



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA
INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5
NIVELES CON AISLADORES DE BASE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILLY WILFREDO ITO CHAMBI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA
INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5
NIVELES CON AISLADORES DE BASE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. WILLY WILFREDO ITO CHAMBI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1859-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 19202 presentado por el (la) Bachiller: **WILLY WILFREDO ITO CHAMBI** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **WILLY WILFREDO ITO CHAMBI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

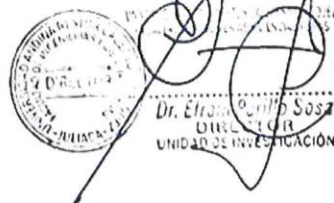
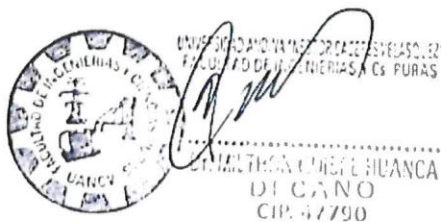
ARTICULO SEGUNDO. – **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO. – **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **WILLY WILFREDO ITO CHAMBI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 26 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 16:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo
microfoto (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1424-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 15739 por el señor (a): WILLY WILFREDO ITO CHAMBI quien solicita REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis), el PROVEIDO - N° 1278- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 239 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): WILLY WILFREDO ITO CHAMBI, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 239 - 2024 aprobando el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE, Correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, presentado por el señor (a): WILLY WILFREDO ITO CHAMBI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, en virtud a los considerandos expuestos.

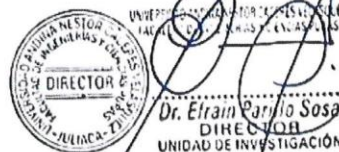
ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a) la), Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS DE WILTHON QUISPE HUANCA DECANO CIP. 47790



Dr. Efraim Parillo Sosa DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

** Excluido (artículo 10)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 426-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 6963, presentado el o (la) Bachiller **WILLY WILFREDO ITO CHAMBI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 401 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 146-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: **WILLY WILFREDO ITO CHAMBI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 146-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **WILLY WILFREDO ITO CHAMBI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

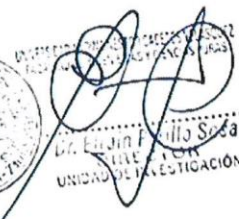
La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DECANO
CIP. 47790


VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECTOR
Dr. Edwin F. Villoslada
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	12%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Alphose Zingoni. "Current Perspectives and New Directions in Mechanics, Modelling and Design of Structural Systems", CRC Press, 2022 Publicación	<1%
7	dspace.unach.edu.ec	

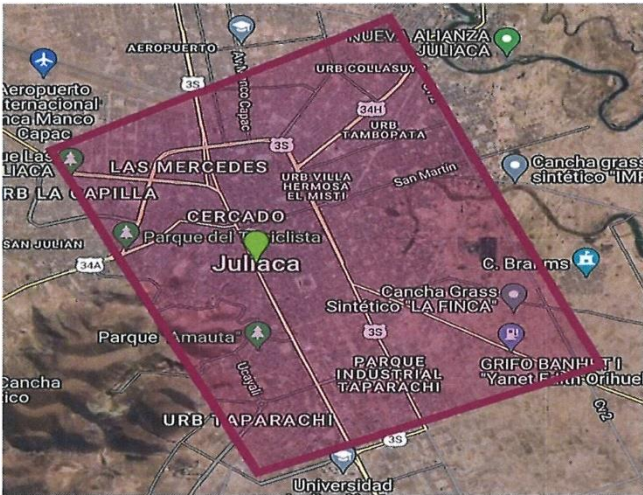


Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	WILLY WILFREDO ITO CHAMBI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71923573
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-6638-5988
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción- P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latitud: S 15° 29' 27'' - Longitud: O 70° 07' 37''  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1u-RFZNngHeLdmBSLyPeyfdRGMtD7fqg&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería Estructural y Municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WILLY WILFREDO ITO CHAMBI, identificado con DNI

Nro. 71923573, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación**, **Trabajo Académico** denominada:

GANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 30 de ABRIL del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xviii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGATION

1.1 Exposicion de la situasion problematica.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.4.1 Justificación Técnica.....	3
1.4.2 Justificación Económica.....	4
1.4.3 Justificación Social.....	4
1.5 Hipótesis.....	5
1.5.1 Hipótesis General.....	5
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	5



1.6	Variables.....	6
1.7	Operacionalización de variables.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	8
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1	Ingeniería sísmica.....	14
2.2.2	Sismicidad en el Perú	15
2.2.3	Fundamentos del plan de aislamiento basal.....	16
2.2.4	lanes de protección sísmicas.....	17
2.2.5	Clases de asientos de base en aislamiento sísmico	28
2.3	Marco conceptual	63

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación.....	68
3.2	Diseño de la investigación	68
3.3	Alcance de la investigación	69
3.4	Nivel del Investigación Explicativa.....	69
3.5	Población y muestra	69
3.5.1	Población	69
3.5.2	Muestra.....	69
3.6	Técnicas e instrumentos para de recolección de datos.....	70
3.7	Esquema para la recolección de datos.....	71



3.8	Procedimientos para análisis de datos	72
-----	---	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Descripción del proyecto	74
4.1.1	Arquitectura	75
4.1.2	Ubicación del Sector Principal	76
4.2	Especificaciones del proyecto	78
4.2.1	Datos solicitados por la actual Norma NTP E-030	78
4.3	Consideraciones para el modelamiento estático	84
4.3.1	Especificaciones insumos usados:	84
4.3.2	Estándares sísmicos para la evaluación estática	85
4.3.3	Energías de corte en base	86
4.4	Evaluación dinámica modal espectral	89
4.4.1	Espectro de diseño	89
4.4.2	Comprobación de la masa interventiva	89
4.4.3	Comprobación del cortante límite en el apoyo	90
4.4.4	Deslizamientos laterales dinámicos	91
4.4.5	Dimensionamiento de los agentes de la estructura para la manera común	93
4.5	Consideraciones para el plan de aislación sísmica	94
4.5.1	Estados de carga	94
4.5.2	Diseño del hormigón con acero	95
4.5.3	Predimensionamiento	95



4.5.4	Predimensionamiento de losa:.....	96
4.5.5	Predimensionamiento de columnas:.....	97
4.5.6	Metrado de Cargas	100
4.6	Evaluación sísmica.....	111
4.6.1	Normas Parámetros para el Análisis Sísmico.....	112
4.7	Aislación basal de la edificación hospitalaria.....	115
4.7.1	Condiciones Generales.....	115
4.7.2	Cualidades del Plan de Aislación.....	116
4.7.3	Parámetros sísmicos para el Diseño	117
4.7.4	Procedimiento de Diseño.....	117
4.7.5	Estándares Iniciales del Sistema Aislado	118
4.8	Cualidades Geométricas y Dinámicas de Aislantes	119
4.8.1	Cualidades Geométricas de Aislantes	120
4.8.2	Cualidades Dinámicas	122
4.9	Evaluación Dinámica.....	134
4.9.1	Modo Fundamental.....	136
4.9.2	Resultados Finales	136
4.10	Discusión.....	138
	CONCLUSIONES	144
	RECOMENDACIONES.....	146
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	148
	ANEXOS.....	151



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables	7
Tabla 2. Área de cada nivel	76
Tabla 3. Distribución de los niveles	77
Tabla 4. Zona Sísmica para el Estudio	79
Tabla 5. Corte Halladas con la Evaluación Estática.	86
Tabla 6 Control de Derivas Estáticos en la Dirección X-X / Y-Y	86
Tabla 7. Contraste de las Derivas Máximas y las Aceptables por el Reglamento.	87
Tabla 8. Energías de Corte últimas	88
Tabla 9. Masa Participativa	90
Tabla 10. Contraste de las energías de corte en el apoyo estático y dinámico.....	91
Tabla 11. Control de Derivas Dinámicos en el sentido X-X / Y-Y	91
Tabla 12. Secciones De Vigas Utilizadas En El Sistema Convencional Paralelas Al Eje X-X.....	93
Tabla 13. Predimensionamiento de Losa Sólida	97
Tabla 14. Predimensionamiento de Columna.....	98
Tabla 15. Deslizamientos Límites de Entrepiso.....	115
Tabla 16. Aceleraciones Límites Espectrales de Entrepiso	115



Tabla 17. Tipo y Cantidad de Aisladores	117
Tabla 18. Diámetro Asumido Después de las Iteraciones	120
Tabla 19. Altura Asumida después de las Iteraciones	121
Tabla 20. Diámetro de Pb Asumido luego de las Iteraciones (13%).....	122
Tabla 21. Firmeza Inicial Conforme al Aislante	123
Tabla 22. Fuerza de Histéresis Según Aislador.....	123
Tabla 23. Fuerza de Fluencias Conforme al Aislante	124
Tabla 24, Deslizamiento de Fluencia conforme Aislante	124
Tabla 25. Firmeza Efectiva conforme con Aislante.....	125
Tabla 26. Firmeza Efectiva según Aislador (EDC)	125
Tabla 27. Amortiguamiento Efectivo Según Aislador.....	125
Tabla 28. Cargas de Gravedad en Servicio por Cada aislador.....	126
Tabla 29. Comprobación para Deslizamiento Cero Según Aislante	130
Tabla 30. Comprobación para Deslizamiento Final Límite conforme Aislante	130
Tabla 31. Fuerzas de Fluencia	132
Tabla 32. Rigidez Efectiva.....	133
Tabla 33. Modos de Vibración para $T=2.82$ Seg.	136
Tabla 34. Cualidades Dinámicas Finales Para Cada Aislante.....	137



Tabla 35. Derivas de Entrepiso a Sismo de Diseño	137
Tabla 36. Aceleraciones Espectrales de Entrepiso a Sismo de Diseño	137
Tabla 37. Eficacia de Amortiguamiento y Firmeza en Aislantes Elastoméricos y Slider.....	142



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organización de la Sismicidad en América Central, Sur y en sus Zonas Oceánicas.....	14
Figura 2. Fenómeno de Subducción	16
Figura 3. Planes de Cuidado Sísmico.....	17
Figura 4. Los Agentes Básicos de un Plan de Aislación	18
Figura 5. Vista en 3 dimensiones de Edificio-Estructura con Sistema de Aislamiento en Base.....	18
Figura 6. Desempeño Estructural De La Edificación Con Plan de Aislación En El Apoyo.....	20
Figura 7. a) Edificación con Aislación en el Apoyo b). Esquema Modelo Dinámico	21
Figura 8. Efecto del Sistema de Aislación	21
Figura 9. Efecto del Aislación Sísmica con Amortiguadores Suplementarios .	22
Figura 10. Efecto del Aislación Sísmica (a).....	24
Figura 11. Efecto de las Situaciones de la Superficie sobre la Respuesta de Estructuras Aisladas	26
Figura 12. Geometría del Asiento de Apoyo Elastómero	29
Figura 13. Aislante Elastomérico de poca Amortiguación	31
Figura 14. Aislante Elastomérico con centro de Pb.....	35



Figura 15. Ciclo de Histéresis del Asiento de Base Elastomérica	36
Figura 16. Deformación de Corte de Aislación de Apoyo Elastoméricos	37
Figura 17. .Desempeño Armónico del Asiento de Base Elastomérica	38
Figura 18. Trazo de Ciclos Histeréticos.....	39
Figura 19. Ciclo Histeréticos Esfuerzo-Deformación del Amortiguador.....	40
Figura 20. Módulo de Corte de Almacenamiento de Gomas Naturales de Amoriguación alta.	41
Figura 21. Conexión de Amortiguamiento Efectivo de Gomas Naturales de Amortiguación	42
Figura 22. Asiento de Base Desplazable Esférica	42
Figura 23. Modelo Matemático de los Asientos de Base del (FPS)	43
Figura 24. Radio de Curvatura de los Asientos de Apoyos FPS	44
Figura 25. Modelo Matemático de los Asientos de Base del Plan Péndulo de Fricción	45
Figura 26. Deslizamiento Vertical de los Asientos de Base FPS	45
Figura 27. Ciclo histerico real del asiento.....	47
Figura 28. Componentes del Aislante de FPS	48
Figura 29. FPS	49
Figura 30. Corte y Elevación de Péndulo de Fricción Doble	50



Figura 31. Péndulo de Triple Fricción.	51
Figura 32. Análisis del desempeño Dinámico de Sistemas con Apoyo Aislado	51
Figura 33. Energía de Corte de Diseño para Sistemas Comunes y Aislados.	52
Figura 34. Distribución de la Energía de Corte	53
Figura 35. Límite de la Deriva de Entrepiso	54
Figura 36. Espectro de Diseño de Deslizamiento y Energía de Corte	54
Figura 37. Modelo de 2 niveles de Libertad	56
Figura 38. Esquema de Procesamiento de Datos.....	71
Figura 39. Plano de Localización	75
Figura 40. Mapa de Zonificación sísmica.....	78
Figura 41. Organización de los Perfil de Suelo	79
Figura 42. Factor de suelo "S".....	80
Figura 43 .Períodos TP y TL	80
Figura 44. Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas en la Escala de Mercalli	81
Figura 45. Mapa Sísmico del Perú Periodo 1960-2017.....	82
Figura 46. Georreferenciación del Proyecto en Estudio en el Mapa de Sismos del Perú.	83
Figura 47. Sismicidad en la Región Sur del Perú.....	83
Figura 48. Derivas límites en el sentido X-X	87



Figura 49. Derivas Límites en el sentido Y-Y	88
Figura 50. Aceleración Espectral (S_a) vs Lapso (T)	89
Figura 51. Derivas Límites en el sentido X-X	92
Figura 52. Derivas Límites en el sentido Y-Y	92
Figura 53. Columna Mas Cargada Encerrada en Circulo.....	98
Figura 54. Columna Mas Esforzada Con Carga Viva.....	99
Figura 55. Columna Mas Esforzada con Carga Muerta.	99
Figura 56. Planta de Encofrado de Nivel Cero en el Modelo Matemático.	101
Figura 57. Planta de Encofrado de 1er Piso en el Modelo Matemático.....	101
Figura 58. Planta de Encofrado de 2do Piso en el Modelo Matemático.....	102
Figura 59. Planta de Encofrado del 3er Piso en el Modelo Matemático.....	102
Figura 60. Planta de Encofrado del 4to Piso en el Modelo Matemático.....	103
Figura 61. Planta de Encofrado del 5to Piso en el Modelo Matemático.....	103
Figura 62. Planta de Encofrado de la Azotea en el Modelo Matemático.....	104
Figura 63. Carga Muerta Sobre Losas a Nivel Cero.	104
Figura 64. CM Sobre Losas De 1er Piso.....	105
Figura 65. CM Sobre Losas De 2do Piso.....	105
Figura 66. CM Sobre Losas De 3er Piso.....	106



Figura 67. CM Sobre Losas De 4to Piso.....	106
Figura 68. CM Sobre Losas De 5to Piso.....	107
Figura 69. CM Sobre Azotea.....	107
Figura 70. CV Sobre Losas A Nivel Cero.....	108
Figura 71. CV Sobre Losas De 1er Piso.....	108
Figura 72. CV Sobre Losas De 2do Piso.....	109
Figura 73. CV Sobre Losas De 3er Piso.....	109
Figura 74. CV Sobre Losas De 4to Piso.....	110
Figura 75. CV Sobre Losas De 5to Piso.....	110
Figura 76. CV Sobre Losa De La Azotea.....	111
Figura 77. Modelamiento Estructural del Bloque A.....	114
Figura 78. Corte de nivel de aislamiento.....	116
Figura 79. Diagrama de Distribución de Aisladores y deslizadores.....	119
Figura 80. Partes de un Aislante Sísmico.....	119
Figura 81. Cualidades Geométricas del Aislador.....	120
Figura 82. Curva de Histéresis del Aislante Elastoméricos con Centro de Pb (LRB).....	122
Figura 83. Vista planta y Elevación con la Reducción de Área del Aislador Debido DTM.....	128



Figura 84. <i>Vista en planta del area de aislante reducida a DTM</i>	129
Figura 85. Deslizador de Fricción.....	131
Figura 86. Deslizamiento Histerético de Deslizador PTFE (Slider A).....	132
Figura 87. Definición de Carga de Sismo.....	134
Figura 88. Vista en 3D del Modelo Matemático.....	135
Figura 89. Contraste de las Derivas Finales de Las Evaluaciones Estática, Dinámica y apoyo Aislado.....	139
Figura 90. Curva de Eficiencia de los Aislantes Elastoméricos para la Zona Sísmica 3 y Suelos Intermedios S2	140
Figura 91. Grado de desenvolvimiento Para el Apoyo Fijo y Apoyo Aislado..	143



RESUMEN

El método de diseño resistente a los terremotos, que a veces se denomina aislamiento sísmico de base, fue el enfoque principal del trabajo que llevaron a cabo estos investigadores. Cuando se tienen en cuenta los problemas estructurales, existen varios beneficios que vienen con el empleo de esta estrategia. Para el objetivo de esta investigación, se eligió el Bloque A, ya que es la sección más importante del hospital. Debido a que está pensado como un edificio de hormigón armado con un diseño dual para condiciones normales, y que está designado como el sitio principal para los servicios del hospital. El propósito del proyecto es reducir la aceleración del sismo en el apoyo de la edificación de hormigón armado para lograr la meta de optimizar la eficacia de los elastómeros. Esto se debe a que el hospital está situado en una zona sísmicamente activa, concretamente en Arequipa, donde la magnitud de los terremotos está asociada a la aceleración de la tierra. Este proyecto, que consiste en la investigación y modelo de una edificación hospitalaria de cinco niveles de altura y planta regular, se ubica en la zona de Paucarpata (Arequipa). Este estudio se centra principalmente en la evaluación de estructuras convencionales y la construcción de estructuras que estén separadas de la actividad sísmica. Específicamente, se están evaluando estructuras tradicionales.

EE.SS explora dos combinaciones separadas de aisladores que son de diferentes tipos para determinar qué aisladores son los más apropiados para un hospital que se encuentra dentro de la categoría I-4. Con la meta de mejorar el desenvolvimiento del sistema en el proyecto de aislamiento sísmico en curso, se ha demostrado que los aisladores elastoméricos tipo LRB, que se distinguen por



núcleos de plomo de alta amortiguación y caucho natural, en conjunto con desplazadores planos hechos de una placa de acero lisa y teflón PTFE (politetrafluoroetileno), son el método más apropiado y efectivo. Este plan de cuidado es el más utilizado y sugerido a nivel mundial para el cuidado sísmico de hospitales, debido a que cuida al edificio, a los habitantes y a los equipos importantes durante eventos sísmicos severos. Esto garantiza que las actividades se puedan reanudar sin demora luego de la ocurrencia del evento.

El análisis de deriva entre pisos reveló que hubo una reducción del deslizamiento en el sentido "X" de 0.007 a 0.00224 y en el sentido "Y" de 0.007 a 0.00263 en el piso 1 (el piso más importante), lo que sugiere que hubo una ganancia de 68% en la eficiencia. Este fue el nivel más significativo. La dirección "X" y la dirección "Y" tienen ambas un grado de 62.43%. Ambas direcciones son idénticas.

Se realizó un estudio de investigación de respuesta de comparación entre el sistema de apoyo aislado y el apoyo fijo, y los hallazgos se evaluaron después de que se completó la investigación. En el curso de esta investigación, se estudiaron los posibles beneficios del sistema de base aislada, y el examen finalmente resultó en una serie de hallazgos y sugerencias sobre el modelo y evaluación de estructuras de aislación sísmica.

Palabras Clave: Aisladores, Eventos sísmicos, Aceleración, Deriva, Apoyo aislado.



ABSTRACT

The method of earthquake-resistant design, which is sometimes referred to as base seismic isolation, was the major focus of the work that these researchers conducted. When structural issues are taken into account, there are a number of benefits that come along with employing this strategy. For the goal of this investigation, Block A was chosen since it is the most significant section of the hospital. Due to the fact that it is intended as a reinforced concrete building with a dual layout for normal conditions, and that it is designated as the primary site for the hospital's services, this is the reason why it is the case. The purpose of the project is to reduce the seismic acceleration at the base of the reinforced concrete building in order to achieve the goal of improving the efficiency of elastomers. This is because the hospital is situated in a seismically active zone, namely in Arequipa, where the magnitude of earthquakes is associated with the acceleration of the earth. This is the reason why this is the case.

This project, which involves the research and design of a hospital building that is five floors tall and has a regular floor plan, is located in the Paucarpata area of Arequipa province and department. The project is being carried out in which the Paucarpata neighborhood is located. This study is primarily focused on evaluating conventional structures and constructing structures that are separated from seismic activity. Specifically, traditional structures are being evaluated.

EE.SS explores two separate combinations of isolators that are of different kinds in order to determine which isolators are best appropriate for a hospital that falls under the category of I-4. For the purpose of improving structural performance in the ongoing seismic isolation project, it has been demonstrated



that the LRB type elastomeric isolators, which are distinguished by high-damping lead cores and natural rubber, in conjunction with flat sliders made of a smooth steel plate and PTFE (Polytetrafluoroethylene) Teflon, are the most appropriate and effective method. Due to the fact that it protects the building, inhabitants, and important equipment during severe seismic events, this protective system is the most extensively used and recommended worldwide for seismic protection of hospitals. This guarantees that activities may be resumed without delay following the occurrence of the event.

The inter-floor drift analysis revealed that there was a reduction in displacement in the "X" direction from 0.007 to 0.00224 and in the "Y" direction from 0.007 to 0.00263 at level 1 (the most important level), which suggests that there was a 68% gain in efficiency. This was the most significant level. The "X" direction and the "Y" direction both have a degree of 62.43%. Both of these directions are identical.

A comparison response research study was carried out between the isolated base structure and the fixed base, and the findings were assessed after the research was completed. In the course of this inquiry, the possible benefits of the isolated base system were studied, and the examination finally resulted in a number of findings and suggestions concerning the design and evaluation of seismic isolation systems.

Key Words: Isolators, Seismic events, Acceleration, Drift, Isolated support.



INTRODUCCIÓN

En el Perú aún existe una falta de conocimiento sobre el modelo de planes de aislamiento y la efectividad de estos sistemas para aumentar el desempeño sísmico en edificios de concreto reforzado. Esta falta de comprensión se extiende al modelo de planes de aislación. Los terremotos que han ocurrido en nuestra región en el pasado han creado la posibilidad de que esto ocurra como consecuencia de los terremotos. Con el propósito de mitigar los efectos de grandes terremotos, las técnicas y tecnologías de diseño sísmico se incluyen en las normas de construcción. Este fenómeno específico puede atribuirse al hecho de que las estructuras pueden soportar diversos grados de daño provocado por los terremotos. Estos métodos y tecnologías establecen objetivos, ya sean implícitos o explícitos, para el comportamiento del sistema en respuesta a diversos niveles de actividad sísmica. Estos objetivos pueden ser explícitos o implícitos (Pérez-López, 2003).

Para construir la idea, se utilizan las características esenciales de una unidad de soporte horizontalmente flexible para la superestructura, así como la rigidez vertical. La tecnología de aislamiento sísmico permite que el edificio se tambalee lateralmente de una manera comparable a la de un bloque sólido, lo que a su vez hace posible que el edificio experimente una disminución significativa de la aceleración, (Taboada y Fernández, 2019).

En vista de los avances continuos en los aisladores sísmicos, es crucial tener un entendimiento amplio de la manera estructural en que las diversas estructuras responden a las vibraciones periódicas. Debido a que Perú está



situado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, el país está expuesto a un peligro significativo de catástrofe sísmica.

Existe una conexión directa entre la magnitud de los eventos sísmicos que ocurren en Perú y la velocidad a la que se mueve el suelo en respuesta a los terremotos que ocurren en esa nación. Este temor plantea una gran amenaza para la infraestructura del país, que ya se encuentra en una situación pobre. En la situación de un terremoto, es crucial tener un entendimiento amplio del uso correcto de materiales como agentes elastoméricos con centro de Pb y desplazadores planos para separar estructuras y minimizar la aceleración de los sistemas de concreto. Esto se debe a que estos recursos se utilizan para reducir la aceleración de las estructuras de hormigón, lo que ofrece una oportunidad. El objetivo de esta oportunidad es validar los supuestos que se han expresado.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGATION

1.1 Exposición de la situación problemática

Cuando se observa el daño que los terremotos provocan en edificios vitales, como hospitales, como consecuencia de grandes movimientos del terreno, se desarrolla un conocimiento intuitivo de los terremotos a través de la lente de las presiones y deformaciones que impactan en las estructuras. Esta conciencia se logra como resultado del hecho de que los terremotos causan movimientos considerables del terreno.

Bertero (2004) afirma que los datos humanos y económicos no están directamente conectados con los procesos geológicos que son responsables de la actividad sísmica, sino que son el resultado del colapso de estructuras que fueron ejecutadas por los seres humanos. Este es el punto de vista de Bertero (2004).

Según Santana (2012), la ubicación de nuestro país se encuentra en una región que se caracteriza por un alto nivel de actividad sísmica. Aproximadamente el ochenta por ciento de la actividad sísmica que tiene lugar



en todo el planeta se atribuye a esta área en particular, a la que se le conoce como Cinturón Térmico del Pacífico. Esta zona sísmicamente activa contiene al Perú, que se produce cuando la placa de Nazca se sumerge debajo de la placa Sudamericana, lo que da lugar a enormes terremotos. Perú se encuentra en esta región. El país de Perú está incluido en esta división.

De acuerdo con el Código Nacional de Edificaciones, que fue ratificado mediante Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA, el art 15 de la NTP E-030, que lleva por título "Diseño Sismorresistente", donde la norma indica que edificaciones de grado II y III, que están hechos para aguantar eventos sísmicos y están clasificados como Edificaciones Esenciales A1 por el Ministerio de Salud, tienen que incorporar planes de cuidado sísmico que se describen en la norma E. 031.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera se podrá mejorar el desempeño sísmico y funcionalidad en una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa?

1.2.2 Problemas Específicos

- 1) ¿Cómo se puede reducir los desplazamientos laterales debido a la fuerza sísmica en una estructura de hospital en la ciudad de Arequipa?
- 2) ¿Cómo es el diseño de una estructura por desempeño con aislamiento sísmico en la base de la estructura según reglamento extranjero?
- 3) ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de una estructura con aisladores sísmicos, para un hospital en la ciudad de Arequipa?



1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

Analizar el diseño por desempeño sísmico y funcionalidad con el uso de aisladores sísmicos para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- 1) Reducir los desplazamientos laterales en relación a la fuerza sísmica, para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa.
- 2) Realizar el diseño de una estructura por desempeño con aislamiento sísmico en la base de la estructura según reglamento extranjero.
- 3) Identificar el nivel de vulnerabilidad sísmica de una estructura con aisladores sísmicos, para un hospital en la ciudad de Arequipa.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación Técnica*

En el campo de la sismología, el futuro está en la creación de nuevas tecnologías que proporcionen protección contra la actividad sísmica. El proceso de aislar la cimentación de la superestructura es lo que implica la palabra "aislamiento", que se utiliza para optimizar el cuidado de la superestructura. Un método conocido como vulcanización, que es el proceso de alternar capas de placas de acero y caucho (neopreno), se utiliza en la fabricación de aisladores elastoméricos. Este enfoque se utiliza para realizar la fabricación de aisladores elastoméricos. Después de todo, las capas se conectan aún más entre sí. El control de la rigidez del apoyo, que también se denomina conexión, se hace posible mediante la inserción de un cilindro de plomo de esta manera. En



contraste con la rigidez de estas capas, el desplazamiento horizontal mostrará un grado mucho mayor de flexibilidad. La estructura de péndulo de fricción, también conocido como FPS, es uno de los ejemplos más notables que se pueden encontrar en esta categoría. Se prevé que el coeficiente de fricción se sitúe en algún lugar del 5 al 7 por ciento.

1.4.2 Justificación Económica

Por ejemplo, el avance tecnológico que está llevando a nuestros diseños y estructuras a sufrir modificaciones importantes es un ejemplo de progreso tecnológico. Se trata de una estrategia sistemática que incorpora el uso de tecnología de protección sísmica, que puede basarse en la fricción o el caucho, y se realiza de acuerdo con altos requisitos de calidad antes de certificarse para su uso en el futuro. Esta estrategia es un enfoque metódico. Además, garantiza la seguridad del usuario y proporciona rentabilidad a largo plazo. Esto se debe al hecho de que tiene una amplia variedad de capacidades y cualidades que son aplicables a ciertas ocupaciones. Uno de los métodos que se usa en la rama de la ejecución se conoce como aislamiento sísmico.

1.4.3 Justificación Social

El propósito fundamental del presente proyecto es lograr tanto el rendimiento operativo como la ocupación oportuna por parte de los usuarios. La implementación de aisladores sísmicos para los Edificios Esenciales A1 es el objetivo principal del proyecto. Esto se puede lograr sin causar daño alguno al contenido de la estructura, que incluye ya sean los agentes no estructurales como los estructurales. En caso de terremoto, la instalación puede seguir funcionando sin interrupciones, lo que garantiza que las operaciones del hospital no se verán



obstaculizadas de ninguna manera. Las personas que hayan resultado heridas como resultado de catástrofes naturales pueden buscar refugio y asistencia médica en estas instituciones, lo que es una posibilidad según la situación. Si se considera desde una perspectiva financiera, es costoso a corto lapso; no obstante, si se considera a lapso largo, demuestra ser rentable en caso de terremotos u otros desastres de tipo similar.

1.5 Hipótesis

1.5.1 *Hipótesis General*

Con el uso de aisladores de base podrá mejorar el desempeño sísmico y funcionalidad en un hospital en la ciudad de Arequipa, logrando reducir las derivas hasta 3.6 ‰.

1.5.2 *Hipótesis Específicas*

- 1) El aislamiento sísmico reduce la fuerza sísmica hasta un 75% lo que permitirá reducir los desplazamientos laterales hasta 3.6 ‰ para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa.
- 2) El cálculo del proceso iterativo, la ubicación de los aisladores de forma conveniente y en combinación de aisladores Elastoméricos con los deslizadores planos pueden mejorar el desempeño de la estructura para el hospital en la ciudad de Arequipa.
- 3) La identificación de los sitios vulnerables al sismo permitirá instalar los aisladores y así reducir los niveles de riesgo en un hospital en la ciudad de Arequipa.



1.6 Variables

Variable Independiente

- Aisladores Sísmicos

Variable Dependiente

- Análisis del desempeño estructural



1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
INDEPENDIENTE Aisladores Sismicos	La composición de estos dispositivos está estructurada de manera que permite alternar capas de acero vulcanizado y elastómero. Esto se hace con el fin de simplificar la producción de estos dispositivos. El uso de un material elastomérico que ha sido diseñado meticulosamente es la razón de la importante capacidad de absorción de tensiones de este asiento de apoyo, que puede alcanzar hasta el dieciséis por ciento de la tensión total. (Mendez, 2013, p.13).	1. Aislante Elastoméricos de bajo Amortiguamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Amortiguamiento entre 5 a 10%. - Relajación lineal entre la fuerza cortante y la deformación. 	Catálogo de aisladores BRIDGESTONE, 2015 Código ASCE 7-2016	Nominal
		2. Aislante Elastoméricos con núcleo de Plomo.	<ul style="list-style-type: none"> - Producen número de ciclo históricos estables. - Se observa un alto nivel de resistencia a la fatiga. - Amortiguamiento entre 15 y 35%. 	Catálogo de aisladores Bridgestone, 2015 Código ASCE 7-2016	Nominal
		3. Aislante Elastoméricos de caucho con alto Amortiguamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Un edificio dañado por un sismo y la influencia en las actividades posteriores al evento. - Amortiguamiento entre 10 y 20%. 	Catálogo de aisladores Bridgestone, 2015 Código ASCE 7-2016	Nominal
		4. Deslizadores planos o Slider	<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo histeréticos estables rectangulares. - Amortiguamiento mayor de 60%. - Fuerza recentrada igual a cero, depende de otro aislador Elastomérico 	Catálogo FIP Industriale Código ASCE 7-2016	
DEPENDIENTE Análisis del Desempeño	Se utiliza un análisis cuantitativo para evaluar el rendimiento sísmico de una estructura que ha sido dañada por un terremoto. Este análisis se realiza en relación con las actividades que se ven afectadas por el evento que tuvo lugar después del terremoto. (Humberger, 1997, p.9).	1. Análisis Estático	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza Cortante - Desplazamientos - Derivas 	Programa de cálculo Etabs y hojas de excel para cálculo	Razón
		2. Análisis Dinámico Modal	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza Cortante - Desplazamientos - Derivas 	Programa de cálculo Etabs y hojas de excel para cálculo	Razón
		3. Dimensión de Desenvolvimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Intersección Del Espectro De Capacidad Vs Espectro De Respuesta 	Programa Etabs y hojas de Excel para cálculo	Razón
		4. Niveles de Desenvolvimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Daño Leve – desempeño operativo. - Daño Moderado – desempeño Seguridad. - Daño Severo – desempeño Pre-colapso. - Daño Completo – Desempeño Colapsado 	FEMA Visión 2000	Razón



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Zacarias, J. (2015) en su tesis de Master. "Análisis Comparativo De Un Edificio Fijo En La Base Vs Un Edificio Aislado Utilizando 4 Tipos De Aisladores Sísmicos", durante la construcción de la estructura residencial de siete pisos que fue objeto de la investigación, se utilizó un sistema estructural sin paredes. Tuvo lugar un estudio de diecisiete terremotos con la intención de realizar un análisis del historial temporal. Cada uno de estos terremotos mostró actividad tanto individual (x, y) como combinada (xy-x, xy-y) con la intención de realizar el estudio. En este experimento se incluyeron varios tipos diferentes de cojinetes. Entre ellos se incluyen cojinetes de caucho de elevado amortiguamiento (HDRB), cojinetes de caucho de Pb (LRB) y sistemas de péndulo de fricción.

Según los hallazgos de este estudio, el uso de HDRB y LRB conduce a una reducción del 74% en la pendiente del edificio, una caída del 84% en el FPS y una disminución del 86% en el RNC. Estos resultados concuerdan con las



conclusiones de la investigación. En comparación, HDRB y LRB reducen la aceleración en un 75%, mientras que el RNC reduce la aceleración en un 92%. La aceleración se reduce en un 93% al usar FPS, mientras que la aceleración se reduce en un 92% al usar RNC. Hay una reducción en la aceleración en la parte superior de la estructura como consecuencia de cada una de las tres técnicas. La energía cortante de la estructura base disminuye en un 77%, 76%, 78% y 84%, de forma respectiva, cuando HDRB, LRB, FPS y RNC se incluyen en el diseño de ingeniería. Cuando se utiliza la estructura de cimentación, se produce esta situación. El HDRB fue responsable de un aumento del 167% en el desplazamiento del edificio estacionario, mientras que el LRB fue responsable de un aumento del 212%, el FPS fue responsable de un aumento del 352% y el RNC fue responsable de un aumento del 333%. En lo que respecta a los aisladores (RNC), el Roll-N-Cage es la alternativa que funciona de manera más efectiva debido a su diseño innovador.

Layme, P. (2019) en su tesis de Master. "Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos de una Estructura Convencional y una Estructura con Aislamiento de Base". En el transcurso de esta investigación, se contrasta un edificio convencional con una estructura construida con paneles elastoméricos insonorizados o paneles elastoméricos de aislamiento que incluyen un núcleo de plomo. Dentro del alcance de esta investigación, también se investiga el desempeño y el coste de la ejecución estándar. Mediante el empleo del programa de software, se pueden construir modelos de edificios convencionales con mayor facilidad y se pueden realizar evaluaciones sísmicas resistentes a los terremotos que se describen en E.030.



Se realizan evaluaciones e investigaciones con respecto al comportamiento de la estructura, así como los costos asociados con ella. Durante la segunda fase del enfoque, tiene lugar una evaluación sísmica haciendo uso del reglamento de proyecto de modelo de cimentación aislada (E.031) y la (ASCE) 7-2016. Se utilizaron ambas normas. Después de eso, los siguientes procesos involucran la producción de los componentes de blindaje de hormigón, la evaluación del rendimiento estructural y el último paso, que es el cálculo de los gastos asociados con la construcción. Una vez realizado todo lo anterior, se realiza una comparación entre el diseño convencional y la estructura de cimentación autónoma, junto con los gastos relacionados con cada decisión. La flexibilidad de los aisladores permite una meta de extender el corto plazo al largo plazo se ha alcanzado de manera efectiva. Gracias a que los aisladores tienen la capacidad de responder a las variables en su círculo. Como consecuencia de esto, se puede deducir que la estructura aislada tendrá una demanda acústica reducida en contraste con la estructura base, que está más aislada. Otro aspecto a tener en cuenta es que el uso de aisladores base conlleva un aumento mucho mayor del costo. Es esencial hacer un análisis que tenga en cuenta no solo los beneficios económicos a corto plazo del aislamiento estructural a largo plazo, que se pueden mostrar en una cámara de aislamiento clínico, sino también las ventajas a largo plazo de este tipo de aislamiento.

Giraldo P. (2015) en. "Diseño Estructural de un Edificios de Seis Pisos con Aisladores de Base Elastoméricos", Para la construcción de un rascacielos de seis pisos, es necesario idear un método que sea resistente a la actividad sísmica y que utilice un aislamiento de base elastomérico. De acuerdo con los requisitos regionales de NEC 14, pudimos evaluar el impacto que tendría un terremoto en



el producto estructural de un sistema de doce niveles de altura. Esto fue posible gracias a la aplicación de un aislamiento de base elastomérico. Se da lugar a un contraste entre la respuesta estructural del sistema convencional y la de la construcción alternativa que utiliza aisladores basados en materiales elastoméricos. La estructura convencional se describe como que tiene una reacción estructural. Esta comparación se lleva a cabo antes del inicio de la construcción del edificio promedio. Es posible llegar a la conclusión de que los aisladores son responsables de un mayor desplazamiento del núcleo hecho que permite de que los desplazamientos relativos han aumentado en comparación con un diseño normal. Para el modelo de la estructura del Edificio Solemare con Aislantes de Apoyo Elastoméricos, se aplicó el marco teórico que proporciona la norma FEMA 450:2002. En concreto, este marco hace uso del enfoque ELF para la construcción de estructuras rígidas-regulares, así como del método modal espectral, que aplican el modelo triaxial para el análisis estructural. Ambos métodos se utilizan en este marco. Esto se hizo con el fin de garantizar que el establecimiento mantuviera su integridad estructural durante la duración de su construcción.

Tocto S. (2018) en su tesis pregrado. "Desempeño Sísmico de una estructura de Concreto Armado con Aisladores Sísmicos LRB para uso Esencial en la Ciudad de Trujillo, Región la Libertad". Esta investigación es importante por dos razones: en primer lugar, arroja luz sobre el desempeño sísmico cuando es ejercida a diversos grados de amenaza sísmica; en segundo lugar, en contraste con las maneras convencionales de evaluación, permite el análisis de la respuesta de cada elemento estructural, lo que facilita el refuerzo de los componentes que son particularmente susceptibles a daños. Ambas razones son



igualmente importantes. El grado de comportamiento puede ser alterado por los ingenieros para alinearlos, y esta modificación puede ser necesaria dependiendo de la relevancia de la estructura que están construyendo. Debido a esto, pueden evitar la pérdida de vidas y disminuir el daño financiero que pueden causar catástrofes como el derrumbe de edificios. Esto se debe al hecho de que pueden prevenir la pérdida de vidas. Este estudio específico es transversal porque estudia la unidad de investigación dentro de un solo marco temporal; es descriptivo en lugar de experimental; hace uso de una sola variable independiente; es descriptivo en lugar de experimental; y utiliza una sola variable independiente.

Espinoza M., (2021) en su tesis. "Análisis Del Desempeño Sísmico del Hospital Regional de Ica con Aisladores Elastómeros de Alto Amortiguamiento-2021". La presente investigación, realizada en el Hospital Regional de Ica bajo un grado de severidad sísmica III, tuvo como objetivo evaluar de manera integral la efectividad de los aisladores sísmicos de elastómero. El análisis tuvo lugar con la finalidad de calcular la efectividad de los aisladores sísmicos. La técnica se aborda de manera pragmática y se distingue por un diseño cuasi-lineal y con un componente explicativo. La técnica se define por estas características. Se incluyeron en la muestra demográfica a aquellas personas que se encontraban recibiendo tratamiento médico en el hospital de grado III que forma parte de Ica. Si bien se observó que la ejecución con aislador presentó variaciones significativas en contraste con la estructura de apoyo fijo, también se observó que estas desviaciones se redujeron en un promedio del setenta por ciento. Se observó un aumento considerable en la duración del período, así como una disminución en la aceleración que fue 96% menor cuando aplicamos la respuesta



estructural de forma aislada. A esto le siguió una aceleración reducida. Este fue el escenario en comparación con la cimentación fija del cálculo. Además, los dispositivos no solo hacen que el hospital regional de Ica sea sustancialmente más eficiente, sino que también hacen posible que la institución continúe sus operaciones incluso después de que haya ocurrido un gran terremoto. Esta es una gran ventaja. Para poder usarlo en estructuras como casas multifamiliares, que pueden tener la capacidad de albergar a una cantidad sustancial de personas, pero que aún no están incluidas en nuestros criterios, esto debe estar terminado antes de que pueda usarse. Esto es necesario para poder usarlo.

MSC. Oviedo Sarmiento, PHD. Genner Alvarito Villarreal Castro, (2022) en "Eficiencia de los Aisladores Elastoméricos en la Reducción de la Aceleración Sísmica en la Base De Edificaciones de Concreto Armado Sometidos a Registros Sísmicos Peruanos". Estas estructuras de concreto reforzado han sido expuestas a registros sísmicos de acuerdo con las normas peruanas y efecto que poseen los aisladores de base en la disminución de la aceleración sísmica en el apoyo de estas estructuras (también conocida como la base de las estructuras). Hubo tres tipos diferentes de aisladores elastoméricos que se investigaron durante el proceso de instalación de los pórticos y muros de concreto reforzado. Estos puertos y muros se construyeron utilizando concreto reforzado. Algunos ejemplos de estos aisladores son los que tienen un núcleo de plomo, los que tienen una excelente amortiguación y los hechos de caucho natural. Además de esto, se estudiaron tres tipos de suelos únicos, denominados suelo inflexible S3, suelo intermedio S2 y suelo rígido S1. Además, se realizó un estudio en dos zonas sísmicas, denominadas respectivamente Zona 4 (0,45) y Zona 3 (0,35).

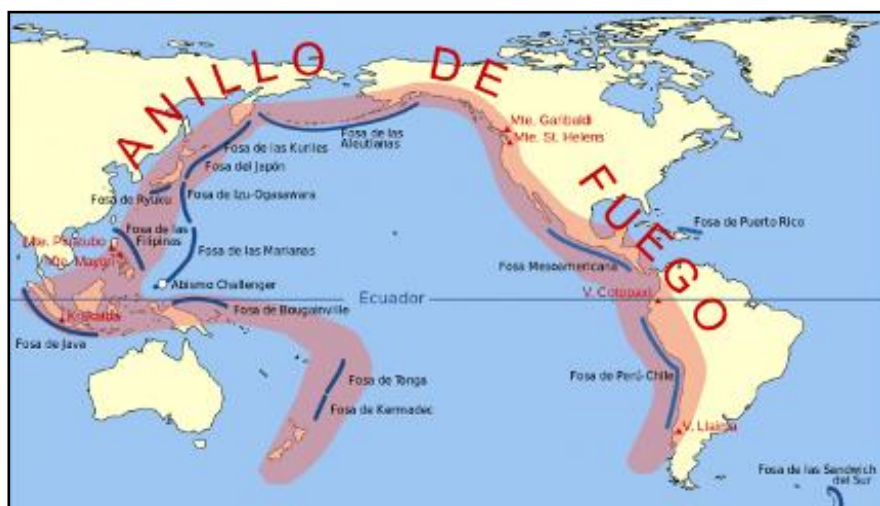
2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ingeniería sísmica

Desde tiempos remotos, el hombre ha intentado comprender mejor los terremotos para mejorar su preparación y respuesta ante catástrofes sísmicas. La búsqueda de este interés condujo finalmente a la formación de dos disciplinas distintas: la sismología, que investiga los terremotos desde un punto de vista geológico, y la ingeniería estructural, que tiene como meta construir estructuras que sean confiables y seguras. Ambos campos de investigación son independientes entre sí. Fue a principios del siglo XX cuando el diseño sísmico ganó popularidad, lo que finalmente resultó en la combinación de la sismología y la ingeniería estructural para reducir los riesgos asociados a los eventos sísmicos.

Figura 1.

Organización de la Sismicidad en América Central, Sur y en sus Zonas Oceánicas.



Nota. Se visualiza el Cinturón de Fuego y como coincide con la locación de nuestro País (Brousset, J. , 2017)



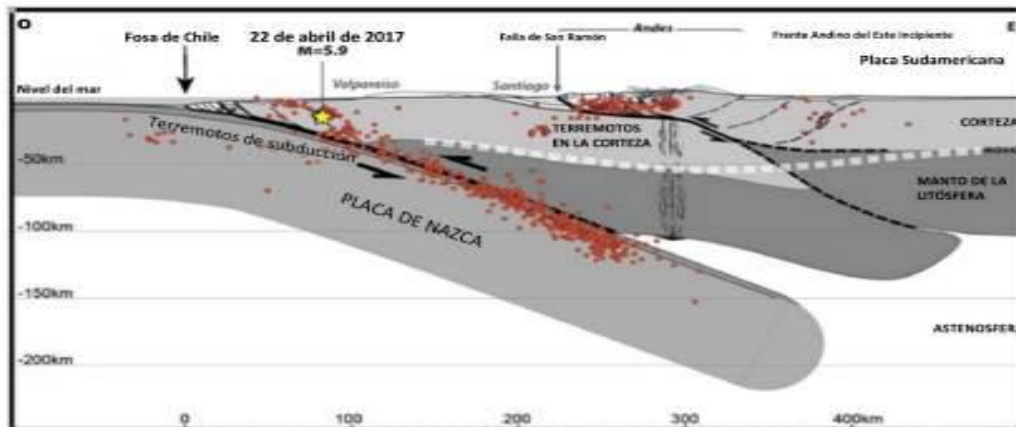
La región de la Tierra que se caracteriza por los mayores niveles de actividad volcánica se conoce como el Cinturón de Fuego. A lo largo de más de 40.000 kilómetros, atraviesa el océano Pacífico y comprende todo el continente occidental de América del Norte, extendiéndose desde Alaska hasta el punto más austral de Chile.

Sismicidad. - En esta investigación se evalúa la tasa de ocurrencia de terremotos en un lugar determinado mediante el mapeo de los epicentros y la frecuencia de los terremotos durante un período de tiempo específico. Se tienen en cuenta tanto el procedimiento de mapeo como la frecuencia de los terremotos. Como consecuencia de esto, se determinan las regiones como muy sísmicas o significativamente sísmicas.

2.2.2 Sismicidad en el Perú

2.2.2.1 Origen de los Sismos en el Perú:

En el Perú, que se halla en el Cinturón de Fuego, se ha desarrollado un incremento en el número de actividad sísmica y volcánica que se ha estado produciendo a lo largo de los últimos años. Al mismo tiempo que esto ocurre, se encuentra en el margen occidental de la placa Sudamericana, también conocida como placa continental. Se produce una colisión entre esta placa y la placa de Nazca, lo que está provocando que la placa de Nazca desaparezca bajo el continente como resultado de la colisión. Según los valores que se presentan en la ilustración 2, este proceso se está produciendo a un ritmo de unos siete a ocho milímetros cada año en promedio.

Figura 2.*Fenómeno de Subducción*

Nota. En la ilustración se visualiza como ocurre el fenómeno de subducción entre la placa de Nazca y la placa Continental. (wikipedia.org)

2.2.2.2 Peligro Sísmico

La fórmula a continuación ofrece un desglose de la probabilidad de que las implicaciones físicas, sociales o económicas de los movimientos telúricos superen los valores umbral que se han establecido en una ubicación determinada y durante un período de tiempo determinado. Estos valores umbral se han creado en una ubicación particular.

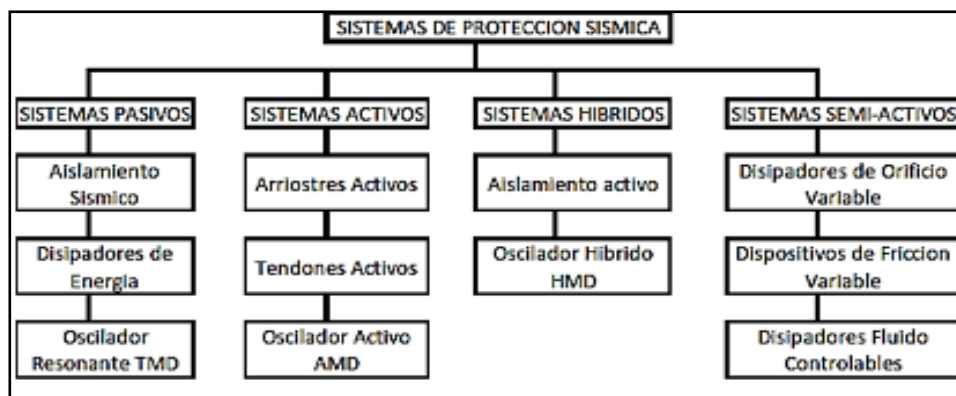
2.2.3 Fundamentos del plan de aislamiento basal

Los componentes de disipación pasiva, es una de las técnicas más utilizadas en la sociedad contemporánea actual con el fin de reducir la cantidad de daños que producen los terremotos. De acuerdo con este concepto de diseño, que se basa en la premisa de que esto es algo que se puede hacer, un edificio puede protegerse de las vibraciones de la tierra mediante la inclusión de componentes flexibles entre su base y la estructura. Los sistemas de disipación,

que pueden ser de naturaleza pasiva, activa, híbrida o semiactiva, tienen la capacidad de disminuir los efectos negativos que tiene un terremoto sobre un sistema, tal cual se aprecia en la ilustración 3. Estos sistemas pueden ser de dos tipos diferentes: pasivos y activos.

Figura 3.

Planes de Cuidado Sísmico.



Nota. Aguiar, Vergara, Guaygua, & Monge, 2014, pág. 36

2.2.4 *lanes de protección sísmicas*

2.2.4.1 **Aislación Basal**

Objetivos Primarios

- Es importante señalar que la estructura no incluye ninguna linealidad concentrada; Por lo tanto, los aisladores de base seguirán funcionando dentro del rango elástico lineal en el que se encuentran.
- Es esencial mejorar el rendimiento de las estructuras para lograr los siguientes objetivos: Durante el funcionamiento del sistema, asegúrese de que haya una pequeña cantidad de tiempo de inactividad, como el grado de rendimiento de ocupación actual.
- Es crucial evitar en el paso a paso de evaluación las deformaciones que

sean perjudiciales para los componentes tanto estructurales como no estructurales.

- Es necesario reducir la reacción de aceleración para disminuir la cantidad de daño que se produce al contenido del contenedor.

Figura 4.

Los Agentes Básicos de un Plan de Aislación

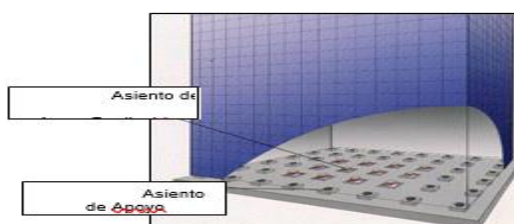


Esto proporciona una representación gráfica de los componentes que se halla en el apoyo del sistema. La preferencia personal es la única variable que debe tomarse en cuenta al decidir si se utilizan o no amortiguadores y calzas en un sistema resistente a la manipulación.

Figura 5.

Vista en 3 dimensiones de Edificio-Estructura con Sistema de Aislamiento en Base

Vista en 3 dimensiones de Edificio-Estructura Sistema de Aislamiento en el Apoyo





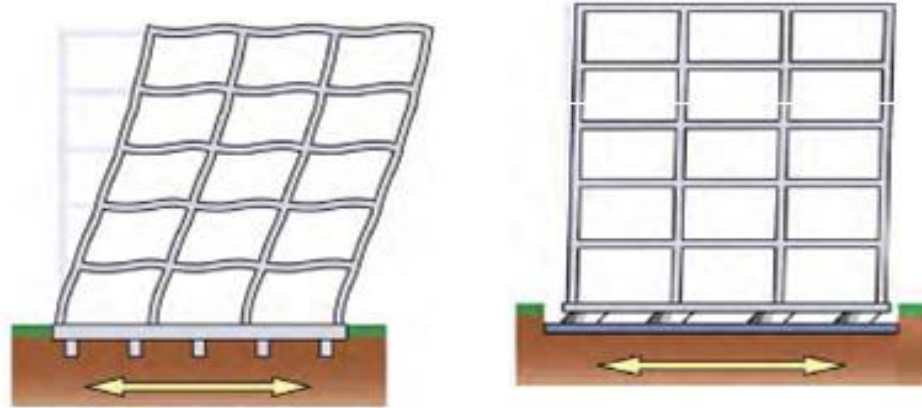
En el ámbito de los asientos de cojinetes aislados, se pueden distinguir dos clasificaciones básicas: asientos de cojinetes deslizantes y asientos de cojinetes elastoméricos. Solo hay dos clases de asientos de cojinetes que se usan generalmente en sistemas de aislamiento, y son los asientos de cojinetes elastoméricos y los asientos de cojinetes deslizantes. Por otro lado, ha habido casos en los que estos dos tipos distintos de asientos de cojinetes se han fusionado en una sola pieza de aparato.

2.2.4.2 Cualidades de los Planes de Aislamiento Sísmico Correctamente Diseñados

- Poseen el potencial de extender la duración del proceso vibratorio y, como consecuencia, disminuir la respuesta de fuerza que tiene lugar durante la vibración para alargar el lapso vibratorio y así amortiguar la respuesta de la energía.
- En el sistema de aislamiento, el control del movimiento se logra mediante el uso de la disipación de energía.
- Es necesario dar refuerzo en situaciones en las que existen tensiones moderadas, como cuando hay un nivel moderado de actividad sísmica y viento. La relación entre el sistema del edificio y la eficacia del plan de aislación del apoyo.

Figura 6.

Desempeño Estructural De La Edificación Con Plan de Aislación En El Apoyo.

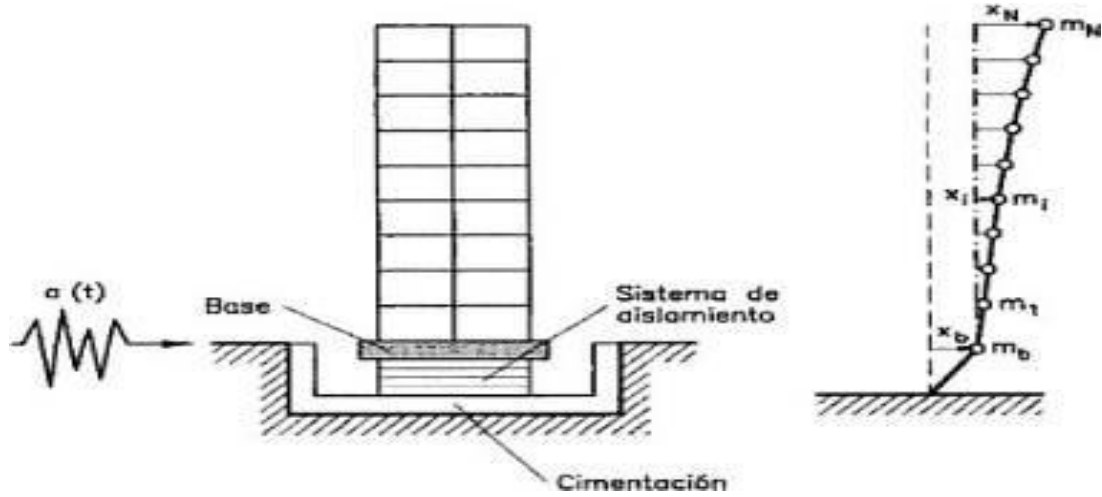


Nota. Se visualiza el contraste de deslizamientos (<https://eadic.com/>)

Las características que caracterizan cualitativamente a la estructura convencional incluyen las derivas de piso, que son deformaciones que ocurren dentro de cada piso de un edificio convencional, y las aceleraciones magnificadas en los niveles más elevados del sistema. Las derivas de piso son dos ejemplos de estas características. Por otro lado, las estructuras aisladas se distinguen por el hecho de que la mayor parte de sus deformaciones se producen en sus cimientos, que se encuentran dentro del plan de aislamiento. Además, las aceleraciones son normalmente uniformes independientemente de la altura de la estructura que se esté considerando.

Figura 7.

a) Edificación con Aislación en el Apoyo b) Esquema Modelo Dinámico

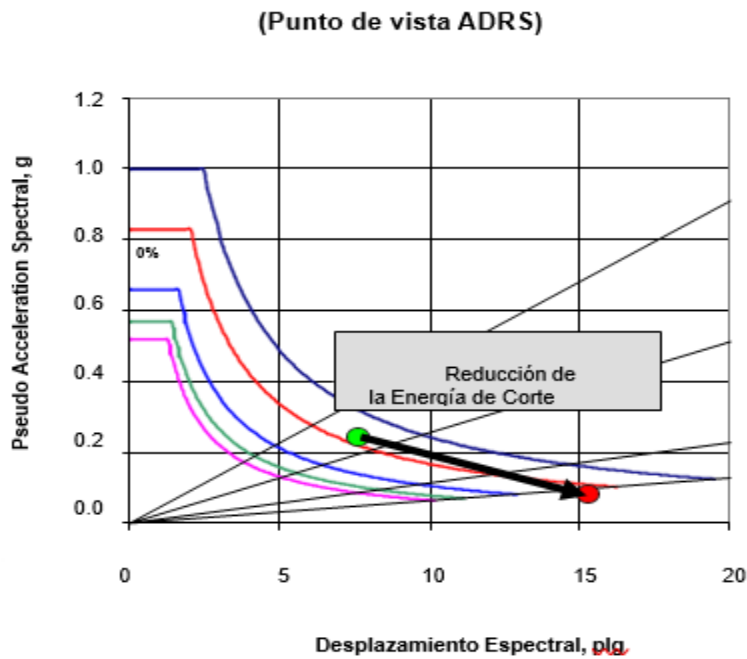


Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

2.2.4.3 Efecto del Sistema de Aislación

Figura 8.

Efecto del Sistema de Aislación



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

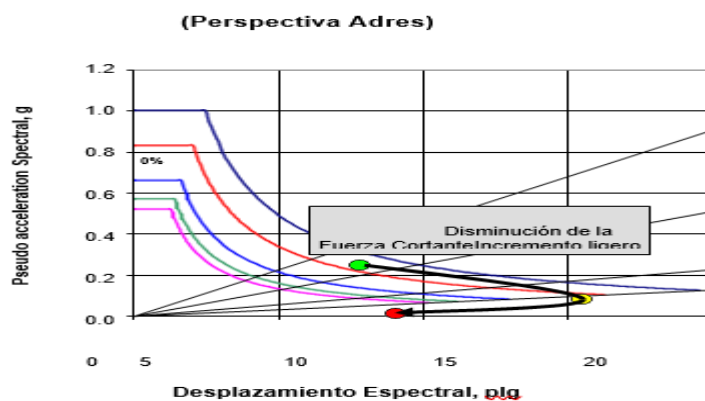
El espectro de respuesta elástica se muestra en la especificación de diseño como una serie de curvas ADRS, que se pueden ver en este gráfico que representa el espectro. Las líneas que presentan un período regular y que irradian hacia afuera desde la fuente son las que definen un espectro ADRS. Estas líneas son las que le dan al espectro su apariencia característica. Esto se demuestra por el hecho de que la estructura tiene un período natural que es bastante corto. Cuando se construye un sistema de aislamiento acústico con el propósito de alargar el período natural en 0,3 segundos, lo que da como resultado una reducción de la rigidez de alrededor del 75%, el desplazamiento máximo aumenta, pero la pseudoaceleración máxima se reduce, lo que finalmente conduce a una reducción de la fuerza de corte. Esto se debe a que el desplazamiento máximo aumenta, pero la pseudoaceleración máxima disminuye.

Se puede observar en la curva que alrededor del cinco por ciento de la función de respuesta objetivo está silenciada. Esto demuestra que la respuesta cambia en un gran rango de objetivos.

Figura 9.

Efecto del Aislación Sísmica con Amortiguadores Suplementarios

Efecto Del Aislación Sísmica Con Amortiguadores Suplementarios

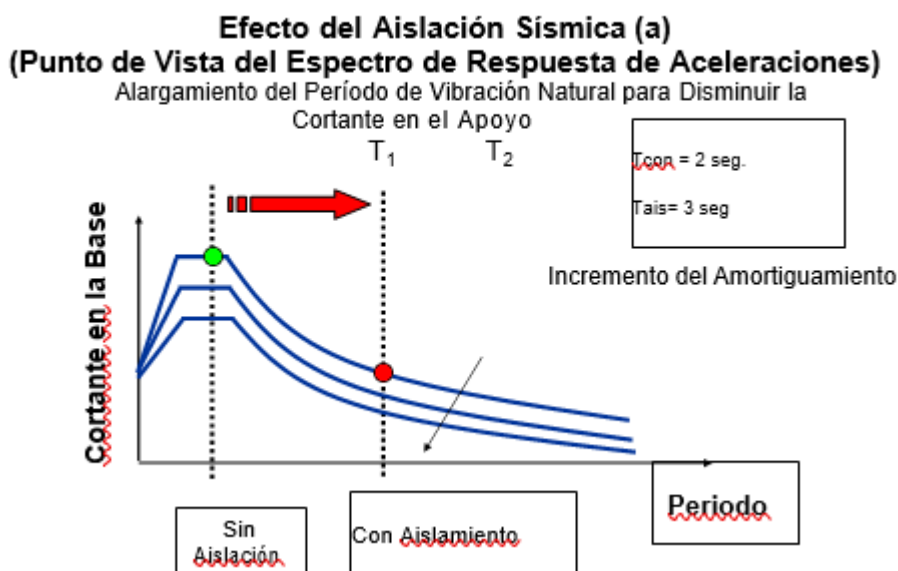


Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil



Las respuestas impredecibles a la aceleración y desaceleración están indicadas por la estructura elástica SDOF, que está representada por el círculo verde. El período de tiempo que especifican estas respuestas es de 1,5 segundos y la relación de amortiguamiento que tienen es del 5%. Cuando se construye un sistema de amortiguamiento, se pretende asegurar que el tiempo de asentamiento natural no supere los tres segundos. Esto es comparable a una disminución de la rigidez de alrededor del setenta y cinco por ciento. Además, la relación de amortiguamiento se incrementa al treinta por ciento, lo que conduce a un patrón de caída que se caracteriza por una velocidad pico que es algo mayor que lo normal y una pseudoaceleración pico que está disminuyendo. El resultado es que la fuerza de corte se reduce como consecuencia. Podrás ver este patrón si te colocas fuera del círculo rojo. Es más probable que el aumento de la actividad esté relacionado con emociones de aislamiento que con eventos que suceden dentro de la estructura. Esto se debe a que los sentimientos de aislamiento provocan sentimientos de aislamiento. La reacción inicial, que se muestra con la flecha, recorre todo el espectro de respuesta especificado con un nivel de amortiguación del 5 %. Esto se debe a que la estructura se ha vuelto más maleable, lo que demuestra que se ha vuelto más flexible. Esto es algo que realmente ocurre como resultado del efecto de amortiguación.

Figura 10.

Efecto del Aislación Sísmica (a)

Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

En la ilustración que se puede ver a continuación se muestra una ilustración del espectro de respuesta de modelo para aceleraciones con tres grados diferentes de amortiguamiento. Al hacer clic en el enlace, podrá ver esta imagen. La finalidad primaria de un plan de aislamiento sísmico es prolongar el período natural para alargar el período natural mientras el sistema siga siendo estático sin cambiar. Debido a que este es el caso, el número de energía que es necesaria para mantener la estructura en caso de un terremoto se reducirá como resultado de esto. Una instalación o ubicación puede protegerse contra los efectos del movimiento excesivo de la superficie causado por terremotos al aislarla de las fuentes de energía. Este es un método para mitigar la actividad sísmica. El aislamiento de edificios o ubicaciones es una manera que es posible utilizar para alcanzar esta meta. La cantidad de energía que se transporta dentro

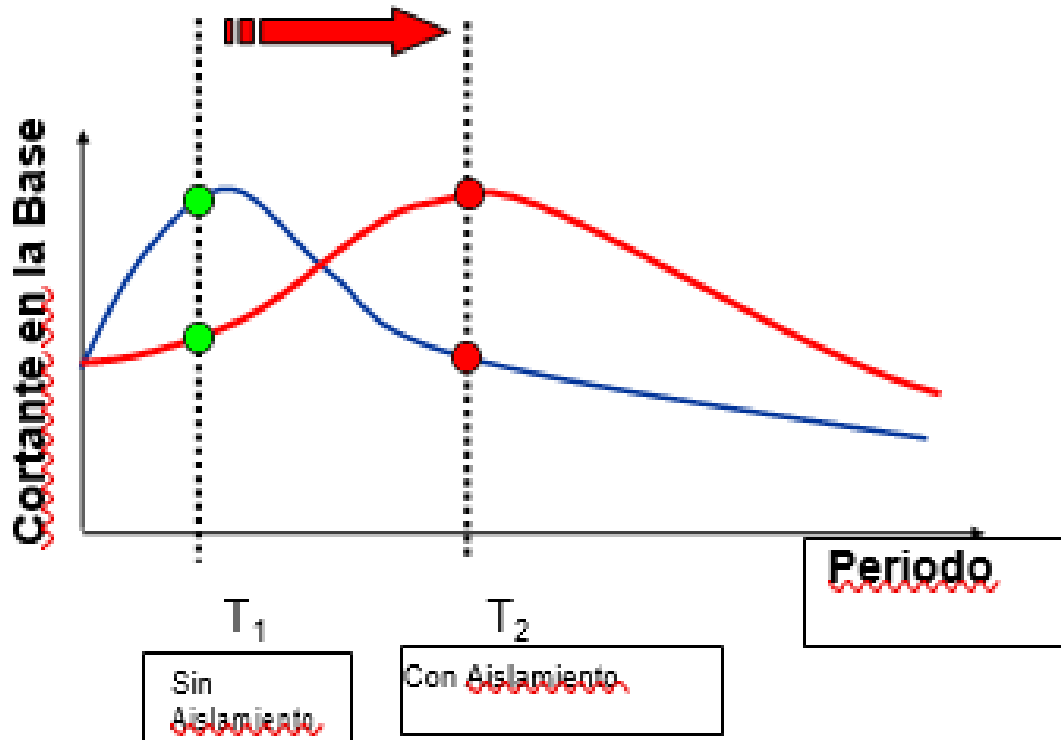


del edificio se reduce como resultado del hecho de que el aislamiento "refleja" la energía que se trae desde el exterior. La cantidad de fuerza que se transfiere dentro de la estructura se reduce como resultado de la separación del edificio de las fuentes de movimiento sísmico del suelo que provocan el movimiento del mismo. Esto hace posible que el aislador "refleje" la energía que llega desde fuentes externas. Este es un tema de fundamental importancia a considerar. Los mecanismos que son responsables de la disipación de fuerza dentro del sistema de aislación son los responsables de una gran cantidad de fuerza que se pierde durante la transmisión misma. Esto se debe a que el proceso de transmisión en sí es responsable de la pérdida de energía.

La siguiente imagen proporciona una representación visual de las diversas alternativas de respuesta de diseño que suelen estar disponibles para el movimiento como ejemplo. Dentro del alcance de este gráfico, hay tres niveles de amortiguamiento únicos que se ilustran. Por otro lado, a medida que el sistema avanza, esta necesidad debe transferirse de la superestructura al plan de aislación. Una de las causas más básicas del aislamiento es que alarga el período natural, lo que en última instancia da como resultado un aumento en la necesidad de migración. Uno de los efectos más significativos del aislamiento es este.

Figura 11.

Efecto de las Situaciones de la Superficie sobre la Respuesta de Estructuras Aisladas



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Debido a que las superficies blandas tienen una tendencia a producir movimiento del suelo durante largos períodos de tiempo, la sensibilidad de los edificios que han sido construidos durante largos períodos de tiempo es mayor. Esto se debe a que los suelos blandos tienen una tendencia a generar movimiento del suelo. Debido a esta razón en particular, no se recomienda la instalación de medidas de aislamiento sísmico de largo período en circunstancias en las que el suelo es blando. En el transcurso de aproximadamente dos segundos, el período natural principal del suelo se observa en terreno plano sobre toda la región urbana. De acuerdo con esta duración, el período natural del suelo que continúa en el resto de México es similar a este tiempo.



Resumiendo

Más Efectivo

La edificación sobre superficie rígida.

Sistema con lapsos cruciales bajo.

Poco Efectivo

Durante el proceso de construcción sobre una base de tierra blanda.

La construcción de algunas estructuras de gran altura se caracteriza por un largo período básico dentro de su armazón. Este tipo de estructura es una característica distintiva.

Es particularmente apropiada para el aislamiento de la base, ya que tienen una amplia variedad de estructuras rígidas en todo el espectro de diseño, que incluye zonas de alta aceleración, así como zonas de baja aceleración. Existe una amplia variedad de aplicaciones que son adecuadas para ellas. Esto sucede como resultado de su movimiento desde lugares con alta aceleración a áreas con baja aceleración, lo que hace que fluctúen. Además, la excitación de respuesta en modos superiores se reduce para materiales que son muy rígidos debido a las duraciones de modo excesivamente largas que se observan en estos materiales. Debido a esto, los efectos de la excitación de respuesta se reducen. Existe una duración excesivamente larga de tiempo en la que los períodos de modo continúan existiendo. Existe la posibilidad de que los modos superiores de la superestructura sean sustancialmente más cortos en comparación con el tiempo básico que está vinculado con el sistema de aislamiento.



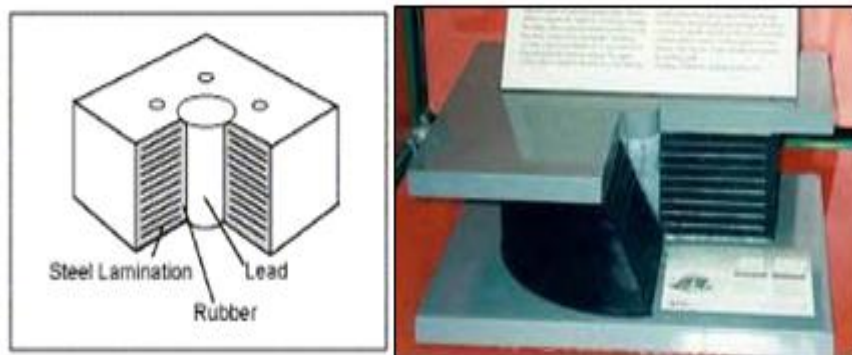
2.2.5 Clases de asientos de base en aislamiento sísmico

2.2.5.1 Asientos de Base Elastoméricos

- Asiento de apoyo plomo-goma (goma natural de amortiguamiento bajo con núcleo de plomo, LRB).
- Asiento de apoyo de goma natural o sintética de bajo amortiguamiento (NRB)
- Asiento de apoyo de goma natural de amortiguamiento elevado (HDRB).

2.2.5.2 Asientos de Base Desplazables

- Además de poder moverse, el asiento del cojinete también está nivelado. El asiento de cojinete deslizante esférico puede configurarse de varias maneras diferentes, incluidas configuraciones simples, dobles, triples y quintuples, entre otras.
- Los tipos de asientos de cojinetes de aislamiento sísmico que se hallan disponibles hoy por hoy en el mercado. A pesar de que la implementación de tácticas de aislamiento alternativas ha sido ineficaz o inexistente, es posible que existan otras alternativas.

Figura 12.*Geometría del Asiento de Apoyo Elastómero*

Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Los asientos de cojinetes elastoméricos están contruidos con una serie de niveles que se alternan entre caucho y metal. Estos asientos de cojinetes están contruidos con una estructura en capas. Si bien se puede utilizar acero para dar rigidez vertical, se puede utilizar caucho para proporcionar movilidad lateral. También se puede utilizar caucho para suministrar acero. Es necesario aplicar un revestimiento de caucho a la superficie del asiento de soporte para garantizar que las placas de acero permanezcan en sus posiciones designadas. Es posible que se coloque un cilindro de plomo en el centro del asiento de soporte en algunas situaciones. Esto permitiría proporcionar una cantidad significativa de rigidez temprana y también facilitaría la disipación de fuerza.

2.2.5.3 Asiento de Apoyo de Goma Natural o Sintéticos de Amortiguamiento Leve

Aisladores que tienen propiedades elastoméricas de baja amortiguación (también conocidos como LRD). Como parte del proceso de producción, estos

sencillos aisladores elastoméricos se construyen alternando capas de metal y caucho, que luego se vulcanizan en varios puntos a lo largo del proceso. Esto se hace con el fin de crear un vínculo significativo entre los dos materiales que se están utilizando. La incorporación de un componente de caucho en una viga de acero cumple la doble función de incrementar la duración de la construcción a las energías de gravedad y, al mismo tiempo, mejorar la estabilidad lateral de la estructura. Además, se sitúan hierros en los extremos inferior y superior de estos dispositivos para limitar el núcleo y minimizar la posibilidad de compresión del caucho cuando se expone a pesos sustanciales. Esto se hace con el fin de evitar que el caucho se comprima.

Características:

- Es importante señalar que los materiales compuestos de caucho, independientemente de si son naturales o sintéticos, también son susceptibles de evaluación de aceptabilidad.
- Cuando se someten a deformaciones relativamente leves, es concebible considerar su comportamiento como elástico-lineal, y cuando se someten a desplazamientos significativos, es posible considerar su comportamiento como viscoso-lineal.
- En este momento, no tienen más del siete por ciento del ingrediente primario de amortiguación en su poder.

Ventajas:

- La producción de los mismos no necesita un número significativa de recurso humano.

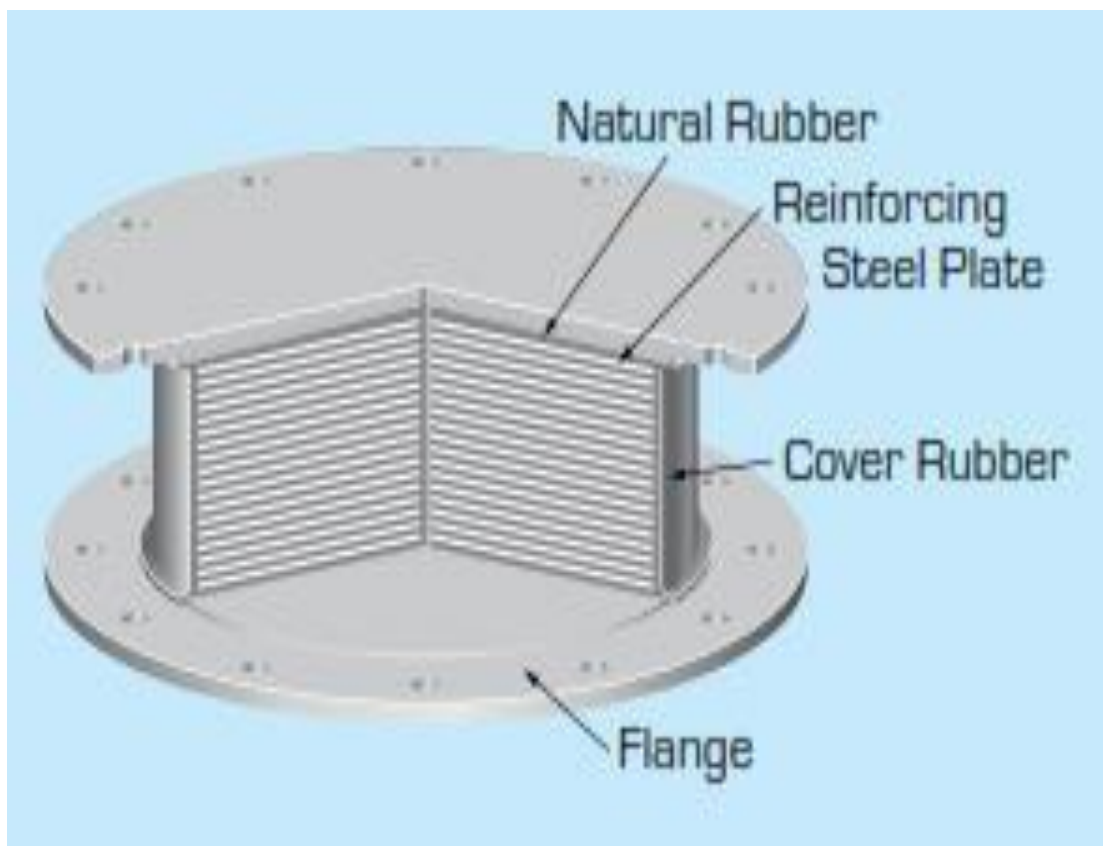
- El diseño, que es un modelo lineal, es fácil de entender e implementar.
- Las fluctuaciones de carga que se producen por cambios en el tiempo, la temperatura o la edad no tienen una influencia sustancial en su sensibilidad. Esto se debe a que su sensibilidad no se ve afectada por estos factores.

Desventajas:

- Es requerida suplementaria amortiguación.

Figura 13.

Aislante Elastomérico de poca Amortiguación



Nota. (Bridgestone, 2015, pág. 2)

2.2.5.4 Asientos de Base de Goma Natural de Amortiguación

Elevada

Las sillas de espuma de elevada densidad deben tener cualidades dinámicas que respondan rápidamente a las condiciones de carga para lograr el mayor nivel posible de eficiencia. Esto es necesario para lograr el grado más elevado posible de eficiencia. Ejemplos de sillas que son propensas a torcerse incluyen aquellas que están compuestas de caucho que tiene una alta capacidad de amortiguación. La torsión es un cambio de comportamiento que ocurre durante las primeras fases del movimiento y es una de las alteraciones que componen el comportamiento. Una reducción en la rigidez y la amortiguación es una de las características que definen esta transformación. El cambio de comportamiento se vuelve más estable en comparación con la cantidad de ciclos que han ocurrido durante el proceso. Es posible que el comportamiento del material en condiciones de torsión sea notablemente diferente del que se produce en condiciones de torsión si el material ha estado sujeto a un historial de deformación desde el principio de su existencia. Las propiedades originales del asiento del cojinete tienen el potencial de recuperarse con el transcurso del tiempo (el período de tiempo se expresa en horas por día).

2.2.5.5 Asiento de Base de Plomo-Goma Aislante Elastomérico

Con Centro De Pb

La suma de un centro de Pb es el único elemento que las distingue de las LDR. Este núcleo amplifica el potencial de disipación de energía del sistema, lo que a su vez mejora la absorción del sistema entre un 25 y un 30 por ciento. Además, el núcleo de plomo aumenta la rigidez inicial del sistema, lo que a su



vez reduce la carga del viento. El aislador sufrirá un desplazamiento lateral en caso de un terremoto, lo que dejará que el núcleo de plomo fundido fluya a través de él. Esto será posible gracias al desplazamiento lateral. Al entrar, el núcleo se someterá a una deformación plástica como consecuencia de este enfoque, lo que finalmente conducirá a la liberación de calor residual. Inmediatamente después del final del terremoto, el sello de goma del aislante vuelve a su estado original y el centro de Pb se recristaliza a una condición que es prácticamente comparable a la que tenía antes, por lo que lo prepara para soportar otro terremoto.

a) Características:

A lo largo del experimento, la deformación por cizallamiento se mantuvo a un nivel del cien por ciento, mientras que el módulo de tracción varió entre cinco y siete kilogramos por centímetro cuadrado. Como consecuencia de que la mayor deformación por cizallamiento, que puede variar entre el 125% y el 200%, es inferior al 200%, se consigue una comprensión menos completa de los cambios en sus características en comparación con los aislantes de tipo HDR.

Dado el grado en que el organismo se ha desplazado lateralmente, la respuesta histológica es bastante sensible al grado de desplazamiento.

A partir de un estado algo rígido, el tungsteno puede tener tensiones de fluencia que pueden alcanzar alrededor de 105 kilonewtons por centímetro cuadrado antes de romperse. Estas presiones pueden hacer que el material se rompa.



El grado de tensión que es necesario para mantener un caudal constante se reduce a medida que la temperatura continúa aumentando con cada ciclo que pasa. Esto se debe a que se requiere que el caudal permanezca constante.

Es común que el núcleo de plomo constituya el trece por ciento del diámetro del aislante.

b) Ventajas:

El plomo expresa una flexibilidad completa a medida que aumenta su fluidez; sin embargo, antes de alcanzar este estado, mantiene un grado significativo de rigidez horizontal. El plomo sufre esta transformación a medida que aumenta su fluidez. Gracias a los procesos de recuperación y cristalización que se llevan a cabo a T° ambiente, la plata es capaz de recuperar sus características mecánicas tras ser expuesta a una tensión inelástica. Esta propiedad permite que la plata recupere sus propiedades mecánicas. La plata, que es uno de los componentes que se están abordando, contribuye a la realización de este concepto.

Durante los cincuenta años que se esperaba que duraran los edificios, no se han observado cambios notables en las estructuras.

Desventajas:

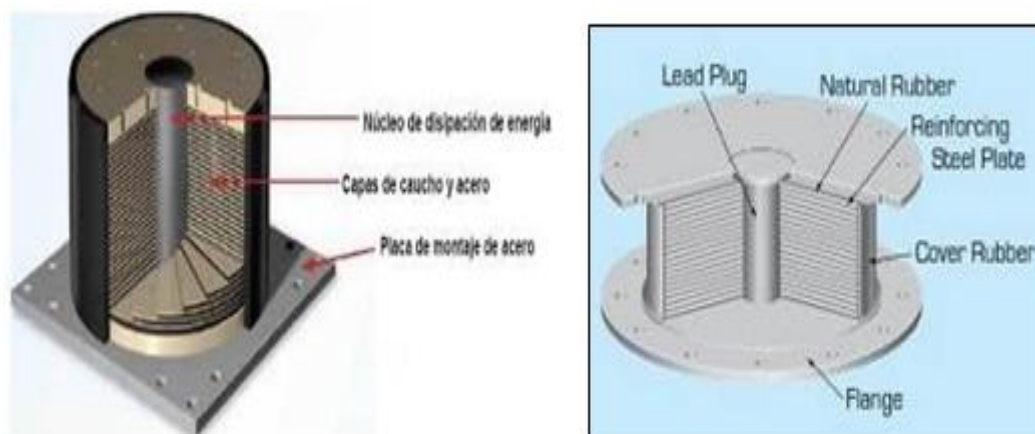
Una disminución de la rigidez horizontal puede ocurrir como consecuencia de un aumento de la T° del entorno que rodea al agente.

Cuando hay un aumento de la carga axial, hay una tendencia a que la rigidez horizontal baje cada vez más.

Las características del aislador LRB variarían de un caso a otro, dependiendo del número total de eventos de carga que hayan tenido lugar en los casos anteriores. En forma que incrementa el número de ciclos, la amortiguación y la rigidez del centro de Pb disminuyen. Esto ocurre simultáneamente con el aumento del proceso.

Figura 14.

Aislante Elastomérico con centro de Pb



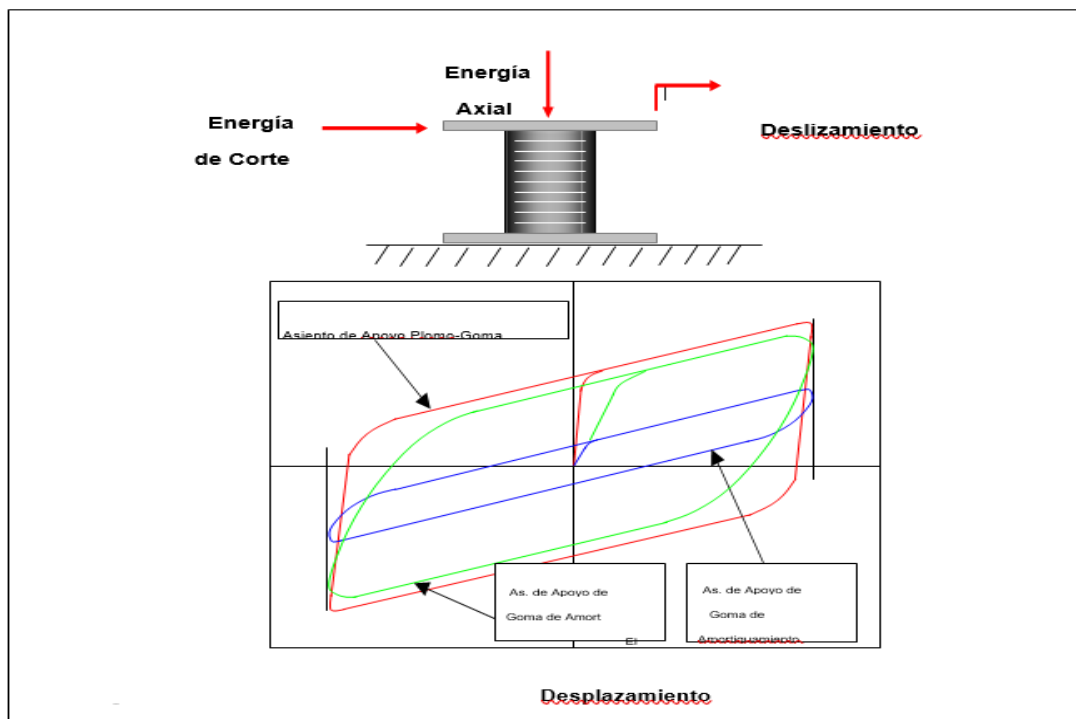
Nota. (Bridgestone, 2014, pág. 2)

Un tapón central de Pb ya está insertado en las sillas que están sostenidas por caucho de plomo. Estas sillas se venden en juegos empaquetados. Este tapón ayuda a aumentar la rigidez inicial del asiento de apoyo, lo que a su vez reduce la cantidad de carga de viento y aumenta el número de fuerza que se disipa adentro del asiento de apoyo. En otras palabras, el tapón es una situación en la que todos ganan. Como resultado de la naturaleza cíclica de su construcción, el plomo experimenta una pérdida de energía a medida que viaja a través del sistema. Debido a que el plomo sufre una recristalización a temperaturas que se consideran ambientales, no es racional preocuparse por el envejecimiento del plomo.

2.2.5.6 Ciclo de Histéresis del Asiento de Base Elastomérica

Figura 15.

Ciclo de Histéresis del Asiento de Base Elastomérica



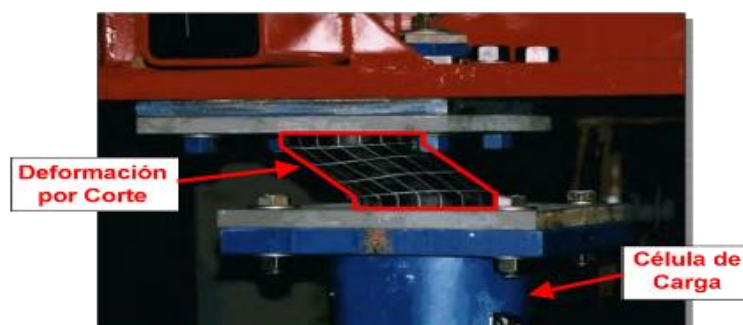
Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Las sillas de apoyo elastoméricas pueden evaluarse mediante el uso de pruebas experimentales, algo que se puede hacer. En el contexto de este examen, las sillas de apoyo están sujetas a una carga lateral sinusoidal además de una tensión axial constante. Esto se debe al hecho de que las sillas construidas con espuma de bajo estándar no son posibles de disipar una cantidad considerable de fuerza, lo que conduce a ciclos de histéresis más cortos asociados con estos asientos. Por otro lado, las sillas que están construidas con espuma de uretano de alta absorción generan ciclos hertzianos más largos, que finalmente conducen a la liberación de una cantidad considerable de energía. En

comparación con los asientos que están acolchados con espuma de alta densidad, la rigidez inicial de las sillas cilíndricas de plomo y caucho es mayor y los ciclos de disipación de energía son más largos. Esto se debe a que las sillas de plomo y caucho están hechas de un material más rígido. Este es un problema que requiere algún tipo de atención. Las sillas de apoyo elastoméricas a menudo presentan una más elevada firmeza y menor firmeza en ángulos de corte intermedios y una mayor rigidez en grados de corte altos. Esto es particularmente cierto cuando el ángulo de corte es bajo. La rigidez de estas sillas también disminuye en ángulos de corte intermedios, lo que es otra observación interesante. Esta afirmación es absolutamente correcta en situaciones en las que el ángulo de corte es bastante bajo.

Figura 16.

Deformación de Corte de Aislación de Apoyo Elastoméricos



- Asiento de apoyo fabricado por Scougal Rubber Corporation.
- Prueba desarrollada en SUNY Buffalo.
- Deformación por corte mostrada es aproximadamente del 100%.

Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

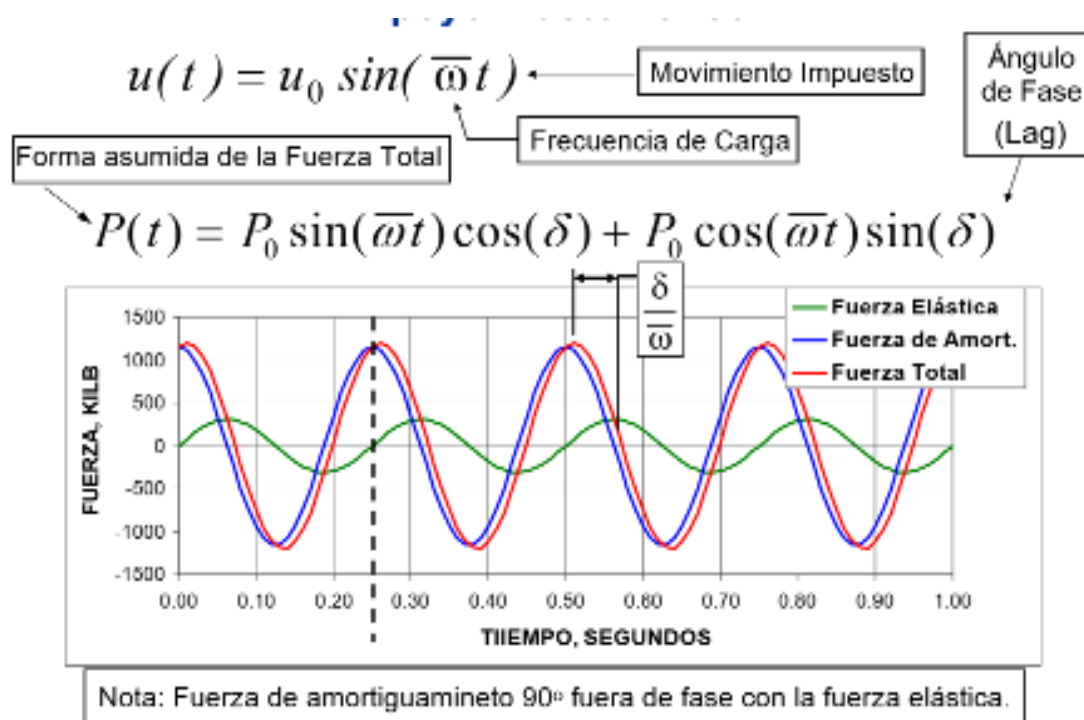
2.2.5.7 Desempeño armónico del asiento de Base Elastoméricas

El uso de pruebas armónicas se emplea a menudo para obtener las características dependientes de la frecuencia de las sillas de apoyo elastoméricas. El objetivo de esta prueba es someter el asiento de apoyo a una

fuerza axial continua, así como a un movimiento lateral armónico. Ambas fuerzas se aplicarán simultáneamente. La frecuencia del desplazamiento lateral armónico se evalúa con más detalle en los párrafos a continuación. Es importante realizar una medición para descubrir la cantidad de energía que es necesario para iniciar el movimiento. Si asumimos que el asiento de apoyo es un elemento viscoelástico idealizado, podemos ver que la energía elástica es directamente relacional al deslizamiento, la energía del resorte también es proporcional al deslizamiento y la energía de amortiguación está asociada con la velocidad. Todas estas fuerzas son proporcionales al desplazamiento.

Figura 17.

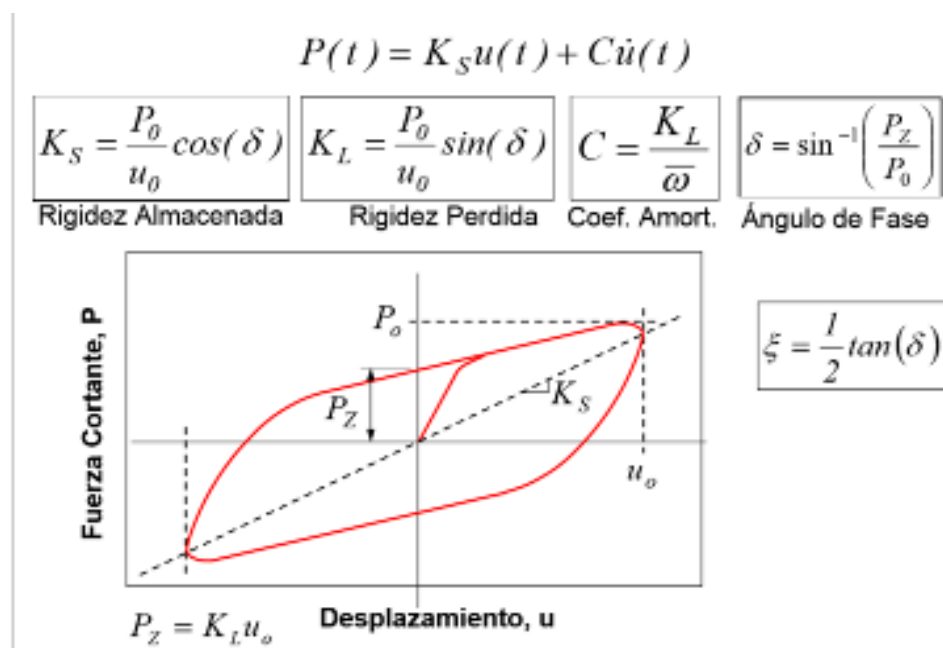
.Desempeño Armónico del Asiento de Base Elastomérica



Y de los vistos anteriormente es posible trazar a través de ciclos histeréticos.

Figura 18.

Trazo de Ciclos Histeréticos



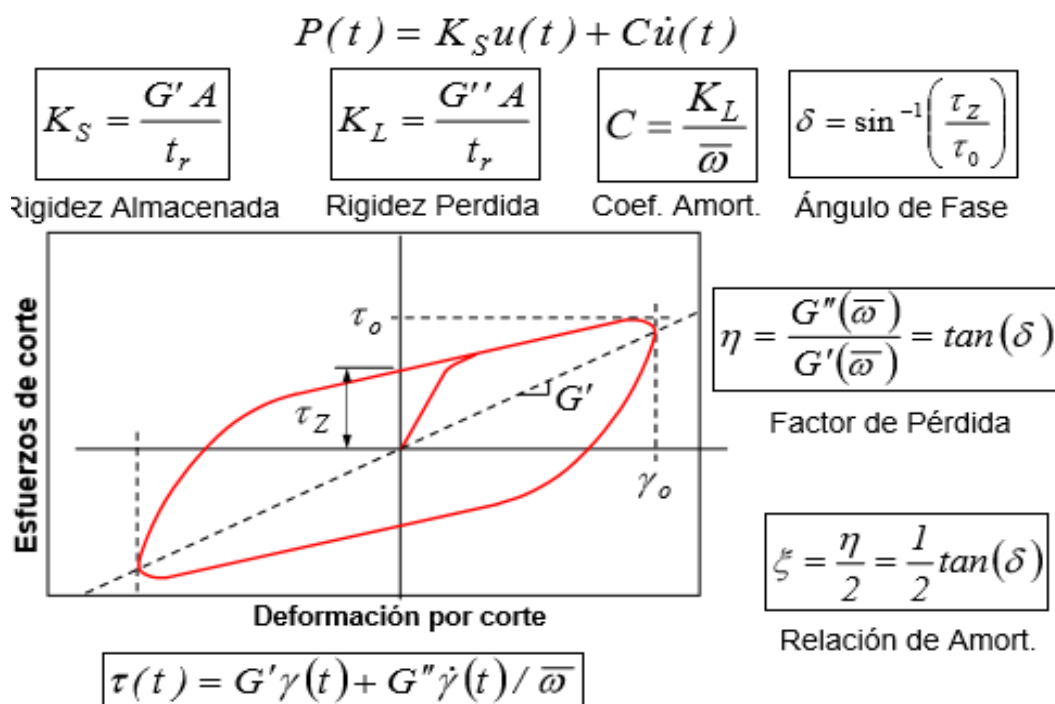
Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

En el caso de que el asiento del cojinete sea un componente viscoelástico, la fuerza total que crea el asiento del cojinete es proporcional tanto a la velocidad como al desplazamiento del asiento del cojinete. Esto se debe a que el asiento del cojinete es un componente compresivo. Son las propiedades del asiento del cojinete las que reflejan su capacidad de disipar energía. Estas cualidades incluyen la pérdida de rigidez y la amortiguación del asiento del cojinete. Existe una relación que se produce entre el ángulo de fase y la energía que se almacena y libera por el asiento del cojinete. Esta conexión se puede ver y entender. La rigidez almacenada es nula cuando el ángulo de fase es de 90 grados, lo que permite que el asiento del cojinete se comporte como un amortiguador viscoso lineal. Esto se debe a que la rigidez almacenada es igual a cero. Un componente que es capaz de disipar energía pura con éxito es el que estamos analizando

aquí. No hay cambios en la rigidez en la situación opuesta, que se produce cuando el ángulo de fase es de 0 grados. En este caso, el asiento del cojinete funciona como un resorte lineal, que es un componente que almacena energía por sí mismo. La rigidez almacenada del asiento del cojinete puede definirse como la pendiente del ciclo histérico en el lugar donde se produce el desplazamiento máximo. Esta es una definición posible.

Figura 19.

Ciclo Histeréticos Esfuerzo-Deformación del Amortiguador.



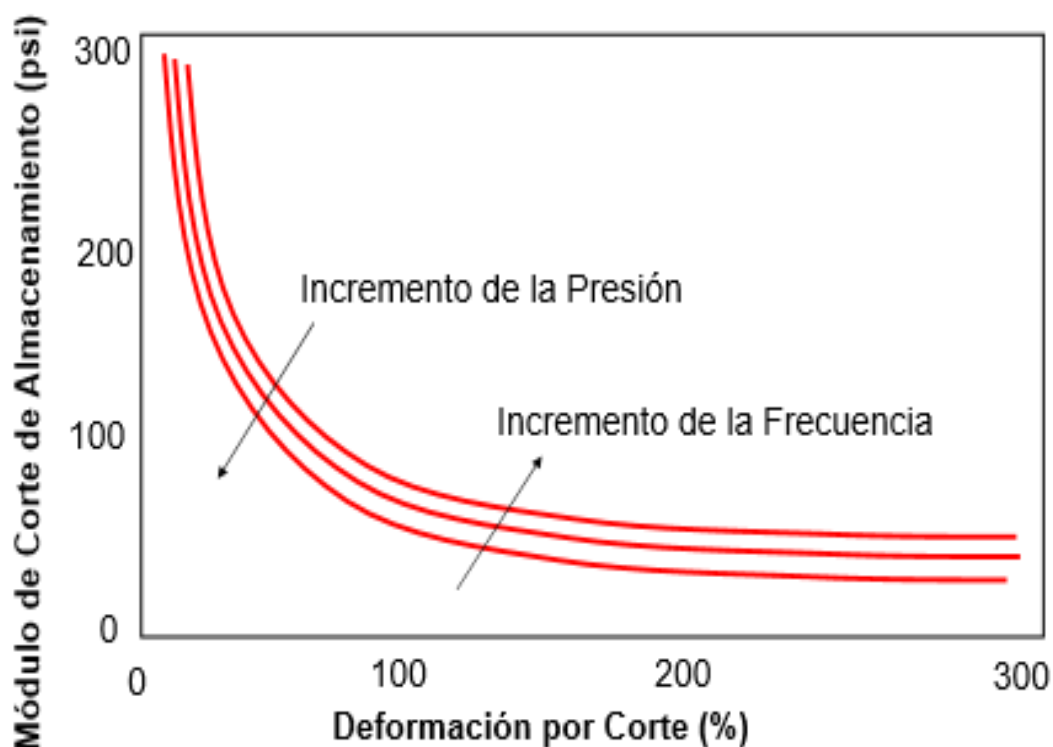
Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Es posible determinar el módulo de almacenamiento del amortiguador observando la pendiente del ciclo histérico de esfuerzo-deformación en el punto en el tiempo en que el amortiguador experimenta la cantidad máxima de deformación. Este módulo y la rigidez almacenada del amortiguador están relacionados entre sí de una manera que se describiría como directamente

proporcional. La anchura del ciclo está relacionada con el tiempo en que no hay movimiento, ya que es proporcional al módulo de pérdida, que se corresponde con la rigidez que se ha perdido. Además, esta asociación es cierta incluso en ausencia de cualquier reubicación.

Figura 20.

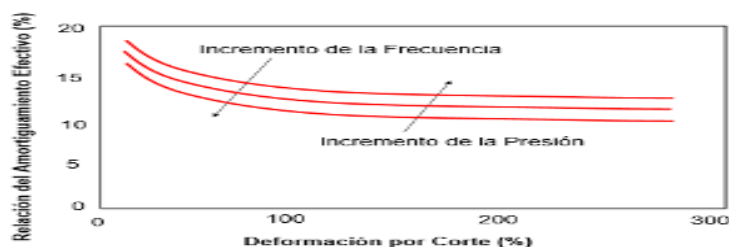
Módulo de Corte de Almacenamiento de Gomas Naturales de Amortiguación alta.



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

La deformación por corte de caucho de alta amortiguación aumenta, lo que da como resultado una reducción en la rigidez de los asientos. La rigidez de las sillas, por otro lado, volvería a crecer con una mayor deformación por corte, lo que no es evidente en este caso. En términos del aumento de rigidez que se produce con mayores tensiones de corte, este enfoque a veces se considera un método infalible, ya que es capaz de producir el efecto deseado.

Figura 21.

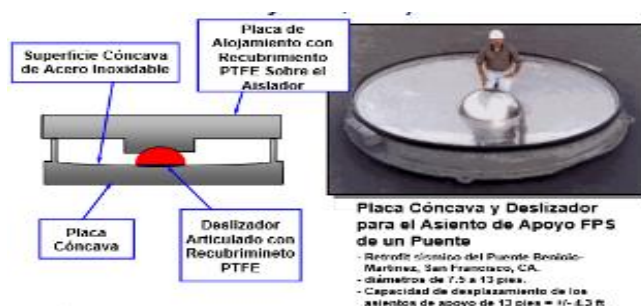
Conexión de Amortiguamiento Efectivo de Gomas Naturales de Amortiguación

Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

A pesar de que la amortiguación de los asientos de cojinetes de caucho con alta amortiguación tiende a permanecer bastante estable cuando aumentan las cargas de corte, la amortiguación de estos asientos disminuye cuando aumenta la tensión de corte.

2.2.5.8 Asiento de Base Desplazable Esférica: Plan de Péndulo de Fricción

Figura 22.

Asiento de Base Desplazable Esférica

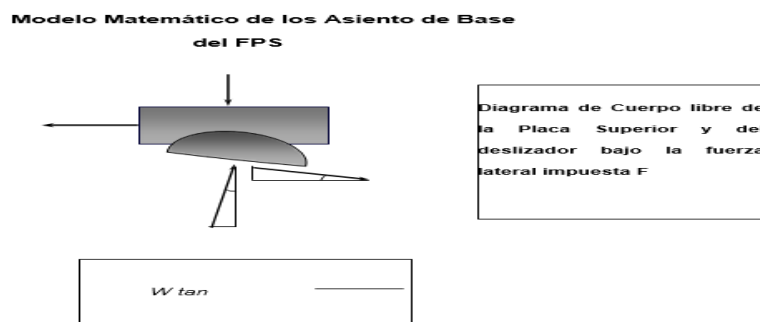
Durante el proceso de producción de sillas con cojinetes deslizantes, se utilizan a menudo superficies deslizantes esféricas o planas. El asiento de cojinete del (FPS) es el asiento de cojinete deslizante con aislamiento sísmico que se utiliza con más frecuencia en los Estados Unidos. Esto se debe a que el

asiento de cojinete FPS utiliza una superficie esférica. Además, la superficie que se desliza se muestra como restringida e inclinada hacia arriba tanto en la figura como en la imagen. A pesar de que el vástago del pistón está inclinado hacia abajo en la mayoría de las aplicaciones, esto se hace para disminuir el número de desechos que posiblemente se puedan acumular en el pistón. Esto se hace para lograr el mayor nivel posible de producción. El revestimiento de politetrafluoroetileno (PTFE) que se ha aplicado a la corredera con bisagras tiene el objetivo de brindar protección a la corredera. El politetrafluoroetileno (PTFE) es un material que puede estar sin relleno (también conocido como en blanco) o relleno (también conocido como doblado) con una serie de sustancias, como vidrio, carbón, cobre y grafito. Ambas configuraciones se conocen como "dobladas". En el lenguaje común, el material que se reconoce con más frecuencia como compuesto de PTFE se denomina "teflón". Es posible encontrar a DuPont participando en el proceso de fabricación.

2.2.5.9 Modelo matemático de los asientos de base de plan de fricción

Figura 23.

Modelo Matemático de los Asientos de Base del (FPS)

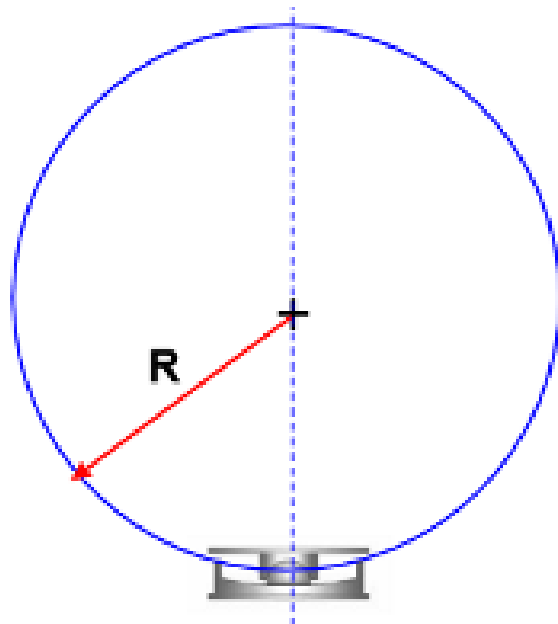


Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

El aguante lateral de un asiento de soporte FPS se puede evaluar ejerciendo un peso horizontal al soporte y midiendo el aguante que se crea como resultado de la fuerza que se aplica al soporte. Esto proporciona una medida precisa de la resistencia lateral del asiento de soporte. Es posible alcanzar el equilibrio tanto en el eje horizontal y el vertical ignorando los componentes de orden superior para construir la ecuación.

Figura 24.

Radio de Curvatura de los Asientos de Apoyos FPS

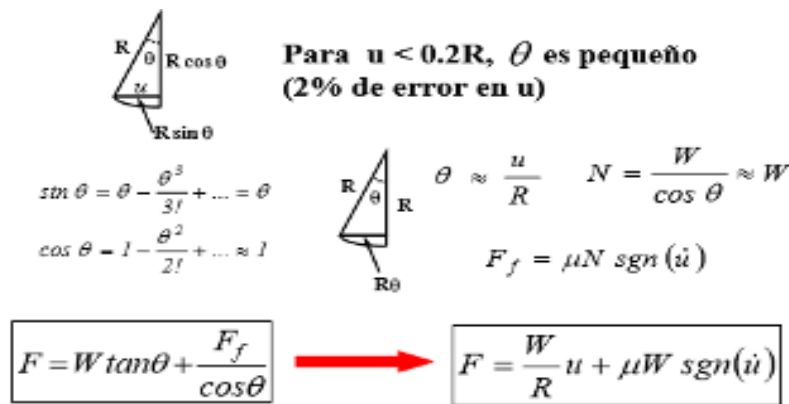


Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil.

El radio R es el componente más crucial a tener en cuenta cuando se trata de establecer la forma del suelo de desplazamiento esférico. El "radio de curvatura" del suelo de deslizamiento de la silla está representado por este radio preciso, que es un punto crucial a tener en cuenta. Comenzando con la rotación de un círculo alrededor de un eje vertical, que se muestra con la línea discontinua, la producción de una esfera es el primer paso en el proceso.

Figura 25.

Modelo Matemático de los Asientos de Base del Plan Péndulo de Fricción

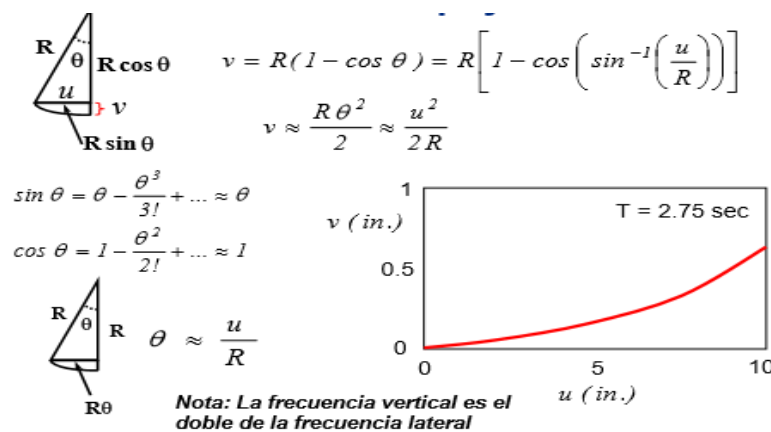


Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Al considerar los deslizamientos laterales reales, el ángulo θ que está conectado con la traslación del asiento de base es bastante menor. Es posible llegar a la solución final que se muestra reemplazando las funciones trigonométricas con sus aproximaciones de ángulos minúsculos. Esto se debe a que el signo de la función, que a su vez dicta el signo de la velocidad, es lo que define la dirección en la que se produce la fricción.

Figura 26.

Deslizamiento Vertical de los Asientos de Base FPS

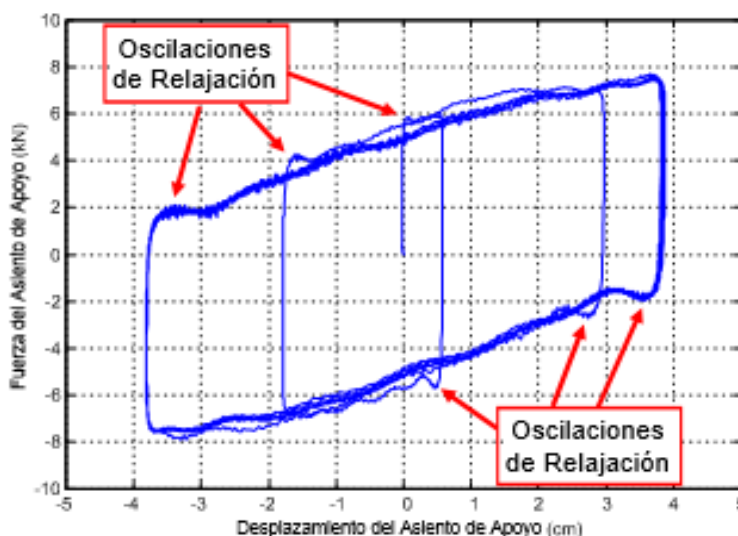


Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil



El movimiento vertical que se produce durante la traslación lateral del asiento de base se combina con el movimiento vertical que se produce durante el movimiento vertical. La superficie que se desliza tiene una curvatura, por lo que esto es así. Cuando se trata del desplazamiento lateral, que también es cuadrado, el movimiento vertical es generalmente proporcional al cuadrado del desplazamiento lateral, y el movimiento vertical es inversamente proporcional al radio de curvatura. Ambas relaciones son verdaderas con respecto al desplazamiento lateral. Es una práctica común considerar el movimiento vertical como menos significativo que el desplazamiento lateral, como se ve en la imagen. Esto es una consecuencia de la estructura esférica. Sobre la base de esta información, es posible sacar la conclusión de que mientras que el deslizador completa un ciclo en la dirección lateral, completa simultáneamente dos ciclos en la dirección vertical.

A través del movimiento del asiento del cojinete FPS, se puede ver una versión idealizada del ciclo histérico. Para verificar este ciclo, es necesario hacer ciertas suposiciones durante el proceso de desarrollo del modelo matemático. Esto es necesario para garantizar que el ciclo sea válido. Una de estas suposiciones es que el coeficiente de fricción seguirá siendo el mismo.

Figura 27.*Ciclo histérico real del asiento***Asiento de Apoyo FPS**

- Asiento de apoyo a escala reducida para el pórtico del edificio a 1/4 de escala.
- R = 18.6 in.; D = 11 in.; H = 2.5 in. (escala reducida)
- Periodo fundamental del prototipo del edificio = 2.75 sec (R = 74.4 plg = 6.2 pies)

Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Como ilustración del ciclo histórico que tiene lugar cuando se baja un asiento de cojinete, se muestra lo siguiente. El ciclo no corresponde a la geometría exacta del ciclo, lo que contrasta con el ciclo histórico previsto en la oración anterior. Esto sugiere que el modelo que se desarrolló no tiene en cuenta algunos sucesos, como el comportamiento de las oscilaciones de relajación que se manifiestan cuando se cambia la dirección del movimiento. Además, es de suma importancia aceptar que el lapso natural del sistema aislado, suponiendo que la superestructura sea rígida, depende solo del radio de curvatura de los asientos de cojinete. Este es un hecho que debe reconocerse. La longitud de R debe ser de 6,2 pies para lograr una duración aislada de 2,75 segundos. Este es un requisito.

2.2.5.10 Clase de Aislantes de Péndulo Friccional

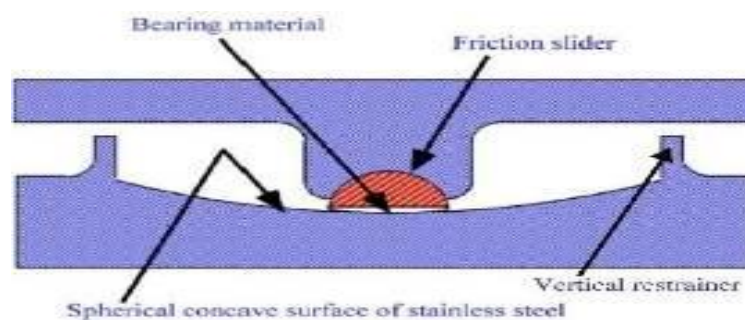
a. FPS

EPS, que significa Earthquake Protection System, fue la organización responsable de la invención y construcción de este recipiente. El movimiento sigue un patrón que recuerda al de un péndulo y presenta variaciones. Tanto el coeficiente de fricción como la carga de servicio son responsables de determinar el movimiento que se describe. Uno de los componentes que constituyen el aislador de fricción es una superficie deslizante, como se muestra en la ilustración de uno de los componentes. Se utiliza PTFE para la construcción de la superficie de contacto de la barra deslizante, mientras que se utiliza acero inoxidable para la construcción de la parte cóncava que se encuentra en el extremo opuesto de la barra deslizante. El aislador de fricción que se ve en las figuras 31 y 32 es de naturaleza básica.

Como consecuencia de la fuerza de restauración que se produce por el diseño curvo del aislador, el deslizador se realinea a su posición central original. Esto ocurre después de que se haya completado el proceso de realineación.

Figura 28.

Componentes del Aislante de FPS



Nota. Okamura y Fujita, (2007)

Figura 29.

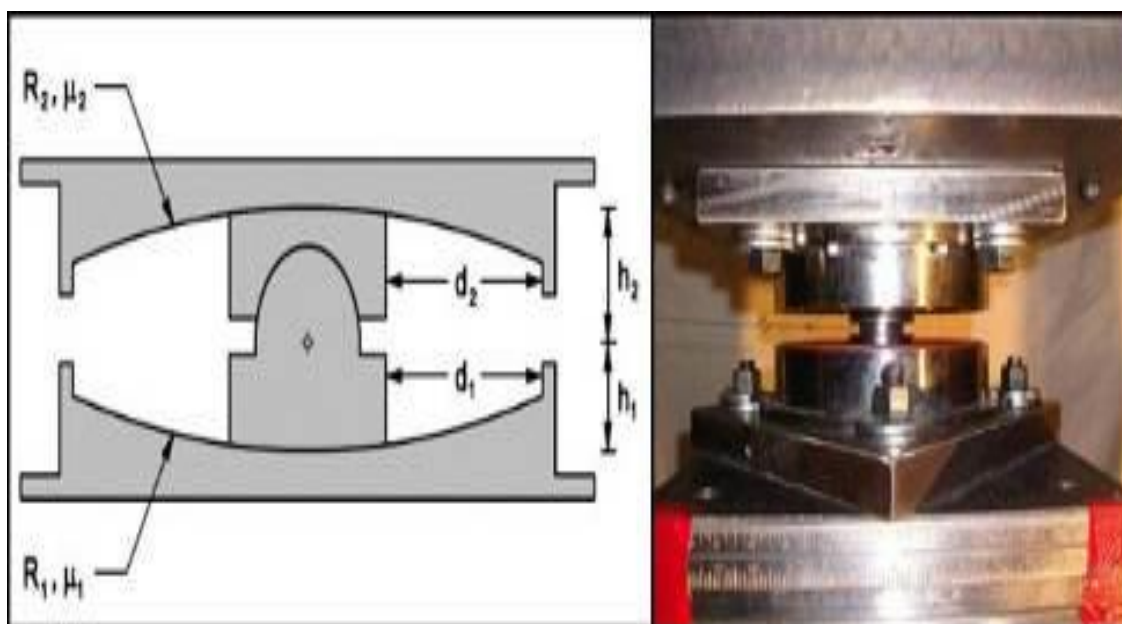
FPS



Nota. FEMA 451, (2003)

b. Doble Péndulo de Fricción (DPF)

En gran medida, la configuración fundamental de los separadores DPF es casi comparable a la de los separadores de péndulo. Esto implica que el rendimiento mecánico de ambos tipos de separadores es sustancialmente el mismo. Los aisladores de pedal se distinguen de otros tipos de almohadillas de contacto por el hecho de que utilizan dos almohadillas de contacto, una de las cuales está elevada y la otra está cerrada. Es importante señalar que cada uno de los componentes que constituyen un aislador de péndulo básico es idéntico a los componentes que se utilizan normalmente. Cuando se trata de aisladores de fricción, los clientes tienen la opción de seleccionar entre superficies secas y lubricadas para satisfacer sus necesidades. El hecho de que los aisladores de fricción de superficie seca tengan un coeficiente de fricción mayor que el de sus contrapartes engrasadas es un hecho que generalmente es reconocido y aceptado por la comunidad científica.

Figura 30.*Corte y Elevación de Péndulo de Fricción Doble*

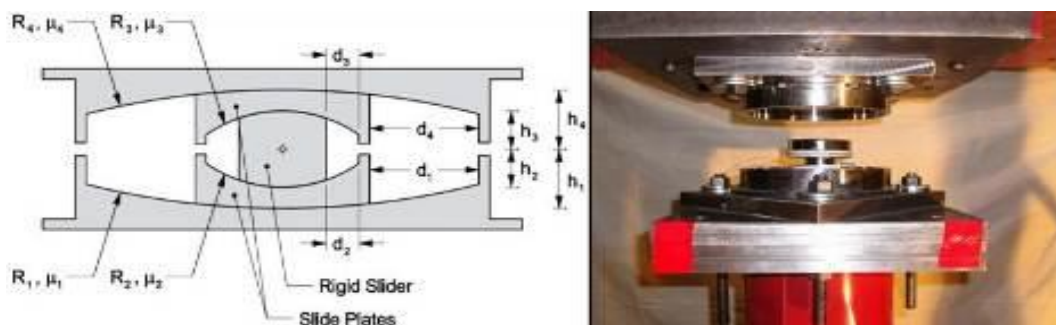
Nota. FEMA 451, (2003)

c. Triple Péndulo de Fricción (TFP)

Si se hace referencia a un péndulo de tres fricciones durante toda su producción, las superficies internas del péndulo no son uniformes. Esto es a pesar del hecho de que el péndulo está construido completamente. A pesar de esto, a menudo presentan características que son comparables entre sí, lo que da lugar a la idea de que tienen tres coeficientes de fricción distintos. Esto demuestra que el sistema tiene 4 coeficientes de fricción diferentes (μ_i), 4 radios diferentes y 4 distancias verticales diferentes (d_i). Todas estas variables son independientes entre sí. En general, se reconoce que estas islas presentan una serie de características, dos de las cuales son la capacidad de migrar y una periodicidad significativa. Una vez desmontado, el TFP se muestra en la Figura 32 para su disfrute visual.

Figura 31.

Péndulo de Triple Fricción.



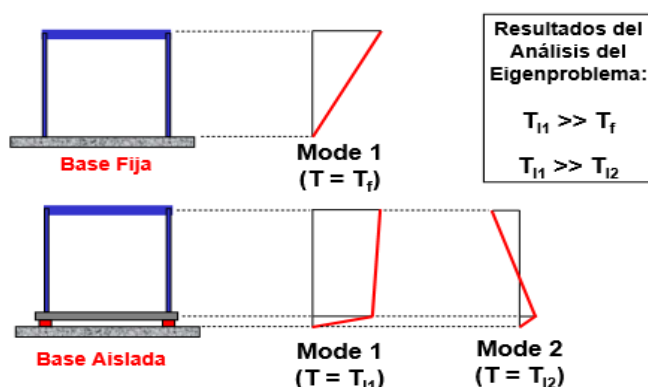
Nota. (Fenz and Constantinou, 2007)

2.2.5.11 Análisis del desempeño dinámico de sistemas con apoyo aislado.

Es posible realizar un estudio del comportamiento dinámico de la subestructura aislada empleando el marco de un edificio de una sola planta. Esto es concebible bajo el supuesto de que tanto la superestructura como el plan de aislación exhiben respuestas lineales. Cuando se trata de la base permanente, se puede ver una cantidad bastante baja de vibración.

Figura 32.

Análisis del desempeño Dinámico de Sistemas con Apoyo Aislado



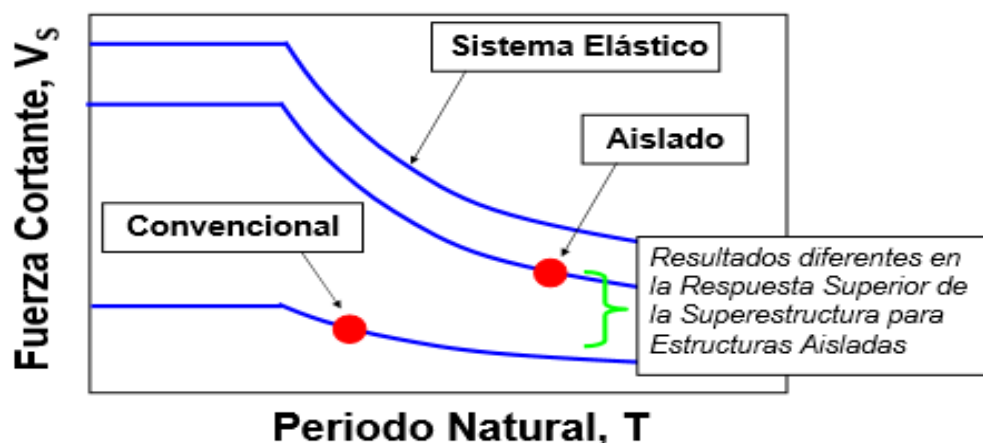
Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Después de un examen minucioso, se ha demostrado que la carcasa tiene dos modos de vibración distintos que se han separado. Es una práctica común utilizar los términos "modo de aislamiento" y "modo estructural" cuando se hace referencia al primer y segundo modo, respectivamente. Además, la contribución del modo estructural a las cargas sísmicas es considerable y significativamente menos importante que la del modo de aislamiento. Esto se debe a que el modo estructural es mucho menor. Debido a esto la aislación indica que la mayoría de las deformaciones ocurren dentro del sistema de aislación en lugar de dentro de la superestructura. Esto se debe a que la superestructura no es el lugar donde ocurren la mayoría de las deformaciones.

2.2.5.12 Energía de Corte de Diseño para Sistemas Comunes y Aislados.

Figura 33.

Energía de Corte de Diseño para Sistemas Comunes y Aislados.



Nota. Comunidad Para La Ingeniería Civil

La fuerza de corte que se define por el modelo de los sistemas aislados es típicamente más alta que la de las estructuras convencionales. Cuando un edificio

está separado de otros edificios, la intensidad del factor de pérdida de resistencia se reduce significativamente. Como resultado del aumento de la fuerza de corte de diseño, hay un aumento en la capacidad de respuesta y esta aumentará. En el contexto de las viviendas unifamiliares, el punto de la superestructura que se eleva hasta su punto más alto.

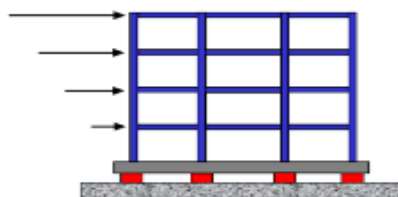
Figura 34.

Distribución de la Energía de Corte

Distribución de la Fuerza Cortante

$$F_x = \frac{V_s w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i} \quad \begin{array}{l} \text{Distribución Estándar tipo} \\ \text{Triángulo Invertido de la} \\ \text{Cortante en la Base} \end{array}$$

Fuerza lateral al nivel X de la superestructura

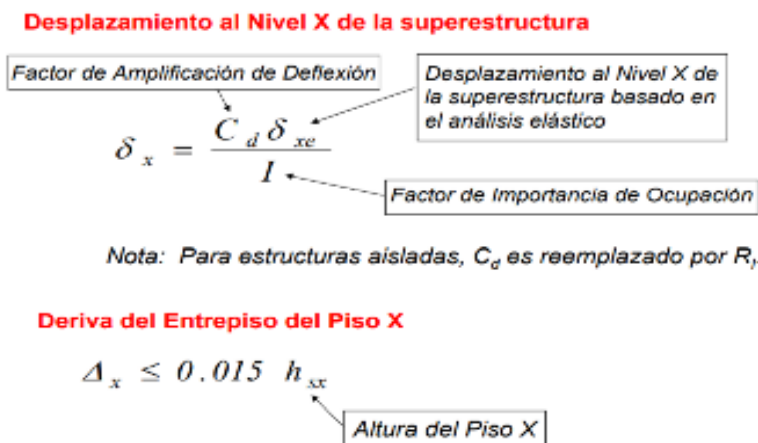


La energía de corte en la base de la super estructura se distribuye en una configuración de triángulo invertido. Esto se hace bajo el supuesto de que la masa y la altura del piso se dispersan de una manera que se distribuye de manera uniforme. Debido a que se espera que la superestructura lleve a cabo las tareas de un cuerpo rígido, la distribución real de las cargas laterales debe ser algo uniforme para lograr un diseño independiente. Esto se debe a que la superestructura es necesaria para ejecutar estas actividades. Al utilizar distribuciones trigonométricas, es posible arrojar luz sobre las repercusiones de los modos de ráfaga que pueden ser inducidos por las características no lineales de un sistema aislado. Esto es importante para arrojar luz sobre las consecuencias de los modos de ráfaga. A modo de ilustración, por ejemplo, la

fricción en plataformas que son propensas a resbalar o los tapones de plomo propensos a deslizarse en sillas que están sostenidas por caucho son ejemplos **de tales características.**

Figura 35.

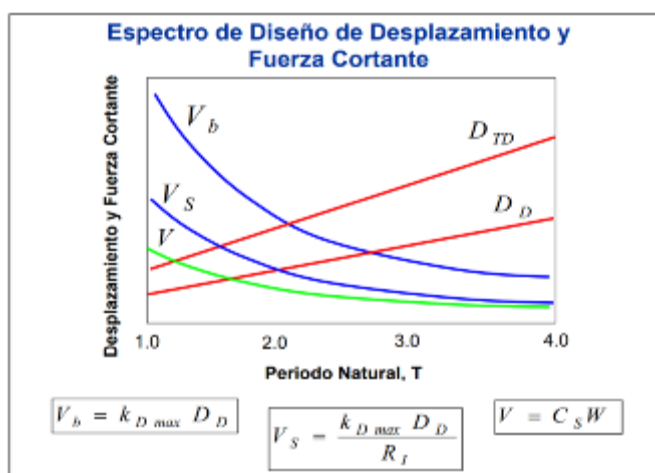
Límite de la Deriva de Entrepiso



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Figura 36.

Espectro de Diseño de Deslizamiento y Energía de Corte



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil



Existe un vínculo lineal entre el número de períodos naturales del sistema aislado y los desplazamientos de modelo, que incrementan y disminuyen en consecuencia. Esta relación es lineal. El desplazamiento total del diseño es siempre un múltiplo fijo del deslizamiento del diseño, independientemente del tiempo transcurrido desde que se creó el diseño. Esto es así independientemente del lapso de tiempo en cuestión. Las energías de corte de modelo tanto para estructuras aisladas como convencionales están inversamente relacionadas con el lapso natural cuando el lapso natural del sistema aislado es al menos un segundo mayor que el lapso natural del sistema convencional. Este es el caso cuando el lapso natural de la estructura aislada no excede un segundo. A la luz de este hecho, ambos tipos de edificios se ven potencialmente afectados.

2.2.5.13 Fundamentos teóricos para la evaluación de planes estructurales con aislación base

El estudio sobre la aislación de centro tuvo lugar con el uso de un modelo que tenía dos grados de libertad. K_s y C_s son las unidades que se utilizan para transmitir la información que se representa mediante los símbolos m_s y m_b en este modelo. Estos símbolos representan la estructura y la masa del sistema, respectivamente. Estos símbolos se utilizan para indicar las características del sistema dieléctrico, mientras que los símbolos K_b y C_b se utilizan para describir el desplazamiento absoluto de las masas. v_s y u_b son los símbolos que se utilizan para describir el desplazamiento absoluto de las masas. Se puede encontrar un desglose de los movimientos relativos en las siguientes categorías:

$$v_s = u_s - u_b \quad v_b = u_b - u_g$$

Donde:

El aislamiento estructural se mueve como resultado de esto, donde v muestra el desplazamiento del aislamiento con relación al suelo y u_g refleja el movimiento del suelo dentro de la estructura. Las fórmulas que son capaces de representar la doble libertad se incluyen en la lista que se muestra a continuación:

$$m_s \ddot{u}_s + c_s \dot{v} + k_s v_s = 0$$
$$m_b \ddot{u}_b + c_b (\dot{u}_b - \dot{u}_g) + k_b (u_b - u_g) = 0$$

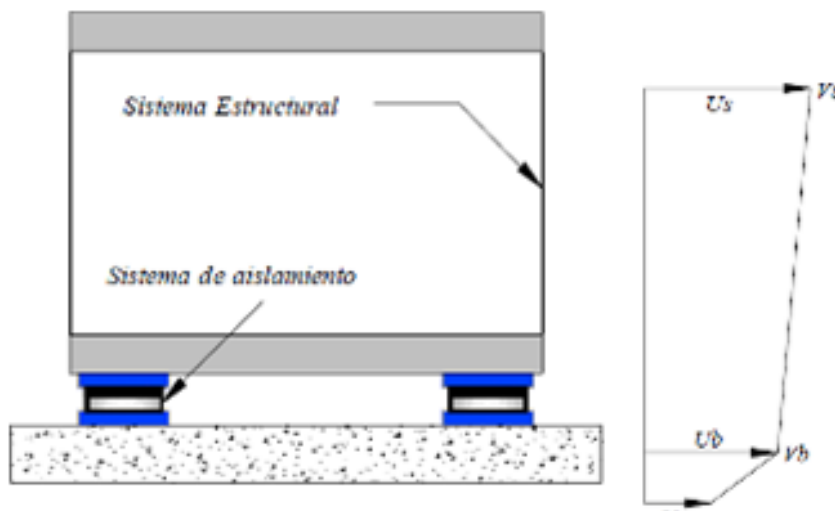
Para el 1er entresiso:

$$m_s \ddot{u}_s + m_b \ddot{u}_b + c_b (\dot{u}_b - \dot{u}_g) + k_b (u_b - u_g) = 0$$

Para el aislamiento.

Figura 37.

Modelo de 2 niveles de Libertad



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

En un método análogo, el desplazamiento estructural absoluto para la movilidad y la movilidad topográfica relativa pueden enunciarse de la siguiente manera:

$$u_s = v_s + v_b + u_g$$

Las siguientes ecuaciones son las que son pertinentes a las ecuaciones que pertenecen al Sistema de Dos Libertades:

$$\ddot{v}_b (m_s + m_b) + m_s \ddot{v}_s + c_b \dot{v}_b + k_b v_b = -\ddot{u}_g (m_s + m_b)$$

Finalmente:

$$m = m_s + m_b$$

2.2.5.14 **Desarrollo sísmico del sistema**

Cuando se trata de diseño sísmico, la selección del diseño de análisis apropiado que dirigirá el modelo y la especificación de factores limitados, no estructurales y estructurales es de la mayor importancia. Esto se debe a que el modelo se utilizará para gobernar el proceso de diseño. Entre los criterios que se utilizan con el fin de establecer la calidad de los resultados, la cantidad de daño estructural causado por un evento sísmico es uno de los criterios que se utilizan. Además, también se consideran los siguientes efectos sobre las operaciones. Esta idea no se limita a la construcción de edificios; más bien, también puede ser relevante para el desarrollo de otras estructuras, como formas digitales y físicas, así como componentes y materiales que no son estructurales.

2.2.5.15 Grados de desenvolvimiento para partes de la estructura

Existen varios estados de daño que pueden utilizarse en los procesos de análisis y reacondicionamiento. Estos estados incluyen alta ocupación, seguridad de vida y estabilidad de la estructura. Las compensaciones por estrés, el control de daños y la seguridad limitada no se consideran medidas importantes del desempeño de la estructura.

Ocupación Inmediata, SP-1: En una condición de destrucción luego de un movimiento telúrico, con poco o ningún daño estructural al edificio. El sistema de soporte de carga del edificio, que es capaz de soportar tanto tensiones verticales como laterales, continúa preservando la integridad estructural y la capacidad que tenía antes del movimiento telúrico.

Gestión de Daño, SP-2: No es un grado de desempeño, sino más bien un espectro de estados de perjuicios. Esta condición no se coloca en la categoría de nivel de desempeño. Esta condición asegura que la vida continuará preservándose en el caso de un terremoto, mientras que tiene un efecto mínimo en las personas que viven allí.

Seguridad de Vida, SP-3: Es posible que los edificios sufran daños considerables como resultado de un terremoto; sin embargo, existe una probabilidad remota de que se derrumben total o parcialmente. En cuanto a la integridad estructural del edificio, consideramos que el nivel de daño es inferior a la categoría SP-5. El cuerpo del edificio se encuentra, en su mayor parte, inalterado, aunque puede estarlo ya se adentró como fuera.



1. Seguridad Limite, SP-4: Existe un área de desenvolvimiento de la estructura entre SP-3 y SP-5 que está dedicada a la seguridad de la vida y el control estructural.

Estabilidad Estructural, SP-5: Edificio que corre el riesgo de derrumbarse en parte o en su totalidad. Aunque la estructura ha sufrido daños graves, incluida una pérdida importante en la firmeza del plan de resistencia a las fuerzas laterales de la edificación, el sistema aún es capaz de aguantar las tensiones que se producen por la gravedad. La estructura sigue siendo estable, lo que aumenta la posibilidad de que las personas sufran lesiones personales.

No Considerado, SP-6: Esto no es un rendimiento sísmico; más bien, es un criterio de calificación para cuando hay circunstancias que necesitan una inspección estructural.

2.2.5.16 Grados de desenvolvimiento para agentes no estructurales

El uso del grado de desempeño de los agentes no estructurales, que indica un cierto estado de daño que puede emplearse en operaciones de análisis y reacondicionamiento, es un método que puede aplicarse para lograr la tarea de proporcionar estándares técnicos. Como consecuencia de esto, los componentes estarán en la mejor forma que esté dentro de sus capacidades. Para su conveniencia, la siguiente es una descripción detallada de las circunstancias:

1. Operacional, NP-A: Los desafíos que surgen como resultado del daño luego de un movimiento telúrico. La existencia de planes y componentes no estructurales, como maquinaria y equipo, es una de las circunstancias que podrían considerarse dentro del alcance de esta descripción.



2. Operación Inmediata, NP-B: El daño continuo al sistema o componente no estructural es el rasgo distintivo de esta condición, que se revela poco después de un terremoto. Este trastorno se hace evidente poco después del terremoto. Existe la posibilidad de que se produzcan algunos sucesos poco comunes.

3. Seguridad de Vida, NP-C: En el caso de que el software no estructural experimente un daño considerable y no se autorice la colocación de objetos o mercancías pesadas dentro de la estructura, será necesario evacuar la instalación en ese momento.

4. Peligro Reducido, NP-D: A pesar de que los sistemas y componentes no estructurales han sido sometidos a graves daños, no se ha producido ningún derrumbe ni caída de objetos de gran tamaño que puedan provocar la muerte de seres humanos. Esta categoría de materiales de construcción abarca una amplia gama de componentes esenciales, como barandillas, mampostería exterior, revestimiento de tablillas y sistemas básicos de cielorraso.

5. No Considerado, NP-E: La inclusión de elementos no estructurales en el proceso de puntuación depende del hecho de que estos factores tienen una influencia directa en las respuestas estructurales.

2.2.5.17 Grados de desenvolvimiento global del edificio.

Para calcular el grado de desempeño general de la estructura, es necesario sumar los grados de desenvolvimiento estructural de los agentes individuales.



Operacional, 1-A: En lo que respecta al desempeño, se logró completar con éxito toda la funcionalidad lograda. Hubo muy pocos daños en la estructura como resultado del hecho de que el edificio estuvo ocupado de manera segura. El mantenimiento de los componentes que no son de naturaleza estructural se incluye en la categoría de reparaciones que se consideran de carácter menor. El tipo de reparación que se analiza aquí se considera una reparación simple.

Ocupación Inmediata, 1-B: Siempre que se trata de estructuras importantes, este nivel de desempeño en particular es el parámetro que se utiliza la gran mayoría de las veces. Es razonable anticipar que el entorno y los sistemas del edificio seguirán funcionando correctamente después de un terremoto; sin embargo, no es posible garantizar que las escuelas primarias y secundarias sigan funcionando sin interrupción como resultado del terremoto.

Seguridad de Vida, 3-C: Es posible que este grado de capacidad evite fallas en los componentes portantes y no portantes sin causar potencialmente riesgos mayores a la vida humana. Esta es una posibilidad. Además de esto, tiene la disposición de disminuir el número de fallas que ocurren en ambos tipos de componentes, lo que demuestra que existe un riesgo mínimo del que preocuparse.

Estabilidad Estructural, 5-E: Debido a esto, la arquitectura no es muy resistente a las cargas laterales, lo que implica que las réplicas tienen el potencial de causar el colapso del edificio en algún momento en el futuro. La estructura es capaz de mantener eficientemente su equilibrio a pesar de la presencia de cargas verticales, lo cual es algo que se puede decir al respecto. Cuando existe la posibilidad de un colapso tanto exterior como interior como resultado de la rotura



de partes estructurales y componentes no estructurales, el escenario se conoce como un "colapso". La palabra "colapso" define la situación.

Desde su creación en 1996, el código ATC-40 ha hecho posible que una sola estructura tenga muchos niveles de desempeño, cada uno de los cuales corresponde a una magnitud diferente de sismo. Esto ha hecho posible que el edificio sea más resistente a los terremotos. La situación ha sido así desde que el código se presentó por primera vez al público. Es posible que un edificio se diseñe en función de su utilidad, consideraciones económicas, principios de conservación o una combinación de estos y otros elementos (dependiendo del diseño de la estructura), sin embargo, esto depende del diseño de la estructura. También es posible que esta estrategia se construya sobre una mezcla de varios componentes. La Tabla 4, que fue publicada por ATC-40 en el año 1996, ofrece un análisis completo de varias iteraciones de un desempeño que es lo suficientemente notable como para justificar una cantidad sustancial de atención.

Se ha descubierto que la estructura de apoyo fijo cumple con los estándares de desenvolvimiento para sistemas importantes que exigen las normas. Esto se descubrió durante el transcurso del proyecto. De acuerdo con las normas ATC-40 que se establecieron en 1996, esta decisión se tomó de conformidad con esos principios. Por otro lado, la estructura que tiene una base separada demuestra un nivel de desempeño operativo que siempre es consistente independientemente del terremoto. Esto es posible porque la base está separada.

2.3 Marco conceptual

Sismo: Un fenómeno que se dice que emana de las profundidades de la tierra y que hace que se sientan vibraciones en la superficie del globo. La mayoría de los terremotos, independientemente de su gravedad, son la causa principal de la fractura. Esto es cierto para la gran mayoría de los terremotos.

Aislador: El equipo de seguridad que se usa en el sistema de aislamiento sísmico tiene como objetivo brindar firmeza vertical y flexibilidad horizontal, al mismo tiempo que tolera grandes deformaciones laterales independientemente de la tensión sísmica que se esté aplicando.

Amortiguamiento Efectivo: La amortiguación significativa que está asociada con la energía que se libera del sistema es una consideración importante.

Desplazamiento Traslacional: Los desplazamientos son causados por la capacidad del sistema para absorber y transmitir ondas sísmicas. Es importante hacer cálculos separados para viajes de larga distancia con el fin de determinar los límites máximos y mínimos de las cualidades del plan de aislación sísmica. Un ejemplo de esto sería el cálculo del límite superior.

Desplazamiento Total: Cuando se trata de garantizar la seguridad de los dispositivos de cerramiento y el sistema antisísmico, es de suma importancia asegurar que se alcance el desplazamiento lateral máximo. El movimiento en cuestión debe incluir el movimiento adicional que surge como consecuencia de efectos torsionales naturales y no intencionales. Es fundamental realizar esta acción para medir con precisión la distancia entre estructuras y garantizar que las evaluaciones sean precisas. El diseño del aislador eléctrico se muestra aquí mediante un modelo funcional. Para cada uno de ellos, es esencial realizar cálculos distintos. Se tienen en cuenta los umbrales mínimo y máximo del sistema sísmico para realizar la tarea de calcular el desplazamiento total.



Edificaciones Sísmicas Aisladas: Las estructuras que hacen uso de un Plan de Aislación Sísmica capaz de desacoplar eficazmente las vibraciones horizontales del terreno de las vibraciones estructurales mediante el uso de tecnología de disipación de energía sísmica pasiva se denominan estructuras sísmicamente aisladas.

Interfaz de Aislamiento: La región que se produce por un plan de aislación sísmica, que se eleva desde el suelo por el sistema de cubierta que se coloca sobre ella y una plataforma o cimentación rígida que se encuentra debajo de ella y se mueve al unísono con la tierra. Esta área se eleva por encima del suelo.

Nivel de Base: Esta categoría también incluye el nivel que define la estructura con relación a la interfaz de la que se han desprendido las vigas. Este nivel está cubierto en esta categoría.

Rigidez Efectiva o Secante: Al segmentar el módulo de energía de un plan de aislación sísmica o un agente de dicho sistema en el sentido del deslizamiento lateral, es posible segmentar el módulo de fuerza de un plan de ocurrencia de sismo.

Sismo Máximo Considerado (SMC): Se considera que un terremoto tiene un efecto sísmico que es 1,5 veces mayor que su magnitud, conforme con la NTP E.030. De acuerdo con esta norma, se considera que un terremoto tiene un impacto sísmico. Durante el proceso de diseño de resistencia sísmica, se elaboró esta norma para brindar asistencia.

Sistema de Aislamiento Sísmico: Los aisladores sísmicos y cualquier otro componente que sea responsable de transferir fuerzas entre los elementos aisladores sísmicos son a lo que nos referimos cuando hablamos del conjunto de elementos estructurales dentro de una estructura. Esto se debe a que los aislantes sísmicos son los componentes que tienen la tarea de transmitir fuerzas. Las vigas, columnas y



conexiones son todos ejemplos de estos componentes. A modo de ejemplo, las vigas están conectadas a las columnas.

Sistema de Restricción de Desplazamiento: mover cosas u objetos de un lado a otro.

Sistema de Restricción Contra Viento: Existe una variedad de componentes que se utilizan en el proceso de someter una estructura aislada a cargas de viento. Estos componentes están diseñados para limitar el movimiento de la estructura. Ya sea que esté contenida dentro de un solo aislador o que esté compuesta por una serie de dispositivos distintos.

Grados De Libertad: Un significado del término es el que se describe a continuación. El modelo de armazón para la construcción de edificios de arquitectura de hormigón armado Para determinar las propiedades dinámicas del modelo de construcción de armazón de hormigón armado, fue necesario desarrollar supuestos que simplificaran la evaluación de estas características. Esto se hizo para satisfacer la necesidad de encontrar las cualidades dinámicas. cálculos que tienen lugar en un corto lapso de tiempo y con un nivel mínimo de complejidad matemática.

Matriz De Flexibilidad: Existe la posibilidad de que una estructura pueda tener una variedad de matrices de rigidez diferentes que se pueden identificar. La determinación de la matriz de rigidez del armazón que se estaba analizando fue posible gracias al uso de la matriz de flexibilidad en combinación con el programa SAPP 2000.

Propiedades Dinámicas: Se sostiene que la vibración libre ocurre cuando un objeto no está influenciado por ningún estímulo externo, como fuerzas o movimiento del suelo, como lo describe Mario Paz. La vibración libre también puede ocurrir cuando un objeto no se mueve. En su conjunto, la movilidad de la estructura está determinada por las condiciones existentes en el momento en que se erigió por primera vez.



Frecuencia Angular: Uno de los parámetros que se pueden utilizar para determinar el período es la frecuencia de vibración angular. Este parámetro se puede emplear para establecer el período. La raíz cúbica de la rigidez entre masas se refiere a esta frecuencia, que se denota como la frecuencia.

Periodo Natural De Vibración: A menudo se hace referencia a ella como "la duración necesaria para que un plan no amortiguado complete un lapso". La fase vibracional natural está ahora en curso.

Frecuencia: Para definir lo que comprende la frecuencia, la conexión entre el lapso y la frecuencia es el factor determinante.

Formas De Vibración Natural: La forma normal puede definirse como un movimiento oscilatorio armónico teórico. Esta es una definición que se puede utilizar para describir el modo normal.

Respuesta Espectral: Como afirma Paz (1992), la respuesta espectral es el gráfico que representa la reacción que es más potente. Esta reacción puede ser el mayor desplazamiento, la velocidad máxima o la aceleración más alta. Por otra parte, la ordenada se utiliza para ilustrar la respuesta espectral que está asociada al sistema, y la abscisa espectral se utiliza para describir el período del sistema. Los espectros se construyeron utilizando movimientos de tierra que se registraron de terremotos anteriores en ubicaciones específicas. Esto se hizo con el objetivo de generar los patrones.

Contribución Dinámica: La Respuesta Modal de la Estructura es el producto de multiplicar la métrica que está asociada al espectro (Respuesta o Diseño) por el factor de contribución modal. Esto produce la medida de



Respuesta Modal de la Estructura. Esta es la contribución que el sistema modal permite realizar.

Ductilidad: El concepto de ductilidad está asociado con "la disposición de un insumo del sistema para soportar deformaciones más allá de su extremo elástico, donde la deformación permanece linealmente relacional al esfuerzo o energía ejercida, sin sucumbir a la falla".

Ductilidad de Curvatura: Durante el proceso de dar lugar al análisis, se considera la curvatura de la sección del elemento estructural que se está evaluando.

Primeros Edificios Aislados en el Perú

Además, la Torre Atlantik Ocean, propiedad de la corporación inmobiliaria, será el primer edificio residencial en Perú en adoptar esta tecnología tras su implementación. A finales de 2018 se inició la construcción del rascacielos y se proyecta que esté concluido a mediados de 2019.

Como punto de interés adicional, en el recién terminado campus de la Universidad de Puerto Rico Villa - Chorrillos se han incluido dispositivos de aislamiento sísmico construidos por Vulco.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

El uso de factores que pueden cuantificarse, el estudio se considera cuantitativo.

3.2 Diseño de la investigación

Para satisfacer los estándares de investigación cuantitativa que no incluyen metodologías experimentales, el propósito de este proyecto es analizar el desenvolvimiento de la estructura a través del análisis de la efectividad de los aisladores utilizando un enfoque causal descriptivo simple. Considerando que este diseño de investigación es fundamentalmente cuantitativo, es claro que fue planeado de antemano. El diseño estructurado facilitará la derivación de conclusiones con respecto a la investigación y arrojará luz sobre los vínculos de causa y efecto que existen entre los factores que son relevantes para nuestro estudio. A través del uso de experimentos, lo aclararemos para establecer la conexión causal.



3.3 Alcance de la investigación

Es Aplicativa Explicativa por tener una conexión causal.

3.4 Nivel del Investigación Explicativa

El nivel de estudio es explicativo, con el objetivo de explicar los vínculos causales entre las variables. No solo describe el problema relacionado con el tema, sino que también explora los componentes que son responsables de él, iluminando así los elementos que son responsables de una determinada circunstancia o fenómeno. En el marco de este trabajo de investigación, queremos aportar información específica sobre las circunstancias que rodean nuestro tema de estudio, que es la estructura del hospital. Esto permitirá un análisis más preciso y profundo de las distintas partes del hospital. Al realizar una investigación aplicada, tenemos la oportunidad de estudiar los desafíos que se han descubierto dentro del Hospital, que es el tema de nuestra investigación.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

Conforme con ESSalud, la infraestructura hospitalaria en Arequipa se puede dividir en tres categorías distintas: categoría I, categoría II y categoría III.

3.5.2 Muestra

En el distrito de Paucarpata se encuentra el bloque de infraestructura "A" del hospital Edmundo Escomel.

3.6 Técnicas e instrumentos para de recolección de datos

Durante el transcurso del estudio, el estudio usó la revisión de documentos como método de investigación. Esto se debió al hecho de que el proyecto era de carácter teórico. Para lograr este objetivo, es esencial recopilar información de una variedad diversa de estándares:

a) Federal Emergency Management Agency (FEMA)

Cuando se trata de la investigación y construcción de estructuras aisladas, la (FEMA) aprueba el uso de dos enfoques y procedimientos únicos. Hay una serie de enfoques diferentes que se pueden utilizar para calcular fuerzas laterales que son similares entre sí. Uno de estos enfoques es la técnica del determinante estático. Todos estos enfoques se basan en la cronología histórica, y hay dos métodos dinámicos separados que se desarrollan en un espectro geográfico. Cada una de estas metodologías se basa en la cronología histórica. Los dos métodos que se analizan aquí son ambos ejemplos de procedimientos dinámicos.

b) ASCE 7-2016

Se puede encontrar una descripción de los métodos que requiere la (SSCE) para la investigación y el modelo del plan de aislación sísmica en el Capítulo 17, que se puede ver haciendo clic en este enlace. Encontrará estos métodos en este lugar.

Los objetivos que la (SSCE) espera lograr con su presencia continua durante toda su existencia a lo largo de este período de tiempo. La información que se ha recopilado se utilizará para dar lugar a una evaluación estática no lineal. Este análisis se llevará a cabo con la meta de conseguir un conocimiento

a profundidad del rendimiento estructural de la construcción. La base de esta investigación estará compuesta por todos y cada uno de los criterios que se han establecido previamente.

c) NPE. 031

Los factores que se han discutido hasta este punto son los tipos de consideraciones más importantes que se deben tener en cuenta cuando se trata de la ejecución y el modelo de edificios que también están equipados con aislamiento sísmico.

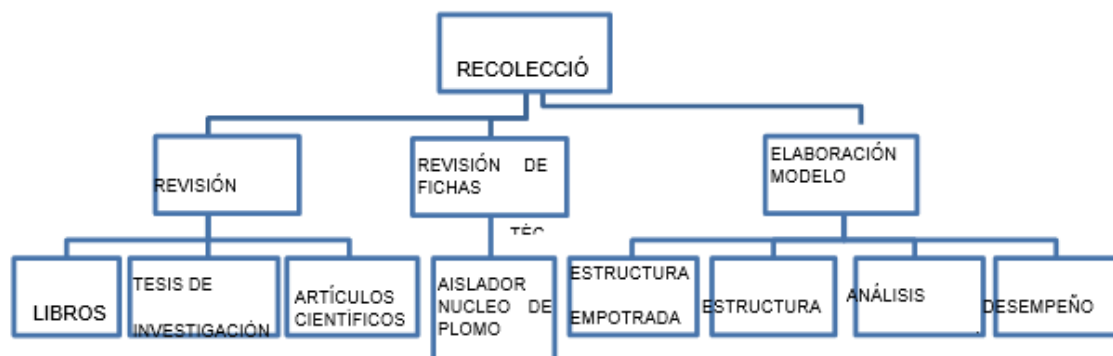
d) NPE 030

En vista del hecho de que describe las reglas más cruciales para la ejecución y el modelo de edificios que son resistentes a los terremotos, es crucial que se considere a nivel nacional individual. Con el propósito de realizar un análisis de la información obtenida, se utilizaron estas herramientas.

3.7 Esquema para la recolección de datos

Figura 38.

Esquema de Procesamiento de Datos





Bajo la apariencia de una investigación bibliográfica, tuvo lugar una investigación del conjunto de literatura existente sobre la actividad sísmica a escala mundial. Al realizar esta investigación, se examinaron trabajos académicos como libros, disertaciones y artículos con el objetivo de recopilar información.

Seguidamente, se analizaron las especificaciones técnicas de los aislantes que se utilizaron en el estudio con el fin de comprender los procesos que intervienen en el redimensionamiento y la implementación de funciones dentro de los programas computacionales con el fin de obtener una mejor comprensión de las operaciones. Además de realizar un estudio de la tesis que hizo uso del aislamiento sísmico, también investigamos la metodología con más atención al detalle. construido de manera que sea compatible con los aisladores sísmicos después de un análisis del diseño. Sobre la base de la información que hemos obtenido en el pasado, hemos llegado a esta conclusión en este momento. Se ha construido un modelo informático del sistema básico y del plan de aislación sísmica con el objetivo de calcular la reacción geológica-vibratoria de la estructura.

3.8 Procedimientos para análisis de datos

Con el fin de evaluar y racionalizar los resultados de este estudio, se utilizó estadística descriptiva y la investigación se categorizó como una encuesta descriptiva.

Instrucciones detalladas para la extracción de la primera fase de la sustancia.



- 1) Calculamos el sismo límite para el aislante
- 2) Calculamos el lapso Efectivo Inicial es posible tomarse como valores de 2.5 Seg. o 3 veces del lapso de la edificación empotrada.
- 3) Es necesario asumir un amortiguamiento inicial que se situaría entre 30 a 15 %.
- 4) Calculamos el deslizamiento límite lateral.
- 5) Calculamos el deslizamiento límite total.
- 6) Calculamos la Carga ultima axial.
- 7) Calculamos el diámetro del aislante.
- 8) Hallamos la energía de histéresis.
- 9) Calculamos el diámetro del centro de Pb.
- 10) Calculamos la altura del aislante sin planchas.
- 11) Calculamos la firmeza Efectiva.
- 12) Calculamos el Amortiguamiento Efectivo.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del proyecto

En línea con el propósito del centro de salud de la zona Paucarpata – Arequipa de ampliar y aumentar el alcance de los servicios que brinda a sus pacientes, se está llevando a cabo la construcción del edificio en mención. La provisión de un acceso adecuado a la atención médica en la institución de salud dirigida por Edmundo Escomel es la meta principal de esta estrategia que se creó para lograr este objetivo. El edificio principal, que se denominará para los efectos de este estudio como bloque "A", tiene forma rectangular y mide 79,00 metros por 43,80 metros. Sus dimensiones se especifican en la siguiente oración. En esta estructura se presenta una disminución significativa de la torsión, lo que contribuye a una mejora en su desempeño ante circunstancias sísmicas.

4.1.1 Arquitectura

Ubicación

El edificio administrativo del hospital se sitúa en el distrito de Paucarpata, que se encuentra en la provincia de Arequipa. Se ubica específicamente sobre la Avenida Industrial Cayro, que se encuentra dentro de la región metropolitana de Paucarpata.

A pesar de que el terreno es en su mayoría plano, la pendiente promedio del terreno es de alrededor del 4%.

Figura 39.

Plano de Localización



4.1.2 Ubicación del Sector Principal

La estructura del primer sector está compuesta por cinco niveles, los cuales se denotan con las letras A1, A2, A3 y A4. El armazón de la construcción está compuesto por pórticos de hormigón armado, cada uno de los cuales está provisto de aisladores de base. Estos aisladores de base hacen que sea más sencillo para la estructura absorber y dispersar los esfuerzos que se producen por la actividad sísmica. Los eventos sísmicos se transfieren a los componentes estructurales, y estas fuerzas sísmicas son las que cumplen el rol de distribuir las fuerzas sísmicas.

Detalles de los Niveles

La estructura que se está investigando está compuesta por cinco niveles, y cada uno de esos niveles está organizado de manera jerárquica. En el cuadro que se presenta seguidamente se muestran los datos correspondientes a las dimensiones de cada piso

Tabla 2.

Área de cada nivel

Nivel	Área (m)
Sótano	0.00m ²
1	2816 m ²
2	2816 m ²
3	2816 m ²
4	2816 m ²
5	302.40 m ²
TOTAL	11566.40 m ²

Nota. Caysa Asociados S.A.C

Tabla 3.*Distribución de los niveles*

Nivel	Distribución de los Espacios
Sótano	Mantenimiento y Monitoreo de Aisladores. Almacén Anatomía Patología Central de Gases Nutrición y Dietética Lavandería Farmacia Sala de Usos Múltiples
2	Hemoterapia y BC. Sangre Emergencia Patología Clínica Nutrición y Dietética Consulta Externa
3	Centro Quirúrgico Centro Obstétrico Gestión de la Información Medicina de Rehabilitación Administración
4	Hospitalización Cirugía Pediatria Ginecología y Obstetricia Medicina
5	Hospitalización Zona del Personal Residencia para Personal

Nota. Caysa Asociados S.A.C.

Los planos de planta, diagramas seccionales y alzados de los diferentes pisos se muestran adyacentes entre sí en las imágenes que se presente estudio.

4.2 Especificaciones del proyecto

4.2.1 Datos solicitados por la actual Norma NTP E-030

E-030 está buscando la siguiente información del proyecto para crear los parámetros de diseño sísmico. Esta información se detalla a continuación:

Zona Sísmica

Conforme con la Norma E-030, los Estados Unidos de América están divididos en cuatro zonas sísmicas diferentes. Estas zonas varían en intensidad y severidad. De acuerdo con esta clasificación actualizada, se ha decidido que Paucarpata ahora se categorice como zona sísmica 3, que es el nivel más alto de zona sísmica.

Figura 40.

Mapa de Zonificación sísmica



Nota. Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-030, 2018

Tabla 4.*Zona Sísmica para el Estudio*

Provincia	Distrito	Zona Sísmica
Arequipa	Cayma Paucarpata Characato	3 ($Z=0.35$)

Nota. Norma E-030, 2018

La evaluación del distrito, que contiene el mapa sísmico de Montaña de colores del Perú, está situada en un área que se caracteriza por aceleraciones sísmicas que ocurren como consecuencia de factores geológicos.

Condiciones Geotécnicas

De acuerdo con el esquema de clasificación utilizado por la UBC-97, este perfil específico se clasifica como S2, que es una clasificación que se conoce como "Suelo Intermedio". El reglamento E-030 para arquitectura sismorresistente incluye un perfil de superficie para edificios de tipo S2 que se conoce como "Suelo Intermedio". Este perfil de suelo es uno de los componentes incluidos en la norma.

Figura 41.*Organización de los Perfil de Suelo*

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

Nota. RNE Norma E 030 2018

Para ser más específicos, en relación con la nueva propuesta de norma E-030, que lleva por título “Diseño sismorresistente”, ¿en qué clasificación de perfil de suelo se encuentra nuestra construcción para su evaluación? Hemos llegado a la conclusión de que, de acuerdo con el Código UBC-97a, se reconoce como un “Suelo Intermedio” S2. A este resultado se llegó después de tomar en consideración las condiciones que se mencionaron anteriormente.

A un suelo S2 que se encuentra en una zona Z3 se le asigna un factor de suelo (también conocido como características del sitio) de 1,15. Este factor de suelo se clasifica como características del sitio.

Figura 42.

Factor de suelo “S”

SUELO \ ZONA	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

Nota. RNE Norma E 030 2018

Además, en cuanto a las características del lugar, se correlaciona con los lapsos TP y TL, y tiene un valor de suelo S2 de 0,6 y 2,0.

Figura 43

.Períodos TP y TL

	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

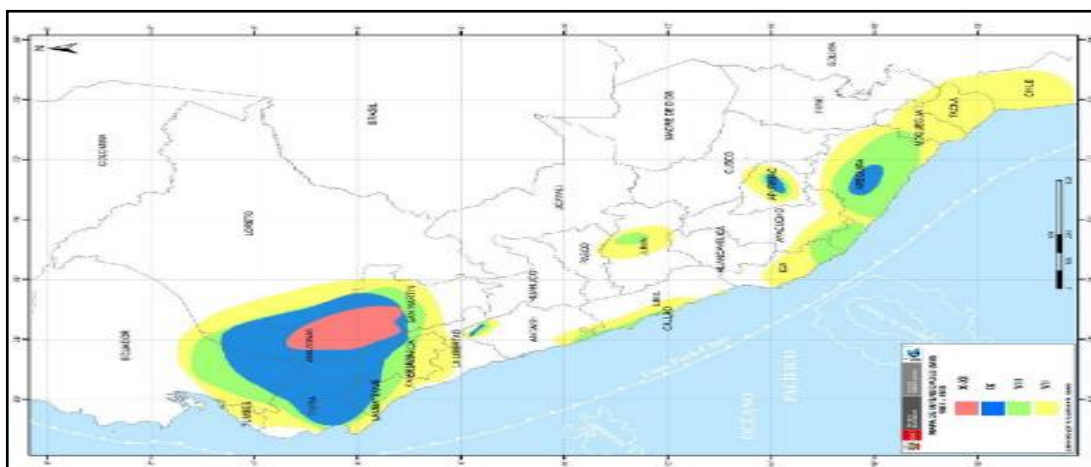
Nota. RNE Norma E 030 2018

Máxima Magnitud del Sismo Esperado

Son capaces de alcanzar está determinada por la intensidad de los suelos, la cual está determinada por las propiedades físicas y geológicas de los mismos. Esto sucede siempre que los suelos están sometidos a sacudidas. Existe la posibilidad de que los suelos que no sólo son compactos sino también rocosos tengan una intensidad menor. Para efectos de determinar la intensidad de referencia, se identifica la intensidad que se asocia al grado VII (MM) que corresponde a la intensidad de referencia. Esta imagen ilustra el grado de actividad sísmica que se ha reportado como el más intenso durante todo el proceso. La zona costera del Perú es especialmente notable debido a que ha sido afectada por sismos con una magnitud máxima de ocho en magnitud (MM). En las cercanías de Arequipa, se reportaron sismos con magnitudes de 8.0 Mw en zonas de subducción y se observaron sismos con magnitudes de 6.5 Mw a lo largo de fallas geológicas.

Figura 44.

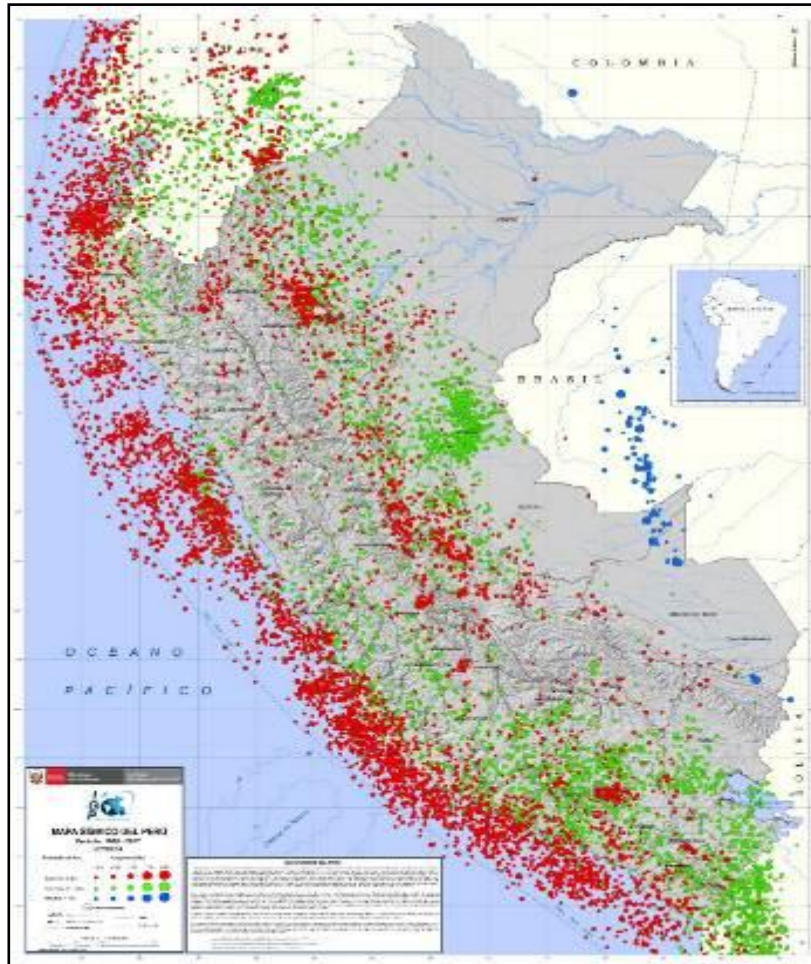
Mapa de Intensidades Sísmicas Máximas en la Escala de Mercalli



Nota. Sistema Nacional De Información Ambiental (SINIA,2017)

Figura 45.

Mapa Sísmico del Perú Periodo 1960-2017.



Nota. El Mapa Sísmico del Perú es una representación geográfica de los eventos sísmicos ocurridos en el país entre 1960 y 2017 con magnitud igual o superior a 4,0 en la escala de magnitud de momento (M_w), según registros del Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2017).

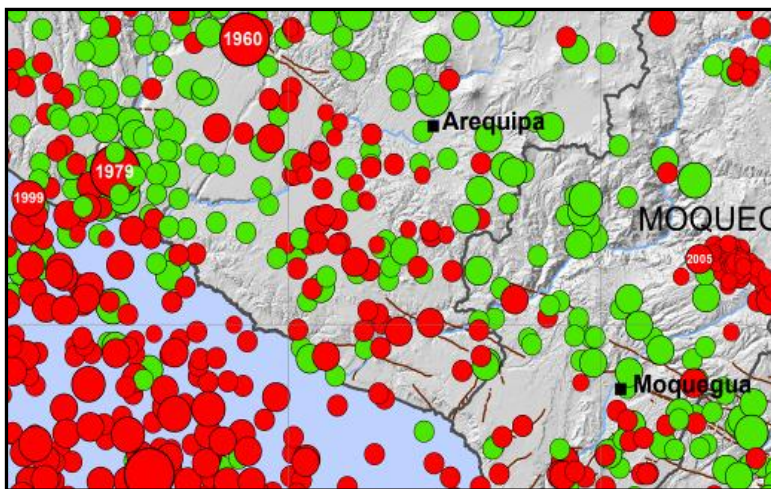
Se ha determinado que existen tres fuentes diferentes de actividad sísmica en el Perú, y el mapa de riesgo sísmico indica que el Perú está categorizado como de alto grado de peligro:

- a) La subducción es el proceso por el cual se desliza una debajo de la otra a un ritmo de alrededor de siete milímetros por año, lo que finalmente culmina en la separación de las dos placas.

b) El movimiento de la frontera entre los continentes es el segundo componente del argumento que se está planteando. Un tema adicional que debe tomarse en consideración es el movimiento de la dorsal oceánica a profundidades mayores a los 61 km.

Figura 46.

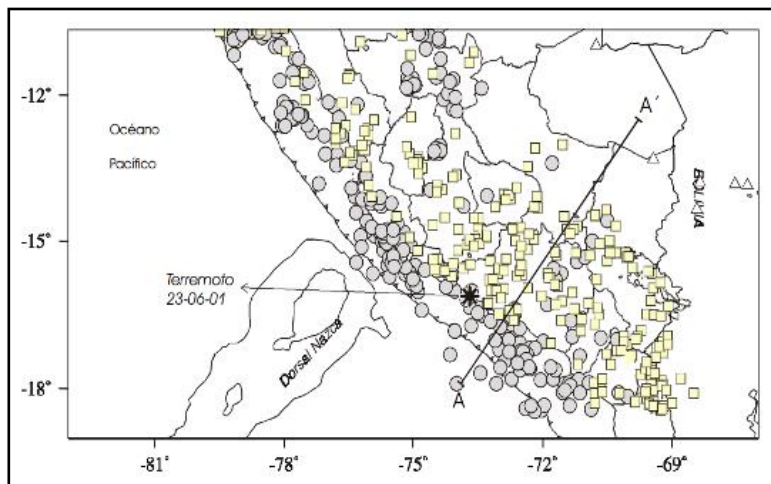
Georreferenciación del Proyecto en Estudio en el Mapa de Sismos del Perú.



Nota. Mapa sísmico del Perú periodo 1960-2017.

Figura 47.

Sismicidad en la Región Sur del Perú



Nota. Insituto Geofísico del Perú, 2002, pág. 21.



4.3 Consideraciones para el modelamiento estático

4.3.1 Especificaciones insumos usados:

HORMIGÓN CON ACERO:

- La ($f'c$) que se usa para las columnas que se sitúan del primero al quinto piso, así como las zapatas, se midió en un total de 315 kilogramos por centímetro cuadrado.

- Son las vigas las responsables de la construcción del 1, 2, 3, 4 y 5 piso de la estructura, además de las losas y las escaleras. Una de las cualidades del hormigón armado ($f'c$) es que tiene una $f'c$ de 280 kg/cm² que es una de sus características.

- La magnitud de la $f'cr$ simple, que se representa con el símbolo $f'c$, se mide en cien kilogramos por centímetro cuadrado.

- Ambos valores del Módulo de Elasticidad (E) son los siguientes: 2.500.000 tn/m² ($f'c=280$ kg/cm²) y 2.662.235,90 tn/m² ($f'c=315$ kg/cm²) respectivamente. Ambos valores son iguales.

- En el contexto del Módulo de Poisson (ν), el valor que se le atribuye es 0,15.

- Mientras que el hormigón convencional tiene un peso específico de 2300 kg/m³, el hormigón armado con un peso específico de 2.4 Tn/m³. Esto contrasta con el peso del hormigón tradicional

PESO PROPIO

Tras un intenso debate, se decidió crear un modelo geométrico que fuera un duplicado idéntico del modelo arquitectónico.

PESO DE LA EDIFICACIÓN

Se tuvo en cuenta el para el análisis el peso muerto más el cincuenta por ciento del peso vivo o sobrecarga para cada nivel de los edificios importantes del tipo de categoría A, R.N.E. E 030.

Con el fin de desarrollar procedimientos de diagnóstico, se utilizó el software ETABS Nonlinear versión 21. Esto deja realizar una evaluación de las tensiones sísmicas que se colocan sobre la estructura, así como la variación de las cargas gravitacionales.

4.3.2 Estándares sísmicos para la evaluación estática

$$\begin{aligned} T < T_p & \quad C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & \quad C = 2.5\left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T > T_L & \quad C = 2.5\left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

En:

$$T = \frac{h_n}{CT}$$

$$T = \frac{18.90}{45}$$

$$T = 0.42$$

$$\therefore C = 2.5$$

4.3.3 Energías de corte en base

$$V = \frac{ZxUxCxS}{R} xP =$$

Tabla 5.

Corte Halladas con la Evaluación Estática.

Piso	h (m)	Peso P por nivel (Ton)	V x-x (Ton)	V y-y (Ton)
5	18.92	356.81	137.53	137.53
4	15.61	3322.579	1057.02	1057.02
3	12.32	3322.579	833.42	833.42
2	9.02	3322.579	609.82	609.82
1	4.51	3322.5798	304.92	304.92
Σ =			2942.69	2942.68

Para obtener los deslizamientos elásticos que se muestran en los cuadros anteriores, se utilizó el software Etabs. Estos desplazamientos se registraron con respecto a la distancia desde el centro de masa del diafragma, que era el objetivo de la medición. Después de eso, los desplazamientos se multiplicaron por $R = 7$ y el coeficiente 0,75, que está relacionado con la estructura estándar. Esto se hizo con el fin de determinar el sistema estándar.

Tabla 6

Control de Derivas Estáticos en la Dirección X-X / Y-Y

Dirección	Derivas de Entrepiso	R	Factor	Deslizamiento o Análisis	Sistema	Max. Norma	Criterio
X-X							
5	.000618	7	.75	.0032445	Dual	.007	OK
4	.000775	7	.75	.00406875	Dual	.007	OK
3	.000897	7	.75	.00470925	Dual	.007	OK
2	.000918	7	.75	.0048195	Dual	.007	OK
1	.00051	7	.75	.0026775	Dual	.007	OK
Y-Y							

5	.000678	7	.75	.0035595	Dual	.007	OK
4	.00073	7	.75	.0038325	Dual	.007	OK
3	.000821	7	.75	.00431025	Dual	.007	OK
2	.000841	7	.75	.00441525	Dual	.007	OK
1	.000481	7	.75	.00252525	Dual	.007	OK

Tabla 7.

Contraste de las Derivas Máximas y las Aceptables por el Reglamento.

Sentido	Derivas de	R	Factor	Deslizamiento Evaluación	Sistema	Max. Norma	Distorsión Aceptable
Y-Y							
2 piso	.000918	7	0.75	.0048195	Dual	.007	.0035
Y-Y							
2 piso	.000841	7	0.75	.00441525	Dual	.007	.0035

Figura 48.

Derivas límites en el sentido X-X

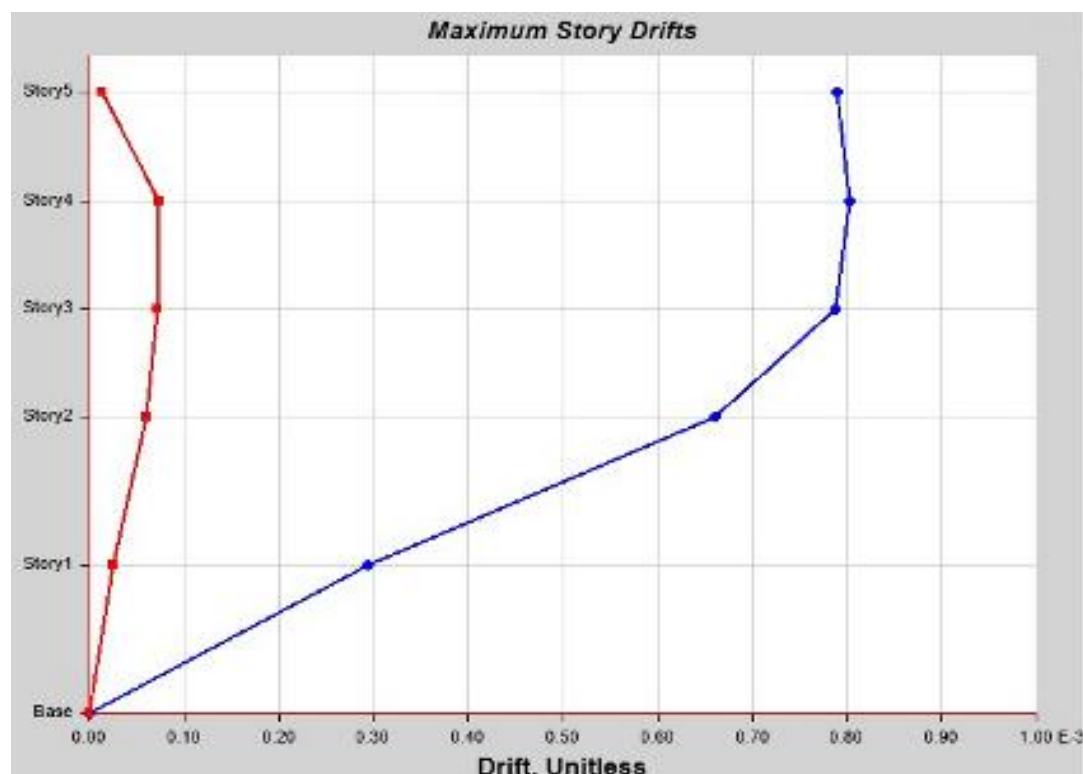


Figura 49.

Derivas Límites en el sentido Y-Y

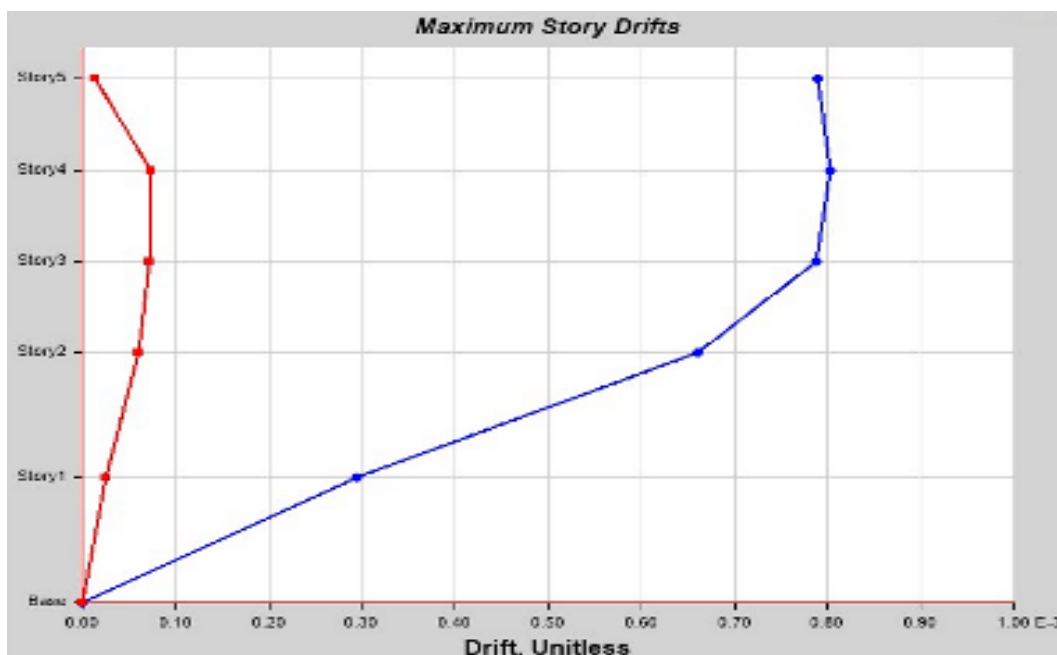


Tabla 8.

Energías de Corte últimas

Story	Output			
	Case	Location	VX Tn f	VY Tn f
Story5	sismo x-x 1	Top	137.52	137.52
Story5	sismo x-x 1	Bottom	137.52	137.52
Story4	sismo x-x 1	Top	1194.53	1194.53
Story4	sismo x-x 1	Bottom	1194.53	1194.53
Story3	sismo x-x 1	Top	2027.94	2027.94
Story3	sismo x-x 1	Bottom	2027.94	2027.94
Story2	sismo x-x 1	Top	2637.75	2637.75
Story2	sismo x-x 1	Bottom	2637.75	2637.75
Story1	sismo x-x 1	Top	2942.66	2942.66
Story1	sismo x-x 1	Bottom	2942.66	2942.66

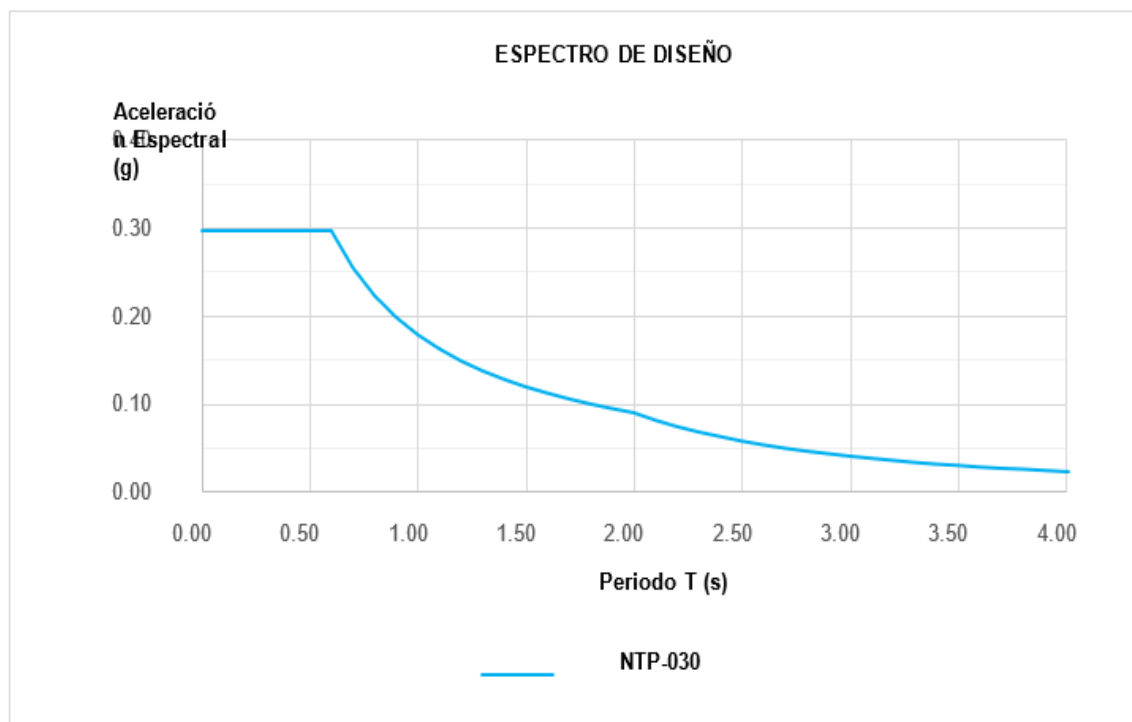
4.4 Evaluación dinámica modal espectral

Es posible adquirir el espectro de aceleración añadiendo los siguientes estándares a los ejes X e Y del espectro de velocidad mientras se analiza el espectro de velocidad. Debido a la irregularidad de los ángulos de incidencia, el parámetro R se reduce en 0,75 en ambas direcciones. Esta es la razón de la disminución del valor de R (I_p).

4.4.1 Espectro de diseño

Figura 50.

Aceleración Espectral (S_a) vs Lapso (T)



4.4.2 Comprobación de la masa interventiva

Si bien este es el caso, es esencial tomar en consideración los primeros tres modos significativos. Esto se debe a que la norma exige que se reconozcan

los modos que tienen una masa efectiva acumulada que es al menos el noventa por ciento del total.

Tabla 9.

Masa Participativa

Case	Mode	Periodo sec	UX	UY	RZ
Modal	1	.351	80.05%	0.00%	0.00%
	2	.323	0.00%	80.20%	0.03%
	3	.262	0.00%	0.02%	81.30%
	4	.09	0.00%	11.07%	0.00%
	5	.086	13.74%	0.00%	0.00%
	6	.069	0.00%	0.00%	13.85%
	7	.06	0.00%	4.47%	0.01%
	8	.042	5.05%	0.00%	0.02%
	9	.038	0.08%	1.95%	1.01%
	10	.038	0.08%	1.96%	0.78%
	11	.034	0.04%	0.01%	2.68%
	12	.03	0.70%	0.00%	0.00%
			99.75%	99.69%	99.68%

Nota. La Masa de participación en el hogar es del 11%. excede el 90% conforme a los establecido en el reglamento.

4.4.3 Comprobación del cortante límite en el apoyo

Con relación a la fuerza de corte de apoyo, que es pertinente para cada sentido que se está investigando, la energía de corte en el 1er nivel de la edificación no debe ser < al noventa por ciento (para estructuras irregulares) de la energía de corte que se deriva de la evaluación. Esta obligación se aplica a todas las direcciones que se están investigando.

Tabla 10.

Contraste de las Energías de Corte en el Apoyo Estático y Dinámico

	Cortante Estática V(Tn)	90% V (Tn)	V Dinámica (Tn)	Factor de Escala
Sismo X-X	2942.67	2648.41	2287.13	1.168
Sismo Y-Y	2942.67	2648.41	2282.36	1.161

Nota. Resultados cortos dinámicos En las finales, los cortes de apoyo en ambos sentidos están por encima del mínimo estándar.

4.4.4 Deslizamientos laterales dinámicos

Tabla 11.

Control de Derivas Dinámicos en el sentido X-X / Y-Y

Dirección	Derivas de Entrepiso	R	Factor	Desplazamiento Análisis	Sistema	Max. Norma	Criterio
X-X							
5	.000466	7	.75	.0024465	Dual	.007	OK
4	.000568	7	.75	.002982	Dual	.007	OK
3	.000668	7	.75	.003507	Dual	.007	OK
2	.000694	7	.75	.0036435	Dual	.007	OK
1	.000387	7	.75	.00203175	Dual	.007	OK
Y-Y							
5	.00052	7	.75	.00273	Dual	.007	OK
4	.0005	7	.75	.002625	Dual	.007	OK
3	.000573	7	.75	.00300825	Dual	.007	OK
2	.000598	7	.75	.0031395	Dual	.007	OK
1	.000347	7	.75	.00182175	Dual	.007	OK

Figura 51.

Derivas Límites en el sentido X-X

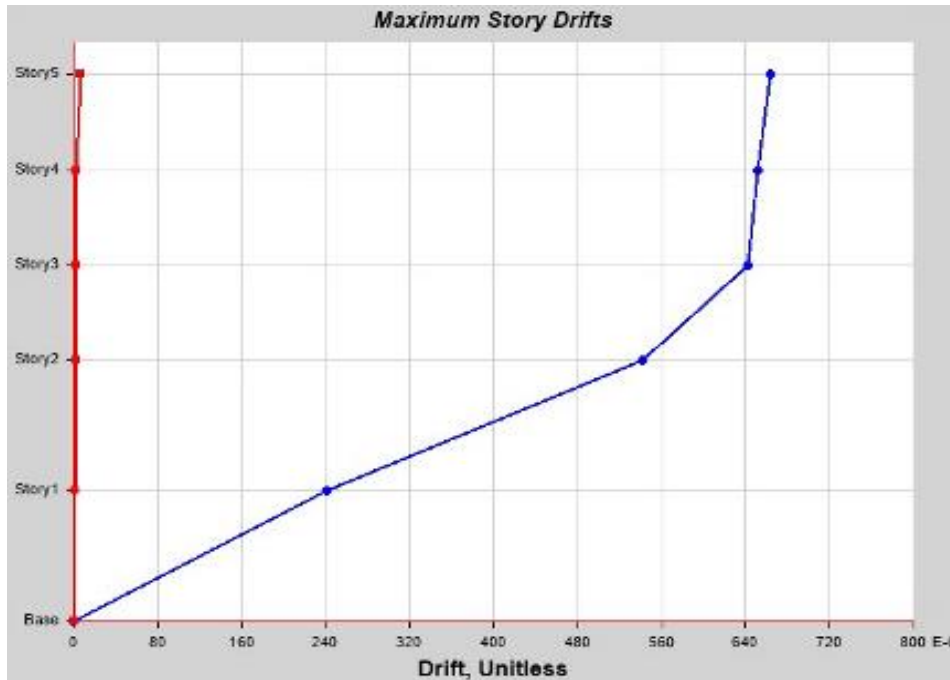
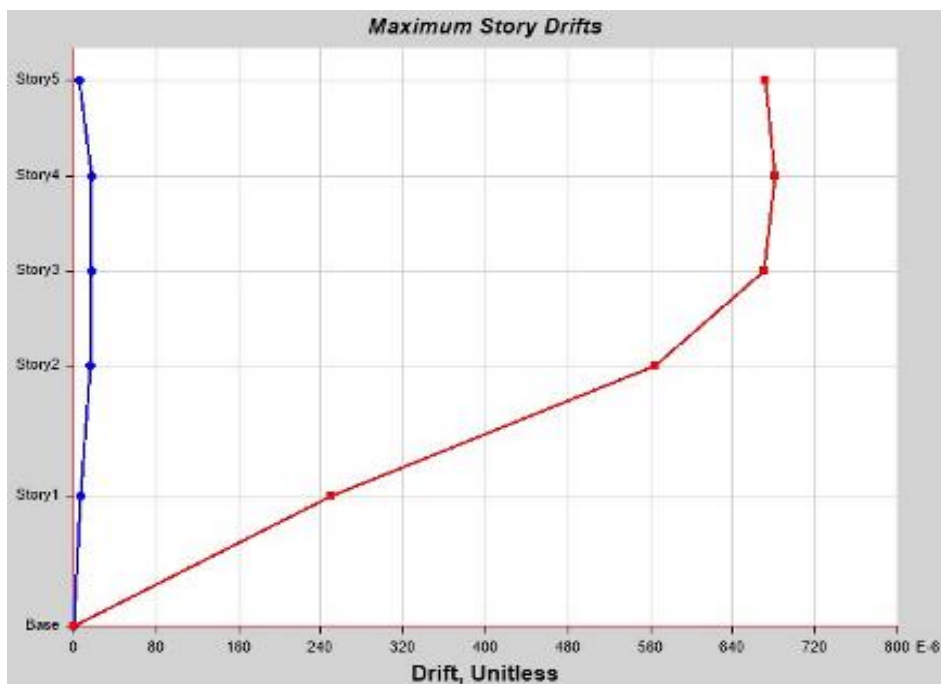


Figura 52.

Derivas Límites en el sentido Y-Y



4.4.5 Dimensionamiento de los agentes de la estructura para la manera común

Luego de determinar los requisitos de carga mediante el uso de la técnica espectral modal, se asignan secciones a varios componentes del marco estructural. Esta tabla proporciona una presentación de los resultados que se descubrieron durante el proyecto de estudio sobre las columnas, vigas y tirantes que se investigaron. Como resultado, el aparejo se instalará en la estructura aislada. Debido a la disponibilidad limitada de metal, el diseño de algunos componentes estructurales se vuelve más complejo o completamente imposible. Esto se debe a que el metal es un recurso escaso. Desde un punto de vista pragmático, es concebible argumentar que el diseño del edificio, en combinación con su propósito previsto y prioridad, exigía la construcción de una estructura que tuviera una base independiente. Esta afirmación se apoya en el hecho de que el edificio fue diseñado.

Tabla 12.

Secciones De Vigas Utilizadas En El Sistema Convencional Paralelas Al Eje X-X.

	Eje 5-Eje 6	Eje 6-Eje 7	Eje 7-Eje 8	Eje 8-Eje 9	Eje 9-Eje 10	Eje 10- Eje 11	Eje 11- Eje 12	Eje 12- Eje 13	Eje 13- Eje 14	Eje 14- Eje 15	Eje 15
Eje P	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7
Eje O	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7
Eje N	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7
Eje M	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7		0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7		0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7
Eje L	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7
Eje K	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7
Eje J	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7	0.4 x 0.7



4.5 Consideraciones para el plan de aislación sísmica

La gran parte presentan una modulación interna de 7,20 metros entre aleros, una altura de nivel a nivel de 4,5 metros y una altura de techo de 3,3 metros en los 3 niveles por arriba; todas las conexiones largo-ancho no supere los 4,00 en ningún piso.

BLOCK A: Se incluirá un sistema de aislamiento sísmico en esta estructura mediante el uso de pórticos que se construyen con columnas de sesenta centímetros por sesenta centímetros y vigas de 30 cm por 60 cm, 40 cm x 60 cm y cuarenta centímetros por noventa centímetros en los pisos superiores. Además, a nivel técnico se incluirán las vigas con dimensiones de cuarenta por noventa centímetros. En las fases iniciales del proceso de encofrado, los pesos son de 300 kg/m². Después, los pesos aumentan a 300 kg/m² en losas macizas bidireccionales y, finalmente, los pesos aumentan a 150 kilogramos por metro cuadrado en la losa maciza bidireccional de nivel más alto.

4.5.1. Estados de carga

La relevancia del valor mínimo de la Carga de Diseño que fue establecido por la Norma Técnica E.020 se tiene en cuenta al evaluar el uso previsto de la estructura. Esto se debe a la importancia del valor. A los efectos del cálculo de la Carga Muerta (CM), es esencial tener en cuenta los pesos de todos los componentes, accesorios y materiales que son compatibles con el marco. Esta cifra de peso también tiene en cuenta la masa de la propia estructura, que se incluye en el cálculo. En el proceso de realizar este cálculo, la carga vital (CV) tiene en cuenta no solo el peso total de las personas que viven en el espacio, sino también el peso de sus equipos, muebles y cualquier otro componente que



pueda trasladarse. Las personas que no se encuentran bien ahora tienen acceso a paquetes que se han dado a conocer (CS).

4.5.2. Diseño del hormigón con acero

Se encuentran establecidas en el Código Nacional de Edificación Estándar (Norma) E-060:

$$1.4 M + 1.7 V$$

M = carga muerta

$$1.25 (M + V) + S$$

V = carga viva

$$1.25 (M + V) - S$$

S = carga de sismo

$$0.90 M + S$$

$$0.90 M - S$$

Como requisito previo para la elaboración de las variables de disminución de resistencia, es indispensable satisfacer los criterios que se describen en el Reglamento:

4.5.3. Predimensionamiento

Para realizar el procedimiento de predimensionamiento, es necesario proporcionar una medición que sea aproximada o exacta de acuerdo con los criterios que se han establecido. Estas normas son producto de la experiencia de varios ingenieros, así como de los requisitos que se describen en la NTC-060 para Hormigón Armado, así como de las especificaciones que se incluyen en los Reglamentos Arquitectónicos y Normas de Ocupación. Además, estas normas son el resultado de los requisitos que se encuentran contenidos en sus respectivas especificaciones. Decidiremos si las dimensiones que se esperaban



son alcanzables o si es necesario realizar algún ajuste antes de continuar con su diseño. Esta determinación se llevará a cabo tan pronto como se complete esta investigación.

PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS PERALTADAS:

El enfoque típico para determinar las dimensiones de estas vigas es usar una altura décima, duodécima o decimocuarta en combinación con el espacio más grande que existe entre los pilares. Para calcular la dimensión de las vigas, se utiliza este enfoque. Es de suma importancia elegir una longitud para el ancho o el apoyo de la plataforma que sea más de 0,3 veces la altura, con un mínimo de 25 centímetros. Esta es la longitud que se debe elegir sin falta. Se recomienda que el ancho de la viga no exceda el cincuenta por ciento de su altura. Esto se hace con la intención de garantizar que la viga tenga una cantidad adecuada de inercia. Teniendo en cuenta el contexto de llevar a cabo esta responsabilidad, la altura tiene más valor que el ancho. Resumen conciso de la situación:

$$h \geq l_n / 10$$

$$h \geq l_n / 12$$

$$h \geq l_n / 14$$

h: Peralte de viga(m.)

Ln: Mayor luz libre entre apoyos (m).

4.5.4. Predimensionamiento de losa:

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA SOLIDA

Nos adherimos a la directriz que indica que la profundidad de la losa puede determinarse como 1/40 de la luz o el perímetro de la luz dividido por 180. Esta es la regla que seguimos. Se logró una validación de la información mediante la



ejecución de esta actividad. Debido a esto, la profundidad de la losa es de aproximadamente 18 cm.

Tabla 13

Predimensionamiento de Losa Sólida

	Luz Mayor(m)	Luz Menor (m)	B	36+9B	h.	h. colocado
Block A	7	6.90	1.01	45.13	017	0.18

4.5.5. Predimensionamiento de columnas:

Cuando se trata de la construcción de un edificio que tiene la densidad de placas, dimensiones de columnas cuadradas o rectangulares y orientación de la luz adecuadas, las consecuencias de la esbeltez son más significativamente esenciales en la dirección de la luz. Como resultado de esta reducción, se recomiendan columnas que tengan un espesor mínimo de 25 centímetros como base para las mediciones de referencia. Cuando se trata de proyectos que tienen muros que se cruzan en ambas direcciones o que tienen sistemas independientes, las columnas pueden proporcionarse en función de un área análoga. Esto se debe a que las áreas similares son proporcionales entre sí. Los dos tipos diferentes de estructuras son capaces de hacer esto de manera única:

$$\text{Área de la columna} = \frac{P \text{ (servicio)}}{0.45 f_c}$$

Es factible reducir el tamaño de las columnas que reciben menos carga axial, especialmente esas que se sitúan en el área superior de la estructura, con el fin de optimizar el uso del espacio en proyectos que son iguales. Esto es especialmente cierto para las columnas que se ubican directamente sobre el edificio.

Tabla 14

Predimensionamiento de Columna

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS BLOCK A $f'_c = 315 \text{ Kg/cm}^2$							
BLOCK	P (Tn)	Alcalc. (Cm ²)	Lado (cm)	B (cm)	H (cm)	Aprop. (cm ²)	Área Final Adoptada
Block A	250.07	1764.16	42.00	60.00	60.00	3600.00	60 x 60

Block A

Figura 53.

Columna Mas Cargada Encerrada en Circulo

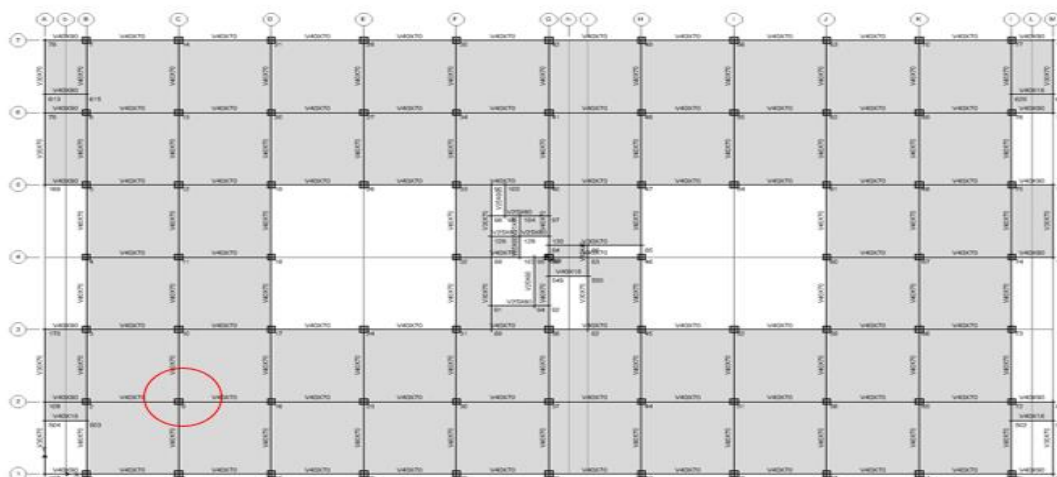


Figura 54.

Columna Mas Esforzada Con Carga Viva.

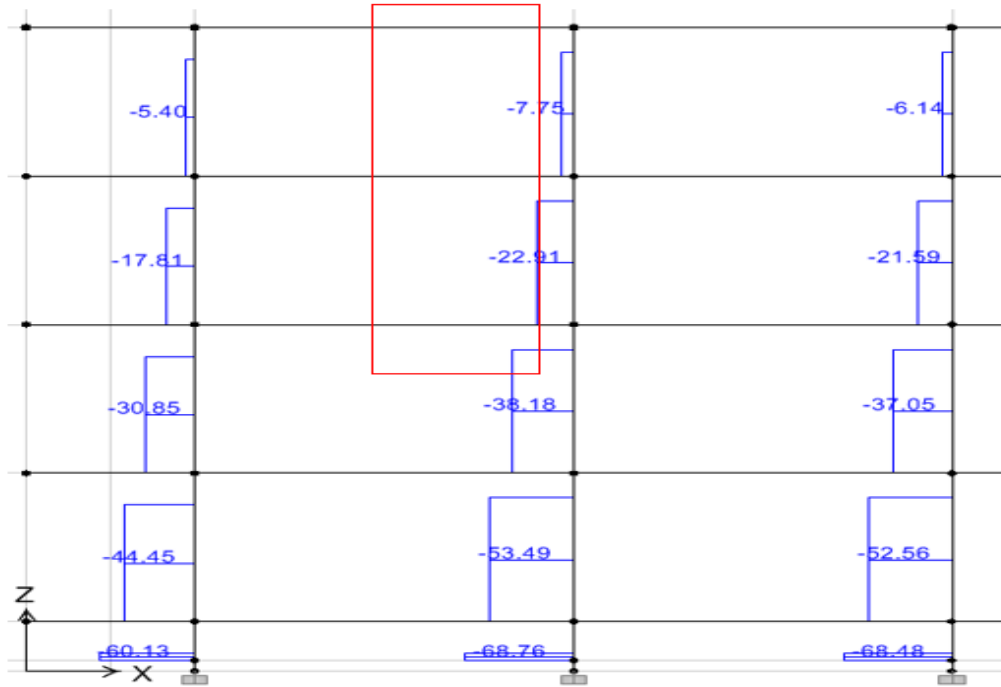


Figura 55.

Columna Mas Esforzada con Carga Muerta.





4.5.6. Medrado de Cargas

Este es un análisis de las fuerzas gravitacionales que se ejercen sobre la estructura en este momento. Tanto la CM como la CV se consideran los tipos de cargas más peligrosos. La carga muerta es la más mortal de las dos.

Como resultado de eso se produce la carga actual. Las vigas en el techo son las encargadas de transferir el peso del techo a las columnas, que a su vez son las encargadas de pasar el peso a las zapatas una vez que se ha transferido a las columnas. Para llevar a cabo este procedimiento, solo se utiliza un suelo.

El enfoque de la zona fiscal, también conocida como zonas de influencia, se utilizará para completar con éxito la tarea de proporcionar mediciones. La carga se separará en dos categorías diferentes: las que están muertas y las que están vivas. El Código Nacional de Edificación del Perú establece que los valores de tonelaje y kilogramo que se indican en el documento deben utilizarse de conformidad con las leyes vigentes. En las Tablas 10 y 11, respectivamente, se presentan los valores para su evaluación.

Block A:

Figura 56.

Planta de Encofrado de Nivel Cero en el Modelo Matemático.

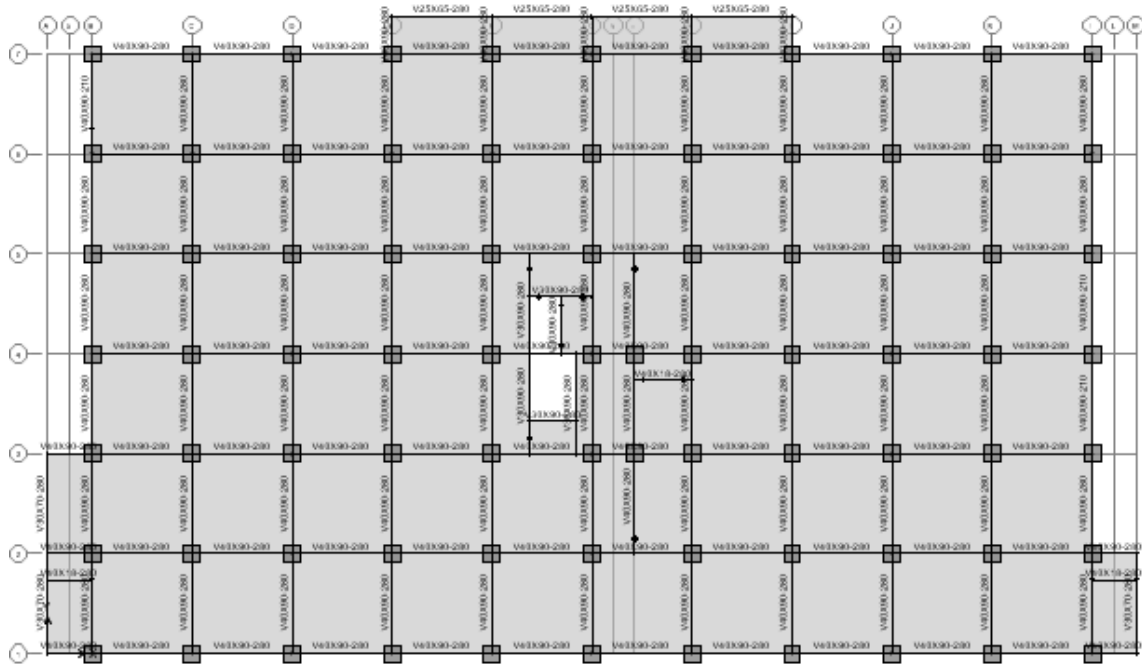


Figura 57.

Planta de Encofrado de 1er Piso en el Modelo Matemático

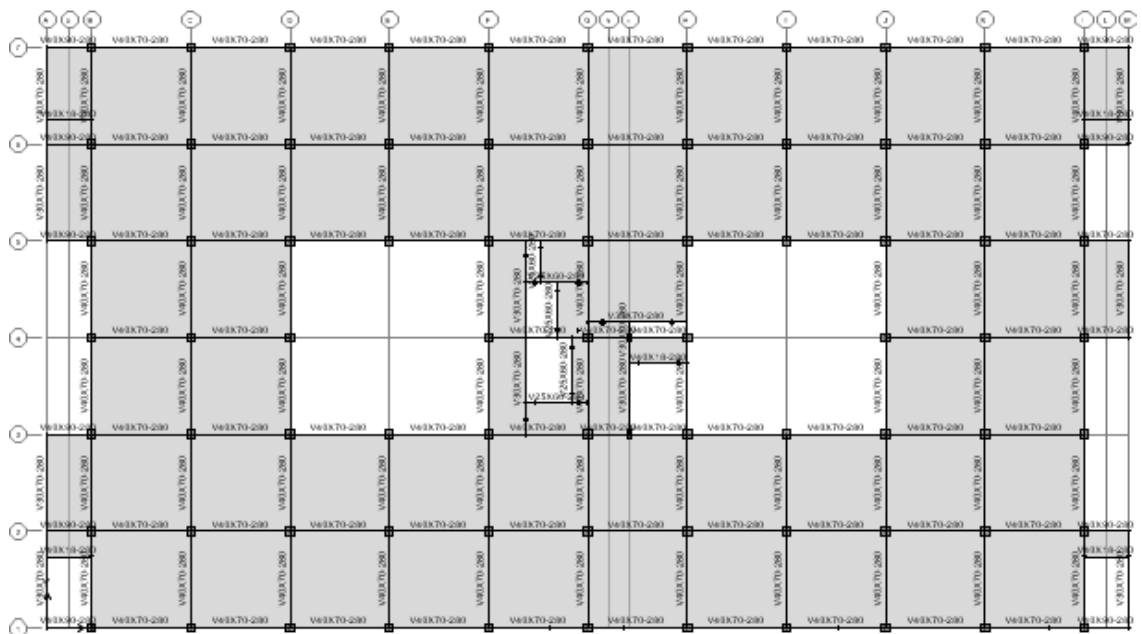


Figura 58.

Planta de Encofrado de 2do Piso en el Modelo Matemático

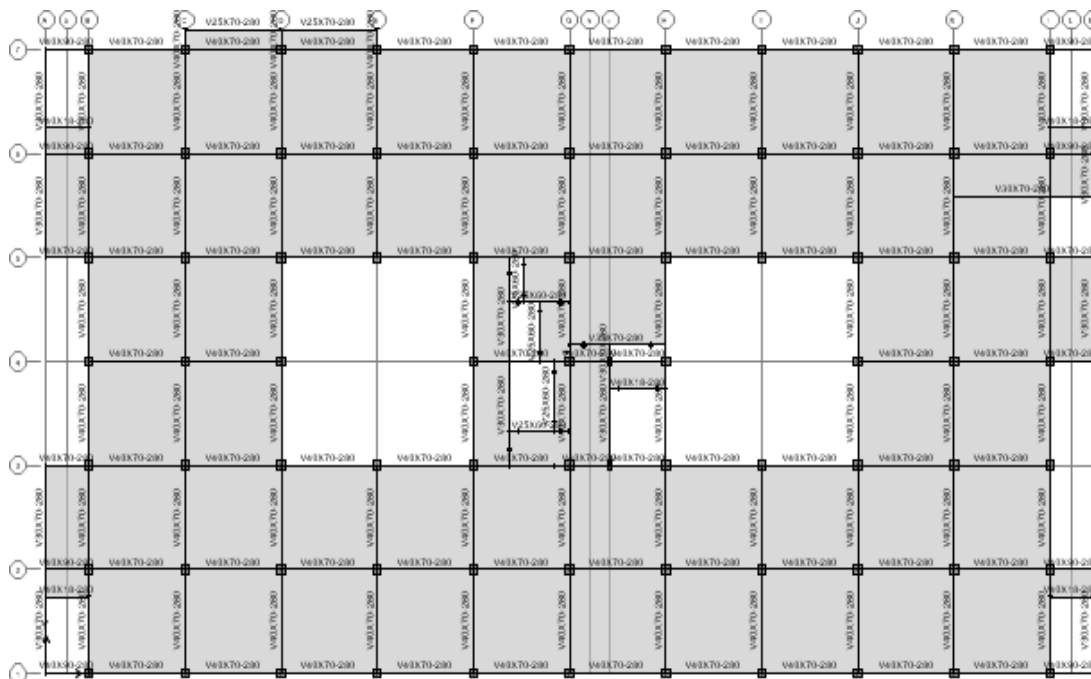


Figura 59.

Planta de Encofrado del 3er Piso en el Modelo Matemático

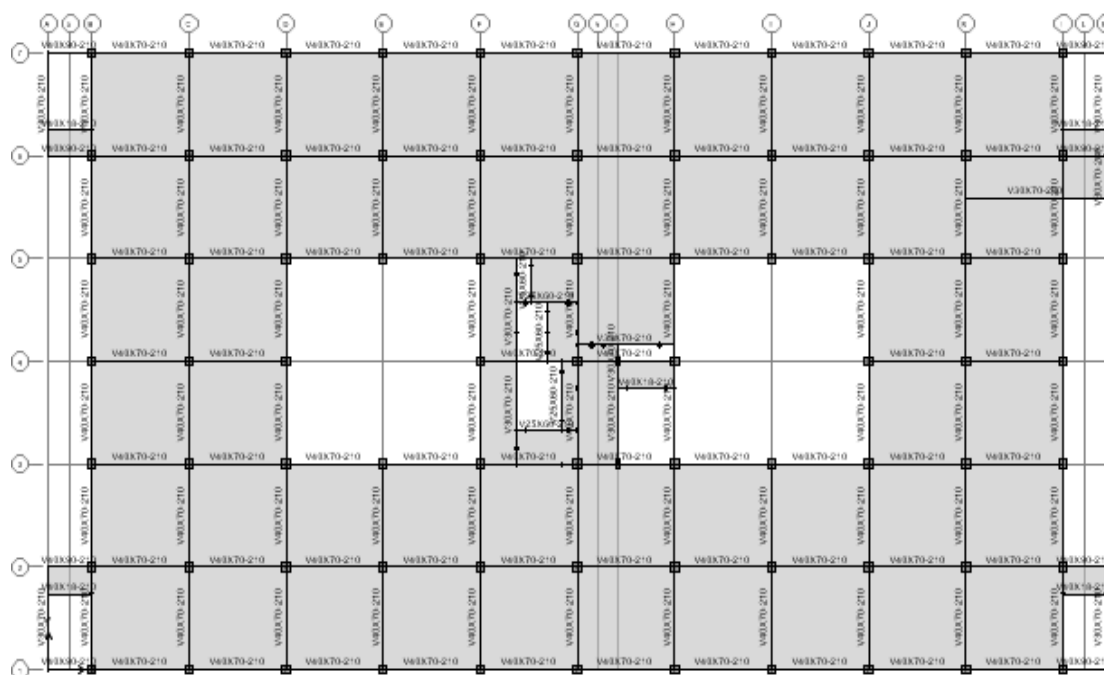


Figura 60.

Planta de Encofrado del 4to Piso en el Modelo Matemático

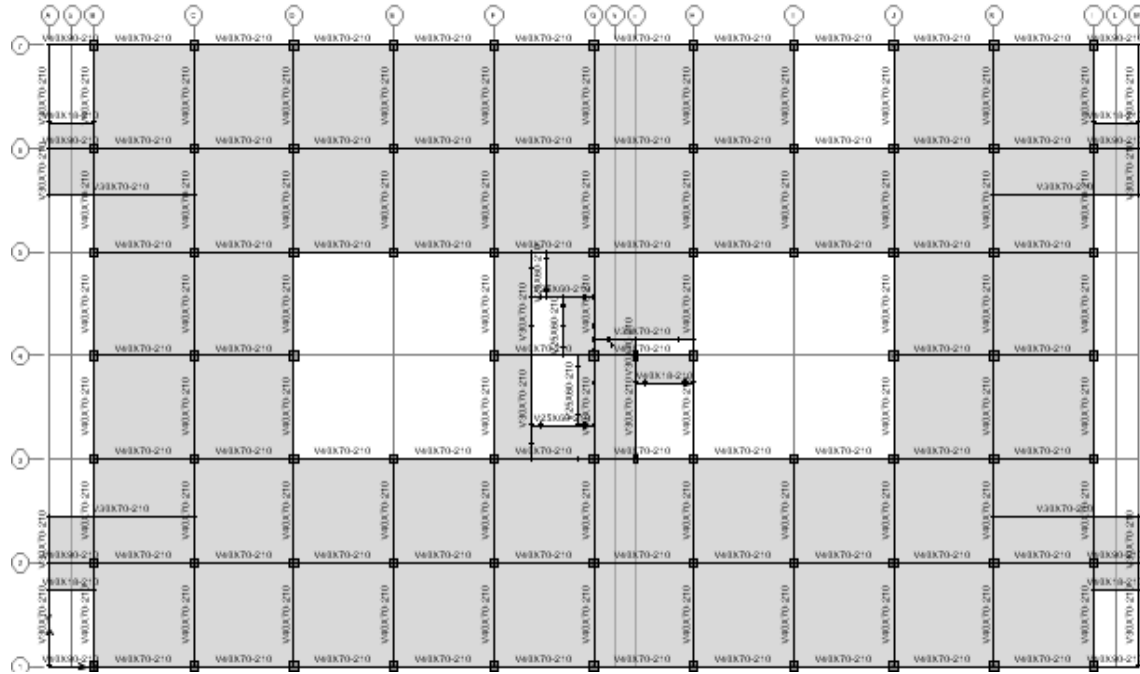


Figura 61.

Planta de Encofrado del 5to Piso en el Modelo Matemático

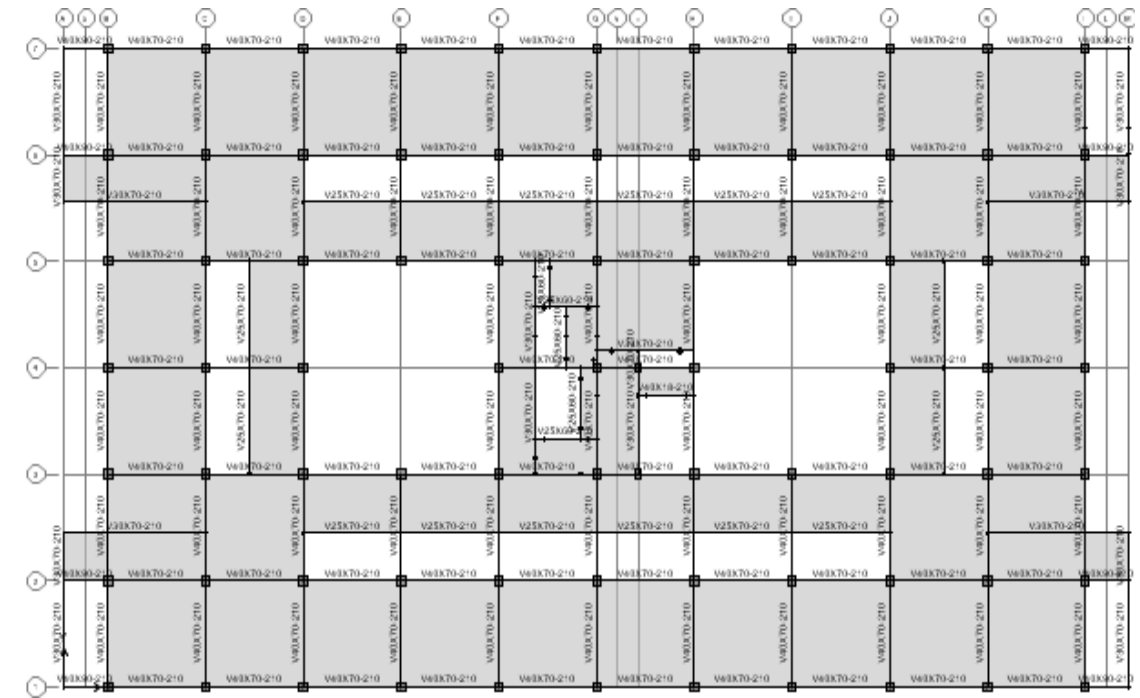


Figura 62.

Planta de Encofrado de la Azotea en el Modelo Matemático

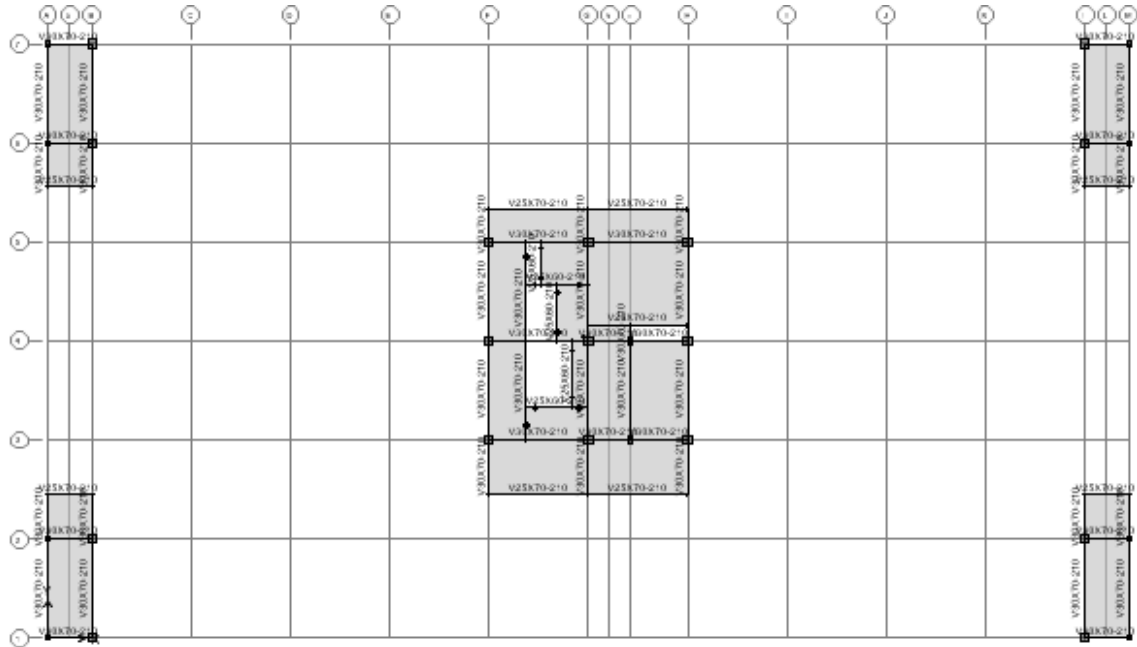


Figura 63.

Carga Muerta Sobre Losas a Nivel Cero.

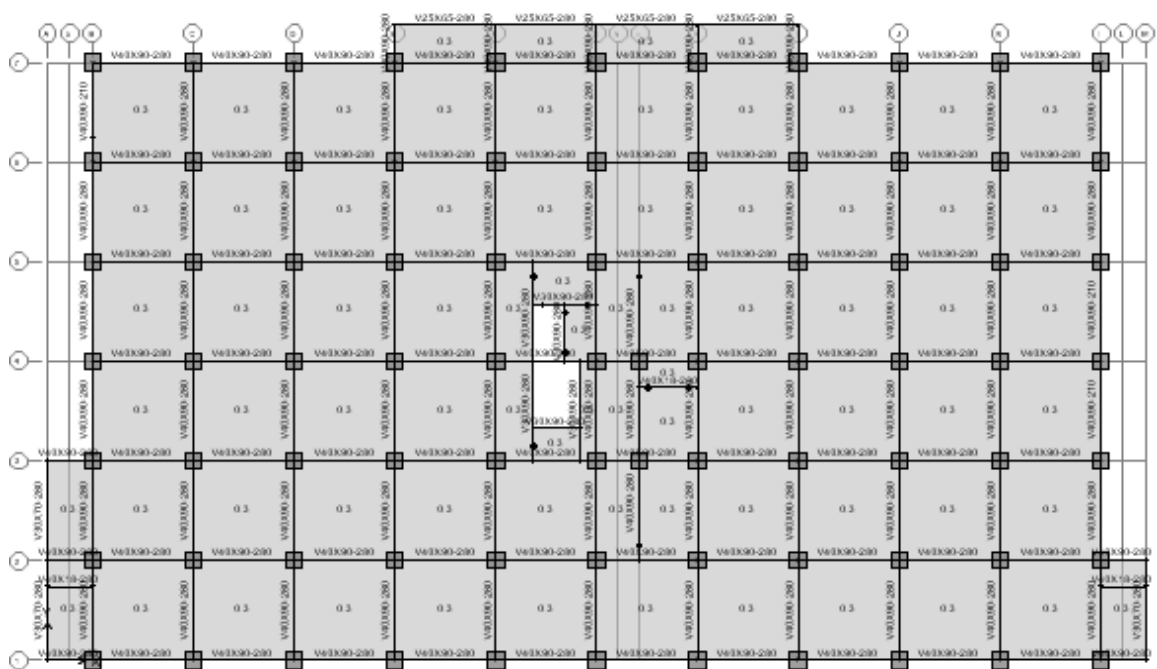


Figura 64.

CM Sobre Losas De 1er Piso.

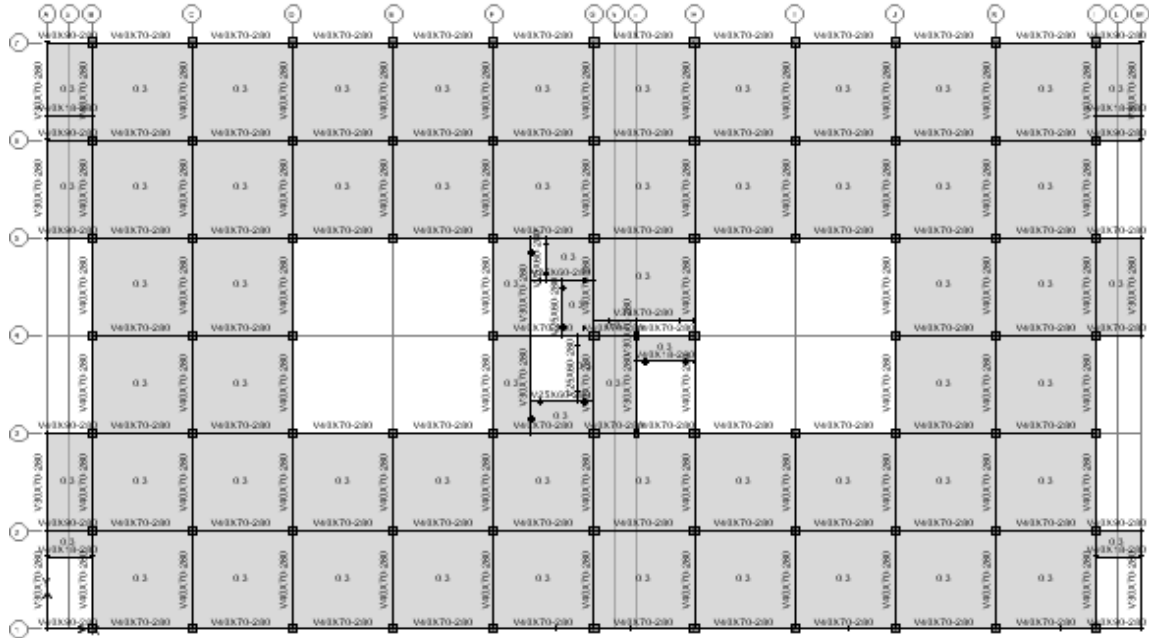


Figura 65.

CM Sobre Losas De 2do Piso

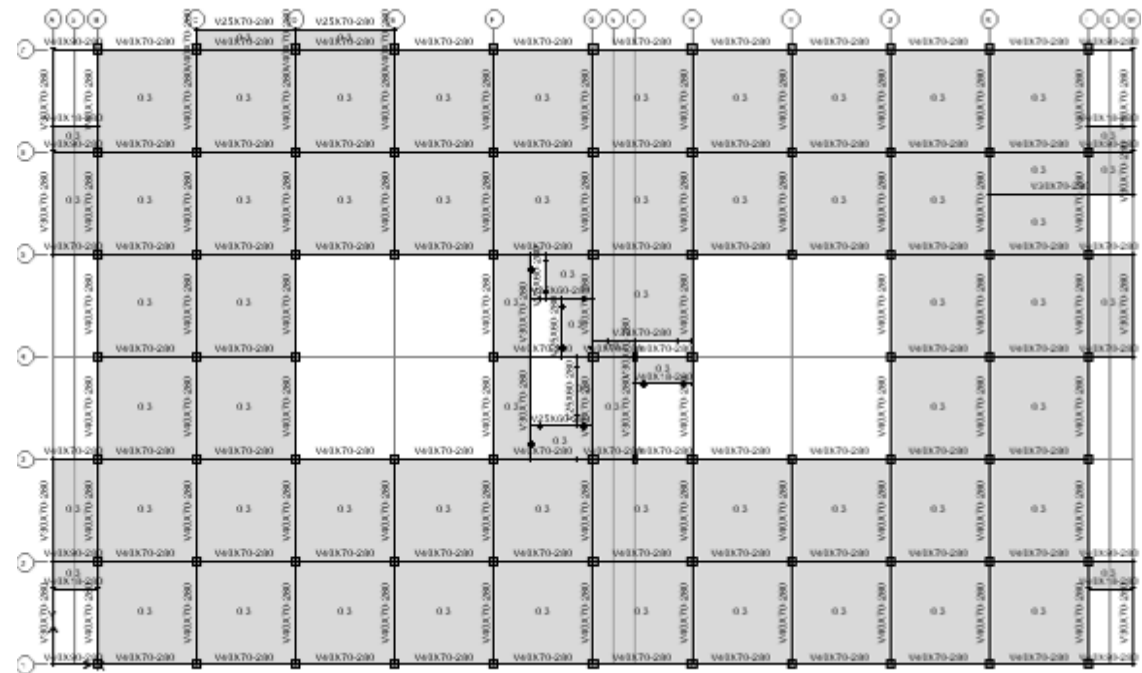


Figura 68.

CM Sobre Losas De 5to Piso.

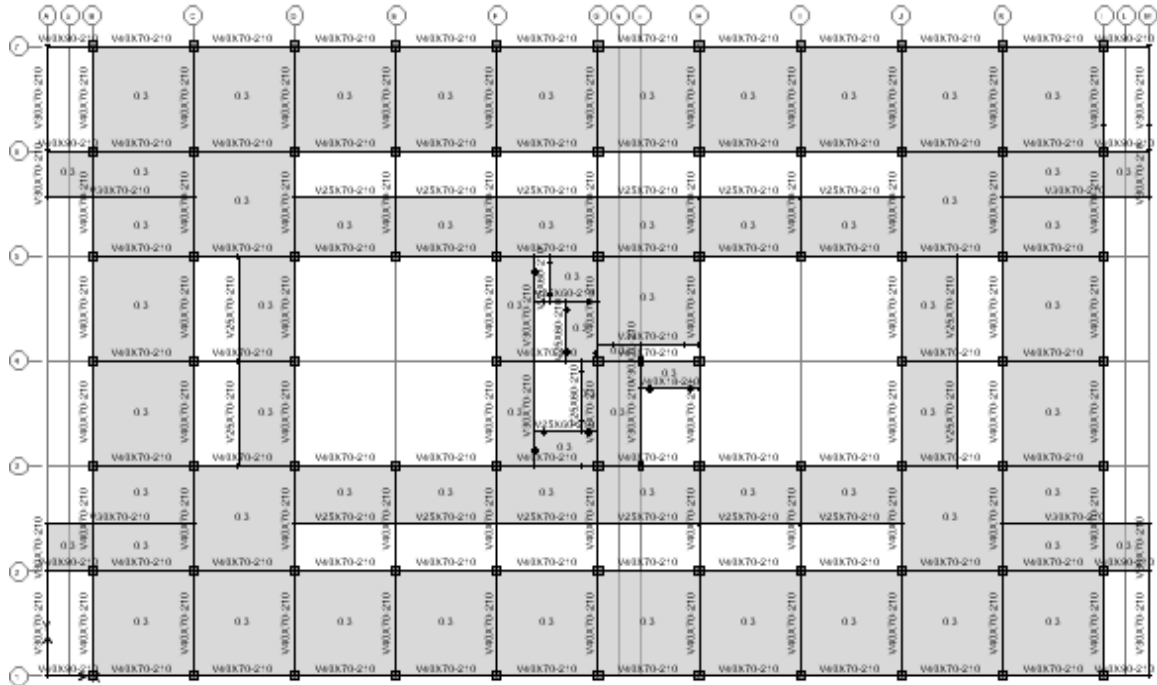


Figura 69.

CM Sobre Azotea.

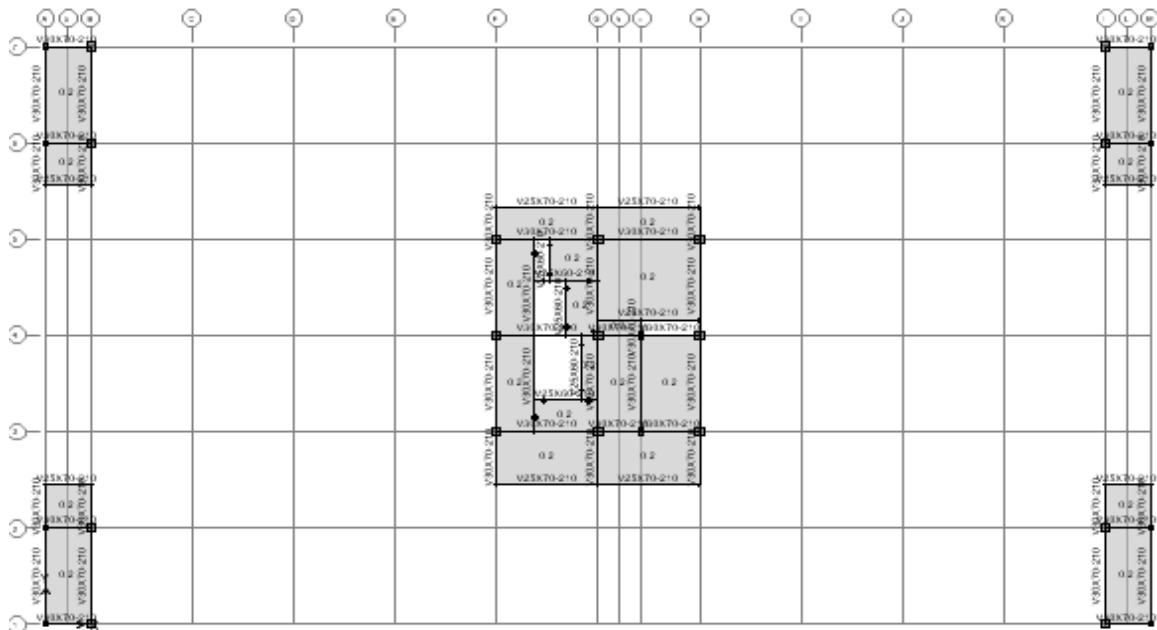


Figura 70.

CV Sobre Losas A Nivel Cero.

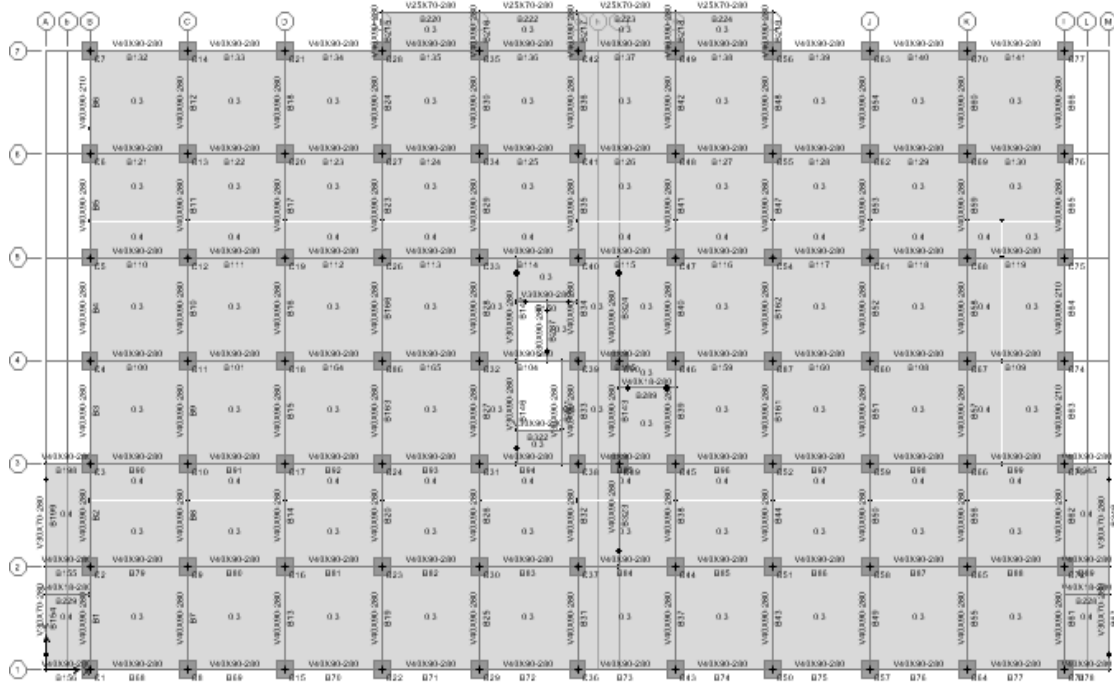


Figura 71.

CV Sobre Losas De 1er Piso.

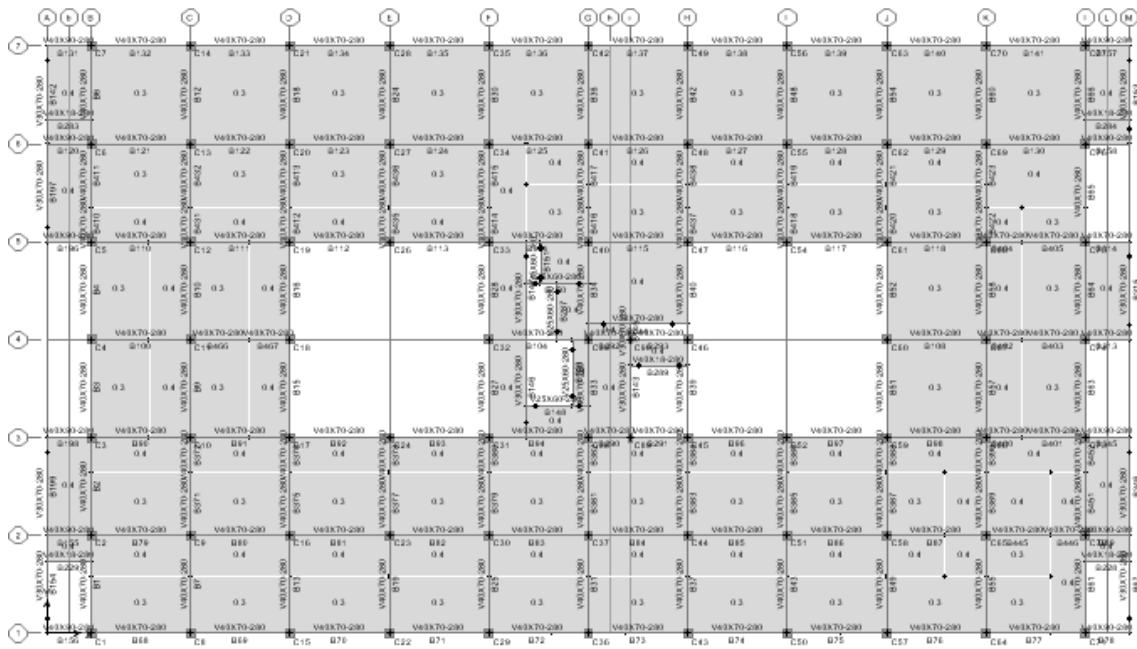


Figura 72.

CV Sobre Losas De 2do Piso.

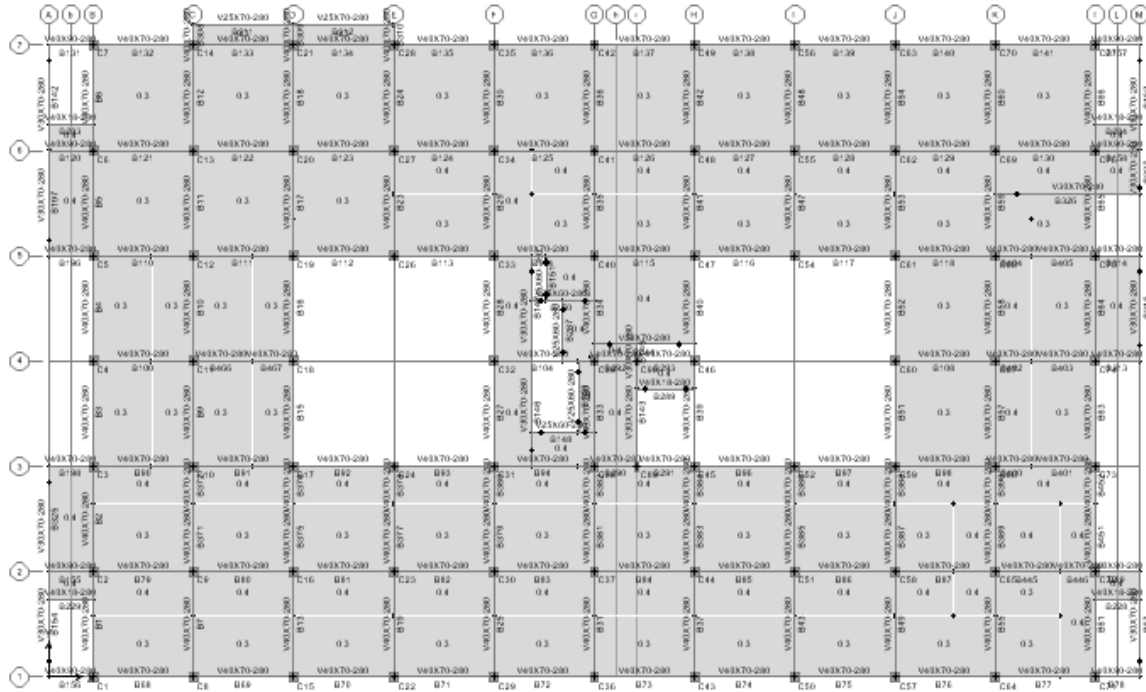


Figura 73.

CV Sobre Losas De 3er Piso.

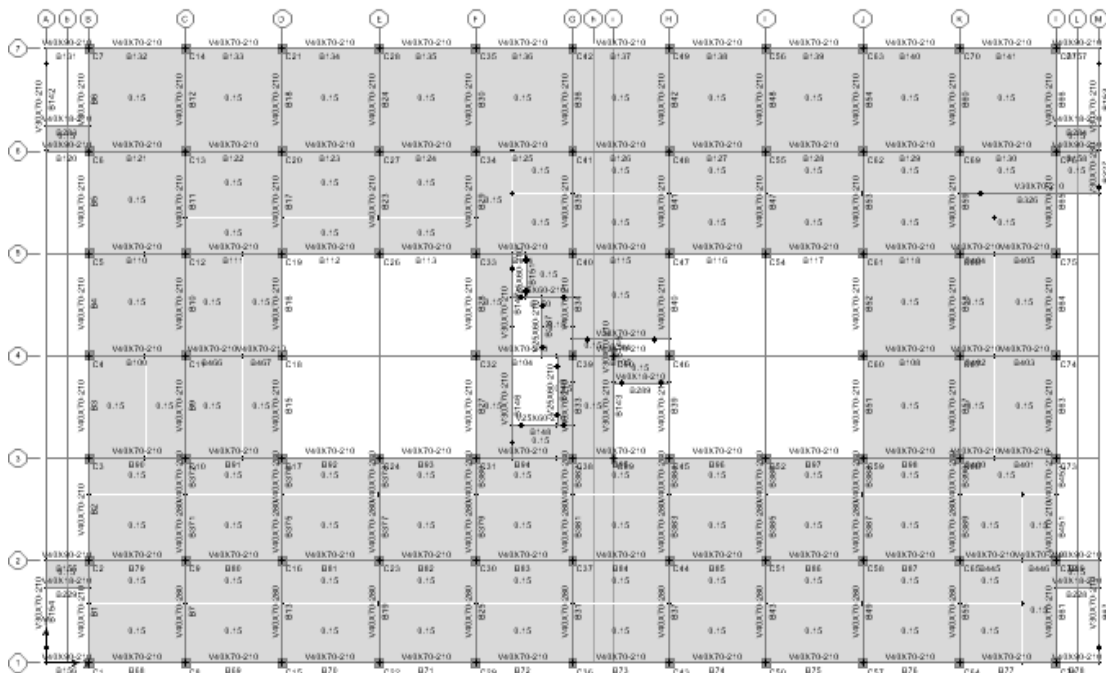


Figura 74.

CV Sobre Losas De 4to Piso.

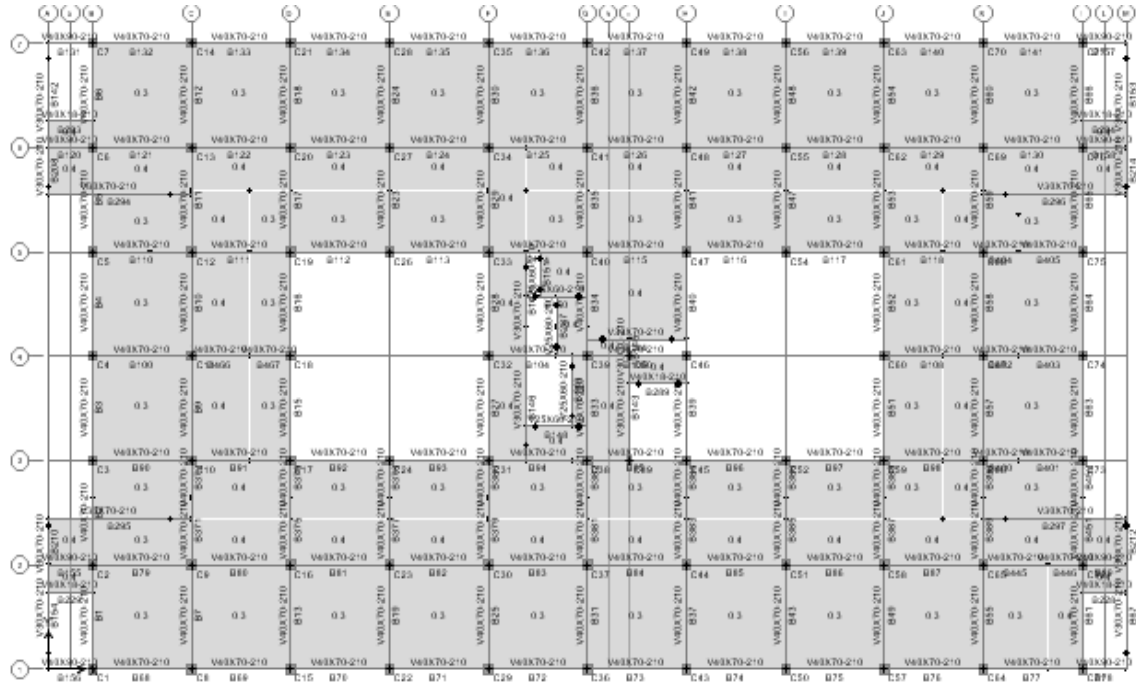


Figura 75.

CV Sobre Losas De 5to Piso.

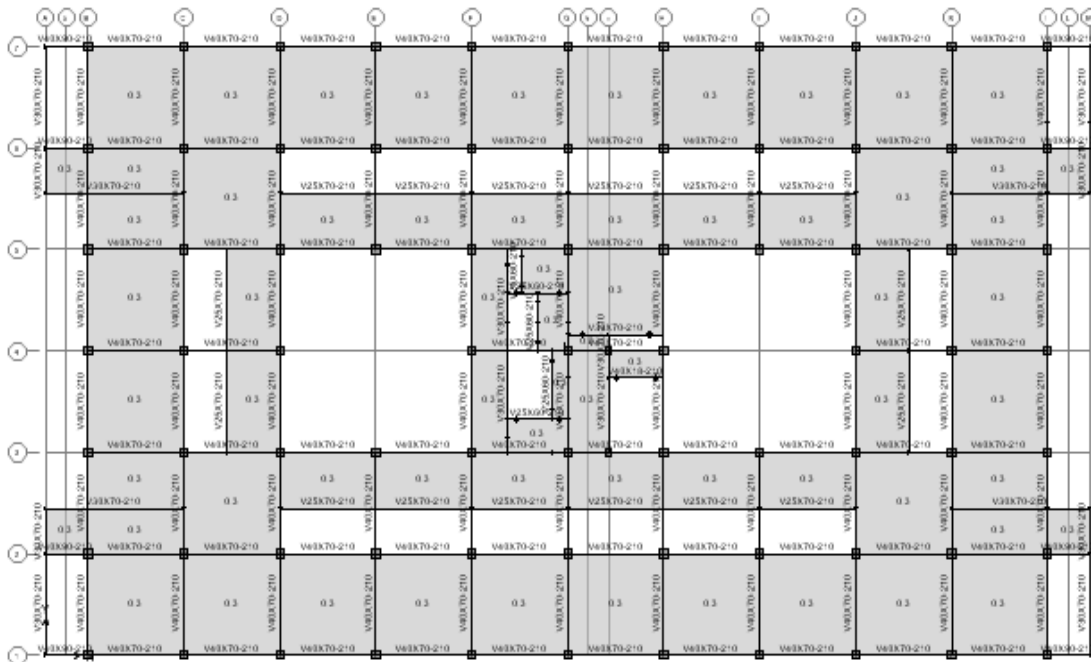
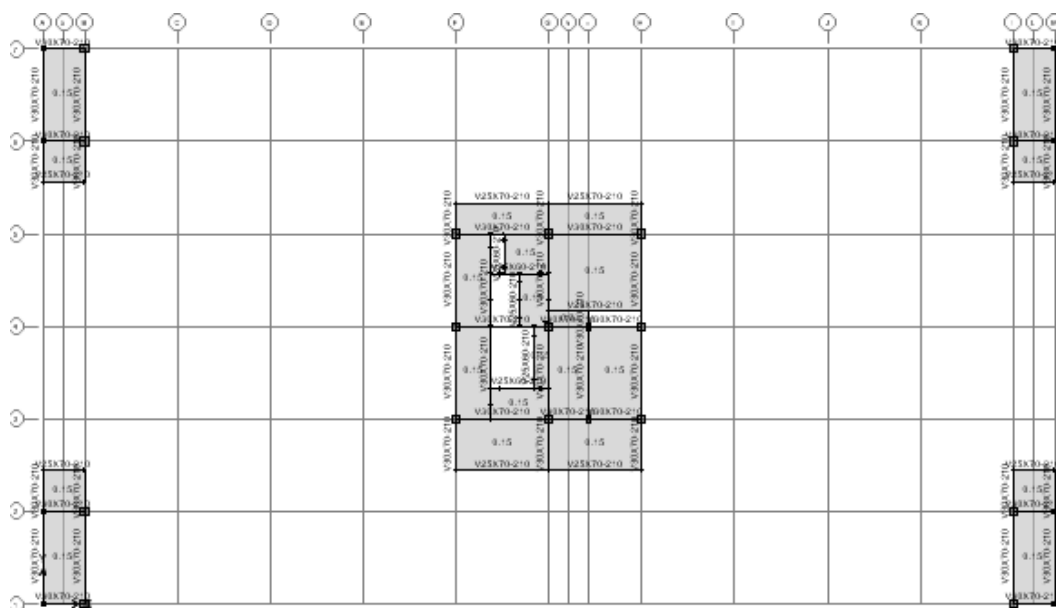


Figura 76.

CV Sobre Losa De La Azotea



4.6 Evaluación sísmica

Modelo Estructural

Uno de los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta en el contexto del reglamento NTE.030-2018 es la carga sísmica total. Conforme con el reglamento, el peso sísmico final se ha determinado teniendo en cuenta el 100% de CM y el 50% de CV que es significativa para los hospitales. Esto se hizo con el fin de garantizar que los resultados sean precisos.

Después de pasar por el proceso de emplear un modelo espacial que contenía diafragmas rígidos, se examinó cada uno de los sistemas de pisos. Un examen de tres traslaciones y tres rotaciones con respecto a las coordenadas dinámicas es algo que se puede llevar a cabo. Además, el diafragma es capaz de mantener el control sobre el movimiento tanto en el plano vertical como en el

no vertical utilizando los seis grados de libertad que tiene. Será esta ecuación la que veremos:

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

Es importante señalar que cuando hablamos del CQC, nos referimos a la combinación de cubos completos, así como a los criterios de superposición. En el contexto de esta evaluación se toma en cuenta esta última característica.

4.6.1 Normas Parámetros para el Análisis Sísmico

Para asegurar que la investigación sísmica se realizó, fue necesario cumplir con las condiciones de la Disposición NTE.030 del Código Peruano de Edificaciones para la Resistencia Sísmica 2018.

Parámetros Sísmicos para el Bloque Aislado

En relación con el reglamento E.030 que se propone para este año, y teniendo en cuenta lo siguiente, se presenta una lista de consideraciones: información sobre la ubicación precisa de la edificación, incluyendo cualquier posible condición del suelo:

- **Zonificación:** Es el espaciamiento sísmico estipulado, también conocido como las ubicaciones habituales de actividad sísmica, lo que actúa como base para el plan de zonificación que se ha establecido. La posición del edificio se puede determinar observando el mapa de zonificación E-030, que muestra que se hallan en la Zona 3.



- **Estudios de Sitio:** El alcance de estas investigaciones difiere de un caso a otro. Por otro lado, no suele ser en el mismo grado que algo que ha ocurrido a menudo en el pasado. Un sitio específico es el foco de los proyectos de estudio tienen lugar hoy por hoy. Estos estudios están diseñados para brindar información sobre las formas en que los terremotos y otros desastres naturales pueden verse afectados por las peculiaridades de una determinada región. Uno de los objetivos clave de esta investigación científica es calcular los estándares del modelo.
- **Situaciones Geotectónicas:** Cuando se trata del proceso de desarrollo de perfiles de suelo para el propósito de esta norma.
- **Factor de Amplificación Sísmica:** Las características del lugar están determinadas por el coeficiente de amplitud sísmica (C).
- **Clase del Edificio:** A la luz de los valores hallados de este análisis, parecería que la clasificación de las numerosas estructuras que se incluyen en el interior del edificio, en particular el bloque aislado A, debería realizarse de acuerdo con la categoría $U=1,0$. Esto se debe a que la estructura en cuestión es un establecimiento que se ajusta a la descripción de un hospital.
- **Sistemas Estructurales:** Además, el material presenta cualidades sismorresistentes en todas las direcciones, lo que categoriza los sistemas estructurales que se aplican, así como el tipo de sistema estructural que se utiliza.

Al calcular el coeficiente para el factor de reducción de las energías sísmicas para el sistema que utiliza el plan de aislación, la fórmula que se debe utilizar es $3/8 R$; el coeficiente no debe ser menor que 1 ni mayor que 2; se debe utilizar la fórmula.

Es una práctica común utilizar un factor de reducción de ocho en sistemas resistentes a las fuerzas sísmicas que se construyen utilizando marcos de hormigón armado que han sido permitidos (ASCE/SEI, Tabla 12.2-1). Existe la posibilidad de que el factor de reducción en Perú sea de entre tres y ocho, dependiendo de los componentes que se incluyan en el cálculo. El espectro de diseño sugirió que el Bloque A sería la ubicación de la subestructura que se ubicaría allí.

Figura 77.

Modelamiento Estructural del Bloque A

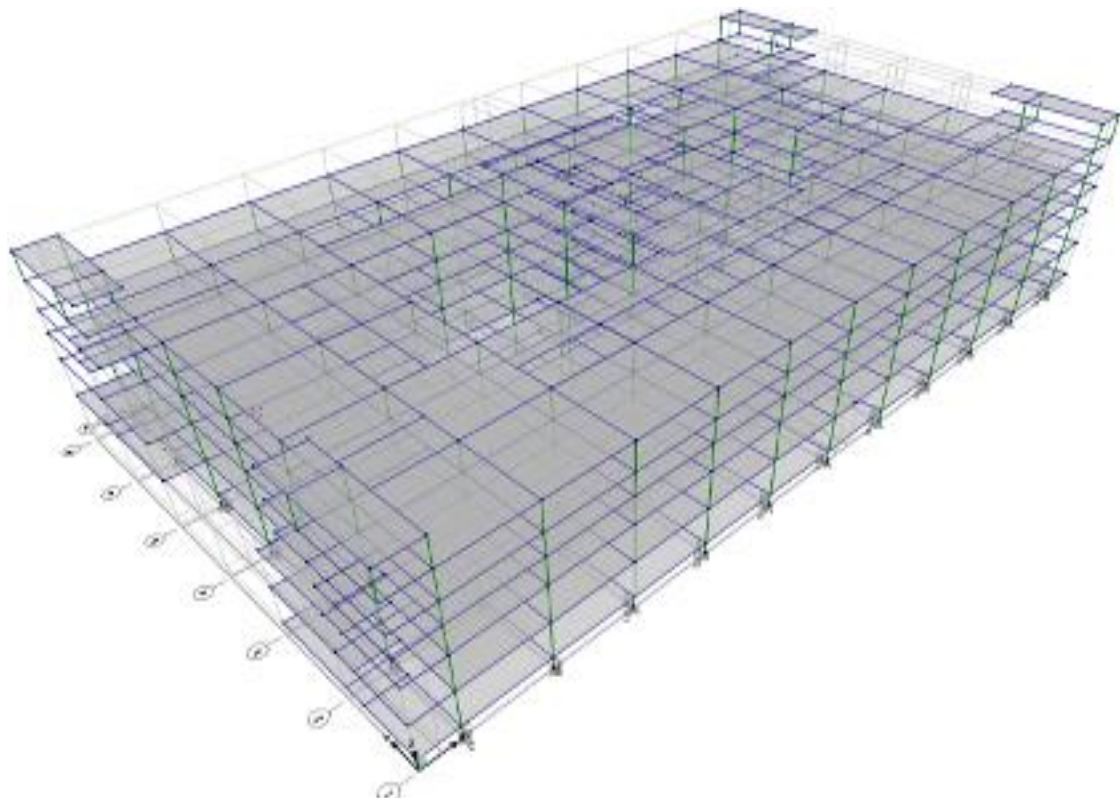


Tabla 15.

Deslizamientos Límites de Entrepiso

PISO	X-X (‰)	Y-Y (‰)
4	1.0	1.1
3	1.8	2.1
2	2.3	2.7
1	2.2	2.5

Tabla 16.*Aceleraciones Límites Espectrales de Entrepiso*

PISO	X-X (g)	Y-Y (g)
4	0.14	0.14
3	0.12	0.12
2	0.11	0.11
1	0.11	0.11

4.7 Aislación basal de la edificación hospitalaria

4.7.1 Condiciones Generales

- Norma Americana ASCE/SEI 7-2016
- Dentro de los límites del Capítulo 17, hablaremos sobre los criterios de modelo sísmico que deben alcanzar los edificios que están aislados sísmicamente, asegurando que las normas para la construcción de dispositivos de aislamiento sísmico estén de acuerdo con la Guía AASHTO.
- Un examen de la mecánica del suelo que es directamente relevante para el proyecto.

El libro sirvió como guía literaria para todo el proceso de la técnica de aislamiento "Diseño de estructuras aisladas sísmicamente" que fue establecida por Fazard Naeim y James Kelly. Esto permitió que el libro se usara durante todo el proceso.

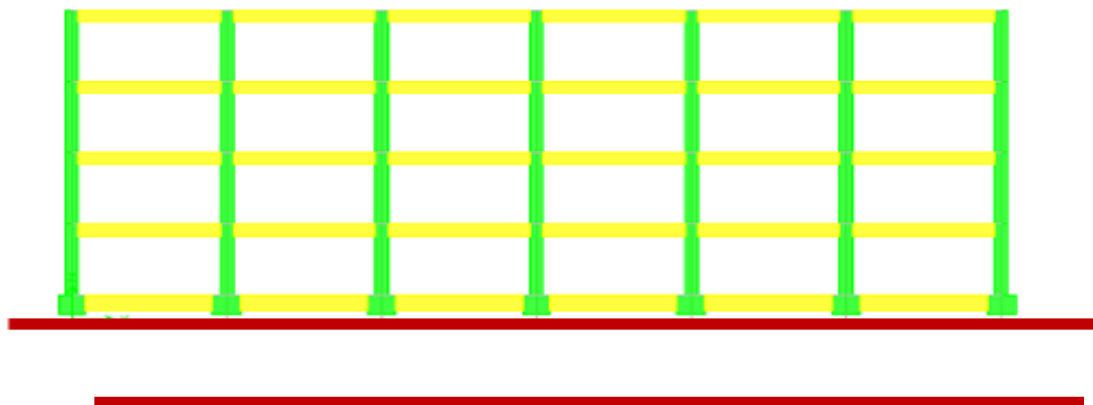
4.7.2 Cualidades del Plan de Aislación

Grado de Aislación: El proyecto presenta 1 grado de aislación.

Clase de elemento: La mayor parte de los factores que conforman el plan de insonorización están compuestos por un núcleo de espuma de poliuretano y juntas de espuma de caucho. Debido a las características del caucho, este tipo específico de aislador tiene una mayor estabilidad en términos de su rigidez y capacidad de amortiguación. Esto se debe a que el caucho tiene diferentes propiedades. Teniendo esto en cuenta, es posible concluir que algunas características no cambian con el paso del tiempo. En general, se cree que el núcleo de plomo es el único componente responsable de proporcionar capacidades de amortiguación.

Figura 78.

Corte de nivel de aislamiento



Aisladores: Un núcleo de plomo está encerrado alrededor de un total de 49 aisladores de caucho natural elastomérico, que son los componentes que forman la estructura, **LRB B** (32) y **LRB C** (17).

Deslizadores: Slider A.

Tabla 17

Tipo y Cantidad de Aisladores

Tipo	Cantidad
Slider A	30
LRB B	32
LRB C	17

4.7.3 Parámetros sísmicos para el Diseño

- Zona sísmica (Z): Zona sísmica 3, $Z= 0.35$
- Tipo de suelo: Suelo tipo 2 (S2), $S=1.15$
- $TP = 0.60$ seg., $TL = 2.00$ seg.
- Categoría de edificación esencial, $U=1$

4.7.4 Procedimiento de Diseño

Esta técnica se utiliza para lograr el comportamiento deseado. En esta etapa del proceso, las cualidades dinámicas y geométricas de los deslizadores y aisladores están sujetas a modificaciones. Estas modificaciones se realizan a lo largo del procedimiento. Para realizar el análisis y diseño del aislamiento, además de tener en cuenta todas las demás características del edificio, se considera 2 tipos de sismos distintos. El sismo de modelo y el sismo límite son los dos tipos de sismos que se han producido. La aceleración que revela el sismo más potente



es 1,5 veces mayor que la aceleración que muestra el sismo de diseño, tal y como establece la norma americana ASCE/SEI 7-2016. Así lo establece el American National Standards Institute.

Una vez que se han definido efectivamente los parámetros objetivos básicos, una persona puede decidir la forma y dinámica de los aisladores sísmicos y deslizadores. Esto es posible gracias a los parámetros objetivos fundamentales.

El siguiente paso es realizar un análisis de espectro dinámico, que implica activar las cualidades dinámicas de los deslizadores y aislantes durante el paso a paso. Esto se hace después de que se haya completado el paso anterior. Para obtener resultados precisos, es de suma importancia considerar el deslizamiento límite permisible en el entrepiso, para disminuir la cantidad de torsión en el piso y para disminuir las tensiones en los componentes del plan de aislación.

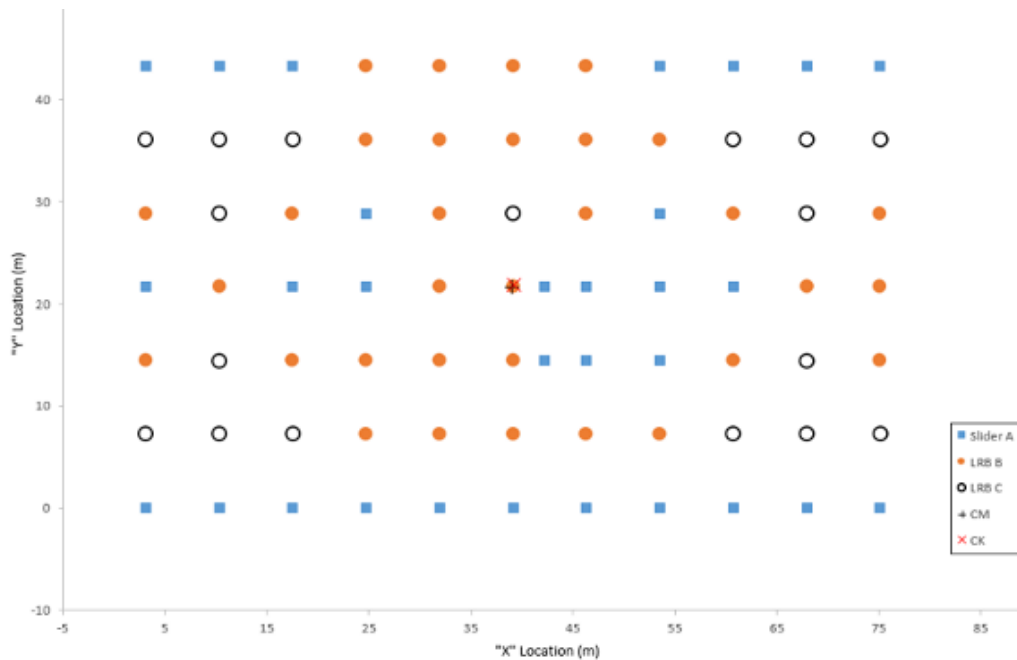
Durante el transcurso del proceso de llegar a una conclusión, se espera que la estructura actúe de una manera que esté de acuerdo con los estándares que se han establecido para los objetivos. En el caso de que esto no sea aplicable, una alternativa adicional que se puede utilizar es la modificación de las características y la distribución de los componentes que componen el plan de aislación.

4.7.5 Estándares Iniciales del Sistema Aislado

Hay una serie de aspectos cruciales a considerar, incluyendo la rigidez del plan de aislación, la disposición de los componentes y la colocación del núcleo de masa dentro de las piezas individualmente:

Figura 79.

Diagrama de Distribución de Aisladores y deslizadores.

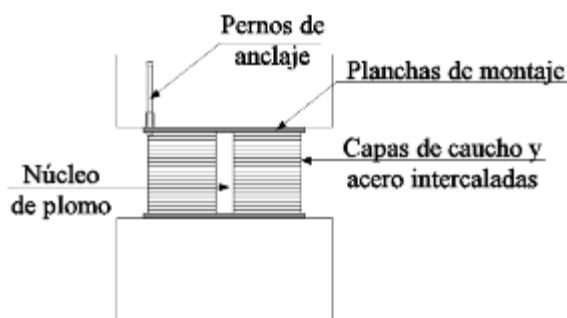


4.8 Cualidades Geométricas y Dinámicas de Aislantes

Durante el transcurso del proceso de desarrollo iterativo, los valores que constituyen las cualidades del aislador son aquellos que sufren cambios a lo largo del tiempo. La investigación de un aislador sísmico se lleva a cabo con el uso de fotografías.

Figura 80.

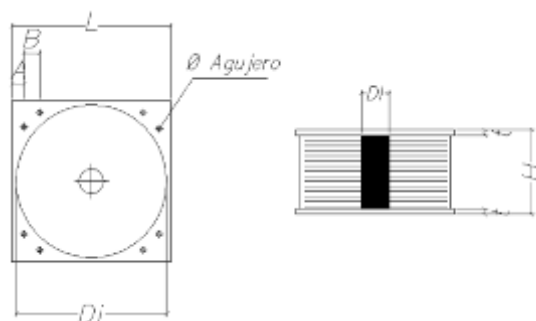
Partes de un Aislante Sísmico



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

Figura 81.

Cualidades Geométricas del Aislador.



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

4.8.1 Cualidades Geométricas de Aislantes

Diámetro

El diámetro del aislante sísmico es directamente relacional al peso axial para la que fue construido, y esto es cierto tanto en los casos en que no hay desplazamiento en absoluto como en las situaciones en las que hay un desplazamiento total máximo. Esto es así independientemente de si el desplazamiento es del cien por ciento. Durante el transcurso del proceso de diseño, el fabricante tiene la flexibilidad de realizar modificaciones en los estándares que se utilizan en el cálculo del diámetro supuesto. Sin embargo, es importante señalar que estas modificaciones deben estar en línea con las cualidades dinámicas del aislante:

Tabla 18.

Diámetro Asumido Después de las Iteraciones

Clase	Diámetro (m)
LRB B	0.70
LRB C	0.75

Altura

Dentro del aislante sísmico elastomérico, las capas de acero y caucho que lo componen se encuentran intercaladas entre sí. En el proceso de determinación de las propiedades del aislador dinámico, la altura del caucho es el único parámetro que se toma en cuenta. En caso de que el fabricante concluya que es imprescindible, tiene la potestad de modificar este número para asegurar que cumpla con los requerimientos que se secuencian seguidamente.

Tabla 19.

Altura Asumida después de las Iteraciones

Clase	Altura solo Caucho (m)
LRB B	0.18
LRB C	0.17

Diámetro de Pb

Es factible que el sistema recupere su estado original luego de que haya ocurrido un evento sísmico porque proporciona rigidez y amortiguación, ambas determinadas por el diámetro del plomo. Esto hace posible que la estructura vuelva a su estado inicial. Las cualidades dinámicas a las que usted prevé acceder por su parte determinarán el método en el que funciona esta opción, que variará en función de la circunstancia. Con el fin de lograr el objetivo de permitir la deformación por corte en lugar del pandeo, se estima que el diámetro del núcleo debe ser el 13% del diámetro del aislador. Tras la finalización de todas las iteraciones realizadas, el diámetro de cable previsto para el aislador es el siguiente:

Tabla 20.

Diámetro de Pb Asumido luego de las Iteraciones (13%)

Clase	Diámetro de Plomo (cm)
LRB B	0.09
LRB C	0.12

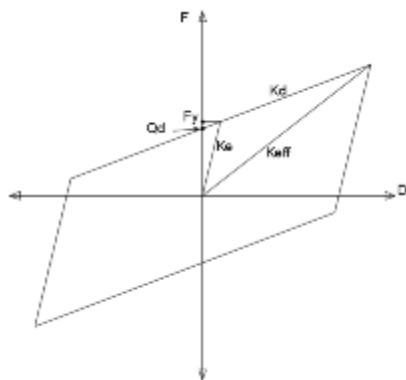
4.8.2 Cualidades Dinámicas

4.8.2.1 Aislantes

Mediante el uso de gráficos de fuerza-desplazamiento, es posible ilustrar las cualidades dinámicas del aislante LRB (Figura 87)

Figura 82.

Curva de Histéresis del Aislante Elastoméricos con Centro de Pb (LRB)



Nota. Norma Americana ASCE/SEI 7-2016

4.8.2.2 Firmeza Inicial (K_e)

La distonía se caracteriza por una pérdida de flexibilidad en el movimiento cuando se mueve a poca velocidad. Debido a esta firmeza, los efectos de la deformación del aislante, la aceleración sísmica menor y la fuerza del viento se vuelven menos severos de lo que hubieran sido de otra manera.

$$K_e = 10 * K_d$$

Tabla 21*Firmeza Inicial Conforme al Aislante*

Clase	K_e tn/m
LRB B	1190
LRB C	1132

4.8.2.3 Fuerza de Histéresis (Qd)

$$Q_d = \sigma_y * A_p$$

Donde:

Qd: Fuerza histerética.

 σ_y : Esfuerzo de fluencia de plomo puede ser de 670-1510 Tn/m².A_p: Área de corte del plomo.

Y:

Tabla 22.*Fuerza de Histéresis Según Aislador*

Clase	Q_d tn
LRB B	5.7
LRB C	9.1

4.8.2.4 Fuerza de Fluencia (Fy)

$$F_y = \frac{Q_d * K_e}{K_e - K_d}$$

Y:

Tabla 23.*Fuerza de Fluencias Conforme al Aislante*

Clase	F_y tn
LRB B	6.4
LRB C	10.2

4.8.2.5 Deslizamiento de Fluencia (Δ_y)

$$\Delta_y = \frac{F_y}{K_e}$$

Y:

Tabla 24*Deslizamiento de Fluencia conforme Aislante*

Clase	Δ_y m
LRB B	0.005
LRB C	0.009

4.8.2.6 Firmeza Efectiva (K_{eff})

$$K_{eff} = \frac{F_{max}}{\Delta} = \frac{Q_d + K_d * \Delta}{\Delta}$$

Donde:

 F_{max} : Fuerza para el máximo deslizamiento. Δ : El plan estructural varía conforme la evaluación, el modelo y la sismicidad máxima.

Lográndose:

Tabla 25

Firmeza Efectiva conforme con Aislante

Clase	$K_{eff D} tn/m$	$K_{eff M} tn/m$
LRB B	153	134
LRB C	167	140

4.8.2.7 Fuerza Disipada por Ciclo (EDC)

$$EDC = 4 * Q_d * (\Delta - \Delta_Y)$$

Y:

Tabla 26

Firmeza Efectiva según Aislador (EDC)

Clase	$EDC - D tn. m$	$EDC - M tn. m$
LRB B	3.8	6.3
LRB C	5.9	9.9

4.8.2.8 Amortiguamiento Efectivo

$$\beta_{eff} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{EDC}{K_{eff} * \Delta^2} \right)$$

Y:

Tabla 27

Amortiguamiento Efectivo Según Aislador

Clase	$\beta_{effD} \%$	$\beta_{effM} \%$
LRB B	14	10
LRB C	19	14

Las cargas máximas de terremotos en las orientaciones horizontales y verticales se tienen en cuenta en Pmax. También se tienen en cuenta las cargas de servicio pesadas, las cargas máximas en los aisladores y las cargas máximas de terremotos:

Tabla 28*Cargas de Gravedad en Servicio por Cada aislador*

Tipo	CM (ton)	CV (ton)	$M=CM+0.5*CV$ (ton)	P MAX (ton)
Slider A	190	30	205	404
LRB C	286	81	327	551
LRB B	283	79	323	534
LRB C	288	81	329	555
LRB C	293	83	334	564
Slider A	183	45	205	417
Slider A	178	44	201	401
LRB C	286	81	327	551
LRB B	248	66	281	467
Slider A	198	51	224	433
LRB B	247	66	281	461
LRB C	300	71	335	623
LRB C	285	81	326	550
Slider A	188	47	211	428
Slider A	175	44	197	396
LRB B	281	79	320	537
LRB B	200	51	225	422
Slider A	199	51	225	439
LRB B	280	78	319	537
LRB B	196	49	221	420
Slider A	176	44	197	392
LRB B	282	79	322	546
LRB B	226	56	254	479
LRB B	270	68	303	503
LRB B	230	53	256	468
LRB B	265	67	299	497
LRB B	282	79	321	542
LRB B	194	49	219	433
Slider A	176	44	198	390
LRB B	244	59	273	481
LRB B	242	57	271	482
LRB C	319	86	362	609
LRB B	284	80	324	547
Slider A	176	44	197	400
LRB B	197	50	222	429
Slider A	176	44	198	394
LRB B	279	77	317	534
Slider A	193	44	215	389
Slider A	156	34	173	360
LRB B	262	70	297	492
LRB B	281	79	320	542
LRB B	194	49	219	427
Slider A	176	44	198	392



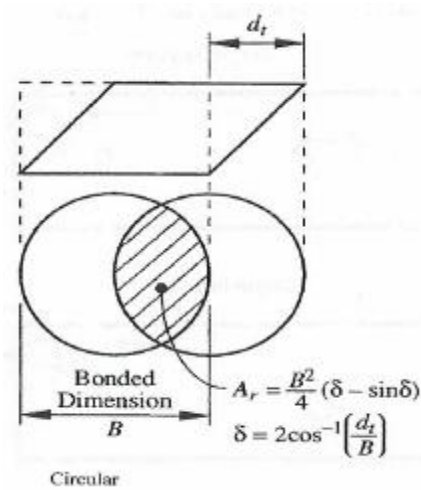
LRB B	280	79	320	533
LRB B	211	52	238	451
Slider A	199	51	225	431
Slider A	199	51	224	436
LRB B	271	75	309	531
Slider A	181	44	203	421
Slider A	176	44	198	395
LRB C	286	81	326	551
LRB B	248	66	281	462
Slider A	198	51	224	428
LRB B	247	66	280	461
LRB C	277	78	315	549
LRB C	277	64	309	577
Slider A	166	40	186	394
Slider A	174	43	196	391
LRB C	290	83	332	557
LRB C	286	81	327	552
LRB B	283	79	323	539
LRB C	289	81	330	557
LRB C	294	83	335	566
Slider A	176	44	198	397
Slider A	188	30	203	398
LRB C	264	59	293	602
Slider A	176	29	190	383
LRB B	193	47	217	463
LRB B	195	49	220	429
LRB B	218	54	245	469
LRB C	273	60	303	568
Slider A	175	29	190	379
LRB B	281	78	320	546
Slider A	60	17	68	112
Slider A	61	17	70	110
Slider A	168	42	189	400
Slider A	160	37	178	303
Slider A	172	42	193	330
LRB C	291	83	332	557

4.8.2.9 Disposición Axial del Aislante Sísmico

En el proceso de cálculo del factor de seguridad del aislante, se tienen en cuenta tanto los estados no deformados como los totalmente deformados (DTM). Esto se hace para garantizar que se obtengan los resultados más precisos. Es necesario que el fabricante del aislador proporcione una certificación matemática para establecer que los elementos se construyeron con áreas chicas, en lugar de zonas grandes, para aguantar con éxito las fuerzas sísmicas máximas. Todas las ecuaciones que se presentan en este informe aritmético deben ser coherentes con esta verificación para que se considere adecuada.

Figura 83.

Vista planta y Elevación con la Reducción de Área del Aislador Debido DTM.



Factor de Forma (S)

$$S = \frac{\frac{\pi}{4} * (B^2 - Dp^2)}{\pi * B * t_i}$$

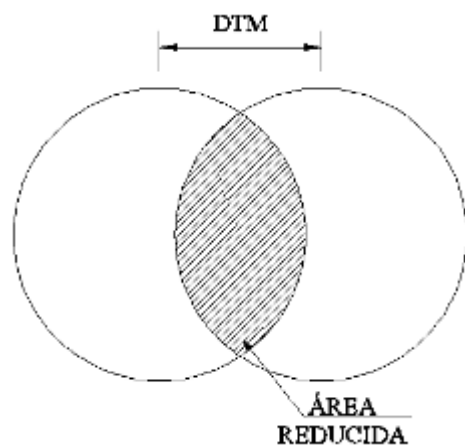
4.8.2.10 Disminución de Área del Aislante a Condición Deformada

La región de un aislante que es responsable de sostener la carga axial eventualmente se comprimirá como resultado de la deformación que se produce en el aislador. Tanto el diámetro del aislador como el grado de deformación al que estará expuesto tendrán un papel en la determinación del grado de contracción que se produce en esta situación específica. Con el fin de garantizar que el cálculo de la disminución porcentual sea correcto con referencia a:

$$R(\Delta) = 2 * \frac{B^2 * \text{Arcsen}\left(\frac{\sqrt{B^2 - \Delta^2}}{B}\right) - \Delta * \sqrt{B^2 - \Delta^2}}{\pi * B^2}$$

Figura 84.

Vista en planta del área de aislante reducida a DTM



4.8.2.11 Disposición por Deformación por Compresión

Deformación por Corte

$$\gamma_{\Delta} = \frac{\Delta}{T_r}$$

El fabricante está obligado a limitar esta deformación a un nivel que sea 250% mayor que su valor inicial para evitar la acumulación de deformaciones relacionadas con el cizallamiento.

En comparación con su forma inicial, la forma del caucho natural puede deformarse hasta un 600% más de lo que era originalmente.

Al realizar una evaluación de la capacidad axial, es crucial considerar una serie de situaciones de seguridad:

$$FS_{\Delta=0} = 3.00$$

$$FS_{\min_{\Delta=DTM}} = 1.0$$

Es de suma importancia garantizar que los aisladores no estén sujetos a altas tensiones axiales cuando se trata de aisladores. Por ello, es crucial confirmarse que la presión máxima que se aplica no supere los 17,25 MPa dentro de una zona circular que tiene un diámetro B. Esto se debe a que este es el caso. Después de tener todo esto en cuenta, es de suma importancia reconocer que los aisladores que han sido sometidos a una enorme tensión no muestran el comportamiento bilineal histéresis que se predice.

a) COMPROBACIÓN PARA DESLIZAMIENTO CERO (0.00 m)

Tabla 29.

Comprobación para Deslizamiento Cero Según Aislante

Tipo	Cap. Volt. (ton)	Cap. Comp. (ton)	Cap. Perm. (ton)	P max. (ton)	F _s	Condición F _s ≥ 3.0
LRB B	1692	2323	1692	324	5.2	OK
LRB C	1792	2592	1792	362	4.95	OK

b) COMPROBACIÓN PARA DESLIZAMIENTO FINAL LÍMITE (DTM)

Se tomo en cuenta:

Tabla 30.

Comprobación para Deslizamiento Final Límite conforme Aislante

Tipo	Ar(m ²)	Θ (rad)	DTM (m)	Cap. Volt. (ton)	P max. (ton)	F _s	Si F _s ≥ 1.1
LRB B	0.15	0.03	0.35	733	551	1.3	OK
LRB C	0.16	0.03	0.35	717	623	1.2	OK

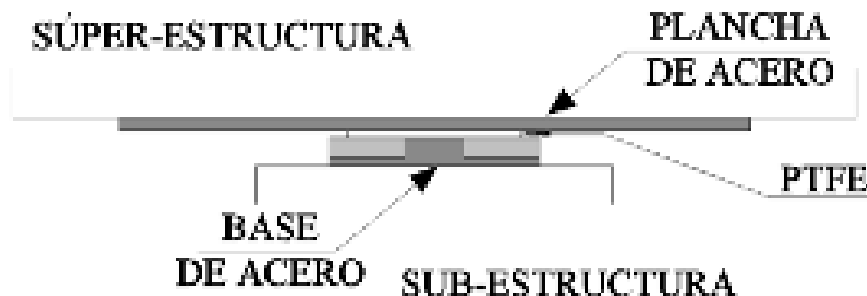
4.8.2.12 Deslizadores

Estos individuos son escoltados por deslizadores (Deslizador A) de una manera análoga a la forma en que se acompaña a los isleños.

Hay tres componentes que forman los frenos de fricción básicos. Estos componentes incluyen placas de acero, pastillas de teflón y placas de metal. Para el propósito de referirse al politetrafluoroetileno, se utiliza a menudo la abreviatura PTFE. Durante la acción de un terremoto, se deslizan uno contra el otro, lo que finalmente resulta en la pérdida de energía debido a la fricción. Esto conduce a la pérdida de energía.

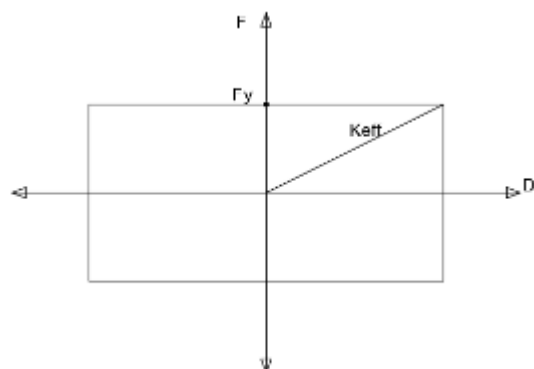
Figura 85.

Deslizador de Fricción.



Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

En vista del coeficiente de fricción que tiene, el PTFE, y no el caucho, es la sustancia responsable de las características. Solo este elemento exhibe la rigidez efectiva; no se presenta ni la rigidez secundaria ni la original. Esto es lo único que indica la firmeza efectiva.

Figura 86.*Deslizamiento Histerético de Deslizador PTFE (Slider A)*

Nota. Comunidad para la Ingeniería Civil

4.8.2.13 Fuerza de “Fluencia” F_y

Curva de Histéresis.

$$F_y = \mu * N$$

Donde:

μ : Coeficiente de fricción.

N : Fuerza de trineo media de $CM+0.5CV$.

Tabla 31*Fuerzas de Fluencia*

Tipo	Slider A
μ	0.1
N (ton)	193
F_y (ton)	20

4.8.2.14 Firmeza Efectiva

Rigidez evalúa para sismo máximo y de diseño

$$K_{eff} = \frac{\mu * N}{\Delta}$$

Tabla 32

Rigidez Efectiva

Tipo	Slider A
K eff D (ton/m)	118
K eff M (ton/m)	72

4.8.2.15 Amortiguamiento Efectivo

Máxima amortiguación sísmica y de diseño del sistema.

$$\beta_{eff} = \frac{2}{\pi} - \left(\frac{\mu * N}{\pi * \Delta * K_e} \right)$$

$$\beta_{effD} = 64\%$$

$$\beta_{effM} = 64\%$$

Cualidades Dinámicas del Sistema de Aislamiento

Firmeza Efectiva

Suma la contribución de cada elemento

$$\Sigma(K_{effD}) = 11280 \text{ tn/m}$$

$$\Sigma(K_{effM}) = 8815 \text{ tn/m}$$

Amortiguamiento Efectivo

Cuenta el aporte de los elementos en amortiguadores.

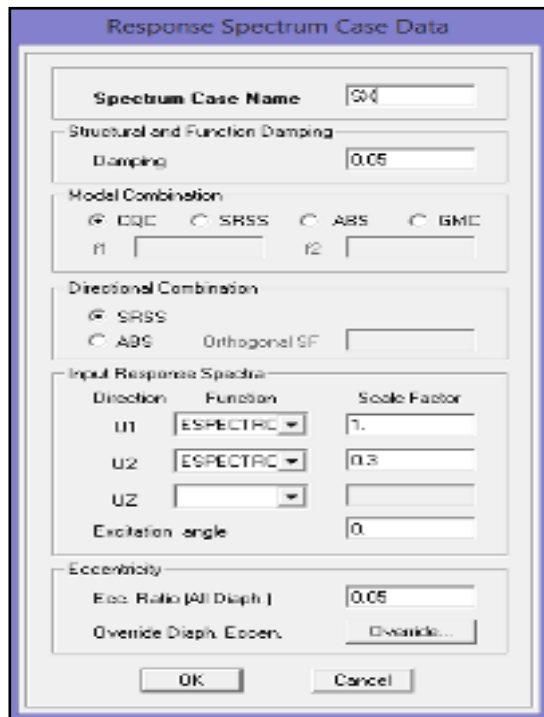
$$\beta_{effD} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{EDC_T}{\sum K_{effD} * \Delta^2} \right)$$
$$\beta_{effD} = 30 \%$$
$$\beta_{effM} = 24 \%$$

4.9 Evaluación Dinámica

El análisis del espectro dinámico se realizó con la ayuda de Etabs versión 21, que fue utilizado. Hay 2 maneras distintas de utilizar el espectro de modelo en caso de un sismo: cien por ciento en la dirección principal y treinta por ciento en el método secundario.

Figura 87.

Definición de Carga de Sismo.



Es necesario hacer uso de los coeficientes de amortiguamiento y rigidez efectiva del aislador/deslizador para realizar una investigación del espectro dinámico lineal.

La siguiente sería la ecuación que se utilizaría para calcular el coeficiente de amortiguamiento horizontal:

$$C = \frac{EDC * T}{2\pi^2 * D^2}$$

Donde:

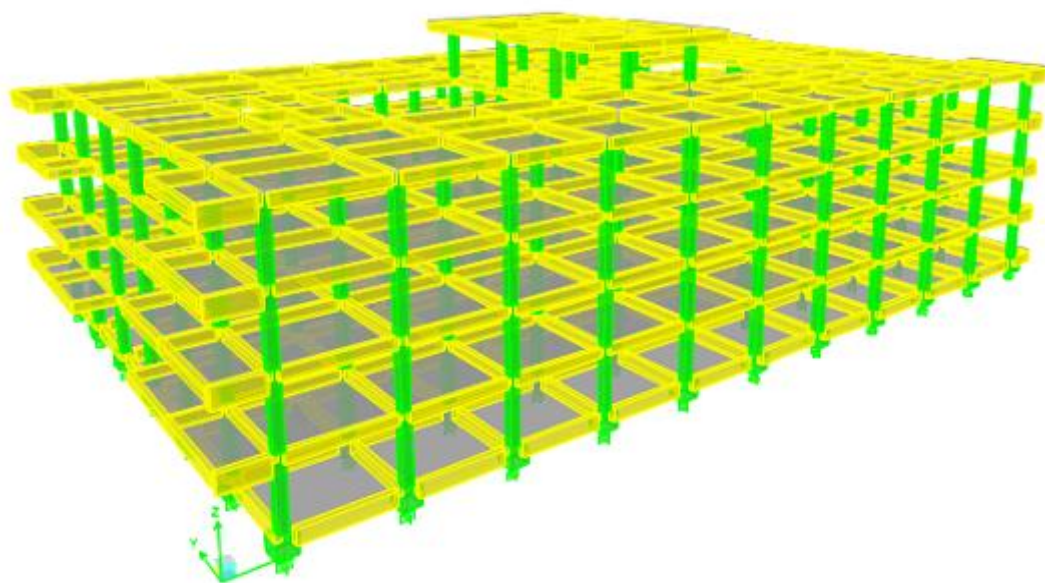
EDC: Energía Disipada por Ciclo

T : Lapso objetivo del sistema.

D : Reubicación de la estructura.

Figura 88.

Vista en 3D del Modelo Matemático



4.9.1 Modo Fundamental

Existe una tasa de intervención que es superior al noventa por ciento en cada uno de los tres modos básicos. Cuando ocurre un evento sísmico, la estructura exhibirá movimiento en una dirección transversal en lugar de sufrir un desplazamiento rotacional. Esto se debe a que la construcción está diseñada para comportarse de esta manera.

Las tasas de participación generales se determinan comparando las tasas de participación de las formas de vibración principales para cada bloque que se utilizó en la construcción del dispositivo. Esto se hace con el fin de calcular las tasas de participación generales.

Tabla 33.

Modos de Vibración para $T=2.82$ Seg.

Modo	Periodo (Seg.)	Masa Participativa en X (%)	Masa Participativa en Y (%)
1	2.82	0.0	99.6
2	2.81	99.7	0.00
3	0.07	0.0	0.0
Suma		99.7	99.6

4.9.2 Resultados Finales

Las características dinámicas de los deslizadores y aisladores se desglosan en las siguientes categorías, que se incluyen en la siguiente lista: Dentro del contexto de MCE, CSM tiene en cuenta las ocurrencias sísmicas que tienen lugar tanto en la orientación horizontal como en la vertical:

Tabla 34.*Cualidades Dinámicas Finales Para Cada Aislante*

TIPO	CANTID	1.25CM+1.25CV+CS M (tn)	SISMO DE DISEÑO		SISMO	
	AD		Keff	B eff (%)	Keff	B
Slider	30	439	118	64	72	64
LRB B	32	547	153	14	134	10
LRB C	17	623	167	19	140	14

4.9.2.1 Derivas de Entrepiso a Sismo De Diseño, no se Aplicó el**Factor de 0.75****Tabla 35***Derivas de Entrepiso a Sismo de Diseño*

PISO	X-X (‰)	Y-Y (‰)
5	0.52	0.62
4	0.81	0.98
3	1.29	1.54
2	2.16	2.54
1	2.24	2.63

4.9.2.2 Aceleraciones Espectrales de Entrepiso a Sismo de Diseño**Tabla 36***Aceleraciones Espectrales de Entrepiso a Sismo de Diseño*

PISO	X-X (g)	Y-Y (g)
5	0.1	0.13
4	0.09	0.11
3	0.09	0.10
2	0.08	0.09
1	0.08	0.09



4.10 Discusión

El objetivo principal del proyecto fue evaluar el diseño para el desempeño sísmico y el funcionamiento continuo mediante el uso de aisladores sísmicos. Esto se hizo con la intención de establecer un hospital en Arequipa. Fue la investigación la que creó la oportunidad para que se llevara a cabo este logro. Las investigaciones han demostrado que la eficacia y eficacia de los aislantes de caucho elastomérico con centro de Pb, cuando se combinan con desplazadores planos, tienen una influencia beneficiosa en el desenvolvimiento sísmico de los sistemas de concreto con acero tipo portal en los hospitales. Esto es así porque se ha demostrado que la combinación de estos dos componentes tiene un impacto positivo. La duración del tiempo se incrementa, las aceleraciones en el piso se reducen y las derivas se reducen en gran medida cuando se utiliza esta combinación. Como consecuencia de esto, se evitan daños tanto estructurales como no estructurales y se protege el contenido del hospital.

A continuación, proporcionaremos los resultados de cada objetivo específico que se ha discutido en este artículo, teniendo en cuenta la información de fondo que se ha presentado.

Con relación al Objetivo Específico 1 es posible visualizar que las derivas límites halladas en:

Figura 89.

Contraste de las Derivas Finales de Las Evaluaciones Estática, Dinámica y apoyo Aislado

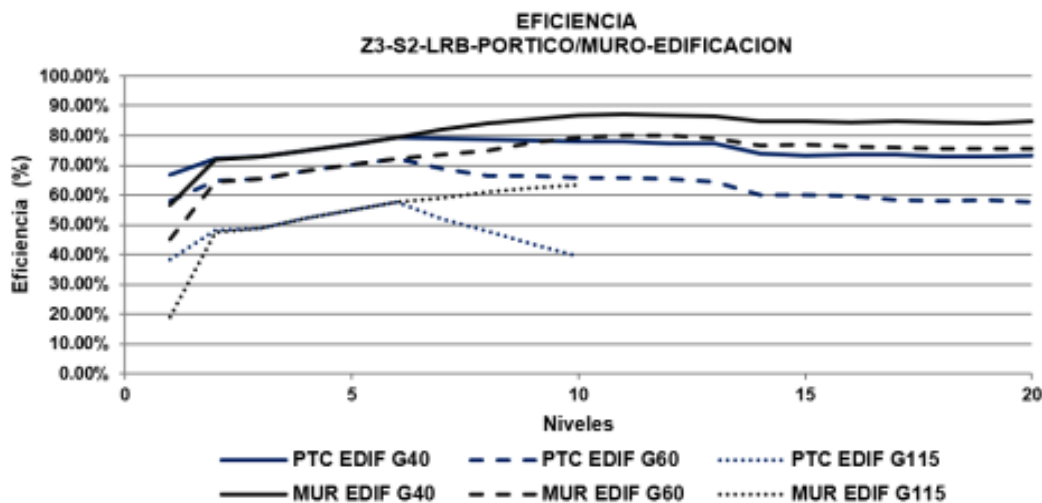
Nivel	DESPLAZAMIE. ESTÁTICO				DESPLAZAMIE. DINÁMICO				BASE AISLADA			
	Deriva de entrepiso	Desplazamiento análisis X-X	Deriva de entrepiso	Desplazamiento análisis Y-Y	Deriva de entrepiso	Desplazamiento análisis X-X	Deriva de entrepiso	Desplazamiento análisis Y-Y	Desplazamiento análisis X-X	Desplazamiento análisis Y-Y	Disminuye en X-X %	Disminuye Y-Y %
Quinto piso	0.000618	0.0032445	0.000678	0.0035595	0.000466	0.0024485	0.00052	0.00273	0.00052	0.00082	78.745	77.289
Cuarto piso	0.000775	0.00408875	0.00073	0.0038325	0.000568	0.002982	0.0005	0.002625	0.00082	0.00098	72.502	62.667
Tercer piso	0.000897	0.00470925	0.000821	0.00431025	0.000668	0.003507	0.000573	0.003008	0.00129	0.00154	63.216	48.807
Segundo piso	0.000918	0.0048195	0.000841	0.00441525	0.000694	0.0036435	0.000598	0.003140	0.00218	0.00254	40.716	19.095
Primer piso	0.00061	0.0028775	0.000481	0.00252525	0.000397	0.002031	0.000347	0.001821	0.00224	0.00283	10.290	15.201

En el nivel 5, los datos indican que el deslizamiento en el sentido X-X disminuyó de 0,002446 a 0,00052, mientras que el deslizamiento en el sentido Y-Y disminuyó de 0,00273 a 0,00062. Ambas disminuciones se produjeron con la misma intensidad. Estas dos disminuciones se dieron en el mismo nivel y en la misma escala. Este resultado específico muestra una reducción del 77,29% en la dirección Y-Y y una disminución del 78,75% en la dirección X-X. Ambas disminuciones se muestran como porcentajes.

Ricardo Ramon Oviedo Sarmiento, quien posee un título de Master of Science, y Genner Alvarito Villarreal Castro, quien posee un título de Doctor of Philosophy, son los autores de un artículo titulado "Eficiencia de los aisladores elastoméricos en la mitigación de la aceleración sísmica en la base de estructuras de hormigón armado sometidas a registros sísmicos peruanos". Ambos individuos tienen títulos en el campo de la ciencia. Todo el contenido que se incluye a continuación:

Figura 90.

Curva de Eficiencia de los Aislantes Elastoméricos para la Zona Sísmica 3 y Suelos Intermedios S2



Nota. Artículo científico “Eficiencia de los Aisladores Elastoméricos en la Reducción de la Aceleración Sísmica en la Base De Edificaciones de Concreto Armado Sometidos a Registros Sísmicos Peruanos”. Para la zona sísmica Z3 y la clase de superficie S2, la curva de eficiencia de un pórtico de hormigón armado con módulos elásticos que van desde G40 a G115 muestra una eficiencia que varía del 48 por ciento al 87 por ciento para los primeros diez pisos. Este porcentaje de eficiencia se basa en la eficiencia general del pórtico. La Figura 95 ilustra esta información para su lectura. En el caso de que nuestra investigación, que se define por características similares, se corresponde con el espectro de los valores hallados proporcionados por Villareal y el Msc Oviedo.

Mientras que, el lapso en la evaluación dinámica para el sentido X-X fue de 0,351 segundos, pero ha aumentado drásticamente a 2,82 segundos en el terremoto más grande en la base aislada. Este es un aumento enorme. Se trata



de un aumento del 803,4%, que es comparable a un aumento que es ocho veces mayor que el anterior.

Durante el período de tiempo que se examinó para la investigación dinámica, la dirección Y-Y arrojó un resultado que fue de 0,32 segundos de duración. Este resultado ha ascendido a 2,82 segundos durante el mayor terremoto ocurrido en la base aislada. Esto marca un aumento del 801,1 por ciento y también es ocho veces mayor que el valor anterior.

Este valor se desplomó a 0,1 segundos en el mayor terremoto en la base aislada, lo que implica una reducción del 96,49% o una disminución considerable. La dirección X-X proporcionó inicialmente un valor de 2,85 segundos en el análisis dinámico de la aceleración; sin embargo, este valor cayó a 0,1 segundos en la base aislada.

La cifra de 3,09 segundos fue generada por la dirección Y-Y en la investigación dinámica cuando se trataba de la aceleración que se estaba investigando. Sin embargo, este valor ha disminuido drásticamente a 0,13 segundos en el terremoto más alto en la base aislada, lo que implica una reducción del 95,79%.

Con relación al Objetivo Específico 2, el uso de desplazadores planos en combinación ha demostrado ser la combinación más eficiente de aisladores en el mercado. A pesar de que tiene una rigidez efectiva baja y una amortiguación efectiva alta, esta combinación no posee ninguna fuerza de recuperación. Sin embargo, las versiones elastoméricas tienen una rigidez efectiva alta pero una característica de amortiguación efectiva baja. Esto contrasta con las otras características.

Tabla 37.

Eficacia de Amortiguamiento y Firmeza en Aislantes Elastoméricos y Slider.

Clase de Aislante Elastomérico			Amortiguamiento			
Cojinete de goma natural (HDR)			10 - 5 %			
Cojinete de goma de elevado amortiguamiento (HDRB)			20 - 10 %			
Cojinete de goma y Pb (LRB)			35 - 15 %			

TIPO	CANTIDAD	1.25CM+1.25CV+CSM (tn)	SISMO DE DISEÑO		SISMO MÁXIMO	
			Keff (tn/m)	B eff (%)	Keff (tn/m)	B eff (%)
Slider A	30	439	118	64	72	64
LRB B	32	547	153	14	134	10
LRB C	17	623	167	19	140	14

Respecto al Objetivo Específico 3, para crear el sistema, se utilizó un enfoque iterativo como método de elección. Las características geométricas y dinámicas de los deslizadores y aislantes, también de la disposición de las piezas, se modificaron como parte de este enfoque para alcanzar el grado de rendimiento que se buscaba. Hubo una serie de tareas que se incluyeron en esto, incluido el control de las derivas entre pisos, la reducción de aceleraciones dentro del sistema y el alivio de tensiones en los agentes estructurales. En términos de rendimiento, el Bloque A pudo alcanzar el nivel que se describe en los párrafos siguientes.

Figura 91.

Grado de desenvolvimiento Para el Apoyo Fijo y Apoyo Aislado

	Periodo de retorno	NIVELES DE DESEMPEÑO			
		Operacional	Ocupacion Inmediata	Seguridad de Vida	Prevencion al Colapso
Niveles de Peligro Sísmico	72 años (Ocacional)				
	474 años (Raro)				
	970 años (Muy raro)				

	Periodo de retorno	NIVELES DE DESEMPEÑO			
		Operacional	Ocupacion Inmediata	Seguridad de Vida	Prevencion al Colapso
Niveles de Peligro Sísmico	72 años (Ocacional)				
	474 años (Raro)				
	970 años (Muy raro)				

Nota. Se tuvo como base Vision 2000.

Con relación al Objetivo Específico 4, la vulnerabilidad sísmica puede analizarse de la siguiente manera como consecuencia de la técnica iterativa, la ubicación ventajosa de los aisladores, la integración de aisladores elastoméricos con deslizadores planos y la consecución de los parámetros objetivos de acuerdo a lo siguiente: En la dirección X-X, las derivas cayeron de 0,002446 a 0,00052, mientras que en la dirección Y-Y, las derivas se redujeron de 0,00273 a 0,00062. Ambas derivas se produjeron en la misma dirección. Del 0,007 que exige la norma peruana E-030, esto supone una mejora sustancial con respecto al valor anterior. El crecimiento en la dirección X-X alcanzó 803,4% durante el periodo en cuestión, lo que es similar a un aumento de ocho veces. Además, el crecimiento en la dirección Y-Y observó una ganancia de 801,1%, lo que también es indicativo de un aumento de ocho veces. Ambos factores indican que el crecimiento en ambas direcciones fue de ocho veces. La aceleración en la dirección X-X se ha reducido considerablemente, disminuyendo en un 96,49% en contraste con la reducción del 95,79% en la dirección opuesta. Este es un punto de interés adicional que me viene a la mente.



CONCLUSIONES

1. Durante la fase de tipo pórtico del hospital, se ha demostrado mediante un examen del rendimiento y la eficacia de los aislantes elastoméricos de caucho de Pb en conjunción con desplazadores planos que existe una influencia a favor en el rendimiento sísmico del sistema de concreto con acero. Esto se descubrió mediante el uso de deslizadores planos. Para lograr este objetivo, se implementaron varias estrategias diferentes. Estas estrategias incluyeron extender el período, minimizar las aceleraciones del piso, reducir significativamente las derivas, prevenir daños estructurales, no estructurales y de contenido, garantizar el bienestar y tranquilidad de los que la usan y el personal, y establecer un estándar de rendimiento operativo para cada sismo específico.
2. Se encontró que la deriva entre pisos sugirió una eficiencia efectiva del 77,29% en la dirección Y-Y, mientras que indicó una eficiencia del 78,75% en la dirección X-X. Esta colección particular de resultados se obtuvo del nivel que se consideró el más importante.
3. En el marco del proceso de diseño, se utilizó un enfoque iterativo. Para lograr la alineación con el centro de masas de la superestructura, esta técnica requirió la distribución de diversas rigideces y la combinación adecuada de dichas rigideces. Además, las características dinámicas y geométricas de los deslizadores y aisladores se alteraron en diferentes etapas durante el proceso de diseño debido a las alteraciones que se realizaron. La ejecución de esto se llevó a cabo con la meta de acortar los efectos de la torsión y, como consecuencia, lograr los parámetros de la estructura aislada que



originalmente se planearon obtener. Para crear este diseño, se utilizaron las técnicas de cálculo que se definen en el código ASCE/SEI 7 2016. Adicionalmente, este diseño se estableció en colaboración con la norma peruana E 031-2019 para procesos de diseño.

4. En el sentido X-X, las derivas se redujeron de 0.002446 a 0.00052, mientras que en la dirección Y-Y, las derivas se redujeron de 0.00273 a 0.00062. Ambas reducciones son mucho menores que el criterio de 0,007 que establece la NPE-030. Seguidamente se muestra una evaluación de la vulnerabilidad sísmica que tuvo lugar como consecuencia de la incorporación de escudos sísmicos. Aumentó en un 803,4% (ocho veces) en la dirección X-X, mientras que aumentó en un 801,1% (ocho veces) en la dirección Y-Y. Ambas tasas de crecimiento son bastante impresionantes. La cantidad total de tiempo creció en un factor de ocho. Además, la aceleración en la dirección X-X disminuyó en un gran 96,49%, mientras que la aceleración en la dirección Y-Y disminuyó en un sustancial 95,79%. Ambas reducciones son bastante notables.



RECOMENDACIONES

1. A pesar de que la estrategia de aislamiento puede ser útil en algunas circunstancias, los países de América Latina necesitan hacer esfuerzos para crear sus propios aisladores y continuar la investigación en este sector. Entre las opciones disponibles, este plan en particular es el único que tiene el potencial de hacer viable el desarrollo de la tecnología en nuestro país.
2. Debido a que los aisladores de péndulo quíntuple proporcionan un desplazamiento horizontal mayor que otros tipos de aisladores, es esencial realizar más investigaciones y pruebas sobre estos dispositivos.
3. En el caso de que se posicionen adecuadamente con respecto al núcleo de masa de la super estructura y el núcleo de firmeza del plan de aislantes, tienen la capacidad de ayudar a limitar los efectos de la torsión. Esto se debe a que pueden ayudar a hacer que la superestructura sea más rígida. Como resultado de la rigidez horizontal mejorada que poseen, este es el caso.
4. En vista de que una falla en este lugar resultaría en el colapso del edificio, es de suma importancia limitar el número de conexiones que existen entre el plan de aislación, la superestructura y la cimentación pues están interconectados.
5. En el perímetro de la estructura única se encuentran las características constructivas más evidentes e importantes. En este caso concreto, se descubrió que la junta debe ser mayor que el deslizamiento límite admisible del plan de aislación, que se determinó en más de 35 centímetros. Es fundamental que la junta cumpla con este requisito. En comparación con



otros tipos de edificios, los edificios tradicionales y las estructuras independientes se distinguen por las particularidades de su construcción.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Layme, P. . (2019). Análisis comparativo de comportamiento y costos de una estructura convencional y una estructura con aislamiento de base. *Repositorio Centroamericano SIIDCA-CSUCA*, 20.
- Aguiar, R. . (2014). *Análisis sísmico de una estructura con aisladores FPS de primera y Segunda generación y elastoméricos con núcleo de plomo*. Ecuador : Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras.
- Brousset, J. . (2017). *Análisis, comportamiento y diseño en concreto armado de un edificio de 6 niveles con un sótano con aislador elastoméricos con núcleo de plomo* . Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín.
- Falconi, R. . (2016). *Aisladores de Base elastoméricos y FPS* . Lima : Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Giraldo P. (2015). *Diseño de edificio de 6 Pisos con aisladores de Base Elastoméricos*. Ecuador : Universidad Estatal Península de Santa Elena. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/310281909/Tesis-Diseño-de-Edificio-de-6-Pisos-Con-Aisladores-de-Base-Elastomericos>
- Mamani, G. (2017). *Análisis, comportamiento y diseño en concreto armado de un edificio de 6 niveles con un sótano con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Medina, G., & Choque, J. (2017). *Análisis, comportamiento y diseño en concreto armado de un edificio de 6 niveles con un sótano con aisladores elastoméricos con núcleo de plomo*. Arequipa: Universidad San Agustín.
- Peña, R. (2017). *Evaluación del desempeño sísmico de un edificio de once pisos utilizando análisis estático y dinámico no -lineal.*; Universidad Privada de Tacna.



Tocto, S. . (2018). *Desempeño sísmico de una estructura de concreto armado con aisladores sísmicos LRB para uso esencial en la ciudad de Trujillo, región La Libertad*, 2018. Trujillo : Universidad Privada del Norte.

Ugaz, W. . (2019). *Propuesta de aisladores sísmicos para la disipación de energía*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.

William C. . (18 de octubre de 2016). *Aisladores sísmicos en el peru* . Obtenido de <https://es.slideshare.net/williamcani/aisladores-ssmicos-en-el-per>

Norma Americana ASCE/SEI 7-2016, Capítulo 17-Seismic Design Requirements for Seismically Isolated Structures.

Norma Peruana de Cargas E-020

Norma Peruana de Diseño -aislamiento Sísmico E-031

Norma Peruana de Diseño Sismo Resistente E-030

Norma Peruana de Suelos y cimentaciones E-050

Norma Peruana de Concreto Armado E-060

A.C.I. 318 – 2008 (American Concrete Institute) - Building Code Requirements for Structural Concrete

UBC 1997 Uniform Building Code

Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings, AISC 1999

Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento. (2018). *Modifican la norma técnica E. 030 Diseño sismorresistente del reglamento nacional de edificaciones*. Lima - Perú: El Peruano. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1>



El Peruano . (17 de octubre de 2022). *Decreto Supremo que aprueba la Norma Técnica*

E.031 "Aislamiento Sísmico" y la incorpora al Índice del Reglamento Nacional

de *Edificaciones*. Obtenido de

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba->

[la-norma-tecnica-e031-aislamie-decreto-supremo-n-030-2019-vivienda-](https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-norma-tecnica-e031-aislamie-decreto-supremo-n-030-2019-vivienda-1823291-2/)

[1823291-2/](https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-norma-tecnica-e031-aislamie-decreto-supremo-n-030-2019-vivienda-1823291-2/)



ANEXOS



ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA



TÍTULO: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE TESISTA: Bach. WILLY WILFREDO ITO CHAMBI

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Instrumentos de medición
Interrogante general ¿Cómo mejorar el desempeño sísmico y funcionalidad continua para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa?	Objetivo general Analizar el diseño por desempeño sísmico y funcionalidad continua con el uso de aisladores sísmicos para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa.	Hipótesis general Con el uso de aisladores sísmicos en base se podrá mejorar el desempeño sísmico y funcionalidad continua para un hospital en la ciudad de Arequipa logrado reducir las derivas máximas menores a 3.5 por mil.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Aisladores Sísmicos DIMENSIONES - Aislador Elastoméricos de bajo amortiguamiento. - Aislador Elastoméricos con núcleo de plomo. - Aislador Elastoméricos de caucho de alto amortiguamiento. - Deslizadores planos o Slider	- Amortiguamiento entre 5 a 10%. - Relajación lineal entre la fuerza cortante y la deformación. - Producen número de ciclo histéricos estables. - Se tiene buena resistencia a la fatiga. - Amortiguamiento entre 15 y 35%. - La fuerza cortante y la deformación es lineal. - La formación de un BUCLE que encierra un área menor al debajo amortiguamiento. - Amortiguamiento entre 10 y 20%. - Ciclo Histeréticos Estables rectangulares. - Fuerza recentrada igual a cero, depende de otro Aislador Elastomérico	VARIABLE INDEPENDIENTE: Aisladores Sísmicos TÉCNICA Investigación bibliográfica, libros, cursos, artículos y Catálogos de fabricantes INSTRUMENTOS 1. Seismic Isolated Structures". de Fazard Naeim and James Kelly. 2. Características de diseño de Aisladores según fabricante. "Dynamic Isolation Systems" Bridgestone. 3. Catálogo de deslizadores planos
Interrogantes específicos 1. ¿Cómo se puede reducir los desplazamientos laterales debido a la fuerza sísmica, para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa? 2. ¿Cómo es el Diseño de una estructura por desempeño con aislamiento sísmico en la base de la estructura según reglamento extranjero? 3. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica de la estructura aislada, para el hospital en la ciudad de Arequipa?	Objetivos específicos 1. Reducir los desplazamientos laterales en relación a la fuerza sísmica, para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa. 2. Realizar el diseño de una estructura por desempeño con aislamiento sísmico en la base de la estructura según reglamento extranjero. 3. Identificar el nivel de vulnerabilidad sísmica para la estructura aislada del hospital en la ciudad de Arequipa	Hipótesis específicas 1. El aislamiento sísmico reduce la fuerza sísmica hasta un 70% y en consecuencia se podrá reducir los desplazamientos laterales hasta 3.5 por mil para una estructura de un hospital en la ciudad de Arequipa. 2. El proceso iterativo, la ubicación de los aisladores de forma conveniente, la combinación y combinación de los aisladores Elastoméricos con los deslizadores planos y llegando a los parámetros objetivos se podrá llegar a un buen diseño para la estructura aislada. 3. Al finalizar el diseño se podrá cuantificar la vulnerabilidad sísmica para la estructura aislada del hospital en la ciudad de Arequipa	VARIABLE DEPENDIENTE: Desempeño Estructural. DIMENSIONES - Propiedades de acero y concreto. - Curva de capacidad (C. Pushover). - Análisis Estructural con Aislamiento Sísmico con programa Etabs V 21. - Diseño de elementos estructurales. - Niveles de Desempeño.	- Momento de Curvatura. - Fuerza Cortante VS. Desplazamiento. - Aceleración espectral VS desplazamiento espectral. - Desplazamiento máximo - Rigidez y amortiguamiento efectivo nominal. - Rango para Rigidez y amortiguamiento efectivo. - Carga axial ultima para el desplazamiento total. - Factores de seguridad requeridos - Factores externos modificatorios de las propiedades. - Diseño de Sub-Estructuras - Estudio de Mecánica de Suelos. - Diseño de la Súper Estructura (Columnas, vigas, losas, nivel cero.) - Daño despreciable - desempeño totalmente operativo. - Daño Leve-desempeño operativo. - Daño moderado – desempeño Seguridad. - Desempeño Pre-colapso.	VARIABLES DEPENDIENTES: Desempeño Estructural TÉCNICA Observación de suelos y aplicación en análisis y modelamiento estructural con software cálculo. INSTRUMENTOS 1. Norma Técnica E. 031. Aislamiento Sísmico. 2. Norma Técnica E. 050 Suelos y Cimentaciones 3. Laboratorio de Mecánica de Suelos. 4. Norma Técnica E. 020 Cargas 5. Norma Técnica E. 030 Diseño Sismo Resistente 6. Norma Técnica E. 060 Concreto Armado 7. Código ASCE/SEI 7 2016 8. Hojas de cálculo excel 9. Computadora, laptop 10. Diseño y Modelamientos estructural con aislamientos sísmico en software de estructuras Etabs v 21.



ANEXO 2

PROPIEDADES DE LOS AISLADORES LRB

Imagen 1

Propiedades de los Aisladores de Núcleo de Plomo.

Lead Rubber Bearing (LRB)

Seismic isolation material certification number by Ministry of Land, Infrastructure and Transport
MVBR-0447 Acquired in February 2012

Product Dimension

Item	Description
Outer diameter : D_o (mm)	
Lead plug diameter : D_i (mm)	
Effective plane area : A_e ($\times 10^2 \text{mm}^2$)	
Thickness of each rubber layer : t_r (mm)	
Number of rubber layers : n	
Total rubber thickness : $H = n \times t_r$ (mm)	
First shape factor $S_1 = D_o / (4 \times t_r)$	
Second shape factor $S_2 = D_o / (n \times t_r)$	
Diameter of flange : D_f (mm)	
Thickness of flange edges/center : t_f/t_{fc} (mm)	
Connecting bolt PCD : PCD (mm)	
Diameter of connecting bolt hole \times qty : d_b (mm) \times qty	
Bolt size (assumption) : M ($d_b - 3$)	
Thickness of each reinforced steel plate : t_s (mm)	
Total height : H_t (mm)	
Total weight 1 (kN) = 1/9.80665 (tonf)	

Rubber Material

Rubber code
(standard temperature 20°C standard strain $y = 100\%$)

Rubber code	Shear modulus G_{90} (N/mm ²)
G4	0.385

Combination of rubber materials (weight ratio %)

Rubber designation	Natural rubber Synthetic rubber	Reinforcement agent, Filler	Vulcanization agent and others
Rubber layers (G0.4)	60 and above	10 and above	25 and below
Cover rubber	40 and above	15 and above	40 and below

Properties of rubber materials

Item	Tensile strength (N/mm ²)	Elongation at Break (%)	Hardness (JIS A)	100% modulus (N/mm ²)	Young's modulus E (N/mm ²)	Bulk modulus E_v (N/mm ²)	Young's modulus correction factor according to hardness
Test Standard	JIS K6251	JIS K6251	JIS K6253	JIS K6251			
Inner rubber	17 and above	600 and above	37 ± 5	0.8 ± 0.2	2.20	1176	0.85
Cover rubber	12 and above	600 and above	-	-			

Steel Material

Each steel part

Reinforced steel plate	Material
Reinforced steel plate	SS400 (JIS G 3101)
Flange plate *1	SS400 (JIS G 3101)
Connecting plate *1	SS400 (JIS G 3101)
Lead plug	Pb (JIS H 2105 special)

*1 : Optionally SM490 (JIS G 3106).

Anti-rust treatment of flange plate

Preparation	Remove rust up to blasting quality of SSPC-SP-10 (SIS Sa 2 1/2)
Primer	Zinc-rich paint 75 μ m \times 1 coat
Middle coat	Epoxy resin paint 60 μ m \times 1 coat
Finishing	Epoxy resin paint 35 μ m \times 1 coat
Total film thickness	170 μ m and above

*1: Standard color is gray.

*2: Others anti-rust treatment of flange plate than painting are also available. Please contact us for more details.

● Shear Properties

■ Equivalent shear stiffness K_{eq} , equivalent damping ratio H_{eq} ,

initial stiffness K_1 , post-yield stiffness K_2 , characteristic strength Q_d

Shear properties of LRB is dependent on shear strain amplitude.

The shear strain dependency of each property is expressed by following equations.

Post-yield stiffness: $K_2 = K_e = C_{sk} \cdot (K_1 + K_e)$

Shear stiffness of laminated rubber: $K_1 = G_r \cdot A_r / H$

Additional shear stiffness by lead plug: $K_e = \alpha_e \cdot A_p / H$

Where, C_{sk} : post-yield stiffness correction factor due to strain dependency

G_r : shear modulus of rubber 0.385N/mm²

γ : shear strain

α_e : apparent shear modulus of lead 0.583N/mm²

Characteristics strength: $Q_d = C_{sk} \cdot \sigma_{sk} \cdot A_r$

Where, C_{sk} : characteristic strength correction factor due to strain dependency

σ_{sk} : Shear stress at yield of lead 7.967N/mm²

Initial stiffness: $K_1 = \beta \cdot K_e$

Where, β : Ratio of initial stiffness to post-yield stiffness which is between 10 – 15.

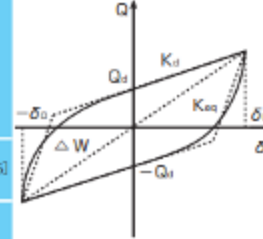
(recommended value: 13)

Equivalent shear stiffness K_{eq}

Equivalent damping ratio

$$K_{eq} = \frac{Q_d}{\gamma \cdot H} + K_e$$

$$H_{eq} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{Q_d \cdot \gamma \cdot H - \frac{Q_d}{(\beta - 1) K_1}}{K_{eq} \cdot (\gamma \cdot H)^2}$$



■ Temperature dependency

Each shear property is corrected to the value at standard temperature of 20°C by following equations.

(Applicable: $-20 \leq T \leq 40^\circ\text{C}$) (T: Temperature during inspection)

● Temperature correction equation : K_e (corrected value at 20°C) = $K_e(T^\circ\text{C}) / (1.052 - 2.955 \times 10^{-5} \cdot T + 1.895 \times 10^{-7} \cdot T^2)$
 Q_d (corrected value at 20°C) = $Q_d(T^\circ\text{C}) / (1.192 - 1.017 \times 10^{-2} \cdot T + 2.722 \times 10^{-4} \cdot T^2)$

● Standard value of temperature dependency Standard temperature (20°C) *1

Properties values	-10°C	0°C	30°C	40°C
Post-yield stiffness K_e	10%	6%	-3%	-5%
Characteristic strength Q_d	36%	23%	-11%	-21%

*1 : 20% variation is considered in the rate of change

■ Performance variation

The rate of change of main causes (manufacturing variation, aging, temperature change) which affect shear properties shall be shown as below.

Rubber materials	GO.4		
Properties	Post-yield stiffness K_e	Characteristic strength Q_d	
Manufacturing variation *2	Within $\pm 10\%$	Within $\pm 10\%$	
Aging *2	Within +10%	-	
Ambient temperature variation 20°C \pm 20°C	(+) side	Within +6%	Within +23%
	(-) side	Within -5%	Within -21%
Total	(+) side	Within +26%	Within +33%
	(-) side	Within -15%	Within -31%

*2 : The variation of each product (standard value) shall be within $\pm 20\%$ and variation of all (per project) products (total of standard values) shall be within $\pm 10\%$. However, if the total units of products is less than 8 units per project, the variation (total of standard values) shall be within $\pm 15\%$.

(Reference: For compressive stiffness K_v , variation of each product (standard value) shall be within $\pm 20\%$.)

*3 : Predicted rate of change after 60 years at 20°C standard temperature. (20% variation is considered in the rate of change)

Nota. Catálogo de aisladores Elastoméricos BRIDGESTONE corporación, 2015

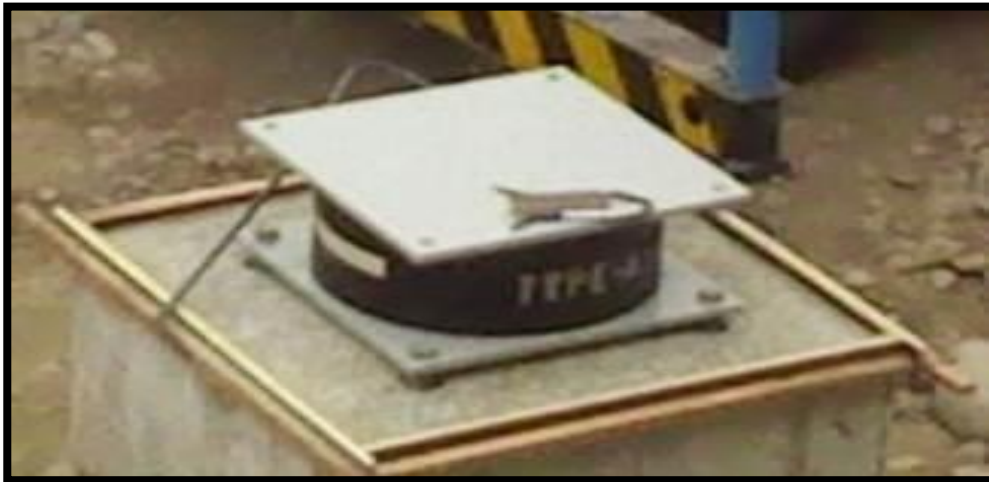


ANEXO 3
PROCESO CONSTRUCTIVO













ANEXO 4

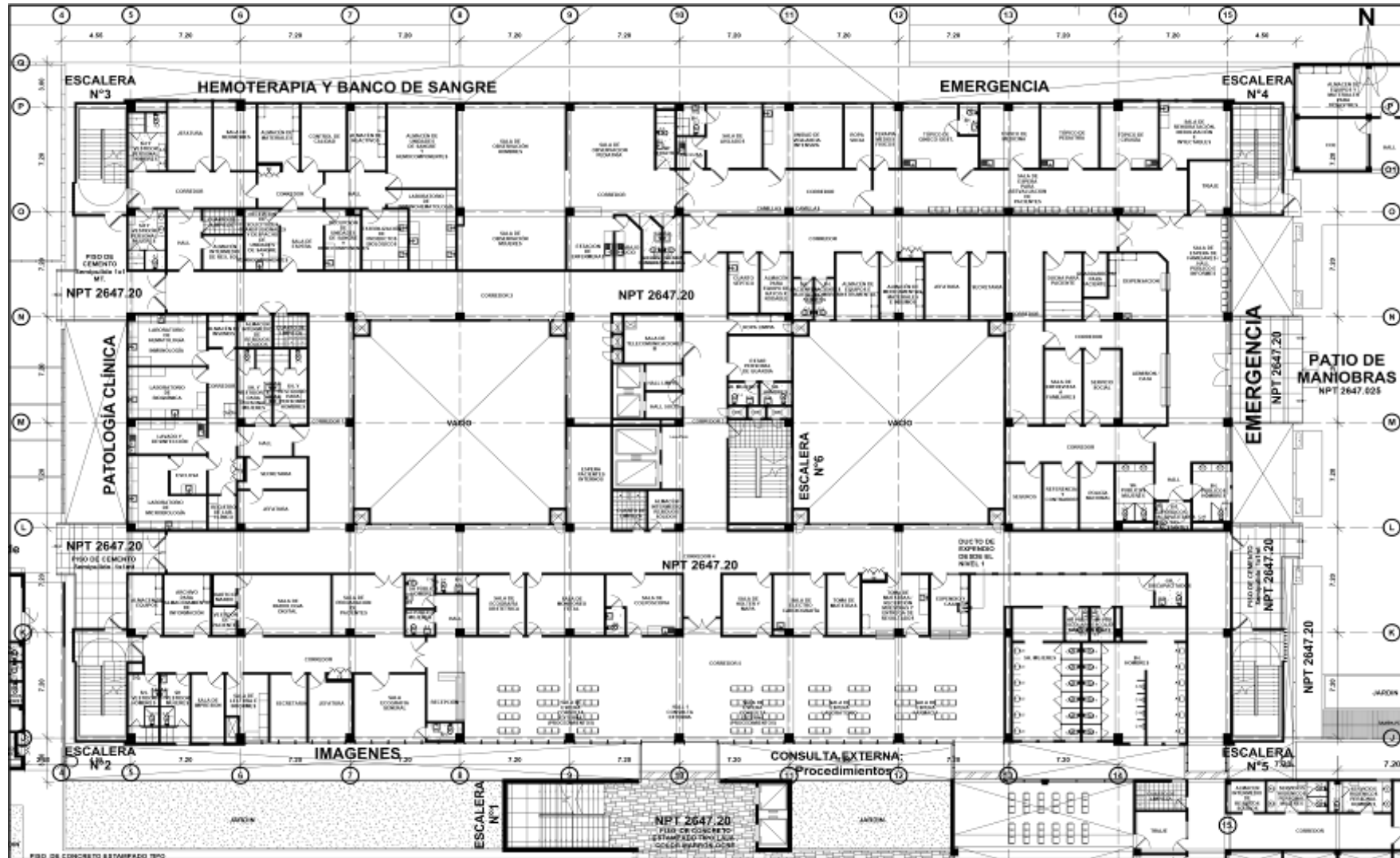
PLANOS

PLANO EN PLANTA NIVEL 1



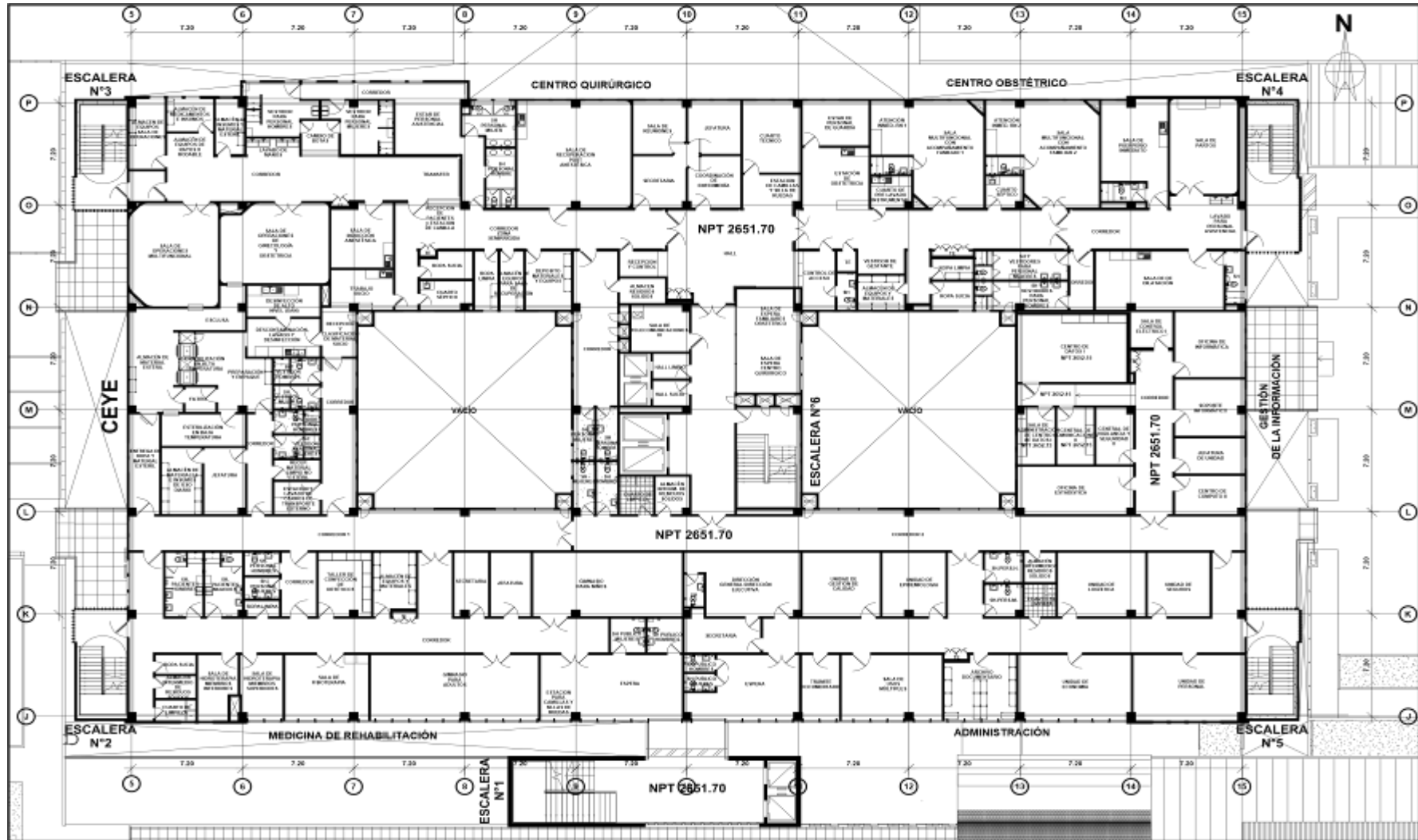


PLANO EN PLANTA NIVEL 2



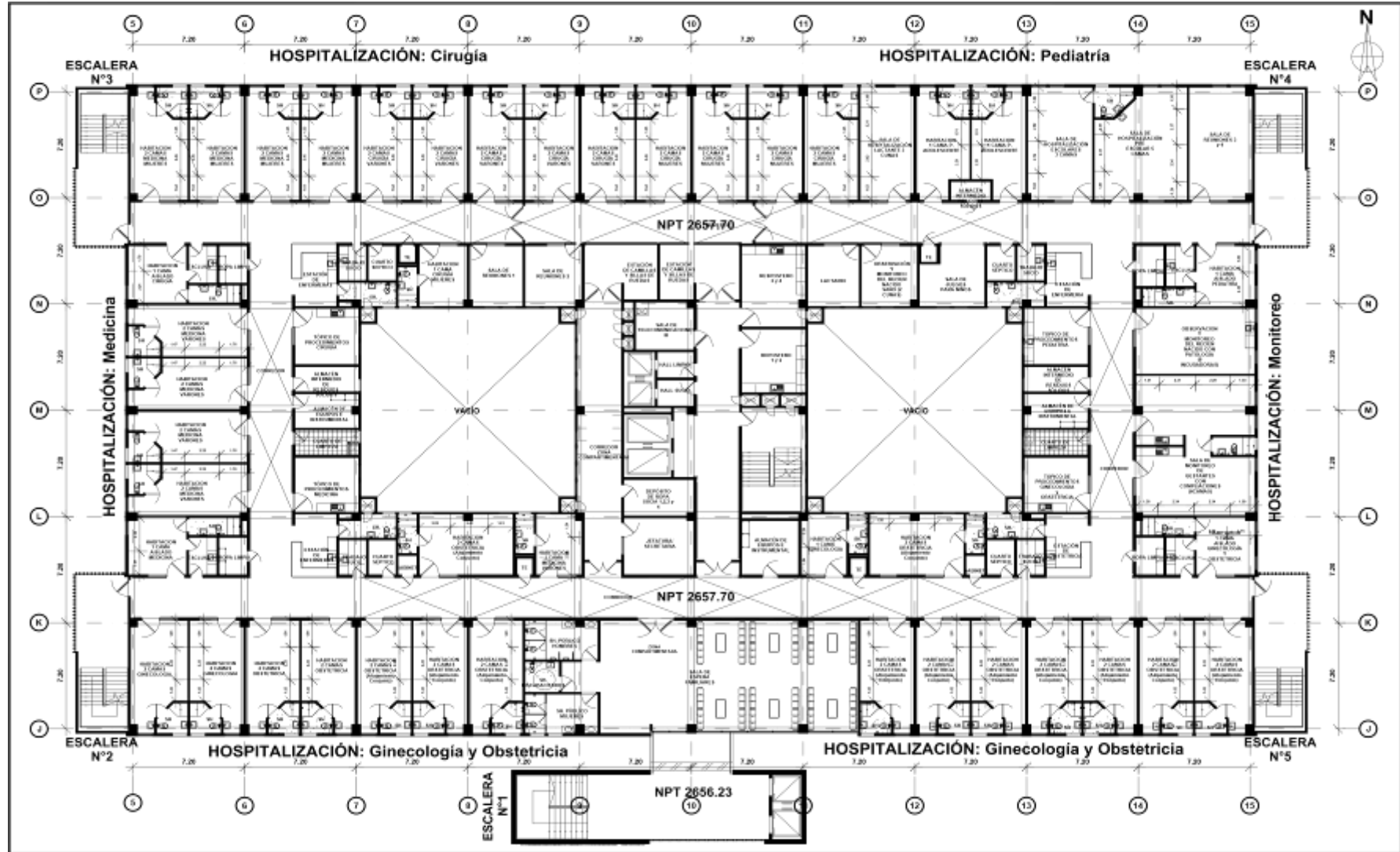


PLANO EN PLANTA NIVEL 3



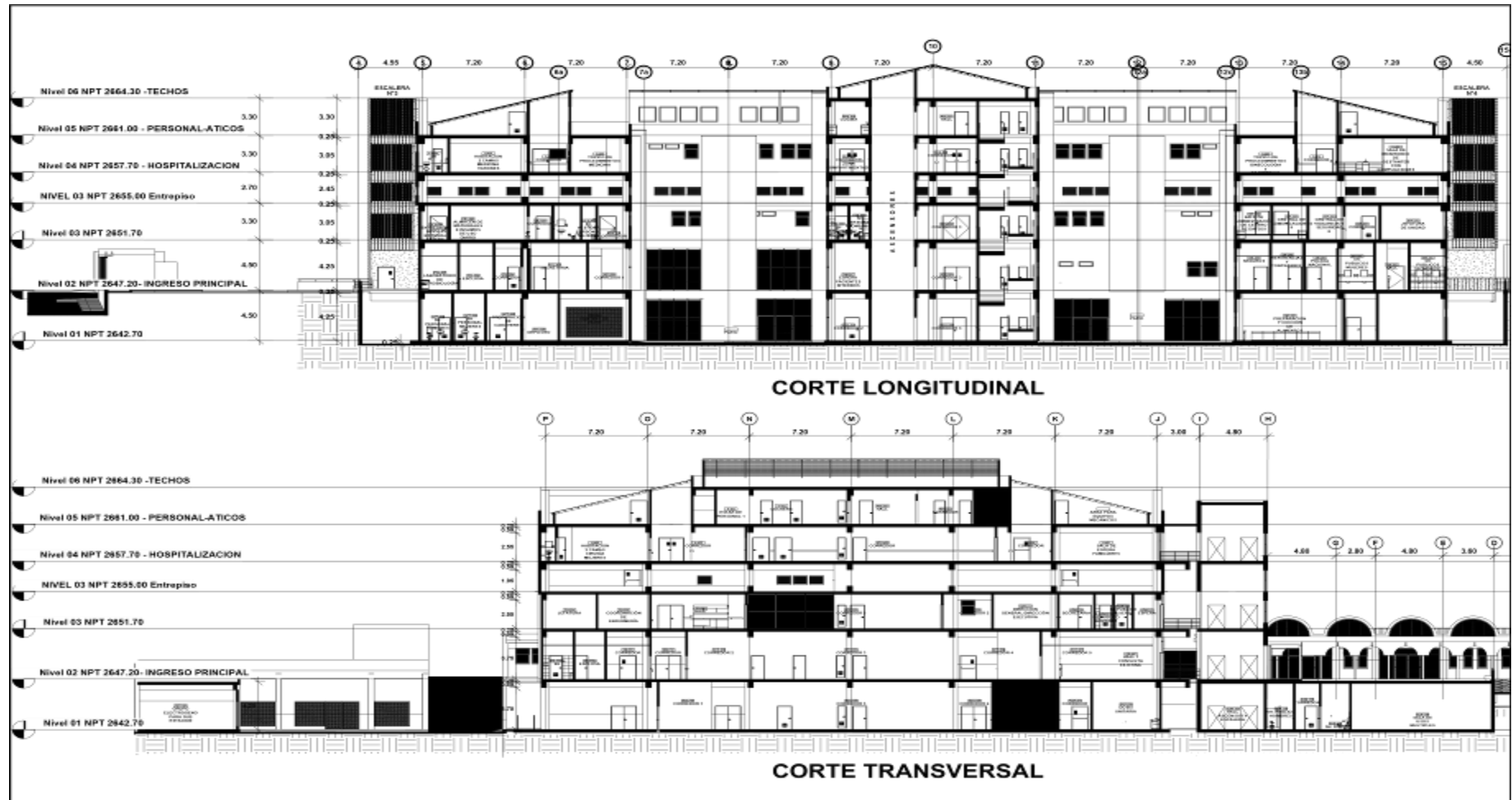


PLANO EN PLANTA NIVEL 4





PLANO DE CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL





ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 30 - 04 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: <u>WILLY WILFREDO ITO CHAMBI</u>	
Dirección: <u>A.H. LOS OLIVOS ZONA 1 MZ. CH LT. 8</u>	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: <u>71923573</u>	
Teléfono: <u>950825063</u>	email: <u>willy.aqp6@gmail.com</u>
Nombres y Apellidos: _____	
Dirección: _____	
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____	
Teléfono: _____	email: _____
Facultad y/o Escuela de Posgrado: <u>INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS</u>	
Escuela Profesional o Mención: <u>INGENIERÍA CIVIL</u>	
Título o Grado Académico a optar: <u>INGENIERO CIVIL</u>	
Asesor: <u>Dr. ARNALDO YANA TORRES</u>	
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:	
Trabajo de Investigación <input type="checkbox"/>	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>
Trabajo de Suficiencia Profesional <input type="checkbox"/>	Trabajo Académico <input type="checkbox"/>
Título: <u>ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE UN HOSPITAL DE 5 NIVELES CON AISLADORES DE BASE</u>	
Palabras claves, (3 a 5 términos): <u>Seguridad vial, Mantenimiento vial, conservación, Gestión, Pearson.</u>	
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2} ?	
<u>2</u>	

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

30 DE ABRIL DEL 2025

Fecha