



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA:

**SISTEMA DE AISLADOR SÍSMICO EN CIMENTACIÓN PARA UNA
EDIFICACIÓN DE 7 NIVELES**

TUTOR:

MSC. MAX DARÍO ALMEIDA FRANCO

AUTORES

RICHARD MIGUEL GARZÓN SUÁREZ

ANDRÉS ELÍAS MORENO ARTEAGA

GUAYAQUIL

2022



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
Título Y Subtítulo: Sistema De Aislador Sísmico En Cimentación Para Una Edificación De 7 Niveles	
AUTOR/ES: Garzón Suárez Richard Miguel Moreno Arteaga Andrés Elías	REVISORES O TUTORES: Msc. Almeida Franco Max Darío
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGES: 141 páginas
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción.	
PALABRAS CLAVE: Sismo, Edificio, Cimientos, Software, Modelo de Simulación.	
RESUMEN: En el Ecuador por su ubicación dentro de un área de alto riesgo sísmico, muchas estructuras esenciales se han visto afectadas cuando se generan los mismos. Dentro del proyecto de investigación se busca describir la implementación de un sistema de aislamiento sísmico en la cimentación de una edificación de 7 niveles para lo cual se	

realizó un estudio de los diferentes tipos de aisladores sísmicos con sus respectivas características y relevando sus ventajas y desventajas. También se hace una reseña sobre los sismos y sus afectaciones. Se realizó una encuesta donde se determinó que dentro de la población existe preocupación por la afectación que pueda generar un sismo en una estructura. En los análisis que se realizaron dentro del software computacional ETABS, manteniendo los criterios determinados por las normas NEC-15, se determinó que para la estructura estudiada aplicando dos tipos de modelados, estos son, la estructura con su cimentación empotrada y la estructura con un sistema de aislamiento sísmico; resulta estructuralmente factible y segura por que cumple con todos los parámetros de diseño, la implementación de un sistema de aislamiento sísmico.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
---	-----------------------------

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
---------------------	---	------------------------------------

CONTACTO CON AUTOR/ES: Garzón Suárez Richard Miguel Moreno Arteaga Andrés Elías	Teléfono: 0986806728 0997422607	E-mail: rgarzons@ulvr.edu.ec amorenoa@ulvr.edu.ec
--	--	--

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Msc. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde Decano (E) Teléfono: (04) 2596500 Ext. 210 E-mail: correo institucional Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez. Director de la Carrera de Ingeniería Civil Teléfono: (04)2596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec
------------------------------------	--

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

GARZON-MORENO

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

[idoc.pub](#)

Fuente de Internet

1%

2

[optimizacontratistas.com](#)

Fuente de Internet

1%

3

[megalex-ec.blogspot.com](#)

Fuente de Internet

1%

4

[studyassistant-lat.com](#)

Fuente de Internet

1%

5

[www.movimientoecuador.co.uk](#)

Fuente de Internet

1%

6

[newsecuador.ec](#)

Fuente de Internet

1%

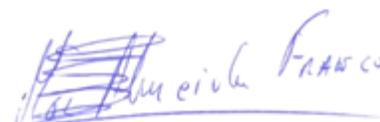
Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo



Msc. Max Dario Almeida Franco

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados Richard Miguel Garzón Suárez y Andrés Elías Moreno Arteaga, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Sistema De Aislador Sísmico En Cimentación Para Una Edificación De 7 Niveles, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores



Firma:

RICHARD MIGUEL GARZÓN SUÁREZ

C.I. 0930563721



Firma:

ANDRÉS ELÍAS MORENO ARTEAGA

C.I. 0915106546

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Sistema De Aislador Sísmico En Cimentación Para Una Edificación De 7 Niveles, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria Y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Sistema De Aislador Sísmico En Cimentación Para Una Edificación De 7 Niveles, presentado por los estudiantes Richard Miguel Garzón Suárez y Andrés Elías Moreno Arteaga como requisito previo, para optar al Título de Ingeniero Civil, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

A handwritten signature in blue ink, reading "Almeida Franco" with "Max Darío" written below it. The signature is written over a faint grid pattern.

Msc. Almeida Franco Max Darío

C.C. 0906706981

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis docentes y tutor MsC. Max Almeida por su ayuda y dedicación.

Agradecerle también a mi amigo el Ing. Civil Walter Rodríguez por su colaboración y por compartir su conocimiento para elaborar la tesis.

A mi familia, mis hermanas, mis padres, mi abuelo y en especial a mi esposa e hija que han sido mi impulso para seguir con mi meta de titularme.

Richard Miguel Garzón Suárez

DEDICATORIA

Le dedico este logro a todas las personas que me han ayudado a que este sueño de convertirme en Ingeniero Civil sea una realidad, a mi esposa e hija por siempre estar a mi lado apoyándome, a mis padres que han sido mi ejemplo a seguir, a mi abuelo Gilberto por sus sabios consejos y en especial a mi abuela Amarilis que mira este triunfo desde arriba.

Richard Miguel Garzón Suárez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sus infinitas bendiciones.

A mis padres Azucena Arteaga y Patricio Moreno, por ser mi fuente de inspiración y siempre tenerme en sus oraciones.

A mi tutor, MsC. Max Almeida por su guía dentro de este proceso de titulación.

Al Ing. Walter Rodríguez por su aporte de conocimientos dentro de este proyecto de titulación.

Andrés Elías Moreno Arteaga

DEDICATORIA

A mi esposa María Soledad Vivanco Calderón, por tu energía y amor incondicional que dio inicio a este proyecto personal.

A mis abuelas Gloria y Sofía, que desde el cielo cuidan mis pasos.

Andrés Elías Moreno Arteaga

ÍNDICE GENERAL

Introducción	1
Capítulo I - Diseño de investigación	2
Tema	2
Planteamiento Del Problema	2
Formulación Del Problema	4
Objetivos De La Investigación	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
Ideas A Defender o hipótesis de la investigación	4
Línea de investigación institucional / Facultad	5
Capítulo II - Marco teórico	6
Marco teórico referencial	6
Marco teórico	9
Aisladores sísmicos	12
Características de algunos aisladores sísmicos	14
Tipos de aisladores	16
Aislador de alto amortiguamiento (HDR)	18
Características del aislador de alto amortiguamiento	19

Especificaciones técnicas del NEOPRENO del aislador de alto amortiguamiento ..	20
Características Técnicas Del Acero A36 del aislador de alto amortiguamiento	21
Aislador de amortiguador con núcleo de plomo (LRB)	21
Características del aislador de amortiguador con núcleo de plomo.....	22
Especificaciones técnicas del NEOPRENO de amortiguador con núcleo de plomo	23
Características técnicas del acero A36 de amortiguador con núcleo de plomo	25
Aislador de Caucho Natural (NRB)	25
Características del aislador de caucho natural.....	26
Especificaciones técnicas del NEOPRENO del aislador de caucho natural	27
Características de acero A36 del aislador de caucho natural	28
Aislador desplazable	28
Características del aislador desplazable	29
Especificaciones técnicas del NEOPRENO del aislador desplazable	30
Características de acero A36 del aislador desplazable	31
Aislador bajo Sistema de Péndulo de fricción (FPS).....	31
Características del Aislador bajo Sistema de Péndulo de fricción (FPS)	32
Ventajas de los aisladores sísmicos	33
Desventajas de los aisladores sísmicos	34
Marco conceptual	36

Estructuras convencionales	36
Cimentación	36
Acero	36
Asentamiento de estructura	36
Cargas estructurales	36
Columna.....	36
Cortante basal	36
Deformación estructural	37
Derivas	37
Esfuerzo de compresión	37
Flexión	37
Momento	37
Pórtico	37
Torsión	37
Tracción	37
Vano	38
Viga en voladizo	38
Marco legal.....	38
DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	38

NEC 2015 (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN)	39
NORMAS ASTM	40
FEMA (AGENCIA FEDERAL PARA LA ATENCION DE EMERGENCIA)	41
INEN CPE INEN-NEC-SE-DS 26-2.....	41
NTE-INEN 3040.....	41
Capítulo III - Metodología de la investigación	43
Marco metodológico	43
Enfoque de la investigación	43
Alcance De La Investigación	44
Técnicas e instrumentos para obtener los datos	44
Población y muestra.....	45
Análisis E Interpretación De Datos	49
Análisis De Resultados De La Encuesta	49
Análisis y descripción de la estructura estudiada	59
Materiales	59
Características del aislador.....	59
Tipo de estructura	60
Zonificación sísmica y factor de zona Z	60
Tipo de perfiles de suelo para el diseño sísmico	61

Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto	61
Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.....	62
Fs: comportamiento no lineal de los suelos	62
Categoría de edificio y coeficiente de importancia I.....	63
Niveles de amenaza sísmica	63
Estados de carga y combinaciones	64
Cargas gravitacionales	64
Carga muerta (DEAD-SD	64
Carga Viva	65
Carga sísmica para análisis lineal NEC-15.....	66
Carga sísmica estática (cortante basal).....	66
Calculo de la variable aceleración espectral (Sa)	67
Carga sísmica dinámica espectral	68
Especificación del Aislador	73
Resultado del análisis lineal.....	75
Derivas generadas por sismo dinámico	75
Derivas de piso en sistema empotrado de cimentación	76
Derivada en inelástica en X	76

Derivada en inelástica en Y	77
Derivas de piso en sistemas con aislador sísmico	78
Deriva en inelástica en X	78
Deriva en inelástica en Y	79
Participación de masa modal	80
Planos	81
Vista de planta de viga de cimentación	81
Planta losa de cimentación	82
Planta De Columnas Y Aisladores	83
Detalles De Muros Y Rampas	83
Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor	84
Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor	85
Losa De Planta Baja	86
Losa De Primera Planta Alta	87
Losa De Segunda Planta Alta	88
Losa De Tercera Planta Alta	89
Losa De Cuarta Planta Alta	90
Losa De Quinta Planta Alta	91
Losa De Cubierta	92

Losas De Sobrecubiertas	93
Detalles De Columnas Y Refuerzos	94
Escaleras Y Detalles	95
Conclusiones	96
Recomendaciones	97
Referencias Bibliográficas	98
Anexos	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Movimiento vibratorio de la tierra al momento de un sismo.....	10
Figura 2. Daños ocasionados en las columnas, vigas, muros, etc de una edificación.....	10
Figura 3. Instituto de seguridad social (IESS) de Manta después del territorio 16A.	11
Figura 4. Sistemas de aisladores sísmicas ubicados en una edificación.....	13
Figura 5. Ejemplo de movimientos en cimentación de 7 niveles.....	14
Figura 6. Comportamiento de una estructura de base fija y otra con base de aisladores sísmicos....	15
Figura 7. Tipos de aisladores sísmicos.....	17
Figura 8. Aisladores de alto amortiguamiento (HDR)	18
Figura 9. Formación de aislador de alto amortiguamiento (HDR)	19
Figura 10. Aislador de amortiguador con núcleo de plomo	22
Figura 11. Parte de un aislador de amortiguador con núcleo de plomo	23
Figura 12. Aislador de caucho natural	25
Figura 13. Características de amortiguador de caucho natural	26
Figura 14. Aislador desplazable	29
Figura 15. Aislador bajo sistema de péndulo de fricción	31
Figura 16. Aislador con péndulo de fricción	32
Figura 17. Características del aislador bajo sistema de péndulo de fricción	32
Figura 18. Fricción entre un péndulo simple y un péndulo de fricción	33

Figura 19. Ejemplo de tracción en estructuras	38
Figura 20. Fórmula para encontrar el tamaño de la muestra con una población finita	47
Figura 21. Gráfica de los resultados de la pregunta nº1	49
Figura 22. Gráfica de los resultados de la pregunta nº2	51
Figura 23. Gráfica de los resultados de la pregunta nº3	52
Figura 24. Gráfica de los resultados de la pregunta nº4	53
Figura 25. Gráfica de los resultados de la pregunta nº5	54
Figura 26. Gráfica de los resultados de la pregunta nº6	55
Figura 27. Gráfica de los resultados de la pregunta nº7	56
Figura 28. Gráfica de los resultados de la pregunta nº8	57
Figura 29. Gráfica de los resultados de la pregunta nº9	58
Figura 30. Gráfica de los resultados de la pregunta nº10	59
Figura 31. Propósito de diseño y valor del factor de zona z.	60
Figura 32. Diseño de cálculo de carga sísmica dinámica espectral	70
Figura 33. Espectro elástico e inelástico para el análisis lineal	72
Figura 34. Especificación de aislador	73
Figura 35. Notas del aislador-especificaciones técnicas	74
Figura 36. Curva deriva inelástica en X sistema empotrado de cimentación	76
Figura 37. Valores de derivas inelástica en X sistema empotrado de cimentación	76

Figura 38. Curva Deriva inelástica en Y sistema empotrado de cimentación	77
Figura 39. Valores de derivas inelásticas en Y sistema empotrado de cimentación	77
Figura 40. Curva deriva inelástica en X con aislamiento sísmico	78
Figura 41. Valores de derivas inelásticas en X con aislamiento sísmico	78
Figura 42. Curva deriva inelástica en Y con aislamiento sísmico	79
Figura 43. Valores de derivas inelásticas en Y con aislamiento sísmico	79
Figura 44. Valores para el periodo de vibración y participación de masa modal	80
Figura 45. Planta de vigas de cimentación	81
Figura 46. Planta losa de cimentación	82
Figura 47. Planta De Columnas Y Aisladores	83
Figura 48. Detalles De Muros Y Rampas	83
Figura 49. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor	84
Figura 50. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor	85
Figura 51. Losa De Planta Baja	86
Figura 52. Losa De Primera Planta Alta	87
Figura 53. Losa De Segunda Planta Alta	88
Figura 54. Losa De Tercera Planta Alta	89
Figura 55. Losa De Cuarta Planta Alta	90
Figura 56. Losa De Quinta Planta Alta	91

Figura 57. Losa De Cubierta	92
Figura 58. Losas De Sobrecubiertas	93
Figura 59. Detalles De Columnas Y Refuerzos	94
Figura 60. Escaleras Y Detalles	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Línea de investigación de Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Vicente Roca fuerte.....	5
Tabla 2. Especificaciones técnicas del NEOPRENO	20
Tabla 3. Características del acero A36	21
Tabla 4. Especificaciones técnicas del NEOPRENO AMORTIGUADOR CON NÚCLEO DE PLOMO	23
Tabla 5. Características del acero A36	25
Tabla 6. Especificaciones técnicas del NEOPRENO CAUCHO NATURAL	27
Tabla 7. Características de acero A36	28
Tabla 8. Especificaciones técnicas del NEOPRENO-Aislador Desplazable	30
Tabla 9. Características de acero A36	31
Tabla 10. Distribución de la población	46
Tabla 11. Distribución de la muestra	47
Tabla 12. Gráfica de los resultados de la pregunta n°1	49
Tabla 13. Gráfica de los resultados de la pregunta n°2	50
Tabla 14. Gráfica de los resultados de la pregunta n°3	51
Tabla 15. Gráfica de los resultados de la pregunta n°4	52
Tabla 16. Gráfica de los resultados de la pregunta n°5	53
Tabla 17. Gráfica de los resultados de la pregunta n°6.....	54

Tabla 18. Gráfica de los resultados de la pregunta nº7	55
Tabla 19. Gráfica de los resultados de la pregunta nº8	56
Tabla 20. Gráfica de los resultados de la pregunta nº9	57
Tabla 21. Gráfica de los resultados de la pregunta nº10	58
Tabla 22. Materiales utilizados	59
Tabla 23. Tipo de estructura	60
Tabla 24. Valores de factor Z en función de la zona sísmica adoptada	61
Tabla 25. Tipo de suelo y factor de sitio Fa	61
Tabla 26. Tipo de suelo y factor de sitio Fd	62
Tabla 27. Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs	62
Tabla 28. Tipo de uso, destino e importancia de la estructura estudiada	63
Tabla 29. Niveles de amenaza sísmica	64
Tabla 30. Carga muerta sobrepuesta en edificaciones de niveles 1 al 5.....	65
Tabla 31. Carga muerta sobrepuesta en zona de cubierta	65
Tabla 32. Resumen de parámetros de cálculo.....	66
Tabla 33. Parámetros del espectro de aceleraciones	69
Tabla 34. Espectro elástico e inelástico para el análisis lineal	71
Tabla 35. Resultados del análisis lineal	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planta de vigas de cimentación	100
Anexo 2. Planta losa de cimentación.....	101
Anexo 3. Planta De Columnas Y Aisladores.....	102
Anexo 4. Detalles De Muros Y Rampas.....	103
Anexo 5. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor	104
Anexo 6. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor	105
Anexo 7. Losa De Planta Baja	106
Anexo 8. Losa De Primera Planta Alta	107
Anexo 9. Losa De Segunda Planta Alta	108
Anexo 10. Losa De Tercera Planta Alta	109
Anexo 11. Losa De Cuarta Planta Alta	111
Anexo 12. Losa De Quinta Planta Alta	111
Anexo 13. Losa De Cubierta	112
Anexo 14. Losas De Sobrecubiertas	113
Anexo 15. Detalles De Columnas Y Refuerzos	114
Anexo 16. Escaleras Y Detalles.	115
Anexo 17. Encuesta tomada a los moradores de la zona analizada.	117

Introducción

Ecuador es un país sísmico por encontrarse dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico y, por ende, toda estructura debe ser diseñada para resistir un evento telúrico. Este trabajo de investigación tiene el objetivo principal de dar a conocer el potencial que tienen los aisladores sísmicos, en la protección de edificaciones y en lograr que las estructuras puedan prestar los servicios para los cuales han sido construidas, de manera segura y confiable, y continuar operativas de manera inmediata luego de ocurrido un terremoto.

Este proyecto se enfoca en el uso de aislador sísmico en la cimentación de un hospital-clínica de 7 niveles ubicado en el cantón Daule de la Provincia del Guayas. De acuerdo a la analítica y nivel final de la edificación, las cargas según el tipo de uso de la estructura, las recomendaciones del estudio geotécnico y las normas mínimas indicadas en el código local vigente e internacional, se elaboró el análisis del diseño del sistema de aislamiento sísmico. Esta tesis observa la implementación de sistemas de aislación en estructuras de cimentaciones ecuatorianas reales y se involucra con el procedimiento de diseño de una estructura aislada.

El Capítulo I se refiere a como está diseñada la investigación del proyecto, se plantea de forma general el problema y se hace la formulación del problema dando como origen al objetivo general de la investigación.

El Capítulo II se refiere a todo el marco teórico, referencias bibliográficas dentro de los últimos 5 años para poner en contexto los eventos telúricos y su afectación en las edificaciones. Se especifica el marco legal con el cual se va a elaborar el trabajo de investigación.

El Capítulo III se refiere a metodología, las técnicas e instrumentos que se usó en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Tema:

Sistema De Aislador Sísmico En Cimentación Para Una Edificación De 7 Niveles.

1.2.Planteamiento Del Problema:

Los procesos sísmicos tectónicos en el Ecuador son producto de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. Estando situado en el cinturón de fuego del pacifico, un anillo volcánico que abarca desde Japón pasando por América del norte en Alaska hasta llegar a Chile. El ecuador es país propenso a eventos telúricos tales como sismos poco intensos (temblores) y sismos con mayor intensidad (temblores) esto se viene evidenciando en el transcurso de los años tales como:

-Terremoto en Riobamba ocurrido el 4 de febrero de 1797 de magnitud 8,3 en la escala de Richter con hasta 40 mil pérdidas humanas.

-Terremoto Ecuador-Colombia ocurrido el 31 de enero de 1906 de magnitud 8,8 en la escala de Richter.

-Terremoto en Ambato ocurrido en 1949 de magnitud 8 en la escala de Richter con hasta 5050 víctimas.

Sin duda el evento sísmico más destacado en los últimos años fue el terremoto que aconteció el 16 de abril del 2016 con magnitud de 7.8 en la escala de Richter con epicentro entre las parroquias Pedernales y Cojimíes del cantón Pedernales, en la provincia de Manabí; marcaron muchas afectaciones en diversas edificaciones alrededor de todo el país, principalmente en ciudades de la

provincia donde se generó el terremoto y ciudades de otras provincias aledañas como Esmeraldas y Guayas, en donde se generaron daños en el mayor de los casos a viviendas y ha edificaciones de gran importancia y uso como lo son hospitales, centros educativos, centros comerciales y centros de abastos de víveres.

En varias ciudades de la provincia del Guayas surgieron afectaciones en edificaciones, como hospitales, los cuales cubren la necesidad diaria de atención médica en general, de igual manera afectó a estructuras de telecomunicaciones como antenas de señal, dejando incomunicado a varios sectores de la provincia. En consecuencia, para mejorar el comportamiento de ciertas edificaciones e incluso poder diseñar a fin de evitar cualquier daño a la estructura y sus contenidos, conviene considerar un sistema de aislamiento que modifique las características dinámicas de la estructura.

Usualmente, para casos de estructuras de gran importancia, las normas técnicas prevén el incremento de las solicitaciones sísmicas de diseño a fin de aumentar los niveles de seguridad. Aun así, en muchos casos se producen daños importantes en elementos no estructurales que repercuten en las capacidades de prestación de servicios de estas edificaciones, lo que hace que interrumpan sus operaciones. En el caso de los hospitales-clínicas, por ejemplo, la interrupción de sus servicios, tan necesarios a la hora de un sismo, trae consecuencias que pueden ser desastrosas para la población.

En el cantón Daule de la provincia del Guayas no existen hospitales con sistemas de aisladores sísmicos; los hospitales más cercanos con estos sistemas son SOLCA y el Hospital de Pedernales por lo que esto deja en evidencia que en nuestro país aún no existe una correcta aplicación a las normativas técnicas de construcción, ya que, en muchas ocasiones, dichas construcciones se realizan de manera informal, sin diseños sismo resistentes y sin una supervisión técnica de un profesional, ya sea este un arquitecto o ingeniero civil. Este malestar influye en los habitantes de este Cantón ya que en los últimos meses se han visto afectados por temblores y su mayor preocupación es que suceda un evento telúrico de mayor intensidad y estos estén colapsados estructuralmente por causa del mismo. Por ello se debe asegurar el funcionamiento de aquellas edificaciones vitales en caso de una emergencia, cambiando el objetivo del diseño convencional

por uno que soporte movimientos sísmicos, para así mantener la operatividad de este tipo de estructuras.

Los sistemas de aislamientos sísmicos han sido diseñados para proteger determinadas estructuras de los embates que causan los sismos. A través de este sistema se busca aislar del suelo la base de la edificación, así se permite que la edificación actúe de forma flexible ante los movimientos telúricos y los habitantes de esta Provincia tengan un lugar donde acudir en caso de una emergencia producida por dicho evento sin preocuparse de que esta sufra mayores daños.

1.3. Formulación Del Problema

¿Cómo influye el sistema de aislador sísmico en la cimentación de una edificación de 7 niveles?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General.

Analizar el sistema de aislamiento para los estados críticos de cargas por sismos en una cimentación de una edificación de 7 niveles.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Describir el sistema de aisladores sísmicos en la cimentación de una edificación de 7 niveles.
- Definir las características y propiedades de los aisladores sísmicos a utilizarse en la cimentación de una edificación de 7 niveles.
- Determinar la importancia de usar aisladores sísmicos en la cimentación de una edificación de 7 niveles.

1.5. Ideas A Defender O Hipótesis De La Investigación

El enfoque de un sistema con aisladores sísmicos es resaltar las ventajas de resistencia estructural en procesos de análisis debido al uso de materiales flexibles para el efecto aislador, lo que da más tiempo de vibración a la estructura, desacoplando el impacto sísmico. Con la finalidad de proveer seguridad estructural adicional ante eventos sísmicos futuros y debido a la categoría de importancia sísmica que debe tener un hospital- clínica antes, durante y después de estos sucesos, se implementó un sistema de aislamiento de base que prevé daños en la estructura.

1.6.Línea De Investigación Institucional/ Facultad

Tabla 1

Línea de investigación de Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Vicente Rocafructe

Línea De Investigación		
ULVR	FIIC	Sublínea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Materiales de Construcción	Materiales de construcción

Comentario: en esta tabla se evidencia las líneas de investigación de la Universidad, de la Facultad y las sublíneas de investigación del tema a tratar.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Teórico Referencial

Como parte de la presente investigación se ha consultado varios autores que describe la historia, función, uso y especificaciones técnicas del tema; se mencionará brevemente antecedentes históricos del Ecuador.

En la provincia del Guayas existen mayor cantidad de edificaciones con niveles por encima de los 5 pisos, esto incluye cimentaciones de oficinas, viviendas, almacenes, locales comerciales y demás. Al tener grandes edificaciones con niveles de cimentación tales alto deberían tener todos ellos un sistema de construcción resistente ante sismos bajos, medios y altos como terremotos. Al pasar los años se ha evidenciado que no estamos preparados para enfrentar este tipo de eventos catastróficos ya que se han evidenciado que en todos los movimientos telúricos que nos han afectado siempre hay edificaciones colapsadas o que sufren daños notables.

Roa Alvarado, R. O. & Vidal Saenz, O. (2019) consideran en el progreso de su investigación que hipotéticamente es mucho más económico estabilizar el suelo que utilizar cimientos complicadas como pilotaje y plateas de cimentación a razón de que el suelo es barato y es un recurso que está listo para ser usado. Pero también señalan que, si el suelo apuntalado posteriormente experimenta problemas por expansión, encogimiento, deterioro o movimientos extremos, éste podría implicar la integridad estructural de la edificación y sufriría un gasto económico mayor posteriormente para ocultar las consecuencias visuales y rectificar los efectos estructurales que se crearon por dichos eventos. De esta manera los autores reconocen que una cimentación convencional no es apta para resistir eventos telúricos de magnitudes fuertes, esto de manera general es perjudicial para un país en donde lo más importante es tener pérdidas mínimas ante cualquier tipo de eventualidad catastrófica.

Uno de los más recientes eventos telúricos fue el pasado 16 de abril, un terremoto de 7,8 grados de magnitud dejó despreciables escombros a varias poblaciones de la Costa del Ecuador y evidenció la extenuación de las cimentaciones construidas, en su mayoría, de manera informal y sin estima a las normativas técnicas.

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda inició acciones para evaluar las construcciones afectadas en las provincias de Manabí y Esmeraldas y, también, para establecer mecanismos de control más rigurosos para el cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) vigente en el país desde enero de 2014.

Saavedra Quezada, M.A. (2015) nos comenta que, ante la gran necesidad de tener herramientas factibles para los ingenieros, se proyecta y desarrolla un procedimiento de análisis de edificaciones con aisladores sísmicos. Este procedimiento considera que la cimentación de varios pisos aislados en la base, con libertad por planta y con una aceleración basal responde a una estructura rígida y permite que todo el desplazamiento quede en la base del edificio. Evadiendo grandes pérdidas en todas las dimensiones que estos eventos pudieran provocar.

En el último tiempo la aislación sísmica ha tenido una gran importancia en el diseño sismo resistente tanto en el reforzamiento como el diseño de estructuras ya que el concepto de aislamiento está orientado a una reducción significativa de cargas dinámicas, lo contrario al diseño convencional que está basado en un aumento de resistencia. Los aisladores sísmicos se ubican estratégicamente en partes específicas de la estructura, las cuales, en un evento sísmico, provén a la estructura la suficiente flexibilidad para diferenciar la mayor cantidad posible del periodo natural de la estructura con el periodo natural del sismo, así evitando que se produzca resonancia lo cual podría provocar daños severos o el colapso de la estructura. (Ramos, 2019, p.1)

Parra (2010) define al aislamiento sísmico como:

La disipación de la energía que ingresa a un sistema o estructura y favorece su respuesta frente a un evento sísmico, es decir, mejora el periodo fundamental de la estructura. El aislamiento sísmico permite construir estructuras económicas con altos niveles de seguridad durante sismos severos tanto en la estructura como en sus contenidos. (p. 17)

Ramos Choquehuanca, A. D. (2018), nos explica que la aislación sísmica ha llegado a ser una realidad práctica dentro en la última década con la creación de múltiples soportes elastoméricos, nos menciona que estos soportes son muy rígidos en la dirección vertical y pueden soportar la carga vertical del edificio entero, pero son muy flexibles horizontalmente, de este modo habilitando el edificio para que tenga movilidad lateralmente bajo movimientos telúricos de cualquier dimensión. El desarrollo del estudio de estos soportes fueron una extensión de los soportes elastoméricos usados en puentes. La visión ante la población de aislación de base ha sido ampliamente aceptada en todo el mundo, al comprobar que dichos soportes son resistentes a sismos y permiten proteger estructuras importantes de fuertes movimientos del suelo y así poder evitar colapso de edificios, puentes, etc y salvaguardar vidas.

Una manera efectiva de garantizar la seguridad de una estructura es combinando aislamiento sísmico y disipación de energía.

Esta integración de ambos sistemas permite proporcionar un amortiguamiento adicional a la estructura, y por consiguiente una mejor respuesta dinámica durante un evento sísmico. Un sistema de protección eficiente debe ser capaz de garantizar ante todo la seguridad de la población, proporcionando puentes y edificios seguros incluso bajo condiciones sísmicas severas. En caso de los sistemas de aislamiento y disipación de energía actualmente en el mercado, estas tecnologías de protección sísmica han sido probadas a lo largo de los años en estructuras de todo el mundo, asegurando primeramente la vida humana, y reduciendo al mismo tiempo el daño en elementos estructurales, lo que permite estructuras más esbeltas y más económicas. (Méndez, 2013, p.2)

2.2.Marco Teórico

Dentro de la gran provincia del Guayas existen incontables edificaciones de niveles varios con diferentes tipos de cimentaciones y construcciones. Al tener un nivel elevado de población la demanda por la construcción de dichas estructuras facilita la distribución de la misma. Estructuras que son utilizados en varios campos ya sea de trabajo, estudio, etc. Podemos definir a una ose.

Ya que estamos ubicados en un sitio geográfico donde frecuentan los eventos telúricos se debe tener en cuenta que dichas estructuras son un punto crucial al momento de que suceda alguno de estos eventos. Ya que se sabe que en el momento en que se produce la ruptura de la corteza y se libera la energía acumulada por las deformaciones de las placas en contacto, se genera un terremoto: un movimiento vibratorio complejo del terreno, que incluye varios tipos de ondas, con distintas amplitudes, frecuencias y tiempos de ocurrencia. Estas ondas de movimiento llegan a la base de la estructura y producen un movimiento en su fundación. Una vez que el movimiento del terreno llega a la fundación de la estructura, es transmitido al resto de la misma y la hace oscilar. (Figura.1)

Dependiendo de las características de las ondas que llegan a la fundación y de las propiedades mecánicas de la estructura (tanto desde el punto de vista de los materiales que la componen, como de su geometría), la estructura se moverá de distintas formas, con un movimiento irregular.

Este movimiento es caracterizado por los desplazamientos, las velocidades y las aceleraciones de los distintos puntos de la estructura.

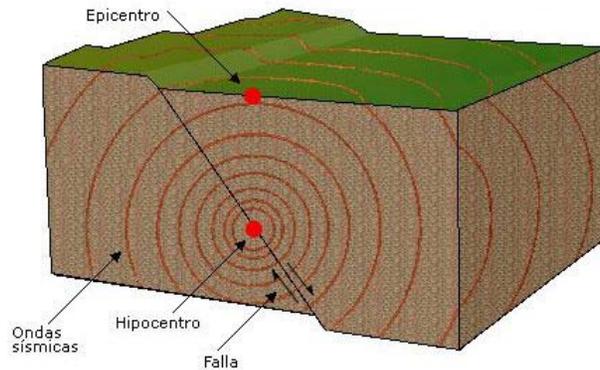


Figura 1. *Movimiento vibratorio de la tierra al momento de un sismo.*

Fuente: Earthquakes (2016)

Los desplazamientos de los distintos puntos de la estructura generarán fuerzas en elementos que la componen (vigas, columnas, muros, paredes, estructuras en general). (figura 2). Estas fuerzas pueden superar la resistencia de algunos de los elementos, y eso puede producir el colapso de algunos elementos y desplazamientos importantes en la estructura, lo cual se traduce en el agotamiento o colapso parcial o total de la misma.



Comentario: Daños de una infraestructura de varios niveles después de un movimiento sísmico de alta nivel.

Figura 2. *Daños ocasionados en las columnas, vigas, muros, etc de una edificación.*

Fuente: Revista Ingeniería de Construcción (2017)

Los desastres producidos por terremotos generan grandes pérdidas humanas y económicas. De los 10 desastres naturales que generaron mayores pérdidas económicas en los últimos 20 años alrededor del mundo, 6 fueron terremotos, estos causaron pérdidas por US\$497.000 aprox.; un ejemplo de ello es el Terremoto del 16 de abril en Ecuador que dejó muchos muertos y edificaciones en ruinas. (figura 3.) A fin de emprender la recuperación de las actividades vitales y productivas, es fundamental que ciertas edificaciones puedan funcionar inmediatamente después de un terremoto. Hospitales, estaciones de bomberos y policía, centros de acción estratégica, son algunas de ellas.



Comentario: Infraestructura del hospital del IEES en Manta después del terremoto del 16 de abril

Figura 3. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) de Manta después del terremoto 16A.

Fuente: Diario El Comercio (2016)

Las normas sísmo resistentes de estructuras parten de una “filosofía de diseño” que establece el comportamiento esperado de la estructura durante su vida útil (generalmente 50 años):

- Para catástrofes frecuentes, las infraestructuras no deben sufrir perjuicios y deben mantener sus capacidades de asistencia de servicios.
- Para catástrofes intermedios, la estructura puede sufrir deterioros que deben ser remediables; esto incluye daños no estructurales y algunos estructurales.
- Para catástrofes severos, se permite que la cimentación sufra daños de manera general y hasta pueda quedar inservible, pero no debe darse el colapso estructural y sobre todo deben resguardar las vidas.

Para casos de estructuras como hospitales, clínicas, edificios de emergencias, se toman en cuenta cargas sísmicas mayores en el diseño con el fin de disminuir los daños, aun así, en muchos casos se producen daños importantes en elementos no estructurales y en las capacidades de prestación de servicios; para poder garantizar la seguridad y durabilidad de una edificación de cualquier tipo es importante contar con sistemas como aisladores sísmicos y disipadores de energía, indispensables ante la amenaza de alguna eventualidad sísmica.

2.2.1. Aisladores Sísmicos

Los aisladores sísmicos y los disipadores de energía son sistemas que funcionan como una solución integral para responder ante la posible presencia de fenómenos naturales como los terremotos y temblores. Estos son utilizados para edificios, puentes y superestructuras en general. Su objetivo es amortiguar y absorber la energía producida para que se reduzcan las posibilidades de deformación en las construcciones o derrumbes, según sea el caso.

El aislamiento sísmico es la única solución de ingeniería que mitiga tanto la deriva entre pisos como las aceleraciones de pisos altos, porque evita el comportamiento no lineal de la estructura y, por tanto, los posibles daños a la integridad arquitectónica y artística de fachadas y muros interiores, así como a los objetos artísticos. Esto hace que el aislamiento sea un enfoque muy atractivo para la adaptación sísmica de las estructuras existentes y generalmente se utilizan con construcciones cortas rígidas.

Los aisladores son elementos que se ubican en la subestructura de las construcciones y trabajan en conjunto con los apoyos estructurales de las edificaciones (figura 4), sirven para separar una

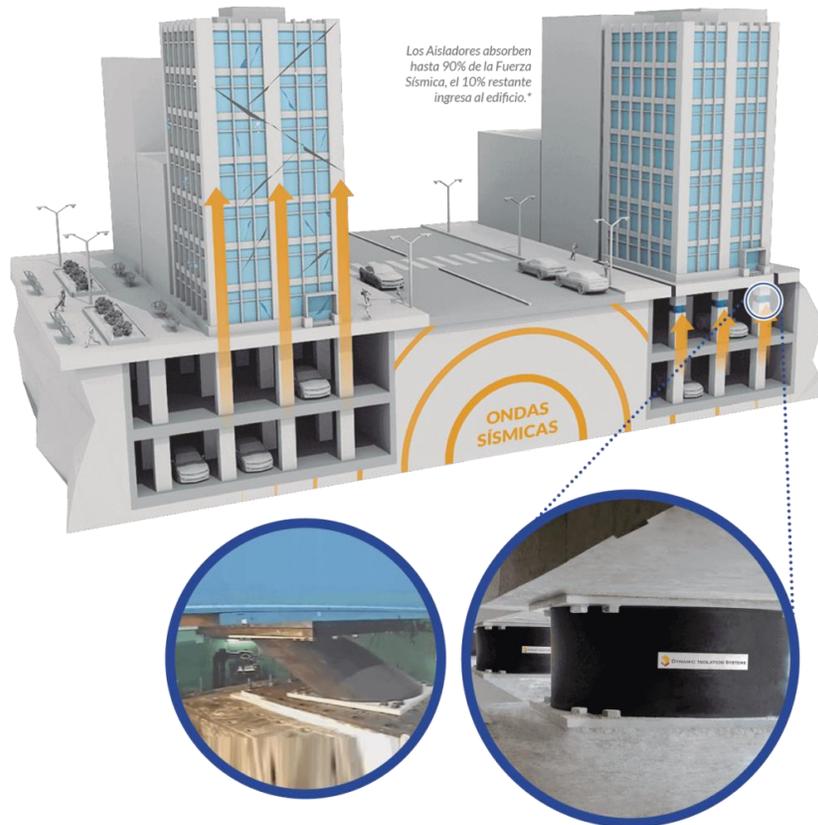
edificación de los movimientos que se puedan producir en los suelos, ya que proveen mayor flexibilidad entre la cimentación y la construcción. Los aisladores sísmicos reducen notablemente la rigidez de los sistemas, haciendo que se evite alguna resonancia producida por el evento sísmico y que este, eventualmente, pueda ocasionar daños o pueda ser un peligro para la vida de las personas.



Figura 4. *Sistemas de aisladores sísmicas ubicados en una edificación.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

El funcionamiento de un aislador sísmico se basa en generar una discontinuidad en la transmisión del movimiento de la fundación a la estructura. De esta manera no se transfiere la totalidad de la energía del sismo a la estructura; sólo se transmite una pequeña porción de ese movimiento de la fundación por lo que la estructura sufre pequeñas deformaciones y se limitan los daños. La estructura mantiene su respuesta mayormente en el régimen elástico, y hasta puede llegar a comportarse como un cuerpo rígido. De esta manera, se reducen las demandas de ductilidad de la estructura aislada, lo cual trae importantes simplificaciones en el detallado de los miembros estructurales, y en la protección de elementos no estructurales. (figura 5)



Comentario: Ejemplo de la absorción de la fuerza sísmica de una edificación.

Figura 5. *Ejemplo de movimientos en cimentación de 7 niveles.*

Fuente: Detek Internacional (2020)

Para que un sistema de aislamiento sea efectivo, debe tener: rigidez vertical, flexibilidad horizontal, resistencia al viento incluyendo mecanismos de recentrado, amortiguamiento y limitadores de desplazamiento máximo. Esto también trae ventajas que incluyen, por ejemplo, menores restricciones para el diseño arquitectónico y mayores posibilidades en la utilización de una amplia variedad de materiales y componentes estructurales.

2.2.2. Características de algunos aisladores sísmicos

- Posee la capacidad de retomar a la estructura a su estado original sin desplazamientos residuales. Aísla adecuadamente la energía producida por los movimientos de la construcción para la que fue instalado, de forma que, controla la vibración que pueda dañar otros elementos estructurales.

- Provee la flexibilidad horizontal necesaria para lograr un periodo de movimiento natural suficiente para mantener aislada la estructura. Escobar y Martínez, especializado en los apoyos de neopreno, cuentan con esta solución integral aisladores sísmicos para puentes y estructuras en general, ofreciendo más resistencia, flexibilidad y durabilidad, todo en pro de la seguridad de las personas y la mejora del sector encargado de la urbanización de las ciudades.

- Se instala por debajo del nivel del suelo y no ocupa un espacio valioso.

- Puede usarse para aumentar el período de construcción para edificios rígidos.

Los sistemas de Aisladores sísmicos se utilizan para controlar la interacción de las cargas y movimientos de un sismo entre las vigas y pilas que soportan una determinada estructura de una edificación, su uso principal es en los edificios donde tenemos un centro de gravedad bajo. Los Edificios son parte de su conjunto estructural, y los dispositivos aislantes ayudan a disipar un desplazamiento provocado por el movimiento de la tierra al absorber parcialmente la energía de la actividad sísmica en la estructura. (figura 6)

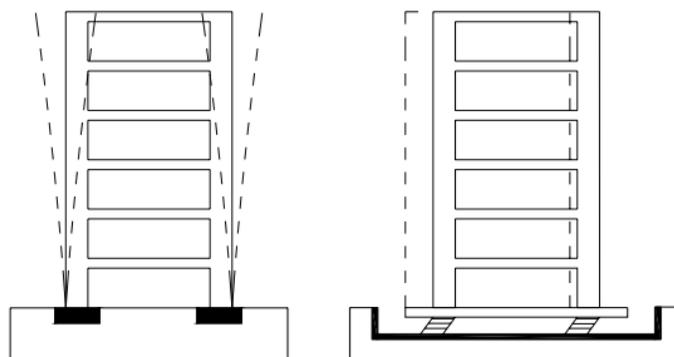


Figura 6 Comportamiento de una estructura de base fija y otra con base de aisladores sísmicos.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

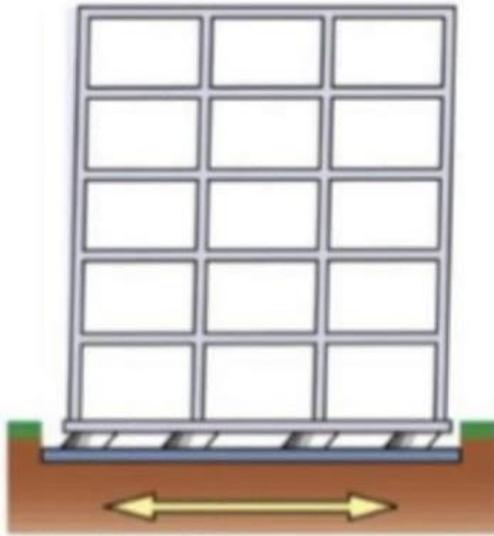
2.2.3. Tipos de aisladores

Existen varios tipos de aisladores sísmicos, cada aislador sísmico cumple una función determinada en base al cálculo estructural, podemos diferenciar los siguientes tipos.

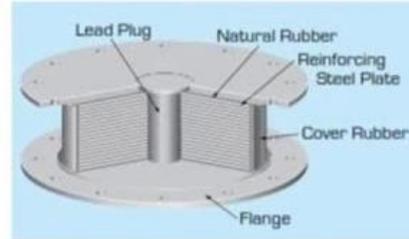
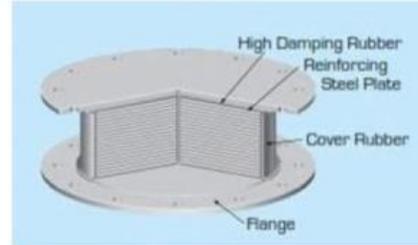
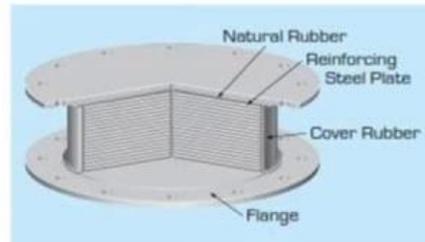
Los Aisladores elastoméricos son dispositivos que mezclan un material flexible, una capa cilíndrica de elastómero natural o sintético y una capa de acero. La capa con material elástico producirá la deformación horizontal necesaria, mientras que la capa de acero producirá el efecto de resistir la carga vertical, aumentando así la rigidez vertical del mecanismo. Los aisladores de elastómero de núcleo de plomo tienen ciertas características porque permiten una mayor deformación, tienen un comportamiento elastoplástico, mantienen la calidad de la resistencia y proporcionan valores de disipación de energía durante múltiples ciclos de deformación plástica, lo que resulta en una disipación de energía (Genatios, Lafuente, 2016).

El diseño de los aisladores de apoyos de caucho HDRB de alto rendimiento, están diseñados agregando aditivos como resina y aceite al caucho natural, y su capacidad para disipar energía aumenta en un 10% – 20%. El núcleo de plomo puede disipar del 25% al 30% de la amortiguación crítica, mientras que el núcleo de goma puede proporcionar un 12% de amortiguación.

Aisladores sísmicos



Edificio con aislamiento sísmico



Aisladores elastoméricos

Comentario: Algunos tipos de aisladores elastoméricos.

Figura 7. Tipos de aisladores sísmicos

Fuente: Fundación Extensus (2020)

Este proceso comienza con la recepción de los requerimientos especificados por el cliente, se determina el tipo de Aislador y se categoriza de la siguiente manera:

- Alto Amortiguamiento (HDR)
- Amortiguador con Plomo (LRB)
- Caucho Natural (NRB)
- Desplazable.
- Sistema de péndulo de fricción (FDS)

2.2.4. Aislador de alto amortiguamiento (HDR)

El aislador de alto amortiguamiento elimina el uso de un núcleo de plomo, proporcionando la misma funcionalidad. Este aislador elastomérico está internamente compuesto por planchas metálicas intercaladas entre sí con capas de elastómero. El caucho interno tiene la capacidad de proporcionar flexibilidad y rigidez requerida para este tipo de aislador.

Debido a la composición química del elastómero proporciona un excelente amortiguamiento, lo cual lo hace útil al momento de absorber los movimientos debidos a sismos y a las condiciones ambientales presentes en el lugar de instalación. Asegura que las construcciones como edificios y puentes, logrando menos daño, menos pánico y ambientes más seguros.



Comentario: Diseño de un aislador de alto amortiguamiento.

Figura 8. Aislador de alto amortiguamiento (HDR)

Fuente: Cauchos Vikingo (2021)

2.2.4.1. Características del aislador de alto amortiguamiento

Todos nuestros Aisladores son realizados a medida, en base a especificaciones del cliente.

- Están formados por capas de elastómero y planchas de acero
- Caucho de Neopreno y Natural Especial vulcanizado de alta calidad según Norma ASSHTO.
- Placas interiores de Acero Norma ASTM A36
- Normas NEVI-12
- Fabricado bajo estándares de calidad ISO 9001:2015



Figura 9. Formación del Aislador de alto amortiguamiento (HDR)

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.4.2. Especificaciones técnicas del NEOPRENO del aislador de alto amortiguamiento

Tabla 2

Especificaciones técnicas del neopreno.

Prueba	Valor	Unidades	Método de ensayo
Espectroscopia IR	Neopreno/Natural	Espectro FT-IR	ASTM D3677-10
Dureza de indentación	65±5*	Shore A	ASTM D 2240
Carga de rotura	>190	Kgs /cm ²	ASTM D 412
Alargamiento a rotura	45 a 65 ≥425 56 a 65 ≥350 66 a 75 ≥300	%	ASTM D 412
Adherencia caucho- acero	≥11.8	N/mm	ASTM D429 Método B
Resistencia al Desgarramiento	≥32	kNm	ASTM D624 (Molde C)
Resistencia a baja temperatura	-30	°C	ASTM D 1329
Resistencia al ozono	Sin grietas		ASTM D 1149 (D518 método A) 100 ppm O (100 horas a 38°C)
Deformación remanente	35	% de. máxima	ASTM D 395 Método B (22 horas a 100° C)
Envejecimiento Térmico	15 -15 -40	± Shore A % inicial de carga % inicial alargamiento	ASTM D573 Por aire caliente (70 HORAS 100° C)
Método de construcción para apoyos para puentes		AASHTO M251	

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.4.3. Características Técnicas Del Acero A36 del aislador de alto amortiguamiento

Tabla 3

Características del acero A36

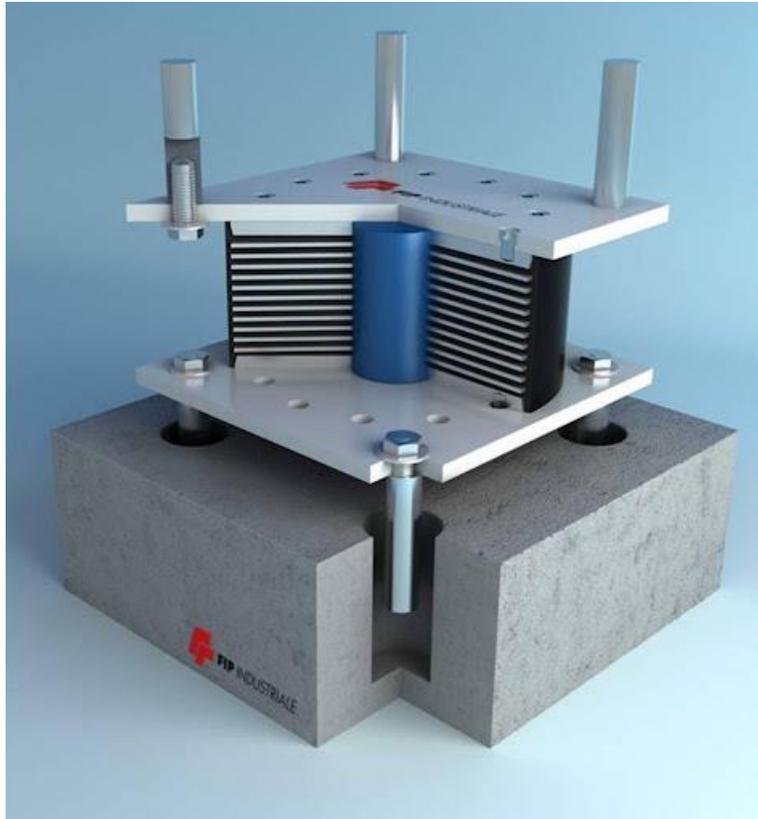
Limite Elástico (MPA)	≥ 250
Resistencia a la atracción (MPA)	≥ 390
Alargamiento mínimo 200 mm (%)	≥ 20
Alargamiento mínimo 50 mm (%)	≥ 23

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.5. Aislador de Amortiguador con núcleo de Plomo (LRB)

Los aisladores están formados por un conjunto de láminas de goma (elastómero) con placas de acero intercaladas entre sí, logrando la adherencia de estos materiales gracias a la vulcanización de la goma al aplicar presión a alta temperatura en el momento de su manufacturación.

La fuerza de adhesión de estos materiales esta normada mediante el ensayo ASTM D429 Método B, este conjunto de láminas incluye un núcleo de plomo extruido generalmente de forma circular. El elastómero (compuesto en el cual no se incluyen metales) es un vulcanizado, es decir, un polímero elástico o goma, compuesto normalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno o silicio cuya característica principal es su alta elasticidad y flexibilidad frente a cargas antes de fracturarse.



Comentario: Diseño de un aislador con núcleo de plomo.

Figura 10. Aislador de amortiguador con núcleo de plomo

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.5.1. Características del aislador de amortiguador con núcleo de plomo

- Están formados por capas de elastómero y planchas de acero
- Caucho de Neopreno y Natural Especial vulcanizado de alta calidad según Norma ASSHTO.
- Placas interiores de Acero Norma ASTM A36
- Normas NEVI-12
- Fabricado bajo estándares de calidad ISO 9001:2015

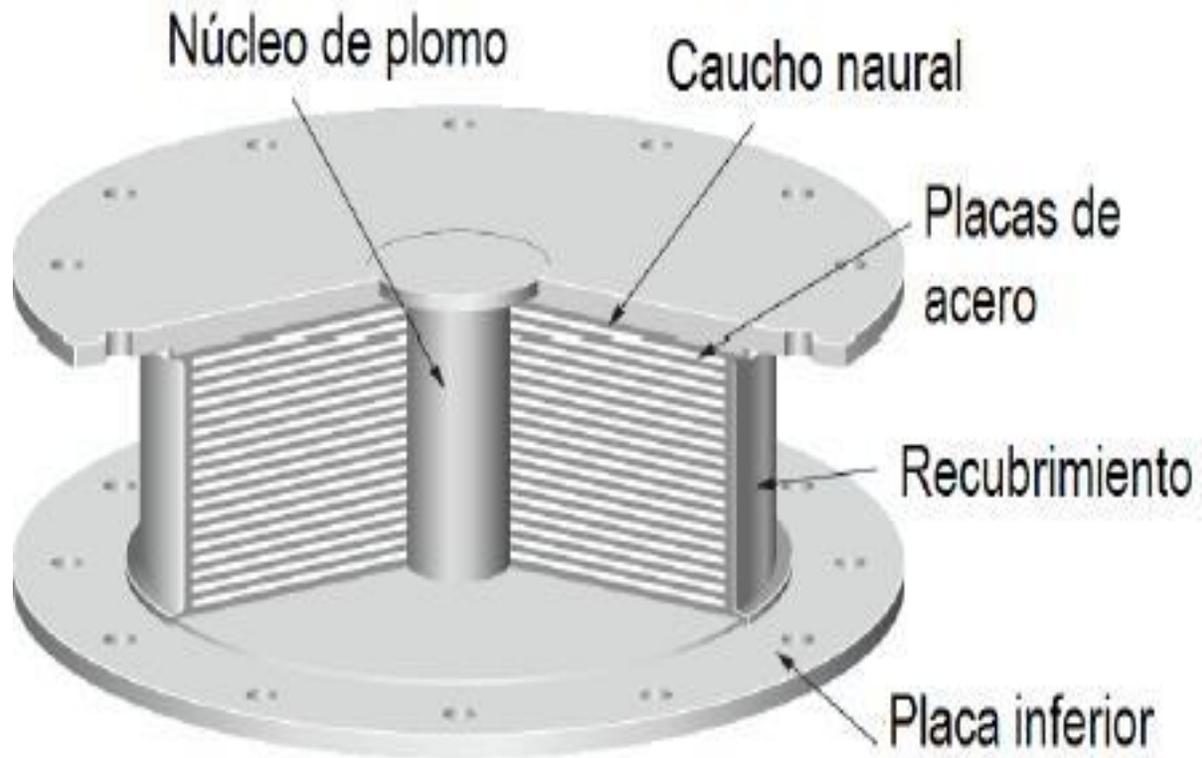


Figura 11. Parte de un aislador de amortiguador con núcleo de plomo
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.5.2. Especificaciones técnicas del NEOPRENO de amortiguador con núcleo de plomo

Tabla 4

Especificaciones técnicas del NEOPRENO AMORTIGUADOR CON NÚCLEO DE PLOMO

Prueba	Valor	Unidades	Método de ensayo
Espectroscopia IR	Neopreno/Natural	Espectro FT-IR	ASTM D3677-10
Dureza de indentación	65±5*	Shore A	ASTM D 2240
Carga de rotura	>190	Kgs /cm ²	ASTM D 412

Alargamiento a rotura	45 a 65 ≥ 425 56 a 65 ≥ 350 66 a 75 ≥ 300	%	ASTM D 412
Adherencia caucho- acero	≥ 11.8	N/mm	ASTM D429 Método B
Resistencia al Desgarramiento	≥ 32	kNm	ASTM D624 (Molde C)
Resistencia a baja temperatura	-30	$^{\circ}\text{C}$	ASTM D 1329
Resistencia al ozono	Sin grietas		ASTM D 1149 (D518 método A) 100 ppm O (100 horas a 38 $^{\circ}\text{C}$)
Deformación remanente	35	% de. máxima	ASTM D 395 Método B (22 horas a 100 $^{\circ}\text{C}$)
Envejecimiento Térmico	15 -15 -40	\pm Shore A % inicial de carga % inicial alargamiento	ASTM D573 Por aire caliente (70 HORAS 100 $^{\circ}\text{C}$)
Método de construcción para poyos para puentes	AASHTO M251		

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.5.3. Características técnicas del acero A36 de amortiguador con núcleo de plomo

Tabla 5

Características del acero A36

Limite Elástico (MPa)	≥ 250
Resistencia a la atracción (MPa)	≥ 390
Alargamiento mínimo 200 mm (%)	≥ 20
Alargamiento mínimo 50 mm (%)	≥ 23

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.6. Aislador de Caucho Natural (NRB)



Figura 12. Aislador de caucho natural

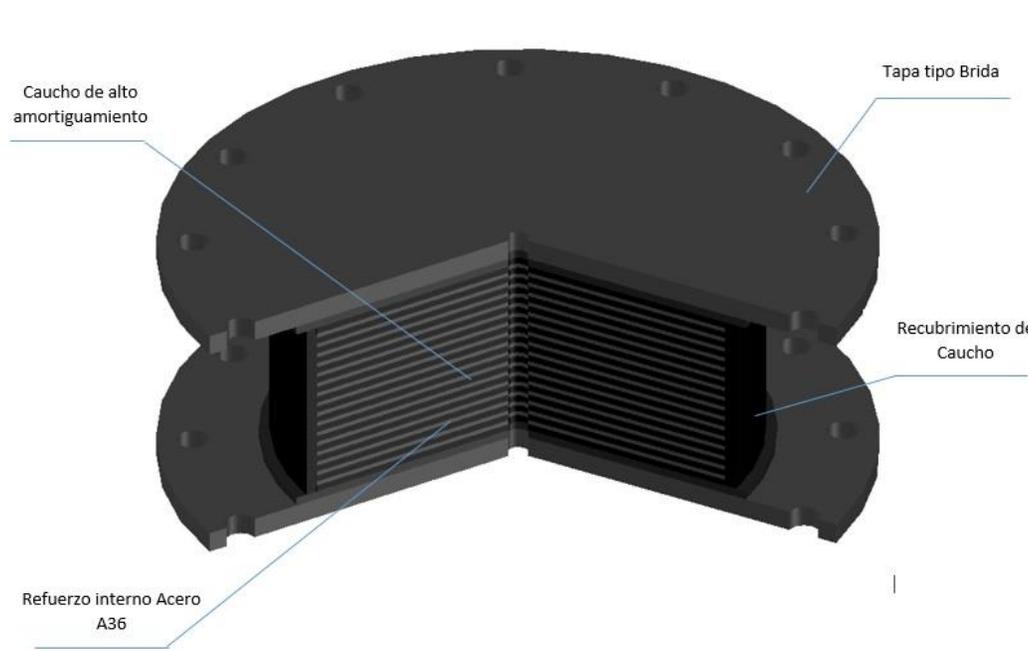
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Este tipo de aislador utiliza caucho natural, el cual tienen un factor de amortiguamiento bajo en comparación a los otros. A pesar de eso tiene una fuerza de restauración estable. Su diseño le da una gran flexibilidad, a pesar que no tiene su propio sistema de amortiguación.

Los aisladores reducen notablemente la rigidez del sistema estructural, haciendo que el periodo fundamental de la estructura aislada sea mucho mayor que el de la misma estructura con base fija.

2.2.6.1. Características del aislador de caucho natural

- Están formados por capas de elastómero y planchas de acero
- Caucho de Neopreno y Natural Especial vulcanizado de alta calidad según Norma ASSHTO.
- Placas interiores de Acero Norma ASTM A36
- Normas NEVI-12
- Fabricado bajo estándares de calidad ISO 9001:2015



Comentario: Características físicas de un aislador de caucho natural.

Figura 13. Características de amortiguador de caucho natural

Fuente: Cauchos Vikingo (2021)

2.2.6.2. Especificaciones técnicas del NEOPRENO del aislador de caucho natural

Tabla 6

Especificaciones técnicas del NEOPRENO CAUCHO NATURAL

Prueba	Valor	Unidades	Método de ensayo
Espectroscopia IR	Neopreno/Natural	Espectro FT-IR	ASTM D3677-10
Dureza de indentación	65±5*	Shore A	ASTM D 2240
Carga de rotura	>190	Kgs /cm ²	ASTM D 412
Alargamiento a rotura	45 a 65 ≥425 56 a 65 ≥350 66 a 75 ≥300	%	ASTM D 412
Adherencia caucho- acero	≥11.8	N/mm	ASTM D429 Método B
Resistencia al Desgarramiento	≥32	kNm	ASTM D624 (Molde C)
Resistencia a baja temperatura	-30	°C	ASTM D 1329
Resistencia al ozono	Sin grietas		ASTM D 1149 (D518 método A) 100 ppm O (100 horas a 38°C)
Deformación remanente	35	% de máxima	ASTM D 395 Método B (22 horas a 100° C)
Envejecimiento Térmico	15 -15 -40	± Shore A % inicial de carga	ASTM D573 Por aire caliente (70 HORAS 100° C)

		% inicial alargamiento	
Método de construcción para poyos para puentes	AASHTO M251		

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.6.3. Características de acero A36 del aislador de caucho natural

Tabla 7

Características del acero A36

Limite Elástico (MPA)	≥ 250
Resistencia a la atracción (MPA)	≥ 390
Alargamiento mínimo 200 mm (%)	≥ 20
Alargamiento mínimo 50 mm (%)	≥ 23

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.7. Aislador desplazable

El apoyo compuesto está fabricado de caucho Neopreno vulcanizado de alta calidad según Normas ASSHTO, ASTM, Nevi-12. Este apoyo tiene como refuerzo placas interiores de Acero fabricados bajo Norma ASTM A36.

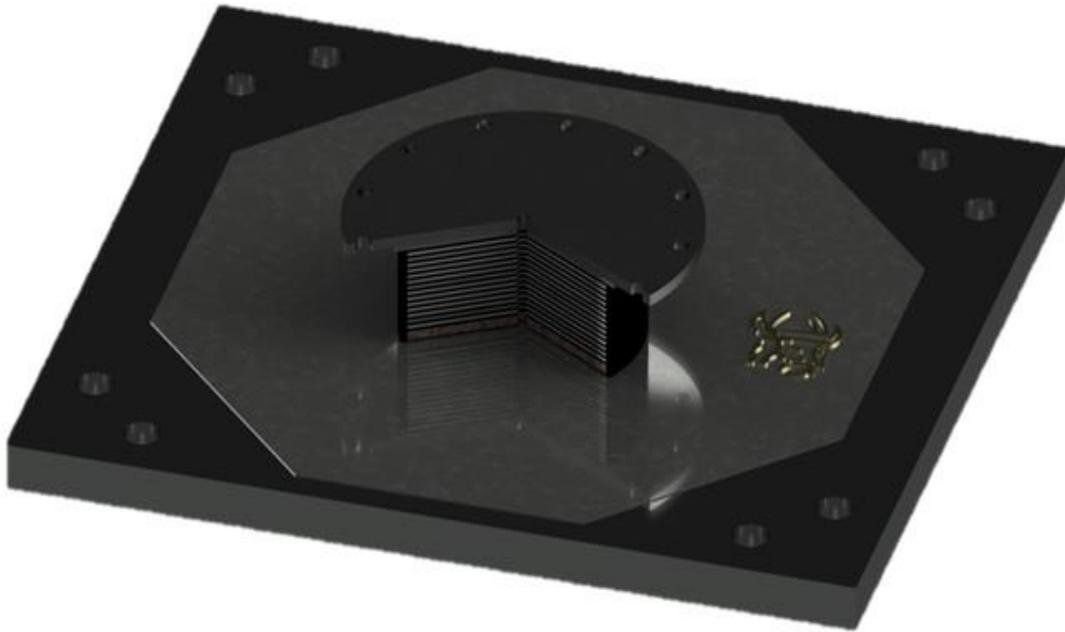


Figura 14. *Aislador desplazable*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.7.1. Características del aislador desplazable

- Están formados por capas de elastómero y planchas de acero
- Caucho de Neopreno y Natural Especial vulcanizado de alta calidad según Norma ASSHTO.
- Placas interiores de Acero Norma ASTM A36
- Normas NEVI-12
- Fabricado bajo estándares de calidad ISO 9001:2015

2.2.7.2. Especificaciones técnicas del NEOPRENO del aislador desplazable

Tabla 8

Especificaciones técnicas del NEOPRENO – AISLADOR DESPLAZABLE

Prueba	Valor	Unidades	Método de ensayo
Espectroscopia IR	Neopreno/Natural	Espectro FT-IR	ASTM D3677-10
Dureza de indentación	65±5*	Shore A	ASTM D 2240
Carga de rotura	>190	Kgs /cm ²	ASTM D 412
Alargamiento a rotura	45 a 65 ≥42 56 a 65 ≥35% 66 a 75 ≥300		ASTM D 412
Adherencia caucho- acero	≥11.8	N/mm	ASTM D429 Método B
Resistencia al Desgarramiento	≥32	kNm	ASTM D624 (Molde C)
Resistencia a baja temperatura	-30	°C	ASTM D 1329
Resistencia al ozono	Sin grietas		ASTM D 1149 (D51 método A) 100 ppm (100 horas a 38°C)
Deformación remanente	35	% de. máxima	ASTM D 395 Método (22 horas a 100° C)
Envejecimiento Térmico	15 -15 -40	± Shore % inicial de carga % inicial alargamiento	ASTM D573 Por aire caliente (70 HORAS a 100° C)

Método de construcción para poyos para puentes	AASHTO M251
--	-------------

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.7.3. Características de acero A36 del aislador desplazable

Tabla 9

Características del acero A36

Limite Elástico (MPa)	≥ 250
Resistencia a la atracción (MPa)	≥ 390
Alargamiento mínimo 200 mm (%)	≥ 20
Alargamiento mínimo 50 mm (%)	≥ 23

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.2.8. Aislador bajo Sistema de Péndulo de fricción (FPS)

Los dispositivos deslizantes son técnicas efectivas y actuales en el tema de aisladores sísmicos. Los aisladores de fricción disipan energía cuando se produce una fricción a partir del desplazamiento relativo entre dos o más superficies en contacto. Estos funcionan de manera positiva bajo cargas sísmicas severas y son efectivas reduciendo grandes niveles de aceleración de la superestructura. A demás reduce notablemente la energía del sismo sobre un amplio rango de frecuencias.

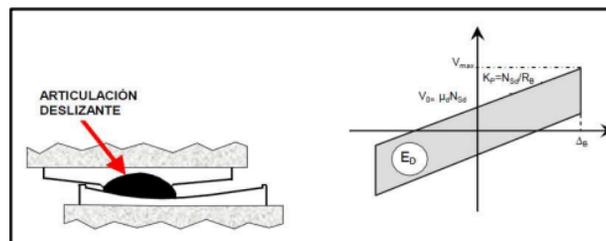


Figura 15. Aislador bajo sistema de péndulo de fricción

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

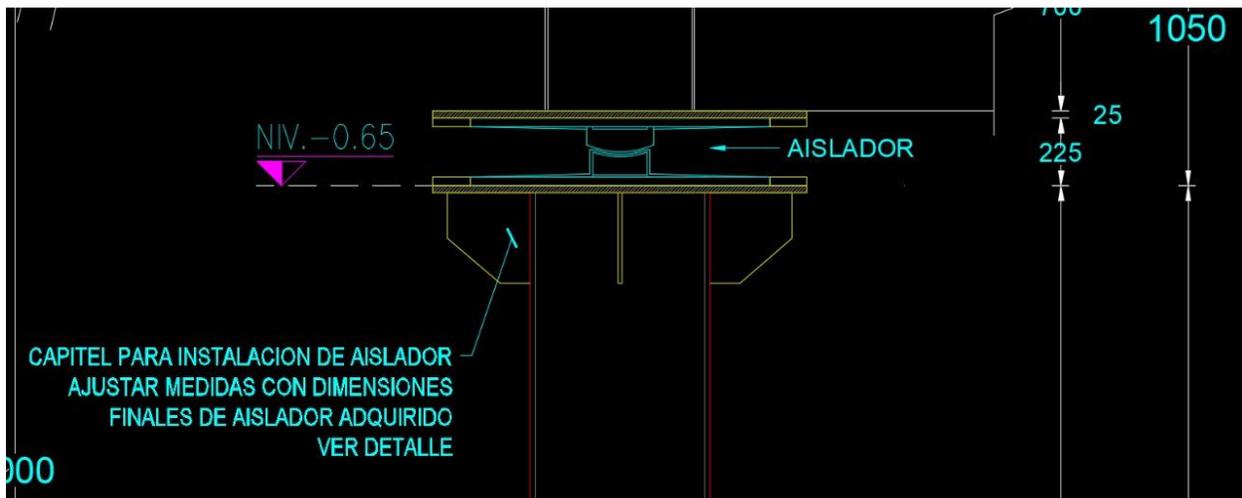


Figura 16. Aislador con péndulo de fricción

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Todos los tipos de aisladores FPS, se pueden observar que tienen un anillo de retención en su borde, su función es brindar seguridad, para aquellos sismos máximos probables no muevan el deslizador, más allá de su límite.

2.2.8.1. Características Del Aislador Bajo Sistema De Péndulo De Fricción (FPS)



Figura 17. Características del Aislador bajo sistema de péndulo de fricción

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Su coeficiente de fricción depende totalmente de la carga y de la concavidad del dispositivo. Este sistema solo es activado cuando las fuerzas del sismo superan el valor estático de fricción. Este aislamiento sísmico es logrado mediante la variación del periodo natural de la estructura, el mismo que se controla hallando el radio de curvatura de la superficie cóncava.

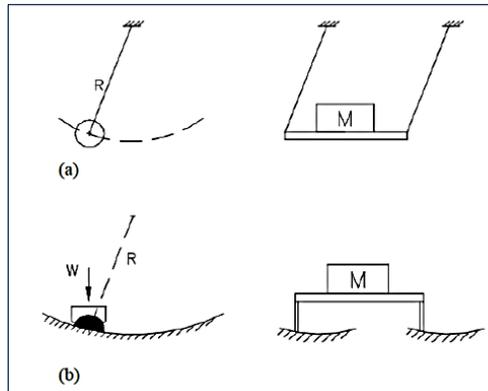


Figura 18. Fricción entre un péndulo simple y un péndulo de fricción

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Este tipo de sistema de aisladores tiene una alta capacidad de carga vertical aprox. 130000KN (1000 TON), una capacidad muy superior a la de los aisladores elastoméricos, que alcanzan valores de 15000 KN (1500 TON). Así mismo, el coeficiente de fricción dinámico puede variar en un rango de 4 a 20% para permitir diferentes niveles de resistencia lateral y disipación de energía.

2.2.9. Ventajas de los aisladores sísmicos

- Los procesos de análisis son simples debido al uso de materiales flexibles para el efecto aislador, lo que da un más tiempo de vibración a la estructura, desacoplando el impacto sísmico.
- Al tener un análisis simplificado se obtiene una respuesta cautelosa, así las contribuciones de los modos superiores son despreciables.
- Gran parte de las infraestructuras se analizan como sistemas de 3° de libertad, esto quiere decir que al recibir el impacto de un sismo se reducen en gran medida los efectos de la torsión.

- Debido a la presencia de los aisladores elastoméricos en las infraestructuras en donde hay presencia de cuerpos rígidos se crean desplazamientos imperceptibles, lo que permite un diseño elástico. Este efecto también ayuda en gran medida a reducir los daños en los materiales de la estructura.
- Los apoyos estructurales diseñados correctamente contribuyen a reducir los efectos de la torsión que se producen en respuesta al movimiento sísmico.
- Ayudan a reducir significativamente los efectos de tensión estructural, los cuales se generan debido a la retracción de los elementos de la estructura.
- Los aisladores sísmicos contribuyen a dar mayor estabilidad a las infraestructuras, reduciendo el nivel de posibles fallas y dando mayor control de calidad.
- A grandes rasgos, los apoyos y juntas de caucho permiten proteger una estructura durante un sismo reduciendo cualquier tipo de daño que pueda impactar debido al movimiento; al mismo tiempo, proporciona facilidad en la inspección y reparación, logrando evitar pérdidas significativas.

2.2.10. Desventajas de los aisladores sísmicos

- Una de las principales desventajas de los aisladores son los desplazamientos que se presentan en las infraestructuras, las cuales pueden llegar a ser de grandes proporciones, lo que puede causar que la zona de concentración de los aisladores se vaya sobre las fundaciones.
- Los desplazamientos de gran alcance pueden llegar a generar daños en infraestructuras aledañas, causando la caída de residuos, atrofiando el efecto aislado.
- Las edificaciones en las que se incluyen sistemas de aislación sísmica debe considerar un espacio circundante para permitir el libre movimiento cuando ocurra un sismo. Adicionalmente, para que el espacio sea funcional tiene que permitir el fácil acceso de los aisladores, para ello hay que realizar un proceso de revisión.

- Cuando se presentan desplazamientos significativos adicionales se hace necesario introducir requerimientos especiales en cuanto a la flexibilidad de las juntas que se ubican cerca de sistemas de tuberías de agua, gas, electricidad, etc.
- Es posible que se haga necesario realizar modificaciones arquitectónicas a las infraestructuras, puesto que factores como ascensores, escaleras y rampas deben ir en lineamiento con los movimientos que se podrían llegar a presentar en la zona de interface. Es decir que deben construirse de tal manera que se muevan en sintonía con la infraestructura.
- Al tener aisladores, la infraestructura deberá contar con un plan de mantenimiento regular en donde se revisen todos los factores de la estructura y, por supuesto, rectificar el estado de la zona que permite el movimiento de la edificación.

2.3.Marco Conceptual

- 2.3.1. Estructuras Convencionales.** - En la construcción, todos los elementos son en mayor o menor medida estructura, puesto que al menos se sujetan a sí mismos y a otros elementos cercanos.
- 2.3.2. Cimentación.** - El cimiento es un grupo de elementos estructurales encargados de transmitir las cargas actuantes sobre la totalidad de la construcción o elementos apoyados a este al suelo distribuyendo su presión admisible para que no produzca caras zonales al terreno.
- 2.3.3. Acero.** -Es un material ineludible en las estructuras, pues recordemos que la indumentaria del hormigón armado se compone de él. El acero es un burdo ideal para soportar grandes luces, mediante la utilización de cerchas o vigas de gran canto, por eso, es muy habitual su uso en grandes espacios límpidos. Es el material más usado en las cimentaciones de gran altura, como torres o rascacielos, pues, en general, tiene una mayor resistencia que el hormigón.
- 2.3.4. Asentamiento de estructura.** -Movimiento descendente vertical de toda la estructura o de todo el terreno (subsistencia) esto ocurre por la aplicación de cargas que causan cambios o modificaciones en las tensiones en el interior del terreno.
- 2.3.5. Cargas estructurales.** -Son las fuerzas externas o cargas muertas aplicadas a los elementos resistentes de una estructura o a su propio peso.
- 2.3.6. Columnas.** -Son elementos estructurales verticales usados para soportar losas y elementos elevados, normalmente contruidos en lugares con concreto.
- 2.3.7. Cortante Basal.** - En una edificación es la fuerza total o acumulación progresiva de las fuerzas cortantes de cada uno de los pisos de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción.

- 2.3.8. Deformación estructural.** - Es la alteración o cambio de tamaño o forma de un objeto debido a una fuerza mecánica externa, a una variación de temperatura, a un sedimento de apoyos, etc.
- 2.3.9. Derivas.** - Desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación.
- 2.3.10. Esfuerzo de compresión.** - Es la fuerza por unidad de área cuyo resultado es empujar, apretar o comprimir un objeto.
- 2.3.11. Flexión.** - Es el tipo de deformación que presenta una sección estructural alargada en una dirección perpendicular a su eje longitudinal.
- 2.3.12. Momento.** - Son fuerzas internas en el plano de la sección y su resultante debe ser igual a la carga soportada.
- 2.3.13. Pórtico.** - Estructura formada por pilares y vigas que soporta las cargas de forjados.
- 2.3.14. Torsión.** - Es la aplicación de un momento de fuerza sobre un eje longitudinal de una pieza prismática.
- 2.3.15. Tracción.** - Es el arranque interno al que se somete una cantidad de materia debido a la concentración de dos fuerzas vectorialmente opuestas teniendo como resultado el estiramiento del mismo.

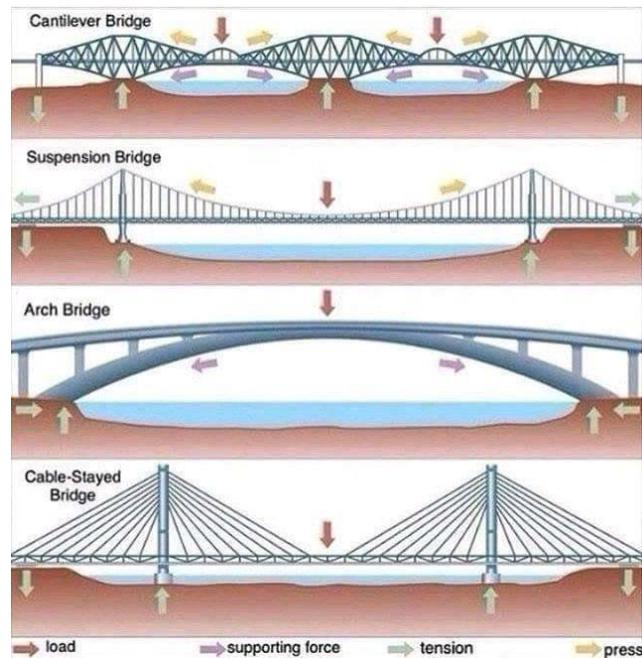


Figura 19. Ejemplo de tracción en estructuras.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

2.3.16. Vano. - Se utiliza para referirse a la distancia entre apoyos de un elemento estructural. Su objetivo es dejar un hueco abierto en un muro para que pase el aire a la luz.

2.3.17. Viga en voladizo. - Miembros que solo se admiten desde un único punto; normalmente con un soporte fijo. Esquema general de equilibrio.

2.4. Marco Legal

2.4.1. De La República Del Ecuador. ACUERDO No. 191 (2014) nos ordena:

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las

tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Art. 54.- Las personas o entidades que presten servicios públicos o que produzcan o comercialicen bienes de consumo, serán responsables civil y penalmente por la deficiente prestación del servicio, por la calidad defectuosa del producto, o cuando sus condiciones no estén de acuerdo con la publicidad efectuada o con la descripción que incorpore. Las personas serán responsables por la mala práctica en el ejercicio de su profesión, arte u oficio, en especial aquella que ponga en riesgo la integridad o la vida de las personas.

Art. 66, numeral 15.- El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental.

Art. 83, numeral 6.- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 385, numeral 3.- Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir. (p.1)

2.4.2. NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)

Para el proyecto de investigación se ha tomado de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015, para diseño estructural y sismo resistente de estructuras metálicas la Guía práctica para el diseño de estructuras de acero. Dentro de los cuales se destacan los siguientes numerales:

- 2.2 Consideraciones para el Desarrollo de Normativas Sismo resistentes
- 2.2.1 Determinación de Cargas Sísmicas
- 2.2.2 Generalidades de los Métodos Utilizados para Sismo resistencia en Estructuras de Acero
- 2.3 Desempeño de Estructuras de Acero ante Eventos Sísmicos

- 2.3.3 Comportamiento y Afectaciones Producidas por un Evento Sísmico en Estructuras de Acero

Así mismo dentro de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015 en los capítulos para la Seguridad Estructural de las Edificaciones destacan los siguientes:

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
 - 3.- Cargas y Combinaciones de cargas
 - 4.- Apéndice: valores de cargas muertas y vivas
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 1
 - 3.- Peligro sísmico del Ecuador y efectos sísmicos locales
 - 4.- Metodología del diseño sismo resistente
 - 8.- Sistemas de control y aislamiento a la base
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 2
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 3
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente parte 4
- NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
 - 3.- Verificación del desempeño estructural
- NEC-SE-GC: Geotécnia y Cimentaciones
 - 6.- Cimentaciones
- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
 - 5.- Materiales

2.4.3. ASTM

Para los aisladores sísmicos dentro de sus características se utilizó como guía las normas ASTM Interntional (American Society for Testing and Materials) que se listan a continuación:

- ASTM D 3677-10
- ASTM D 2240
- ASTM D 412
- ASTM D 429
- ASTM D 624

- ASTM D 1329
- ASTM D 1149
- ASTM D 395
- ASTM D 573

2.4.4. FEMA (Agencia Federal para la Atención de Emergencias)

La evolución del uso de los aisladores en edificios nuevos en Estados Unidos, es comentada en el Capítulo 9 del informe 274 de la Agencia Federal para la Atención de Emergencias (FEMA 1997).

2.4.5. INEN CPE INEN-NEC-SE-DS 26-2: peligro sísmico. diseño sismo resistente (capítulo 2: normas)

Este código de práctica CPE INEN-NEC-SE-DS 26-2 presenta los requerimientos y metodologías que deben ser aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente, y, en segundo lugar, a otras estructuras, complementadas con normas extranjeras reconocidas. Este código pone a disposición de los calculistas, diseñadores y profesionales del sector de la construcción, las herramientas de cálculo, basándose en conceptos de Ingeniería Sísmica y que les permiten conocer las hipótesis de cálculo que están adoptando para la toma de decisiones en la etapa de diseño. (Norma Técnica Ecuatoriana NTE - INEN 3040, 2016)

2.4.6. Norma Técnica Ecuatoriana NTE - INEN 3040, 2016: Requisitos mínimos de diseño de sistemas de aislamiento sísmico

El diseño sísmico de edificios con sistemas de aislamiento sísmico utilizará como requisitos mínimos a las especificaciones del Capítulo 13 del BSSC (2004): “NEHRP Recommended Provisions and Commentary for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures” (FEMA 450).

Sin influencia del uso o de la ocupación del edificio:

- El parámetro SD1 corresponde a la aceleración espectral para $T = 1s$, para un período de retorno de 475 años.
- El parámetro SM1 corresponde a la aceleración espectral con para $T = 1s$, para un período de retorno de 2.500 años, tomando en cuenta el efecto del suelo de cimentación. (Norma Técnica Ecuatoriana NTE - INEN 3040, 2016).

Norma Técnica Ecuatoriana NTE - INEN 3040, 2016: Fuerzas laterales

Los procedimientos de cálculo de fuerzas laterales últimas para sistemas estructurales similares a los utilizados para el caso de edificaciones, deberán diseñarse como tales. Para el caso de estructuras rígidas (con períodos menores a 0,6 s), estas se deberán diseñar (incluidos sus anclajes) aplicando la fuerza lateral obtenida mediante la ecuación: $V = \eta \cdot Z \cdot F_a \cdot I \cdot W$ (Norma Técnica Ecuatoriana NTE - INEN 3040, 2016).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.Marco Metodológico

Esta investigación incluye un diseño formado por una metodología de instrucciones y procesos manejados en la búsqueda de información el cual consiste en conocer aspectos que inciden en el sistema de construcción con aisladores sísmicos en cimentación en un edificio de 7 niveles estableciendo posibles soluciones para disipar los efectos de un sismo en una edificación.

Esta metodología es exploratoria porque involucramos un patrón general que utilizan todos los investigadores para la resolución de cuestionamientos a preguntas formuladas, para alcanzar un amplio y profundo estudio científico, así mismo de la selección de los métodos y técnicas apropiadas durante el proceso de investigación.

3.2.Enfoque De La Investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo; se podrá hacer la recolección de datos, lo cual permite la obtención de variaciones numéricas. Se compara estadísticas en base a las interrogantes planteadas de cada variable con el fin de lograr la obtención de información veraz.

El presente trabajo de investigación inicia del método científico a partir de una secuencia de pasos ordenados de manera lógico para llegar a un objetivo final se emplea instrumentos de recolección de información.

Enfocándose en la investigación se hizo uso del software ETABS, se ingresaron los datos de la descripción de la super estructura, se hizo un análisis del espectro sísmico de la zona y se ingresaron los valores de las especificaciones técnicas del aislador sísmico. Se hizo la respectiva simulación en el programa para determinar los desplazamientos que tendría la estructura ante un evento sísmico con un sistema de aislamiento y con un sistema convencional de cimentación empotrada, para demostrar la disipación de la energía sísmica que actúa en la estructura.

3.3. Alcance de la Investigación

La investigación es descriptiva porque se analiza la permanente interrelación con los movimientos sísmicos en los cimientos de la edificación de 7 niveles debido a que se obtienen varias condiciones que despliegan una serie de interrogantes a las que se debe dar respuesta y solución por lo tanto se describirá cada uno de los temas y subtemas de estudio.

Es explicativa porque establece y explica las causas que origina la problemática que se haya encontrado en la edificación, en definitiva, busca el por qué y para que dé un hecho explícito. Lo que se quiere lograr con este proceso es indagar cada una de las variables con el fin de fijar definiciones y conclusiones que identifiquen, fortalezca y fundamenten las diferentes, fortalezcan y fundamenten las diferentes teorías. Se utiliza el método empírico para recolectar los datos basándose en las interrogantes planteadas y primordiales en nuestro tema.

Esta investigación es bibliográfica ya que se ha indagado, seleccionado y recolectado información de proyectos, libros, revistas, documentales entre otros siendo estos analizados para así poder extraer conocimientos valideros y garantizar la calidad los fundamentos expuestos en el presente trabajo

3.4. Técnicas e Instrumentos para obtener los datos

3.4.1. Técnicas de Investigación

- **Encuestas:** Técnica de recolección de datos que se aplica a un grupo de personas con el fin de obtener resultados que permita la comparación de datos. En esta investigación se muestra pertinente realizarla, ya que permite recoger datos e información de los habitantes de dicho cantón a través de las interrogantes planteadas en las encuestas.
- **Software de simulación:** Se utiliza un software de simulación para sismos (programa computacional de ETABS) donde se realizará la recolección de información de acuerdo a las necesidades establecidas en la cimentación de una edificación de 7 niveles cuyos

resultados serán evaluados según la normativa NEC-15-SE-DS, y se hará una comparación de los sistemas en estudio (Aislación de base y Simple empotramiento).

3.4.2. Instrumento

- Cuestionario
- Computadora

3.5. Población Y Muestra

Población: Son el conjunto de personas con las mismas características dentro de una comunidad que va a ser estudiada. Hernández Silvia (2013) menciona: “se entiende por población al conjunto total de individuos, objetos o medidas que posee algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado” (p.2).

Esta investigación se efectuará en una población finita ya que se encuestará a los pobladores de la zona que están cercanos a la cimentación de 7 niveles por ser el entorno del objeto que se está estudiando.

La población en el software ETABS se interpreta en función de la edificación que corresponde a un edificio de 7 niveles y a la cantidad de Aisladores que se categorizan de la siguiente manera:

- Alto Amortiguamiento (HDR)
- Amortiguador con Plomo (LRB)
- Caucho Natural (NRB)
- Desplazable.
- Sistema de péndulo de fricción (FDS)

Distribución De La Población

Tabla 10

Distribución de la población

NÚMERO	DETALLES	POBLACIÓN
1	Jóvenes (15-20años)	90
2	Adultos (20-40años)	90
2	Adultos (40-60años)	90
3	Adultos mayores	15
	Total	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Muestra: Esta expresa las diversas características o propiedades de la población de manera definida, es un porcentaje tomado de una población específica a quienes se les aplicarán las técnicas e instrumentos de investigación como objeto de recolección de datos u obtenidos de información, nuestra muestras ha sido seleccionada con una exhaustiva investigación en toda la población recurrente a la zona donde se aplicará el proyecto, debido a los estragos de la pandemia no se abarco mayos porcentaje de población.

Para esto la muestra del análisis en el software de ETABS se la interpreta en función del aislador elegido para el estudio que corresponde al siguiente

- Sistema de péndulo de fricción (FDS)

Se usará la fórmula de población finita que orienta el cálculo del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

e = Error de estimación máximo aceptado

N = Tamaño de la Población o Universo

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Comentario: con esta forma se hallará el tamaño de la muestra finita.

Figura 20. Fórmula para encontrar el tamaño de la muestra con una población finita.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Distribución De La Muestra

Tabla 11

Distribución de la muestra

NÚMERO	DETALLES	POBLACIÓN	MUESTRA	PORCENTAJE
1	Jóvenes (15-20años)	90	74	31,58%
2	Adultos (20-40años)	90	74	31,58%
2	Adultos (40-60años)	90	74	31,58%
3	Adultos mayores	15	14	5,26%
	Total	285		100%

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

JÓVENES (15-20 AÑOS)

- $N=90$
- $Z:2$
- $e:5\%$
- $p: 0,50$
- $q: 0,50$
- n (muestra): 74

ADULTOS (20-40 AÑOS)

- $N=90$
- $Z:2$
- $e:5\%$
- $p: 0,50$
- $q: 0,50$
- n (muestra): 74

ADULTOS (40-60 AÑOS)

- $N=90$
- $Z:2$
- $e:5\%$
- $p: 0,50$
- $q: 0,50$
- n (muestra): 74

ADULTOS MAYORES

- $N=15$
- $Z:2$
- $e: 5\%$
- $p: 0,50$
- $q: 0,50$
- n (muestra): 14

3.6. Análisis E Interpretación De Datos

Son los resultados de los instrumentos aplicados en la investigación mediante las técnicas.

3.6.1. Análisis De Resultados de la Encuesta

Resultados de encuestas realizadas por jóvenes (15 – 20 años), adultos (20 – 40 años), adultos (40 – 60 años) y adultos mayores tomadas en el Cantón Daule:

Tabla 12

Resultado de la pregunta n°1 de la encuesta

1. ¿Cree usted que un hospital debe estar preparado estructuralmente para un evento telúrico?	Total
Si	285
No	0
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022).

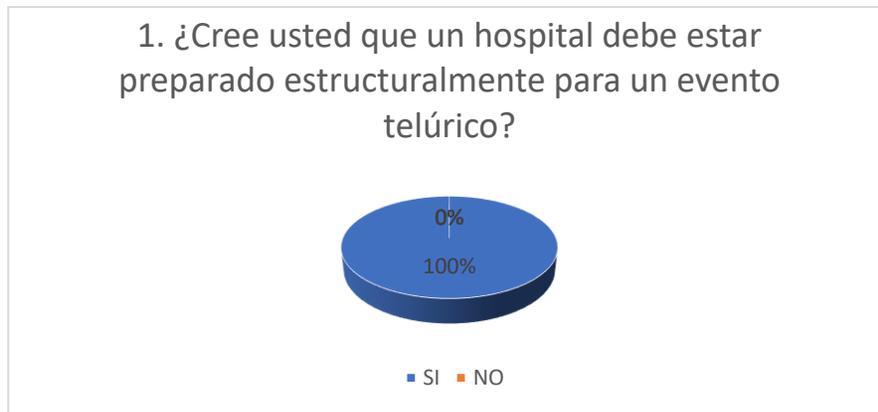


Figura 21. Gráfica de los resultados de la pregunta n°1.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la Figura 21, se puede observar que el 100% de la población encuestada cree que los hospitales deben estar contruidos de manera resistente ante un evento telúrico; mientras el 0% contesto que no, esto demuestra que los habitantes del sector prefieren un hospital estructuralmente resistente para que cuando ocurra un sismo o terremoto puedan seguir con su atención normal.

Tabla 13

Resultado de la pregunta n°2 de la encuesta

2. ¿Usted asistiría a un hospital que su infraestructura sufrió daños por un sismo o terremoto?	Total
Si	34
No	251
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)



Figura 22. *Gráfica de los resultados de la pregunta n°2.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 22, se puede observar que el 88% de la población encuestada no asistiría a un hospital que su infraestructura haya sufrido daños leves o severos en un evento telúrico; mientras el 12% contestó que sí asistirían a dichos establecimientos por la urgencia de algún familiar accidentado, esto demuestra que los habitantes del sector prefieren asistir a un hospital que no haya sufrido daños notables durante o después de dichos eventos.

Tabla 14

Resultado de la pregunta n°3 de la encuesta

3. ¿Conoce usted que son los sistemas de aisladores sísmicos?	Total
Si	194
No	91
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)



Figura 23. Gráfica de los resultados de la pregunta n°3.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 23, se puede observar que el 68% de la población encuestada si tiene un conocimiento sobre los sistemas de aisladores sísmicos; mientras el 32% no presenta conocimiento ninguno sobre el tema, esto demuestra que los habitantes del sector saben qué tipo de sistemas son los que se quiere poner en las bases de los cimientos que se prevé estudiar y construir.

Tabla 15

Resultado de la pregunta n°4 de la encuesta

4. ¿Conoce usted cimientos que tengan este tipo de sistemas en su construcción?	Total
Si	100
No	185
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

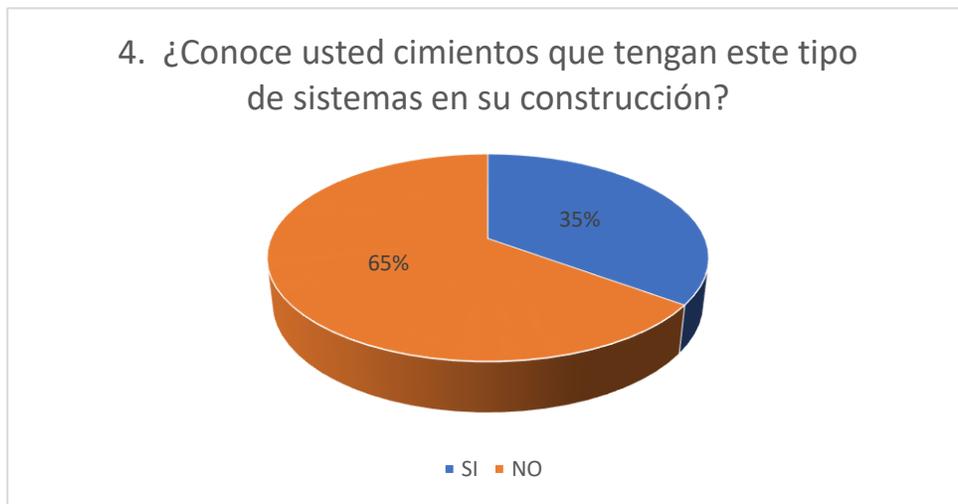


Figura 24. *Gráfica de los resultados de la pregunta n°4.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 24, se puede observar que el 35% de la población encuestada si tiene un conocimiento sobre los lugares o edificaciones que fueron construidas con sistemas de aisladores sísmicos y se encuentran satisfechos con este tipo de edificaciones; mientras el 65% no tiene conocer de estas cimentaciones.

Tabla 16

Resultado de la pregunta n°5 de la encuesta

5. ¿Cree usted que se deben construir hospitales con bases de aisladores sísmicos?	Total
Si	270
No	15
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)



Figura 25. *Gráfica de los resultados de la pregunta n°5.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 25, se puede observar que el 95% de la población encuestada si cree que se deben construir hospitales con este sistema de aisladores sísmicos ya que piensan que, en un evento telúrico de bajo, medio o alta magnitud esta edificación no tendrá consecuencias estructurales notables; mientras el 5 % cree que no debería construirse con estos sistemas por motivo de su alto costo monetario.

Tabla 17

Resultado de la pregunta n°6 de la encuesta

6. ¿Usted asistiría a un hospital que fue construido con sistemas de aisladores sísmicos?	Total
Si	285
No	0
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

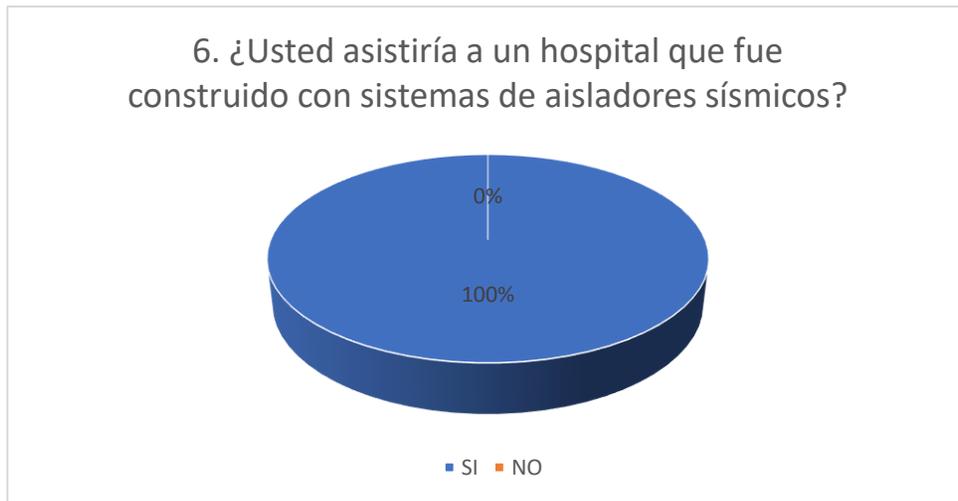


Figura 26. *Gráfica de los resultados de la pregunta n°6.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 26, se puede observar que el 100% de la población encuestada si asistiría a un hospital que fue construido con aisladores sísmicos; mientras el 0 % no asistiría.

Esto nos demuestra que todas las personas de esta zona estudiada necesitan un hospital con cimientos de 7 niveles con bases de aisladores sísmicos cerca de ellos para su necesidad diaria.

Tabla 18

Resultado de la pregunta n°7 de la encuesta

7. ¿Cree usted que todas las edificaciones deberían ser construidas con sistemas de aisladores sísmicos?	Total
Si	285
No	0
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

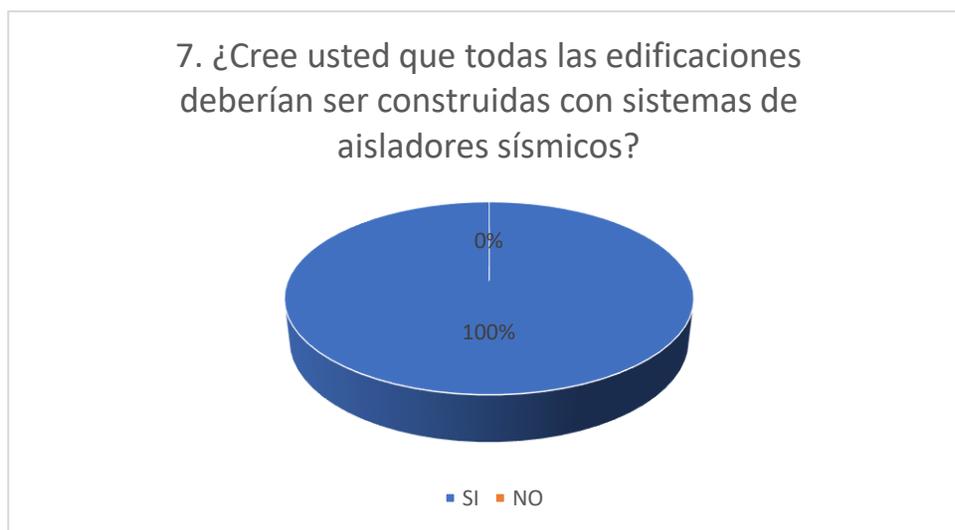


Figura 27. Gráfica de los resultados de la pregunta n°7.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 27, se puede observar que el 100% de la población encuestada cree que es un buen proyecto construir edificaciones futuras con sistemas de aisladores sísmicos, ya que manifiestan son más seguros y resistentes; así también, en desastres naturales pueden ayudar a amenorar pérdidas humanas.

Sabiendo que estos sistemas de construcción ayudan a que las edificaciones concentren su fuerza en las bases sísmicas esto previene a gran magnitud pérdidas humanas, ya que no se derrumbaría su infraestructura.

Tabla 19

Resultado de la pregunta n°8 de la encuesta

8. ¿Usted construiría su vivienda con bases de aisladores sísmicos?	Total
Si	200
No	85
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)



Figura 28. *Gráfica de los resultados de la pregunta n°8.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 28, se puede observar que el 70% de la población encuestada si construiría su vivienda con este tipo de aisladores como protección de su familia y comunidad; mientras el 0 % no lo haría porque piensa que son muy caros para su presupuesto medio.

Tabla 20

Resultado de la pregunta n°9 de la encuesta

9. ¿Cree usted que las bases con aisladores sísmicos deberían sustituir las bases convencionales de construcción de cimientos?	Total
Si	280
No	5
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

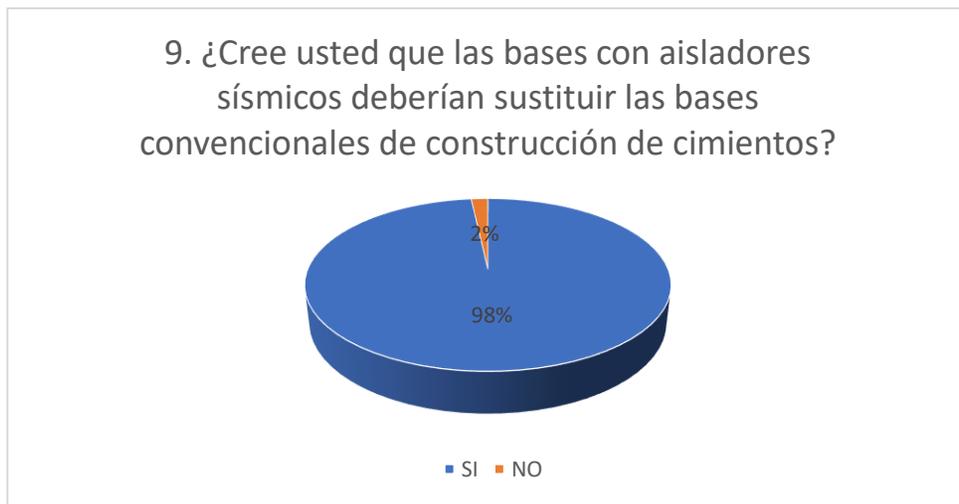


Figura 29. *Gráfica de los resultados de la pregunta n°9.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 29, se puede observar que el 98% de la población encuestada piensa que si se debería reemplazar la construcción pragmática que se ha llevado durante todo este tiempo por construcciones con aisladores sísmicos; mientras el 2% de la comunidad de la zona piensa que no es necesario ya que las construcción y edificios con cimentaciones de niveles elevados están contruidos con materiales resistentes y que no es necesario este tipo de cambios.

Tabla 21

Resultado de la pregunta n°10 de la encuesta

10. ¿Debería el Ecuador adoptar esta modalidad de construcción?	Total
Si	285
No	0
Total general	285

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022).

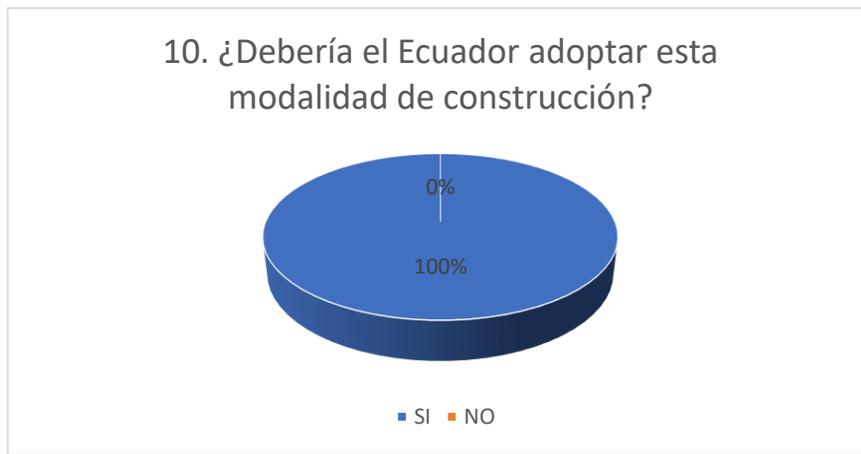


Figura 30. *Gráfica de los resultados de la pregunta n°10.*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la figura 30, se puede observar que el 100% de la población encuestada cree que nuestro país debería introducir esta manera de construcción de edificaciones, esto ahorraría costos, salvaría vidas humanas, se mantendrían las infraestructuras y seríamos un país del futuro en el ámbito de ingeniería.

Estos resultados nos demuestran que toda la población encuestada según los porcentajes de cada pregunta efectuada en las encuestas prefiere establecimientos o cimientos que estén contruidos con bases de aisladores sísmicos ya que desean tener una cimentación hospitalaria cercana a la cual ellos se puedan direccionarse cuando exista algún sismo o terremoto, sea durante o después de este evento en caso de necesitar ayuda médica.

3.6.2. Análisis y descripción de la estructura estudiada

3.6.2.1. Materiales

La edificación en análisis consiste en una estructura idealizada con las características, alta altura (7 niveles) el material para los elementos estructurales y sus propiedades físicas consideradas que se utilizarán están detallados en la siguiente tabla.

Tabla 22

Materiales utilizados

Materiales	Peso Específico (kg/m³)	Resistencia (kg/cm²)	Módulo de Elasticidad (kg/cm²)	Relación de Poisson
Acero Estructural: ASTM A572 Gr. 50	7850	3500	2 040 000	0.30
Hormigón Estructural: 280 kg/cm ²	2400	280	250 000	0.20
Acero Refuerzo: ASTM A706	7850	4200	2 040 000	0.30

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.2. Características del aislador

Las características finales del aislador seleccionado y funcional para el análisis estructural del edificio de 7 niveles tienen los siguientes valores:

- Rigidez efectiva: 0.675 KN/mm
- Relación carga horizontal fluencia/carga vertical: 0.06
- Rigidez horizontal: 0.500 KN/mm

3.6.2.3. Tipo de estructura

Tabla 23

Tipo de estructura

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.047	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.049	0.75

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.4. Zonificación Sísmica Y Factor De Zona Z

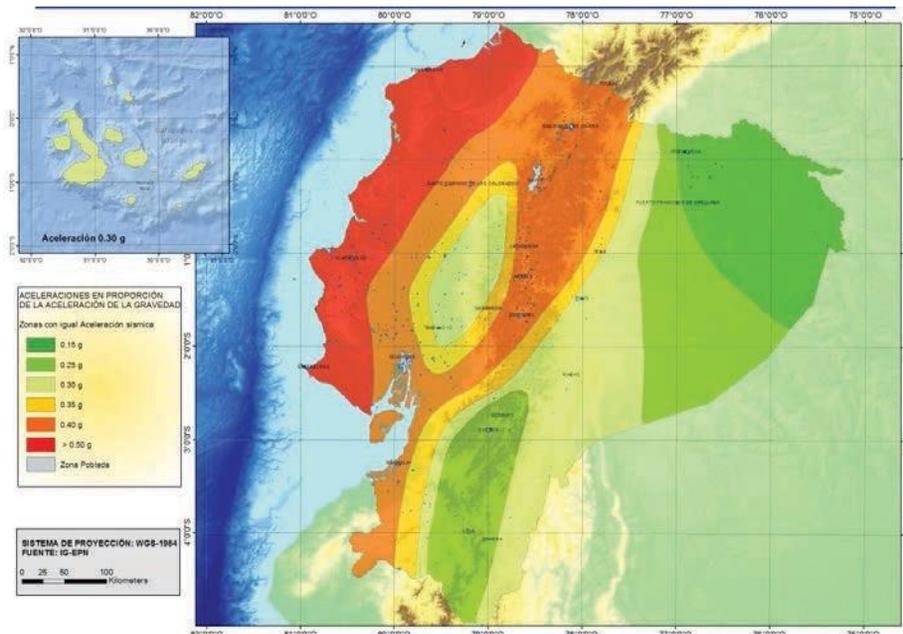


Figura 31. Propósitos de diseño y valor del factor de zona z.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015)

Tabla 24*Valores de factor Z en función de la zona sísmica adoptada*

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.5. Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico

Los parámetros utilizados son los correspondientes a los 30m superiores del perfil TIPO D que describe perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de onda de cortante $360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$ o perfiles de suelo rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones $50 > N \geq 15.0$ o $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$.

3.6.2.5.1. Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto**Tabla 25***Tipo de suelo y factores de sitio Fa*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F						

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.5.2. Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

Tabla 26

Tipo de suelo y factores de sitio Fd

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F						

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022).

3.6.2.5.3. Fs: comportamiento no lineal de los suelos

Tabla 27

Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F						

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.6. Categoría de edificio y coeficiente de importancia I

Tabla 28

Tipo de uso, destino e importancia de la estructura estudiada

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	<p>Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria.</p> <p>Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias.</p> <p>Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio.</p> <p>Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.</p>	1.5
Estructuras de ocupación especial	<p>Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas.</p> <p>Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente</p>	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.7. Niveles de amenaza sísmica

Se clasifican según los niveles de peligro y periodo medio de retorno que se muestran a continuación:

Tabla 29*Niveles de amenaza sísmica*

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Período de retorno T_r (años)	Tasa anual de excedencia ($1/T_r$)
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro* (extremo)	2%	2 500	0.00040

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.8. Estados de carga y combinaciones

3.6.2.8.1. Cargas gravitacionales Las cargas gravitacionales corresponden a demandas generadas por ocupación, acabados y factores climáticos. La carga muerta y la carga viva han sido asignadas en la losa modelada como carga distribuida por metro cuadrado.

3.6.2.8.2. Carga muerta (DEAD-SD) Se utilizó el peso propio de los elementos considerados por el diseño de la geometría de los elementos y características de los materiales de construcción. Se consideró una carga muerta sobrepuesta de 200kg/m² en los primeros niveles de acuerdo al peso de la losa y revestimientos adicionales según la tabla detallada a continuación:

Tabla 30*Carga muerta sobreimpuesta en edificación de niveles 1 al 5*

REC. PISO	100.00	Kg/m ²
TABIQUERIA CON REVESTIMIENTO	50.00	Kg/m ²
INSTALACIONES VARIAS Y TUMBADO	50.00	Kg/m ²
TOTAL	200.00	Kg/m²

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

En la zona de cubierta, se consideró una carga muerta sobreimpuesta de 200 kg/m² correspondiente a la a un posible sobre piso de hormigón para pendientes de drenaje, aunque se recomienda fundir la cubierta con pendiente.

Tabla 31*Carga muerta sobreimpuesta en zona de cubierta*

MORTERO NIVELACION CUBIERTA	150.00	Kg/m ²
INSTALACIONES VARIAS Y TUMBADO	50.00	Kg/m ²
TOTAL	200.00	Kg/m²

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.8.3. **Carga Viva.** Se utilizó una carga viva media para descarga de 300 kg/m² según las recomendaciones de La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015). Las cargas se asignaron como cargas uniformemente distribuidas sobre las áreas de losas con distribución uniforme en una dirección hacia los nervios de piso modelados.

3.6.2.8.4. **Carga sísmica para análisis lineal NEC-15.** Según la NEC-15 se utilizó la demanda de carga sísmica estática (Cortante basal), y la carga dinámica espectral (Espectro de aceleraciones), con dicha demanda se verificarán parámetros como, derivas de piso desplazamientos etc.

3.6.2.8.5. **Carga sísmica estática (cortante basal).** La carga sísmica estática, está basada en el cálculo del cortante basal de la edificación, para ello el NEC-15.

$$V = \frac{I \times Sa(Ta)}{R \times \phi P \times \phi E} \times W$$

Dónde:

- $Sa(Ta)$ = Espectro de diseño en aceleración
- ϕP y ϕE = Coeficientes de configuración en planta y elevación I = Coeficiente de importancia
- R = Factor de reducción de resistencia sísmica V = Cortante basal total de diseño
- W = Carga sísmica reactiva
- Ta = Período de vibración

Según los parámetros de la ecuación se presenta la tabla con sus respectivos valores para el cálculo de cortante basal (V).

Tabla 32

Resumen de parámetros de calculo

Variable	Valor	Unidad	Argumento
I	1.5	S/U	EDIFICACION ESENCIAL NEC-15
R	6	S/U	Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.- NEC-15
ϕP	1	S/U	Regular en planta
ϕE	1	S/U	Regular en elevación

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.8.5.1. Cálculo de la variable Aceleración espectral (Sa).

La fórmula para calcular (Sa), debe responder a las siguientes condiciones:

$$Sa = \eta \times Z \times Fa \quad \text{para } 0 \leq T \leq Tc$$

$$Sa = \eta \times Z \times Fa \times \left(\frac{Tc^r}{T}\right) \quad \text{para } T > Tc$$

Para poder comparar la condición anterior, es necesario el cálculo de Tc y T:

$$Tc = 0.55 \times Fs \times \frac{Fd}{Fa}$$

Dónde:

Tc: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño Fs, Fd y Fa: Factores de sitio.

Entonces:

$$Tc = 0.55 \times 1.28 \times \frac{1.19}{1.20}$$

$$Tc = 0.698 \text{ seg.}$$

Periodo fundamental de la estructura T:

$$T = Ct \times hn^\alpha$$

Dónde:

T: Periodo de vibración tentativo

Ct y α : Coeficientes que dependen de las características estructurales NEC-15-ES-SD

hn: Altura máxima de la edificación medida desde la base

Entonces:

$$T = 0.073 \times 29.90^{0.75}$$

$$T = 0.073 * 29.9^{0.75} = 0.933 \text{ seg}$$

Se realizó la respectiva comparación entre T y Tc y se llegó a la conclusión que:

$$T > Tc$$

$$0.933 \text{ seg.} > 0.698 \text{ seg.}$$

Se compara las ecuaciones de (Sa) dando como resultado la siguiente:

$$Sa = \eta \times Z \times Fa \quad \text{para } 0 \leq T \leq Tc$$

$$Sa = 1.80 \times 0.40 \times 1.20$$

$$Sa = 0.864 \text{ g.}$$

Para el valor de η la norma NEC-15-ES-SD propone la siguiente clasificación

- $\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)

Con todas las variables de la fórmula del cortante basal, se puede realizar dicho cálculo, tal como se muestra a continuación:

$$V = \frac{I \times Sa(Ta)}{R \times \phi P \times \phi E} \times W$$

$$V = \frac{1.5 \times 0.864}{6 \times 1 \times 1} \times W$$

$$V = 0.216 \times W$$

3.6.2.8.6. **Carga sísmica dinámica espectral.** Esta carga hace referencia del espectro de aceleraciones de la NEC- 15, dichas aceleraciones están en función de la gravedad 9.81 m/s², para calcularlos se consideran todos los parámetros declarados, con estos resultados se elaborará un esquema de espectro, tanto elástico como inelástico.

$$T_o = 0.1 \times F_s \times \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_o = 0.1 \times 1.28 \times \frac{1.19}{1.20}$$

$$T_o = 0.175 \text{ seg.}$$

$$T_l = 2.4 \times F_d$$

$$T_l = 2.4 \times 1.19$$

$$T_l = 2.856 \text{ seg.}$$

Tabla 33

Parámetros del espectro de aceleraciones

Datos	
Z	0,4
Fa	1,2
Fs	1,28
Fd	1,19
Sa	0.864
T	0,933
To	0,127
Tc	0,698
n	1,8
r	1
Tl	2,856
R	6
Tipo Suelo	D

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022).

Donde:

Z= Factor de zona.

Fa= Factor de sitio.

Fs= Factor de sitio.

Fd= Factor de sitio.

Sa= Aceleración Espectral.

T= Periodo de la Estructura.

To= Periodo Inferior.

Tc= Periodo Superior.

n= Amplitud Espectral.

r= Coeficiente de suelo.

Tl= Período límite de vibración utilizado para la definición de espectro de respuesta en desplazamientos.

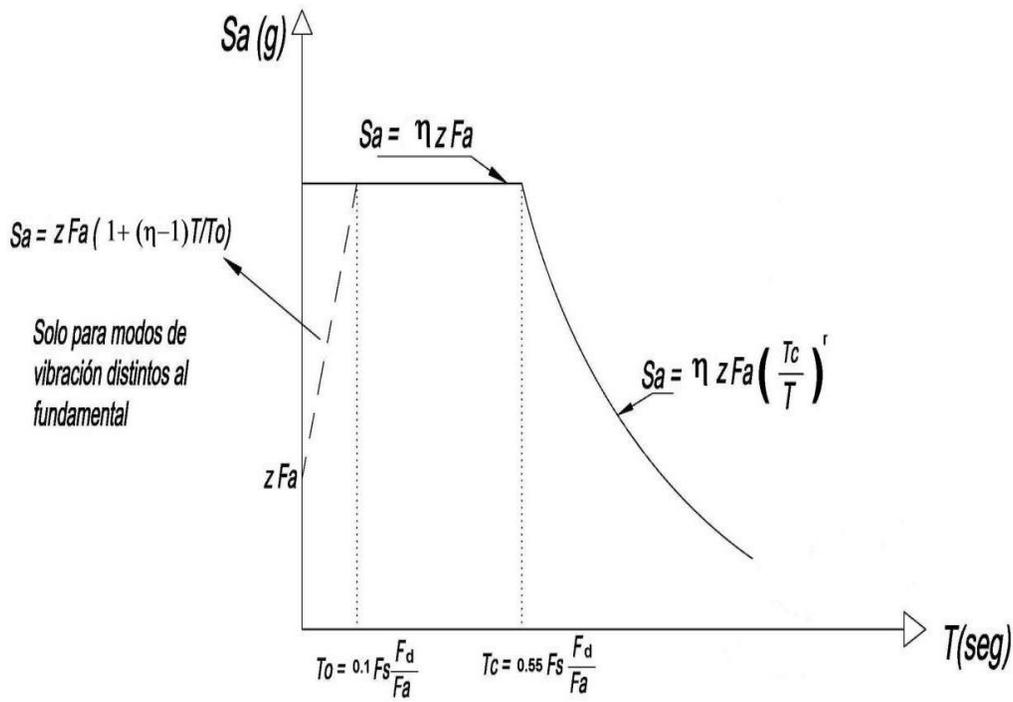


Figura 32

Diseño de Cálculo de carga sísmica dinámica espectral

Comentario: se muestra el diseño de cargas sísmicas dinámicas espectrales en respuesta de desplazamientos simulados.

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Una vez se tienen los respectivos límites para el espectro de aceleraciones, se crea la tabla con intervalos entre periodo y aceleraciones como se muestra a continuación:

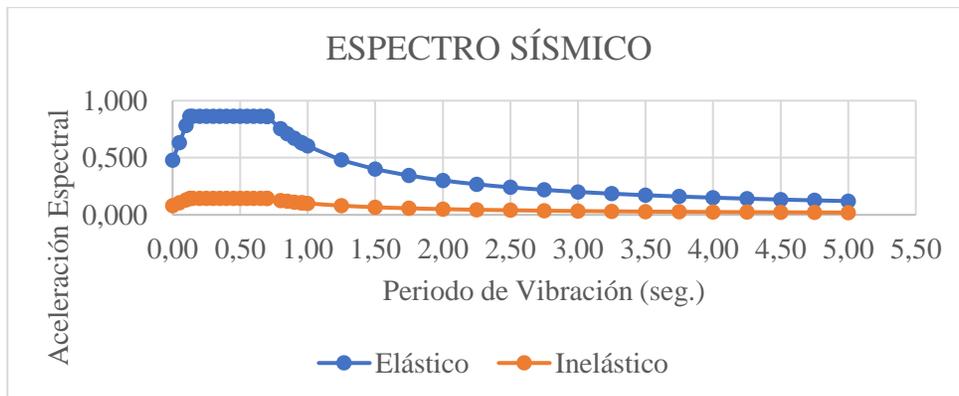
Tabla 34

Espectro elástico e inelástico para el análisis lineal

T(seg)	Espectro Elástico (g)	Espectro Inelástico (g)
0,000	0,480	0,080
0,050	0,631	0,105
0,100	0,782	0,130
0,127	0,864	0,144
0,150	0,864	0,144
0,200	0,864	0,144
0,250	0,864	0,144
0,300	0,864	0,144
0,350	0,864	0,144
0,400	0,864	0,144
0,450	0,864	0,144
0,500	0,864	0,144
0,550	0,864	0,144
0,600	0,864	0,144
0,650	0,864	0,144
0,698	0,864	0,144
0,700	0,862	0,144
0,800	0,754	0,126
0,850	0,709	0,118
0,900	0,670	0,112
0,950	0,635	0,106
0,963	0,626	0,104
1,000	0,603	0,101
1,250	0,482	0,080
1,500	0,402	0,067

1,750	0,345	0,057
2,000	0,302	0,050
2,250	0,268	0,045
2,500	0,241	0,040
2,750	0,219	0,037
3,000	0,201	0,034
3,250	0,186	0,031
3,500	0,172	0,029
3,750	0,161	0,027
4,000	0,151	0,025
4,250	0,142	0,024
4,500	0,134	0,022
4,750	0,127	0,021
5,000	0,121	0,020

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

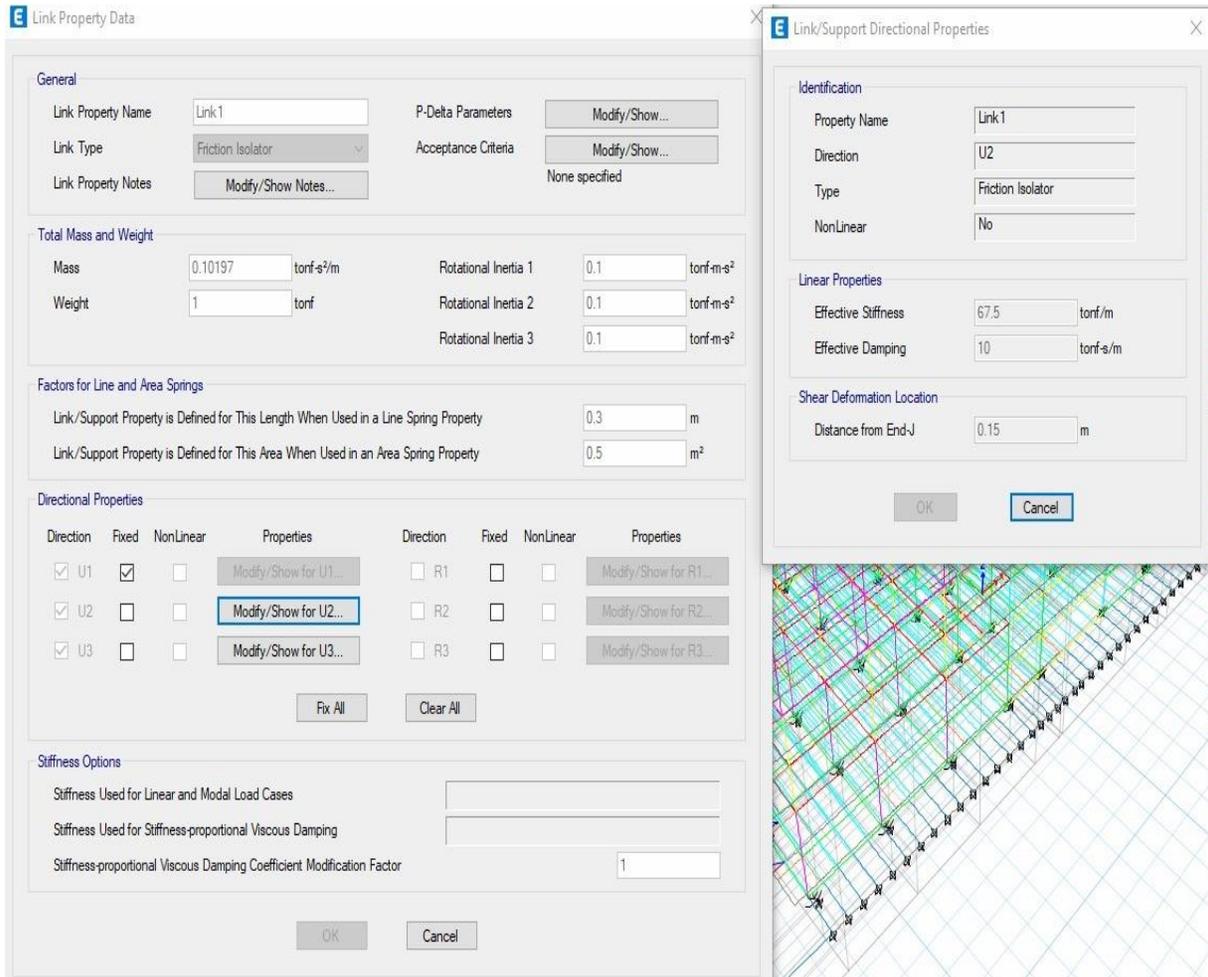


Comentario: Se obtiene en la gráfica el espectro sísmico para la zona, donde se visualiza el periodo de vibración elástico y el periodo de vibración inelástico el cual está con el factor de reducción, ante la aceleración espectral.

Figura 33. *Espectro elástico e inelástico para el análisis lineal*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.9. Especificación De Aislador



Comentario: En el gráfico se detalla los valores de las especificaciones del aislador ingresados en el software ETABS.

Figura 34. Especificaciones del aislador

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

NOTAS AISLADORES:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - AISLADORES SÍSMICOS

LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES SON REQUERIMIENTOS MINIMOS A CUMPLIRSE, EL PROVEEDOR PODRA PROPONER SISTEMAS DE AISLACION ALTERNOS SIEMPRE QUE SUS PROPIEDADES IGUALEN O SUPEREN LAS PROPIEDADES AQUI DESCRITAS.

NORMATIVAS REFERENCIA

1. AASHTO, "Guide Specifications for Seismic Isolation Design", American Association of State Highway and Transportation Officials
2. ASCE Standard 07. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, Washington D.C.
3. EN 15129 Dispositivos Antisismicos

NORMATIVAS PARA MATERIALES

1. ISO 9001:2000 - Requerimientos de administración de sistemas de calidad.
2. ISO 9001:2008 - Control de producción de fábrica.
3. ISO 9001:2015 - Quality Control Program requirements for the "Design and Manufacture of Seismic Isolation Bearings"
4. EN ISO 3834-2 - Certificación de administración de sistemas de calidad.

PARAMETROS DE DISEÑO

- Dimensiones del aislador: A definir por el fabricante
- Carga Vertical Sismica Máxima: 5000 kN
- Carga Vertical Grav. Maxima: 2200 kN
- Rigidez efectiva sugerida: 0.675 kN/ mm
- Rigidez horizontal: 0.50 kN / mm:
- Coeficiente de fricción: 0.06
- Periodo objetivo: > 3.50 segundos
- Desplazamiento Maximo DBE tmc: +/- 460 mm
- Desplazamiento Maximo MCE tmc: +/- 650 mm

TEMPERATURA DE OPERACIÓN:

Entre -35°C y + 50°C.

PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

El recubrimiento sugerido será del tipo C5 según la normativa EN-ISO 12944.

Chorro de arena con agregado y rugosidad mínima de 60 µm.

Esquema de revestimiento con pintura epoxico o Galvanizado, espesores minimos de acuerdo a norma.

CERTIFICADOS DE CALIDAD

El aislador debe cumplir con los criterios de diseño y desempeño de la norma iso 9001 o similar.

El fabricante debera entregar protocolo y certificados de pruebas fisicas de acuerdo a normativas de referencia, en laboratorios internacionalmente acreditados para pruebas de aisladores

Comentario: Especificaciones técnicas del aislador utilizado en la cimentación de la estructura que cumple con los valores requeridos para la misma.

Figura 35. *Notas del aislador-especificaciones técnicas*

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.10. Resultados del análisis lineal

Se hizo uso del programa computacional de ETABS sus resultados serán evaluados según la normativa NEC-15-SE-DS, con los resultados se comparará el comportamiento estructural, entre los sistemas en estudio (Aislación de base y Simple empotramiento).

La deriva máxima para cualquier piso no excederá los límites de deriva inelástica establecidos en la tabla siguiente, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso:

Tabla 35
Resultados del análisis lineal

Estructuras de:	máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

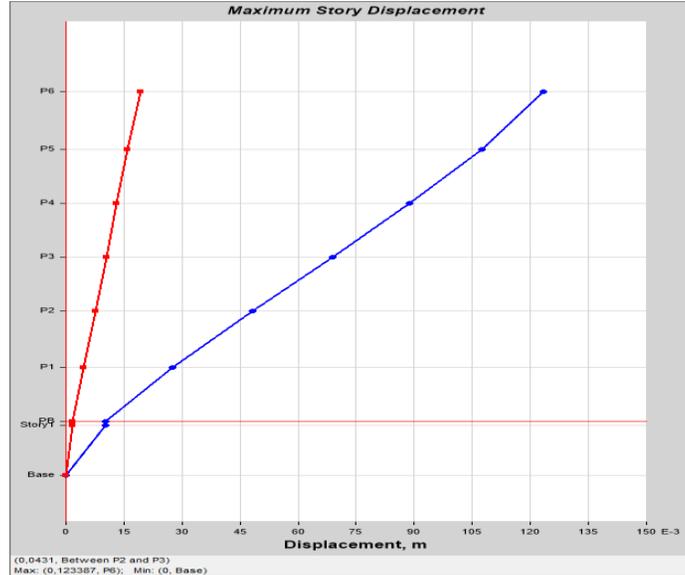
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.11. Derivas Generadas Por Sismo Dinámico (Espectro De Aceleraciones)

Para dicha carga se consideró que la fuerza cortante dinámica sea por lo menos un 85% del sismo estático, estas consideraciones fueron tomadas para el modelado y obtención de resultados lineales.

3.6.2.12. Derivas De Piso En Sistema Empotrado De Cimentación

3.6.2.12.1. Deriva En Inelástica En X



Comentario: Curva deriva Inelástica en X en Sistema Empotrado de cimentación

Figura 36. Curva deriva Inelástica en X Sistema Empotrado de cimentación

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

E Story Response					
	Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
▶	P6	26,4	Top	0,123387	0,019396
	P5	21,78	Top	0,107501	0,015985
	P4	17,46	Top	0,08875	0,013126
	P3	13,14	Top	0,068773	0,010521
	P2	8,82	Top	0,048211	0,007633
	P1	4,32	Top	0,02749	0,004439
	PB	0	Top	0,010081	0,001696
	Story1	-0,3	Top	0,010081	0,001696
	Base	-4,32	Top	0	0

Comentario: Con respecto a los valores de la tabla, se determina que, de acuerdo a la norma, la deriva máxima se encuentra en el último nivel y es de 0.123 m lo cual es mayor a lo permitido de 0.02 m.

Figura 37. Valores de derivas inelástica en X Sistema Empotrado de cimentación

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.12.2. DERIVACIÓN INELÁSTICA EN Y



Comentario: Curva deriva Inelástica en Y en Sistema Empotrado de cimentación

Figura 38. Curva Deriva inelástica en Y sistema empotrado de cimentación

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

E Story Response					
	Story	Elevation m	Location	X-Dir m	Y-Dir m
▶	P6	26,4	Top	0,034196	0,171347
	P5	21,78	Top	0,029549	0,148842
	P4	17,46	Top	0,024133	0,122681
	P3	13,14	Top	0,018471	0,094963
	P2	8,82	Top	0,012804	0,066644
	P1	4,32	Top	0,006785	0,037695
	PB	0	Top	0,002646	0,013463
	Story1	-0,3	Top	0,002646	0,013463
	Base	-4,32	Top	0	0

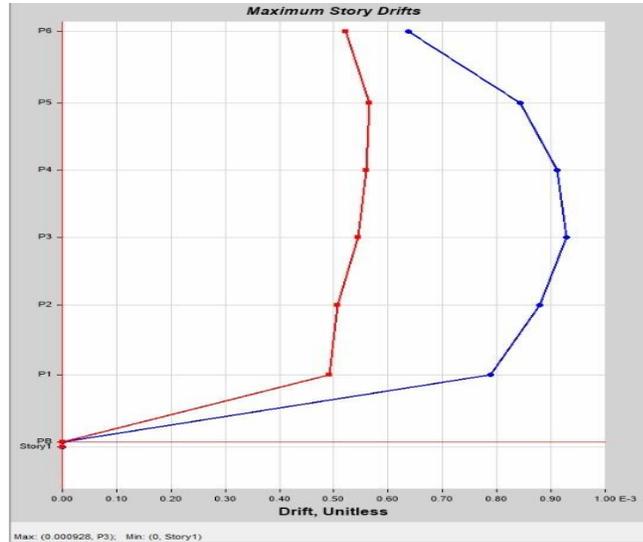
Comentario: se establece que, de acuerdo con la norma, la deriva máxima se sitúa en el último nivel y es de 0.171 m lo cual es mayor a lo autorizado de 0.02m.

Figura 39. Valores lora de derivas inelásticas en Y sistema empotrado de cimentación

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.13. Derivas de piso en sistemas con aislamiento sísmico

3.6.2.13.1. Deriva en inelástica en X



Comentario: Curva deriva Inelástica en X en Sistema con Aislador Sísmico

Figura 40. Curva deriva inelástica en X con aislamiento sísmico

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

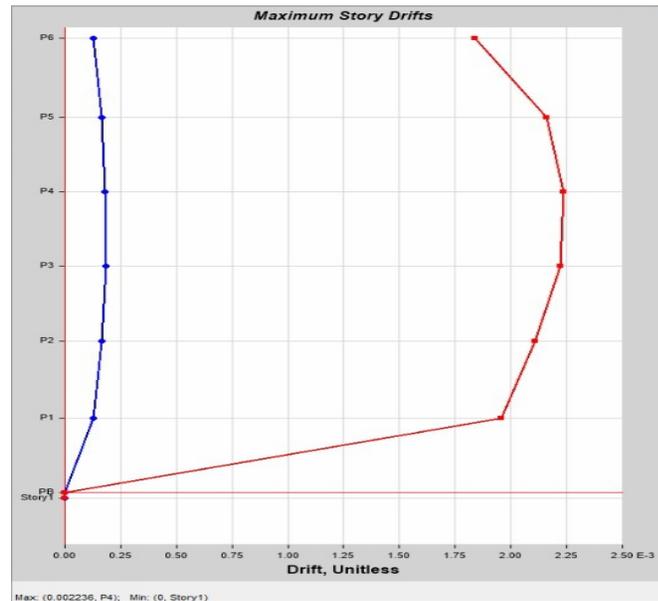
Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
P6	26.4	Top	0.000637	0.000522
P5	21.78	Top	0.000842	0.000566
P4	17.46	Top	0.000911	0.00056
P3	13.14	Top	0.000928	0.000545
P2	8.82	Top	0.000878	0.000506
P1	4.32	Top	0.000788	0.000491
PB	0	Top	0	0
Story1	-0.3	Top	0	0

Comentario: se estableció que, de acuerdo a la norma, la derivación máxima se encuentra en el nivel P3 y es de 0.00098m lo cual es menor al valor máximo permitido de 0.02m; a lo que se puede afirmar que si cumple.

Figura 41. Valores de derivas inelásticas en X con aislamiento sísmico

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.13.2. DERIVA EN INELÁSTICA EN Y



Comentario: Curva deriva Inelástica en Y en Sistema con Aislador Sísmico

Figura 42. Curva deriva inelástica en Y con asilamiento sísmico

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
P6	26.4	Top	0.000127	0.001836
P5	21.78	Top	0.000167	0.002162
P4	17.46	Top	0.000181	0.002236
P3	13.14	Top	0.000183	0.002221
P2	8.82	Top	0.000164	0.002109
P1	4.32	Top	0.000128	0.001957
PB	0	Top	0	0
Story1	-0.3	Top	0	0

Comentario: se estableció que, de acuerdo con la norma, la deriva máxima permitida se encuentra en el P4 y es de 0.002236 m lo cual es menor al valor máximo permitido de 0.02m. por lo que cumple con lo establecido.

Figura 43. Valores de derivas inelásticas en Y con asilamiento sísmico

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.14. PARTICIPACIÓN DE MASA MODAL

E Modal Participating Mass Ratios

File	Edit	Format-Filter-Sort	Select	Options		
Units: As Noted		Hidden Columns: Yes		Sort: None		
Filter: None						
Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	1.441	7.894E-06	0.425	7.894E-06	0.425
Modal	2	1.409	3.13E-06	0.308	1.102E-05	0.733
Modal	3	1.336	0.7333	1.115E-06	0.7333	0.733
Modal	4	0.491	0.0003	0.079	0.7336	0.812
Modal	5	0.483	0.0007	0.0524	0.7343	0.8644
Modal	6	0.461	0.1326	1.496E-05	0.8669	0.8644
Modal	7	0.253	0.0003	0.0299	0.8673	0.8944
Modal	8	0.251	0.0004	0.0308	0.8677	0.9252
Modal	9	0.242	0.059	3.99E-06	0.9267	0.9252
Modal	10	0.156	1.584E-05	0.0217	0.9267	0.9469
Modal	11	0.155	2.804E-05	0.0169	0.9267	0.9637
Modal	12	0.15	0.0373	0	0.964	0.9637
Modal	13	0.104	4.062E-05	0.0049	0.9641	0.9686
Modal	14	0.103	0.0001	0.0146	0.9642	0.9833
Modal	15	0.101	0.0194	3.895E-05	0.9836	0.9833
Modal	16	0.075	0.0001	0.0004	0.9837	0.9837
Modal	17	0.074	0.0001	0.009	0.9838	0.9927
Modal	18	0.073	0.0099	0.0001	0.9937	0.9928
Modal	19	0.071	0.0001	0.001	0.9937	0.9937
Modal	20	0.06	2.867E-05	2.457E-05	0.9938	0.9938
Modal	21	0.057	0.0012	0.0001	0.9949	0.9938
Modal	22	0.057	0.0001	0.005	0.995	0.9989
Modal	23	0.056	0.0004	1.02E-05	0.9954	0.9989
Modal	24	0.056	0.0045	0	0.9999	0.9989
Modal	25	0.055	0.0001	0.0011	0.9999	0.9999

Comentario: se aprecia en la tabla que hasta el modo 9 ya cumple el análisis dinámico, participando el 90% de la masa en las casillas de SUM UX, SUM UX

Figura 44. Valores para el periodo de vibración y participación de masa modal

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15. Planos

3.6.2.15.1. Vista De Planta De Vigas De Cimentación

En la (Figura 45) se puede observar la planta de cimentación de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 1) una vista completa del plano mencionado.

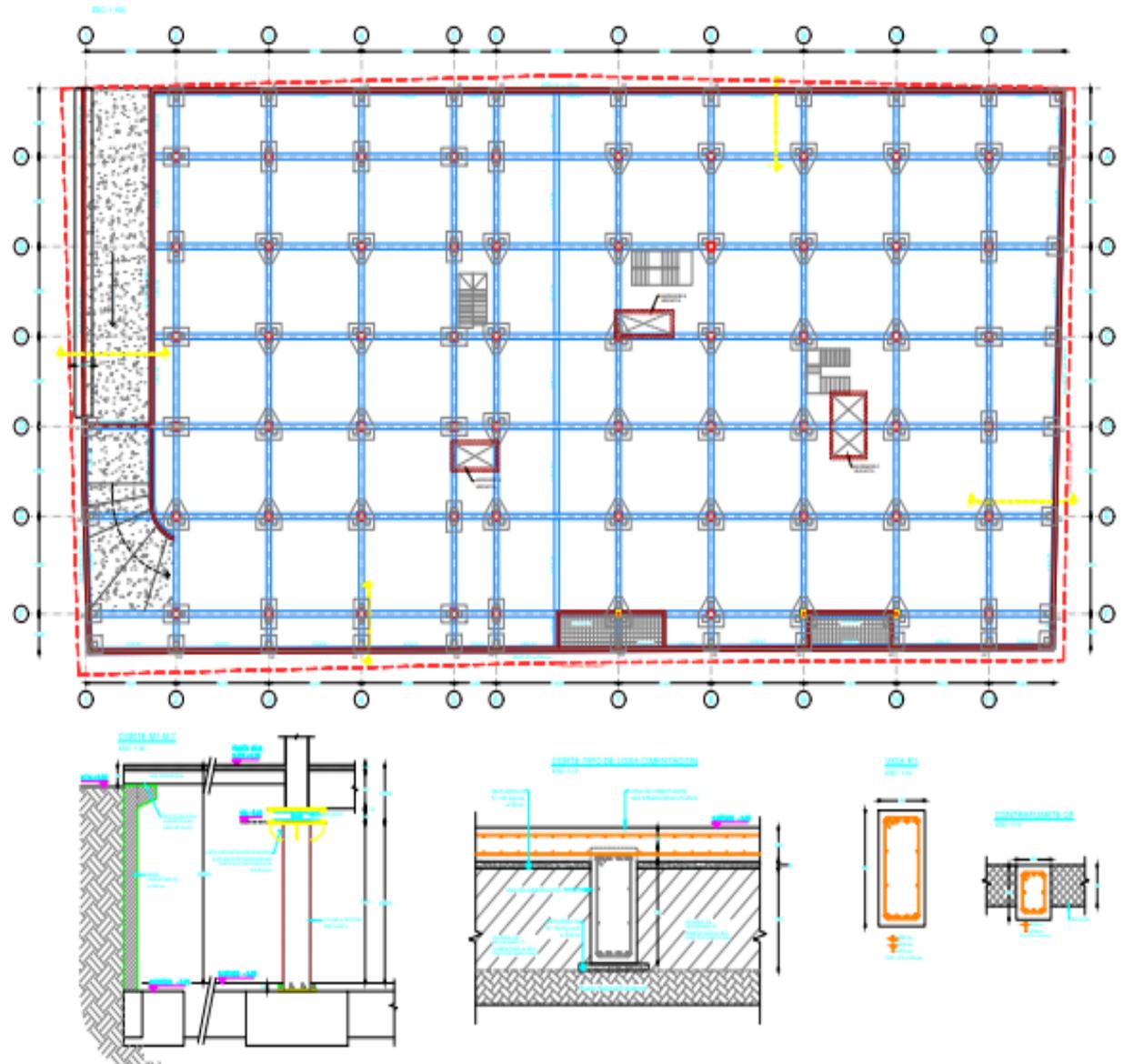


Figura 45. Planta de vigas de cimentación

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.2. Planta Losa De Cimentación

En la (Figura 46) se puede observar la planta losa de cimentación de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 2) una vista completa del plano mencionado.

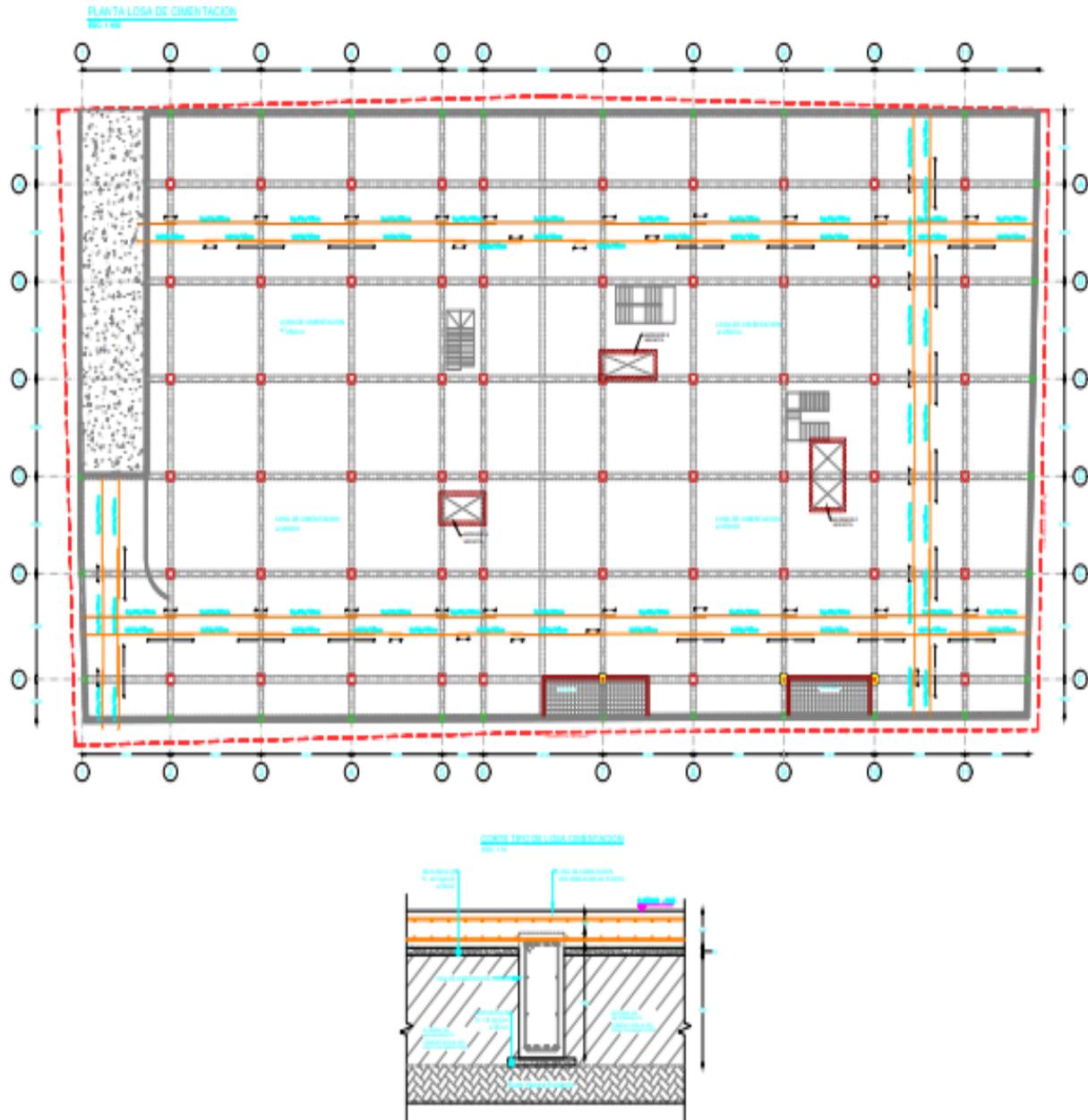


Figura 46. Planta losa de cimentación
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.3. Planta De Columnas Y Aisladores

En la (Figura 47) se puede observar la planta de columnas y aisladores de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 3) una vista completa del plano mencionado.

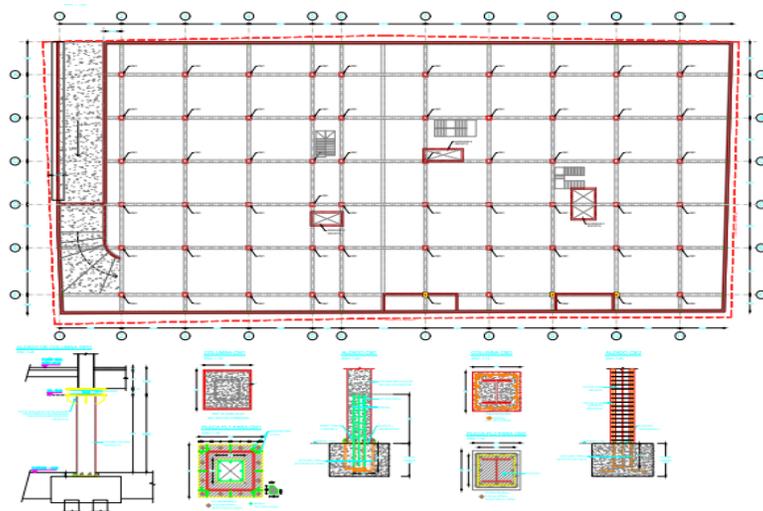


Figura 47. Planta de columnas y aisladores

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.4. Detalles De Muros Y Rampas

En la (Figura 48) se evidencian los detalles de muros y rampas de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 4) una vista completa del plano mencionado.

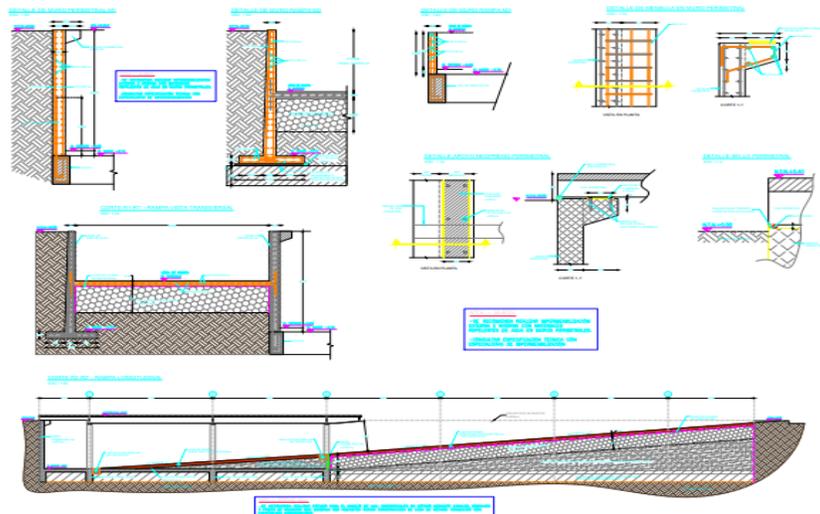


Figura 48. Detalles de muros y rampas

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.5. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor

En la (Figura 49) se evidencian los detalles de cisternas y foso de ascensor de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 5) una vista completa del plano mencionado.

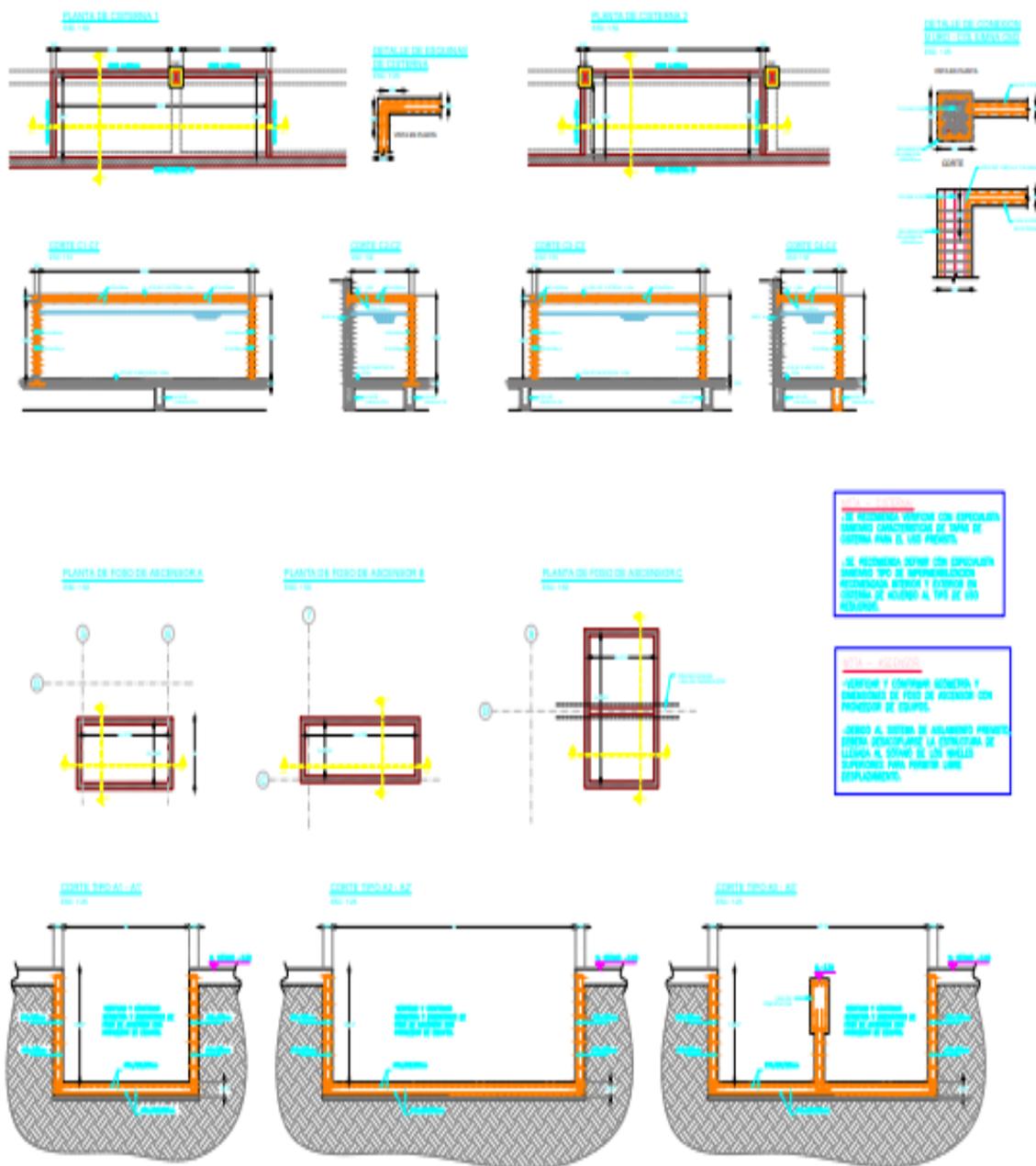


Figura 49. Detalles de cisternas y foso de ascensor

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.6. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor

En la (Figura 50) se evidencian los detalles de cisternas y foso de ascensor de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 6) una vista completa del plano mencionado.

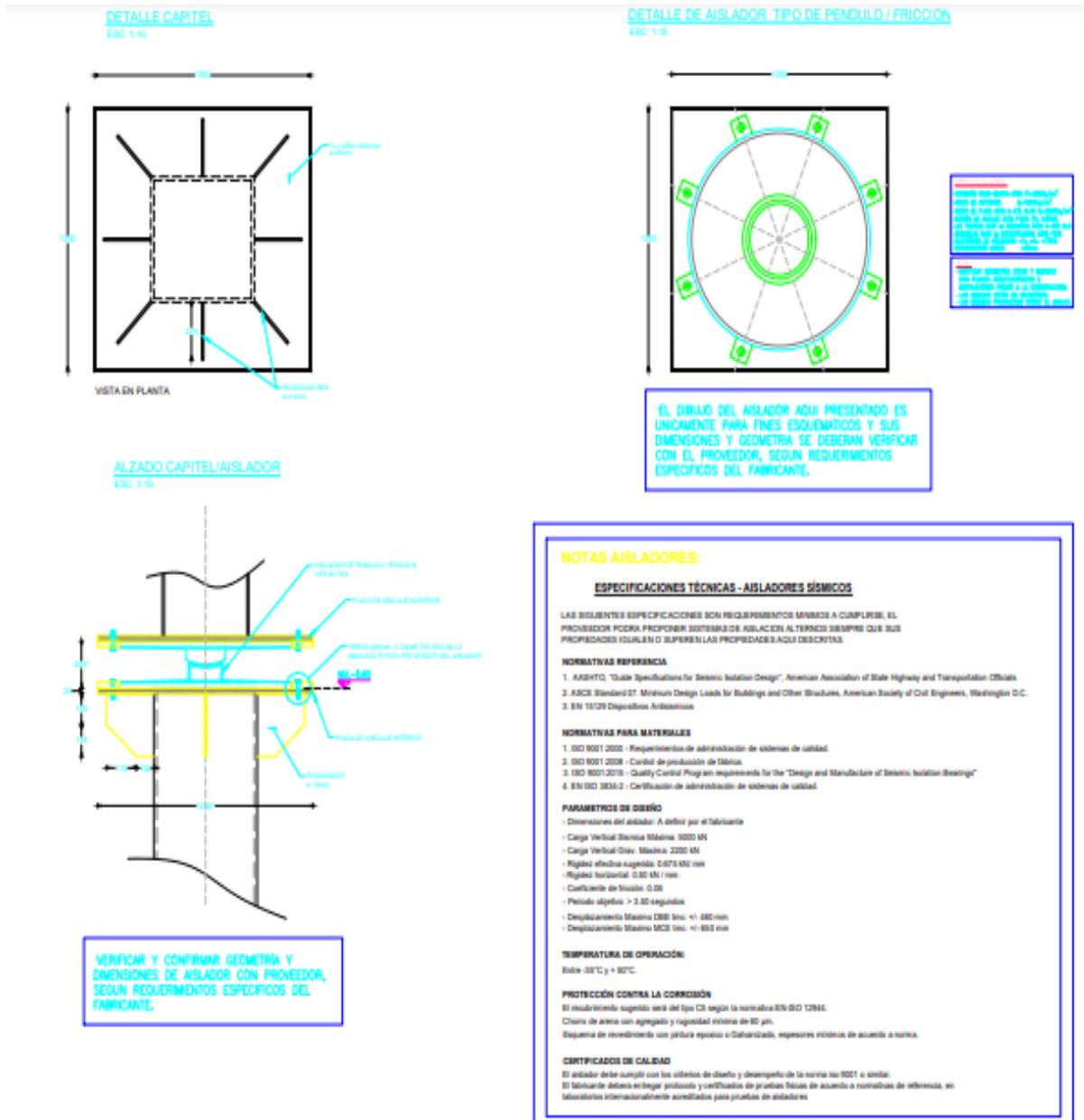


Figura 50. Detalles de cisternas y foso de ascensor

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.7. Losa De Planta Baja

En la (Figura 51) se evidencia el plano de la losa de planta baja de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 7) una vista completa del plano mencionado.

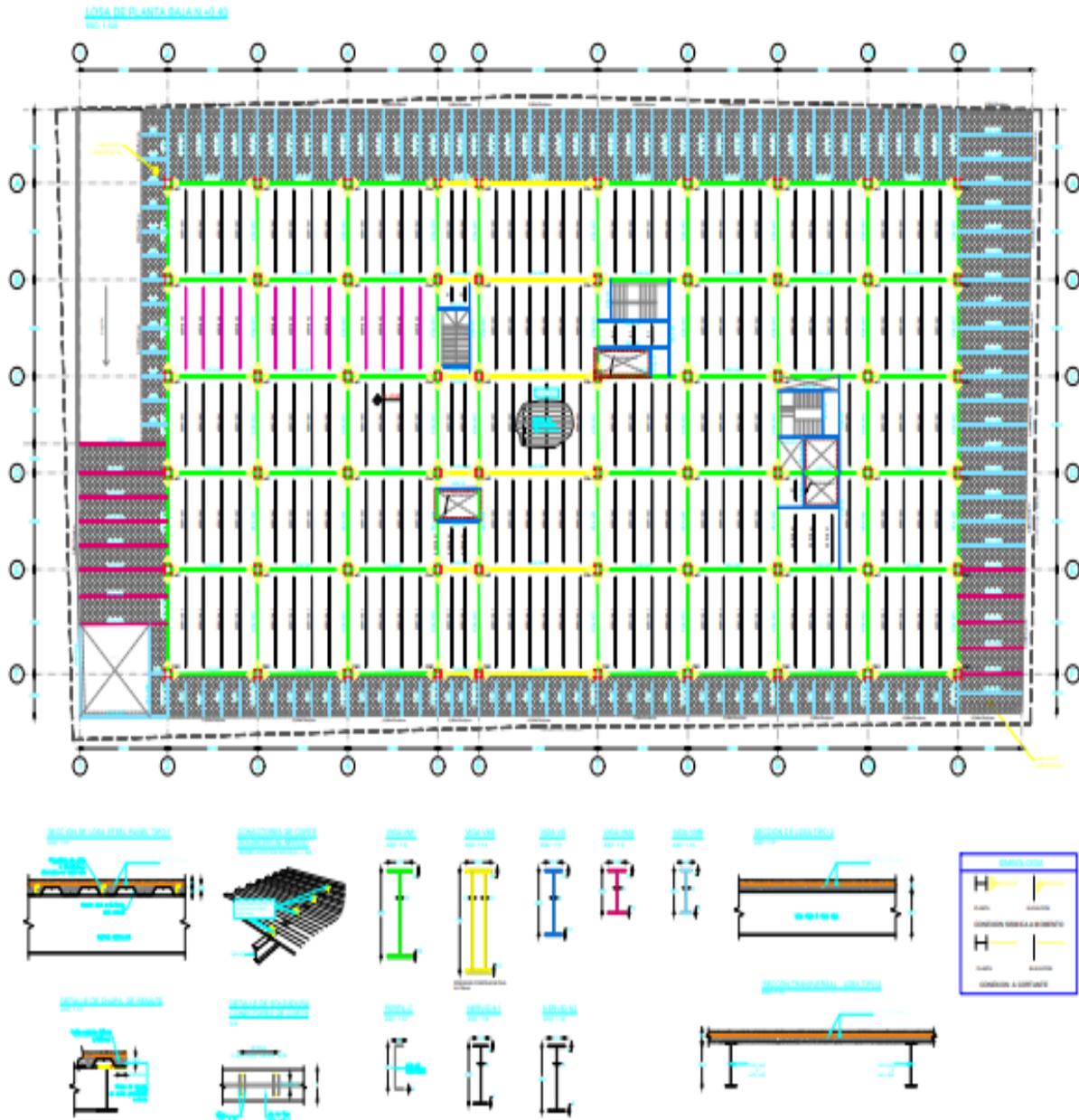


Figura 51. Losa de planta baja
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.8. Losa De Primera Planta Alta

En la (Figura 52) se evidencia el plano de la losa de primera planta alta de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 8) una vista completa del plano mencionado.

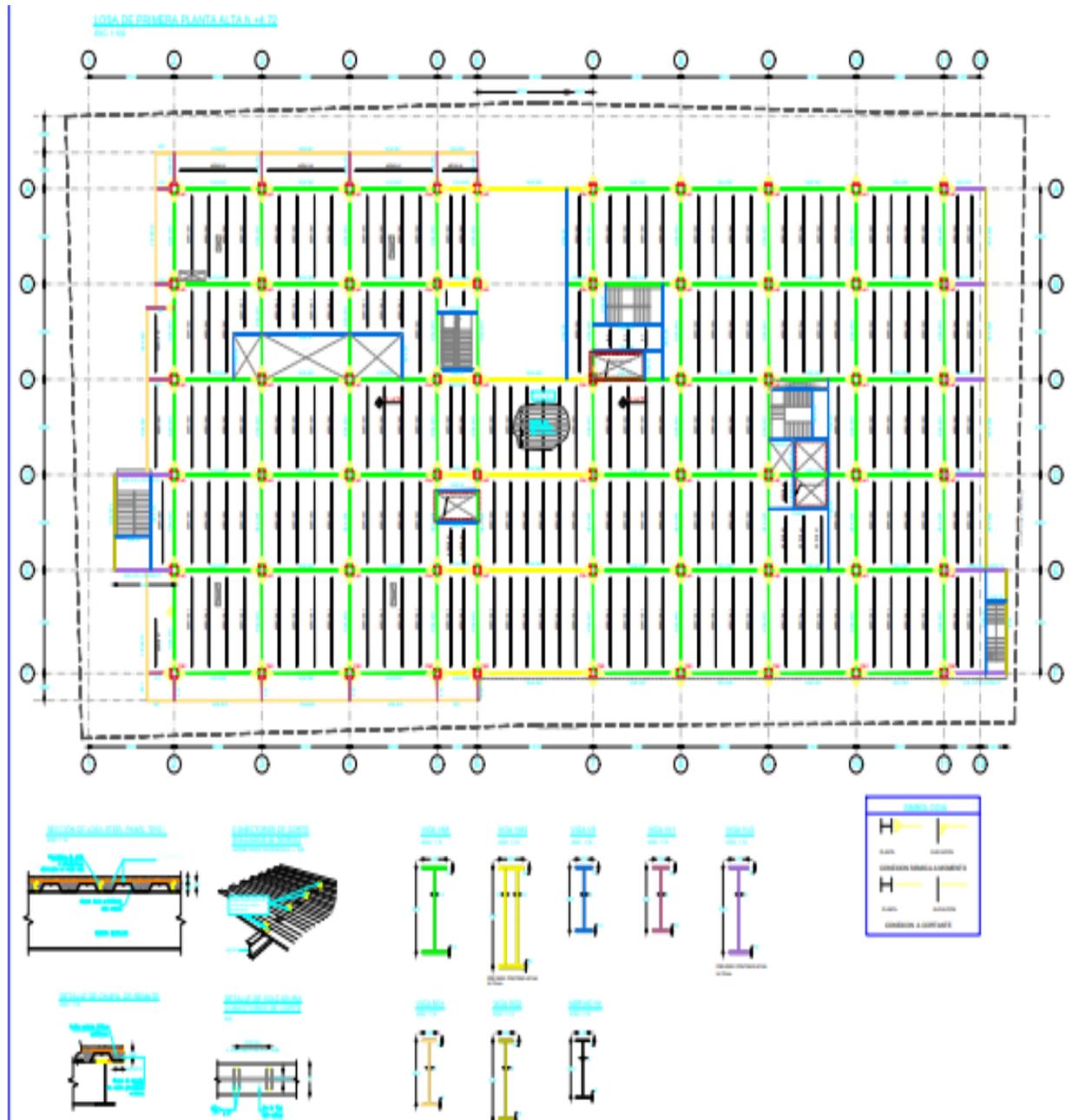


Figura 52. Losa de primera planta alta
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.9. Losa De Segunda Planta Alta

En la (Figura 53) se muestra la losa de segunda planta alta de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 9) una vista completa del plano mencionado.

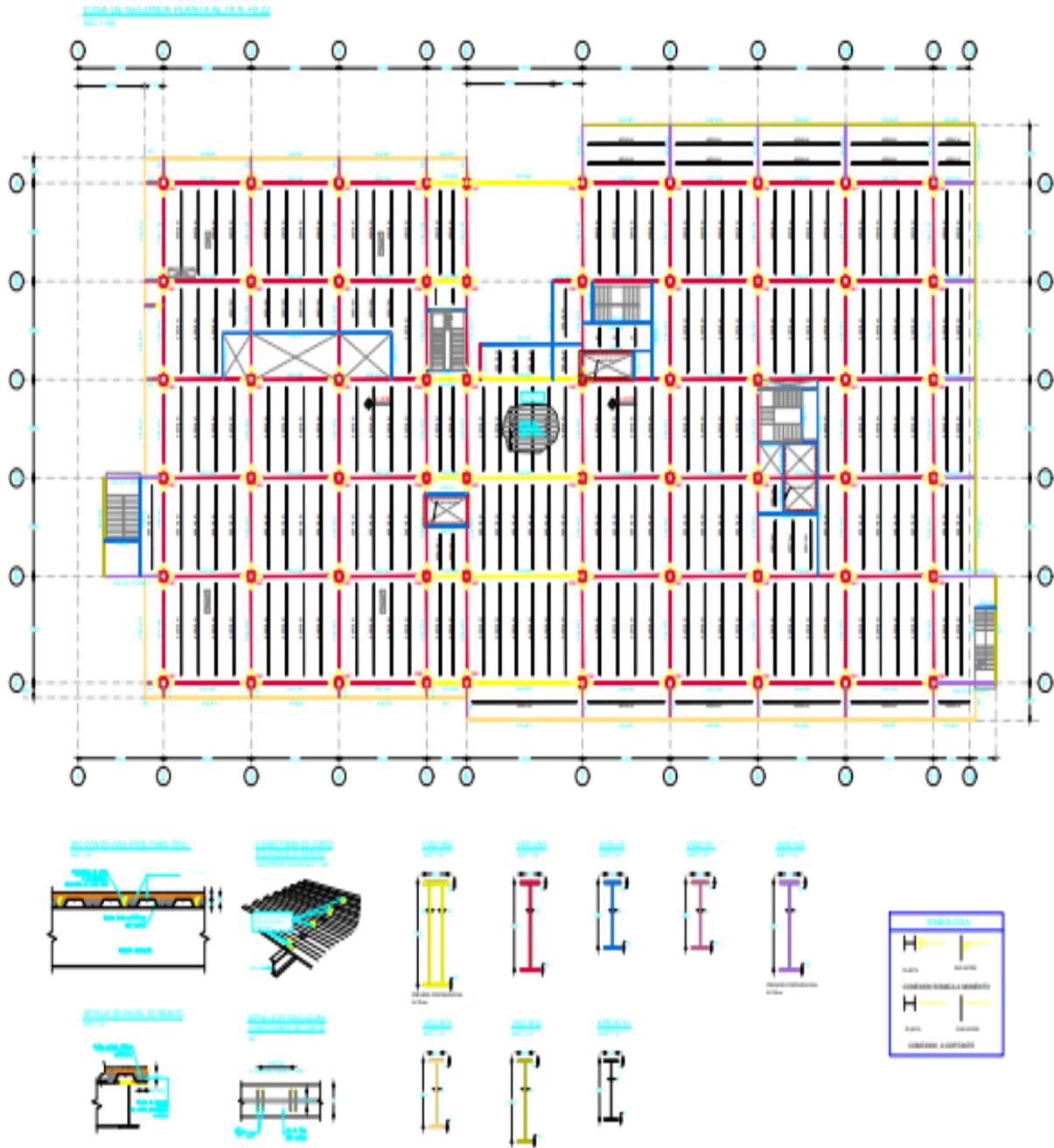


Figura 53. Losa de segunda planta alta
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.10. Losa De Tercera Planta Alta

En la (Figura 54) se muestra la losa de tercera planta alta de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 10) una vista completa del plano mencionado.

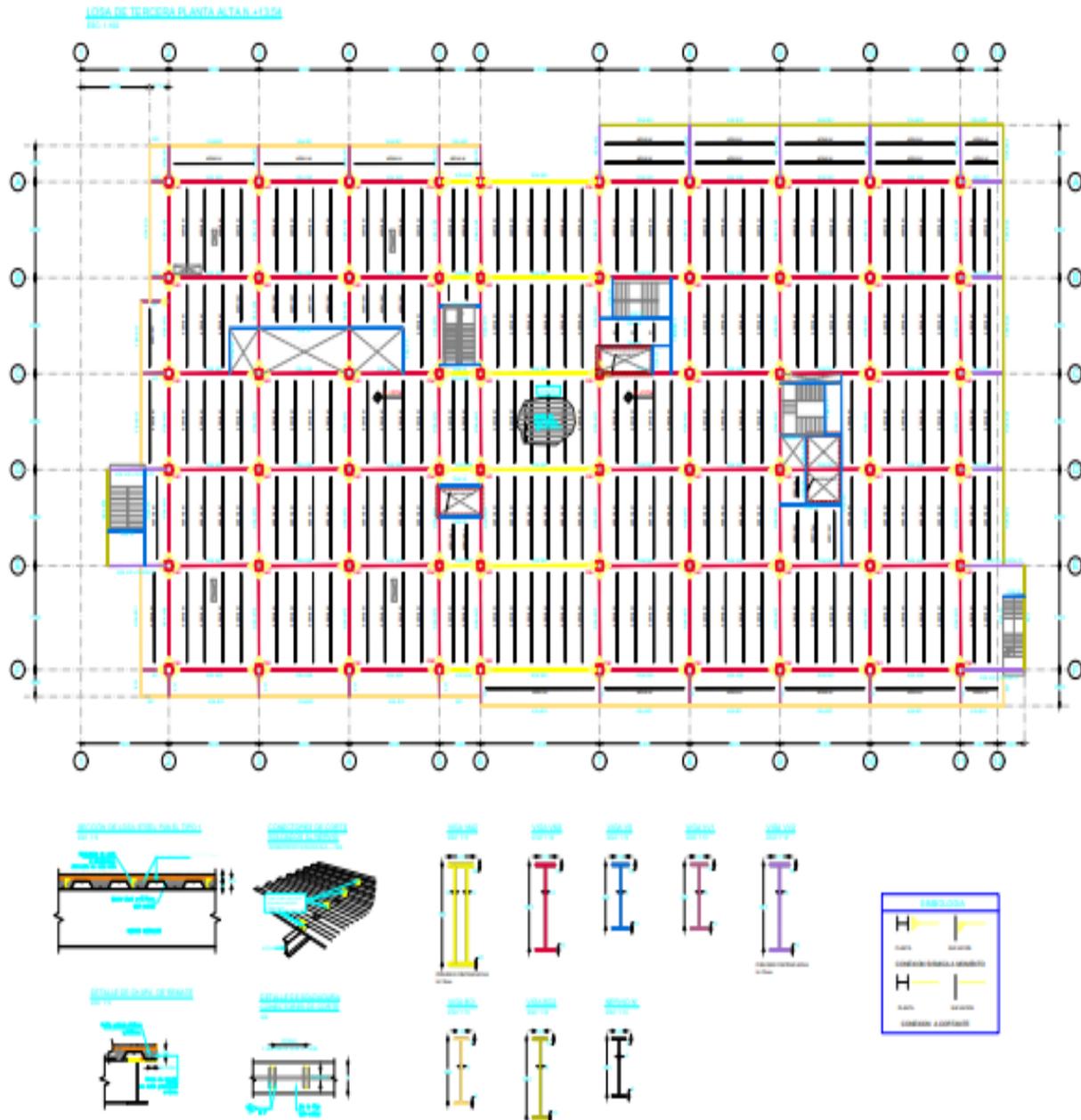


Figura 54. Losa de tercera planta alta
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.12. Losa De Quinta Planta Alta

En la (Figura 56) se muestra la losa de quinta planta alta de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 12) una vista completa del plano mencionado.

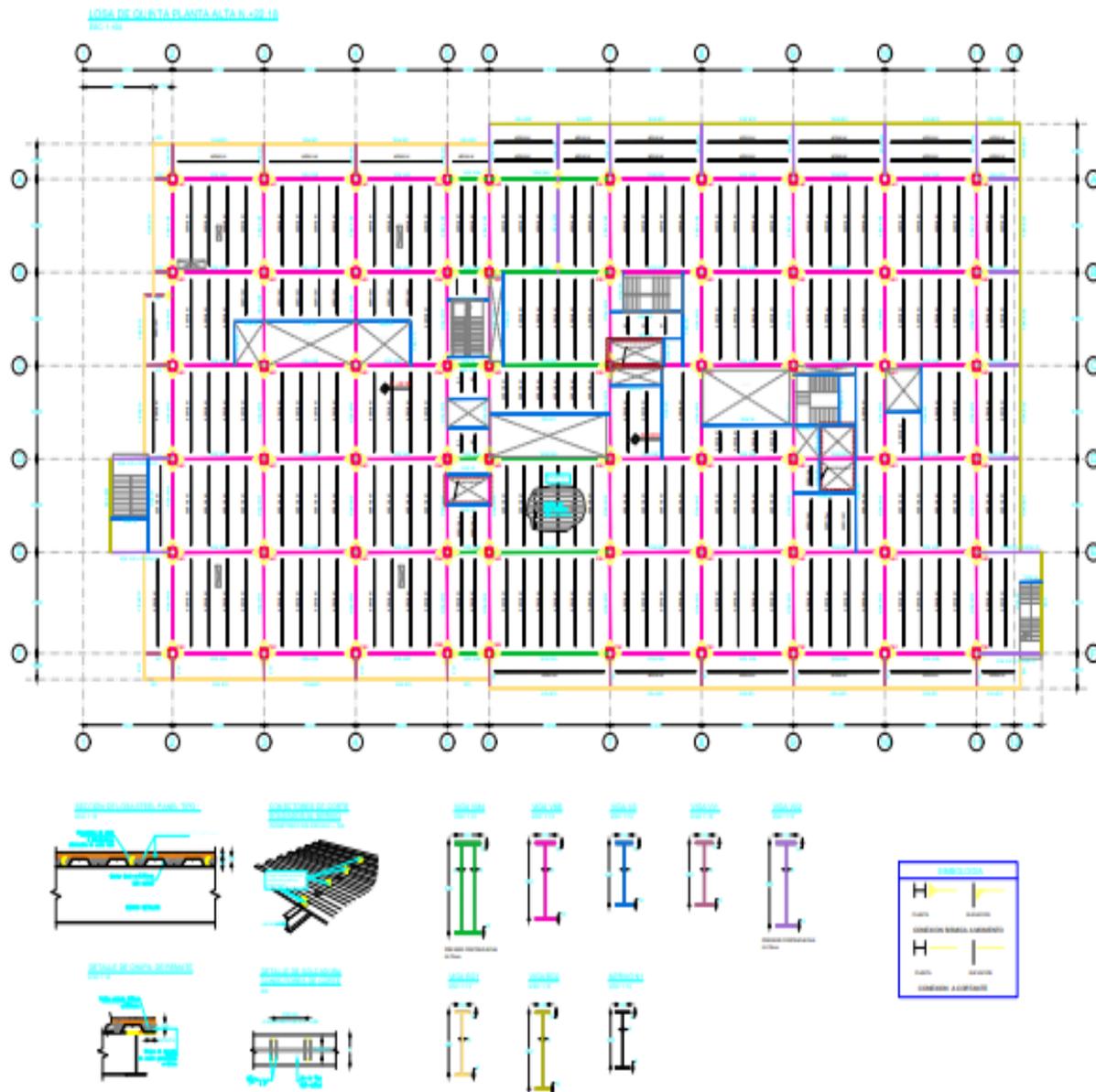


Figura 56. Losa de quinta planta alta
Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.13. Losa De Cubierta

En la (Figura 57) se muestra la losa de cubierta de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 13) una vista completa del plano mencionado.

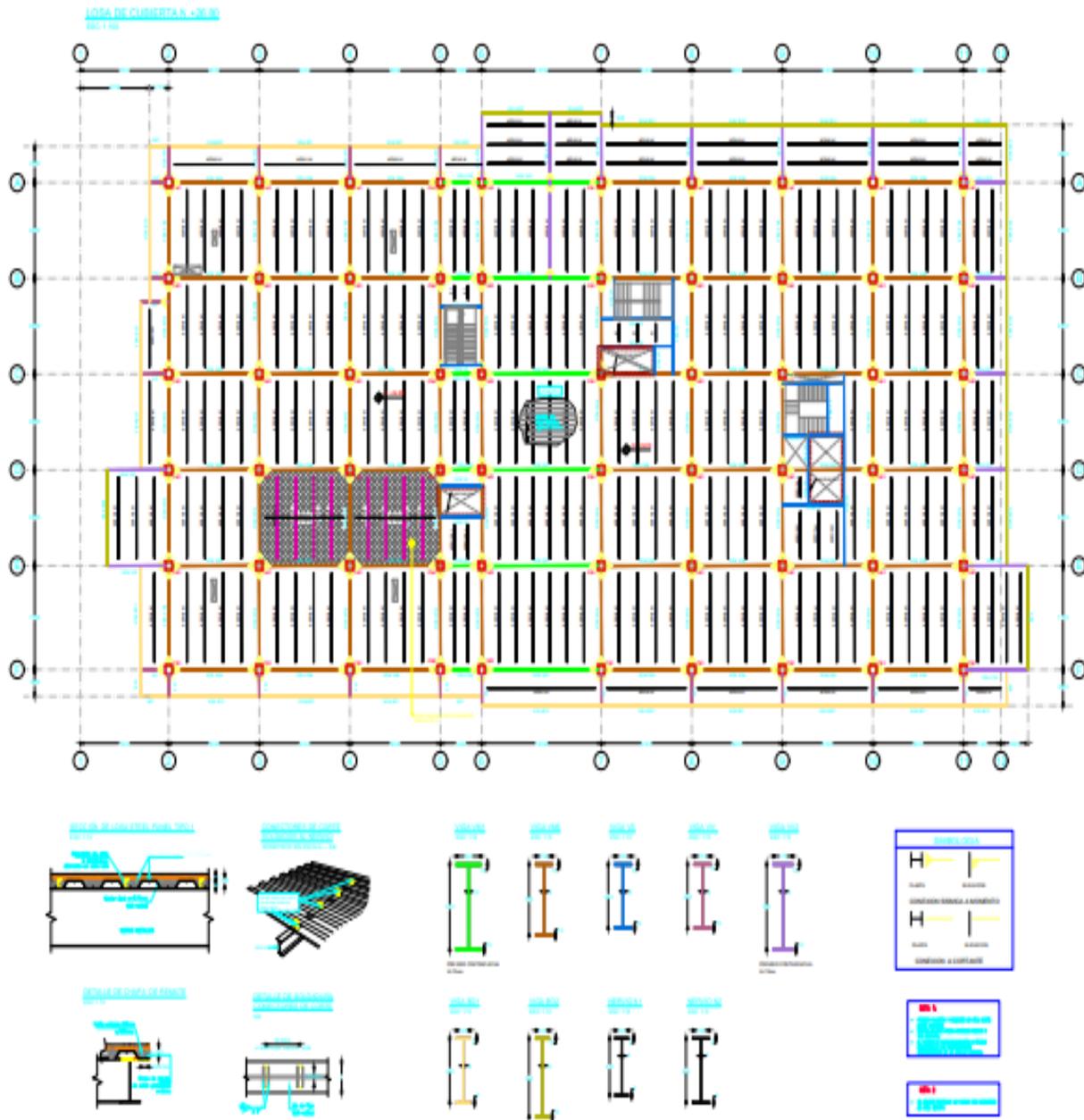


Figura 57. Losa de cubierta

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.14. Losas De Sobrecubiertas

En la (Figura 58) se muestra la losa de sobrecubiertas de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 14) una vista completa del plano mencionado.

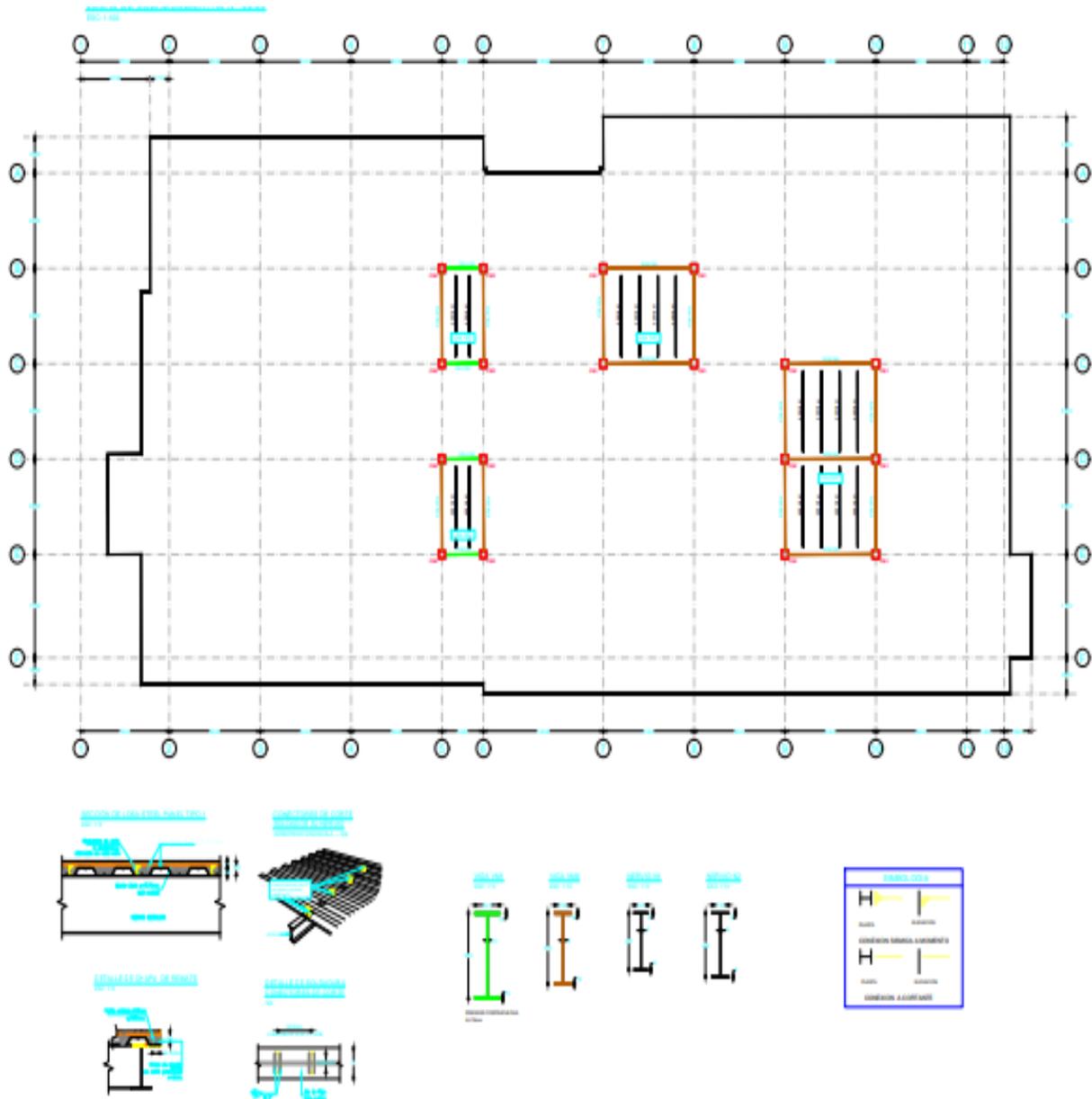


Figura 58. Losa de sobrecubiertas

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.15. Detalles De Columnas Y Refuerzos

En la (Figura 59) se muestran los detalles de columnas y refuerzos de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 15) una vista completa del plano mencionado.

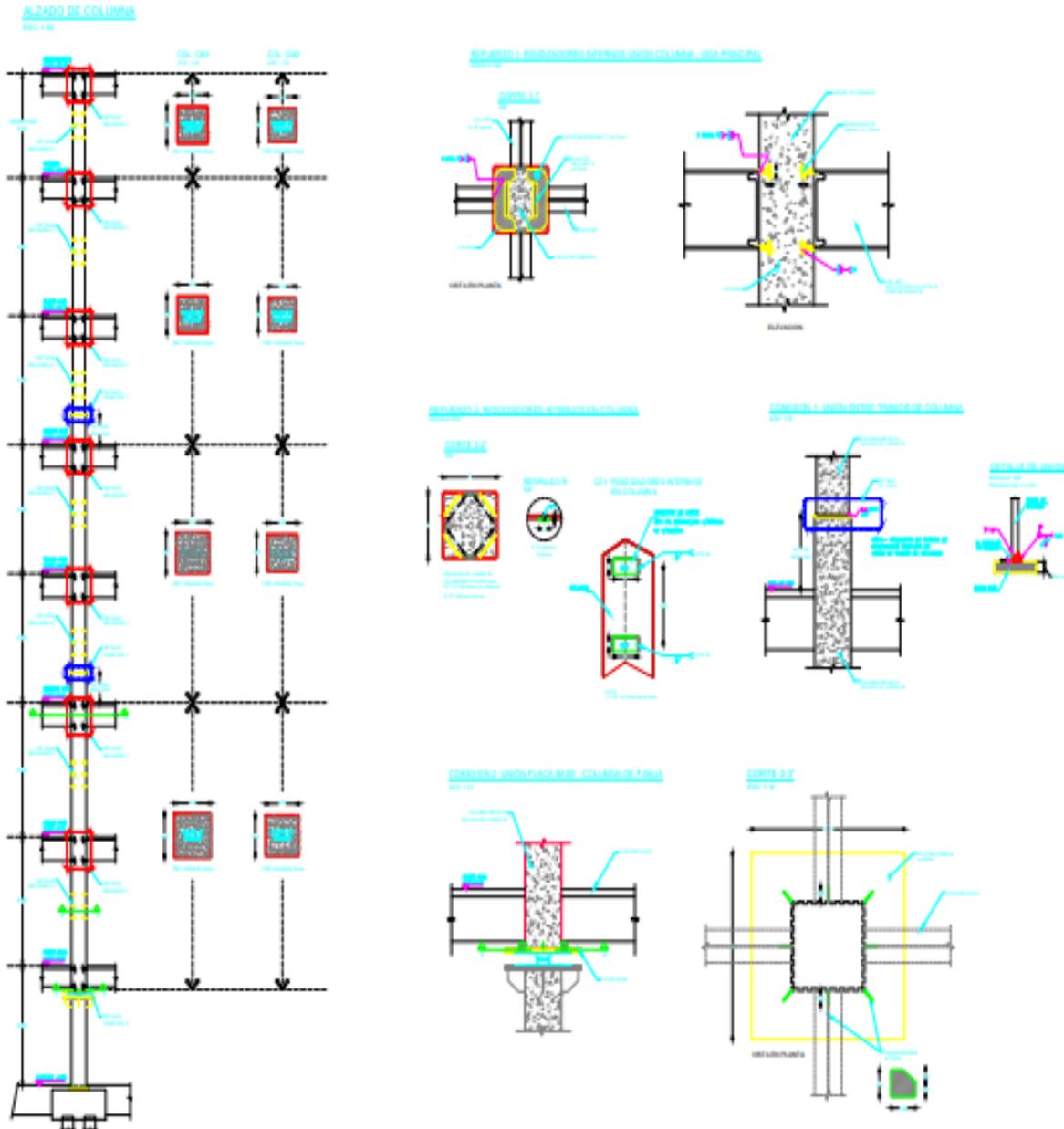


Figura 59. Detalles de columnas y refuerzos

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

3.6.2.15.16. ESCALERAS Y DETALLES

En la (Figura 60) se muestra el plano de las escaleras y detalles de una edificación de 7 niveles, se proporciona en el (Anexo 16) una vista completa del plano mencionado.

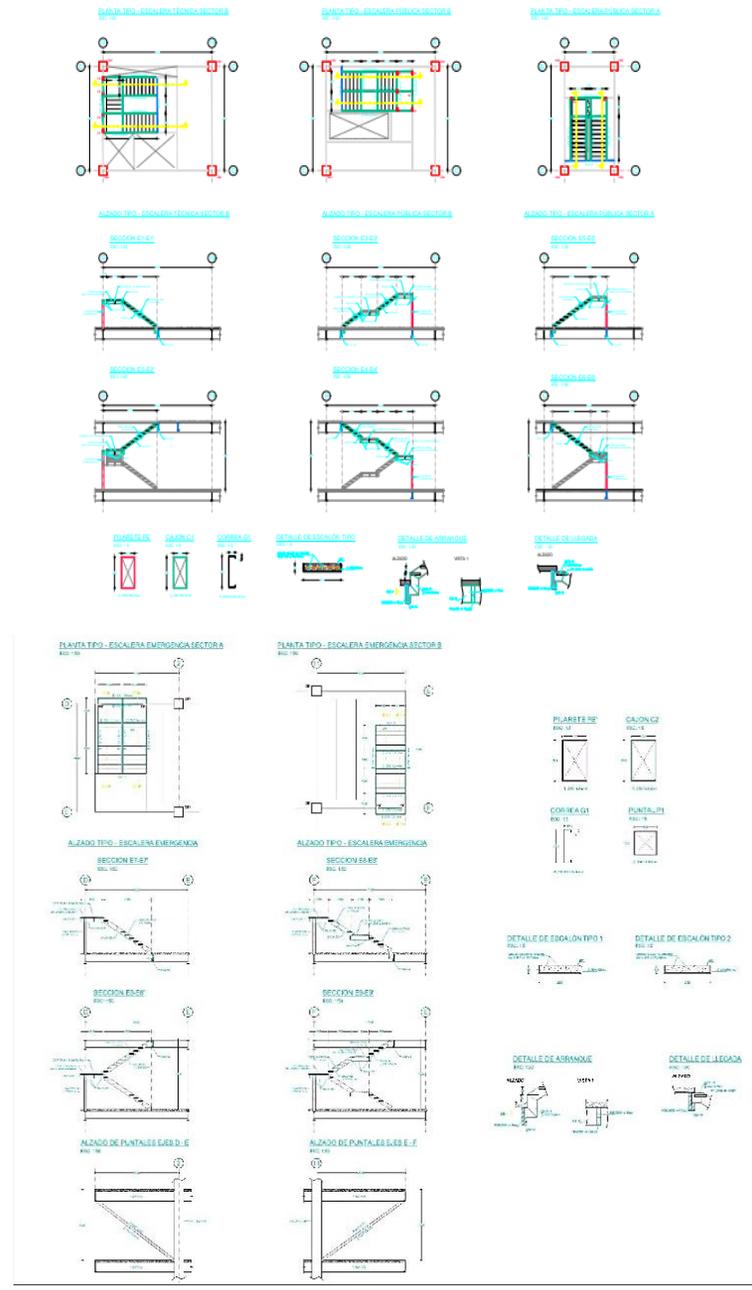


Figura 60. Planos de escaleras y detalles

Elaborado por: Garzón & Moreno (2022)

4. Conclusiones

- Se concluye que el aislador sísmico como disipador de energía, reduce la demanda sísmica en la cimentación y limita la ubicación de daños puntales a elementos de la estructura de 7 niveles. Considerando este como un aumento en la rigidez de la estructura lo cual llega a ser beneficioso.
- En conclusión, con la finalidad de minimizar los daños estructurales de una edificación ante un evento sísmico, se describe los sistemas de aislamientos sísmicos, los cuales son diversos y con tecnología avanzada. Dentro de la variedad de aisladores, en la actualidad de acuerdo a la investigación se concluye que dentro de las estructuras que más los utilizan son puentes y edificios.
- Se concluye que las características y las propiedades de los aisladores sísmicos que se utilizaron dentro de la cimentación de un edificio de 7 niveles tienen muy buenas propiedades de deformación horizontales y con resistencia a tipos de cargas verticales.
- En conclusión, es importante el uso de aisladores sísmicos en cimentación de una edificación de 7 niveles, ya que con la sola reducción del número de víctimas y daños ante sismos determina un elevado nivel de seguridad en los ocupantes de la edificación.
- Se concluye que de acuerdo al análisis efectuado el sistema funciona correctamente y cumple las normas con el sistema de aislamiento a diferencia que con el sistema empotrado el cual no cumple con dichas normas.

5. Recomendaciones

- Se recomienda tener un amplio concepto de los diferentes tipos de aisladores ya que de esto depende el sistema apropiado que se va a utilizar en el desarrollo de estudio de una edificación. Conocer la ventaja y desventaja que desprenden de su uso los cuales ya han sido determinados.
- Mantener las condiciones y requisitos establecidos en las normas, con la finalidad de que, al realizar el análisis cumpla con los estándares de seguridad requeridos y esperados.
- Se recomienda el uso de aisladores sísmicos en cimentaciones de edificaciones en general, ya que reduce daños y salvaguardan la vida de las personas ante sismos, logrando así, un nivel de seguridad alto en los ocupantes de la edificación.
- Finalmente, se debe implementar sistemas de aislación en las estructuras esenciales, ya que con este sistema es probable que la edificación tenga una funcionalidad del 100% lo cual es indispensable en situaciones críticas de sismo para este tipo de estructuras.

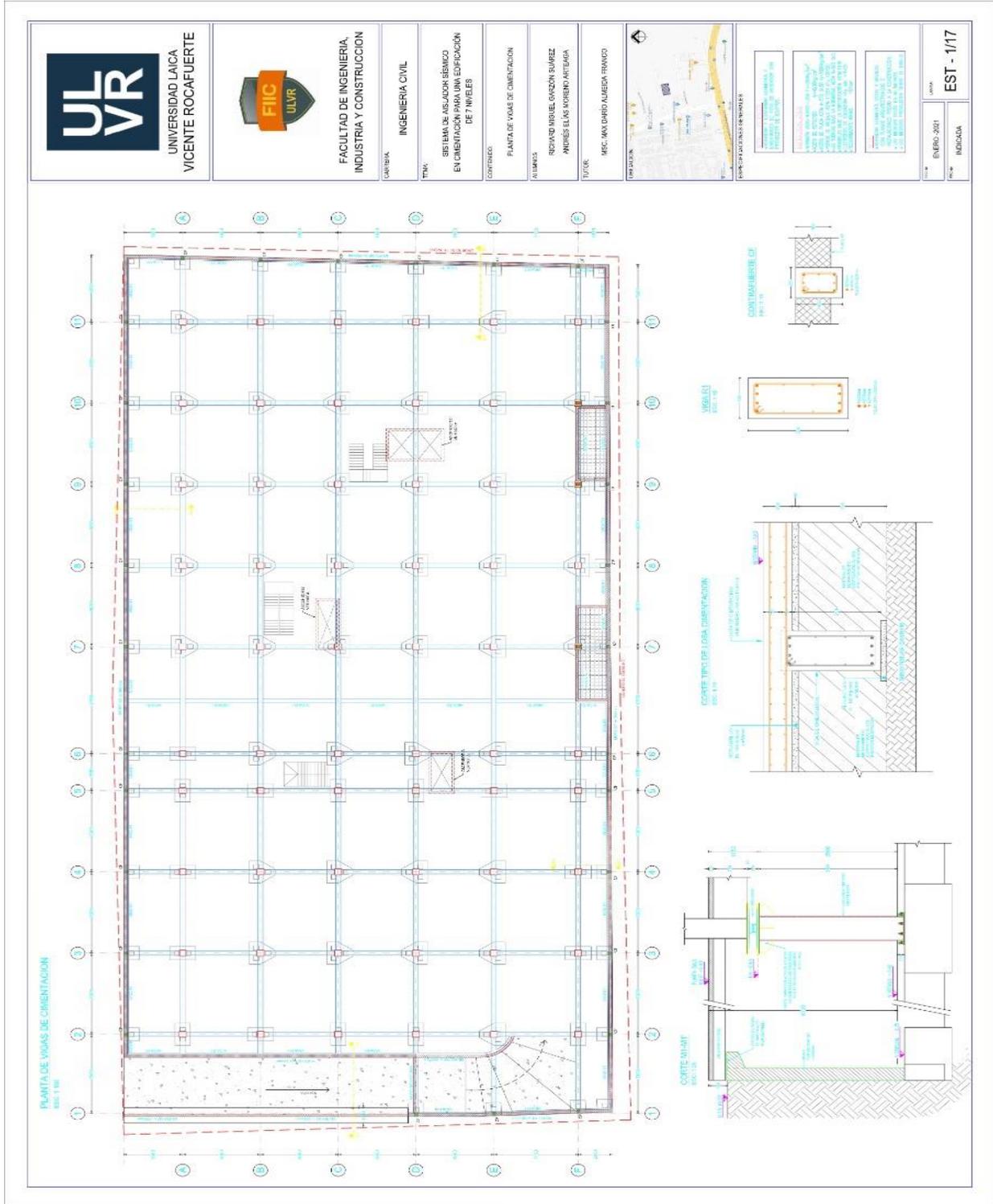
Bibliografía

- Bermeo, Rea, & López. (2018). *Revista Universidad Ciencia y Tecnología*. Obtenido de Revista Universidad Ciencia y Tecnología:
<https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/183/240>
- Cury, K., Aguas, Y., & Martínez, A. (2017). *Revista Colombiana de ciencia animal*. Obtenido de Revista Colombiana de ciencia animal:
<https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/530/pdf>
- Martínez, & Poveda. (2015). *Repositorio Universidad de Colombia*. Obtenido de Repositorio Universidad de Colombia:
<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4248/Monografia%20Sistema%20para%20Adquines%20hipervinculada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE - INEN 3040. (2016). Obtenido de https://vipresa.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/nte_inen_3040.pdf
- Pilay, & Almeida. (2018). *Repositorio Universidad Laica Vicente Rocafuerte*. Obtenido de Repositorio Universidad Laica Vicente Rocafuerte:
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2507/1/T-ULVR-2303.pdf>
- Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida. (2017). *Secretaría Nacional de Planificación*. Obtenido de Secretaría Nacional de Planificación:
https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Decreto_Ejecutivo_N-4.pdf
- Prieto. (2014). *Repositorio Universidad de Cuenca*. Obtenido de Repositorio Universidad de Cuenca:
http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27646/1/Estoa5_6.pdf
- Salazar, S. T. (2015). *Repositorio Universidad de Piura*. Obtenido de Repositorio Universidad de Piura:
<https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2C%20Informe%20Final%2C%20Cemento%20y%20PI%2C%20Alstico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

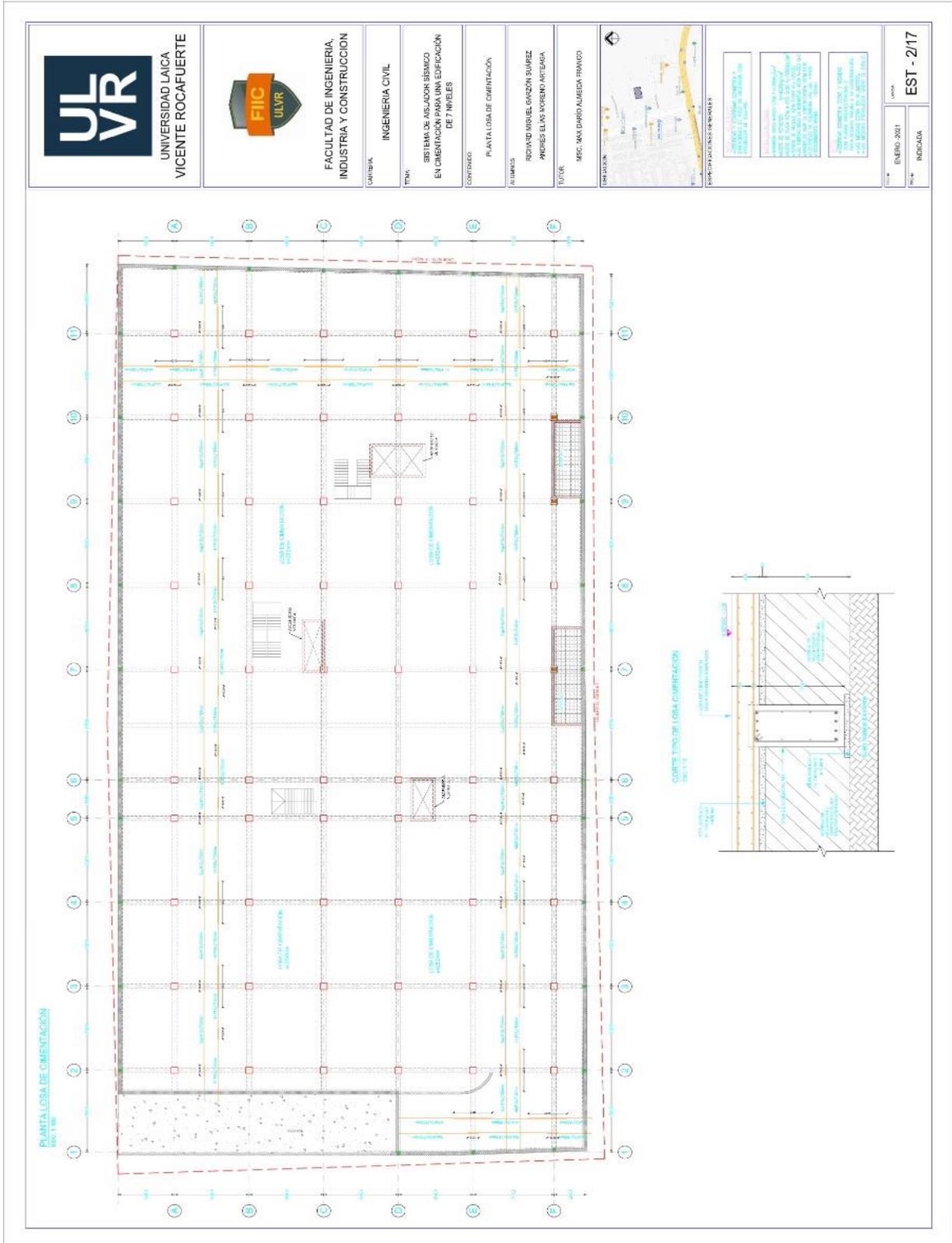
- Méndez. (2013). *Beneficios y Ventajas de los Sistemas de Protección Sísmica*. Obtenido del artículo de la conferencia de Costa Rica:
https://www.researchgate.net/publication/282413508_Beneficios_y_Ventajas_de_los_Sistemas_de_Proteccion_Sismica
- Ramos. (2018). *Análisis y diseño de una clínica haciendo uso de aisladores sísmicos en su base*. Obtenido del repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7184/ICrachad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos C. (2019). “ANÁLISIS SÍSMICO COMPARATIVO DE UN EDIFICIO DE MEDIANA ALTURA, CON BASE FIJA EMPOTRADA, Y CON AISLADORES SÍSMICO ELASTOMÉRICOS”. Obtenido del repositorio digital UNESUM:
<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2008/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2019-91.pdf>
- Auqui M. (2010). *ANÁLISIS DE AISLADORES SISMICOS ELASTOMÉRICOS CONSTRUIDOS EN EL ECUADOR*. Obtenido del repositorio de la Escuela Politécnica del Ejercito: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2614/1/T-ESPE-029822.pdf>
- Ministerio de Ambiente. (2014). *AM-191-Instructivo para reciclaje para celulares final*. Obtenido del Ministerio de Ambiente y Universidad Politécnica Salesiana:
https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/AM-191-Instructivo-para-reciclaje-para-celulares_final.pdf
- Roa Alvarado, R. O. & Vidal Sáenz, O. (2019). *Evaluación Técnico-Económica De Cimentaciones En Terreno Con Baja Capacidad Portante, Caso: Edificio Marañón De Huamachuco, La Perla, Callao 2019 [Trabajo de Fin de Grado, Universidad Ricardo Palma]*
<http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2629/PROYETO%20TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1>

Anexos

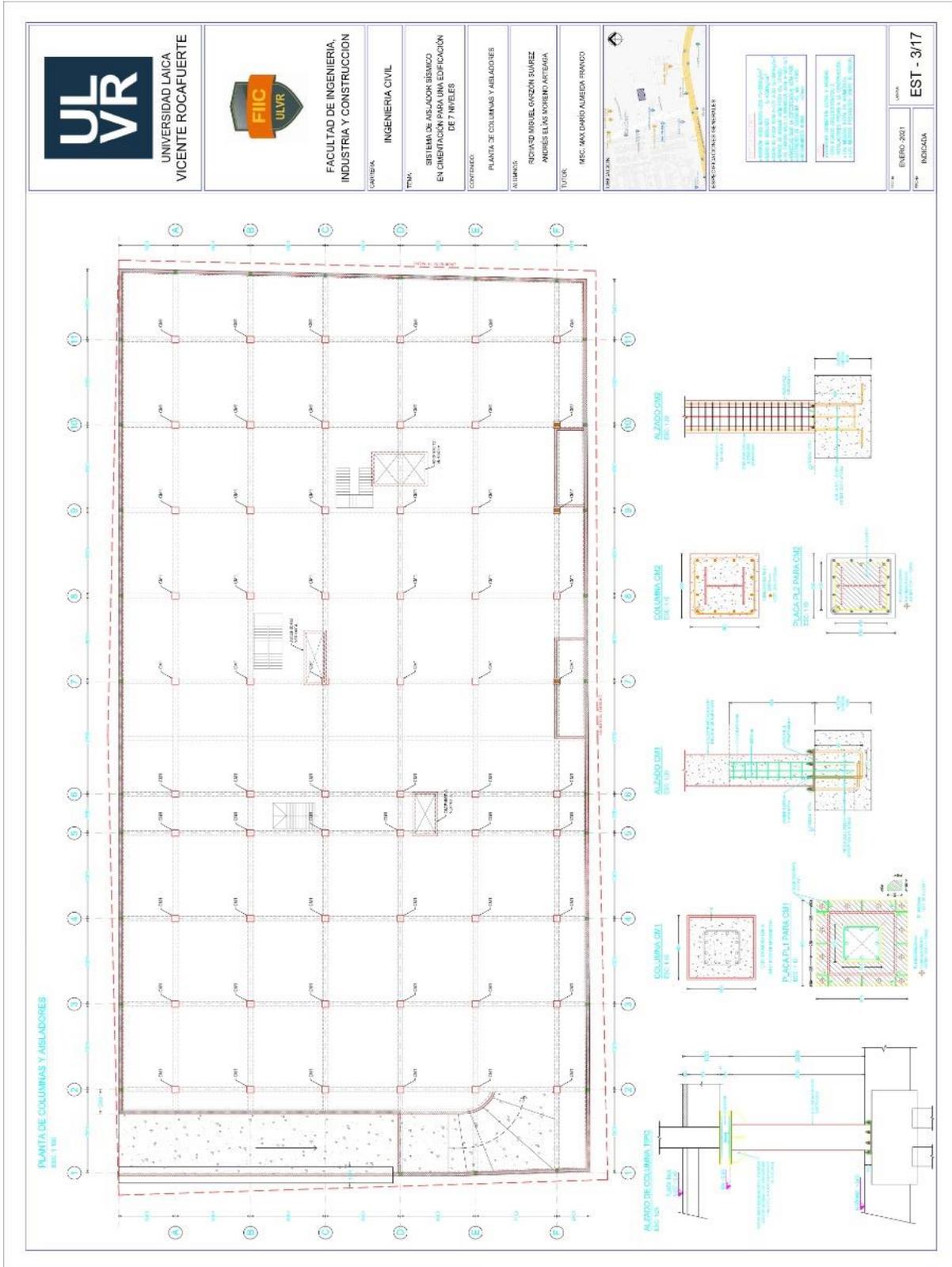
Anexo 1. Planta de vigas de cimentación



Anexo 2. Planta losa de cimentación



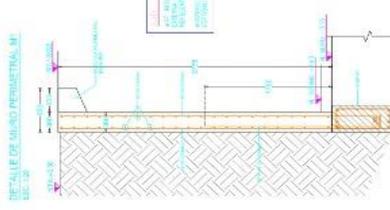
Anexo 3. Planta De Columnas Y Aisladores



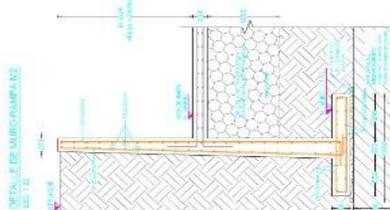
Anexo 4. Detalles De Muros Y Rampas

 <p>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE</p>		<p>FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION</p>	
<p>CARRERA: INGENIERIA CIVIL</p>			
<p>TITULO: SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO EN CIMENTACION PARA UNA EDIFICACION DE 7 NIVELES</p>			
<p>CONTENIDO: DETALLES DE MUROS Y RAMPAS</p>			
<p>ALUMNOS: RICHARDO MORENO OLIVIZON SUAREZ ANDRES ELIAS MORENO ARTEAGA</p>			
<p>TUTOR: MCC. MALDADO ALMEIDA FRANCO</p>			
			
			
<p>FECHA: ENERO 2021</p>		<p>LABOR: EST - 4/17</p>	
<p>PROYECTO: INDICADA</p>			

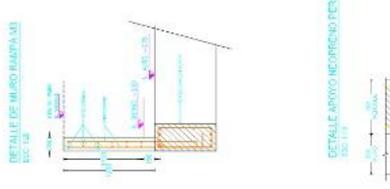
DETALLE DE MURO PERIMETRAL - M1
ESC. 1:20



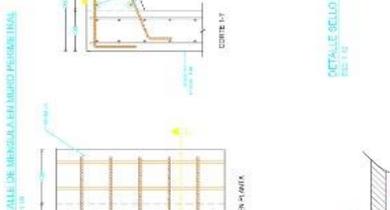
DETALLE DE MURO PERIMETRAL - M2
ESC. 1:20



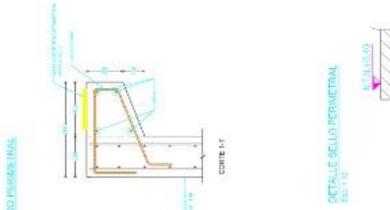
DETALLE DE MURO BARRIAL
ESC. 1:20



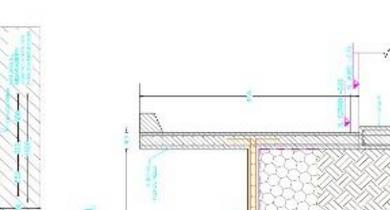
DETALLE DE MANGUERA A LA MURO PERIMETRAL
ESC. 1:20



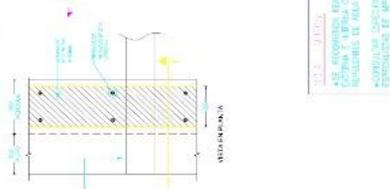
DETALLE DE MANGUERA A LA MURO PERIMETRAL
ESC. 1:20



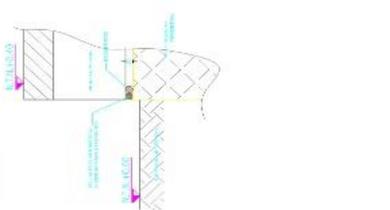
DETALLE DE MURO INTERIOR PERIMETRAL
ESC. 1:20



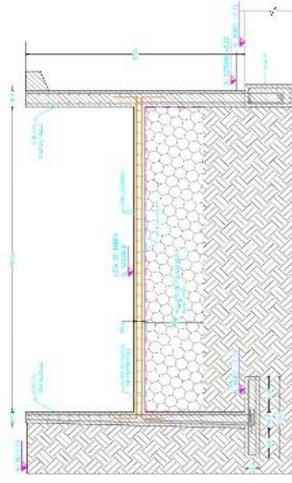
DETALLE DE MURO INTERIOR PERIMETRAL
ESC. 1:20



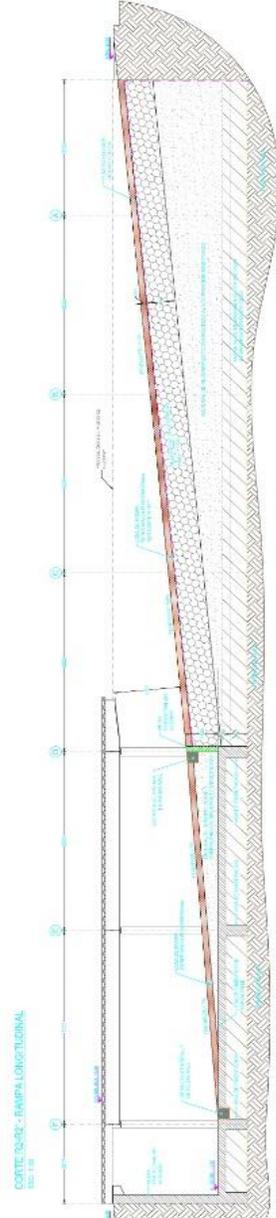
DETALLE DE MURO PERIMETRAL
ESC. 1:20



CORTE ALIAT - RAMPA VISTA TRANSVERSAL
ESC. 1:20



CORTE TDR - RAMPA LONGITUDINAL
ESC. 1:20



NOTAS:

- 1. SE ADOPTA LA CLASE DE CONCRETO C-20 PARA LOS MUROS Y C-25 PARA LAS RAMPAS.
- 2. SE ADOPTA LA CLASE DE ACERO E-40 PARA LAS ARMADURAS.
- 3. SE ADOPTA LA CLASE DE MORTARO M-4 PARA LOS MORTAJOS DE LOS MUROS Y RAMPAS.
- 4. SE ADOPTA LA CLASE DE MORTARO M-4 PARA LOS MORTAJOS DE LOS MUROS Y RAMPAS.
- 5. SE ADOPTA LA CLASE DE MORTARO M-4 PARA LOS MORTAJOS DE LOS MUROS Y RAMPAS.

Anexo 5. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor



Anexo 6. Detalles De Cisternas Y Foso De Ascensor



**UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE**



**FACULTAD DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCION**

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

TITULO:

**DESIGNO DE AISLACION SISMICA
EN OBRAS PARA UNA EDIFICACION
DE 7 NIVELES**

CONTENIDO:

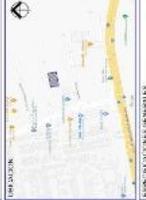
DETALLES DE CISTERNAS Y FOSO DE ASCENSOR

ALUMNO:

**RICARDO MIGUEL GONZALEZ SUAREZ
ANDRES ELIAS MORENO MATEAGA**

TUTOR:

MIG. MAX CARLO NUÑEZ RAMIRO



EMPLAZAMIENTO

PARTE DE LA CALLE DE SAN PEDRO 2



DETALLE DE AISLADOR TIPO DE PENDULO / FRICCION

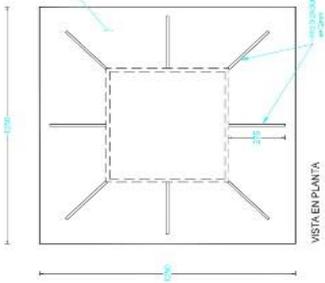
ESC: 1:10

FECHA: ENERO 2021

INDICADA

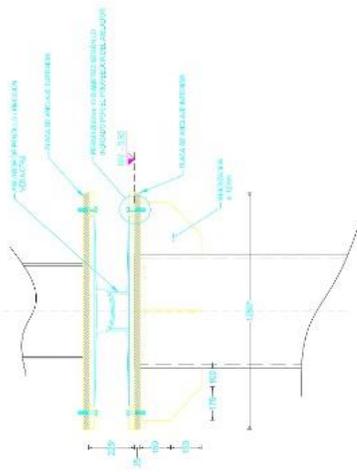
EST-6/17

DETALLE CAPITEL
ESC: 1:10



VISTA EN PUNTA

ALZADO CAPITEL/AISLADOR
ESC: 1:10



NOTAS AISLADORES

ESPECIFICACIONES TECNICAS - AISLADORES SISMICOS

LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES SON REQUERIMIENTOS MINIMOS A CUMPLIR. SE ELIGIRAN MATERIALES Y FABRICANTES QUE CUMPLAN CON LAS PROPIEDADES QUE SE ENSEÑEN EN LAS PROPIEDADES DESCRITAS.

NORMATIVAS REFERENCIA

1. ASHTO, "Guid Specifications for Seismic Isolation Design", American Association of State Highway and Transportation Officials.
2. ASCE, "Seismic Isolation Design Guide for Buildings and Other Structures", American Society of Civil Engineers, Washington D.C.
3. EN 192, "Elastomeric Pads".

NORMATIVAS PARA MATERIALES

1. ISO 2001:2000 - Rubber-tiles for administration of systems of cables.
2. ISO 2001:2005 - Control de producción de látex.
3. ISO 2001:2005 - Quality control program requirements for abs.
4. EN ISO 2004:2 - Control de calidad de los sistemas de cables.

PARAMETROS DE DISEÑO

- Dimensiones del aislador: A=1000 por el horizontal
- Espesor del aislador: 10 mm
- Clase de Material: Clase: Neoprene 2000 (M)
- Rigidez efectiva horizontal: 16,672 kN/mm
- Rigidez horizontal: 0,500 kN/mm²
- Densidad de Neoprene: 1,18
- Temperatura de Neoprene: 10°C
- Desplazamiento Máximo DDE: 100 mm
- Desplazamiento Máximo DCE: 100 mm

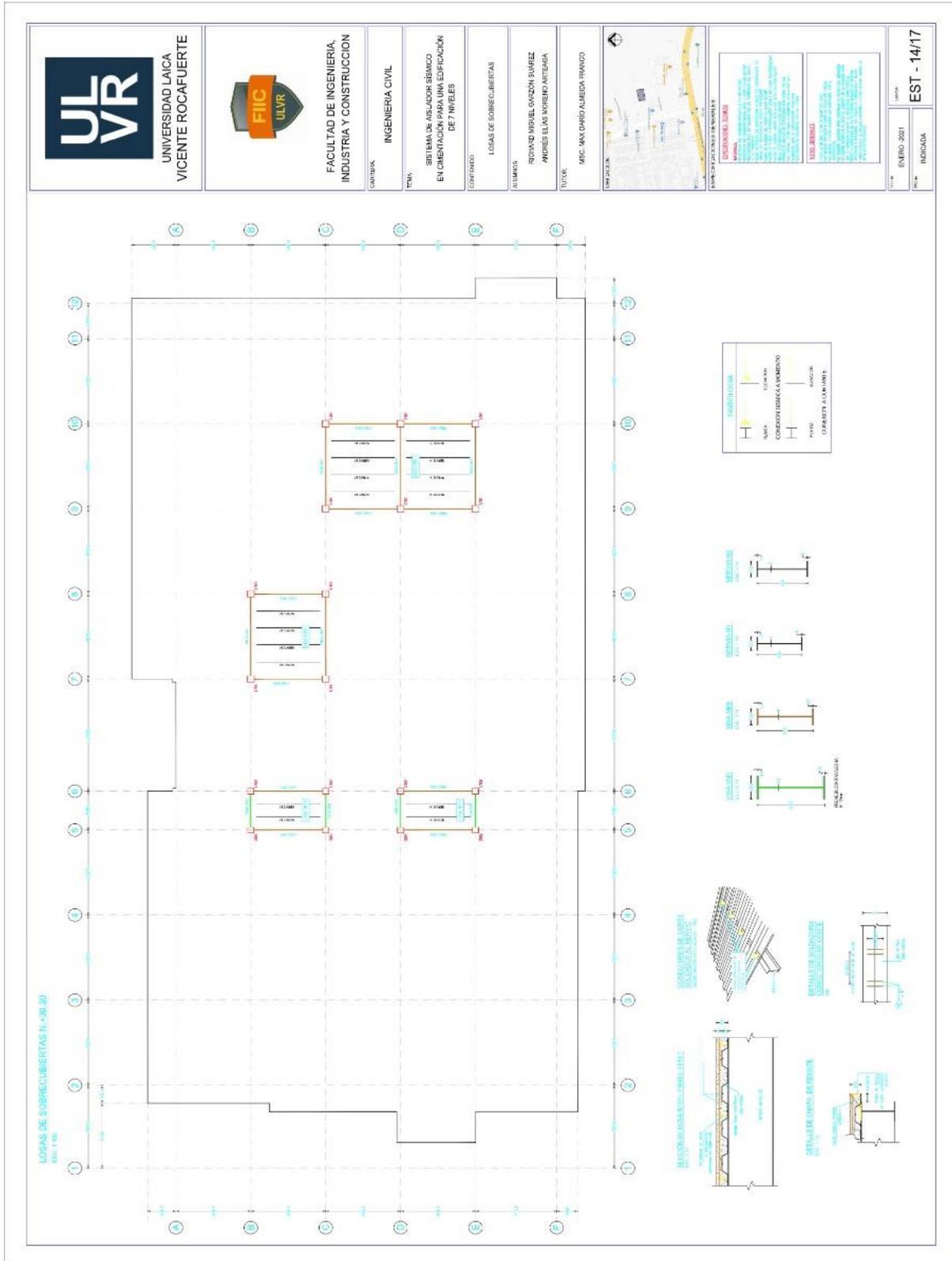
TEMPERATURA DE OPERACION:
Entre -35 °C y 30 °C.

PROTECCION CONTRA LA CORROSION
El uso de acero inoxidable de tipo 316 L según la normativa EN-50 724-4.
Chorro de arena con abogado y granulado mínimo de 90 µm.
Ejecución de tratamiento con pintura epoxi o Galvalum, epoxipasto, epoxipasto con fósforo de acuerdo a norma.

CERTIFICADOS DE CALIDAD
El aislador debe cumplir con los criterios de diseño y ensamblado de la norma ISO 9001 o similar.
El fabricante deberá entregar certificado y un informe de pruebas físicas de su serie a satisfacción de referencia, en los formatos que acompañamos, el fabricante de los aisladores será responsable de su serie a satisfacción de referencia, en los formatos que acompañamos.

VERIFICAR Y CONFIRMAR GEOMETRIA Y DIMENSIONES DE AISLADOR CON PROYECTO, SEGUN REQUERIMIENTOS ESPECIFICOS DEL FABRICANTE.

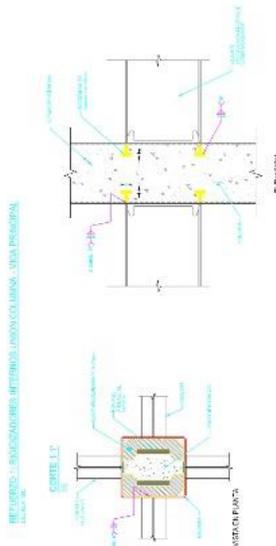
Anexo 14. Losas De Sobrecubiertas



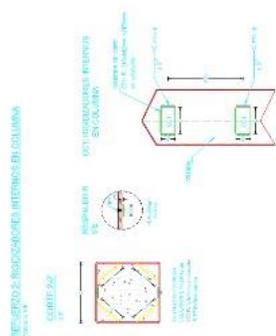
Anexo 15. Detalles De Columnas Y Refuerzos

 <p>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE</p>		<p>FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION</p>	<p>INGENIERIA CIVIL</p>	<p>TITULO: SISTEMA DE RELACION SIMBOLO EN ORIENTACION PARA UNA EDIFICACION DE 7 NIVELES</p>	<p>CONTENIDO: DETALLES DE COLUMNAS Y REFUERZOS</p>	<p>ALUMNOS: RICARDO MIGUEL GARCÓN SUÑEZ ANDRÉS ELIAS MORENO ARTEAGA</p>	<p>TUTOR: HEC. MAXIMILIANO AÑEZOLA BARRIDO</p>		<p>LEGENDA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Columna de 30x30 cm Columna de 40x40 cm Columna de 50x50 cm Columna de 60x60 cm Columna de 70x70 cm Columna de 80x80 cm Columna de 90x90 cm Columna de 100x100 cm 	<p>FECHA: ENERO 2021</p> <p>INDICADA</p> <p>EST - 15/17</p>
--	---	--	--------------------------------	--	---	--	---	--	---	--

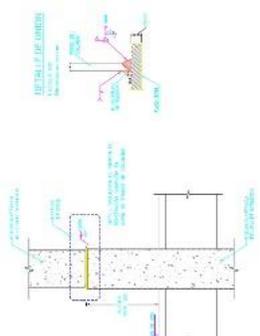
REQUERIDO: REINFORZAMIENTO INTERNO LAS COLUMNAS. VISTA EXTERIOR



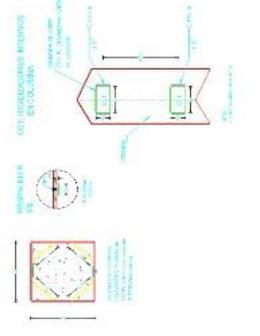
REQUERIDO: REINFORZAMIENTO INTERNO EN COLUMNA



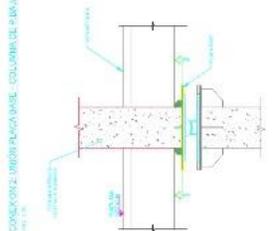
REINFORZAMIENTO ENTRE TRAMOS DE COLUMNA



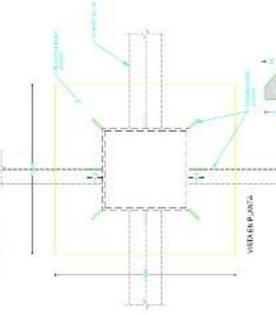
REINFORZAMIENTO EN COLUMNA



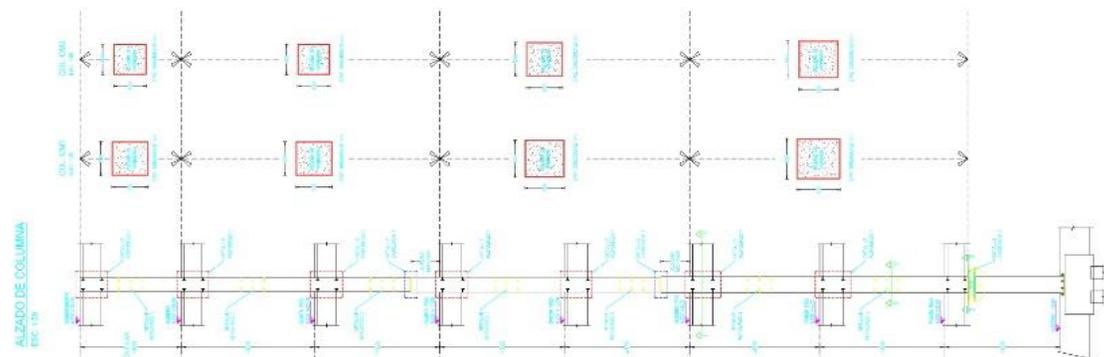
REINFORZAMIENTO EN COLUMNA DE BASE



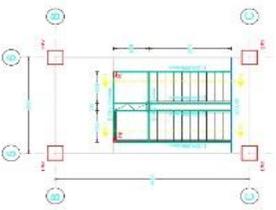
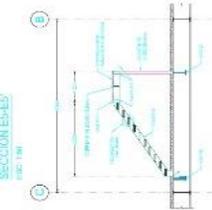
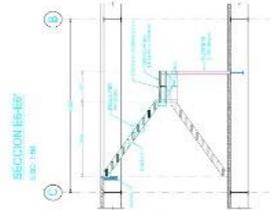
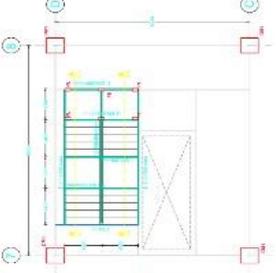
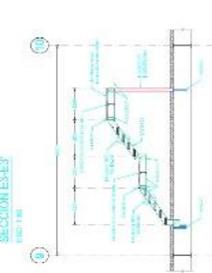
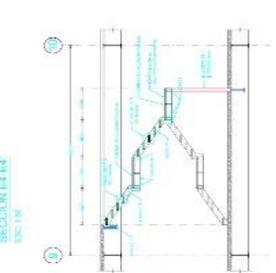
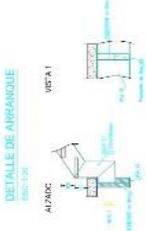
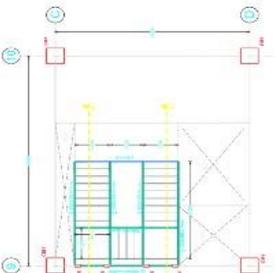
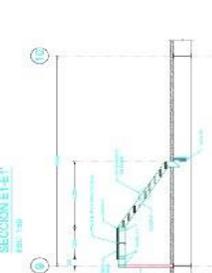
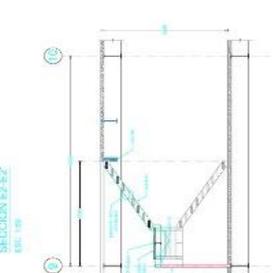
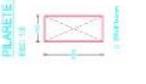
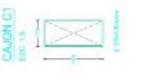
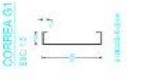
REINFORZAMIENTO EN COLUMNA DE BASE



ALZADO DE COLUMNA



Anexo 16. Escaleras Y Detalles.

 <p>UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE</p>		<p>FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION</p>	<p>INGENIERIA CIVIL</p>
<p>TITULO: SISTEMA DE AISLADOR SISMICO EN ORIENTACION PARA UNA EDIFICACION DE 7 NIVELES</p>		<p>CONTENIDO: ESCALERAS Y DETALLES</p>	
<p>ALUMNOS: RODRIGO MIGUEL GARCON SUAREZ ANDRES ELIAS LOBATO ARELLANO</p>		<p>TUTOR: MSc. MARCO AURELIO FRANCO</p>	
		<p>INDICACIONES:</p> <p>1. ESCALERA TIPO A</p> <p>2. ESCALERA TIPO B</p>	
<p>PLANTA TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR A ESC. 1.10</p> 	<p>ALZADO TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR A ESC. 1.10</p> 	<p>SECCION ES-E1' ESC. 1.10</p> 	<p>DETALLE DE LLEGADA ALZADO ESC. 1.10</p> 
<p>PLANTA TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR B ESC. 1.20</p> 	<p>ALZADO TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR B ESC. 1.20</p> 	<p>SECCION ES-E2' ESC. 1.20</p> 	<p>DETALLE DE ARRANQUE ALZADO META 1 ESC. 1.20</p> 
<p>PLANTA TIPO - ESCALERA TECNICA SECTOR B ESC. 1.30</p> 	<p>ALZADO TIPO - ESCALERA TECNICA SECTOR B ESC. 1.30</p> 	<p>SECCION ES-E2' ESC. 1.30</p> 	<p>DETALLE DE ESCALON TIPO ALZADO ESC. 1.30</p> 
<p>FILARETE (F5) ESC. 1.3</p> 	<p>CAJON (C1) ESC. 1.3</p> 	<p>CORREA (G1) ESC. 1.2</p> 	



UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE



FACULTAD DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCION

CARRERA:

INGENIERIA CIVIL

TITULO:

SISTEMA DE AISLACION SISMICA
EN CIMENTACION PARA UNA EDIFICACION
DE 7 NIVELES

CONTENIDO:

ESCALERAS Y DETALLES

ALUMNOS:

RICHARDI MIGUEL VAZCON SUAREZ
ANDRES ELIAS MORENO ANTEANA

TUTOR:

MCC. MVA DARRIO ALMEIDA RAMIRO



EMPRESA AUTONOMA DE SERVICIOS:

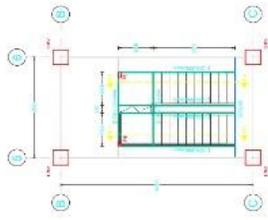
INDICACIONES:
1. Este documento es propiedad de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte y no debe ser distribuido fuera de ella.
2. Este documento es propiedad de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte y no debe ser distribuido fuera de ella.
3. Este documento es propiedad de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte y no debe ser distribuido fuera de ella.
4. Este documento es propiedad de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte y no debe ser distribuido fuera de ella.
5. Este documento es propiedad de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte y no debe ser distribuido fuera de ella.

FECHA:
ENERO 2021

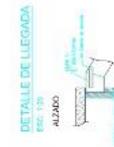
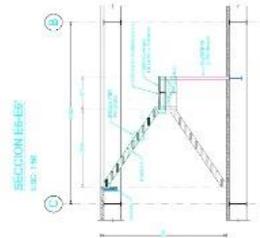
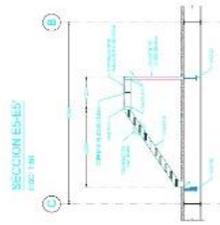
INDICADA

EST - 16/17

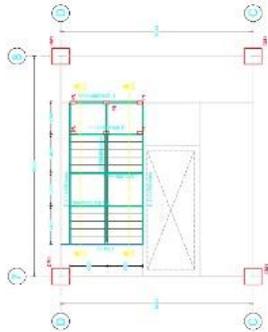
PLANTA TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR A
ESC. 1-10



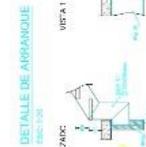
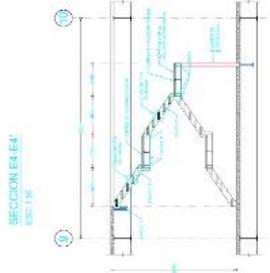
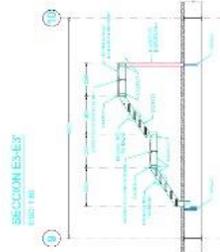
ALZADO TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR A



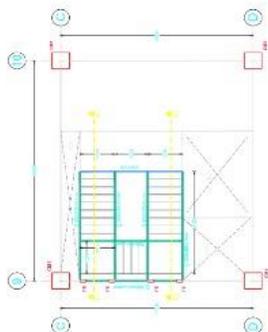
PLANTA TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR B
ESC. 1-10



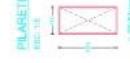
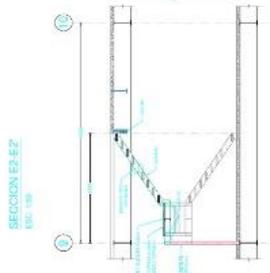
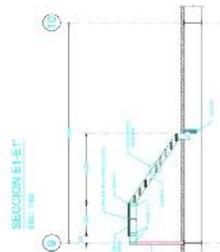
ALZADO TIPO - ESCALERA PUBLICA SECTOR B



PLANTA TIPO - ESCALERA TECNICA SECTOR B
ESC. 1-10



ALZADO TIPO - ESCALERA TECNICA SECTOR B



Anexo 17. Encuesta tomada a los moradores de la zona analizada.

Encuesta A Jóvenes, Adultos (20 – 40 Años), Adultos (40 – 60 Años) Y Adultos Mayores Del

Cantón Daule.

Instrucciones:

Lea correctamente las preguntas y responda según sus conocimientos.

1. ¿Cree usted que un hospital debe estar preparado estructuralmente para un evento telúrico?
Si
No
2. ¿Usted asistiría a un hospital que su infraestructura sufrió daños por un sismo o terremoto?
Si
No
3. ¿Conoce usted que son los sistemas de aisladores sísmicos?
Si
No
4. ¿Conoce usted cimientos que tengan este tipo de sistemas en su construcción?
Si
No
5. ¿Cree usted que se deben construir hospitales con bases de aisladores sísmicos?
Si
No
6. ¿Usted asistiría a un hospital que fue construido con sistemas de aisladores sísmicos?
Si
No
7. ¿Cree usted que todas las edificaciones deberían ser construidas con sistemas de aisladores sísmicos?
Si
No
8. ¿Usted construiría su vivienda con bases de aisladores sísmicos?
Si
No
9. ¿Cree usted que las bases con aisladores sísmicos deberían sustituir las bases convencionales de construcción de cimientos?
Si
No
10. ¿Debería el Ecuador adoptar esta modalidad de construcción?
Si
No