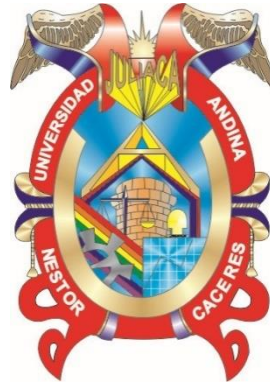




**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA  
EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES  
CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER  
BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**

TESIS PRESENTADA POR:  
**Bach. GARY BRIAN YANQUI BALLENA**

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

JULIACA - PERÚ  
2025



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. GARY BRIAN YANQUI BALLENA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

**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° 1758-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 18520 presentado por el (la) Bachiller: **GARY BRIAN YANQUI BALLENA** 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. **GARY BRIAN YANQUI BALLENA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**, 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 mérito 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- \* **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de 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: **GARY BRIAN YANQUI BALLENA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Miércoles 18 de diciembre del 2024
- \* **HORA** : 15:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - 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  
interesado (s)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1351-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de octubre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 14869 por el señor (a): **GARY BRIAN YANQUI BALLENA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1219- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 223- 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): **GARY BRIAN YANQUI BALLENA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**, 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° 223- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**, 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): **GARY BRIAN YANQUI BALLENA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING** 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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Cajillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 922-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de setiembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU-8254, presentado el señor (a) **GARY BRIAN YANQUI BALLENA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO** - N° 739-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 248 -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): **GARY BRIAN YANQUI BALLENA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**, 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 de la propuesta de investigación formato N° 248 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**.

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 señor (a): **GARY BRIAN YANQUI BALLENA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING** 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 **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 Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
Dr. Edwin Parilla Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

19%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

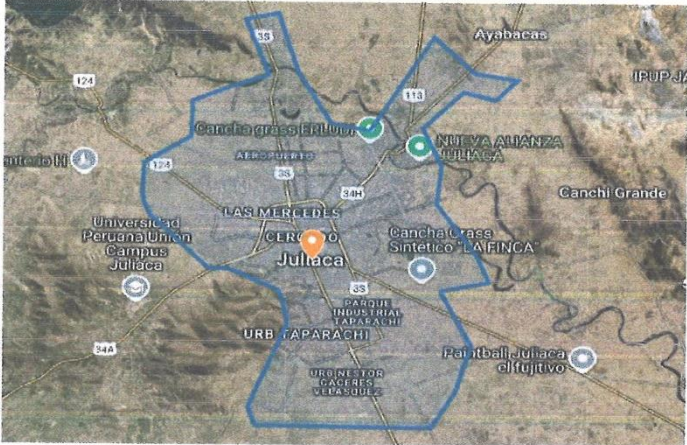
### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	19%
2	Submitted to Prairie View A&M University Trabajo del estudiante	<1%
3	<a href="http://www.domestic-violence-help.com">www.domestic-violence-help.com</a> Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
5	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://documentos.uru.edu">documentos.uru.edu</a> Fuente de Internet	<1%
7	"Structural Analysis of Historical Constructions", Springer Science and	<1%



Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
<b>ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	GARY BRIAN YANQUI BALLENA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72447047
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0004-8682-8462">https://orcid.org/0009-0004-8682-8462</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765

<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú          Departamento: Puno          Provincia: San Román          Distrito: Juliaca          Latitud: S 15° 29' 58"          Longitud: W 70° 07' 46"</p>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1LVksMye4SfTRvMo759AMIMbkJrfuXMk&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/u/1/edit?mid=1LVksMye4SfTRvMo759AMIMbkJrfuXMk&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	JUNIO 2024 - DICIEMBRE 2024
URL de disciplinas OCDE	<p><b>Ingeniería civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>
<a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a>	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO "NÉSTOR CERDAS VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS

*Dr. Fritz Willy Mamani Apaza*  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo GARY BRIAN YANQUI BALLENA, identificado con DNI Nro. 72447047, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING

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 10 de JULIO del 2025

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A mis padres, Raquel Ballena Cruz y José Yanqui Apaza, quienes son mi ejemplo e imagen a lo que uno quiere llegar a ser, por la paciencia durante todo este proceso y el amor único que me brindan cada día, un amor incomparable puro y sincero.

Y a mi hermana, Cynthia Lissette Yanqui Ballena por las palabras de ánimo a seguir adelante, por su apoyo que fue constante.

Gracias por ser un ejemplo en este camino.

Con todo el corazón lleno de amor y gratitud, les dedico este trabajo que representa mas que un sueño cumplido, sino también el fiel reflejo de lo que es el amor puro que está en mi familia.



## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por darme una gran familia, por tener de cerca a todos mis seres queridos, por darme vida, salud y mucha fortaleza para terminar esta etapa importante muy importante.

A mis padres, Raquel Ballena Cruz y José Yanqui Apaza, por ser comprensivos en todo aspecto, por verme con ojos de amor siempre ante cualquier circunstancia, por su apoyo incondicional, por la enseñanza del respeto, el amor, el esfuerzo y humildad. Este logro no sería posible sin ustedes.

A mi hermana, Cynthia Lissette Yanqui Ballena, por ser un ángel en mi vida, por su paciencia, consejos y la motivación constante en momentos difíciles.

A mi hermano Jean Brandom Yanqui Ballena, por ser la muestra de la valentía y la constancia de tener a Dios en nuestras vidas.



# ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	xvi

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Exposición de la situación problemática.....	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 Variables .....	3
1.5 Operacionalización de variables .....	3
1.6 Limitaciones de la investigación.....	4
1.7 Justificación del estudio .....	4
1.7.1 Justificación Técnica.....	4



1.7.2 Justificación Económica.....5

1.7.3 Justificación social .....5

**CAPÍTULO II**

**MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes de la investigación .....6

2.1.1 Antecedente N°1 (internacional).....6

2.1.2 Antecedente N°2 (nacional) .....7

2.1.3 Antecedente N°3 (local) .....7

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....8

2.2.1 Pre- dimensionamiento de agentes de la estructura .....8

2.2.2 Análisis y diseño sismorresistente.....9

2.3 Evaluación sísmica.....9

2.4 Evaluación dinámica .....10

2.4.1 Evaluación dinámica modal espectral .....10

2.4.2 Evaluación dinámica tiempo - historia.....11

2.5 Aislación sísmica en el apoyo .....12

2.6 Desempeño del sistema de aislación .....13

**CAPÍTULO III**

**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1 Estándares del estudio .....18

3.1.1 Diseño de la investigación.....18

3.1.2 Tipo de investigación .....18

3.1.3 Método de investigación .....18



3.1.4	Nivel de la investigación .....	18
3.1.5	Técnicas e instrumentos .....	18
3.2	Población y muestra .....	19
3.2.1	Población.....	19
3.2.2	Muestra.....	19
3.3	Procedimiento de analisis estructural.....	19
3.3.1	Características de los insumos.....	20
3.4	Estándares generales para el modelo sísmico de edificios.....	21
3.5	Desarrollo, analizar cómo funciona un sistema con una base fija .....	21
3.6	Evaluación dinámica del sistema con apoyo fijo .....	26
3.7	Aceleración espectral (NORMA E.030-2018, ART.29.2).....	27
3.8	Modelado y evaluado del sistema con apoyo aislado .....	34
3.9	Sistema de apoyo aislado con elementos HDRB .....	35
3.10	Calculo de cualidades físicas de los aislantes .....	37
3.10.1	Amortiguamiento Efectivo ( $B_M$ ) .....	37
3.10.2	Lapso Objetivo .....	38
3.10.3	Excentricidad Accidental .....	38
3.10.4	Sismo Máximo Considerado ( $S_{aM}$ ) .....	38
3.10.5	Deslizamiento Traslacional:.....	38
3.10.6	Deslizamiento Total límite .....	39
3.11	Determinación de cualidades mecánicas nominales de los aislantes.....	39
3.11.1	Firmeza Horizontal Del Elemento Keff .....	39
3.11.2	Altura de caucho del elemento ( $H_r$ ) .....	40



3.11.3 Zona del elemento (A): .....40

3.11.4 Diámetro del elemento (A).....40

3.12 Cualidades físicas del agente de aislación .....40

3.13 Resumen - cualidades mecánicas halladas.....41

3.13.1 Cualidades lineales vertical (U1) .....41

3.13.2 Cualidades no lineales (U2, U3) .....42

3.13.3 Espectro de respuesta de SMC  $R = 1$  .....46

3.14 Sistema de apoyo aislado con elementos LRB .....49

3.14.1 Cualidades lineales Vertical (U1) .....49

3.14.2 Cualidades No Lineales (U2, U3) .....50

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Lapsos y masa interventiva .....52

4.2 Fuerzas de corte .....56

4.3 Deslizamientos .....60

4.4 Derivas .....64

4.5 Influencia de los aislantes de apoyo en derivas .....67

CONCLUSIONES ..... 76

RECOMENDACIONES ..... 73

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 74

ANEXOS ..... 76



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Estándares ZUCS/R.....	21
Tabla 2 Energías de corte .....	25
Tabla 3 Las tres primeras formas de agitar o mover .....	25
Tabla 4 Espectros de Pseudo aceleración SD R=7 – SMC R=1.....	28
Tabla 5 Masa participativa estructura con apoyo fijo .....	31
Tabla 6 Evaluación sísmica estática .....	32
Nota: Etabs V.20.0.0 .....	32
Tabla 7 Evaluación sísmica dinámica no cumple condición.....	32
Nota: Etabs V.20.0.0 .....	32
Tabla 8 Evaluación sísmica dinámica – cumple condición.....	32
Nota: Etabs V.20.0.0 .....	32
Tabla 9 Derivas de entrepiso apoyo fijo X-X.....	33
Tabla 10 Derivas De Entrepiso Base Fija Y-Y.....	33
Nota: Etabs V.20.0.0 .....	35
Tabla 11 Peso sísmico estructura sin interfaz de aislación.....	35
Tabla 12 Peso sísmico estructura con interfaz de aislación.....	36
Tabla 13 Cualidades físicas del agente de aislación.....	40
Tabla 14 Cualidades mecánicas del elemento de aislación determinadas.....	41
Tabla 15 Las características básicas de los materiales de aislamiento LRB .....	49
Tabla 16 Formas de vibración y % de masa interventiva apoyo fijo .....	52
Tabla 17 Masa interventiva apoyo aislado con elementos de aislación clase HDRB .....	53
Tabla 18 Masa participativa base aislada con dispositivos de aislamiento tipo LRB .....	54
Tabla 19 Diferencia entre los modos de vibración de soporte fijo y soporte aislado.....	55



Tabla 20 Energías de corte para un SD- R=7 apoyo fijo y apoyo aislado - cualidades nominales X-X.....	57
Tabla 21 Energías de corte para un SD- R=7 apoyo fijo y apoyo asilado - cualidades nominales Y-Y.....	59
Tabla 22 Deslizamiento límite -SD R=7 Apoyo Fijo VS SMC R=1 Apoyo Aislado X-X.61	
Tabla 23 Deslizamiento límite -S D R = 7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado Y-Y.....	63
Tabla 24 Derivas con sismo de modelo R = 7 apoyo fijo sentido X-X.....	64
Tabla 25 Derivas con sismo de modelo R = 7 apoyo fijo dirección Y - Y .....	64
Tabla 26 Derivas con sismo de modelo r = 1 apoyo aislado sentido X - X .....	65
Tabla 27 Derivas con sismo de modelo R = 1 apoyo aislado sentido Y - Y .....	65
Tabla 28 Derivas con sismo de modelo R = 1 Apoyo Aislado Sentido X - X .....	66
Tabla 29 Derivas con sismo de modelo R = 1 apoyo aislado sentido Y - Y .....	66
Tabla 30 Contraste de derivas sentido X - X.....	67
Tabla 31 Contraste de derivas sentido Y - Y.....	69



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Configurar clases de antemano para las columnas.....	9
Figura 2 Fuerzas laterales que actúan sobre el punto de equilibrio medio.....	10
Figura 3 Diferentes formas en que un sistema puede vibrar y moverse.....	11
Figura 4 Forman parte del programa de protección sísmica. ....	12
Figura 5 El sistema crece con y sin interrupción en el soporte, y esto es un gran cambio..	13
Figura 6 Espectro de aceleraciones y deslizamientos.....	14
Figura 7 Espectro de lapsos y cortes .....	14
Figura 8 Este aislante de clase se conoce como cojinete de caucho de plomo (HDRB).....	16
Figura 9 Diagrama deformación de los aislantes HDRB .....	17
Figura 10 Una imagen que muestra un sistema básico que permite dos tipos de movimiento.....	17
Figura 11 Modos del insumo .....	20
Figura 12 Casos de carga.....	22
Figura 13 Fuente de masa.....	22
Figura 14 Vista 3D de un sistema estable para análisis.....	23
Figura 15 Explicación de las calificaciones de revisión fijas .....	24
Figura 16 Mod. 1 y 2 .....	25
Figura 17 Espectro de Pseudo aceleración .....	29
Figura 18 Espectro de Pseudo aceleración .....	29
Figura 19 Casos de carga.....	30
Figura 20 Sismo en la dirección Y-Y .....	30
Figura 21 Interfaz que presenta una vista 3D que permite el aislamiento.....	35
Figura 22 Firmeza Vertical.....	41
Figura 23 Cualidades no lineales y lineales de los elementos de aislación.....	42



Figura 24 Elemento aislante son una mezcla de características cambiantes e inmutables. 42

Figura 25 Sistema con interfaz de aislamiento incorporada.....43

Figura 26 Sistema aislado con elementos HDRB.....44

Figura 27 Vista tres en dimensiones del sistema aislado .....45

Figura 28 Espectro de Respuesta SMC  $R = 21$  .....46

Figura 29 Situaciones de sismo para el SMC  $R = 1$  .....47

Figura 30 Modelos en situaciones de sismo para el SMC  $R = 1$  .....48

Figura 31 Firmeza vertical.....49

Figura 32 Los elementos de aislamiento: rasgos simples y complejos .....50

Figura 33 Modelos de los elementos de aislación .....51

Figura 34 Periodo de vibración apoyo fijo vs apoyo aislado HDRB Y LRB.....55

Figura 35 Corte - sismo de modelo  $R = 7$  cualidades nominales dirección X - X .....56

Figura 36 Periodo de vibración apoyo fijo vs apoyo aislado .....57

Figura 37 Energías de corte SD  $R=7$  apoyo fijo y apoyo asilado sentido Y-Y.....58

Figura 38 Energías de corte Y-Y apoyo fijo y apoyo asilado .....59

Figura 39 Deslizamiento límite - SD  $R = 7$  apoyo fijo contra SMC  $R = 1$  apoyo aislado X - X .....60

Figura 40 Deslizamiento límite SD  $R = 7$  apoyo fijo contra SMC  $R = 1$  apoyo aislado - Y - Y .....62

Figura 41 Derivas SD  $R=7$  apoyo fijo contra SMC  $R = 1$  apoyo aislado HDRB Y LRB - X - X .....68

Figura 42 Derivas SD  $R=7$  apoyo fijo contra SMC  $R = 1$  apoyo aislado - Y - Y .....70



## RESUMEN

Para realizar el análisis de las características que tiene la respuesta del comportamiento estructural de una estructura de siete niveles de altura y un nivel de interfaz de aislamiento, el objetivo planteado para esta investigación es evaluar la arquitectura del edificio. Hay dos tipos diferentes de aisladores de cimentación que se instalarán en la construcción. Para alcanzar esta meta, se usará una comparación de los resultados del experimento que se llevó a cabo con dos tipos distintos de aisladores en la base. El análisis del desenvolvimiento sísmico del sistema se llevará a cabo de acuerdo con la norma e.030, considerando los cambios en las características mecano-físicas de la estructura. Esta evaluación se llevará a cabo teniendo en cuenta varios factores de diseño diferentes. El sistema de aislamiento consta de dos tipos diferentes de aisladores, que se denominan LRB y HDRB de forma respectiva.

Hay dos tipos distintos de estructuras que utilizan aisladores de base, y se pueden realizar análisis modales estáticos y espectrales de los diseños de cada una de estas construcciones a medida que se construyen. Se ha determinado que el desempeño estructural del sistema objeto de este proyecto es adecuado de acuerdo con los criterios normativos E.020, E.060, E.030 y E-031. En todos y cada uno de los casos de aislamiento se utiliza la misma superestructura; no obstante, los parámetros de diseño cambiarán de un caso a otro debido a causas sísmicas, así como las cualidades mecano-físicas distintivas de los aislantes.

Se puede obtener una explicación estructural analizando los dos casos prácticos que se han presentado. Las estructuras imitadas que tienen aislamiento de base cumplen con los estándares que se describen en el reglamento E-031, es decir, están en conformidad con los lapsos de vibración. Este reglamento aborda el posible aumento de los lapsos y deslizamientos que podrían atribuirse a la flexibilidad de estos elementos. El sistema empotrado tenía un lapso de primer modo de 0,492, mientras que las estructuras aisladas de



base mostraban períodos de 1,705 para las que utilizaban dispositivos HDRB y de 1,315 para las que empleaban dispositivos LRB. Como producto, el sistema integrado cumplía con los estándares normados por las autoridades reguladoras.

Después de una cuidadosa observación, se ha determinado que la estructura empotrada demuestra una fuerza de corte de 237,5071 tn en la base, y esta fuerza opera en ambas direcciones. Un valor límite de corte de 75,7382 tn en el sentido X-X y 76,284 tn en el sentido Y-Y lo muestra la estructura que está equipada con dispositivos HDRB y tiene aislamiento en la base. Por otro lado, la estructura que no tiene aislamiento en la base lo exhibe. Cuando se utilizan aisladores de tipo LRB en la estructura de ingeniería, es factible alcanzar un valor límite de corte de 133,6943 tn en el sentido X-X y 141,6363 tn en el sentido Y-Y. Ambos valores son alcanzables.

En términos de desplazamientos estructurales, las estructuras imitadas que tienen aislamiento en la base corresponden a los criterios de la norma E-031, lo que indica un aumento como consecuencia de la adaptabilidad de estos dispositivos. Esto se debe a que las estructuras imitadas tienen aislamiento de base. En el dispositivo de grabación, se registró el desplazamiento más alto de la estructura incrustada, que fue de 1,9715 centímetros en la dirección X-X y de 1,4907 centímetros en la dirección Y-Y. Se tomaron ambas mediciones. Se descubrió que el deslizamiento límite del sistema que se separó utilizando dispositivos HDRB fue de 35,4064 centímetros en la dirección X-X y de 29,7445 centímetros en la dirección Y-Y. Esta información se obtuvo a través del estudio que tuvo lugar. El mayor desplazamiento de la estructura que se separó utilizando dispositivos LRB fue de 43,3063 centímetros en la dirección X-X y de 33,5075 centímetros en la dirección Y-Y. Esto es comparable al ejemplo que se mostró anteriormente.

En cuanto a las derivas, la estructura que tiene una base embebida exhibe un valor máximo de deriva de 0,0019 en el sentido X-X y 0,0034 en el sentido Y-Y, lo cual concuerda



con la norma E-0.30. Esto es así en las dos direcciones. Conforme con el reglamento E-0.31, la estructura que se separa utilizando el HDRB logra un valor límite de deriva de 0,00207 en el sentido X-X y 0,00128, respectivamente. Esto es así en ambas direcciones. El sistema que se separó usando el LRB tuvo un valor máximo de deriva de 0,00241 en el sentido X-X y 0,00149 en el sentido Y-Y, ambos de conformidad con la norma E-0.31. De manera similar, se utilizó el LRB para separar la estructura.

**Palabras claves:** Aislamiento, aisladores de base aceleraciones, amortiguamiento efectivo, periodo.



## ABSTRACT

This study aims to explore and understand how a seven-story building will behave. That's because it's going to have special layers in its foundation that will help protect it from earthquakes. We call these layers 'foundation isolators'. We're trying two different kinds, and will test each kind to see which performs best. We'll judge them based on a set of rules - the e.030 standard - that also take into account the physical traits of our building. We're also not forgetting to consider other important design factors in our exploration. The isolation system consists of two different types of isolators, which are called LRB and HDRB respectively.

There are two different types of structures using base isolators, and static and spectral modal analyses of the designs of each of these buildings can be performed as they are constructed. The structural performance of the system that is the subject of this project has been determined to be adequate in accordance with normative criteria E.020, E.060, E.030, and E-031. The same superstructure is used in each and every isolation case; however, the design parameters will change from case to case due to seismic causes, as well as the distinctive mechano-physical qualities of the isolators.

A structural explanation can be obtained by analyzing the two case studies that have been presented. The mimicked structures that have base isolation meet the standards described in regulation E-031, i.e., they are in compliance with vibration lapses. This regulation addresses the potential increase in lapses and slippage that could be attributed to the flexibility of these elements. The embedded system had a first mode lapse of 0.492, while the base isolated structures showed periods of 1.705 for those using HDRB devices and 1.315 for those using LRB devices. As a product, the integrated system met the standards set by the regulatory authorities.



After careful observation, it has been determined that the embedded structure demonstrates a shear force of 237.5071 tn at the base, and this force operates in both directions. The structure has HDRB devices and is based on isolation. It shows a shear limit value of 75.7382 tn in the X-X direction and 76.284 tn in the Y-Y direction. A different structure without base isolation also shows this. Using LRB type isolators in the designed structure makes it possible. This way, we can get to a shear limit value of 133.6943 tn in the X-X direction and 141.6363 tn in the Y-Y direction. You can achieve both values.

In terms of structural displacements, the mimicked structures having base isolation correspond to the E-031 criteria, indicating an increase as a consequence of the adaptability of these devices. The structures being copied have something called base isolation. We made some records. The highest movement for the structure we placed inside was less than 2 centimeters to the side and about 1.5 centimeters front to back. We measured both. We also found that the amount of slip, or movement, at the edges of our system was large - over 35 centimeters to the side and nearly 30 centimeters front to back. We noticed this after doing a survey. When we separated the structure using something called LRB devices, the biggest movement was even bigger - over 43 centimeters to the side and over 33 centimeters front to back. That's close to the one we showed you before.

As for drifts, The building with a base built into it moves very little. It moves by only 0.0019 in one way (X-X direction) and 0.0034 in another way (Y-Y direction). This is expected and agrees with the expected numbers E-0.30 standard. This is true in both directions. In accordance with E-0.31, the structure that is separated using HDRB achieves a drift limit value of 0.00207 in the X-X direction and 0.00128, respectively. This is true in both directions. The system separated using the LRB had a maximum drift value of 0.00241 in the X-X direction and 0.00149 in the Y-Y direction, both in accordance with E-0.31.

**Keywords:** Isolation, base isolators, accelerations, effective damping, period.



## INTRODUCCIÓN

Ante las fuerzas sísmicas, los edificios del C°A° se enfrentan a un problema persistente, que es el hecho de que sus componentes estructurales y no estructurales son sensibles a los daños y al peligro de colapso. Otro problema que se presenta es que las estructuras son propensas a colapsar. Las instalaciones de las instalaciones de salud, ya sean privadas o públicas, representan un riesgo importante ya que son responsables de albergar tanto a los pacientes como a los trabajadores. Esto es así independientemente de si las instalaciones están destinadas a un uso público o privado. Una de las consecuencias de esto es que se aseguran de que sigan funcionando de manera aceptable tanto en y luego de un sismo. A causa del importante valor económico que tiene, el contenido de esta clase de edificaciones, que añade equipos y sistemas médicos, es de importancia equivalente a la infraestructura física. Esto se debe al hecho de que el edificio contiene estos componentes. La finalidad de este estudio es obtener valores comparativos del comportamiento estructural de una estructura A1. Esto se logrará mediante el uso de dos tipos diferentes de aisladores al mismo tiempo. Para comprobar si la estructura cumplía con los requisitos exigidos se realizó una investigación sísmica estática y dinámica de la misma, por lo que se realizó esta acción para alcanzar el objetivo planteado. Adicionalmente, se ha incluido en la interfaz de aislación el ya establecido reglamento e-030, además de los dispositivos que le corresponden. Como consecuencia de ello, se ha simplificado el proceso de determinación de las cualidades mecánicas de los elementos aislantes y se ha validado la precisión de estos valores comparándolos con el catálogo publicado por la empresa TENSA y D.I.S. Para modelar el comportamiento de la estructura se utilizará la edición educativa de Etabs, concretamente la versión 20.0.0. Esta edición es de carácter didáctico.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Exposición de la situación problemática

Según antecedentes históricos los terremotos parecen estar ocurriendo con mayor frecuencia en todo el mundo. Por ejemplo, uno de gran magnitud azotó Nippes, Haití, el 14 de agosto de 2021. Alrededor de 2248 personas murieron a causa de él. También destruyó muchas cosas en esa zona.

De manera similar, el Perú no es inmune a la ocurrencia de estas catástrofes de la naturaleza; a pesar de ello, se han reportado víctimas mortales humanas, aunque se han limitado a un nivel menor. A causa del terremoto sucedido en Sullana el 30 de julio de 2021, se cobró la vida de dos personas de forma prematura.

Tras un terremoto, es obligatorio que los edificios clasificados como categoría A y considerados como "estructuras esenciales" tengan un impacto mínimo o insignificante. Esto se debe a que estos edificios están obligados a proporcionar acceso a una funcionalidad inmediata para sus consumidores. Existe la posibilidad de elegir dispositivos de aislación sísmica que cumplan con los principios del reglamento peruano E-030, que se ocupa de la construcción de estructuras sismorresistentes. Esta norma fue desarrollada en Perú. Al aislar la superestructura del suelo, estas medidas no reforzarán la disposición de una edificación



para resistir los movimientos telúricos. En cambio, harán que el sistema sea menos resistente a los terremotos. En su lugar, permitirán que la necesidad de actividad sísmica se reduzca y se disipe.

Se han buscado estrategias de diseño que pongan en riesgo la estructura y la utilidad minimizar los efectos negativos de desastres naturales como terremotos. El método de aislamiento de apoyos se utiliza a menudo en países industrializados. Este diseño crea espacio entre el edificio y el suelo. Permite que la energía de un terremoto se distribuya y se vuelva menos intensa. El objetivo no es reforzar un edificio para resistir terremotos, sino reducir su impacto. Esto se debe a que la simulación sísmica se centra más en observar cómo será la forma del desempeño de la edificación de concreto armado. En la actualidad, varios países, en particular Nueva Zelanda atraviesan situaciones y atravesando un momento de peligro sísmico extremo y están apoyando activamente la adopción de esta tecnología. Nueva Zelanda es el país de donde se originó el método.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿De qué manera influirá el tipo de aislador de base implementado en el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cuál será nivel de respuesta estructural de una edificación con la implementación de un sistema de aislamiento sísmico conforme al tipo de aislador?
- ¿Qué características tendrá la edificación de concreto armado con el sistema de aislamiento en la base según al tipo de aislador?



## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 *Objetivo general*

Analizar la influencia de la aplicación del tipo de aislador en el comportamiento estructural de los edificios de concreto armado

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

- Determinar el nivel de respuesta sísmica estructural de una edificación de concreto armado de 7 niveles según el tipo de aisladores de base.
- Analizar el comportamiento estructural de una estructura de concreto armado de 7 pisos según el tipo de aislador.

## 1.4 Variables

### 1.4.1 *Variables de caracterización*

X1 = Clase de superficie

X2 = Evaluación sísmica (estática – dinámica) edificación de apoyo fijo.

### 1.4.2 *Variables*

Y = Respuesta del desempeño estructural de la edificación conforme a la clase de aislante en el apoyo.

## 1.5 Operacionalización de variables

### 1.5.1 *Indicadores.*

#### 1.5.1.1 **Indicadores de caracterización.**

- Clase de superficie
- Espectro de diseño.

#### 1.5.1.2 **Indicadores de interés.**

- Producto Sísmico - Estándares De modelo



## 1.6 Limitaciones de la investigación

Teniendo en cuenta que se trata de una tecnología de construcción moderna en nuestro país, este estudio tiene algunos inconvenientes que deben solucionarse. La falta de conocimiento sobre el modelo y estudio de esta clase de edificios en nuestro contexto local y regional, tal cual el proceso de construcción, es la fuente de estas restricciones. Además, existe una falta de información sobre el enfoque de construcción. Se deben tener en cuenta algunas limitaciones de esta investigación.

## 1.7 Justificación del estudio

### 1.7.1 *Justificación Técnica.*

El estudio de un sistema blindado de concreto con aisladores de base de alto amortiguamiento puede beneficiarse del conocimiento tanto del comportamiento de la estructura como de la reacción de sus componentes a las demandas de las cargas externas. Esto se debe a que debe responder a las demandas de las cargas externas.

Quedó claramente claro que los beneficios del rendimiento estructural asociados con el diseño de este edificio fueron especialmente útiles en el momento de los movimientos telúricos que ocurrieron en Northridge, Los Ángeles, en 1994 y Kobe, Japón, en 1995. Ambos desastres ocurrieron en el año 1995. Es imposible pasar por alto esta demostración particular de los beneficios que se ofrecen. Si se adoptase esta forma específica de aislamiento sísmico, incluso si ocurre un terremoto, el edificio seguirá funcionando normalmente.

Los elementos de aislación sísmica que se colocaron en el apoyo del sistema aportaron una mejora en el rendimiento estructural del edificio. La resiliencia del edificio a los terremotos se ve aumentada por estas medidas, que también contribuyen a una mayor seguridad del edificio. Este evento ocurre porque el sistema se mantiene firme. Cuando esta



fuerza se encuentra con la fuerza que se distribuye en el punto de contacto con el aislante, considere la construcción de grandes edificaciones clasificadas como clase A conforme con el reglamento E.030.

La incorporación de medidas de mecanismo en el sistema tiene el potencial estructural. Al hacerlo, hacer que el edificio sea más seguro y resistente a los terremotos. Esto significa que puede mantenerse erguido y perder menos energía al vibrar. Esto lo hace más resistente a los terremotos.

### ***1.7.2 Justificación Económica***

El ahorro económico será duradero, tras un terremoto, reparar, cuidar o reforzar una estructura cuesta menos. Esto se debe a que se refuerza el edificio previamente. Además, gastará menos dinero en muebles costosos para un edificio de categoría A, según la norma E-030. Esto se debe a que los costos generales se reducen. Existe la posibilidad de que los sistemas de aislación sísmica incrementen significativamente el valor de construcción de una edificación en un 15 a 20%; sin embargo, para que estos sistemas se implementen, se requieren componentes adicionales (materiales de interfaz de aislamiento). Los beneficios financieros, por otro lado, continuarán acumulándose con el transcurso del tiempo adicional.

### ***1.7.3 Justificación social***

Contribuir al cuidado de las edificaciones de clase A, especialmente las instalaciones de salud (tanto públicas como privadas) que se clasifican como E-030 debido a la importancia de sus operaciones, y garantizar que estas instalaciones sigan operando regularmente independientemente de si se ha producido o no un gran evento sísmico. Esto proporcionará a los usuarios y al personal una sensación de seguridad y tranquilidad, respectivamente, lo que será beneficioso para ambas partes.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación, se presentan antecedentes como parte de la revisión de la literatura para la ratificación de dicho proyecto de autoría.

##### 2.1.1 Antecedente N°1 (internacional)

Investigadores en Managua, Nicaragua, escribieron un trabajo de investigación sobre cómo aumentar la seguridad de los edificios durante los terremotos. El trabajo, titulado "Construcción de pilares resistentes a las vibraciones para un edificio de oficinas de diez pisos con un esqueleto de hormigón resistente", fue escrito por Vásquez en 2016. Describe la diferencia entre un sistema de soporte estacionario y dos tipos de medidas de seguridad utilizadas durante los terremotos. Los investigadores consideraron diferentes factores como el tiempo, la velocidad, la torsión y la resistencia básica del edificio. El objetivo era comprender qué sistema de soporte es el más adecuado. Aparte del hecho de que fue capaz de alcanzar las mayores aceleraciones (92 por ciento), el sistema LRB también demostró las óptimas disminuciones en las energías de corte (92 por ciento). Además, revela que las aceleraciones en el piso se redujeron hasta en un 92%, alcanzando valores tan bajos como 0,13 metros por segundo. Este es un logro significativo. En conclusión, la estructura exhibe un rendimiento estructural muy superior en contraste con las formas de los edificios



tradicionales. Además de brindar una opción en costos sumamente competitiva, muestra mayor protección sísmica para edificaciones como para el contenido de la estructura.

### **2.1.2 Antecedente N°2 (nacional)**

Para (Janampa Leandro & Ruiz Parra, 2020), en su estudio de tesis “Análisis Y Diseño Sísmico De Un Edificio De 07 Niveles Para Oficinas Con Aisladores De Base – Piura” Este estudio tenía un objetivo clave: realizar un análisis sísmico y planos de distribución para un edificio. Esto se logró mediante el uso de un enfoque metodológico cuantitativo, que se categorizó como investigación descriptiva aplicada con un modelo analítico. En este estudio, se analiza los espacios destinados a espacios comprendidos de oficinas y el tamaño de la muestra fue de 1154,6 metros cuadrados. En la dirección X-X, el valor máximo de deriva que se registró para el Terremoto Considerado (SMC) más alto fue de 0,00546. Esta información se obtuvo de los datos. Cuando el umbral establecido por la Norma E.030, este valor resulta ser menor. Comparativamente, el edificio convencional exhibió un valor de la deriva de un valor alcanzado de 0,00796 en el sentido X-X para la aplicación del sismo de diseño de conformidad con el reglamento E.030. Este fue el caso del sismo que se diseñó. Como consecuencia de esto, el refuerzo estructural iba a ser necesario en este sentido. En conclusión, podemos decir que la comprobación de terremotos y el modelo de sistema separado fueron en su mayor parte viables, lo que demostró efectivamente la efectividad de los dispositivos considerados.

### **2.1.3 Antecedente N°3 (local)**

Chacón Cruz (2018) En su tesis titulada “Eficiencia de respuesta sísmica de la infraestructura del hospital materno infantil de la ciudad de Juliaca” Este experimento reveló que el aislante de triple fricción (TFP) tuvo la respuesta sísmica más beneficiosa. Esto fue determinado por los hallazgos del experimento. Una disminución en la fuerza de corte, un corte insignificante, distorsiones del piso encontrándose por debajo de 0.0033 y



aceleraciones por debajo de 0.25 g son algunas de las características distintivas de este aislador. Durante el curso de esta investigación, el propósito es determinar cuál de los aisladores de base sugeridos exhibe la respuesta más eficiente a la actividad sísmica. A través del examen de estructuras que estaban separadas entre sí y tenían una duración de vibración mayor a dos segundos, se demostró que la interacción entre la superficie y el sistema no es sustancial. Por otro lado, la interacción entre la superficie y el sistema es sustancial para estructuras que se extienden por lapsos de tiempo más cortos, como menos de dos segundos, cuando están situadas en suelos que son flexibles. Este es el aislador que es el más efectivo al tomar en cuenta las dimensiones que se investigaron para cada variable.

## 2.2 Fundamentos teóricos

### 2.2.1 *Pre-dimensionamiento de agentes de la estructura*

#### 2.2.1.1 Losas aligeradas en un sentido

Según Blanco (1994), se recomienda el uso de un espesor de losa de 20 cm para la distancia de las luces que se encuentren entre 4 m y 5 m y cincuenta metros sobre el suelo.

#### 2.2.1.2 Pre-Dimensionamiento de vigas

Para vigas que no necesiten la construcción de pórticos, es factible producirlas con un ancho menor al estándar. Si bien podemos hacer vigas más estrechas que 25 centímetros, el tamaño mínimo sigue siendo 25 centímetros.

(Blanco, 1994) sugiere las fórmulas para el pre-dimensionamiento para edificaciones.

#### 2.2.1.3 Pre dimensionamiento de columnas

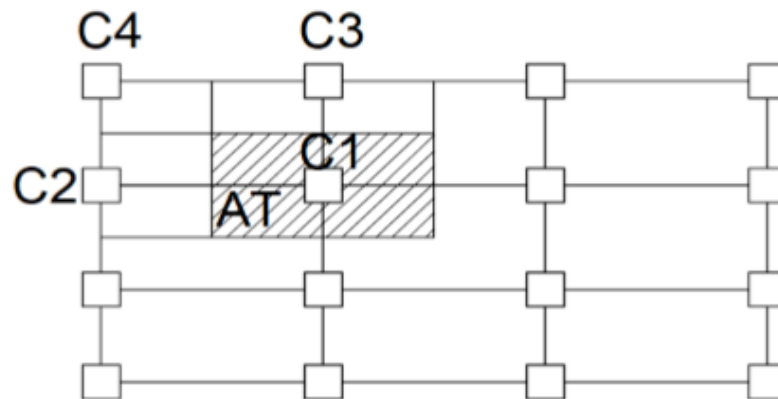
Conforme con (Morales, 2006), sugiere la fórmula.

$$Area = \frac{P}{f'c * n}$$

#### 2.2.1.4 Variables de cambio al preparar las primeras mediciones para los pilares.

**Figura 1**

*Configurar clases de antemano para las columnas*



*Nota: (Morales, 2006)*

#### 2.2.2 Análisis y diseño sismorresistente

Existe una clasificación que se puede encontrar bajo el paraguas de la dinámica estructural, como lo plantea Villarreal (2013). Esta clasificación es la ingeniería sismorresistente. En este campo se explora la respuesta de los sistemas a la actividad sísmica, así como los métodos de cálculo estructural que aseguran la seguridad y estabilidad de los edificios durante los sismos. Además, en esta área se realiza la investigación.

#### 2.3 Evaluación sísmica

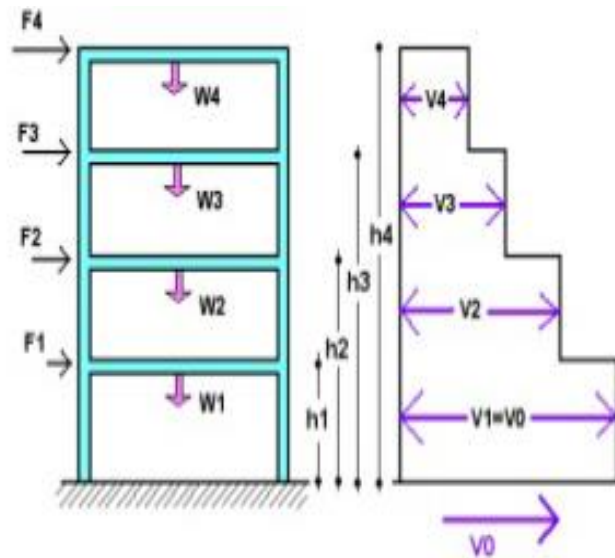
##### 2.3.1 Evaluación estática (energías horizontales equivalentes)

Las demandas sísmicas se diferencian presiones que operan sobre la parte media de masas en cada nivel del sistema. Esto se hace de acuerdo con las normas de la E.030. Para garantizar que se cumplan los requisitos, se procede a dar cumplimiento a los mismos. La regla del Artículo 19 de la norma E.030 (en la página 9) establece que podemos usar este

método para estudiar zonas sísmicas normales. También podemos usarlo para proyectos con una altura inferior a 30 mtrs.

**Figura 2**

*Fuerzas laterales que actúan sobre el punto de equilibrio medio*



Nota: Saavedra (2017) <https://saavedraonline.wordpress.com>

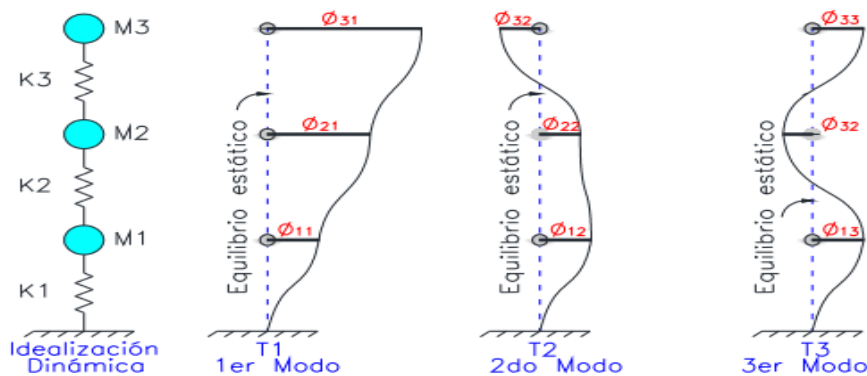
## 2.4 Evaluación dinámica

### 2.4.1 Evaluación Dinámica Modal Espectral

Las losas de piso se clasifican como un diafragma rígido para todo el trabajo de investigación donde en cada nivel se ha considerado 3 grados de libertad. De acuerdo con los requisitos de NTP E.030, esto se lleva a cabo. En lugar de un movimiento giratorio, que está restringido al sentido Z, la meta es generar movimientos de traslación tanto en las dimensiones X como Y. Esto contrasta con el movimiento giratorio, que ocurre solo en la dirección Z. A continuación, realizaremos una prueba especial llamada "análisis espectral de superposición modal". Esto nos ayudará a determinar las fuerzas más intensas que podrían estar presentes. También calcularemos el centro de masa, la deformación y la dureza de cada piso, uno tras otro. Esto se llevará a cabo. Se espera que las ocurrencias de cada modo vibracional sean distintas entre sí en términos de duración y frecuencia. (Página 10).

**Figura 3**

*Diferentes formas en que un sistema puede vibrar y moverse*



Nota: (Suntaxi, 2016)

Es como un arcoíris, y este arcoíris se divide en dos colores: elástico y no elástico. Si queremos crear algo, solemos usar el color no elástico. Pero lo interesante es que los colores elástico y no elástico están vinculados con el factor de decaimiento sísmico. Este factor se relaciona con la distribución del edificio y sus características peculiares. Es como una especie de enlace secreto entre nuestros dos colores, que guía cómo los usamos en nuestro arcoíris de diseño. Esta conexión es resultado de la mezcla de estos 2 factores. En la página 14, el espectro de diseño que se muestra es el resultado de un cierto parámetro que es responsable de su determinación.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \times g$$

#### 2.4.2 Evaluación dinámica tiempo - historia

Según Núñez (2017), el método de Historial Dinámico de Tiempo (DTH) nos permite saber cómo responde un edificio a cambios en diferentes periodos de tiempo. Podemos utilizar este método tanto con datos reales como con datos ficticios, denominados "datos de acelerograma sintético". (p. 14). La aplicación de dos aspectos paralelos de los registros de eventos sísmicos que se han seleccionado y escalado adecuadamente es un

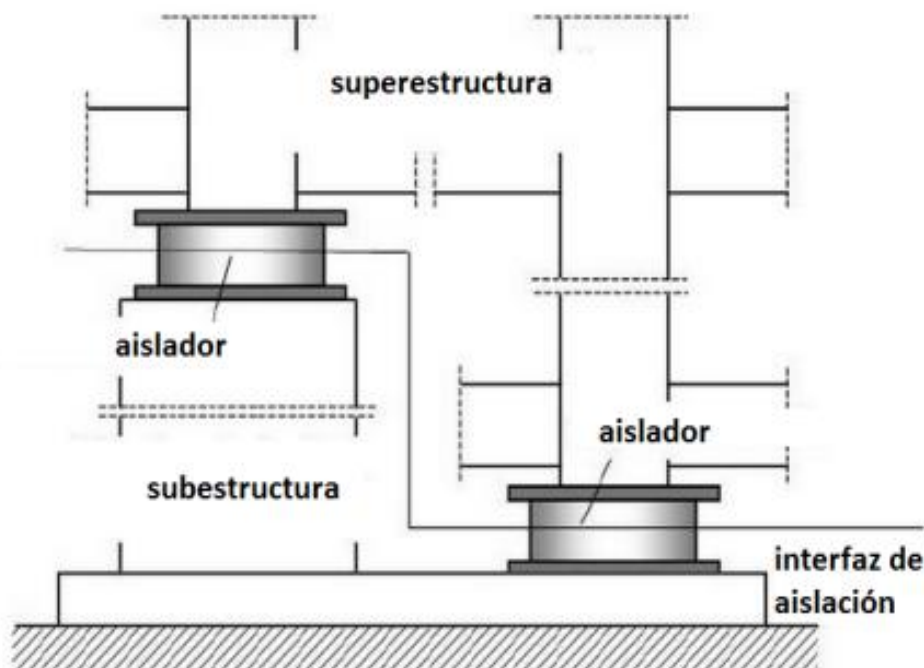
método que se puede utilizar para lograr esto. Para alcanzar esta meta, es requerido poseer un mínimo de tres pares de eventos sísmicos (pág. 15).

## 2.5 Aislación sísmica en el apoyo

De acuerdo con el reglamento E.031, un plan de aislamiento sísmico consta de componentes muy importantes. Los componentes principales incluyen aisladores, vigas, losas y capiteles. Estos componentes ayudan a distribuir las fuerzas por toda la estructura. También existen conexiones que mantienen estas partes separadas. Estos son solo algunos de los elementos que componen un plan de aislamiento sísmico. La incorporación de sistemas de contención de vientos, agentes de disipación de energía y planes de contención de desplazamientos es una característica adicional con la que cuenta, Los criterios básicos de diseño se encuentran en el código E-031 de la norma técnica (pág. 66).

**Figura 4**

*Forman parte del programa de protección sísmica.*



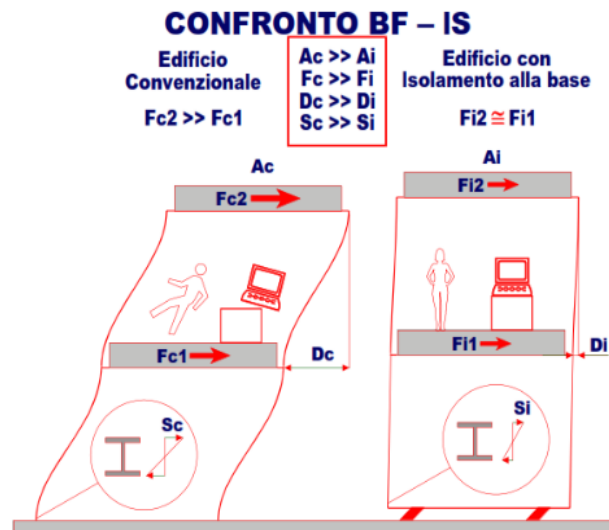
*Nota: (Korswagen et al., 2012)*

## 2.6 Desempeño del sistema de aislación

Quispe (2018) dice que obtenemos beneficios cuando las aceleraciones disminuyen significativamente que tienen efecto sobre las masas estructurales y, por ende, sobre las tensiones, sino también de la reducción relevante de las deformaciones del piso (deriva), lo que evita daños en partes que no son estructurales. Esto, a su vez, evita daños en partes que no son estructurales.

**Figura 5**

*El sistema crece con y sin interrupción en el soporte, y esto es un gran cambio*

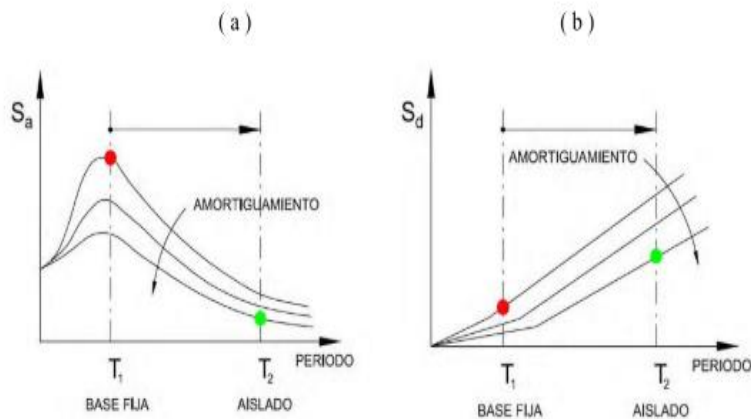


*Nota:* (Quispe, 2018)

Según los hallazgos de la instalación de aisladores esto puede ampliar en gran medida el rango de vibración base de un sistema. Como consecuencia de esto, la estructura se reubica en lugares que están sometidos a aceleraciones de menor espectro, lo que finalmente resulta en la generación de fuerzas de menor magnitud. Cuando la frecuencia disminuye, el sistema obtiene menos aceleraciones. Esto, a su vez, sirve para limitar los potenciales efectos adversos que puede tener sobre el sistema estructural. Además de los edificios que tienen ciertas características que ponen énfasis en la torsión, las estructuras que proporcionan mayores beneficios son aquellas que tienen períodos de alrededor de un segundo o un poco menos. (p. 12).

**Figura 6**

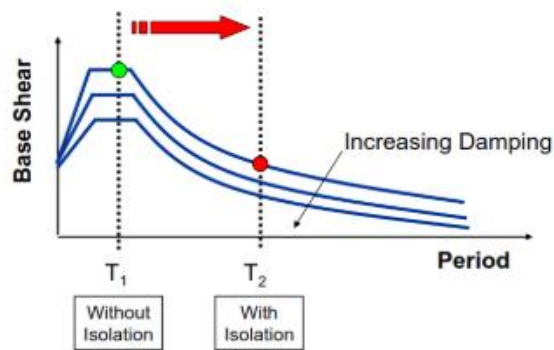
*Espectro de aceleraciones y deslizamientos*



*Nota:* (Quispe, 2018)

**Figura 7**

*Espectro de lapsos y cortes*



*Nota:*(Quispe, 2018)

Tal cual se observa en las ilustraciones 7 y 8, el aumento del lapso natural del sistema tiene la capacidad de reducir significativamente la aceleración espectral, así como el esfuerzo cortante basal. Estas figuras proporcionan una ilustración detallada de la estrategia que se podría utilizar para lograr este objetivo.

### 2.6.1 Estándares de gestión para el diseño estructural de edificios aislados

La sugerencia que se puede encontrar en (E.031, 2019) indica que "La evaluación de la estructura en base a su regularidad debe basarse en el tipo de sistema de aislación sísmica". Esta recomendación se puede encontrar en el documento. Además, se sugiere esta propuesta.



## **2.6.2 Evaluación y modelo de sistemas sísmicamente aislados.**

En lo que respecta al despliegue de aisladores de base, es necesario atenerse con sumo cuidado a las leyes que se han creado para la configuración del sistema estructural. Según el Artículo 8 de la Norma E.031, publicada en 2019, se describen con mayor profundidad estas normas. También debe construirse siguiendo las directrices N.T.P. E.030. Estas normas garantizan su resistencia a los terremotos (pág. 4).

### **2.6.2.1 Análisis estático - dinámico espectral**

La versión 2019 de la Norma E.031, especifica que "este tipo de evaluación se puede emplear para modelar un sistema que esté aislado de la actividad sísmica.

## **2.6.3 Clases de aislantes de base**

Conforme con Sntaxi (2016), existe una gran variedad de aislantes de apoyo, cada uno de los cuales tiene características únicas en términos de su composición, prestaciones, técnicas, precios, necesitamos pensar en grandes ideas y formas importantes. Pero la tarea de todos es simple: mantener el edificio separado del suelo. También, el autor analiza las 3 clases básicas de aisladores de base que se hallan actualmente disponibles en el mercado y que se pueden encontrar en la página 26.

- Se trata de un aislador elastomérico que tiene una potente capacidad de amortiguación por sí solo.
- En lo que respecta al núcleo del aislador elastomérico, el plomo es el material de elección.
- Péndulos de naturaleza friccional y aislamiento.

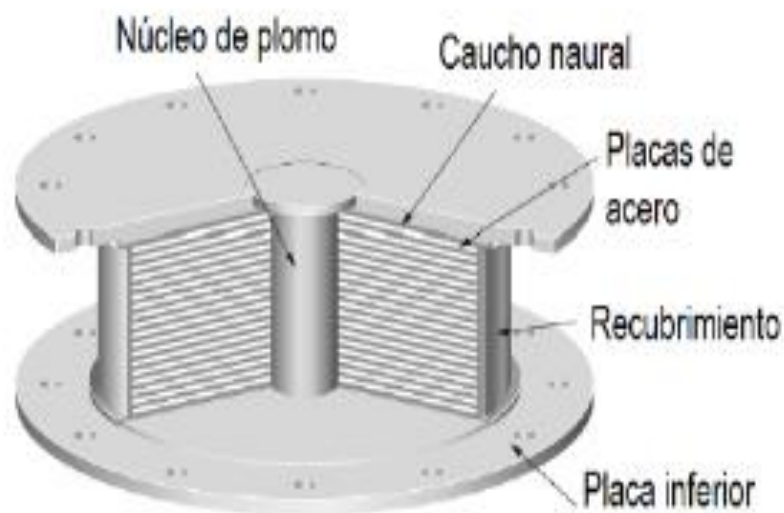
### **2.6.3.1 Aislantes Elastoméricos con Centro de Pb HDRB**

Si la construcción de los aisladores HDRB se describe en Dynamic Isolation Systems (2007) como consistente en los interruptores se disponen placas de caucho o elastómero y metal. Las placas metálicas crean este efecto porque están hechas de metal.

El aislador, que tiene una alta rigidez vertical y una rigidez lateral limitada, muestra una función que actúa de una manera comparable a la de un resorte. Esto se debe a que el aislador está construido con capas delgadas de caucho que se refuerzan con cuñas hechas de acero. Esta es la razón por la que está presente esta característica. Son las piezas de acero en forma de cuña las que se utilizan para reforzar el caucho. Estas piezas de acero están construidas como cuñas. Es por esto que el aislador puede manejar una alta carga axial y al mismo tiempo permitir el movimiento lateral con solo un pequeño grado de rigidez. Cuando ocurre un terremoto, el aislante se desplaza lateralmente. Su núcleo de plomo ayuda a ralentizar este movimiento, al igual que un cojín amortigua una caída. Esto se logra mediante un proceso llamado deformación plástica (p. 7). Esto hace que el núcleo de plomo sea un agente amortiguador eficaz. Esto sucede siempre que el aislador se desplaza lateralmente en cualquier dirección. En este caso particular, utilizamos coeficientes de amortiguamiento del 35 % y del 15 %.

**Figura 8**

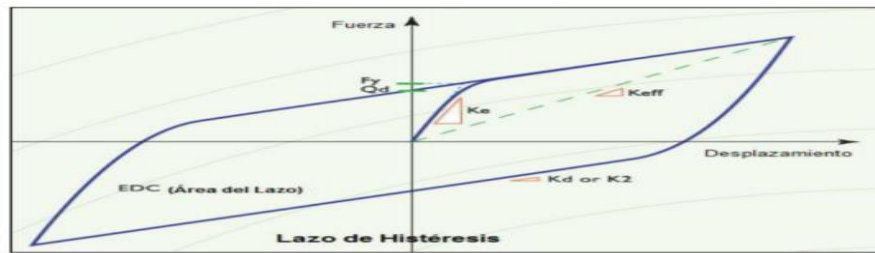
*Este aislante de clase se conoce como cojinete de caucho de plomo (HDRB)*



*Nota:(Medina & Choque, 2017)*

**Figura 9**

*Diagrama deformación de los aislantes HDRB*



*Nota:* (Dinamic Isolatión Systems, 2007)

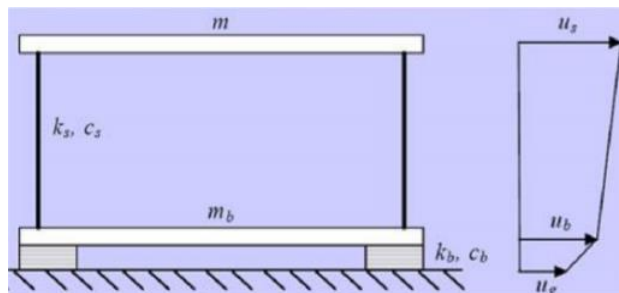
### 2.6.4 Modelo dinámico de sistemas aislados

#### 2.6.4.1 Teoría lineal.

(Naeim & Kelly, 1999) En palabras más simples, esto es como crear un modelo de edificio que tiene tres formas de moverse o cambiar como ejemplo de la teoría lineal. Este modelo se presenta en forma de modelo estructural. Esta imagen se muestra en la figura 14, que es un buen ejemplo de lo que se está discutiendo aquí. Según este paradigma, el símbolo  $m$  para la superestructura del edificio indica la masa del edificio, mientras que el símbolo  $m_b$  para la base del edificio representa la masa del edificio. Ambos símbolos se utilizan para transmitir la magnitud de toda la estructura. Los símbolos  $k_s$  y  $c_s$  se utilizan para indicar la firmeza y el amortiguamiento del plan, se utilizan para describir la firmeza y el amortiguamiento del aislante. Ambos símbolos se utilizan también para expresar la amortiguación y la firmeza del sistema (pág. 26)

**Figura 10**

*Una imagen que muestra un sistema básico que permite dos tipos de movimiento.*



*Nota.* (Naeim & Kelly, 1999)



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Estándares del estudio

##### 3.1.1 *Diseño de la investigación*

- No experimental.

##### 3.1.2 *Tipo de investigación*

- Conforme a la clase de estudio es aplicada.

##### 3.1.3 *Método de investigación*

- Enfoque cuantitativo.

##### 3.1.4 *Nivel de la investigación*

- Con base en la clasificación académica, el estudio se caracteriza como descriptivo y comparativo.

##### 3.1.5 *Técnicas e instrumentos*

###### 3.1.5.1 **Técnicas:**

En la elaboración del estudio se usará:

- La elaboración donde se realizará el planteamiento del sistema estructural en planta y H del edificio.
- Empleo de software para el modelamiento.



### 3.1.5.2 Instrumentos:

- Referencias de citas de antecedentes para el estudio
- Aplicación de Normas: E.031, E.031, E.060. E.020
  - Software: Etabs V.20.0.0 (adaptación estudiantil)

## 3.2 Población y muestra

### 3.2.1 Población.

Utilizando características similares a las de los edificios de categoría A1, el objetivo de esto es limitar el número de personas que pueden ocupar el espacio.

### 3.2.2 Muestra.

Para construir un edificio de siete pisos es imprescindible desarrollar un sistema estructural dual de categoría A (Clínica) que contenga una interfaz aislante, lo cual es un requisito previo para la construcción del edificio.

## 3.3 Procedimiento de análisis estructural

Una estructura de siete pisos de altura con un sistema estructural orientado a la salud y categorizada como A1 (Clínica Privada), además de tener dimensiones de veinte m en el eje X-X y quince metros en el eje Y-Y, tiene una superficie techada de más de trescientos metros cuadrados.

El Etabs 2020 V1 se va a utilizar para realizar pruebas sísmicas, se planea hacer uso de los datos que se calcularon en el pasado para replicar el comportamiento de la estructura examinada. Esto incluye el tamaño inicial, los pesos específicos, la asignación de carga, el espectro de diseño y el procesamiento y evaluación de datos, todo lo cual tendrá lugar con el soporte de la herramienta de software Excel. Además, se determinará el tamaño inicial.

Como resultado de nuestras evaluaciones anteriores de las cualidades mecano-físicas del aislador, hemos llegado a la conclusión de que el aislador de tipo HDRB que está disponible en el catálogo de TENSA es la opción más adecuada para que podamos utilizarlo.

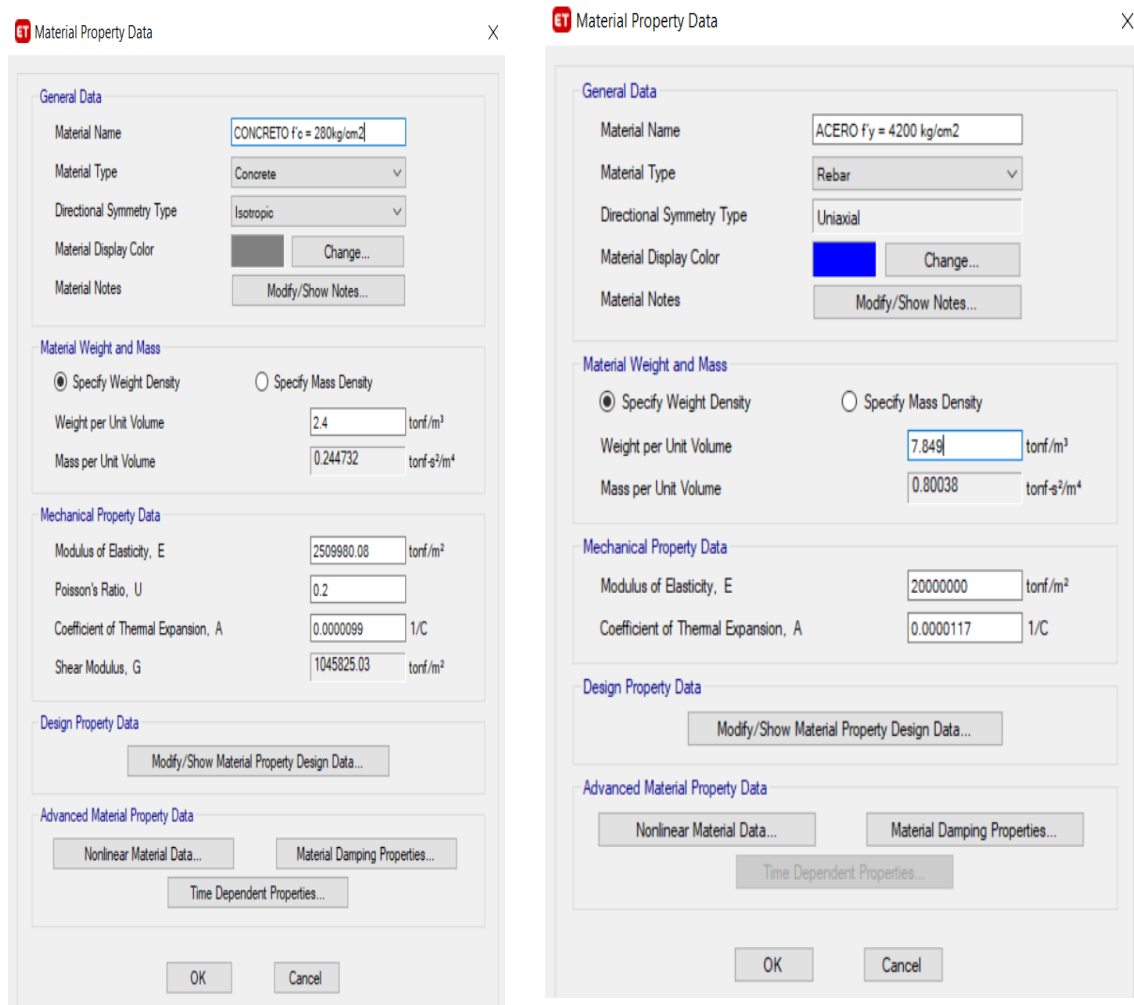
Además, tenemos la intención de utilizar el catálogo D.I.S para aisladores LRB. Esto se suma a las declaraciones anteriores. Los cálculos que proporcionamos anteriormente son consistentes con ambas opciones disponibles.

### 3.3.1 Características de los insumos

Para el propósito de modelar el sistema con un apoyo empotrado fijo y un apoyo aislado, la siguiente configuración proporcionará una descripción general de los insumos que se usan en el proceso de modelado.

**Figura 11**

*Modos del insumo*



Nota: Etabs V.20.0.0



### 3.4 Estándares generales para el modelo sísmico de edificios

#### 3.4.1 Coeficiente para la energía de corte en el apoyo

De acuerdo con los códigos de la norma con la E.030 2018, establecido en el (Artículo 28.2)

**Tabla 1**

*Estándares ZUCS/R*

ESTÁNDARES	
Z =	0.35
U =	1.00
C =	2.5
S =	1.15
R =	7

### 3.5 Desarrollo, analizar cómo funciona un sistema con una base fija.

#### 3.5.1 Descripción y modelado del sistema

El sistema en disputa era una clínica privada de siete pisos, con un primer nivel de 3,5 metros de altura y cada piso subsiguiente de 3,0 metros de altura en todo el edificio. La construcción estaba situada en la zona sísmica 3 de Perú y tenía una superficie cubierta final de 230 m<sup>2</sup>. Como resultado, estaba protegida de los terremotos. La construcción está formada por varios componentes diferentes, entre ellos escaleras, vigas, columnas, una losa en una dirección, muros estructurales y una viga plana. Las estructuras como vigas y columnas se consideran CM, mientras que las escaleras se consideran cargas vivas o cargas que se mueven constantemente. Además de la identificación de diafragmas, brazos rígidos, discretización de losas y muros estructurales y brazos rígidos, también se requirió una Nota de Masa para el peso sísmico del sistema. Otras especificaciones incluían la discretización de losas y muros estructurales. Estos productos químicos se utilizaron en la construcción de todos y cada uno de los componentes del edificio. Se han tenido en cuenta aspectos importantes en cada una de las situaciones y en sus diferentes posiciones.

**Figura 12**

*Casos de carga*

ET Define Load Patterns

X

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
Dead	Dead	1	
Dead	Dead	1	
Live	Live	0	
Live Up	Live	0	
CM	Dead	0	
Live 1	Live	0	
Live 2	Live	0	
SIS.EST.XX	Seismic	0	User Coefficient
SIS.EST.YY	Seismic	0	User Coefficient

Click To:

- Add New Load
- Modify Load
- Modify Lateral Load...
- Delete Load

OK Cancel

*Nota:* Etabs V.20.0.0

**Figura 13**

*Fuente de masa*

E Mass Source Data

X

Mass Source Name: PESO SISMICO

Mass Source:

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns:

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
CV- USO	0.5
TABQUERIA MOVIL	1
CV TECHO	0.5
CM ACABADOS	1

Mass Options:

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

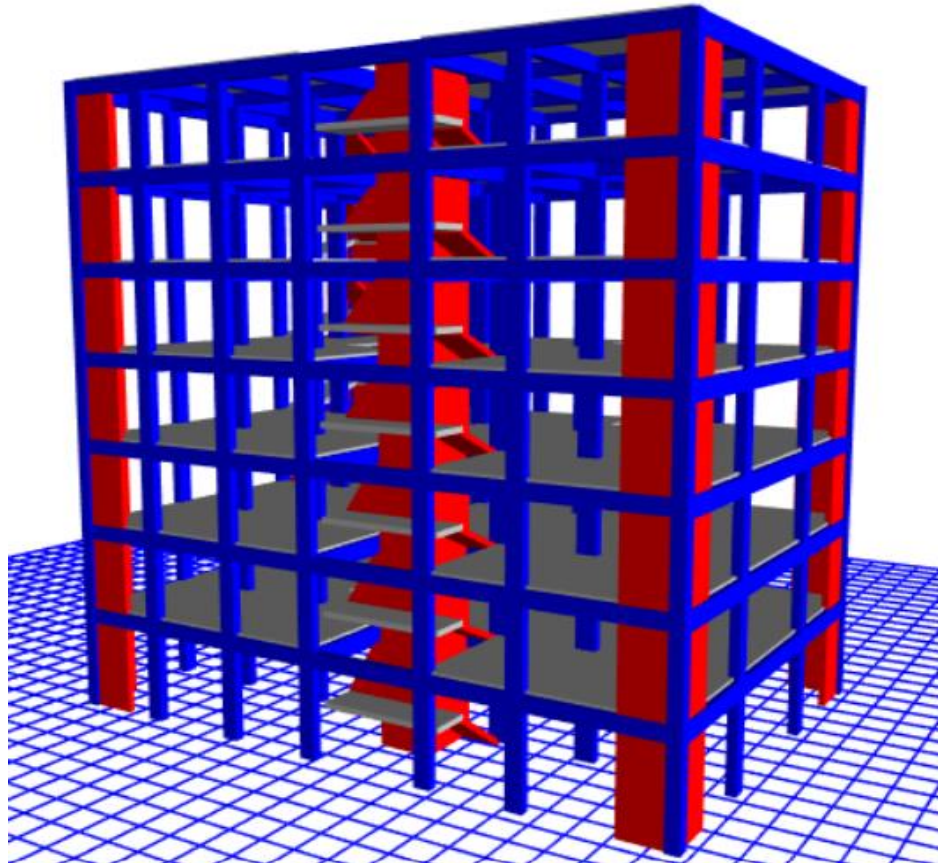
OK Cancel

*Nota:* Etabs V.20.0.0

- **Vista tridimensional sistema con apoyo fijo**

**Figura 14**

*Vista 3D de un sistema estable para análisis*



*Nota:* Etabs V.20.0.0

Debemos cumplir estrictamente los criterios que señalan en la Tabla E-0.30 N.º Diez para garantizar que podamos mantener el control sobre las cualidades estructurales. Teniendo en cuenta que las edificaciones se encuentran ubicados en las áreas 4, 3 y 2, se puede concluir que no pueden presentar ninguna irregularidad, como se ve en el cuadro. Dentro de los límites de la zona 1, está estrictamente prohibido tener variaciones considerables tanto en el plano como en la altura. Como parte de este proyecto, se realizarán cálculos para determinar las reglas necesarias para la gestión de errores de acuerdo con la norma E-031. Para evitar discontinuidades de altura y perforaciones en los diafragmas horizontales, es muy necesario construir características que sean consistentes, continuas y

rectas. Esta es una necesidad que no se puede evitar. Es de suma importancia mantener un control cuidadoso de los diafragmas horizontales y los marcos para detectar cualquier cambio inesperado e inesperado en la resistencia o la rigidez. Es de suma importancia mantenerlos bajo estrecha observación.

### 3.5.2 *Energía de corte en el apoyo – cortante basal (V)*

Se empleará a determinar cuánta energía de vibración llega al sistema de soporte desde una dirección determinada. ¿Y saben qué? Lo logramos usando las reglas que establecimos para diseñar cosas resistentes a los terremotos:

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

En que:

V = Energía de corte en el apoyo.

P = Peso Sísmico.

### 3.5.3 *Exponente k en conexión al lapso*

La regla E-030 vincula el valor "K" con el rango de vibración principal del sistema.

Puede encontrar información sobre su cálculo en libros de texto comunes.

**Figura 15**

*Explicación de las calificaciones de revisión fijas*

Direction and Eccentricity		Factors	
<input type="checkbox"/> X Dir	<input type="checkbox"/> Y Dir	Base Shear Coefficient, C	0.13125
<input checked="" type="checkbox"/> X Dir + Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir + Eccentricity	Building Height Exp., K	1
<input type="checkbox"/> X Dir - Eccentricity	<input type="checkbox"/> Y Dir - Eccentricity	Story Range	
Ecc. Ratio (All Diaph.)	0.05	Top Story	Story 7
Overwrite Eccentricities	Overwrite...	Bottom Story	Base
OK		Cancel	

Nota: Etabs V.20.0.0

### 3.5.4 Energía de corte

**Tabla 2**

Energías de corte

Name	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
SIS. EST.YY	0.05	Story1	Base	0.13125	1	1622.02	212.8905
SIS. EST.YY	0.05	Story1	Base	0.13125	1	1622.02	212.8905

Nota: Etabs V.20.0.0

### 3.5.5 Periodo real del sistema

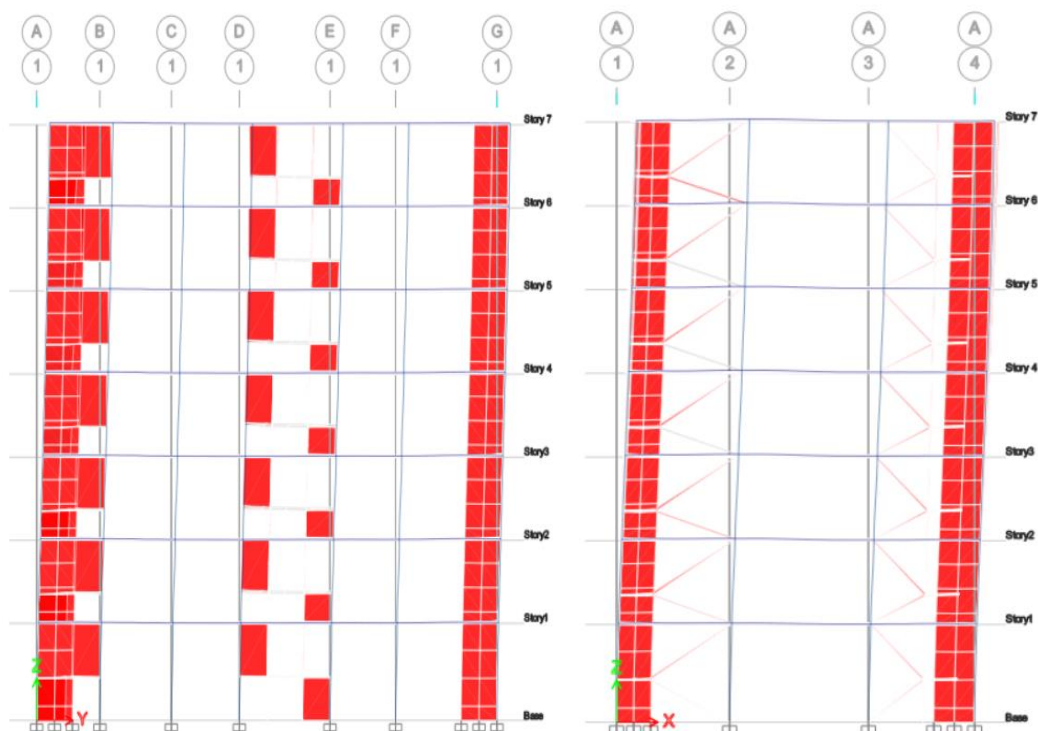
**Tabla 3**

Las tres primeras formas de agitar o mover

LAPSO REAL EN LOS 3 PRIMEROS MODOS			
CASO	Mod	Period seg	MOVIMIENTOS TRAS-ROT
	1	.492	TRASLACION X-X
	2	.435	//
	3	.354	ROTACION

**Figura 16**

Mod. 1 y 2



Nota: Etabs V.20.0.0



### 3.6 Evaluación dinámica del sistema con apoyo fijo

En nuestro estudio, analizaremos la situación actual en diferentes áreas. Es como tomar una instantánea de lo que está sucediendo en este momento como parte de nuestro proyecto de investigación. Esta evaluación se llevará a cabo a lo largo de nuestro estudio. Para lograr este objetivo, vamos a incluir un espectro de diseño de un plan estructural de clase dual con  $R=7$  de la misma manera que se ha presentado. Además, vamos a realizar algunas modificaciones en la disposición de los componentes de la estructura para modificar la forma en que se colocan.

#### 3.6.1 Evaluación dinámica modal espectral

Resultados de la investigación derivada del uso del estilo de combinación y combinación de espectros en estudios animados pueden usarse para crear cualquier estructura, de acuerdo con nuestra norma técnica para el diseño sismorresistente. Esta norma dice que las estructuras se pueden producir utilizando cualquier estructura. A nivel estructural, todos y cada uno de estos requisitos deben cumplirse. Además, nuestra directriz es aplicable a todas y cada una de las acciones que están asociadas con el negocio de la construcción. Este es un avance significativo. Es crucial realizar un examen completo de la estructura para descubrir el vínculo que existe entre la masa del sistema y la firmeza del mismo. Por otra parte, la firmeza sirve como contrapeso a la cantidad de deformación lateral que se produce, en contraste con la masa, que es el componente responsable del movimiento. Para lograr el objetivo de determinar esto, utilizamos los criterios definidos por el reglamento E-030. Para determinar el espectro de modelo, se tomará en cuenta el suelo y la zona de la región en la que se realizará el análisis estructural. Esto permitirá la identificación del espectro de diseño. Nuestro esfuerzo de investigación requirió que hiciéramos un análisis en un perfil de superficie de tipo S2 que se encontró en algún lugar de la zona 3. Esto se hizo para el propósito de nuestro esfuerzo de investigación.



### 3.6.2 Modos de vibración

Para cumplir con el reglamento E.030, es necesario pasar por el proceso de realizar un examen de los modos de vibración en todas y cada uno de los sentidos. El hecho de que la masa efectiva acumulada de estos modos sea al menos el noventa por ciento de la masa total es la característica que los distingue de otros modos. Tener esto es necesario para que ciertos modos funcionen correctamente.

### 3.7 Aceleración espectral (NORMA E.030-2018, ART.29.2)

Para garantizar que el diseño que se ha elegido sea resistente a los terremotos y se ajuste a los requisitos que se han especificado, se realizará un análisis modal espectral para cada dirección horizontal que se tenga en cuenta. Esto garantizará que el diseño sea resistente a los terremotos. Para este propósito, usaremos una herramienta especial llamada "espectro de aceleración pseudoinelástica". Es un término complejo, pero se define básicamente mediante una fórmula matemática, como se ve en este ejemplo.

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

El cálculo del factor de coeficiente sísmico se realizará utilizando una ecuación específica en el caso de que un área experimente intervalos cortos de tiempo ( $T < 0.2T_p$ ) que se caractericen por la actividad sísmica.

Haremos este proyecto de estudio por un tiempo más largo, no por uno corto. Así, descubriremos qué necesitamos para el futuro.

$$T_p > T$$

$$C_{2.5} = C$$



3.7.1 *Resumen de estándares para el estudio dinámico*

3.7.2 *Espectro de Pseudoaceleración*

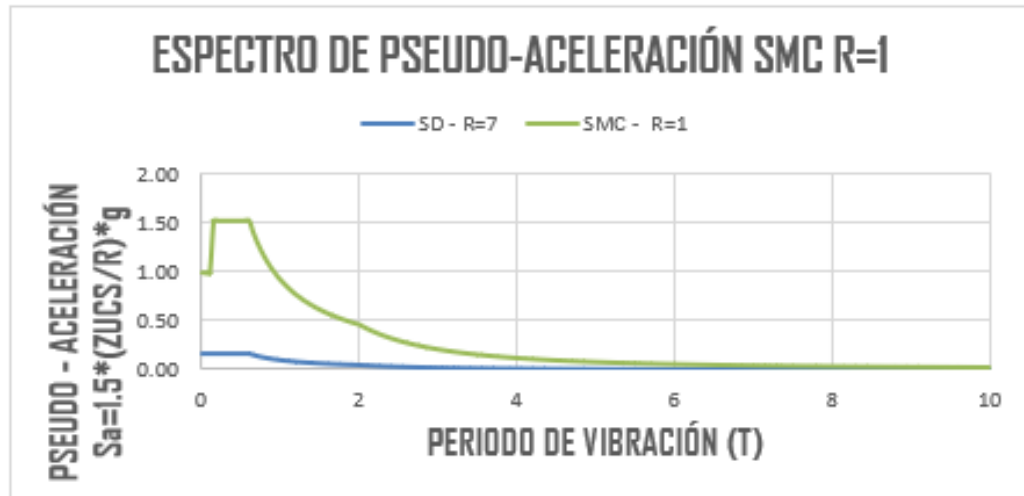
**Tabla 4**

*Espectros de Pseudo aceleración SD R=7 – SMC R=1*

SD R=7		SMC R=1	
Periodo	Sa=(ZUCS/R)	Periodo	Sa=1.5 * ZUCS
T	Sa	T	Sa
.1437501	.1437500	0	.98109375
.1437502	.1437500	.05	.98109375
.1437501	.1437500	.1	.98109375
.1437502	.1437500	.15	1.509375
.1437501	.1437500	.2	1.509375
.1437501	.1437500	.25	1.509375
.1437501	.1437500	.3	1.509375
.1437502	.1437500	.35	1.509375
.1437501	.1437500	.4	1.509375
.1437501	.1437500	.45	1.509375
.1437502	.1437500	.5	1.509375
.1437502	.1437500	.55	1.509375
.1437501	.1437500	.6	1.509375
.1326922	.1326923	.65	1.393269231
.12321423	.1232143	.7	1.29375
.1150001	.1150000	.75	1.2075
.1078124	.1078125	.8	1.13203125
.1014705	.1014706	.85	1.065441176
.0958332	.0958333	.9	1.00625
.0907894	.0907895	.95	.953289474
.0862501	.0862500	1	.905625
.0821428	.0821429	1.05	.8625
.0784092	.0784091	1.1	.823295455
.0750001	.0750000	1.15	.7875
.0718751	.0718750	1.2	.7546875
.0690001	.0690000	1.25	.7245
.0663463	.0663462	1.3	.696634615
.0638888	.0638889	1.35	.6708333333
.0616072	.0616071	1.4	.646875
.0594829	.0594828	1.45	.624568966
.0575001	.0575000	1.5	.60375
.0556453	.0556452	1.55	.584274194
.0539064	.0539063	1.6	.566015625
.0522728	.0522727	1.65	.548863636
.0507354	.0507353	1.7	.532720588
.0492858	.0492857	1.75	.5175
.0479168	.0479167	1.8	.503125

**Figura 17**

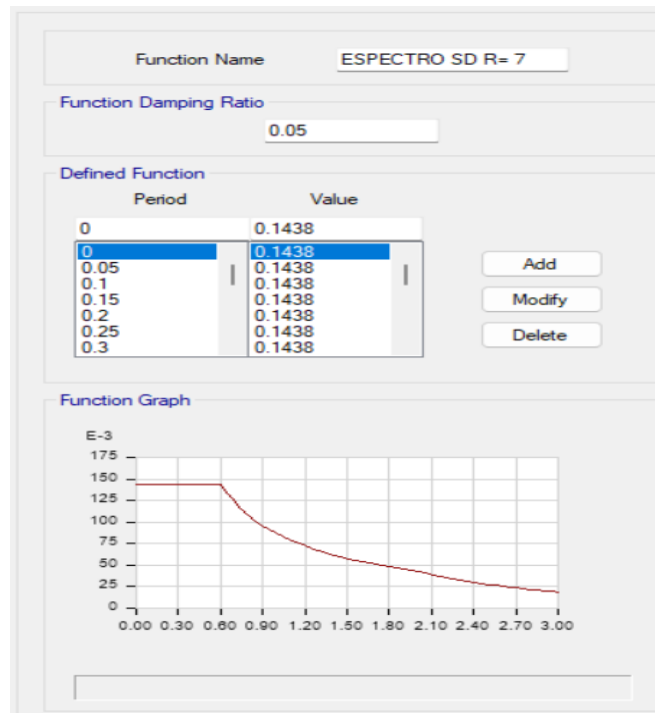
*Espectro de Pseudo aceleración*



*Nota:* Elaboración propia

**Figura 18**

*Espectro de Pseudo aceleración*

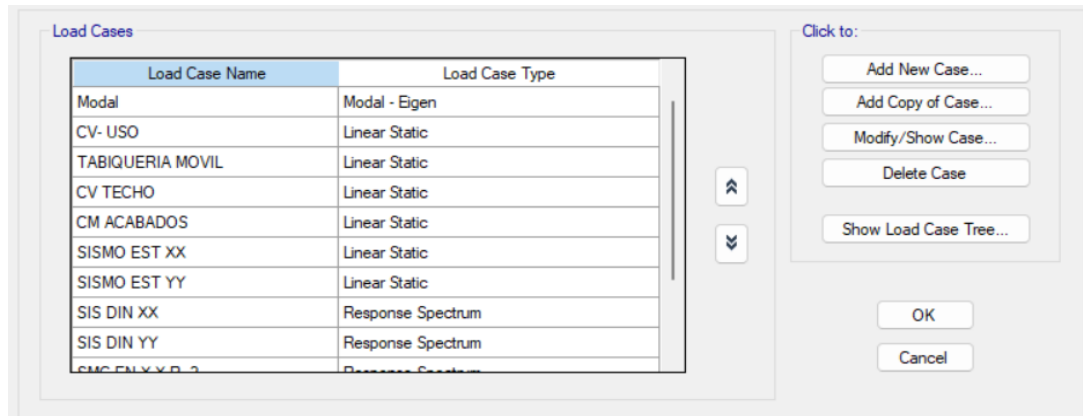


*Nota:* Etabs V.20.0.0

De acuerdo a lo establecido en el reglamento É.0.30 se empleará el sismo de para ambos sentidos.

**Figura 19**

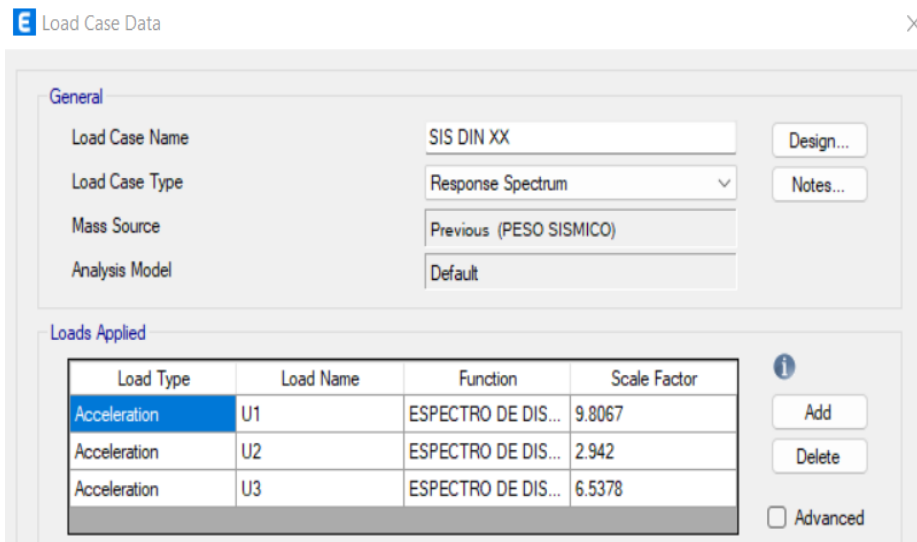
*Casos de carga*



*Nota:* Etabs V.20.0.0

**Figura 20**

*Sismo en la dirección Y-Y*



*Nota:* Etabs V.20.0.0

### 3.7.3 Masa interventiva sistema de apoyo fijo

Al realizar un análisis de nuestra tabla de masas participativas con el uso de datos obtenidos de la aplicación Etabs V.20.0.0, hemos descubierto que se cumplen los estándares sugeridos por el reglamento de diseño E.030. Esto se descubrió mientras estábamos realizando el estudio. Estos números son mucho más altos que el 90% que recomienda el criterio que se indicó anteriormente en esta discusión.

Tabla 5

*Masa participativa estructura con apoyo fijo*

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
	1	.492	.7486	.016	.0103
Modo	2	.435	.0072	.7068	.0775
Modo	3	.354	.0193	.0697	.6882
Modo	4	.142	.1262	.0122	.0007
Modo	5	.13	.011	.1117	.0119
Modo	6	.103	.003	.0095	.1275
Modo	7	.072	.0272	.0193	0
Modo	8	.068	.0218	.0227	.0029
Modo	9	.053	.001	.001	.0464
Modo	10	.047	.0034	.0158	.000006715
Modo	11	.044	.018	.0029	.0007
Modo	12	.035	.0006	.0061	.002
Modo	13	.034	.0002	.0016	.0181
Modo	14	.032	.0083	.0003	.001
Modo	15	.029	.0001	.0026	.0001
Modo	16	.027	.0029	.0002	.0002
Modo	17	.026	.00002075	.0006	.0001
Modo	18	.025	.0001	0	.004
Modo	19	.025	.0001	.0001	.0039
Modo	20	.024	.0006	.0000286	.000005302
Modo	21	.023	.000008822	.000004622	.0001
			100%	100%	100%

Nota: Etabs V.20.0.0

### 3.7.4 Energía de corte límite

El RNE (E-030, 2018) se exige que el esfuerzo de corte en el primer nivel de la edificación no supere los valores que se han establecido para cada dirección que se tenga en cuenta en el estudio:

- El 80% del valor que se estableció conforme con el artículo 25 para los negocios que se consideran estándar.
- Es de aplicación a los edificios que no son regulares en el 90% de los casos.

El condicionante:

$$V_{Din} \geq 80\% V_{Est}$$



**Tabla 6**

*Evaluación sísmica estática*

EVALUACIÓN SÍSMICA ESTÁTICA				
Story	Output Case	locación	VX tonf	VY tonf
Story1	SISMO EST X-X	Bottom	212.8905252	
//	//	//		212.8905252

*Nota:* Etabs V.20.0.0

**Tabla 7**

*Evaluación sísmica dinámica no cumple condición*

EVALUACIÓN SÍSMICA DINÁMICA				
Story	Output Case	Locación	VX tonf	VY tonf
			237.5071	
Story1	SIS DIN Y-Y	Bottom		229.5447

*Nota:* Etabs V.20.0.0

Es imprescindible realizar modificaciones en el mismo mediante un elemento relacional en el caso de que no se cumpla el criterio que venía antes ya que es obligatorio. Por tanto, esto se debe a que la estructura analizada se considera regular, sin embargo, no cumple el criterio de esfuerzo cortante límite. En resumen, lo ajustaremos un poco para asegurarnos de que sea lo suficientemente resistente. Lo haremos 1,120442952 veces más grande en una dirección y 1,15930865 veces más grande en la otra. De esta manera, está preparado para soportar la menor fuerza de torsión posible y cumple a la perfección con nuestros estándares.

**Tabla 8**

*Evaluación sísmica dinámica – cumple condición*

EVALUACIÓN SÍSMICA DINÁMICA				
Story	Output Case	Location	VX tonf	VY tonf
			212.8905252	
Story1	SIS DIN Y-Y	Bottom		212.8905252

*Nota:* Etabs V.20.0.0

### 3.7.5 Control de desplazamientos admisibles - derivas

Esta tesis presenta un caso práctico. Se centra principalmente en la construcción de una estructura. Al construir estructuras, es importante comprender cuánto puede cambiar de forma el suelo. Estos límites deben ser siempre claros. Se comparte al igual que la declaración anterior. La tabla en la norma del código E.030 que proporciona contiene una lista de los valores máximos aceptados para los sistemas hechos de hormigón con acero.

Para el propósito de calcular las derivas, haremos uso de la frase que se presenta en la siguiente oración (la estructura que se está analizando)

$$\Delta \text{ Inelastico} = 0.75 * R * \Delta \text{ elastico}$$

Donde:

R = Coeficiente de disminución sísmica

$$Dr = \text{Deslizamiento relativo} = \frac{\text{Deslizamiento lateral límite}}{\text{Deslizamiento lateral límite}}$$

**Tabla 9**

*Derivas de entrepiso apoyo fijo X-X*

DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELAST	D. INELAST	E-030	CONTROL E-030
7	D-7	SIS_ DIN_X Max	.01586	3	0.0017	0.0006	<b>0.0030</b>	.007	OKi
6	D-6	//	.014172	3	0.0021	0.0007	<b>0.0036</b>	.007	OKi
5	D-5	//	.01209	3	0.0025	0.0008	<b>0.0043</b>	.007	OKi
4	D-4	//	.009636	3	0.0027	0.0009	<b>0.0048</b>	.007	OKi
3	D-3	//	.006914	3	0.0028	0.0009	<b>0.0049</b>	.007	OKi
2	D-2	//	.004117	3	0.0025	0.0008	<b>0.0043</b>	.007	OKi
1	D-1	//	.001637	3.5					

**Tabla 10**

*Derivas De Entrepiso Base Fija Y-Y*

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
7	D-7	SIS_ DIN_Y Max	.011362	3	0.0010	0.0003	<b>0.0018</b>	.007	OKi
6	D-6	//	.010336	3	0.0014	0.0005	<b>0.0024</b>	.007	OKi
5	D-5	//	.008958	3	0.0017	0.0006	<b>0.0030</b>	.007	OKi
4	D-4	//	.007255	3	0.0019	0.0006	<b>0.0034</b>	.007	OKi
3	D-3	//	.005319	3	0.0020	0.0007	<b>0.0035</b>	.007	OKi
2	D-2	//	.003295	3	0.0019	0.0006	<b>0.0033</b>	.007	OKi
1	D-1	//	.001408	3.5					



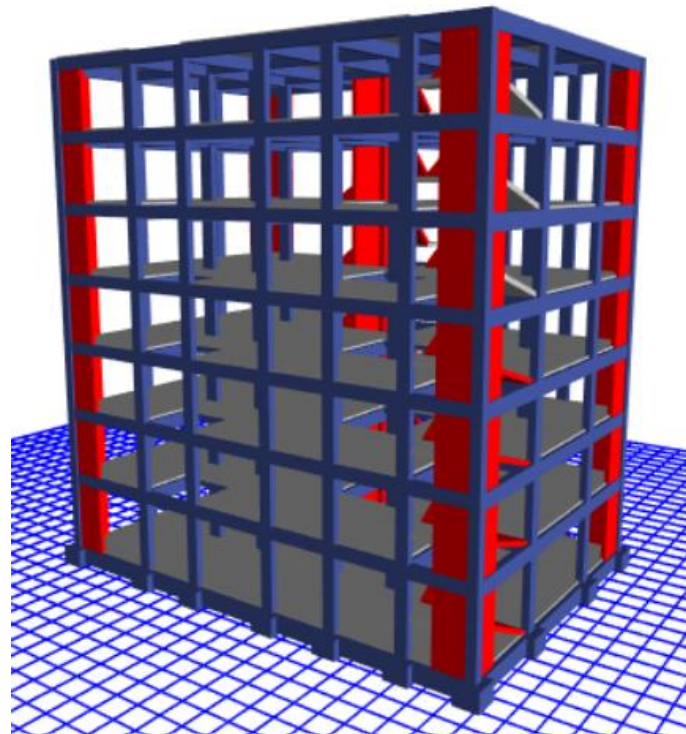
A causa de los valores resultantes de los desplazamientos en ambos sentidos están por debajo de los requisitos de la norma E-030, podemos seguir examinando la estructura que se mantiene independiente. Esto se debe a que medimos los valores de desplazamiento tanto en dirección lateral como vertical.

### 3.8 Modelado y evaluado del sistema con apoyo aislado

- Adicionalmente, para garantizar que estamos de acuerdo con los criterios de diseño que se describen en la norma E-030, vamos a incluir lo que se revisó anteriormente. Para ser más específicos, esta interfaz incluirá conformantes estructurales que estén estructurados conforme con el reglamento E-031. Además de capiteles, losas rígidas, vigas y pedestales, estos componentes también incluirán los dispositivos de aislamiento que corresponden a cada uno de estos componentes. Para el propósito de esta investigación, se utilizarán aisladores hechos de caucho, es decir, los de las variedades HDRB y LRB.
- Consideramos capiteles de 0,80 m de altura, 1.0 m de ancho y 1.0 metro de largo. Estas dimensiones se han tenido en cuenta. Esta actuación tuvo lugar conforme con los reglamentos que se habían previsto en el pasado. Las vigas de unión se utilizan de forma análoga al funcionamiento de las vigas que se utilizan para construir la superestructura.

**Figura 21**

*Interfaz que presenta una vista 3D que permite el aislamiento.*



*Nota:* Etabs V.20.0.0

- Las cargas que se ejercen sobre los aisladores como consecuencia de su ubicación serán el factor determinante para calcular las cualidades mecano-físicas de los aislantes. Comenzaremos usando el límite de peso máximo establecido para nuestro proyecto para elegir el tamaño adecuado para nuestros dispositivos. Después, determinaremos la forma común que se adapte a toda la estructura.

### 3.9 Sistema de apoyo aislado con elementos HDRB

#### 3.9.1 Peso sísmico del sistema sin interfaz de aislación

**Tabla 11**

*Peso sísmico estructura sin interfaz de aislación*

SISTEMA DE APOYO EMPOTRADO SIN INTERFAZ DE AISLACIÓN	
PESOS DE MODELO	TN
C M	1431.976
C V	463.6161
<b>PESO SISMICO</b>	<b>1895.5921</b>



**3.9.2 Peso sísmico del sistema con interfaz de aislación**

**Tabla 12**

*Peso sísmico estructura con interfaz de aislación*

<b>SISTEMA DE APOYO EMPOTRADO CON INTERFAZ DE AISLACIÓN</b>	
<b>PESOS DE MODELO</b>	<b>TN</b>
C M	1741.8117
C V	539.7546
<b>PESO SISMICO</b>	<b>2011.6888</b>

**3.9.3 Casos de carga para la interfaz de aislamiento**

La Política Técnica Nacional E-031, punto 12.1, establece que debemos estimar las combinaciones de cargas. Porque un aislador se enfrentará a diversas tensiones, tanto estructurales como no estructurales. Cabe destacar que también se enfrentará a fuerzas laterales debidas a los sismos. Por eso, la estimación de la combinación de cargas es fundamental.

Además, una lista de referencias establecida en la norma técnica.

**3.9.4 Peso vertical medio:**

$$1,0 \text{ CM} + 0,5 \text{ CV}$$

**3.9.5 Peso vertical límite:**

$$1.25 (\text{CM}+\text{CV}) + 1.0 (\text{CSH} + \text{CSV}) + 0.2 \text{ CN}$$

**3.9.6 Peso sísmica horizontal**

Establecido en la norma para su aplicación en el diseño de edificaciones según lo indicado con los lineamientos establecidos en la norma E.030 para el diseño.

**3.9.7 Carga de nieve**

La carga de nieve se considera una carga viva según la sección de “cargas” del Artículo 11 Sección 11.3 de las especificaciones de la Norma E-020. Para esta carga en particular, la carga QT que se correlaciona con ella es 0.4Kp, que equivale a 40 kg/m2. Sin embargo, para cumplir con los requisitos de nuestro proyecto.



### 3.9.8 *Peso vertical límite:*

$$0.9 \text{ CM} - 1.0 (\text{CSH} + \text{CSV})$$

#### 3.9.8.1 **Efectos de las cargas sísmicas y mezclas de cargas**

El reglamento E.031 estipula que las cargas promedio de diseño deben tener en cuenta una carga promedio de servicio de 137.76 toneladas, requisito que se debe cumplir.

### 3.10 **Cálculo de cualidades físicas de los aislantes**

Para los efectos de este proyecto se utilizarán aisladores del tipo HDRB y la carga de diseño podrá considerarse estándar. Se determinarán las características nominales de estos aisladores una vez finalizado el diseño y análisis de los mismos de acuerdo con la norma E-031.

#### 3.10.1 *Amortiguamiento efectivo ( $B_M$ )*

Esta es una referencia a la relación que existe una conexión entre una amortiguación crítica del 5 % y el cambio de movimiento. Esto está vinculado a la altura del espectro. Uno de los nombres que se le ha dado a esta relación específica es  $B_M$ . El DM, NTP y E-031 que los componen.

En este estudio, seleccionamos un valor de amortiguamiento especial llamado  $\beta_{eff}$ . Este valor se establece en el 15 %. Los valores provienen del punto medio del conjunto. Posteriormente, usamos estos valores para completar los siguientes pasos, se genera un factor  $B_M$  de 1,38, que luego se utiliza en el cálculo posterior.

El símbolo  $B_M$  nos muestra el factor de amortiguamiento y podemos utilizar una fórmula básica para calcularlo. Este es otro método que se puede utilizar:

$$B_M = \frac{4}{5.6 - \ln(\beta_M \text{ o } \beta_{eff})}$$

Donde:

$$B_M = \frac{4}{5.6 - \ln(15)}$$



$$B_M = 1.379$$

### 3.10.2 *Lapso Objetivo*

Ahora, hay un plazo acordado. Está aquí para ayudar con la investigación de tesis que se está llevando a cabo en este momento.

$$T = 3.31 \text{ seg}$$

### 3.10.3 *Excentricidad Accidental*

Una norma llamada E.030 dice que necesitamos probar una pequeña fuerza de giro, el "torque incidental", en el centro pesado de un nivel para demostrar que sigue las reglas. Además de la fuerza lateral estática que se aplica, esto se tiene en cuenta. Para calcular el momento de torsión, se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$$

Existe un consenso general en que una rareza inesperada, representada por el símbolo  $e_i$ , equivale a 0,05 veces el tamaño del edificio medido. No importa cómo se analice esto, siempre es cierto. Esta rareza se detectó durante una revisión de la construcción de la base firme, tendremos en cuenta estos valores tanto en los ejes X como Y a lo largo de este análisis.

### 3.10.4 *Sismo Máximo Considerado ( $S_{aM}$ )*

$$S_{aM} = 1.5 \text{ ZUCS g}$$

$$S_{aM} = 1.509 \text{ g}$$

### 3.10.5 *Deslizamiento traslacional:*

De acuerdo con el reglamento E.031, se debe diseñarse y ejecutarse, para encontrar el desplazamiento DM en cada entre piso. La ecuación 6 de la norma se utiliza para definir los límites de las características en el sentido más esencial para la respuesta horizontal. Este es el factor determinante que determina esto.



**3.10.6 Deslizamiento total límite**

Para el propósito de calcular el DTM conforme con el reglamento E.031, se utilizará la expresión que se encuentra en la literatura de la norma. En concreto, Yi Xi del sistema de aislamiento sísmico entre el centro de masas y el aislador i-ésimo se expresan en milímetros. Estas distancias se miden a lo largo de las líneas que pasan por el sistema. La dimensión horizontal se utiliza para medir estas distancias.

Sentido X- Y

$$r_a = \frac{1}{12} (b^2 + d^2)^{1/2}$$

$$P_T = \frac{1}{r_a} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x^2 + y^2)}{N}}$$

También:

**Por ende**

$$D_{TM} = 0.347 \text{ m}$$

Si

$$D_{TM} > 1.16 D_M \quad \text{ok.}$$

**3.11 Determinación de cualidades mecánicas nominales de los aislantes**

Tenemos previsto utilizar aisladores de alta amortiguación (HDRB). Esto se debe a que creemos que la carga no será demasiado pesada. Ahora, veamos dos tipos diferentes de estos aisladores. Debemos considerar dónde se colocan y qué tipo de peso deben soportar.

**3.11.1 Firmeza horizontal del elemento  $K_{eff}$**

$$k_h = P_{U_{máx}} x \left( \frac{2\pi}{T_M} \right)^2$$

Donde:

$T_M$  = Lapso Esperado

### 3.11.2 Altura de caucho del elemento ( $H_r$ )

$$\gamma_D = \frac{D_{TM}}{H_r} \leq 2.5$$

Luego se obtendrá

$$H_r = \frac{D_M}{\gamma}$$

### 3.11.3 Zona del elemento ( $A$ ):

$$K_h = \frac{G \times A}{H_r}$$

Por ende:

$$A = \frac{K_h \times H_r}{G}$$

### 3.11.4 Diámetro del elemento ( $A$ )

- 1era estimación del diámetro del aislante ( $D_i$ )

$$d = 2 \left( \sqrt{\frac{A}{\pi}} \right)$$

## 3.12 Cualidades físicas del agente de aislación

Tabla 13

*Cualidades físicas del agente de aislación*

CUALIDADES FISICAS DEL AISLANTES		
Cualidades	Clase A	Unidades
FIRMEZA HORIZONTAL DEL ELEMENTO	.50	Mpa.nn (Knn/mm)
ELEVACIÓN CAUCHO	.20	m
ÀREA DEL ELEMENTO	.13	m <sup>2</sup>
<b>DIAMETRO DEL AISLANTE</b>	<b>.40</b>	m
DESLIZAMIENTO LÍMITE	.30	m
DESLIZAMIENTO TOTAL LÍMITE	.35	m
MODULO DE CORTE	.80	Mpa
% DE AMORTIGUAMIENTO	.15	----
CANTIDAD DE AISLANTES HDRB	28	Unidades
CARGA EN ELEMENTO A (centro)	<b>137.76</b>	Tn

*Nota:* Elaboración Propia

Para conocer las propiedades mecánicas del aislante, en primer lugar, se realizará el proceso de comparación de esta información con el catálogo que nos proporciona la firma Tensa. En el mismo momento en que esto se va a realizar, se va a realizar el cálculo de las características físicas del aislante.

### 3.13 Resumen - cualidades mecánicas halladas

**Tabla 14**

*Cualidades mecánicas del elemento de aislación determinadas*

CUALIDADES NOMINALES DE LOS ELEMENTOS DE AISLACIÓN HDRB			
Clase de Aislante	NOM.	Unidades	Dispositivo Tipo HDRB
Peso de modelo		Tn	137.77
Catálogo tensa			TDRI-550-NM-175
Vertical (U1)			
Firmeza Vertical	KV	KN/mm	1320
CUALIDADES LINEALES (U2, U3)			
Firmeza Real Lineal	KEEF	KN/mm	1.09
Amortiguamiento Real	C	kn.seg/mm	0.08
CUALIDADES NO LINEALES (U2, U3)			
Firmeza Inicial	K1	KN/mm	8.58
Energía de Fluencia	FY	kn	88.74
Conexión R.Inicio / R. Post	K1/K2	ratio	0.095
Fuerza Disipada	WD	Kn.m	93.52
Firmeza Post fluencia	K2	KN/mm	0.83

#### 3.13.1 Cualidades lineales Vertical (U1)

**Figura 22**

*Firmeza Vertical*

The image shows a software dialog box with two main sections: 'Identification' and 'Linear Properties'.  
**Identification:**  
 Property Name: HDRB MN 550-175  
 Direction: U1  
 Type: Rubber Isolator  
 NonLinear: No  
**Linear Properties:**  
 Effective Stiffness: 1320 kN/mm  
 Effective Damping: 0 kN-s/mm  
 At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Nota: Etabs V.20.0.0.

### 3.13.2 Cualidades no lineales (U2, U3)

**Figura 23**

*Cualidades no lineales y lineales de los elementos de aislación*

Identification

Property Name: HDRB MN 550-175

Direction: U2

Type: Rubber Isolator

NonLinear: Yes

Linear Properties

Effective Stiffness: 1.09 kN/mm

Effective Damping: 0.07 kN-s/mm

Shear Deformation Location

Distance from End-J: 0 mm

Nonlinear Properties

Stiffness: 8.59 kN/mm

Yield Strength: 88.75 kN

Post Yield Stiffness Ratio: 0.096

OK Cancel

Nota. Etabs V.20.0.0.

**Figura 24**

*Elemento aislante son una mezcla de características cambiantes e inmutables.*

General

Link Property Name: HDRB MN 550-175

Link Type: Rubber Isolator

Link Property Notes: Modify/Show Notes...

P-Delta Parameters: Modify/Show...

Acceptance Criteria: Modify/Show... None specified

Total Mass and Weight

Mass: 0 kN-s<sup>2</sup>/mm

Weight: 0 kN

Rotational Inertia 1: 0 kN-mm-s<sup>2</sup>

Rotational Inertia 2: 0 kN-mm-s<sup>2</sup>

Rotational Inertia 3: 0 kN-mm-s<sup>2</sup>

Factors for Line and Area Springs

Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property: 1000 mm

Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property: 1000000 mm<sup>2</sup>

Directional Properties

Direction	Fixed	NonLinear	Properties	Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...	<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...	<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...	<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

Fix All Clear All

Stiffness Options

Stiffness Used for Linear and Modal Load Cases: Effective Stiffness from Zero, Else Nonlinear

Stiffness Used for Stiffness-proportional Viscous Damping: Initial Stiffness (K0)

Stiffness-proportional Viscous Damping Coefficient Modification Factor: 1

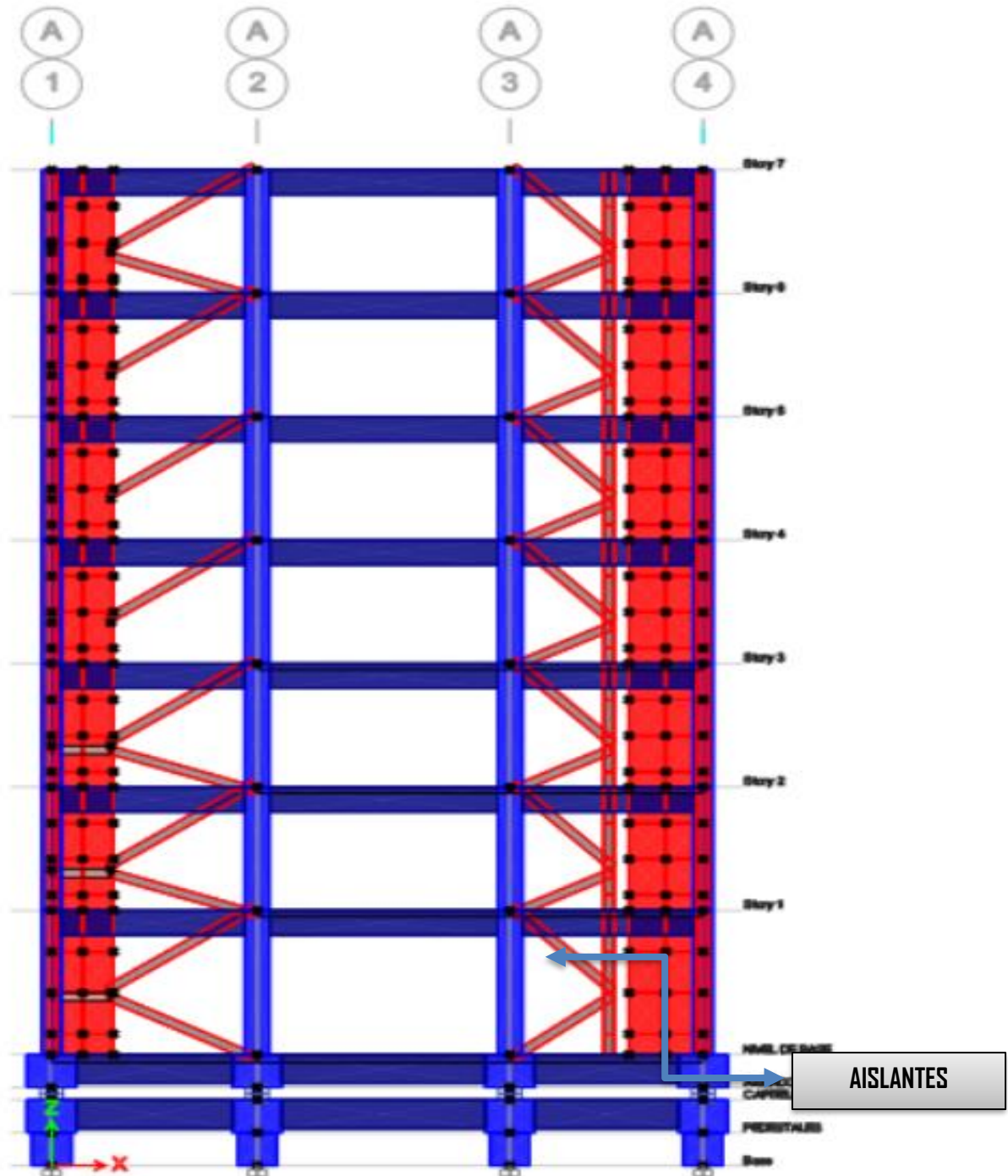
OK Cancel

Nota. Etabs V.20.0.0

## ➤ Incorporación De Dispositivos De Aislación De Apoyo HDRB

Figura 25

Sistema con interfaz de aislamiento incorporada

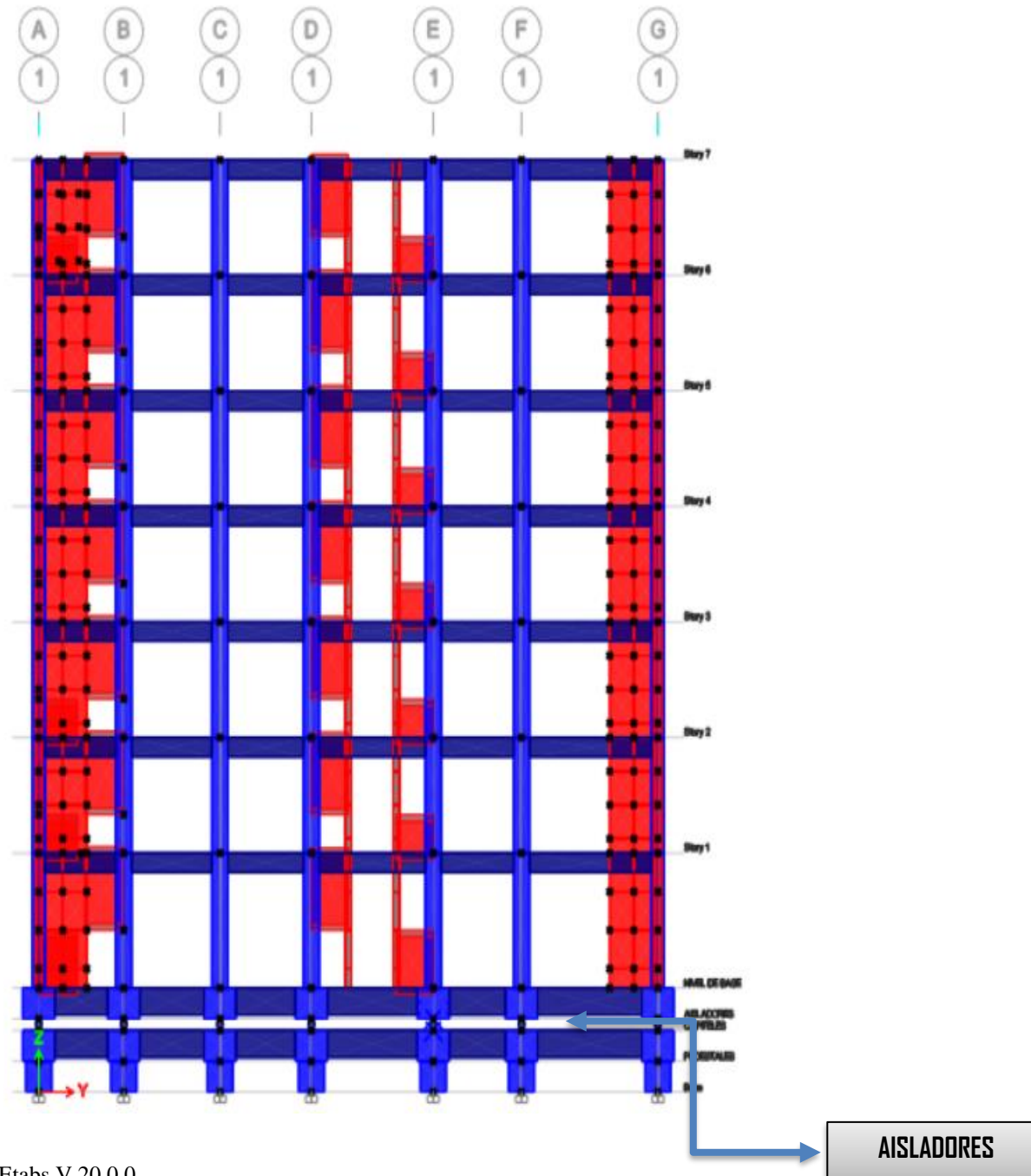


Nota. Etabs V.20.0.0

## ➤ Incorporación De Elementos De Aislación De Apoyo HDRB Ejes Secundarios

Figura 26

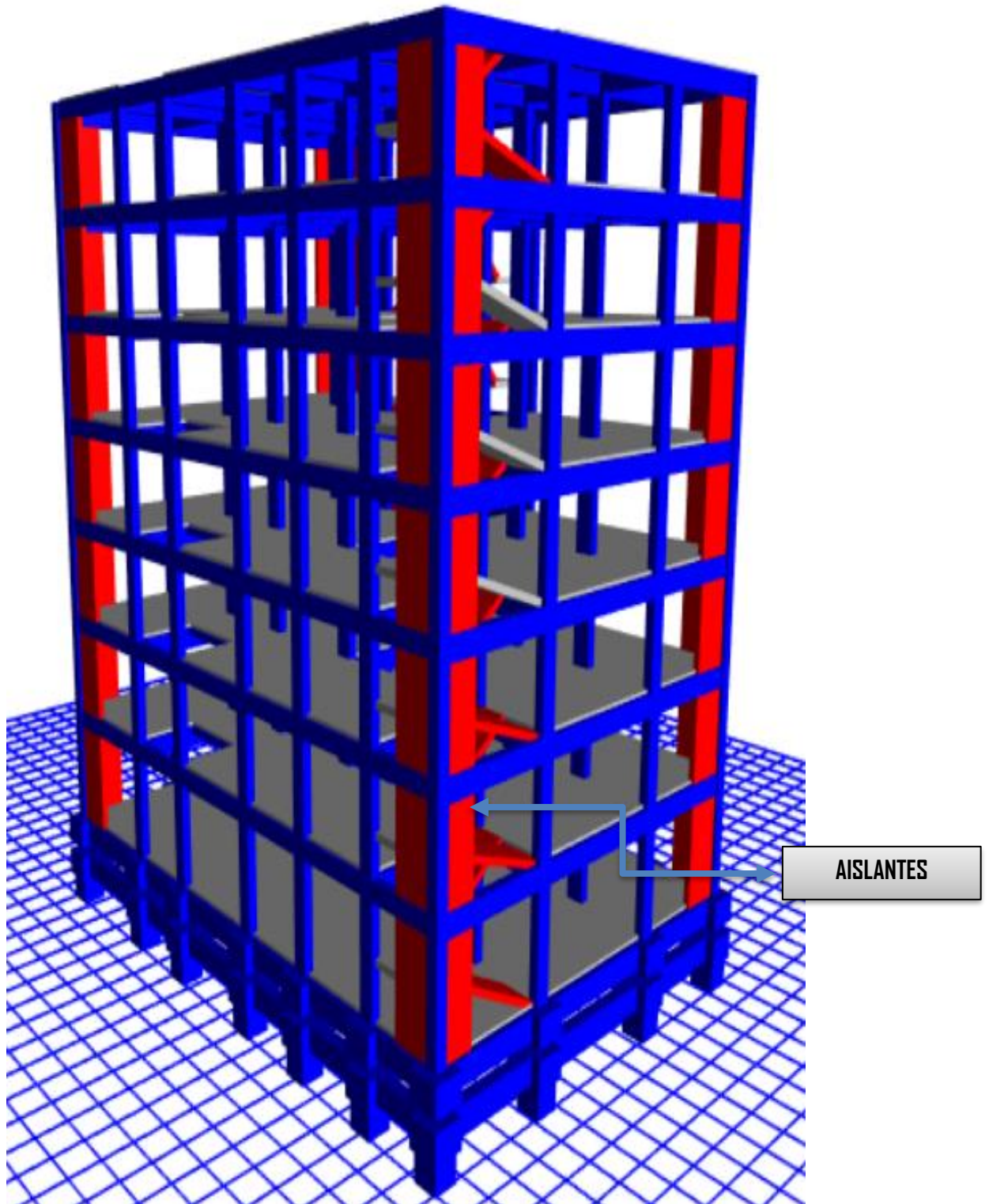
Sistema aislado con elementos HDRB



Nota. Etabs V.20.0.0

AISLADORES

**Figura 27**  
*Vista tres en dimensiones del sistema aislado*

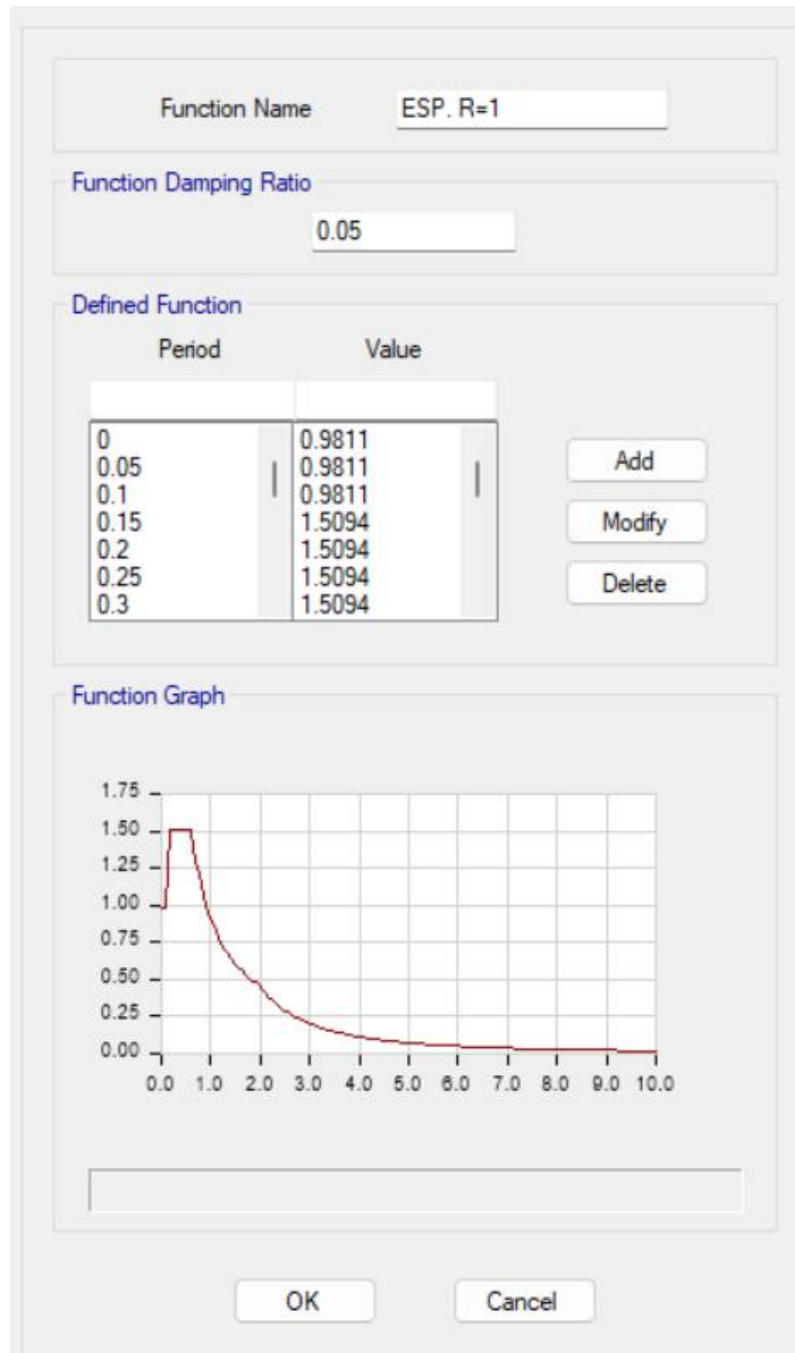


*Nota:* Etabs V.20.0.0

### 3.13.3 Espectro de respuesta de SMC $R = 1$

**Figura 28**

*Espectro de Respuesta SMC  $R = 21$*



Nota: Etabs V.20.0.0

**Figura 29**

*Situaciones de sismo para el SMC R = 1*

**E** Load Case Data ×

**General**

Load Case Name: SMC EN X-X R=1 Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Mass Source: Previous (PESO SISMICO)

Analysis Model: Default

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	ESP. SMC R=1	9.8067
Acceleration	U2	ESP. SMC R=1	2.942

Add  
Delete  
 Advanced

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

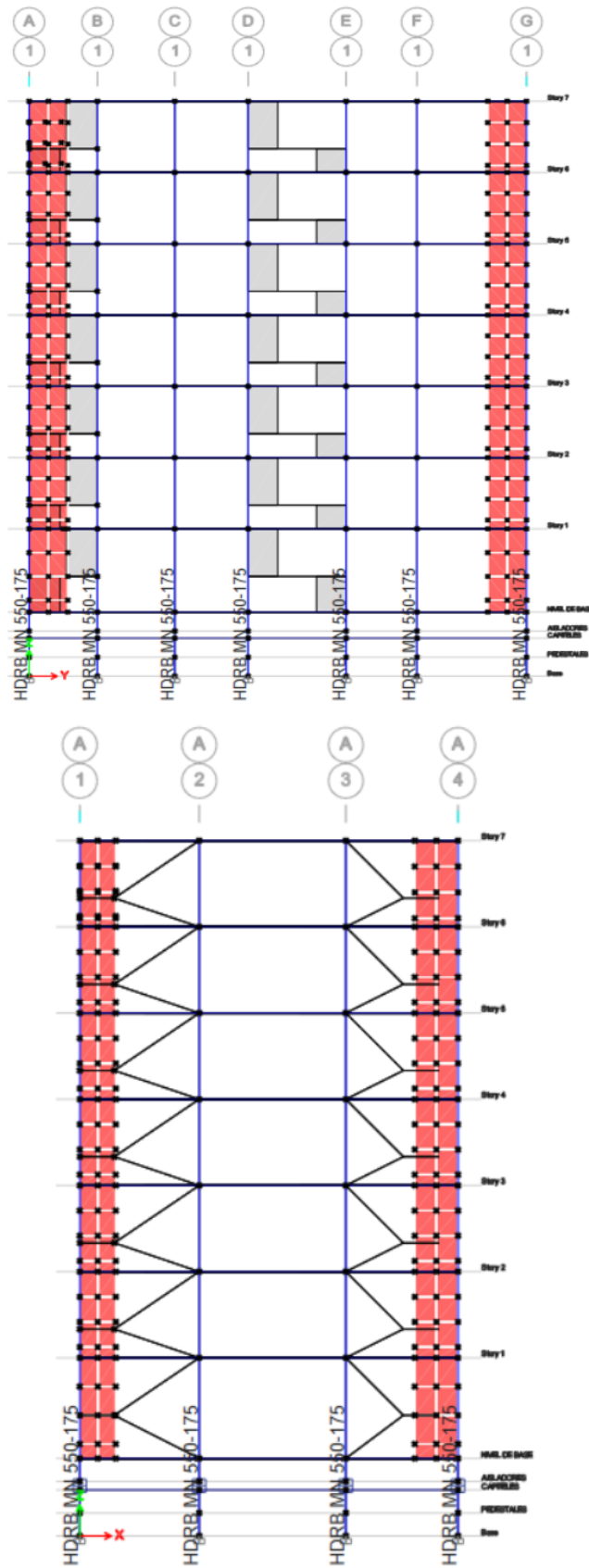
Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Nota. Etabs V.20.0.0

**Figura 30**

*Modelos en situaciones de sismo para el SMC  $R = 1$*



### 3.14 Sistema de apoyo aislado con elementos LRB

Tabla 15

Las características básicas de los materiales de aislamiento LRB

CUALIDADES NOMINALES DE LOS ELEMENTOS DE AISLACIÓN LRB		
Clase de aislador LRB	VALORES	UNIDADES
Firmeza real lineal =	199.93	TN/M
Amortiguamiento efectivo lineal=	.091	T.s / m
Firmeza no lineal =	1788.91	TN/m
Fluencia =	5.97	TN
Radio de rigidez post fluencia =	.100	
Firmeza efectiva=	189619.8713	TN/m
Amortiguamiento real lineal=	.091	T.s / m

#### 3.14.1 Cualidades lineales Vertical (U1)

Figura 31

Firmeza vertical

Link/Support Directional Properties

**Identification**

Property Name: LRB

Direction: U1

Type: Rubber Isolator

NonLinear: No

**Linear Properties**

Effective Stiffness: 189619.871 tonf/m

Effective Damping: 0.09 tonf-s/m

OK Cancel

Nota. Fuente: Etabs V.20.0.0.

### 3.14.2 Cualidades No Lineales (U2, U3)

**Figura 32**

Los elementos de aislamiento: rasgos simples y complejos

**E** Link/Support Directional Properties

**Identification**

Property Name	LRB
Direction	U2
Type	Rubber Isolator
NonLinear	Yes

**Linear Properties**

Effective Stiffness	199.92	tonf/m
Effective Damping	0.09	tonf-s/m

**Shear Deformation Location**

Distance from End-J	0	m
---------------------	---	---

**Nonlinear Properties**

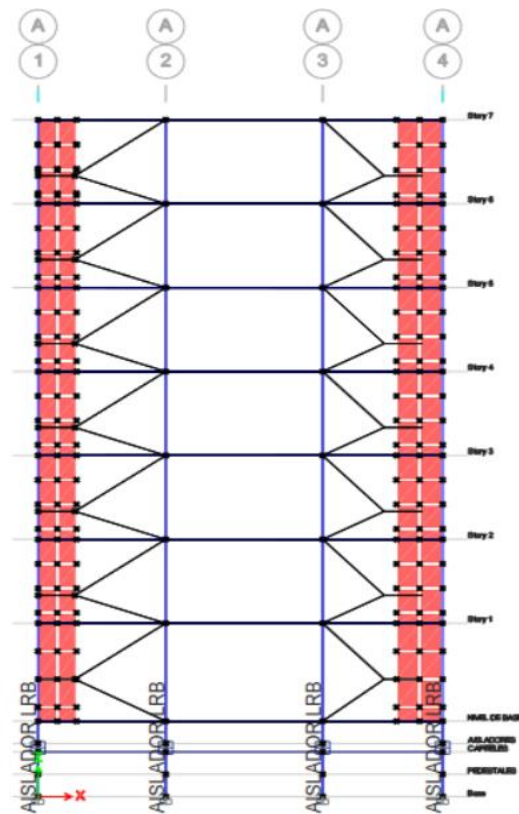
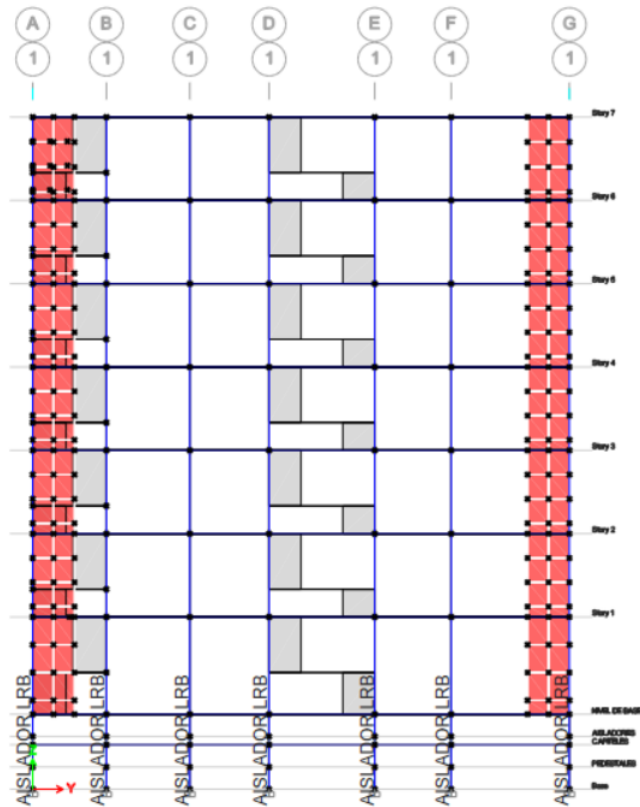
Stiffness	1788.9	tonf/m
Yield Strength	5.96	tonf
Post Yield Stiffness Ratio	0.1	

OK Cancel

Nota. Fuente: Etabs V.20.0.0.

**Figura 33**

*Modelos de los elementos de aislación*



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 LAPSOS Y MASA INTERVENTIVA

##### 4.1.1 Masa Interventiva Estructura Con Apoyo Fijo.

Tabla 16

Formas de vibración y % de masa interventiva apoyo fijo

MASA INTERVENTIVA ESTRUCTURA EMPOTRADA					
Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ
Modal	1	.492	.7486	.016	.0103
	2	.435	.0072	.7068	.0775
	3	.354	.0193	.0697	.6882
	4	.142	.1262	.0122	.0007
	5	.13	.011	.1117	.0119
	6	.103	.003	.0095	.1275
	7	.072	.0272	.0193	0
	8	.068	.0218	.0227	.0029
	9	.053	.001	.001	.0464
	10	.047	.0034	.0158	.00006715
	11	.044	.018	.0029	.0007
	12	.035	.0006	.0061	.002
	13	.034	.0002	.0016	.0181
	14	.032	.0083	.0003	.001
	15	.029	.0001	.0026	.0001
	16	.027	.0029	.0002	.0002
	17	.026	.00002075	.0006	.0001
	18	.025	.0001	0	.004
	19	.025	.0001	.0001	.0039
	20	.024	.0006	.0000286	.000005302
	21	.023	.000008822	.000004622	.0001
<b>TOTAL</b>			<b>99.96%</b>	<b>99.91%</b>	<b>99.56%</b>

Nota: Etabs V.20.0.0



**Análisis De Resultados:** De acuerdo con los requisitos del reglamento E-030, un sistema de apoyo fijo fue capaz de alcanzar valores de masa de los participantes superiores al 90 % en ambos sentidos. Esto se logró estableciendo la estructura de acuerdo con las especificaciones.

**4.1.2 Masa interventiva sistema con apoyo aislado**

**Tabla 17**

*Masa interventiva apoyo aislado con elementos de aislación clase HDRB*

MASA INTERVENTIVA SISTEMA AISLADA HDRB					
Case	Modo	Periodo	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	1.705	.8617	.0033	.0612
	2	1.667	.0037	.9236	.00001872
	3	1.528	.0603	.0003	.8601
	4	.336	.0031	3.601E-06	.0001
	5	.284	0	.0015	.0002
	6	.236	.00003112	.00004472	.001
	7	.13	.0001	1.369E-06	7.62E-07
	8	.117	0	.00003456	4.801E-06
	9	.093	7.28E-07	1.015E-06	.00002067
	10	.073	.00000242	6.76E-07	0
	11	.069	0	.0000019	0
	12	.051	0	0	7.131E-06
	13	.049	0	0	0
	14	.046	0	0	3.307E-06
	15	.037	0	0	1.054E-06
	16	.028	6.36E-07	1.163E-06	.0004
	17	.015	.0312	.0156	.0009
	18	.014	.0273	.0276	.00004043
	19	.013	.0051	.0139	.0059
	20	.011	.0014	.0086	.0044
	21	.003	.0031	.0011	.00002334
	<b>TOTAL</b>		<b>99.70%</b>	<b>99.56%</b>	<b>93.43%</b>

*Nota: Etabs V.20.0.0*

**Análisis De Resultados:** El sistema estructural de base aislada ha sido capaz de adquirir valores de masa de los participantes superiores al 90 % en ambos sentidos mediante el uso de dispositivos HDRB. Esto se logró en ambos sentidos. Para alcanzar con los criterios del reglamento E30, esto se llevó a cabo de una manera que estuviera en conformidad con esas normas.



**Tabla 18**

*Masa participativa base aislada con dispositivos de aislamiento tipo LRB*

MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA AISLADA LRB					
Case	Modal	Periodo	UX	UY	RZ
		seg			
Modal	1	1.315	.8627	.0015	.0564
	2	1.274	.0013	.9228	.0003
	3	1.164	.0561	.0001	.8625
	4	.321	.0087	.00001305	.0002
	5	.275	0	.0043	.0005
	6	.229	.0001	.0001	.0028
	7	.129	.0002	4.674E-06	.00000247
	8	.116	1.212E-06	.0001	.00001691
	9	.092	2.503E-06	.00000352	.0001
	10	.071	7.358E-06	2.309E-06	0
	11	.067	1.483E-06	5.695E-06	5.154E-07
	12	.051	0	0	7.536E-06
	13	.047	0	9.411E-07	0
	14	.044	6.391E-07	0	1.465E-06
	15	.034	0	0	.00000153
	16	.024	0	5.641E-06	.0001
	17	.015	.0453	.0034	.0019
	18	.014	.0071	.0446	4.272E-06
	19	.013	.0118	.0044	.0087
	20	.011	.0003	.0135	.0009
	21	.003	.0042	.0003	.00001978
	<b>TOTAL</b>		<b>99.78%</b>	<b>99.51%</b>	<b>93.45%</b>

*Nota: Etabs V.20.0.0*

**Interpretación De Resultados:** Gracias a estos dispositivos especiales llamados dispositivos LRB, pudimos aumentar el peso de los participantes hasta en un 90 %. Esto funcionó en ambos sentidos en el sistema de soporte independiente. Se llevó a cabo de manera consistente con los criterios definidos por la norma E-030.

### 4.1.3 Periodo de vibración apoyo fijo vs apoyo aislado

**Tabla 19**

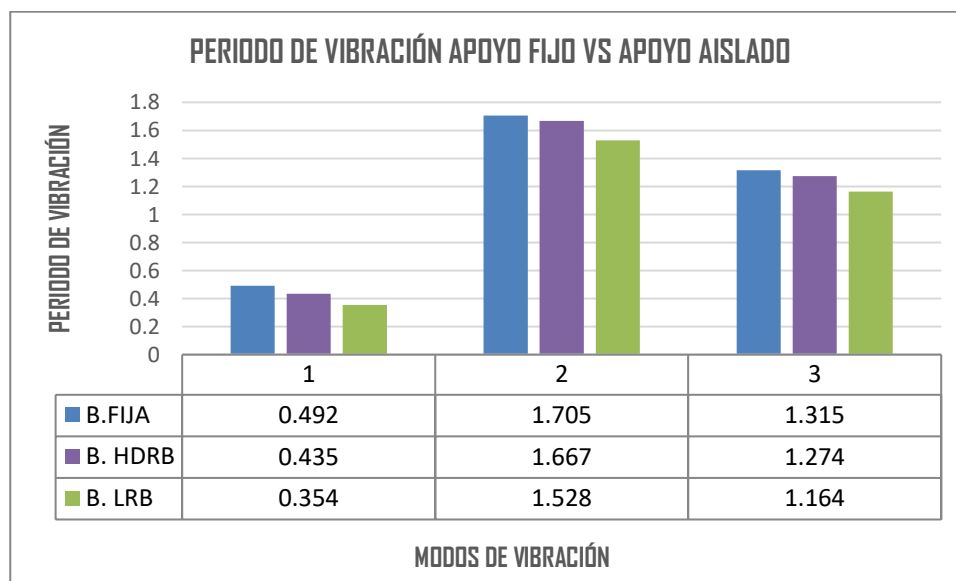
*Diferencia entre los modos de vibración de soporte fijo y soporte aislado.*

PERIODO DE VIBRACION APOYO FIJO VS APOYO AISLADO HDRB Y LRB							
Case	Mode	A. FIJO	A. AISLADO HDRB	A. AISLADO LRB	INFLUENCIA % A. FIJO VS A. HDRB	INFLUENCIA % A. FIJO VS A.LRB	INFLUENCIA % A. AISL.HDRB VS A. AISL.LRB
Modal	1	0.492	1.705	1.315	71%	63%	23%
Modal	2	0.435	1.667	1.274	74%	66%	24%
Modal	3	0.354	1.528	1.164	77%	70%	24%

*Nota: Etabs V.20.0.0*

**Figura 34**

*Periodo de vibración apoyo fijo vs apoyo aislado HDRB Y LRB*



*Nota: Elaboración propia*

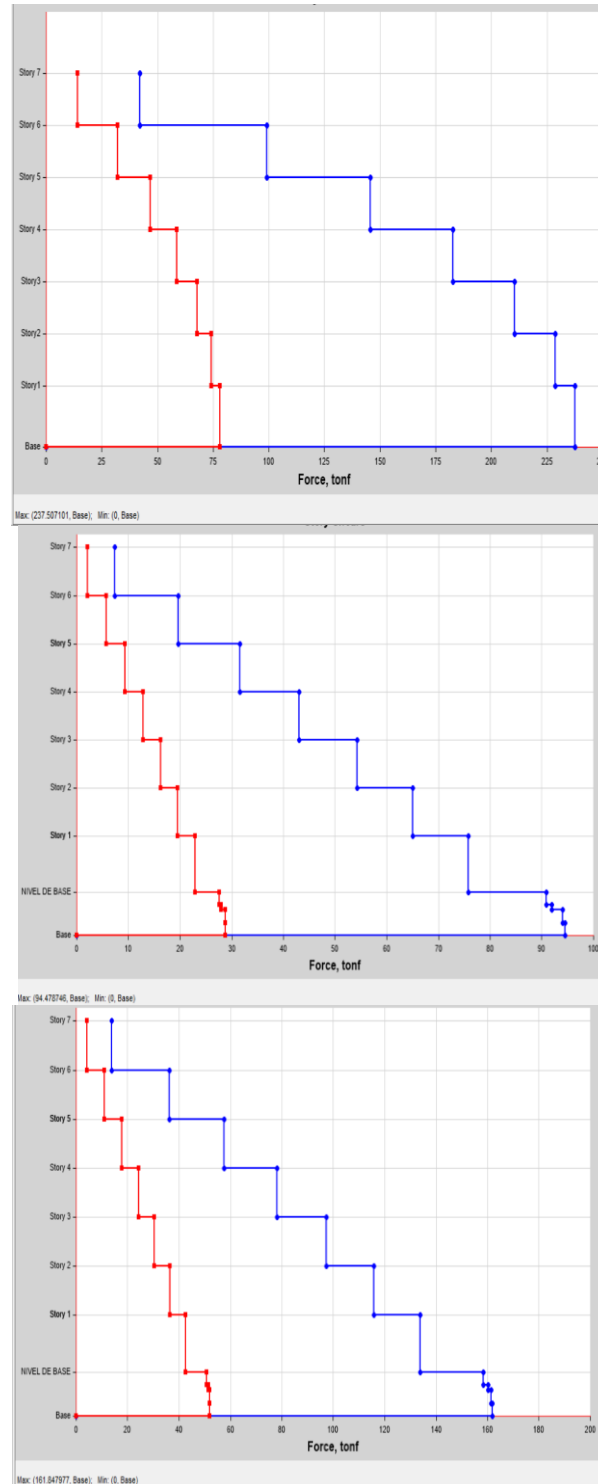
**Análisis de Valores Obtenidos:** Debido a los largos plazos de construcción, que pueden ser hasta cuatro veces más largos que los de los edificios con cimientos sólidos, existe una fuerte devoción la idea de estructuras separadas existe porque lleva mucho tiempo construir las.

## 4.2 Fuerzas de corte

### 4.2.1 Energías de corte $SD R = 7$ apoyo fijo y apoyo asilado dirección X - X

Figura 35

Corte - sismo de modelo  $R = 7$  cualidades nominales dirección X - X



Nota. Etabs V.20.0.0

**Tabla 20**

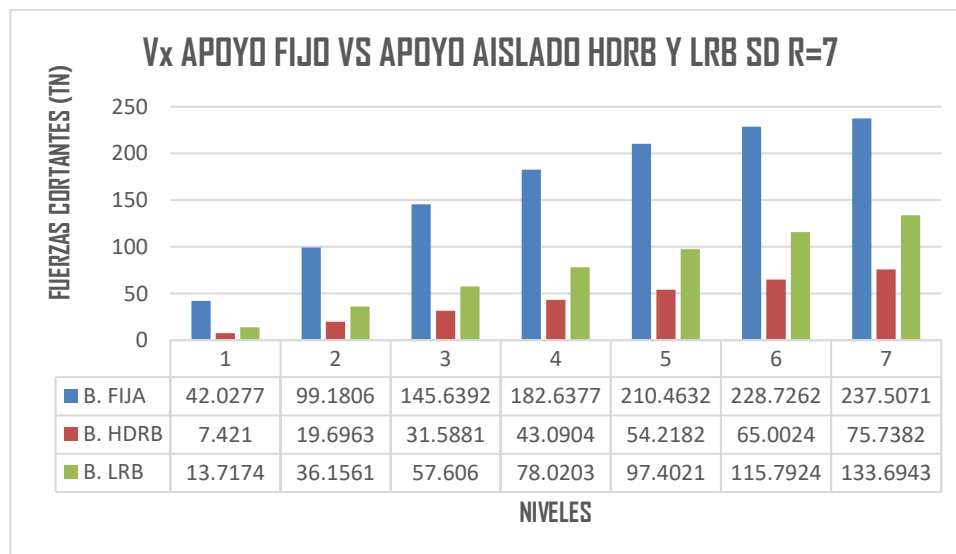
Energías de corte para un SD- R=7 apoyo fijo y apoyo aislado - cualidades nominales X-X

NIVEL	ENERGÍA DE CORTE (Vx) - APOYO FIJO VS APOYO AISLADO HDRB Y LRB SD- R=7					
	A. FIJO	A. AISLADO HDRB	R=7 A. AISLADO LRB	INFLUENCIA A. FIJO VS A. HDRB	INFLUENCIA A. FIJO VS A. LRB	A. AISLADO HDRB VS A. AISLADO LRB
	VX (Tn)	VX (Tn)	VX (Tn)	%	%	%
7	42.0277	7.421	13.7174	82%	67%	46%
6	99.1806	19.6963	36.1561	80%	64%	46%
5	145.6392	31.5881	57.606	78%	60%	45%
4	182.6377	43.0904	78.0203	76%	57%	45%
3	210.4632	54.2182	97.4021	74%	54%	44%
2	228.7262	65.0024	115.7924	72%	49%	44%
1	237.5071	75.7382	133.6943	68%	44%	43%

Nota: Elaboración Propia

**Figura 36**

Periodo de vibración apoyo fijo vs apoyo aislado



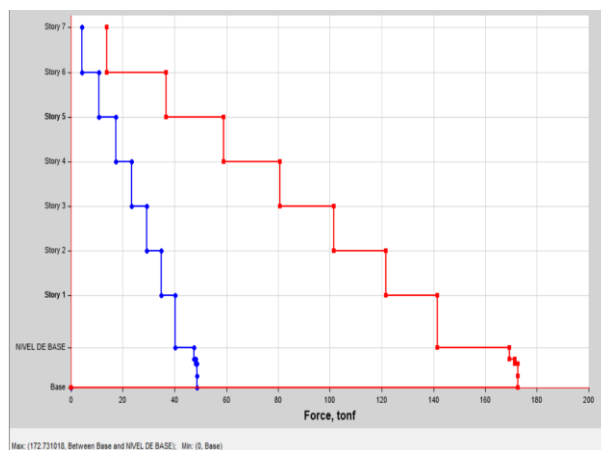
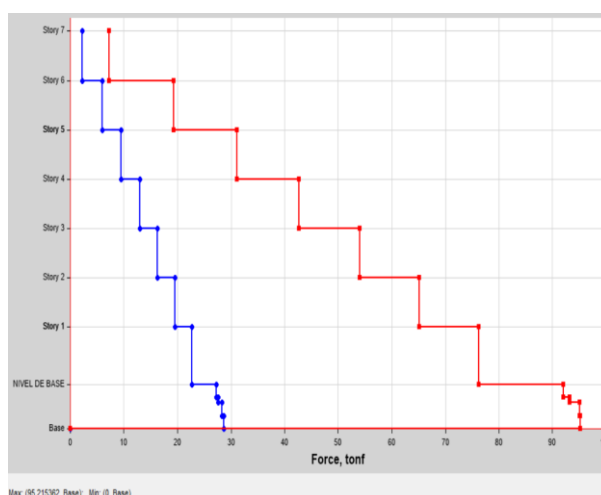
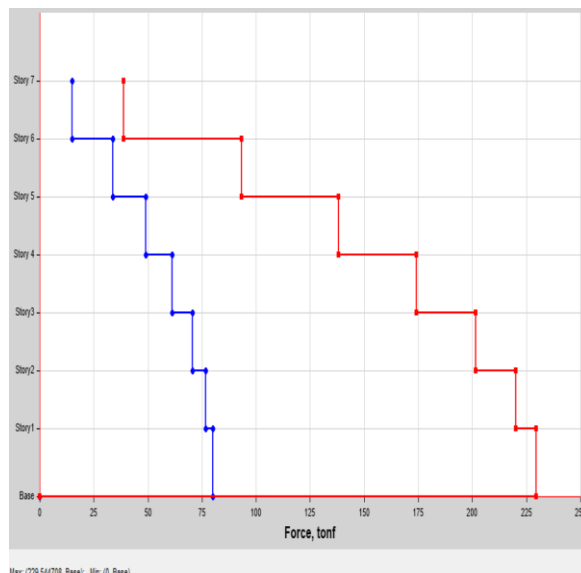
Nota: Elaboración propia

**Interpretación De Resultados:** Se obtuvo un valor de esfuerzo cortante de base de 75,7382 creado por la estructura que se examinó utilizando el aislamiento de base en la dirección X-X cuando el parámetro SD-R se estableció en 7. Esto representa una disminución de hasta el valor de 68 % en contraste con el sistema de apoyo fijo, y para el dispositivo de aislamiento de tipo LRB, esto representa el 44 % en comparación con el sistema de apoyo fijo.

### 4.2.2 Energías de Corte SD $R = 7$ Apoyo Fijo Y Apoyo Asilado sentido Y-Y

**Figura 37**

Energías de corte SD  $R=7$  apoyo fijo y apoyo asilado sentido Y-Y



Nota: Etabs V.20.0.0

**Tabla 21**

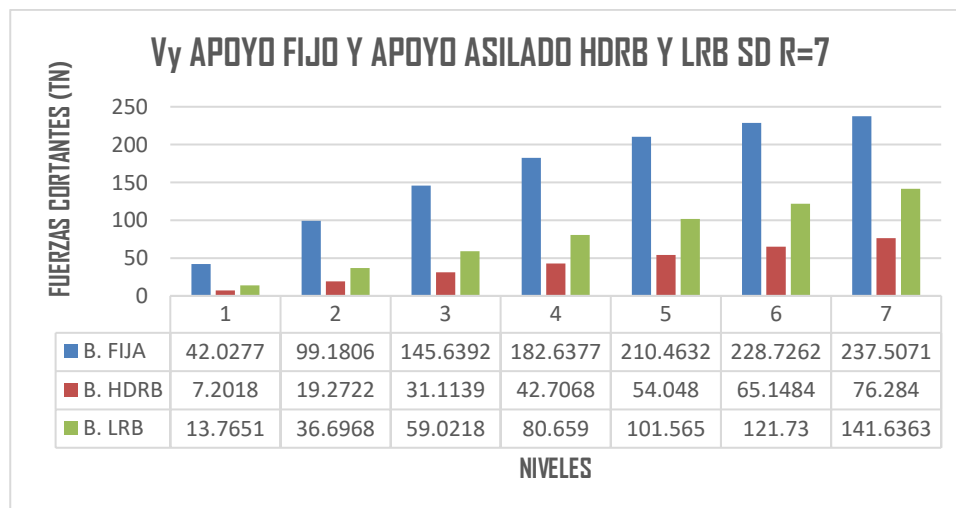
Energías de corte para un SD- R=7 apoyo fijo y apoyo asilado - cualidades nominales Y-Y

FUERZA CORTANTE (V <sub>y</sub> ) - APOYO FIJO Y APOYO ASILADO HDRB Y LRB SD- R=7						
NIVEL	B. FIJA	B. ASILADA HDRB	R=7 B. ASILADA LRB	INFLUENCIA B. FIJA VS B. HDRB	INFLUENCIA B. FIJA VS B.LRB	B. AILS.HDRB VS B. AISL.LRB
	VX (Tn)	VY (Tn)	VY (Tn)	%	%	%
7	42.0277	7.2018	13.7651	83%	67%	48%
6	99.1806	19.2722	36.6968	81%	63%	47%
5	145.6392	31.1139	59.0218	79%	59%	47%
4	182.6377	42.7068	80.659	77%	56%	47%
3	210.4632	54.048	101.565	74%	52%	47%
2	228.7262	65.1484	121.73	72%	47%	46%
1	237.5071	76.284	141.6363	68%	40%	46%

Nota: Elaboración Propia

**Figura 38**

Energías de corte Y-Y apoyo fijo y apoyo asilado



Nota: Elaboración Propia

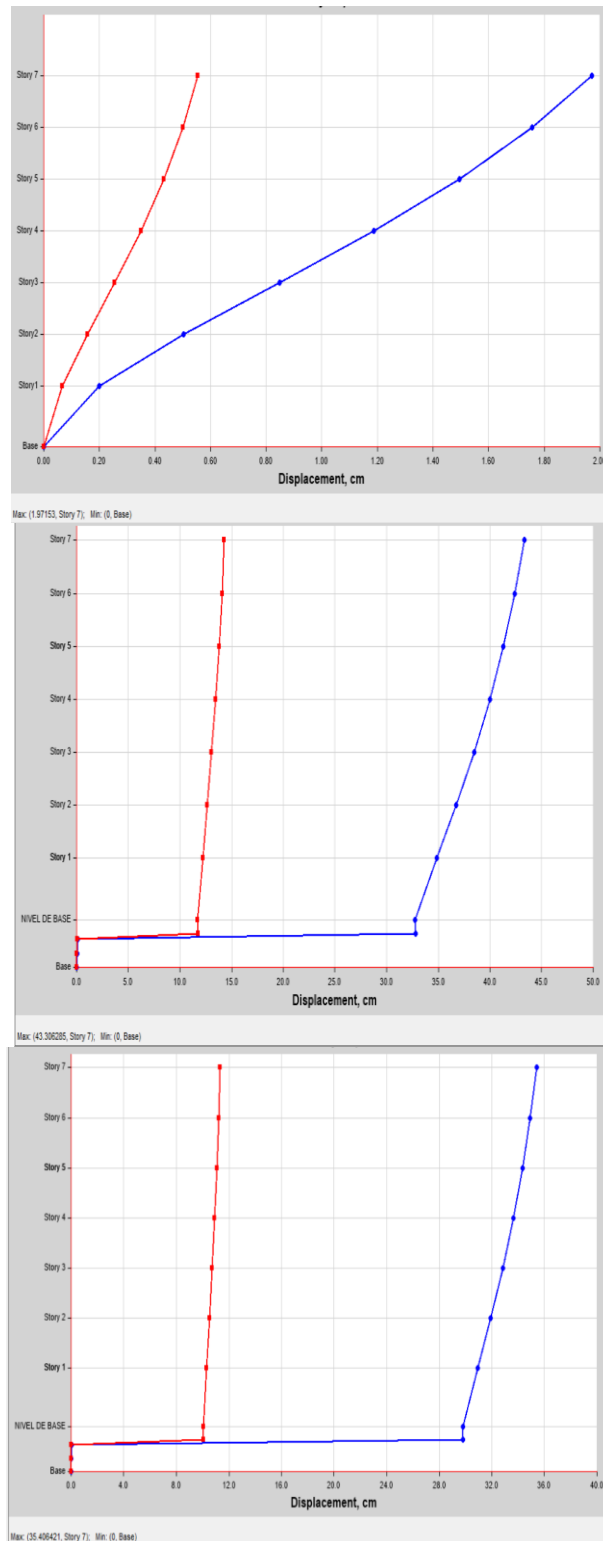
**Interpretación De Resultados:** Después de determinar que el valor SD-R era 7, se encontró que el valor de esfuerzo cortante de base de la estructura era de 76,284 toneladas. El uso del aislamiento de apoyo en el sentido de medición Y-Y se aplicó para llegar a la conclusión. En contraste con la construcción de apoyo fijo, esto representa una reducción de hasta el 68 % y, además, cuando se utiliza el dispositivo de aislamiento de tipo LRB, esto representa una reducción del cuarenta por ciento. Cada una de estas reducciones es significativa.

### 4.3 Deslizamientos

#### 4.3.1 Deslizamiento límite $SD R=7$ apoyo fijo contra $SMC R=1$ apoyo aislado - X - X

**Figura 39**

*Deslizamiento límite -  $SD R = 7$  apoyo fijo contra  $SMC R = 1$  apoyo aislado X - X*



*Nota: Etabs V.20.0.0*

Tabla 22

*Deslizamiento límite -SD R=7 Apoyo Fijo VS SMC R=1 Apoyo Aislado X-X*

DESPLAZAMIENTOS - APOYO FIJO VS APOYO AISLADO HDRB Y LRB SD- R=7						
DESCRIPCIO N	DESLIZAMIENT O MAX. BASE FIJA	DESLIZAMIENT O MAX. BASE AISLADA HDRB	DESLIZAMIENT O MAX. BASE AISLADA LRB	INFLUENCI A B. FIJA VS B.HDRB	INFLUENCI A B.FIJA VS B.LRB	B.AILS.HDR B VS B. AISL.LRB
Story	X-Dir cm	X-Dir cm	X-Dir cm	%	%	%
Story 7	1.9715	35.4064	43.3063	94%	95%	18%
Story 6	1.7561	34.9191	42.394	95%	96%	18%
Story 5	1.4954	34.3401	41.303	96%	96%	17%
Story 4	1.1881	33.6462	39.9905	96%	97%	16%
Story 3	0.8482	32.8333	38.4536	97%	98%	15%
Story 2	0.5029	31.9142	36.7219	98%	99%	13%
Story 1	0.1983	30.9249	34.8688	99%	99%	11%

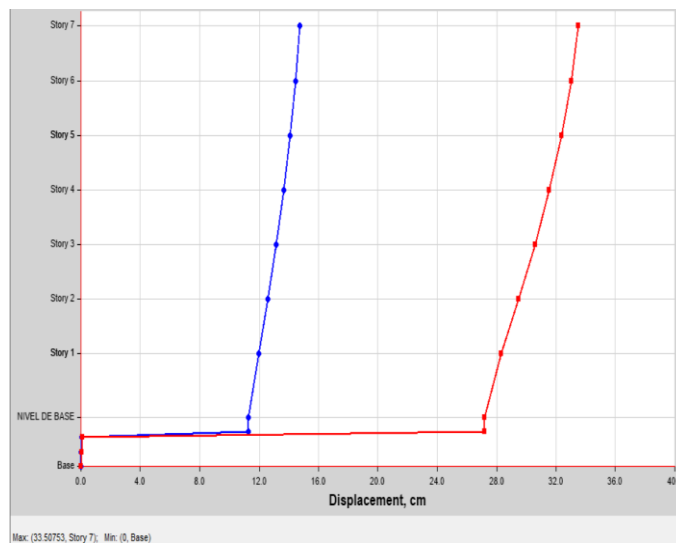
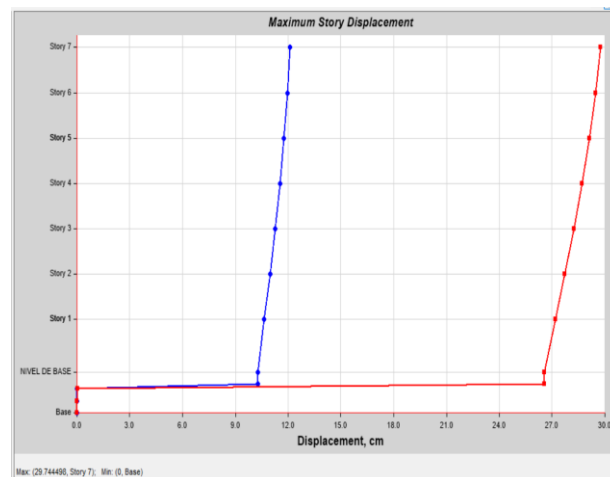
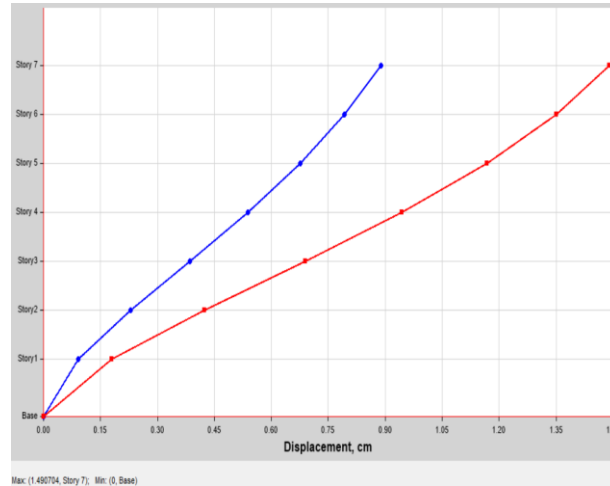
*Nota: Elaboración Propia*

**Interpretación De Resultados:** Durante la etapa final, el sistema de apoyo aislado el soporte fijo presenta un ligero deslizamiento, de aproximadamente 1,9715 cm. Por otro lado, se observa un deslizamiento mucho mayor, de 35,4064 cm, similar al anterior. Las unidades de medida para cada uno de estos desplazamientos son centímetros. Es concebible que la estructura de base aislada aumente su desplazamiento hasta en un 94% cuando se usa el dispositivo de aislamiento HDRB y hasta en un 95% una vez se use el dispositivo de aislamiento LRB. Ambos aumentos se pueden lograr utilizando el dispositivo de aislamiento HDRB. Dadas las características de los aisladores de base y la forma en que se supone que funcionan, esto está de acuerdo con esas cualidades.

### 4.3.2 Deslizamiento límite $SD R = 7$ apoyo fijo contra $SMC R = 1$ apoyo aislado Y - Y

**Figura 40**

Deslizamiento límite  $SD R = 7$  apoyo fijo contra  $SMC R = 1$  apoyo aislado – Y - Y



Nota: Etabs V.20.0.0



**Tabla 23**

*Deslizamiento límite -S D R = 7 Apoyo Fijo Contra SMC R = 1 Apoyo Aislado Y-Y*

DESPLAZAMIENTOS - APOYO FIJO VS APOYO AISLADO HDRB Y LRB SD- R=7						
DESCRIPCIÓN	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE FIJA	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA HDRB	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA LRB	INFLUENCIA A B.FIJA VS B.HDRB	INFLUENCIA A B.FIJA VS B.LRB	B.AILS.HDR B VS B. AISL.LRB
Story	Y-Dir cm	Y-Dir cm	Y-Dir cm	%	%	%
Story 7	1.4907	29.7445	33.5075	95%	96%	11%
Story 6	1.3498	29.4719	33.0059	95%	96%	11%
Story 5	1.1677	29.124	32.3619	96%	96%	10%
Story 4	0.9437	28.6943	31.5496	97%	97%	9%
Story 3	0.6892	28.244	30.5756	98%	98%	8%
Story 2	0.4239	27.7325	29.4682	98%	99%	6%
Story 1	0.1791	27.1797	28.3118	99%	99%	4%

*Nota: Elaboración Propia*

**Interpretación De Resultados:** El sistema se mantiene estable cuando los bloques de soporte cumplen su función correctamente. Cada bloque puede añadir estabilidad en distancias de hasta unos 35,4 cm en una dirección específica. Están diseñados para esta función específica. Si usamos un sistema HDRB, esa distancia se puede extender casi un 95 %. Si añadimos un sistema LRB, la extensión puede alcanzar hasta un 96 %. Un sistema firmemente fijado solo puede extenderse unos 2 cm en su nivel máximo. Compárese de nuevo con el sistema que usa los bloques de soporte. Se mantiene estable a unos 35,4 cm, incluso en su nivel máximo.



**4.4 Derivas**

**4.4.1 Manejo De Derivas Con S D R = 7 Apoyo Fijo Sentido X-X**

**Tabla 24**

*Derivas con sismo de modelo R = 7 apoyo fijo sentido X-X*

DERIVAS (Dirección X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
7	7	SIS_ DIN_X Max	0.01586	3	.0017	.0006	<b>.0030</b>	.007	OKj
6	6		0.014172	3	.0021	.0007	<b>.0036</b>	.007	OKj
5	5		0.01209	3	.0025	.0008	<b>.0043</b>	.007	OKj
4	4		0.009636	3	.0027	.0009	<b>.0048</b>	.007	OKj
3	3		0.006914	3	.0028	.0009	<b>.0049</b>	.007	OKj
2	2		0.004117	3	.0025	.0008	<b>.0043</b>	.007	OKj
1	1		0.001637	3.5					

**Tabla 25**

*Derivas con sismo de modelo R = 7 apoyo fijo dirección Y - Y*

DERIVAS (Dirección Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELAS.	E-030	CONTROL E-030
7	D-7	SIS_ DIN_Y Max	.011362	3	.0010	.0003	<b>.0018</b>	.007	OKj
6	D-6		.010334	3	.0014	.0005	<b>.0024</b>	.007	OKj
5	D-5		.008958	3	.0017	.0006	<b>.0030</b>	.007	OKj
4	D-4		.007255	3	.0019	.0006	<b>.0034</b>	.007	OKj
3	D-3		.005319	3	.0020	.0007	<b>.0035</b>	.007	OKj
2	D-2		.003293	3	.0019	.0006	<b>.0033</b>	.007	OKj
1	D-1		.001408	3.5					

**Análisis de Valores Obtenidos:** Para satisfacer el criterio de deriva máxima en ambas direcciones, que debe ser menor de 0,007, se requieren estructuras que contengan basamentos embebidos. Para que las estructuras sean conformes a la norma E-030, es necesario que se cumpla esta condición.



4.4.2 Manejo de derivas con  $SD R = 1$  apoyo aislado HDRB sentido X - X

Tabla 26

Derivas con sismo de modelo  $r = 1$  apoyo aislado sentido X - X

Nivel	Diafragma	Caso	DERIVAS (Sentido X)						
			UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
7	7	SMC EN X-X R=1	0.163455	3	.0033	.0011	.00082	.0035	OKi
6	6		0.16017	3	.0043	.0014	.00109	.0035	OKi
5	5		0.155823	3	.0052	.0017	.00130	.0035	OKi
4	4		0.15061	3	.0061	.0020	.00152	.0035	OKi
3	3		0.144525	3	.0069	.0023	.00172	.0035	OKi
2	2		0.137654	3	.0073	.0024	.00182	.0035	OKi
1	1		0.130392	3.5	.0096	.0028	.00207	.0035	OKi
NIVEL TECNICO	D.AISL		0.120754						

Tabla 27

Derivas con sismo de modelo  $R = 1$  apoyo aislado sentido Y - Y

Nivel	Diafragma	Caso	DERIVAS (Dirección Y)						
			UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
7	D-7	SMC EN Y-Y R=1	0.155945	3	.0021	.0007	.00052	.0035	OKi
6	D-6		0.153855	3	.0028	.0009	.00070	.0035	OKi
5	D-5		0.151039	3	.0035	.0012	.00089	.0035	OKi
4	D-4		0.147499	3	.0042	.0014	.00106	.0035	OKi
3	D-3		0.143275	3	.0048	.0016	.00120	.0035	OKi
2	D-2		0.138482	3	.0051	.0017	.00128	.0035	OKi
1	D-1		0.133348	3.5	.0060	.0017	.00129	.0035	OKi
NIVEL TECNICO	D.AISL		0.127329						

**Análisis de resultados:** Se ha establecido que el edificio que cuenta con basamento aislado satisface los estándares de derivas límites en ambos sentidos, que se determinan  $<$  de 0,0035 unidades, tal y como indica el reglamento E-031.



4.4.3 Supervisión De Derivas Con SD R = 1 Apoyo Aislado LRB Sentido X - X

Tabla 28

Derivas con sismo de modelo R = 1 Apoyo Aislado Sentido X - X

DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
7	7	SMC EN X-X R=1	.296294	3	.0037	.0012	.00094	.0035	OKi
6	6		.292552	3	.0049	.0016	.00123	.0035	OKi
5	5		.287626	3	.0059	.0020	.00147	.0035	OKi
4	4		.281734	3	.0069	.0023	.00172	.0035	OKi
3	3		.274855	3	.0078	.0026	.00195	.0035	OKi
2	2		.267059	3	.0083	.0028	.00207	.0035	OKi
1	1		.258778	3.5	.0112	.0032	.00241	.0035	OKi
NIVEL TECNICO	D.AISL		.247533						

Nota: Elaboración propia

Tabla 29

Derivas con sismo de modelo R = 1 apoyo aislado sentido Y - Y

DERIVAS (Dirección Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
7	7	SMC EN Y-Y R=1	0.28007	3	.0023	.0008	.00057	.0035	OKi
6	6		0.277806	3	.0031	.0010	.00077	.0035	OKi
5	5		0.274742	3	.0038	.0013	.00096	.0035	OKi
4	4		0.270896	3	.0046	.0015	.00115	.0035	OKi
3	3		0.26663	3	.0052	.0017	.00131	.0035	OKi
2	2		0.261064	3	.0056	.0019	.00141	.0035	OKi
1	1		0.255433	3.5	.0070	.0020	.00149	.0035	OKi
NIVEL TECNICO	D.AISL		0.24847						

Nota: Elaboración Propia



4.5 Influencia de los aislantes de apoyo en derivas

Tabla 30

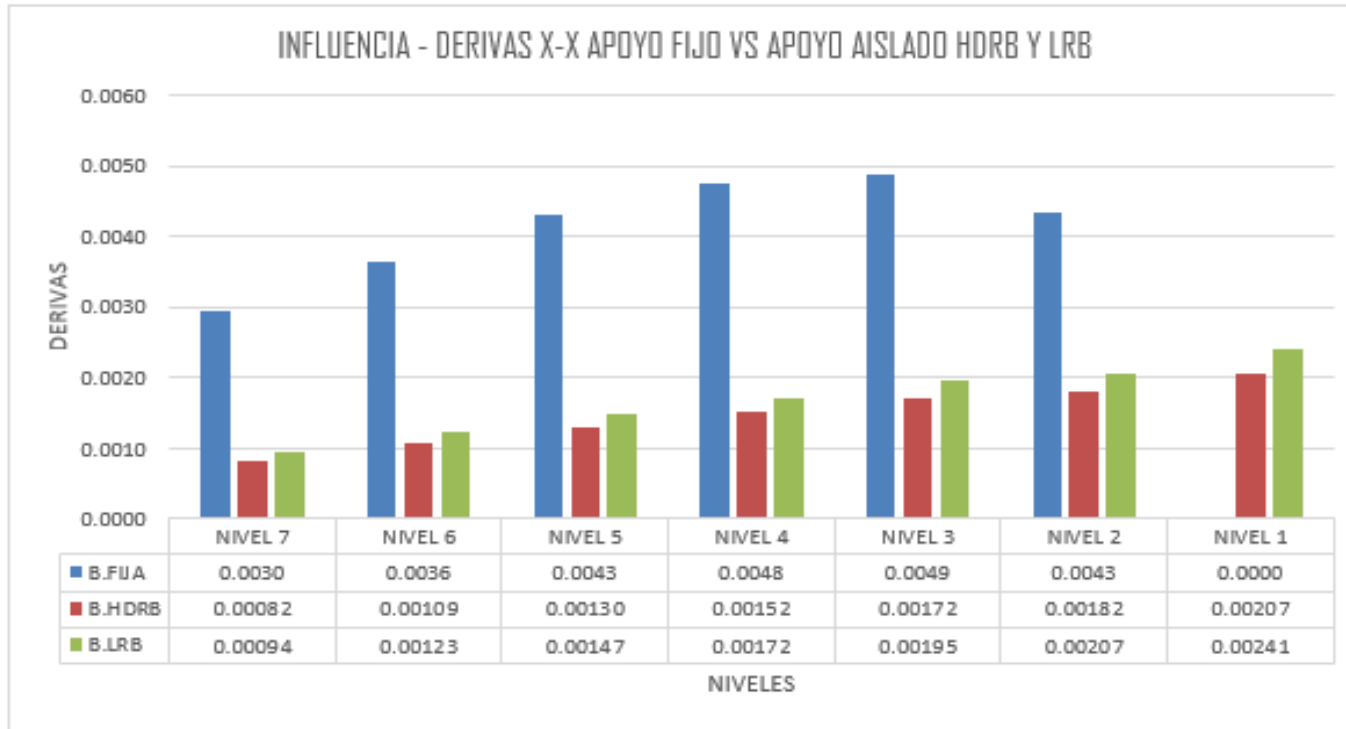
Contraste de derivas sentido X - X

Sentido X-X												
Nivel	Diafragma	Caso	DER.	E-	Diafragma	Caso	DER.HDRB	DER.	E-031	INFLUENCIA %	INFLUENCIA	INFLUENCIA %
			EST.FIJA	030				LRB		B.FIJA VS	% B.FIJA VS	B.AILS.HDRB VS
									B.HDRB	B.LRB	B. AISL.LRB	
7	7	SIS_DIN_X Max	.0030	.007	07	SMC EN X-X R=1	.00082	.00094	.0035	72%	68%	12%
6	6		.0036	.007	06		.00109	.00123	.0035	70%	66%	12%
5	5		.0043	.007	05		.00130	.00147	.0035	70%	66%	12%
4	4		.0048	.007	04		.00152	.00172	.0035	68%	64%	12%
3	3		.0049	.007	03		.00172	.00195	.0035	65%	60%	12%
2	2		.0043	.007	02		.00182	.00207	.0035	58%	52%	12%
1	1		.0000		01		.00207	.00241	.0035			14%

Nota: Elaboración Propia

**Figura 41**

*Derivas SD R=7 apoyo fijo contra SMC R = 1 apoyo aislado HDRB Y LRB - X-X*



*Nota:* Etabs V.20.0.0

**Interpretación De Resultados:** En comparación con un edificio construido sobre una base permanente, supongamos que tienes un edificio con aislantes de clase HDRB en lugar de una cimentación fija. ¡Verías que el edificio se mueve menos en casi un 72%! Ahora, piensa en otro edificio que use aislantes de tipo LRB. En ese caso, se mueve menos en un 68% en una comprobación específica.



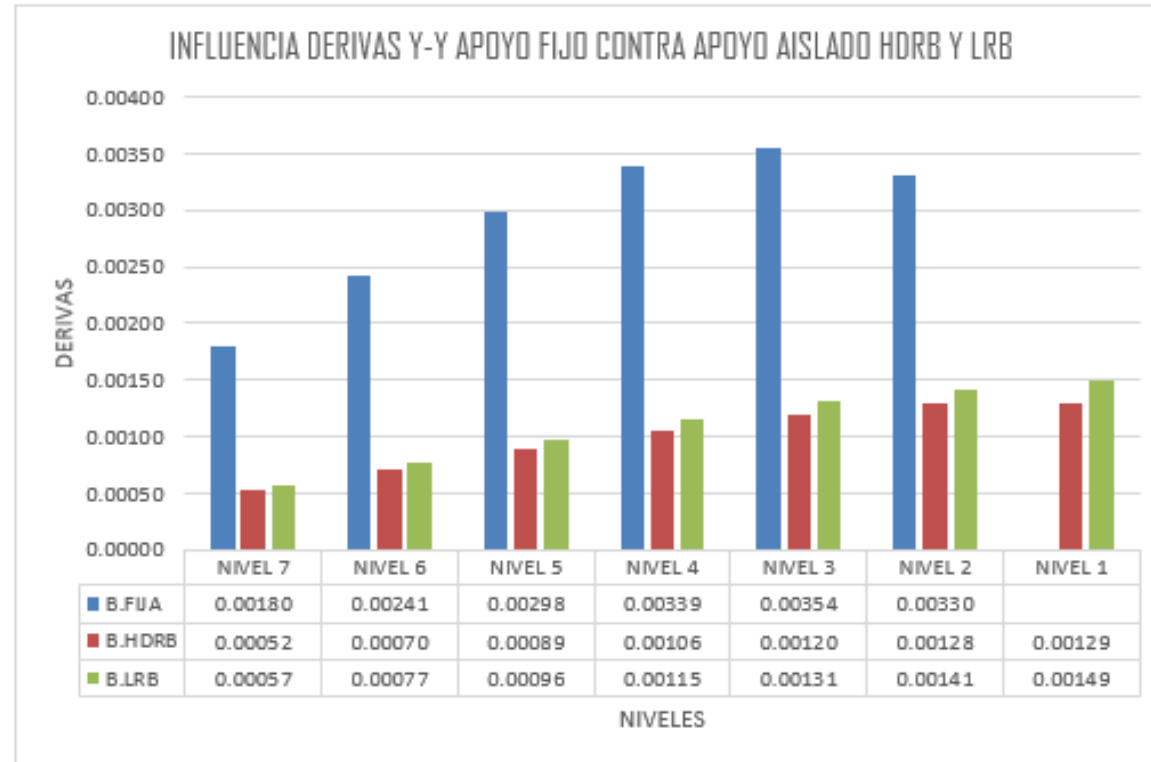
**Tabla 31**

*Contraste de derivas sentido Y - Y*

Sentido Y-Y												
Nivel	Diafragma	Caso	DER. EST.FIJA	E-030	Diafragma	Caso	DER.HDRB	DER. LRB	E-031	INFLUENCIA	INFLUENCIA	INFLUENCIA
										% A.FIJO VS B.HDRB	% A. FIJO VS A.LRB	% B.AILS.HDRB VS B. AISL.LRB
7	7	SIS_DIN_Y Max	.00180	.007	7	SMC EN Y-Y R=1	.00052	.00057	.0035	71%	68%	8%
6	6		.00241	.007	6		.00070	.00077	.0035	71%	68%	8%
5	5		.00298	.007	5		.00089	.00096	.0035	70%	68%	8%
4	4		.00339	.007	4		.00106	.00115	.0035	69%	66%	8%
3	3		.00354	.007	3		.00120	.00131	.0035	66%	63%	8%
2	2		.00330	.007	2		.00128	.00141	.0035	61%	57%	9%
1	1				1		.00129	.00149	.0035			14%

**Figura 42**

*Derivas SD R=7 apoyo fijo contra SMC R = 1 apoyo aislado – Y - Y*



*Nota:* Elaboración propia

**Desglosándolo:** Al compararlo, un sistema que utiliza aisladores HDRB ve hasta un 71 % menos de deriva que una estructura construida sobre una base permanente. Por otro lado, una estructura equipada con dispositivos de tipo LRB muestra una disminución del 68% en el sentido de la evaluación Y-Y.



## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** Con relación al objetivo principal:

- La respuesta estructural, que está regida por factores como períodos, presiones de corte, desplazamientos y derivas, tendrá un efecto en la eficiencia del aislador que se utiliza en las estructuras. Esta respuesta tendrá un efecto en la forma en que funcionan las estructuras.

**SEGUNDO:** Con relación al objetivo puntual 1:

- La respuesta sísmica del sistema indica un valor de 0,492 seg para la estructura fija mientras se encuentra funcionando en modo 1. Este valor está basado en el lapso crucial del sistema. Por otro lado, cuando se colocan elementos de aislación en el sistema, el dispositivo tipo HDRB logra un periodo de 1,705 segundos, lo que supone un incremento del 71% con respecto al tiempo que se registraba anteriormente. Debido a la flexibilidad horizontal de los aislantes de base, la estructura que alberga el dispositivo tipo LRB logra alcanzar un periodo de 1,315 segundos, lo que supone una mejora del 63% con respecto al periodo anterior. Esto se debe a que la tabla N° 37 cuenta con una gran cantidad de información sobre esta ocurrencia, razón por la cual se obtienen estos resultados. (Antecedente 1).
- Al analizar ciertos edificios denominados "SD R= 7", descubrimos que existen dos tipos. Uno es fijo e inmóvil, mientras que el otro utiliza dispositivos HDRB para aislarlo. Descubrimos que las fuerzas sísmicas en la base del segundo tipo de edificio podrían reducirse en un increíble 68 %. Esto significa que la segunda estructura está mejor preparada para resistir las sacudidas de un terremoto, mientras que la estructura que hace uso de dispositivos LRB experimenta una reducción de hasta un 44% (consulte las tablas N° 20 y 21) (Antecedente 2).



- La base inmóvil puede desplazarse hasta 1,9715 centímetros. Sin embargo, con un dispositivo HDRB, el sistema de soporte especial puede desplazarse mucho más. Puede moverse hasta 35,4064 centímetros en línea recta. Por otra parte, la estructura podrá alcanzar un espesor máximo de 43,3063 centímetros si se construye utilizando dispositivos del tipo LRB.
- En cuanto a las derivas, las estructuras que tienen base aislada, las que emplean aisladores de base tipo HDRB y las que utilizan dispositivos tipo LRB muestran una reducción de las derivas de hasta un 72 por ciento en el nivel superior en la dirección X-X. Esto es así independientemente de que las estructuras sean de tipo X-X o HDRB. En cambio, una estructura de base fija es capaz de lograr una reducción máxima de deriva del 68% al mismo nivel, como se observa en las tablas N° 36 y 37. Esto es cuando la estructura está en la misma posición. (Antecedente 3).

**TERCERO:** Con relación al objetivo puntual 2:

- La estructura resiste bien y cumple con las normas para soportar terremotos, tal y como pide la norma E.031. Conforme con el reglamento E.031, la deriva límite que se permite es de 3,5 pies por mil.
- Además, la estructura que ahora se está considerando está diseñada de acuerdo con los principios de períodos de ascenso y desplazamientos. Esto se debe a que el edificio incluirá aislación sísmica en la base mediante el uso de elementos HDRB y LRB. El hecho de que estos dispositivos puedan estar dispuestos en una orientación horizontal es la causa de esta ocurrencia particular. Como resultado de esto, los criterios de diseño para derivas, desplazamientos y períodos que se describen en las normas E-030 y E-031 se han cumplido de una manera que está de acuerdo con las políticas que se han establecido.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Una edificación equipada con un sistema de aislamiento de base debe tener una duración al menos tres veces mayor que el lapso de un sistema que funciona de manera fija para cumplir con la norma E.031. Sin embargo, la duración del edificio no debe exceder los cinco segundos.

**SEGUNDO:** Durante el proceso de construcción y evaluación de una variedad de sistemas estructurales, es muy recomendable que se utilicen dispositivos de aislamiento de base.

**TERCERO:** Como parte del proceso de ingreso considere que está utilizando el software Etabs 2018 V 1.1. Contiene información detallada sobre la mecánica de diferentes dispositivos. Es importante verificar el sistema de aislamiento utilizado.

**CUARTO:** Para obtener las piezas mecánicas correctas, debemos comprarlas a empresas de confianza. Estas empresas pueden comprobar aspectos como el voltaje y el aislamiento. Esto garantiza que las piezas funcionen correctamente y sean seguras de usar.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Blanco, B. A. (1994). *Estructuración Y Diseño de Edificaciones Armado Concreto*.
- Janampa L. & Ruiz P. (2020), "*Análisis Y Diseño Sísmico De Un Edificio De 07 Niveles Para Oficinas Con Aisladores De Base – Piura*" Piura – Perú.
- Meléndez, M.E & Gutiérrez,C.M.A (2019) "*Diseño Y Proceso Constructivo De Instalación De Los Aisladores Sísmicos Elastoméricos En La Base, En Los Bloques A Y B Del Nuevo Hospital Hipólito Unanue De Tacna*" Tacna – Perú.
- Medina M. G. M. & Choque, C. J. T. (2017) "*Análisis, Comportamiento Y Diseño En Concreto Armado De Un Edificio De 6 Niveles Con Un Sótano Con Aisladores Elastómericos Con Núcleo De Plomo*" Arequipa – Perú.
- Morales, M. R. (2006). "*Diseño en Concreto Armado.*"
- Naeim, F., & Kelly, J. (1999). "*Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice.*" Los Angeles California -Estados Unidos.
- N.T.P E.020 2006 "*Cargas*" Del Reglamento Nacional De Edificaciones
- N.T.P E.030 2018 "*Diseño Sismorresistente*" Del Reglamento Nacional De Edificaciones
- N.T.P E.031 2019 "*Aislamiento Sísmico*" Del Reglamento Nacional De Edificaciones
- N.T.P E.060 2009 "*Concreto Armando*" Del Reglamento Nacional De Edificaciones
- Pérez, Z. N. A., & Vásquez, O. M. J. (2016). "*Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado.*" Managua - Nicaragua.
- Quispe, S. H. A. (2018). "*Aislamiento Sísmico De Base Para Minimizar Los Daños En El Centro De Salud ‘Pedro Sánchez Meza’- Chupaca 2016.*" Lima-Perú.
- Suntaxi, T. J. L. (2016). "*Análisis De Un Edificio Con Aisladores De Base Y Su Influencia En La Curva De Capacidad*".
- Villagómez, M. D. (2015). *Lineamientos Para El Análisis Y Diseño De Edificaciones*



*Sísmicamente Aisladas En El Perú.*

Suntaxi, T. J. L. (2016). *"Análisis De Un Edificio Con Aisladores De Base Y Su Influencia*

*En La Curva De Capacidad "*

Villarreal, G. (2013). *Ingenieria Sismo-Resistente.*



# ANEXOS



**ANEXO 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**



## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO DE INVESTIGACIÓN : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y LEAD RUBBER BEARING**

**RESPONSABLE : GARY BRIAN YANQUI BALLENA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<b>Problema general.</b>  ¿Cómo influye el tipo de aislador de base en el comportamiento estructural de un edificio de hormigón armado?	<b>Objetivo general</b>  Determinar cómo influye el tipo de aislador en el comportamiento estructural de los edificios de hormigón armado	<b>VARIABLES de caracterización</b>  X1 = Tipo de suelo  X2 = Análisis sísmico (estático – dinámico) edificación de base fija.	  • (ZUCS/R) * P = Espectro de diseño.	<b>Diseño de la investigación</b> No experimental transversal  <b>Tipo de investigación</b> Aplicada descriptiva Comparativa  <b>Método de investigación</b> Cuantitativo  <b>Instrumentos</b> · Antecedentes B. · Normas vigentes  · Modelamiento asistido por computadora  · Análisis estructural  <b>Población</b> Edificaciones del departamento de Puno de categoría A1  <b>Muestra</b> Edificaciones de concreto armado de 7 niveles
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>VARIABLES de interés</b>		
¿Cuál será nivel de respuesta estructural de la edificación cuando se implante un sistema de aislamiento sísmico según el tipo de aislador?	Determinar el nivel de respuesta estructural de una edificación de concreto armado de 7 niveles según el tipo de aisladores de base.	Y = Respuesta estructural de la Edificación según el tipo de aislador en la base	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Características y Propiedades físicas y mecánicas del aislador de base.</li> <li>· Parámetros según la N.T.P.- E.031</li> </ul>	
¿Qué características presentara la edificación con aislamiento en la base según el tipo de aislador?	Analizar el comportamiento estructural de una edificación de concreto armado de 7 niveles según el tipo de aislador			



**ANEXO 2**  
**ANÁLISIS DE RESULTADOS**



## COMBINACIÓN DE CARGA

### PARAMETROS

Z	0,35
U	1
C	2,5
S	1,15
R	7
Ps	2011,69 TN

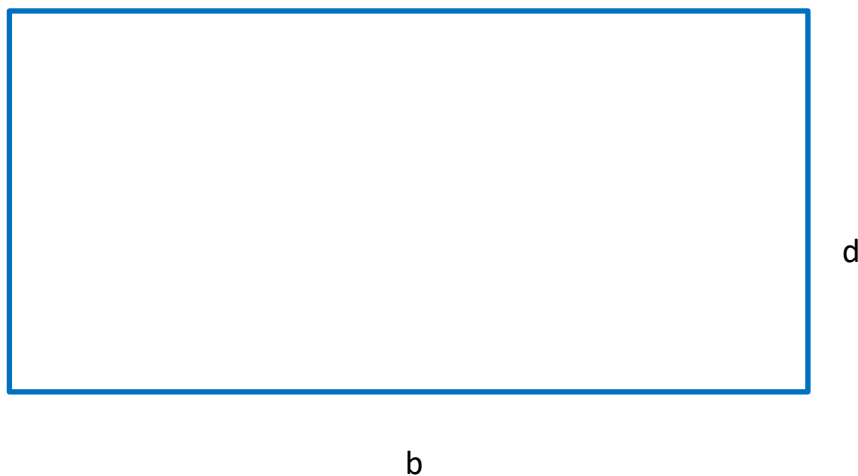
### METRADO DE CARGAS

CM=	1741,81 Tn
CV=	539,7547 Tn
CSH=	289,18 Tn
CSV=	525,81 Tn → 0,5 (1,5 ZS) CM.
CN=	0 Tn

PERIODO NODO 1                      0,492  
 PERIODO NODO 3                      0,354

EXCENTRICIDAD EN mm                      980

y=                      8870                      mm  
 b=                      13150                      mm  
 d=                      19300                      mm





a) CARGA VERTICAL PROMEDIO

a) Carga vertical promedio:  
 $1,0 \text{ CM} + 0,5 \text{ CV}$

CVP= **2011,68895**  
CM= 1741,8116 Tn  
CV= 539,7547 Tn

b) Carga vertical máxima: ✓  
 $1,25 (\text{CM} + \text{CV}) + 1,0 (\text{CSH} + \text{CSV}) + 0,2 \text{ CN}$

CVM= **3666,948**  
CM= 1741,8116  
CV= 539,7547  
CSH= 289,18  
CSV= 525,81  
CN= 0

c) Carga vertical mínima:  
 $0,9 \text{ CM} - 1,0 (\text{CSH} + \text{CSV})$

CVM= **752,641**  
CM= 1741,8116 Tn  
CSH= 289,18 Tn  
CVSV= 525,81 Tn

RESUMEN DE CARGAS

**CARGA VERTICAL PROMEDIO**  
2011,68895 Tn

**CARGA VERTICAL MAXIMO**  
3666,948 Tn

**CARGA VERTICAL MINIMO**  
752,641 Tn

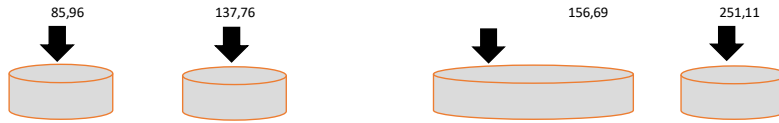
CARGA EN LOS DISPOSITIVOS		
8,746 Tn/m <sup>2</sup>	15,943 Tn/m <sup>2</sup>	3,272 Tn/m <sup>2</sup>

AREA TOTAL DEL DIAGRAMA

AREA= **230** m<sup>2</sup>



<b>DISPOSITIVOS</b>	<b>AREA TRIBUTARIA</b>	<b>CARGA VERTICAL PROMEDIO</b>	<b>CARGA VERTICAL MAXIMO</b>		<b>CARGA VERTICAL MINIMO</b>
ESQUINADO=	4,20 m <sup>2</sup>	8,75	15,94	66,96 Tn	13,74 Tn
EXCENTRICO =	9,83 m <sup>2</sup>	36,74 Tn		156,69 Tn	32,16 Tn
CENTRICO=	15,75 m <sup>2</sup>	85,96 Tn		251,11 Tn	51,54 Tn



## AISLAMIENTO SÍSMICO

### PARAMETROS

ZONA		0,35
USO		1
COEFICIENTE SISMICO		2,5
SUELO		1,15
COEFICIENTE DE REDUCCION SISMICA		7
GRAVEDAD		9810

IR AL FINAL

### DEFORMACION POR CORTE

Y= 1.5

### MODULO DE CORTE

Provedores -->  CATALOGO TENSA  CATALOGO BRIDGESTONE  CATALOGO FIP

G= 0,800 Mpa

CAUCHO	Mpa
SUAVE	0.4
NORMAL	0.8
DURO	1.4

### PESO SISMICO SOBRE EL INTERFAZ DE AISLAMIENTO

P= 2011,68895 Tn 2011688,95 Kg  
 P= 19728,03003 Kn

### PESO EFECTIVO SIN NIVEL DE BASE

Ps= 1663,8 Tn  
 Ps= 16316,2 Kn

### SISMO MAXIMO CONSIDERADO

Sam 1,509 mm/s<sup>2</sup>  $S_{aM} = 1,5 ZCSg$

### AMORTIGUAMIENTO EFECTIVO BM EN PORCENTAJE DEL AMORTIGUAMIENTO CRITICO

BM= 1.38 0.15

### 1 DESPLAZAMIENTO MAXIMO (DM)

DM= 301,7 mm 30,2 cm  
 SaM= 1,509 mm/s<sup>2</sup>  
 TM= 3,30 sg  
 BM= 1.38 --

$$D_M = \frac{S_{aM} T_M^2}{4\pi^2 B_M}$$

### Periodo efectivo para desplazamiento maximo TM

TM= 1,29 sg TM= 3,3  
 P= 19728,03 Kn  
 KM= 47,96 Kn/mm  
 g= 9810 mm/s<sup>2</sup>

### DESPLAZAMIENTO MAXIMO

DM= 301,7 mm 26250 0,3473

### 2 DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO (DTM)

y= 8870 mm  
 b= 13150 mm  
 d= 19300 mm  
 e= 980 mm  
 DM= 301,7 mm  
 Pt= 1,127 PERIODO MODO 1/MODO3 = 1,389830508 Pt formula 1,127

$$D_{TM} = D_M \left[ 1 + \left( \frac{y}{P_T} \right) \left( \frac{12e}{b^2 + d^2} \right) \right]$$

### DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO

DTM= 347,1 mm 34,71 cm 0,347137728



## PROPIEDADES DEL SISTEMA DE AISLACION

### DATOS PARA EL CALCULO DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL DISPOSITIVO

DM=	301,71	mm	0,30	m	
DTM=	347,14	mm	0,35	m	
TM=	3,30	Sg	3,30	Sg	
CARGA EN DISPOSITIVO A (centro)	137,76	Tn	0,14	Mpa.m	
CARGA EN DISPOSITIVO B (excentrico)	85,96	Tn	0,09	Mpa.m	85961,43679 Kg
DEFORMACION POR CORTE	1,5	---	1,5	---	
MODULO DE CORTE	0,80	Mpa	0,80	Mpa	

PROPIEDADES FISICAS DEL AISLADOR			
Propiedades	Tipo A		Unidades
RIGIDIZ HORIZONTAL DEL DISPOSITIVO	0,50		Mpa.m (Kn/mm)
ALTURA DE CAUCHO	0,20		m
AREA DEL DISPOSITIVO	0,13		m <sup>2</sup>
DIAMETRO DEL AISLADOR	0,40		m
DESPLAZAMIENTO MAXIMO	0,30		m
DESPLAZAMIENTO TOTAL MAXIMO	0,35		m
MODULO DE CORTE	0,80		Mpa
PORCENTAJE DE AMORTIGUAMIENTO	0.15		-----
CANTIDAD DE AISLADORES HDRB	28		Unidades
CARGA EN DISPOSITIVO A (centro)	137,76		Tn
CARGA EN DISPOSITIVO B (excentrico)			Tn

PROPIEDADES FISICAS		Dispositivo Tipo A
TDRI - HDRB	UNIDAD	137,76
CATALOGO TENSA		TDRI-550-NM-175
Diámetro	mm.	550
Altura total incluyendo chapas	mm.	337
Tamaño de Chapas	mm.	600*600
Espesor total de goma	mm	175
Factor de Forma S	--	27
Rigidez Vertical Kv	Kn/mm	1320
Rigidez Horizontal Efectiva Keff	Kn/mm	1,09
Desplazamiento diseño (EN 1998)	mm.	292
Carga de Diseño Horizontal	mm.	300
Carga Estática Vertical Máxima	Kn	5700
Carga Sísmica Vertical Máxima	Kn	2000

CARGA	Dispositivo Tipo A
	137,76
UNID	TDRI-550-NM-175
Kn/mm	1320
Kn/mm	1,09
Kn. seg/mm	0,07
Kn/mm	8,59
Kn	88,75
ratio	0,096
Kn.m	93,51
Kn/mm	0,82



## DERIVAS

### BASE FIJA HIGH DAMPING RUBBER BEARING

#### DERIVAS CON R = 7

DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_X Max	0,01586	3	0,0017	0,0006	<b>0,0030</b>	0,007	OK
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	0,014172	3	0,0021	0,0007	<b>0,0036</b>	0,007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	0,01209	3	0,0025	0,0008	<b>0,0043</b>	0,007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	0,009636	3	0,0027	0,0009	<b>0,0048</b>	0,007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	0,006914	3	0,0028	0,0009	<b>0,0049</b>	0,007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	0,004117	3	0,0025	0,0008	<b>0,0043</b>	0,007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max	0,001637	3,5					

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_Y Max	0,011361	3	0,0010	0,0003	<b>0,0018</b>	0,007	OK
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	0,010335	3	0,0014	0,0005	<b>0,0024</b>	0,007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	0,008957	3	0,0017	0,0006	<b>0,0030</b>	0,007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	0,007254	3	0,0019	0,0006	<b>0,0034</b>	0,007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	0,005318	3	0,0020	0,0007	<b>0,0035</b>	0,007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	0,003294	3	0,0019	0,0006	<b>0,0033</b>	0,007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max	0,001409	3,5					

### BASE AISLADA HIGH DAMPING RUBBER BEARING

#### DERIVAS CON R = 1

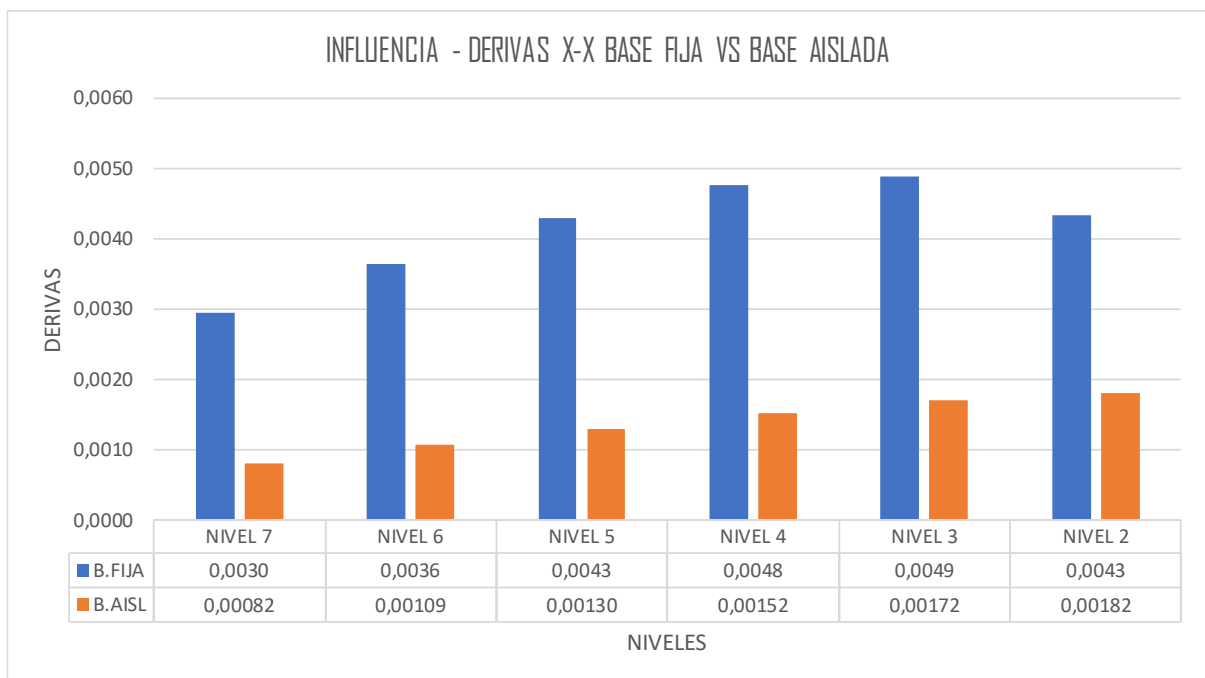
DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
NIVEL 7	D7	SMC EN X-X R=1	0,163455	3	0,0033	0,0011	<b>0,00082</b>	0,0035	OK
NIVEL 6	D6	SMC EN X-X R=1	0,16017	3	0,0043	0,0014	<b>0,00109</b>	0,0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC EN X-X R=1	0,155823	3	0,0052	0,0017	<b>0,00130</b>	0,0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC EN X-X R=1	0,15061	3	0,0061	0,0020	<b>0,00152</b>	0,0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC EN X-X R=1	0,144525	3	0,0069	0,0023	<b>0,00172</b>	0,0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC EN X-X R=1	0,137654	3	0,0073	0,0024	<b>0,00182</b>	0,0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC EN X-X R=1	0,130392	3,5	0,0096	0,0028	<b>0,00207</b>	0,0035	OK
NIVEL TEC	D.AISL	SMC EN X-X R=1	0,120754						

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
NIVEL 7	D7	SMC EN Y-Y R=1	0,155945	3	0,0021	0,0007	<b>0,00052</b>	0,0035	OK
NIVEL 6	D6	SMC EN Y-Y R=1	0,153855	3	0,0028	0,0009	<b>0,00070</b>	0,0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC EN Y-Y R=1	0,151039	3	0,0035	0,0012	<b>0,00089</b>	0,0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC EN Y-Y R=1	0,147499	3	0,0042	0,0014	<b>0,00106</b>	0,0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC EN Y-Y R=1	0,143275	3	0,0048	0,0016	<b>0,00120</b>	0,0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC EN Y-Y R=1	0,138482	3	0,0051	0,0017	<b>0,00128</b>	0,0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC EN Y-Y R=1	0,133348	3,5	0,0060	0,0017	<b>0,00129</b>	0,0035	OK
NIVEL TEC	D.AISL	SMC EN Y-Y R=1	0,127329						



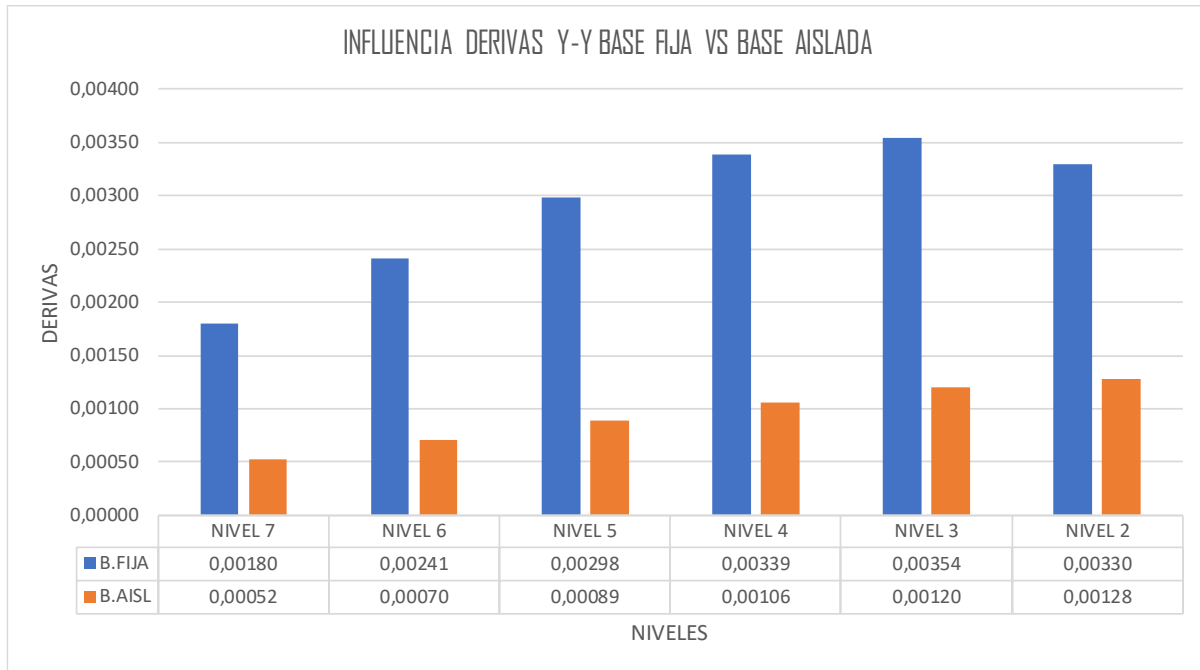
## DERIVAS (SENTIDO X) HIGH DAMPING RUBBER BEARING

Sentido X-X									
Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_X Max	<b>0,0030</b>	0,007	D7	SMC EN X-X R=1	<b>0,00082</b>	0,0035	72%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	<b>0,0036</b>	0,007	D6	SMC EN X-X R=1	<b>0,00109</b>	0,0035	70%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	<b>0,0043</b>	0,007	D5	SMC EN X-X R=1	<b>0,00130</b>	0,0035	70%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	<b>0,0048</b>	0,007	D4	SMC EN X-X R=1	<b>0,00152</b>	0,0035	68%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	<b>0,0049</b>	0,007	D3	SMC EN X-X R=1	<b>0,00172</b>	0,0035	65%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	<b>0,0043</b>	0,007	D2	SMC EN X-X R=1	<b>0,00182</b>	0,0035	58%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max			D1	SMC EN X-X R=1	<b>0,00207</b>	0,0035	



## DERIVAS (SENTIDO Y) HIGH DAMPING RUBBER BEARING

Sentido Y-Y									
Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00180</b>	0,007	D7	SMC EN Y-Y R=1	<b>0,00052</b>	0,004	71%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00241</b>	0,007	D6	SMC EN Y-Y R=1	<b>0,00070</b>	0,004	71%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00298</b>	0,007	D5	SMC EN Y-Y R=1	<b>0,00089</b>	0,004	70%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00339</b>	0,007	D4	SMC EN Y-Y R=1	<b>0,00106</b>	0,004	69%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00354</b>	0,007	D3	SMC EN Y-Y R=1	<b>0,00120</b>	0,004	66%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00330</b>	0,007	D2	SMC EN Y-Y R=1	<b>0,00128</b>	0,004	61%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max			D1	SMC EN Y-Y R=1	<b>0,00129</b>	0,004	



## BASE FIJA LEAD RUBBER BEARING

### DERIVAS CON R = 7

DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_X Max	0,01586	3	0,0017	0,0006	<b>0,0030</b>	0,007	OK
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	0,014172	3	0,0021	0,0007	<b>0,0036</b>	0,007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	0,01209	3	0,0025	0,0008	<b>0,0043</b>	0,007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	0,009636	3	0,0027	0,0009	<b>0,0048</b>	0,007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	0,006914	3	0,0028	0,0009	<b>0,0049</b>	0,007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	0,004117	3	0,0025	0,0008	<b>0,0043</b>	0,007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max	0,001637	3,5					

DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-030
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_Y Max	0,011361	3	0,0010	0,0003	<b>0,0018</b>	0,007	OK
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	0,010335	3	0,0014	0,0005	<b>0,0024</b>	0,007	OK
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	0,008957	3	0,0017	0,0006	<b>0,0030</b>	0,007	OK
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	0,007254	3	0,0019	0,0006	<b>0,0034</b>	0,007	OK
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	0,005318	3	0,0020	0,0007	<b>0,0035</b>	0,007	OK
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	0,003294	3	0,0019	0,0006	<b>0,0033</b>	0,007	OK
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max	0,001409	3,5					

## BASE AISLADA LEAD RUBBER BEARING

### DERIVAS CON R = 1

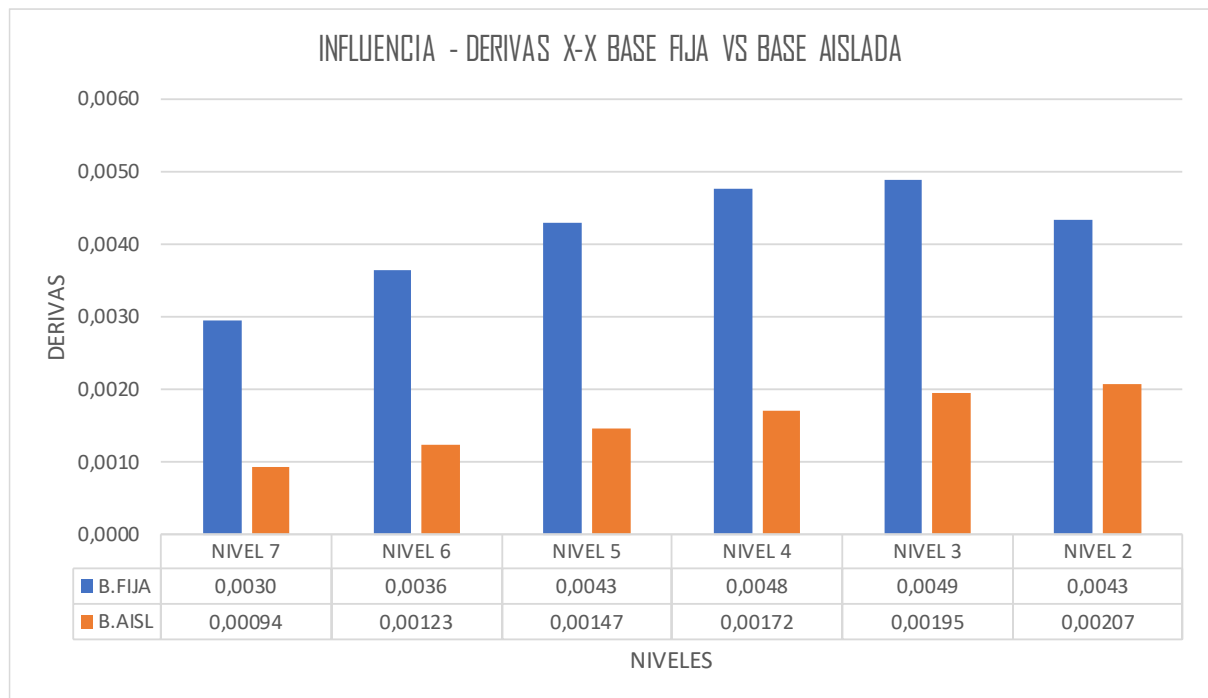
DERIVAS (Sentido X)									
Nivel	Diafragma	Caso	UX (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
NIVEL 7	D7	SMC EN X-X R=1	0,296294	3	0,0037	0,0012	<b>0,00094</b>	0,0035	OK
NIVEL 6	D6	SMC EN X-X R=1	0,292552	3	0,0049	0,0016	<b>0,00123</b>	0,0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC EN X-X R=1	0,287626	3	0,0059	0,0020	<b>0,00147</b>	0,0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC EN X-X R=1	0,281734	3	0,0069	0,0023	<b>0,00172</b>	0,0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC EN X-X R=1	0,274855	3	0,0078	0,0026	<b>0,00195</b>	0,0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC EN X-X R=1	0,267059	3	0,0083	0,0028	<b>0,00207</b>	0,0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC EN X-X R=1	0,258778	3,5	0,0112	0,0032	<b>0,00241</b>	0,0035	OK
NIVEL TEC	D.AISL	SMC EN X-X R=1	0,247533						



DERIVAS (Sentido Y)									
Nivel	Diafragma	Caso	UY (m)	Altura (m)	D. RELATIVO	D. ELASTICO	D. INELASTICO	E-030	CONTROL E-031
NIVEL 7	D7	SMC EN Y-Y R=1	0,28007	3	0,0023	0,0008	<b>0,00057</b>	0,0035	OK
NIVEL 6	D6	SMC EN Y-Y R=1	0,277806	3	0,0031	0,0010	<b>0,00077</b>	0,0035	OK
NIVEL 5	D5	SMC EN Y-Y R=1	0,274742	3	0,0038	0,0013	<b>0,00096</b>	0,0035	OK
NIVEL 4	D4	SMC EN Y-Y R=1	0,270896	3	0,0046	0,0015	<b>0,00115</b>	0,0035	OK
NIVEL 3	D3	SMC EN Y-Y R=1	0,2663	3	0,0052	0,0017	<b>0,00131</b>	0,0035	OK
NIVEL 2	D2	SMC EN Y-Y R=1	0,261064	3	0,0056	0,0019	<b>0,00141</b>	0,0035	OK
NIVEL 1	D1	SMC EN Y-Y R=1	0,255433	3,5	0,0070	0,0020	<b>0,00149</b>	0,0035	OK
NIVEL TEC	D.AISL	SMC EN Y-Y R=1	0,24847						

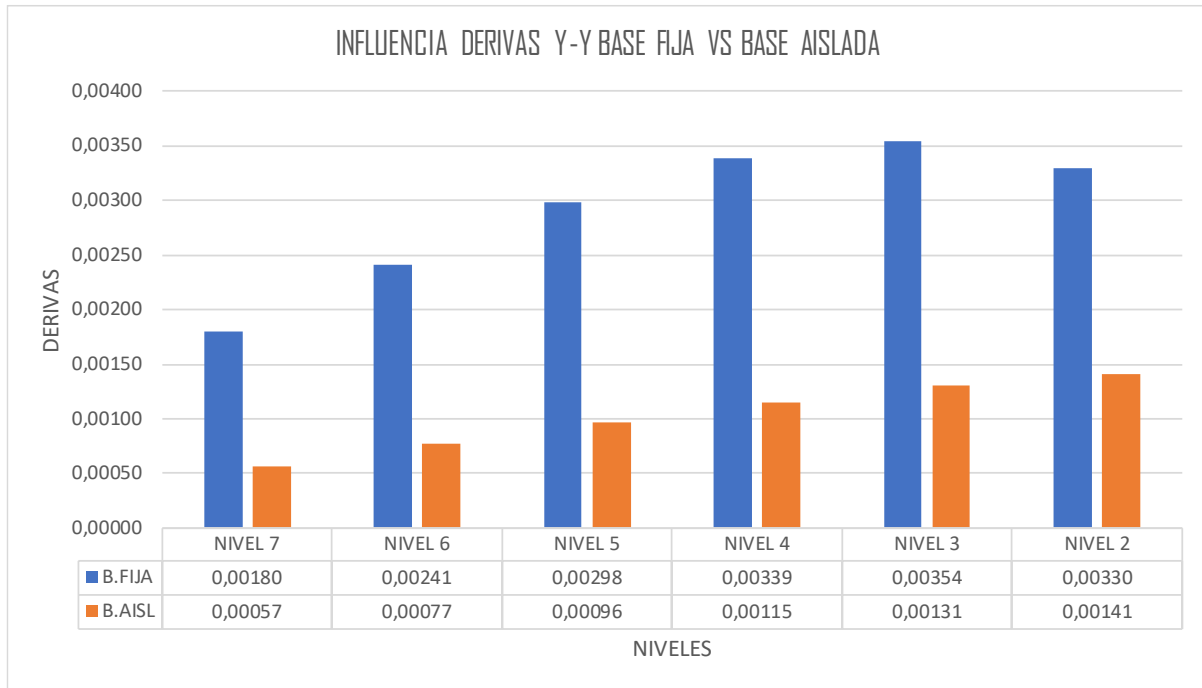
## DERIVAS (SENTIDO X) LEAD RUBBER BEARING

Sentido X-X									
Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_X Max	<b>0,0030</b>	0,007	D7	SMC EN X-X R=1	<b>0,00094</b>	0,0035	68%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	<b>0,0036</b>	0,007	D6	SMC EN X-X R=1	<b>0,00123</b>	0,0035	66%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	<b>0,0043</b>	0,007	D5	SMC EN X-X R=1	<b>0,00147</b>	0,0035	66%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	<b>0,0048</b>	0,007	D4	SMC EN X-X R=1	<b>0,00172</b>	0,0035	64%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	<b>0,0049</b>	0,007	D3	SMC EN X-X R=1	<b>0,00195</b>	0,0035	60%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	<b>0,0043</b>	0,007	D2	SMC EN X-X R=1	<b>0,00207</b>	0,0035	52%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max			D1	SMC EN X-X R=1	<b>0,00241</b>	0,0035	



## DERIVAS (SENTIDO Y) LEAD RUBBER BEARING

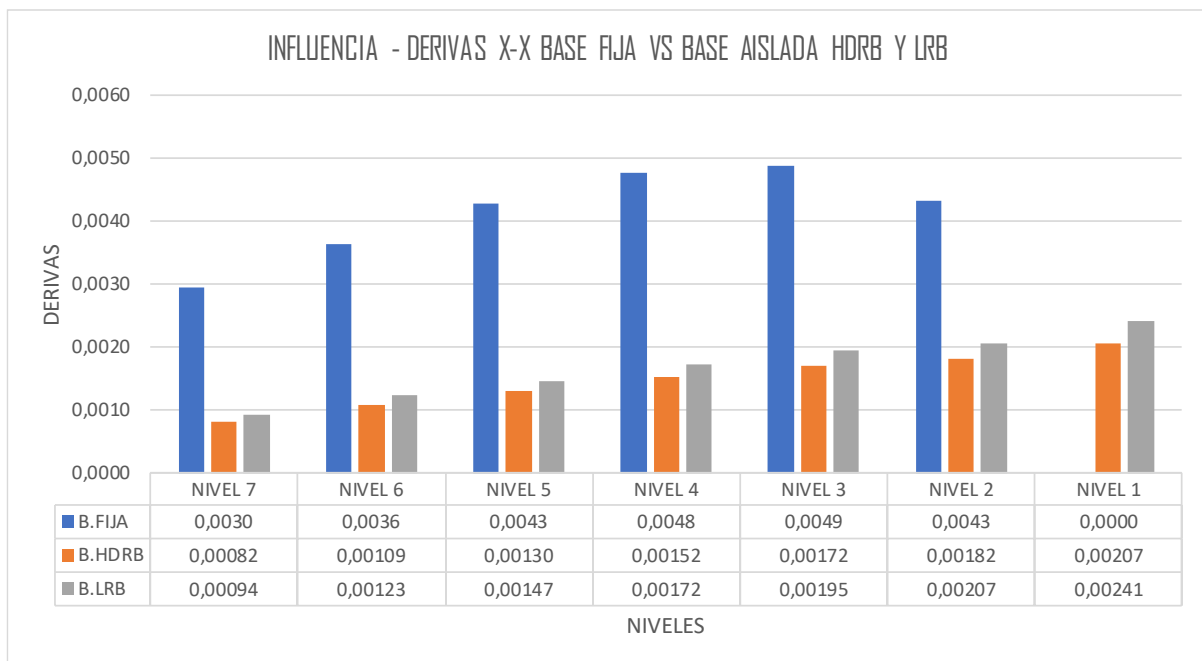
Sentido Y-Y									
Nivel	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-030	Diafragma	Caso	D. INELASTICO	E-031	INFLUENCIA %
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00180</b>	0,007	D7	SMC EN Y-Y	<b>0,00057</b>	0,004	68%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00241</b>	0,007	D6	SMC EN Y-Y	<b>0,00077</b>	0,004	68%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00298</b>	0,007	D5	SMC EN Y-Y	<b>0,00096</b>	0,004	68%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00339</b>	0,007	D4	SMC EN Y-Y	<b>0,00115</b>	0,004	66%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00354</b>	0,007	D3	SMC EN Y-Y	<b>0,00131</b>	0,004	63%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	<b>0,00330</b>	0,007	D2	SMC EN Y-Y	<b>0,00141</b>	0,004	57%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max			D1	SMC EN Y-Y	<b>0,00149</b>	0,004	



### INFLUENCIA DERIVAS BASE FIJA Y BASE AISLADA HDRB - LRB

**Sentido X-X**

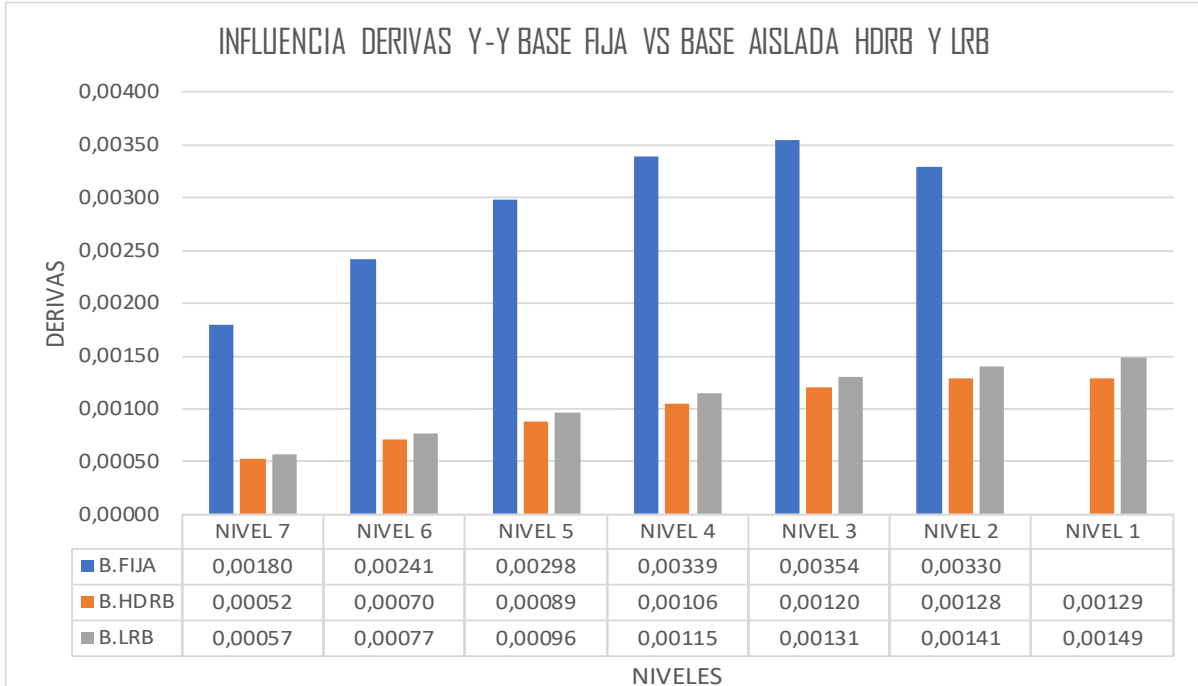
Nivel	Diafragma	Caso	DER. EST.FIJA	E-030	Diafragma	Caso	DER.HDRB	DER. LRB	E-031	INFLUENCIA % B.FIJA VS B.HDRB	INFLUENCIA % B.FIJA VS B.LRB	INFLUENCIA % B.AISL.HDRB VS B.AISL.LRB
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_X Max	<b>0,0030</b>	0,007	D7	SMC EN X-X	<b>0,00082</b>	<b>0,00094</b>	0,0035	72%	68%	12%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_X Max	<b>0,0036</b>	0,007	D6	SMC EN X-X	<b>0,00109</b>	<b>0,00123</b>	0,0035	70%	66%	12%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_X Max	<b>0,0043</b>	0,007	D5	SMC EN X-X	<b>0,00130</b>	<b>0,00147</b>	0,0035	70%	66%	12%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_X Max	<b>0,0048</b>	0,007	D4	SMC EN X-X	<b>0,00152</b>	<b>0,00172</b>	0,0035	68%	64%	12%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_X Max	<b>0,0049</b>	0,007	D3	SMC EN X-X	<b>0,00172</b>	<b>0,00195</b>	0,0035	65%	60%	12%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_X Max	<b>0,0043</b>	0,007	D2	SMC EN X-X	<b>0,00182</b>	<b>0,00207</b>	0,0035	58%	52%	12%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_X Max	<b>0,0000</b>		D1	SMC EN X-X	<b>0,00207</b>	<b>0,00241</b>	0,0035			14%





### Sentido Y-Y

Nivel	Diafragma	Caso	DER. EST.FIJA	E-030	Diafragma	Caso	DER.HDRB	DER. LRB	E-031	INFLUENCIA % B.FIJA VS B.HDRB	INFLUENCIA % B.FIJA VS B.LRB	INFLUENCIA % B.AISL.HDRB VS B.AISL.LRB
NIVEL 7	D7	SIS_DIN_Y Max	0,00180	0,007	D7	SMC EN Y-Y	0,00052	0,00057	0,0035	71%	8%	8%
NIVEL 6	D6	SIS_DIN_Y Max	0,00241	0,007	D6	SMC EN Y-Y	0,00070	0,00077	0,0035	71%	68%	8%
NIVEL 5	D5	SIS_DIN_Y Max	0,00298	0,007	D5	SMC EN Y-Y	0,00089	0,00096	0,0035	70%	68%	8%
NIVEL 4	D4	SIS_DIN_Y Max	0,00339	0,007	D4	SMC EN Y-Y	0,00106	0,00115	0,0035	69%	66%	8%
NIVEL 3	D3	SIS_DIN_Y Max	0,00354	0,007	D3	SMC EN Y-Y	0,00120	0,00131	0,0035	66%	63%	8%
NIVEL 2	D2	SIS_DIN_Y Max	0,00330	0,007	D2	SMC EN Y-Y	0,00128	0,00141	0,0035	61%	57%	9%
NIVEL 1	D1	SIS_DIN_Y Max			D1	SMC EN Y-Y	0,00129	0,00149	0,0035			14%

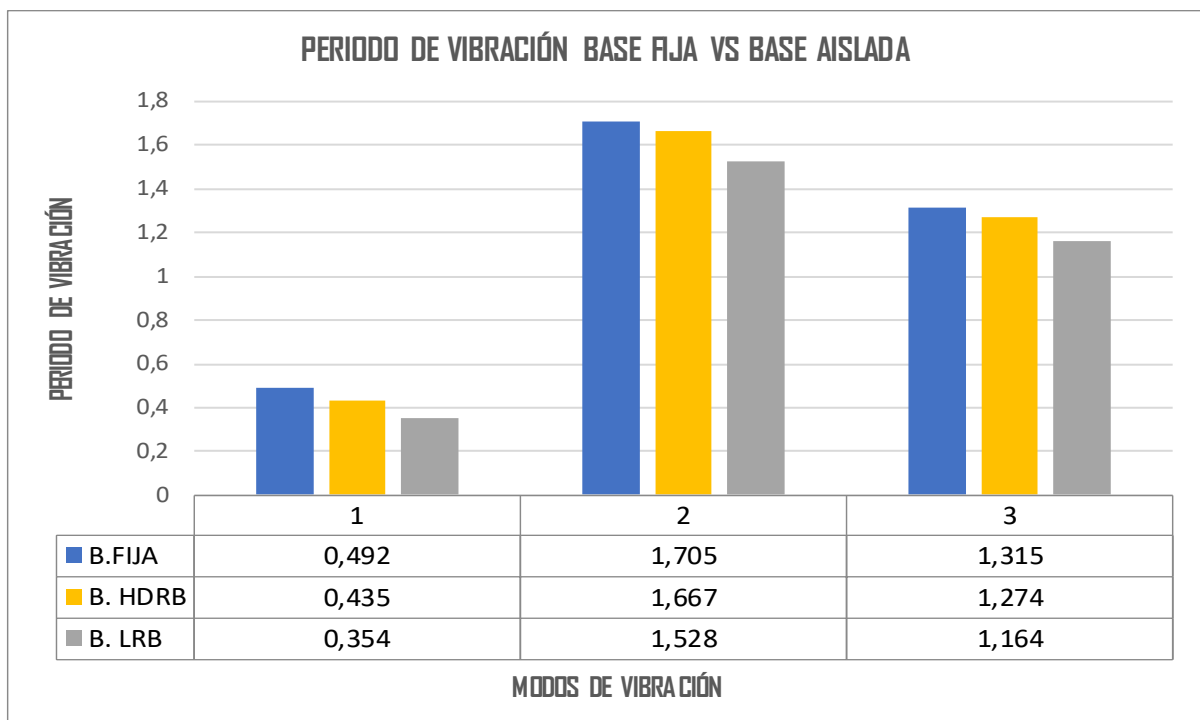


MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA AISLADA HDRB						
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ	
		sec				
Modal	1	1,705	0,8617	0,0033	0,0612	
Modal	2	1,667	0,0037	0,9236	0,00001872	
Modal	3	1,528	0,0603	0,0003	0,8601	
Modal	4	0,336	0,0031	0,000003601	0,0001	
Modal	5	0,284	0	0,0015	0,0002	
Modal	6	0,236	0,00003112	0,00004472	0,001	
Modal	7	0,13	0,0001	0,000001369	7,62E-07	
Modal	8	0,117	0	0,00003456	0,000004801	
Modal	9	0,093	7,28E-07	0,000001015	0,00002067	
Modal	10	0,073	0,00000242	6,76E-07	0	
Modal	11	0,069	0	0,0000019	0	
Modal	12	0,051	0	0	0,000007131	
Modal	13	0,049	0	0	0	
Modal	14	0,046	0	0	0,000003307	
Modal	15	0,037	0	0	0,000001054	
Modal	16	0,028	6,36E-07	0,000001163	0,0004	
Modal	17	0,015	0,0312	0,0156	0,0009	
Modal	18	0,014	0,0273	0,0276	0,00004043	
Modal	19	0,013	0,0051	0,0139	0,0059	
Modal	20	0,011	0,0014	0,0086	0,0044	
Modal	21	0,003	0,0031	0,0011	0,00002334	
<b>TOTAL</b>			<b>99,70%</b>	<b>99,56%</b>	<b>93,43%</b>	



MASA PARTICIPATIVA ESTRUCTURA AISLADA LRB					
Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
		sec			
Modal	1	1,315	0,8627	0,0015	0,0564
Modal	2	1,274	0,0013	0,9228	0,0003
Modal	3	1,164	0,0561	0,0001	0,8625
Modal	4	0,321	0,0087	0,00001305	0,0002
Modal	5	0,275	0	0,0043	0,0005
Modal	6	0,229	0,0001	0,0001	0,0028
Modal	7	0,129	0,0002	0,000004674	0,00000247
Modal	8	0,116	0,000001212	0,0001	0,00001691
Modal	9	0,092	0,000002503	0,00000352	0,0001
Modal	10	0,071	0,000007358	0,000002309	0
Modal	11	0,067	0,000001483	0,000005695	5,154E-07
Modal	12	0,051	0	0	0,000007536
Modal	13	0,047	0	9,411E-07	0
Modal	14	0,044	6,391E-07	0	0,000001465
Modal	15	0,034	0	0	0,00000153
Modal	16	0,024	0	0,000005641	0,0001
Modal	17	0,015	0,0453	0,0034	0,0019
Modal	18	0,014	0,0071	0,0446	0,000004272
Modal	19	0,013	0,0118	0,0044	0,0087
Modal	20	0,011	0,0003	0,0135	0,0009
Modal	21	0,003	0,0042	0,0003	0,00001978
<b>TOTAL</b>			<b>99,78%</b>	<b>99,51%</b>	<b>93,45%</b>

PERIODO DE VIBRACION BASE FIJA VS BASE AISLADA HDRB Y LRB							
Case	Mode	B. FIJA	B. AISLADA HDRB	B. AISLADA LRB	INFLUENCIA % B.FIJA VS B.HDRB	INFLUENCIA % B.FIJA VS B.LRB	INFLUENCIA % B.AISL.HDRB VS B. AISL.LRB
Modal	1	0,492	1,705	1,315	71%	63%	23%
Modal	2	0,435	1,667	1,274	74%	66%	24%
Modal	3	0,354	1,528	1,164	77%	70%	24%





## RESULTADOS

**FUERZA CORTANTE (Vx) - BASE FIJA VS BASE AISLADA HDRB Y LRB SD- R=7**

NIVEL	B. FIJA VX (Tn)	B. AISLADA HDRB VX (Tn)	R=7 B. AISLADA LRB VX (Tn)	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB %	INFLUENCIA B.FIJA VS B.LRB %	B.AILS.HDRB VS B. AISLLRB %
Story 7	42,0277	7,421	13,774	82%	67%	46%
Story 6	99,1806	19,6963	36,1561	80%	64%	46%
Story 5	145,6392	31,5881	57,606	78%	60%	45%
Story 4	182,6377	43,0904	78,0203	76%	57%	45%
Story 3	210,4632	54,2182	97,4021	74%	54%	44%
Story 2	228,7262	65,0024	115,7924	72%	49%	44%
Story 1	237,507	75,7382	133,6943	68%	44%	43%

**FUERZA CORTANTE (Vy) - BASE FIJA VS BASE AISLADA HDRB Y LRB SD- R=7**

NIVEL	B. FIJA VX (Tn)	B. AISLADA HDRB VY (Tn)	R=7 B. AISLADA LRB VY (Tn)	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB %	INFLUENCIA B.FIJA VS B.LRB %	B.AILS.HDRB VS B. AISLLRB %
Story 7	42,0277	7,2018	13,7651	83%	67%	48%
Story 6	99,1806	19,2722	36,6968	81%	63%	47%
Story 5	145,6392	31,1139	59,0218	79%	59%	47%
Story 4	182,6377	42,7068	80,659	77%	56%	47%
Story 3	210,4632	54,048	101,565	74%	52%	47%
Story 2	228,7262	65,1484	121,73	72%	47%	46%
Story 1	237,507	76,284	141,6363	68%	40%	46%

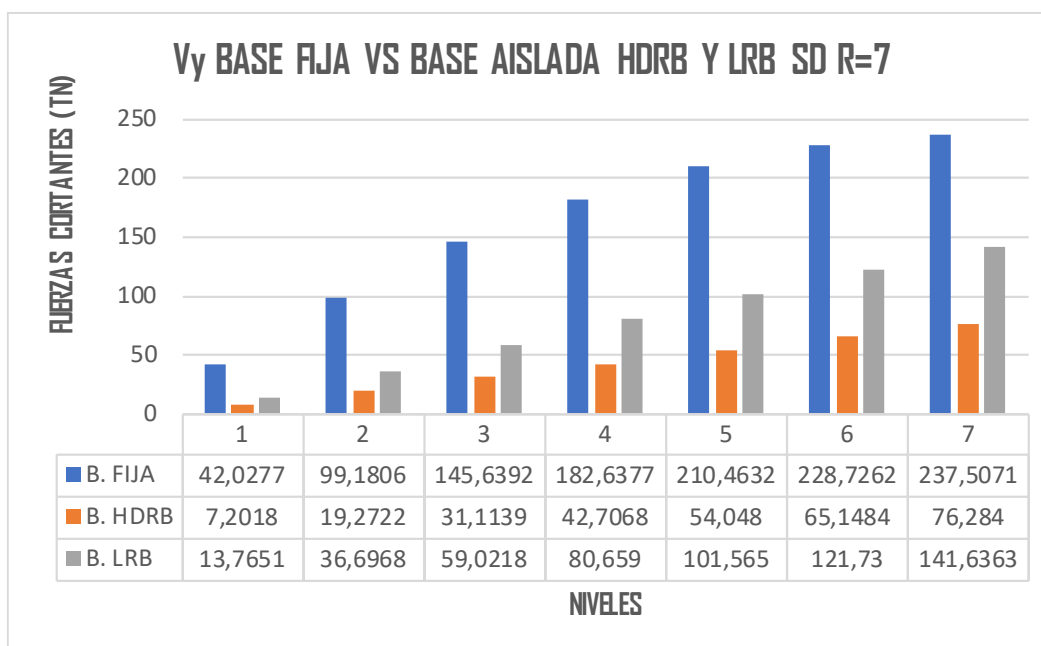
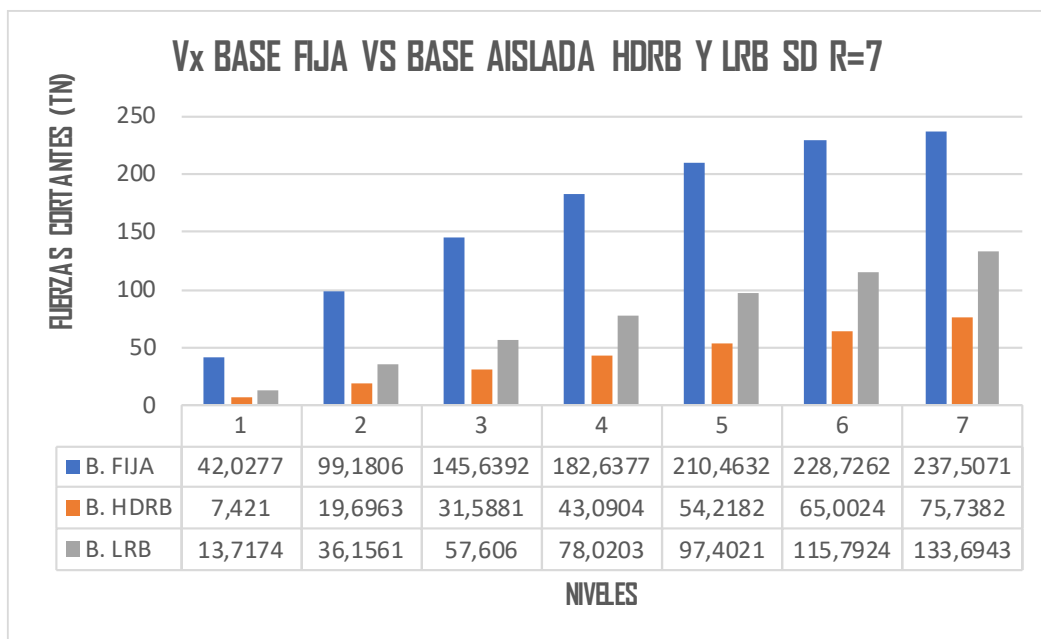
**DESPLAZAMIENTOS - BASE FIJA VS BASE AISLADA HDRB Y LRB SD- R=7**

DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE FIJA	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA HDRB	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA LRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.LRB	B.AILS.HDRB VS B. AISLLRB
Story	X-Dir cm	X-Dir cm	X-Dir cm	%	%	%
Story 7	1,975	35,4064	43,3063	94%	95%	18%
Story 6	1,7561	34,9191	42,394	95%	96%	18%
Story 5	1,4954	34,3401	41,303	96%	96%	17%
Story 4	1,1881	33,6462	39,9905	96%	97%	16%
Story 3	0,8482	32,8333	38,4536	97%	98%	15%
Story 2	0,5029	31,9142	36,7219	98%	99%	13%
Story 1	0,1983	30,9249	34,8688	99%	99%	11%



### DESPLAZAMIENTOS - BASE FIJA VS BASE AISLADA HDRB Y LRB SD- R=7

DESCRIPCION	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE FIJA	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA HDRB	DESPLAZAMIENTO MAX. BASE AISLADA LRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.HDRB	INFLUENCIA B.FIJA VS B.LRB	B.A.I.L.S.HDRB VS B. AISL.LRB
Story	Y-Dir cm	Y-Dir cm	Y-Dir cm	%	%	%
Story 7	1,4907	29,7445	33,5075	95%	96%	11%
Story 6	1,3498	29,4719	33,0059	95%	96%	11%
Story 5	1,1677	29,124	32,3619	96%	96%	10%
Story 4	0,9437	28,6943	31,5496	97%	97%	9%
Story 3	0,6892	28,244	30,5756	98%	98%	8%
Story 2	0,4239	27,7325	29,4682	98%	99%	6%
Story 1	0,1791	27,1797	28,3118	99%	99%	4%





## IRREGULARIDADES

### IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO)

#### IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

Nivel	Diafragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 70\% (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control E-030, 2018
Nivel 7	D7	SIS_EST- X	22351,158			
Nivel 6	D6	SIS_EST- X	42414,738	190%	152%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	D5	SIS_EST- X	55759,529	131%	138%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	D4	SIS_EST- X	66482,386	119%	132%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	D3	SIS_EST- X	78604,858	118%	115%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	D2	SIS_EST- X	103533,846	132%	124%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	D1	SIS_EST- X	153014,353	148%	148%	NO EXISTE PISO BLANDO

#### IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

Nivel	Diafragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 70\% (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 80\% (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control E-030, 2018
Nivel 7	D7	SIS_EST- Y	31451,541			
Nivel 6	D6	SIS_EST- Y	60447,759	192%	154%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	D5	SIS_EST- Y	76670,943	127%	133%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	D4	SIS_EST- Y	88944,690	116%	127%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	D3	SIS_EST- Y	104762,500	118%	111%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	D2	SIS_EST- Y	132717,873	127%	118%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	D1	SIS_EST- Y	175259,175	132%	129%	NO EXISTE PISO BLANDO

### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ - (PISO BLANDO)

#### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - XX

Nivel	Diafragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control
Nivel 7	D7	SIS_EST- X	22351,158			
Nivel 6	D6	SIS_EST- X	42414,738	190%	133%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	D5	SIS_EST- X	55759,529	131%	121%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	D4	SIS_EST- X	66482,386	119%	116%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	D3	SIS_EST- X	78604,858	118%	100%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	D2	SIS_EST- X	103533,846	132%	108%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	D1	SIS_EST- X	153014,353	148%	129%	NO EXISTE PISO BLANDO

#### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ (PISO BLANDO) - YY

Nivel	Diafragma	Caso	Rigidez Tn/m	$K_i < 0.60 (k_{i+1})$ Tn/m	$K_i < 0.70 (K_{i+1} K_{i+2} + K_{i+3})/3$ Tn/m	Control E-030, 2018
Nivel 7	D7	SIS_EST- Y	31451,541			
Nivel 6	D6	SIS_EST- Y	60447,759	192%	135%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 5	D5	SIS_EST- Y	76670,943	127%	117%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 4	D4	SIS_EST- Y	88944,690	116%	111%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 3	D3	SIS_EST- Y	104762,500	118%	97%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 2	D2	SIS_EST- Y	132717,873	127%	103%	NO EXISTE PISO BLANDO
Nivel 1	D1	SIS_EST- Y	175259,175	132%	113%	NO EXISTE PISO BLANDO



### IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL

#### IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

NIVEL	CASO	V <sub>x</sub>	0.8 (V <sub>x</sub> )	Control E-030, 2018
Nivel 7	SIS_EST- X	39,0466	31,237	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 6	SIS_EST- X	96,2283	76,983	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 5	SIS_EST- X	144,137	115,310	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 4	SIS_EST- X	182,774	146,219	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 3	SIS_EST- X	212,137	169,710	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 2	SIS_EST- X	232,228	185,782	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 1	SIS_EST- X	243,303	194,643	

#### IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - YY

NIVEL	CASO	V <sub>y</sub>	0.8 (V <sub>y</sub> )	Control E-030, 2018
Nivel 7	SIS_EST- Y	39,0466	31,237	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 6	SIS_EST- Y	96,2283	76,983	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 5	SIS_EST- Y	144,137	115,310	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 4	SIS_EST- Y	182,774	146,219	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 3	SIS_EST- Y	212,137	169,710	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 2	SIS_EST- Y	232,228	185,782	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 1	SIS_EST- Y	243,303	194,643	

### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA - PISO DEBIL

#### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - XX

NIVEL	CASO	V <sub>x</sub>	0.65 (V <sub>x</sub> )	Control E-030, 2018
Nivel 7	SIS_EST- X	39,0466	25,380	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 6	SIS_EST- X	96,2283	62,548	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 5	SIS_EST- X	144,137	93,689	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 4	SIS_EST- X	182,774	118,803	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 3	SIS_EST- X	212,137	137,889	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 2	SIS_EST- X	232,228	150,948	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 1	SIS_EST- X	243,303	158,147	

#### IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA - (PISO DEBIL) - YY

NIVEL	CASO	V <sub>y</sub>	0.65 (V <sub>y</sub> )	Control E-030, 2018
Nivel 7	SIS_EST- Y	39,0466	25,380	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 6	SIS_EST- Y	96,2283	62,548	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 5	SIS_EST- Y	144,137	93,689	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 4	SIS_EST- Y	182,774	118,803	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 3	SIS_EST- Y	212,137	137,889	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 2	SIS_EST- Y	232,228	150,948	NO EXISTE PISO DEBIL
Nivel 1	SIS_EST- Y	243,303	158,147	

## IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA

### IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA - XX

Nº PISO	A <sub>x</sub> (m)	Deriva Max. (m)	Deriva Prom. (m)	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 7	SIS_EST- X	0,0185	0,0159	1,167	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 6	SIS_EST- X	0,0165	0,0142	1,166	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 5	SIS_EST- X	0,0141	0,0121	1,164	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 4	SIS_EST- X	0,0112	0,0097	1,160	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 3	SIS_EST- X	0,0080	0,0069	1,154	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 2	SIS_EST- X	0,0048	0,0041	1,148	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 1	SIS_EST- X	0,0019	0,0017	1,137	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL

### IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA EN PLANTA - YY

Nº PISO	A <sub>x</sub> (m)	Deriva Max..	Deriva Prom.	Ratio	Control E-030, 2018
Nivel 7	SIS_EST- X	0,0121	0,0118	1,029	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 6	SIS_EST- X	0,0110	0,0107	1,030	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 5	SIS_EST- X	0,0095	0,0093	1,031	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 4	SIS_EST- X	0,0077	0,0075	1,032	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 3	SIS_EST- X	0,0057	0,0055	1,033	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 2	SIS_EST- X	0,0035	0,0034	1,033	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL
Nivel 1	SIS_EST- X	0,0015	0,0015	1,032	NO EXISTE IRREGULARIDAD TORSIONAL



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 10-07-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: Gary Brian Yanqui Ballena

Dirección: Jr. Piérola 115B

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72447047

Teléfono: 991 819 252 email: gary bvb@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. Arnaldo Yana Torres

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN DE CONCRETO

ARMADO DE 7 NIVELES CON AISLADORES TIPO HIGH DAMPING RUBBER BEARING Y  
LEAD RUBBER BEARING

Palabras claves, (3 a 5 términos): Aislamiento, aisladores de base aceleraciones, amortiguamiento efectivo

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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  Título  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

18 de Julio del 2025

Fecha