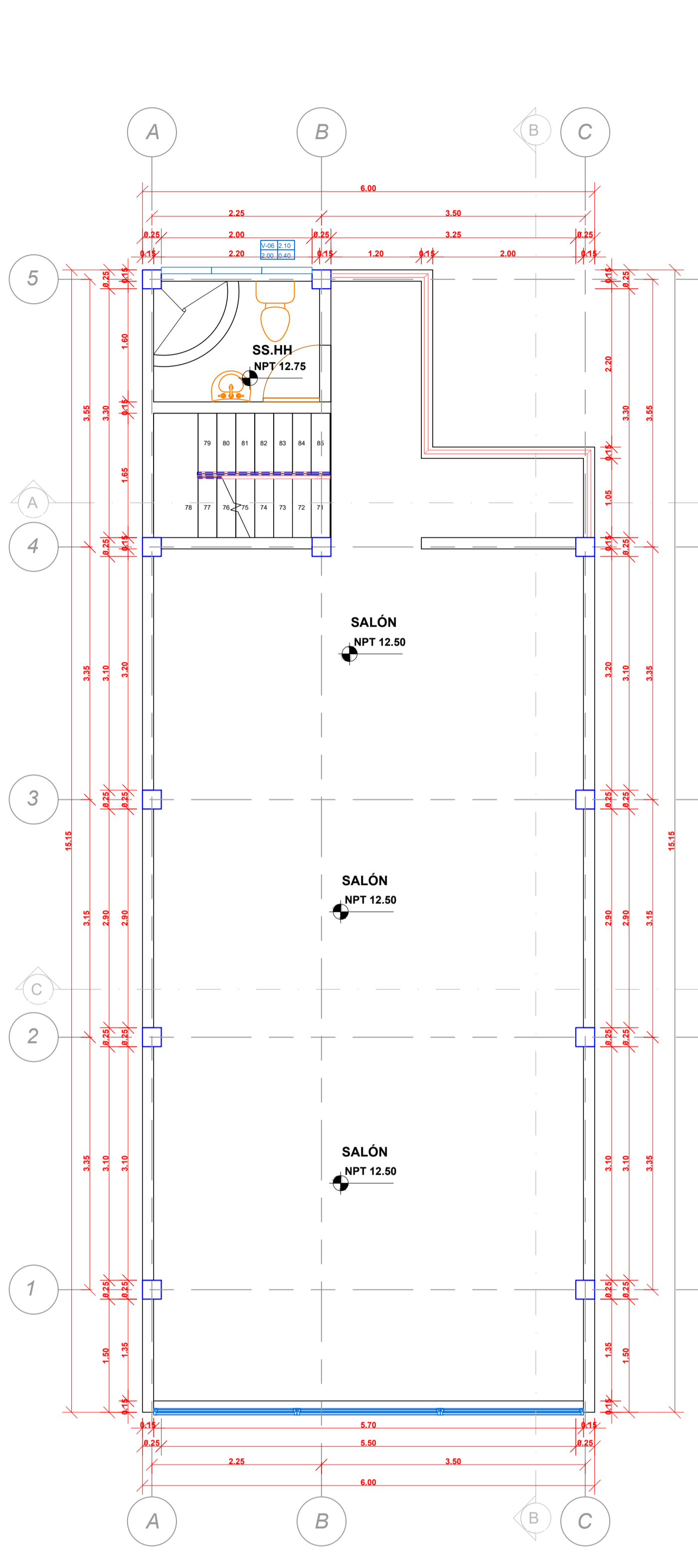
FECHA: NOVIEMBRE 2024 ESC: 1 : 50

LAMINA N°: **A-03**

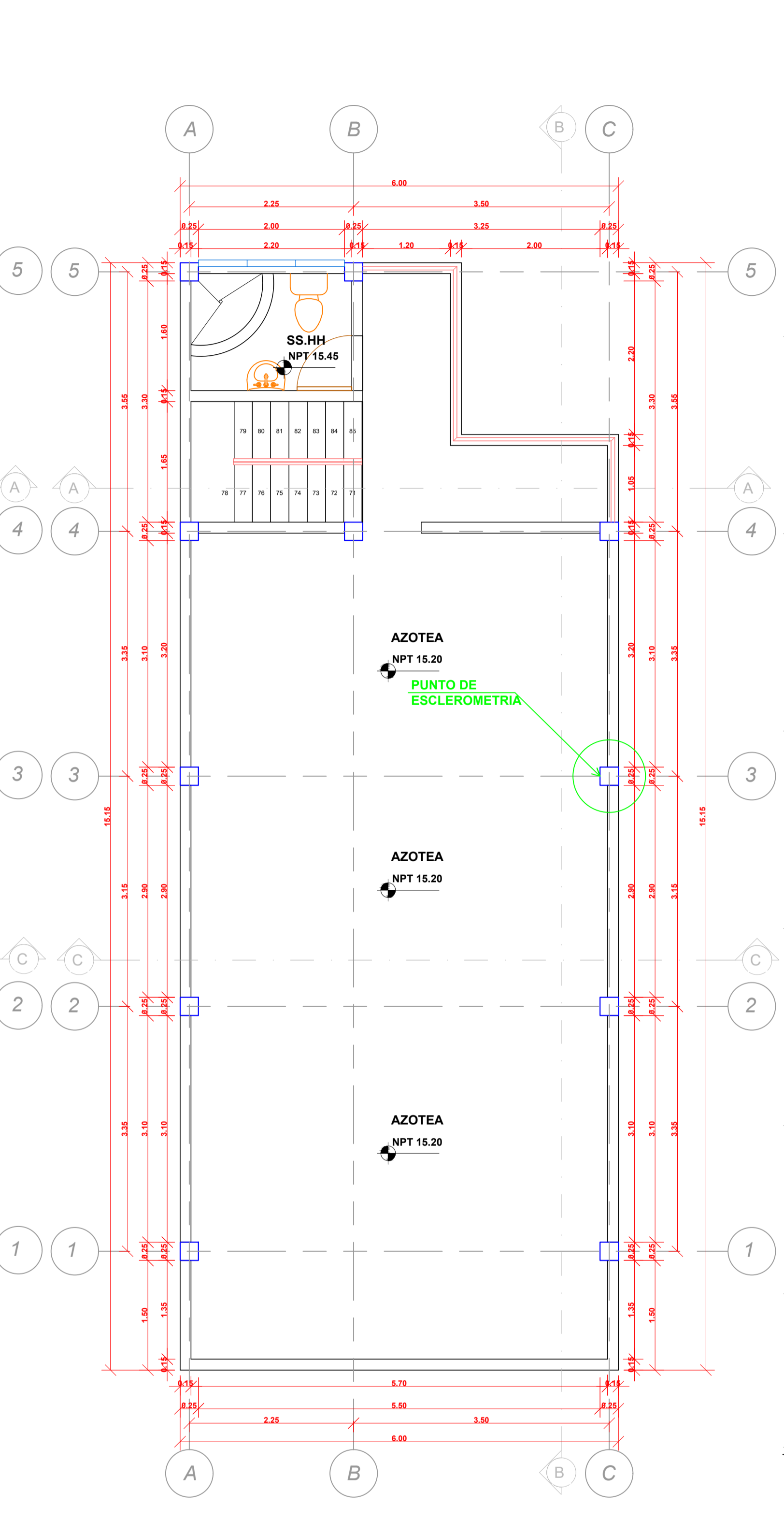
ANEXO L: Plano de Ubicación de Puntos de Ensayo de Esclerometría.



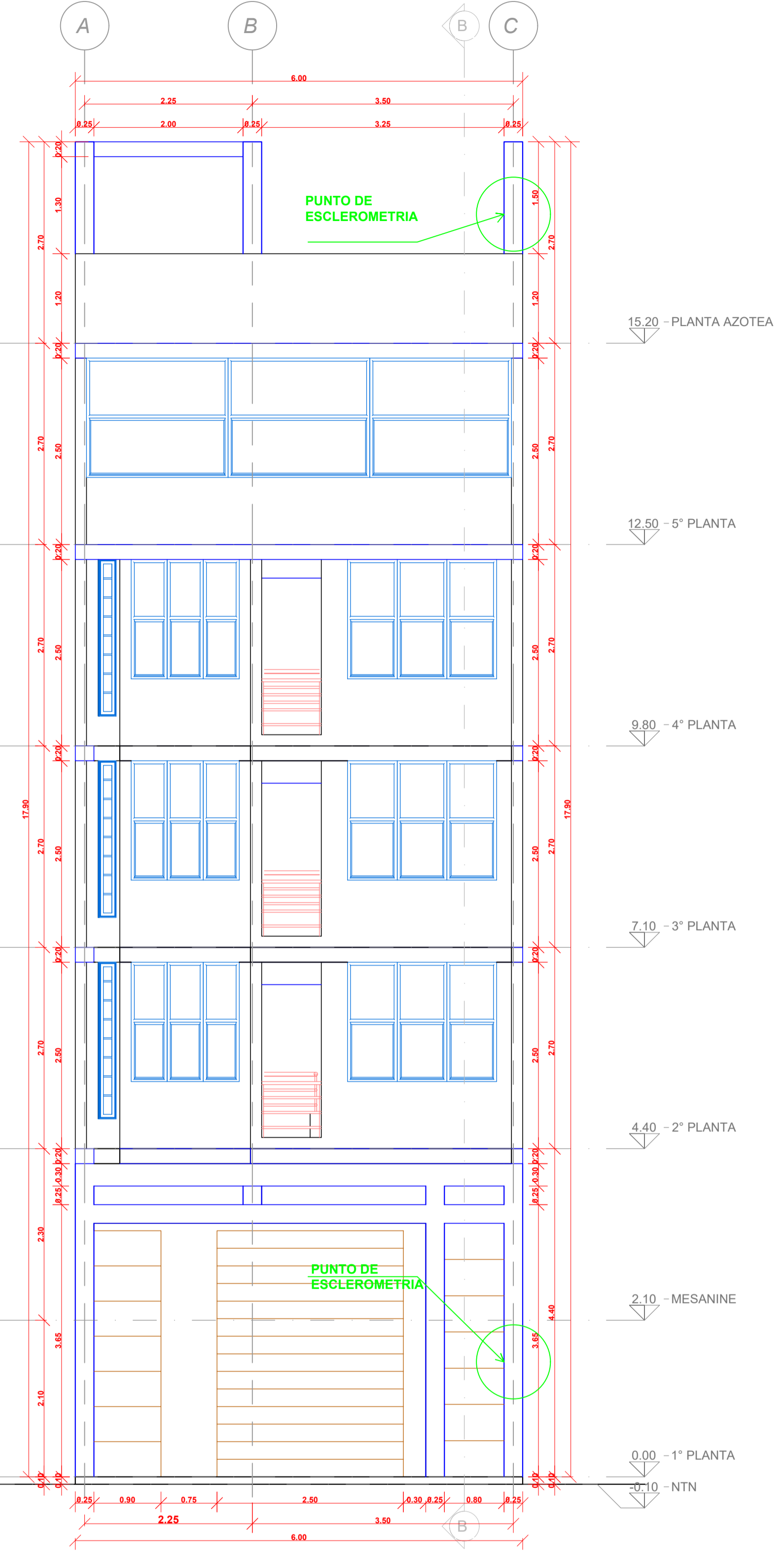
1 1° PLANTA
A-01 1 : 50



2 5° PLANTA
A-02 1 : 50



3 PLANTA AZOTEA
A-02 1 : 50



4 ELEVACIÓN PRINCIPAL
A-02 1 : 50

CUADRO DE VANOS - PUERTAS						
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION	
P-01	1	2.50	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA ENROLLABLE PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE	
P-02	1	0.80	3.40	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE	
P-03	1	0.90	3.30	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE	
P-04	2	0.70	1.90	0.00	PUERTA METÁLICA UNA HOJA PINTURA EPÓXICA INOXIDABLE	
P-05	15	0.80	2.10	0.00	PUERTA MADERA CONTRAPLACADA BARNIZ CEDRO DOBLE MARCO	
P-06	5	0.75	2.10	0.25	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA BARNIZ CEDRO	
P-07	1	1.15	2.10	0.00	PUERTA MADERA PINO CEPILLADA DOS HOJAS BARNIZ CEDRO	

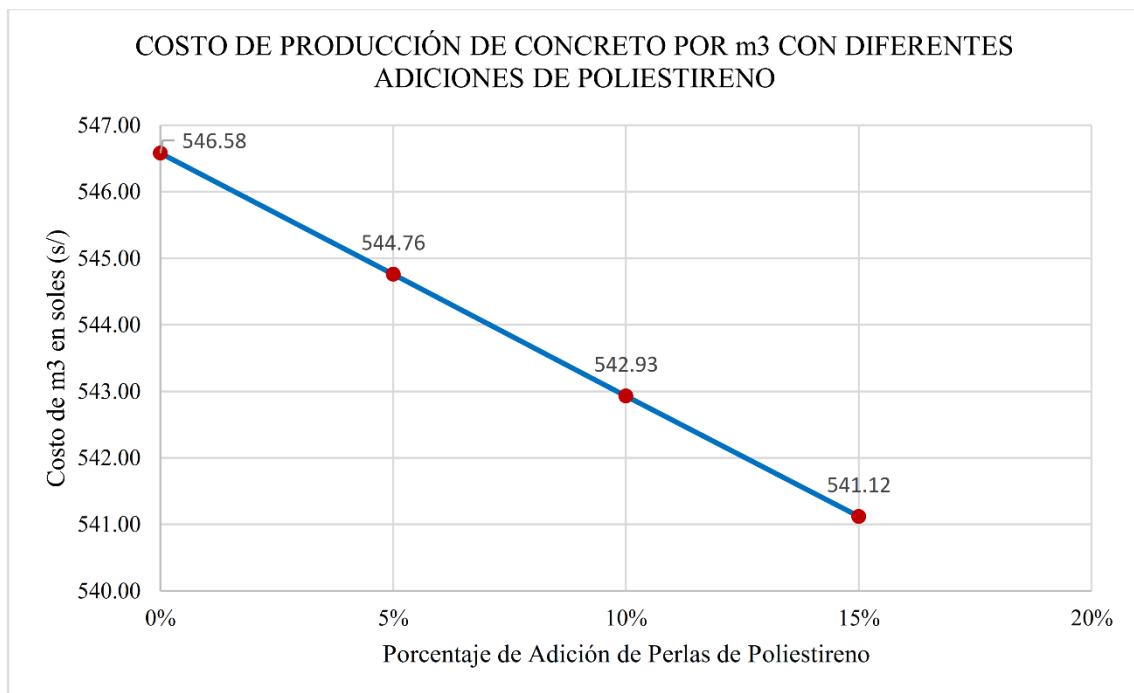
CUADRO DE VANOS - VENTANAS						
TIPO	CANTIDAD	LARGO	ALTO	ALFEIZAR	DESCRIPCION	
V-01	3	2.00	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE	
V-02	12	1.45	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE	
V-03	3	0.25	2.10	0.40	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE	
V-04	1	2.00	1.20	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE	
V-05	1	5.70	1.60	0.90	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE	
V-06	5	2.00	0.40	2.10	VENTANA MARCO DE ALUMINIO VIDRIO 5mm TRANSPARENTE	

TESISTAS:		NEISER HUANAMBAL ARÉVALO		EFRAÍN OSMAR VÁSQUEZ AYALA	
TESIS: RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023.					
PLANO:		PUNTOS DE UBICACION DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA			
UBICACIÓN:	Jr. PONCIANO VIGIL N° 824	DISTRITO:	CHOTA		
PROVINCIA:	CHOTA	REGIÓN:	CAJAMARCA		
DISEÑO:	N.H.A. & E.O.V.A.	DIBUJO:	N.H.A. & E.O.V.A.		
FECHA:	MAYO 2025	ESC:	1 : 50		
					LAMINA N°: UE-01

ANEXO M: Análisis del costo de producción del concreto f'c 210 kg/cm² adicionando poliestireno en 5, 10 Y 15%.

ANÁLISIS DEL COSTO DE PRODUCCION DEL CONCRETO F'c 210 kg/cm2 ADICIONANDO POLIESTIRENO EN 5, 10 Y 15%.

Comparando el costo unitario del concreto F'c 210 kg/cm2 con el costo unitario del concreto F'c 210 kg/cm2 con adiciones de poliestireno de 5, 10 y 15%, se aprecia que el costo va disminuyendo según el aumento de adición de porcentajes de poliestireno, si bien es cierto esta disminución es mínima para m3; sin embargo, en grandes cantidades el aporte puede ser muy importante.



Presupuesto

Presupuesto 0103004 "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023"

Subpresupuesto 001 TESIS

Cliente UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA Costo al 25/01/2024

Lugar CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	CONCRETO ARMADO				2,175.39
01.01	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	1.00	546.58	546.58
01.02	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CON 5% DE POLIESTIRENO	m3	1.00	544.76	544.76
01.03	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CON 10% DE POLIESTIRENO	m3	1.00	542.93	542.93
01.04	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CON 15% DE POLIESTIRENO	m3	1.00	541.12	541.12
	COSTO DIRECTO				2,175.39
	SON : DOS MIL CIENTO SETENTICINCO Y 39/100 SOLES				

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103004 "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023"**
 Subpresupuesto **001 TESIS** Fecha presupuesto **25/01/2024**

Partida **01.01 CONCRETO f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000** Costo unitario directo por : m3 **546.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
0101010005	PEON	hh	8.0000	6.4000	19.71	126.14
205.34						
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4480	80.00	35.84
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2340	80.00	18.72
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1930	0.50	0.10
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.1380	32.00	260.42
315.08						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	205.34	6.16
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	10.00	8.00
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00
26.16						

Partida **01.02 CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON 5% DE POLIESTIRENO**

Rendimiento **m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000** Costo unitario directo por : m3 **544.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
0101010005	PEON	hh	8.0000	6.4000	19.71	126.14
205.34						
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4260	80.00	34.08
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2220	80.00	17.76
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1930	0.50	0.10
0210050004	PERLAS DE POLIESTIRENO	m3		0.0500	18.00	0.90
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.1380	32.00	260.42
313.26						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	205.34	6.16
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	10.00	8.00
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00
26.16						

Partida **01.03 CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON 10% DE POLIESTIRENO**

Rendimiento **m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000** Costo unitario directo por : m3 **542.93**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
0101010005	PEON	hh	8.0000	6.4000	19.71	126.14
205.34						
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.4033	80.00	32.26
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.2106	80.00	16.85
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1930	0.50	0.10
0210050004	PERLAS DE POLIESTIRENO	m3		0.1000	18.00	1.80
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.1380	32.00	260.42

Fecha : 05/02/2025 10:16:43PM

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103004 "RESPUESTA SÍSMICA DEL MODELAMIENTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 PISOS DE CONCRETO ADICIONANDO POLIESTIRENO, CHOTA, 2023"**
 Subpresupuesto **001 TESIS** Fecha presupuesto **25/01/2024**

311.43

Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	205.34	6.16
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	10.00	8.00
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00
						26.16

Partida **01.04 CONCRETO f'c=210 kg/cm2 CON 15% DE POLIESTIRENO**
 Rendimiento **m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000** Costo unitario directo por : m3 **541.12**


Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	27.71	44.34
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	21.79	34.86
0101010005	PEON	hh	8.0000	6.4000	19.71	126.14
						205.34
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.3810	80.00	30.48
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.1990	80.00	15.92
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1930	0.50	0.10
0210050004	PERLAS DE POLIESTIRENO	m3		0.1500	18.00	2.70
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.1380	32.00	260.42
						309.62
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	205.34	6.16
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.8000	10.00	8.00
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00
						26.16

Fecha : 05/02/2025 10:16:43PM

ANEXO N: Solicitud de instalación de versión de prueba – ETABS.

CSI | Descarga de prueba de ETABS Recibidos x

Computers and Structures, Inc. <sales@csiamerica.com>
para mí



ESTIMADO EFRAIN OSMAR VASQUEZ AYALA,

Gracias por solicitar una versión de prueba de ETABS.


Condiciones de la versión de prueba

- La versión de prueba es sólo para fines de evaluación y no puede utilizarse con fines comerciales o profesionales.
- El uso de la versión de prueba está limitado a una sola máquina.
- El uso de la versión de prueba está limitado a 30 días, después de los cuales deberá adquirir una licencia estándar de CSI para continuar utilizando el software, ya sea en la misma máquina o en una diferente.

Instrucciones

- Descargue el instalador de software desde el siguiente enlace.
- Ejecute el instalador descargado en la máquina que planea usar para evaluar ETABS y seleccione **Inicio de sesión en la nube** en la pantalla *Opciones de licencia* durante la instalación.

License Option
Please select one of the following license options.

Cloud Sign-in 

Cloud Key

On-prem Network

On-prem Standalone
- Cuando esté listo para comenzar su prueba, ejecute ETABS desde el acceso directo en su escritorio o desde el menú Inicio de Windows.
- Una vez que ejecute el software, se le solicitará que ingrese sus credenciales de inicio de sesión de CSI*. Su nombre de usuario es la dirección de correo electrónico en la que recibió este correo electrónico.
- ETABS ahora se ejecutará en modo de prueba.

E License Information ×

User Details	
License Customer	70043: CSI Software Trial Users - Peru
User Name	EFRAIN OSMAR VASQUEZ AYALA
User Email	efrain.osmar@gmail.com
License Details	
License Owner	N/A
Asset	T-37439
License Group	N/A
License Type	Trial
Instance Id	SI-3954974
License Level	Ultimate
License Edition	International