



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de los parámetros sísmicos con la incorporación de aisladores elastómeros con núcleo de plomo en el edificio José Quiñones Lima - 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Carrera Herrera, Yerson Neider

ASESOR:

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2018

Página del jurado

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	---------------------------------------	---

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

CARRERA HERRERA YERSON NEIDER

cuyo título es:

"Evaluación de los parámetros sísmicos con la incorporación de aisladores elastómeros con núcleo de plomo en el edificio José Quiñones Lima - 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

.....14..... (número)Catorce..... (letras).

Lugar y fecha.....Lima 05/12/18


.....
PRESIDENTE
Emilio Medina
Grado y nombre


.....
SECRETARIO
Raul Pinto Barrientos
Grado y nombre


.....
VOCAL

Orestes Tello Malpartida
Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Dedicatoria

A mi madre por haberme sostenido de manera constante impartíendome valores e inspiración en el transcurso de mi vida, que me han permitido ser una mejor persona, pero más que nada, por su amor incondicional brindado.

A mis hermanos (as) por confiar continuamente en mi esfuerzo y por el apoyo incondicional que me brindaron en las instantáneas más problemáticas de mi carrera universitaria, gracias a sus sabios consejos.

Agradecimiento

A dios por guiarme en el camino correcto, para alejarme de cosas malas, por estar allí protegiéndome ante muchos peligros que están latentes en la calle, y por la vida que me ha dado a mí y toda mi familia.

A mis padres, por el apoyo incondicional que me brindan para seguir adelante, ellos me dan las fuerzas para no rendirme ante cualquier adversidad, son un ejemplo para mi desarrollo profesional.

A mi asesor de tesis, el Ingeniero Omart Tello Malpartida, por brindarme los conocimientos y su experiencia en el parte metodológico para el desarrollo del trabajo de investigación.

Para cada uno de ellos, infinitas gracias.

El autor.

Declaración de autenticidad

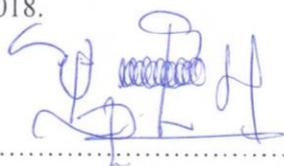
Yo, Carrera Herrera Yerson Neider, estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI 75588230, con tesis titulada “Evaluación de los parámetros sísmicos con la incorporación de aisladores elastoméricos con núcleo de plomo en el edificio José Quiñones Lima – 2018”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido copiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 05 de diciembre del 2018.



Carrera Herrera, Yerson Neider

DNI: 75588230

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS SÍSMICOS CON LA INCORPORACIÓN DE AISLADORES ELASTOMERICOS CON NÚCLEO DE PLOMO EN EL EDIFICIO JOSÉ QUIÑONES LIMA - 2018.

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Los capítulos y contenidos que se desarrollan son los siguientes:

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Se presenta el planteamiento del problema apoyado por las bases teóricas y los antecedentes, junto con los problemas, los objetivos, las hipótesis y la justificación del trabajo de investigación.

CAPITULO II: MÉTODO

Se presenta la metodología del trabajo de investigación

CAPITULO III: RESULTADOS

Se presenta los resultados e interpretación de los resultados| de los análisis sísmicos realizados en el trabajo de investigación.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

CAPITULO V: CONCLUSIONES

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

Señores miembros del jurado espero que esta investigación sea evaluada y merezca su aprobación.

El autor.

Índice

	pág.
Página del jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Resumen	xix
Abstrac.....	xx
I. INTRODUCCION	
1.1. Realidad problemática	22
1.2. Trabajos previos (antecedentes):	24
1.2.1. Antecedentes nacionales.....	24
1.2.2. Antecedentes internacionales	27
1.3. Bases teóricas.....	32
1.3.1. Ingeniería sísmica.....	32
1.3.2. Acciones sísmicas.....	32
1.3.3. Sismicidad	34
1.3.4. Conceptos generales	35
1.3.4.1. Periodo fundamental	35
1.3.4.2. Amortiguamiento	35
1.3.4.3. Ductilidad.....	35
1.3.4.4. Resistencia y rigidez.....	35
1.3.4.5. Distribucion de las fuerzas de inercia	35
1.3.4.6. Centro de masa	36
1.3.4.7. Centro de rigidez	36
1.3.4.8. Simetría	36

1.3.5.	Sistemas de control.....	36
1.3.5.1.	Sistemas de control pasivo	36
1.3.6.	Edificaciones con sistema de aislación sísmica.....	38
1.3.6.1.	Filosofía de diseño	38
1.3.6.2.	Teoría de aislamiento sísmico	39
1.3.7.	Tipos y comportamiento de los aisladores	40
1.3.7.1.	Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB).....	41
1.3.7.2.	Aisladores de péndulo friccional (FPS)	43
1.3.7.3.	Aislador elastomérico convencional	44
1.3.8.	Consideraciones generales para el sistema aislado.....	46
1.3.8.1.	Consideraciones generales para el análisis y diseño con aisladores sísmicos	46
1.3.9.	Normas técnicas para el analisis sismico.....	47
1.3.10.1.	Normas técnicas peruanas para realizar el analisis sísmico	47
1.3.10.2.	Normas técnicas internacionales para aislamiento sísmico.....	47
1.3.10.3.	Métodos de análisis de edificios aislados según ASCE 7-10.....	48
1.3.10.	Diseño de aisladores sismico de nucleo de plomo	51
1.3.11.1.	Procedimientos de diseño de los aisladores	51
1.3.11.	Principales edificios aislados.....	57
1.3.12.1.	Usos de aisladores en el mundo	57
1.3.12.2.	Usos de aisladores en el Perú	59
1.4.	Formulación del problema	61
1.4.1.	Problema general	61
1.4.2.	Problemas específicos.....	61
1.5.	Objetivos.....	61
1.5.1.	Objetivo general	61
1.5.2.	Objetivo específico	61

1.6.	Justificación de estudio	62
1.6.1.	Importancia.....	62
1.7.	Hipotesis	64
1.7.1.	Hipótesis general	64
1.7.2.	Hipótesis específicas.....	64
II. METODO		
2.1.	Metodo de la investigación	66
2.2.	Tipo de la investigación	66
2.3.	Nivel de la investigación.....	66
2.4.	Diseño de la investigación	67
2.5.	Variables	67
2.5.1.	Variable 01:	67
2.5.2.	Variable 02:	67
2.6.	Operacionalización de variables	68
2.7.	Población, muestra y muestreo	69
2.7.1.	Población	69
2.7.2.	Muestra	69
2.7.3.	Muestreo	69
2.8.	Técnicas e instrumento y recolección de datos.....	70
2.8.1.	Validez y confiabilidad.....	70
2.8.1.1.	Validez	70
2.8.1.2.	Confiabilidad.....	70
2.8.2.	Metodo de analisis de datos.....	71
2.8.2.1.	Metodo analitico: métodos de análisis de edificios aislados según ASCE 7-10.....	71
2.8.2.2.	Metodo analitico: métodos de análisis de edificios según el RNE – 2016.	71

2.8.3.	Metodo experimental.....	71
2.8.3.1.	Instrumento.....	71
2.9.	Aspecto ético.....	72
III. RESULTADOS		
3.1.	Desarrollo de aplicacion	74
3.1.1.	Descripción del proyecto	74
3.1.2.	Metrado de cargas.....	77
3.1.2.1.	Peso propio.....	77
3.1.2.2.	Carga viva	77
3.1.2.3.	Carga muerta	79
3.1.2.4.	Peso total del edificio	81
3.1.3.	Parámetros del análisis sísmico	82
3.1.4.	Diseño de los aisladores nucleo de plomo.....	86
3.1.4.1.	Procedimientos de diseño de los aisladores	88
3.1.5.	Análisis sísmico del edificio Jose Quiñones	96
3.1.5.1.	Análisis dinámico modal espectral – estructura a analizar sin aisladores sísmicos.	96
3.1.5.2.	Análisis dinámico modal espectral – estructura a analizar con aisladores sísmicos.	107
3.2.	Resultados del análisis sísmico.....	114
3.2.1.	Resultados del análisis dinámico modal espectral sin aisladores sísmicos	114
3.2.1.1.	Cortante basal.....	114
3.2.1.2.	Desplazamientos de la estructura	116
3.2.1.3.	Distorsiones de la estructura	119
3.2.1.4.	Fuerzas internas maximas	122
3.2.2.	Resultados del análisis dinámico modal espectral con aisladores sísmicos.....	123

3.2.2.1.	Cortante basal	123
3.2.2.2.	Desplazamientos de la estructura	126
3.2.2.3.	Distorsiones de la estructura	129
3.2.2.4.	Fuerzas internas maximas	132
3.3.	Analisis e interpretacion de resultados de las estructuras de base empotrada vs las estructuras aisladas	133
3.3.1.	Cortante basal	133
3.3.2.	Desplazamientos	137
3.3.3.	Distorsiones	141
3.3.4.	Fuerzas internas maximas.....	145
3.3.4.1.	Fuerzas internas en columnas.....	145
3.3.4.2.	Fuerzas internas en vigas.....	148
3.4.	Constrastacion de hipotesis.....	150
3.4.1.	Hipótesis general	150
IV.	DISCUSION.....	154
V.	CONCLUSIONES	157
VI.	RECOMENDACIONES	160
VII.	REFERENCIAS.....	162
ANEXOS	165
Anexo N°01:	Dimensiones de las secciones de los elementos estructurales del edificio	166
Anexo N°02:	Fuerzas internas en los elementos estructurales del edificio.....	169
Anexo N°03:	Norma tecnica e.030 diseño sismorresistente 2016	172
Anexo N°04:	Matriz de consistencia.....	183
Anexo N°05:	Ficha técnica de recolección de datos – “edificio José Quiñones”.	184
Anexo N°06:	Fichas técnicas de validación del instrumento por juicio de expertos en el tema.....	185

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Esquema del funcionamiento de un sistema de control pasivo.....	36
Figura 2. Comparación de una estructura de base fija y otra con base aislada.	38
Figura 3. Aceleración espectral de un edificio con y sin aislamiento en la base.....	39
Figura 4. Estructuras Aisladas en suelos suaves. (FEMA, 2000).....	40
Figura 5. Distribución de los aisladores de acuerdo a su posición.	41
Figura 6. Aislador elastomérico con núcleo de plomo.	42
Figura 7. Fuerza de corte vs deformación lateral para un ciclo para Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo.....	42
Figura 8. Aislador de base pendular.	43
Figura 9. Corte de un aislador elastomérico de bajo amortiguamiento (LDRB).....	45
Figura 10. Espectro de diseño modificado para el análisis de edificios aislados.	49
Figura 11. Variación del espectro por el coeficiente de amortiguamiento.....	50
Figura 12. Periodo y Amortiguamiento de diseño (TD y βM).	51
Figura 13. Desplazamiento de Diseño, Diseño máximo y Diseño total máximo.....	52
Figura 14. Dimensión en planta del edificio.....	54
Figura 15. Diagrama de histéresis del aislador núcleo de plomo.	56
Figura 16. Vista Frontal del Centro de Leyes y Justicia de las Comunidades de California.	57
Figura 17. Vista Panorámica de Los Ángeles City Hall.....	57
Figura 18. Vista Panorámica del Centro Postal Oeste de Japón.....	58
Figura 19. Vista frontal de la Clínica San Carlos de Apoquindo – Chile.	58
Figura 20. Vista panorámica de la edificación GRAÑA Y MONTERO.	59
Figura 21. Vista panorámica del NUEVO CAMPUS UTEC.....	59
Figura 22. Vista panorámica de edificio MULTIFAMILIAR MADRE.	60
Figura 23. Vista panorámica de la cimentación del centro de informática de la UNI.....	60
Figura 24. Gráfico de Evolución del Aislamiento a Nivel Mundial – 2004.....	63
Figura 25. Gráfico de Evolución del Aislamiento en Japón.....	63
Figura 26. Plano de Área Construida, y Medidas Perimétricas.....	74
Figura 27. Plano de Planta Típica de la edificación.	75
Figura 28. Plano de Elevación de la edificación.	76
Figura 29. Zonas Sísmicas del Perú.....	83

Figura 30. Propiedades de Aisladores Sísmicos (Fuente: Catálogo DIS).	87
Figura 31. Esquema del aislador elastomérico con núcleo de plomo.....	95
Figura 32. Ubicación del aislador elastomérico con núcleo de plomo.....	95
Figura 33. Diagrama de histéresis del aislador diseñado.	96
Figura 34. Espectro del sistema de base fija.....	97
Figura 35. Modelo de la estructura en planta.	98
Figura 36. Modelo de Estructura en elevación.	99
Figura 37. Modelo de Estructura en elevación – 3D.	100
Figura 38. Aceleración espectral.	101
Figura 39. Cargas sísmicas.	101
Figura 40. Modo de vibración 1.	103
Figura 41. Modo de vibración 2.	103
Figura 42. Modo de vibración 3.	103
Figura 43. Modo de vibración 4.	103
Figura 44. Modo de vibración 5.	104
Figura 45. Modo de vibración 6.	104
Figura 46. Modo de vibración 7.	104
Figura 47. Modo de vibración 8.	104
Figura 48. Modo de vibración 9.	105
Figura 49. Modo de vibración 10.	105
Figura 50. Modo de vibración 11.	105
Figura 51. Modo de vibración 12.	105
Figura 52. Desplazamiento de la estructura de base fija en x-x.	106
Figura 53. Desplazamiento de la estructura de base fija en y-y.	106
Figura 54. Aceleración espectral.	108
Figura 55. Piso Técnico	109
Figura 56. Selección de los aisladores núcleo de plomo.	110
Figura 57. Selección de las características del aislador.....	110
Figura 58. Selección de las Propiedades del aislador.....	111
Figura 59. Estructura con aisladores sísmicos.....	112
Figura 60. Distribución de aisladores sísmicos en la base	112
Figura 61. Vista en planta de los ANP.	113
Figura 62. Vista en elevación de los ANP.....	113

Figura 63. Distribución de la fuerza cortante basal en x-x, en la estructura de base fija. .	115
Figura 64. Distribución de la fuerza cortante basal en y-y, en la estructura de base fija. .	116
Figura 65. Desplazamientos por pisos en x-x, de la estructura de base fija.	117
Figura 66. Desplazamientos por pisos en y-y, de la estructura de base fija.	118
Figura 67. Distorsiones de entrepisos en x-x, de la estructura de base fija.	120
Figura 68. Distorsiones de entrepisos en y-y, de la estructura de base fija.	121
Figura 69. Distribución de la fuerza cortante basal en x-x, en la estructura de base aislada.	124
Figura 70. Distribución de la fuerza cortante basal en x-x, en la estructura de base aislada.	125
Figura 71. Desplazamientos por pisos en x-x, de la estructura de base aislada.	127
Figura 72. Desplazamientos por pisos en y-y, de la estructura de base aislada.	128
Figura 73. Distorsiones de entrepisos en x-x, de la estructura de base aislada.	130
Figura 74. Distorsiones de entrepisos en y-y, de la estructura de base aislada.	131
Figura 75. Comparación de las fuerzas cortantes en la base en x-x, entre las dos estructuras analizadas.....	134
Figura 76. Comparación de las fuerzas cortantes en la base en y-y, entre las dos estructuras analizadas.....	136
Figura 77. Comparación de los desplazamientos por pisos en x-x, de las dos estructuras analizadas.....	138
Figura 78. Comparación de los desplazamientos por pisos en y-y, de las dos estructuras analizadas.....	140
Figura 79. Comparación de las distorsiones de entrepiso en x-x, de las dos estructuras analizadas.....	142
Figura 80. Comparación de las distorsiones de entrepiso en y-y, de las dos estructuras analizadas.....	144
Figura 81. Comparación de la fuerza axial máxima en columnas de las dos estructuras analizadas.....	145
Figura 82. Comparación de la fuerza cortante máxima en columnas de las dos estructuras analizadas.....	146
Figura 83. Comparación de los momentos flectores máximos en columnas de las dos estructuras analizadas.	147

Figura 84. Comparación de la fuerza cortante máxima en vigas de las dos estructuras analizadas.....	148
Figura 85. Comparación del momento máxima en vigas de las dos estructuras analizadas.	149
Figura 86. Gráfico de barras de la contratación de hipótesis.	152

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Sismos en el Perú desde 1970.	33
Tabla 2. Terremotos más destructivos en el mundo desde 1900.	34
Tabla 3. Métodos de análisis permitidos (P) y no permitidos (NP) para el diseño según el ASCE 7-10.....	48
Tabla 4. Coeficientes de Amortiguamiento.	53
Tabla 5. Metrado del peso propio del edificio.	77
Tabla 6. Cargas Mínimas repartidas.	78
Tabla 7. Metrado de Carga Viva Por Piso.	78
Tabla 8. Peso específico de unidades de Ladrillos.	79
Tabla 9. Cargas Mínimas repartidas equivalentes a la de tabiquería.....	80
Tabla 10. Cargas equivalentes a los acabados.	80
Tabla 11. Metrado de Carga Muerta Por Piso.	81
Tabla 12. Peso de la edificación – (Sistema a porticado y sistema de muros estructurales).	82
Tabla 13. Factor de zona según la Norma E.030.	83
Tabla 14. Factor del suelo según la Noma E.030.	84
Tabla 15. Parámetros del suelo según la Noma E.030.	84
Tabla 16. Categoría de las Edificaciones.....	85
Tabla 17. Valores del coeficiente de Irregularidad “R”.	86
Tabla 18. Propiedades mecánicas de la goma y acero.	88
Tabla 19. Pesos sísmicos calculados.	88
Tabla 20. Coeficientes de Amortiguamiento.	89
Tabla 21. Datos de entrada para el diseño de los aisladores Elastómeros con núcleo de Plomo.....	89
Tabla 22. Características finales de los aisladores elastomericos con núcleo de plomo (ANP).	94
Tabla 23. Propiedades dinámicas finales de los aisladores elastomericos con núcleo de plomo (ANP).	94
Tabla 24. Resumen de los parámetros de la estructura de base fija.	96
Tabla 25. Aceleración espectral (E-030)	97
Tabla 26. Periodos de vibración en conjunto con la masa participativa.....	102

Tabla 27. Resumen de los parámetros de la estructura aislada.....	107
Tabla 28. Aceleración espectral (ASCE-10)	108
Tabla 29. Fuerza cortante basal x-x.....	114
Tabla 30. Fuerza cortante basal y-y.....	115
Tabla 31. Cortante Basal Dinámica máxima.	116
Tabla 32. Desplazamientos por pisos de la estructura.....	117
Tabla 33. Desplazamientos por pisos de la estructura.....	118
Tabla 34. Desplazamientos máximos en X-X y Y-Y.	119
Tabla 35. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección x-x.....	120
Tabla 36. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección y-y.....	121
Tabla 37. Distorsiones máximas en X-X y Y-Y.....	122
Tabla 38. Fuerzas internas en la columna C - 2.....	123
Tabla 39. Fuerzas internas en la viga V - 39.	123
Tabla 40. Fuerza cortante basal en x-x.	124
Tabla 41. Fuerza cortante basal en y-y.	125
Tabla 42. Cortante Basal Dinámica máxima.	126
Tabla 43. Desplazamientos por pisos de la estructura en x-x.....	127
Tabla 44. Desplazamientos por pisos de la estructura en y-y.....	128
Tabla 45. Desplazamientos máximos en x-x y y-y.....	129
Tabla 46. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección x-x.....	130
Tabla 47. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección y-y.....	131
Tabla 48. Distorsiones máximas en X-X y Y-Y.....	132
Tabla 49. Fuerzas internas en la columna C- 5.....	132
Tabla 50. Fuerzas internas en la viga V - 40.	133
Tabla 51. Repartición de la fuerza cortante basal en cada nivel de las dos estructuras en x-x.....	134
Tabla 52. Cortante Basal Dinámica máxima en X-X.....	135
Tabla 53. Repartición de la fuerza cortante basal en cada nivel de las dos estructuras en y-y.....	136
Tabla 54. Cortante Basal Dinámica máxima en Y-Y.	137
Tabla 55. Desplazamientos por pisos de las dos estructuras en x-x.	138
Tabla 56. Desplazamientos máximos en X-X.	139
Tabla 57. Desplazamientos por pisos de las dos estructuras en Y-Y.	140

Tabla 58. Desplazamientos máximos en Y-Y.	141
Tabla 59. Derivas de entrepisos de las dos estructuras en X-X.....	142
Tabla 60. Distorsiones máximas en X-X.....	143
Tabla 61. Derivas de entrepisos de las dos estructuras en Y-Y.....	144
Tabla 62. Distorsiones máximas en Y-Y.....	145
Tabla 63. Fuerza axial máxima en columnas.....	146
Tabla 64. Fuerza cortante máxima en columnas.	147
Tabla 65. Momento flector máximo en columnas.....	148
Tabla 66. Fuerza cortante máxima en vigas.	149
Tabla 67. Momento flector máximo vigas.....	150
Tabla 68. Resumen de procesamiento de datos.	151
Tabla 69. Tabla cruzada Propiedades estructurales*Comportamiento estructural.	151
Tabla 70. Pruebas de chi-cuadrado.....	152

Resumen

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar de qué manera los aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones, para lo cual se realizó el análisis Dinámico Modal Espectral del edificio con y sin aisladores sísmicos, apoyados para el sistema de base fija con la norma E-030 de diseño sismorresistente y para el sistema aislado apoyado por la norma ASCE 7-10, para determinar qué sistema estructural tiene un mejor comportamiento estructural para soportar los eventos sísmicos. Según los resultados obtenidos con el análisis normativo sismo-resistente de un sistema de muros estructurales y el modelo con aisladores elastoméricos de núcleo de plomo de un sistema de muros estructurales, se puede concluir que los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo influyen de una manera positiva en los parámetros sísmicos de la estructura, haciendo que esta tenga un comportamiento estructural sismorresistente ante cualquier evento sísmico y no sufra daños estructurales. La fuerza cortante basal máxima en el sistema aislado, disminuye en promedio un 75% aproximadamente, con respecto de sistema de base fija. Las distorsiones máximas en el sistema aislado, disminuye en promedio un 99% aproximadamente, con respecto de sistema de base fija. Las fuerzas axiales máximas en el sistema aislado, disminuye en promedio un 90% aproximadamente, con respecto de sistema de base fija. Las fuerzas cortantes máximas en el sistema aislado, disminuye en promedio un 89% aproximadamente, con respecto de sistema de base fija. Los momentos flectores máximos en el sistema aislado, disminuye en promedio un 88% aproximadamente, con respecto de sistema de base fija.

Palabras claves: Comportamiento sísmico, aislador sísmico de núcleo de plomo, Cortante basal, desplazamiento, distorsión.

Abstrac

The main objective of the research work was to determine how seismic isolators with a lead core influence the seismic parameters of the José Quiñones building, for which the Modal Dynamic Spectral analysis of the building is carried out with and without seismic isolators, supported for fixed base system with the E-030 standard of seismic resistant design and for the isolated system supported by the ASCE 7-10 standard, to determine which structural system has a better structural behavior to withstand seismic events. According to the results with the earthquake-resistant normative analysis of a wall system and the model of lead core elastomeric insulators of a communication wall system, it can be taken into account that lead-type elastomeric insulators influence a Positive way In the seismic parameters of the structure, seismic and do not suffer structural damage. The maximum basal shear force in the isolated system, the average in approximately 75%, with respect to the fixed base system. The maximum distortions in the isolated system, on average by approximately 99%, with respect to the fixed base system. The maximum axial forces in the isolated system, the average by approximately 90%, with respect to the fixed base system. The maximum shear forces in the isolated system, on average by approximately 89%, with respect to the fixed base system. The highest moments in the isolated system, the average in 88% approximately, with respect to the fixed base system.

Keywords: Seismic behavior, lead core seismic isolator, basal shear, displacement, distortion.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

Los terremotos siguen siendo un fenómeno natural de potencial destructor, el Perú es un país de gran acontecimiento sísmico debido a que se halla en la franja de alta sismicidad por su ubicación en el cinturón de fuego del pacífico, es por ello que muchos de las personas que viven en el Perú están expuestos a las constantes amenazas de ocurrencia de sismos. En consecuencia, la seguridad estructural de los edificios o viviendas tiene un valor de gran importancia en el desarrollo nacional del País. Sin embargo, las construcciones en zonas sísmicas o diferentes lugares de la ciudad de Lima, se incrementan a diario. Cabe indicar, que en las investigaciones realizadas por muchos científicos aún está lejos de poder resolver el peligro sísmico. Al respecto, el Instituto Geofísico del Perú explico que el referido eje donde se encuentra situado el Perú, concentra el 85% de la actividad sísmica mundial, y también nos dice que es muy difícil de pronosticar un terremoto de gran intensidad en el País.

El Perú se caracteriza por presentar 4 zonas sísmicas, y para cada una de estas se tiene un coeficiente sísmico variable dependiendo de la zona, Lima se ubica en la zona 4 de acuerdo con el mapa sísmico de la norma E-030 del RNE, por ser parte de la costa peruana. La ciudad de lima registra permanentemente actividades sísmicas de baja intensidad, a causa de la fricción entre la placa sudamericana con la placa de Nasca, estas placas son parte del cinturón de fuego del fuego del pacífico.

Esta es la razón para que cada estructura ejecutada en el país, debe planearse con un diseño sismo-resistente para tener la capacidad de resistir ocasiones sísmicas. Diseñado por los centros de especialistas básicos para reducir los peligros auxiliares de las estructuras, también para mantener una distancia estratégica de las desgracias humanas y financieras. En estos días, no solo se busca que el edificio tenga un excelente comportamiento estructural, sino que también sea funcional, ya que gran parte de las desgracias se debe al costo de la reconstrucción, reposición, reparación y los gastos relacionados con la utilidad del edificio.

Con respecto a la protección sísmica, Lama señala que:

Ante los sucesos de los sismos registrados se busca reducir daños en las estructuras, es por ello que muchos países están buscando mecanismos de solución para la protección sísmica de las estructuras. La propuesta que se da para la solución de estos problemas son los aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo, que tienen como finalidad disipar la energía provocado por los sismos, estos dispositivos brindan una disipación adicional a la estructura, ayudándolas a reducir los daños que podrían sufrir las construcciones a causas de los sismos. (2013, p.1).

Al ser Lima unas de las zonas, con mayor población de edificios es necesario conocer los parámetros que pueden suscitarse daños ante un sismo severo, por lo general la mayoría de los edificios están construidas con un sistema estructural dual, estos sistemas son más factibles ante fallas en sus elementos estructurales. Es por ello Lama, plantea una solución:

El avance de la tecnología ha sido de gran importancia en los sistemas estructurales que debe presentar una edificación sismorresistente, ya que buscan disipar gran parte de energía sísmica que es entregada a una estructura, logrando controlar las deformaciones horizontales que sufre la estructura y el daño en ello, este sistema de protección sísmica es la aislación sísmica mediante el uso de los aisladores sísmicos en las estructuras. (2015, p.24).

Como consecuencia de los diversos desastres sísmicos que sufrió nuestro país, aparecen algunos sistemas de construcción para la protección sísmica, el más usado por los países altamente sísmicos, es el sistema de aislación sísmica en la base mediante el uso de aisladores elastoméricos, que tienen como objetivo principal disminuir las fuerzas sísmicas de la estructura para que actúe de manera eficiente durante y después de un sismo.

Muchas investigaciones que se han realizado acerca de los aisladores sísmicos tienen más de 30 años de historia, que abarcan su uso y la comercialización de ellos, pero en nuestro país el uso de estos dispositivos en las estructuras se dio a partir de la década del 2000; la primera construcción con este sistema fue el laboratorio de informática de la UNI, se empleó dichos dispositivos por primera vez en esta construcción para ayudar en la reducción de la energía del sismo, esto fue el inicio para emplear estos dispositivos en edificaciones nuevas y también para restaurar estructuras ya existentes, dando como resultado de que estos dispositivos son los apropiados para un reforzamiento sísmico y para construcciones sismorresistentes.

En la actualidad en nuestro país, el uso de aisladores sísmicos se emplea en estructuras de mediana altura, es por ello que este trabajo de investigación plantea el uso de aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo en un edificio de gran altura, para encontrar si esta estructura tiene un comportamiento estructural resistente ante cualquier evento sísmico.

En este trabajo de investigación se realizó una evaluación de los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones, mediante el análisis del comportamiento estructural que genera el modelo de la edificación con aisladores y sin aisladores sísmicos en la base, y así determinar de qué manera los aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones.

1.2. Trabajos previos (antecedentes):

Para la ejecución del siguiente trabajo de investigación se buscó información en diversas fuentes primarias, para darle el sustento a la investigación.

1.2.1. Antecedentes nacionales

En cuanto a las investigaciones nacionales, se presentan algunos trabajos relevantes, estos son:

Muñoz Guerra (2013). “Análisis y Diseño de una Estructura Hospitalaria con Aisladores Sísmicos en la Ciudad de Arequipa”. El objetivo principal de la investigación es dar a conocer los beneficios que brinda el sistema de protección sísmica con el uso de aisladores sísmicos en la base de una estructura hospitalaria. La metodología aplicada en la investigación fue el análisis estático y dinámico de acuerdo a lo descrito en la norma del código UBC-97. Las conclusiones indican que, con la implementación de aisladores sísmicos en la cimentación de las edificaciones, estas ayudan a que las construcciones mejoren su comportamiento estructural reduciendo las aceleraciones del suelo y derivas en más de la mitad, lo cual ayuda a mejorar de los niveles de rendimiento sísmico estructural para un aumento significativo en el uso de esta tecnología.

El aporte de esta investigación fue, al emplear el uso de los aisladores sísmicos en las construcciones esenciales, estas ayudan a tener un mejor comportamiento sísmico a la

estructura, lo cual beneficia que durante un evento sísmico las estructuras construidas con estos sistemas de protección sísmica no sufran daños notables.

Reyna Flores (2017). Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura.

La investigación tuvo como finalidad realizar un análisis sísmico comparativo del comportamiento estructural de estructuras de base fija y estructuras de base aislada según su variación en la altura; La metodología que se ha empleado, está aprobada por la norma ASCE 7-10 Capítulo 18. Esta metodología solo es aplicable para las estructuras regulares, con dos mecanismos como mínimo en cada dirección de estudiarla. Estos dispositivos deberán estar ubicadas en todos los entresijos del edificio; con esta investigación se concluye que los aisladores sísmicos, disminuyen los desplazamientos de los elementos de la edificación en un 52.67%, y un porcentaje de 59.73%, también utilizando estos dispositivos se pudo disminuir las derivas de todos los pisos en 70.23%.

El aporte de esta investigación indica, que las estructuras con aisladores sísmicos en la base tienen mejor comportamiento sísmico que las clásicas, reduciendo los desplazamientos laterales de la estructura lo cual es beneficiosa para que la edificación pueda soportar un evento sísmico.

Carmona Ramírez y Rosas Fetta (2013). Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú. Esta investigación tiene como finalidad analizar el comportamiento de los elementos estructurales de dos edificaciones ante un sismo severo con la implementación de un sistema de aislación sísmica con los aisladores sísmicos de tipo elastoméricos. La Metodología aplicada es del tipo teórica- analítica basada en el diseño por desempeño, apoyándose de las normas americanas ASCE y FEMA. Las conclusiones son, la energía disipada que se alcanza por este sistema es 80% ante sismos de toda la historia que se han venido produciendo por la fricción de las placas. Se llega a esta conclusión ya que los dispositivos se encuentran en el edificio durante la etapa de ejecución y que estos ayudaran encontrar esfuerzos en la edificación, también se llegó a la conclusión que los aisladores reducen los esfuerzos cortantes y momentos flectores, porque estos dispositivos se encuentran conectadas a columnas, las cuales apoyan en el amortiguamiento de la estructura.

El aporte de esta investigación fue, que usando aisladores sísmicos en las edificaciones se reduce la energía sísmica, aumentando el periodo y la amortiguación de la estructura, de esta manera se mejora el comportamiento estructural de una edificación, reduciendo los desplazamientos sísmicos de la estructura.

Benavente Viacava y Traverso Tacuri (2013). Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base. El objetivo general de la investigación fue analizar la comparación del comportamiento estructural del edificio de 7 pisos con y sin la implementación del sistema de aislación sísmica en una zona 4, ya que esta zona es altamente vulnerable a sismos. La metodología de la investigación será el uso de la programación de ETABS V13.1.1, cuya razón principal será la demostración de la estructura con y sin aisladores sísmicos tipo elastoméricos, que sirvió para la correlación de las reacciones dinámicas de los dos modos, apoyada con los requisitos previos del estándar ASCE-10. Las conclusiones fueron: La implementación de los aisladores sísmicos a la estructura ha creado una disminución de las extracciones más extremas que se muestran en el sexto nivel en un 44%. Y además de la disminución de los momentos flectores del 43% al 45%, era concebible observar una disminución crítica en las fuerzas de corte de los divisores de corte en el eje Y, en manera en las secciones, esta disminución es de hasta 43%. También era concebible observar una disminución de las instantáneas de hasta la mitad para los platos y el 43% para los segmentos.

El aporte de la investigación fue, que el sistema estructural con aisladores sísmicos presenta un mejor comportamiento sísmico frente a una estructura sin aisladores sísmicos. Sin embargo, desde el punto de vista estructural los dos sistemas cumplen con los requisitos de las normas técnicas peruanas para su respectivo diseño, pero a la vez no garantiza un 100 % de seguridad estructural ante un posible terremoto ya que ambos sistemas dependen del comportamiento resistente y reacción en conjunto que puedan tener sus elementos estructurales, tales como columnas, vigas, muros, etc., cuando se produzca un sismo. En consecuencia, pueden tender a fallar o colapsar dependiendo del grado del movimiento telúrico a pesar de presentar ventajas.

Korswagen Eguren (2012). Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú. Esta investigación tuvo como objetivo general la investigación sísmica relativa entre un arreglo de separadores auxiliares y el marco de fortificación con aisladores sísmicos utilizando el software ETABS 2013. La filosofía es realizar la investigación sísmica del

edificio, considerando el plan de ingeniería actual, para lo cual se completará un esquema del marco divisor básico, que se contrasta y el contorno básico que se está construyendo, como lo indica el Sistema Dual (Pórtico-Placa) reforzado con Plomo de aisladores sísmicos, considerando los medidores establecidos en la RNE, Norma E.020 (Cargas), Norma E.030 (plan de temblor seguro), estos se usaron para el esquema del Sistema tradicional y para el plan básico con disipadores de calor. Se trabajó con los estándares de FEMA y ASCESEI 7-10. Se deduce que las extracciones en el punto focal de la masa más extrema a la trayectoria YY del doble marco básico con aisladores sísmicos, contrastado y la disposición de los separadores auxiliares que es 53,5 mm, el último no es tanto como las placas garantizan una naturaleza inflexible más notable a la estructura, la disposición de aislación sísmica no requiere suplantación de soporte después de un temblor sísmico grave y sus reproducciones, solo requiere otra alineación por parte de la organización contratante, sino ocurre con la disposición de Separadores básicos que necesitan reparación y reconstrucción, resultado de los daños que producen costos adicionales después del terremoto.

El aporte de esta investigación fue, en las construcciones con sistema de protección sísmica suceden desplazamientos horizontales menores de entrepiso, lo cual beneficia a las estructuras, ayudándolo a tener un mejor comportamiento estructural, todo ello es favorable para que los elementos estructurales no fallen y de esa forma se evite el colapso de una edificación. Lo cual contribuirá que las estructuras tengan un comportamiento estructural eficiente ante un evento sísmico.

1.2.2. Antecedentes internacionales

En relación a los estudios internacionales, se muestran algunos hallazgos relevantes y estos son:

Pérez Zamora y Vásquez Ortega (2016). *Diseño de aisladores sísmicos de base para edificios de oficinas de 10 niveles con sistemas estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado*. El objetivo de la investigación fue delinear el marco de confinamiento sísmico base para un lugar de negocios de 10 niveles con vistas a los pórticos sólidos reforzados e inflexibles situados en la ciudad de Managua, considerando la cercanía al temblor como fuente de creación para garantizar su seguridad básica. El enfoque conectado fue estrategias de investigación dinámicas y estáticas que se calcularon con el RNC-07. Las conclusiones

fueron que el marco LRB muestra mejores disminuciones de los poderes de corte (92%) y el aumento de las velocidades (92%); tiene una conducta básica mucho mejor que la forma habitual del edificio, mostrando cantidades anormales de seguridad y sismo seguro tanto de la estructura como de la sustancia; aparte de financieramente, podría aterrizar para introducir una opción muy agresiva. Mediante la visualización de los parámetros dinámicos de no linealidad en el programa de componentes limitados ETABS, era concebible verificar las utilidades de los separadores sísmicos en la estructura, obteniendo que los períodos característicos fueran más notables que dos segundos para los dos tipos. Observando que las últimas medidas de los 42 revestimientos están de acuerdo con la envergadura del edificio y los montones que refuerzan; Estos dan la rigidez vital a la dispersión productiva de la vitalidad una vez que ha sucedido la ocasión sísmica.

El aporte de esta investigación es, con el empleo de sistemas de protección sísmica se obtiene un mejor comportamiento sísmico de las estructuras, esto quiere decir que ayuda a la reducción de daños en las partes estructurales del edificio y en los contenidos de las construcciones, con el fin que estas permanezcan en operabilidad, con las posibilidades de uso inmediato después de cualquier evento sísmico.

Pastora Estrada y Ríos Novoa (2016). Análisis del efecto de aisladores sísmicos en la respuesta dinámica de un edificio aporticado de 4 niveles, según las condiciones de suelo de la zona noroeste de la ciudad de Managua, Nicaragua. El objetivo fue llevar a cabo la investigación de la reacción sísmica de un trabajo común de baja ascensión ejecutando un marco de protección para la exhibición de las condiciones de suciedad en el territorio noroeste de la ciudad de Managua. El enfoque conectado consistió en estrategias de examen estáticas y dinámicas, las estimaciones se tomaron del RNC-07 y, además, ACI 318 2014, el marco base adaptable se planificó teniendo en cuenta el código UBC-97. Para ayudar a estas estimaciones, se utiliza el programa ETABS 15.1.0. Las conclusiones fueron que las estructuras de baja estatura, tienen períodos breves y altas velocidades de crecimiento y deben mantenerse a una distancia estratégica de que estos parámetros coincidan con las condiciones de suciedad donde se encuentra el edificio. En el examen de la disposición ordinaria de la estructura para las dos solicitudes sísmicas, se adquirió un tiempo importante de 0,537 segundos situado dentro del nivel de ambos espectros. La inversión modular del 90% de la estructura llegó a la pantalla de vibración 56, lo que demuestra que no todos los componentes funcionan productivamente desde el comienzo de la excitación sísmica.

Debido a las cargas estáticas a las que estarán sometidas y en su mayor parte a cargas dinámicas, los componentes básicos de este edificio requieren áreas expansivas.

El aporte de esta investigación fue, el empleo de los aisladores sísmicos permite mejorar el comportamiento dinámico de una estructura y de reducir su vulnerabilidad al efecto de los movimientos sísmicos, incrementando el grado de amortiguamiento interno de la misma, ayuda a controlar al mismo tiempo sus desplazamientos laterales.

Macías Giraldo y Suarez Reyes (2015). diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos. El objetivo de la investigación fue construir un esquema seguro de temblor sísmico de una estructura de 6 pisos con cubiertas de base elastoméricas. El enfoque conectado en este examen será expositivo, deductivo e inductivo, fascinante, cercano y evaluativo de un condominio de seis pisos que se considerará con y sin revestimientos fundamentales, en el que la decencia refleja la utilización de protectores de base elastoméricos en el desarrollo. Los lineamientos se verán reforzados por los principios de desarrollo y las direcciones que en la actualidad representan a la nación, por ejemplo, el estándar de desarrollo ecuatoriano (NEC 2014); y, indicadores globales apropiados para la cuestión del concentrado, por ejemplo, la organización gubernamental de administración de crisis (FEMA 450) y la fundación sólida estadounidense (ACI 318-14). Las conclusiones fueron, los efectos secundarios de la evaluación del edificio de la estructura tradicional y la estructura con separación sísmica, se descubrieron ventajas en el marco de protección combinado formado por 18 protectores Slider componer y 8 LRB, ya que los esfuerzos se deben a los componentes básicos (segmentos y barras); El examen relativo demuestra la disminución de estos esfuerzos en la estructura segregada que habla de una disminución del 39% en peso en acero, y disminuye ese cambio entre 6% a 55% en las áreas transversales de barras y de 25% a 58% en segmentos. En consecuencia, en la perspectiva monetaria, se resolvió que la estructura confinada habla de 19.26% menos costosa que su combinación separada, lo que habla de una especulación de \$ 65,830.21, la desconexión sísmica habla del 36% del costo de la gruesa estructura protegida. El aporte de esta investigación, es dar a conocer la importancia del uso de los aisladores sísmicos ante un evento sísmico, de ello se puede observar que dichos dispositivos no permiten que la estructura se exija demasiado, y por ende sus elementos estructurales de la edificación no sufren demasiados desplazamientos, y no permiten el colapso de la estructura.

Proaño Sarango (2014), Análisis y diseño sísmico de un edificio con aisladores sísmicos, modelamiento en el ETABS. El objetivo era casi investigar la reacción sísmica de una estructura que trabaja con el marco de confinamiento sísmico versus la misma estructura convencional, utilizando el programa computacional del recuento básico ETABS 9.7.4 y la adaptación de la utilización de la separación basal latente. El enfoque conectado fue a través del estándar NEC-11, para completar un examen esencial sobre la aplicación en estructuras, utilizando el programa de conteo básico ETABS con los tipos distintivos de investigación pensados o propuestos por los controles para casos, por ejemplo, el funcionamiento bajo examinación. Las decisiones fueron una ejecución decente del edificio acordando los arreglos de corte basal de 847.09Ton en rumbo X y 885.44Ton en rumbo Y, introduciendo asimismo cualidades de desarraigo relativo de 0.02mm / mm que estaban dentro de los rangos acumulados. El efecto posterior del plan fue agradable ya que se obtuvieron mediciones prácticas y satisfactorias en el separador HDRB con Φ 0.80m y $h = 0.307m$, en el recubrimiento LBR equivalente al HDRB, pero con un centro de plomo Φ 0.10m y el protector FPS con Φ 0.732 m y $h = 0.346m$. Además, las propiedades de los elastómeros y los componentes de fricción son accesibles en el mercado.

El aporte de esta investigación es, la incorporación de los dispositivos de protección sísmica, tales como los aisladores sísmicos ayudan que la estructura tenga un buen funcionamiento sísmico estructural. Estos dispositivos, se ubican en la cimentación de la estructura lo que permiten aislar la subestructura de la superestructura, logrando así que las estructuras y sus ocupantes no lleguen a sufrir daños producto de los sismos. Las estructuras con aislación sísmica en la base presentan menores solicitaciones, desplazamientos y aceleraciones que las estructuras clásicas, lo cual lo hace más resistente durante un sismo.

Bonilla Sosa (2013). Teoría del aislamiento sísmico para edificaciones. El objetivo de esta investigación es pensar en la conducción de una estructura con respaldos tradicionales y con refuerzos de protección sísmica, tomando como parámetros de correlación el tiempo de la estructura y las reubicaciones relativas de la entreplanta. La filosofía conectada fue una técnica de examen estática y dinámica con la ayuda del software SAP2000. Las conclusiones fueron que, cuando se utilizan los separadores de bases, se adquieren tiempos más prominentes de la estructura y, a lo largo de estas líneas, disminuyen las velocidades crecientes, haciendo que los poderes sísmicos disminuyan. Esto trae en consecuencia actividades menores en la estructura y, por lo tanto, componentes mecánicos menores, que

se suman para reducir las solicitudes de esquema. Al tener solicitudes de configuración más bajas, las áreas más pequeñas de los componentes básicos se logran, lo que reduce el costo y el peso agregado de la estructura.

El aporte de esta investigación fue que el uso de los aisladores sísmicos tipo elastoméricos hace posible la seguridad de los elementos estructurales durante sismos severos, ya que el uso adecuado de estos dispositivos permite reducir un gran porcentaje de la demanda de deformación lateral y los esfuerzos correspondientes a los elementos estructurales de la construcción.

Reidar Marrs, (2013) “*Seismic Performance Comparison of a fixed – Base versus a Base – Isolated office building*”. En esta tesis se ofrece una comprensión relativa de las mejoras en el rendimiento sísmico que un edificio de oficinas de acero típico de 12 pisos puede lograr a través de la implementación de la tecnología de aislamiento de base. Para llegar a este entendimiento, se diseñan las estructuras de un edificio de oficinas de base fija y un edificio de base aislada, las dos estructuras cuentan con el mismo diseño y la misma altura. La metodología fue comparar su desempeño sísmico y se completa un análisis de costo-beneficio. Las conclusiones fueron que, al implementar el aislamiento de bases en el edificio de oficinas de acero de 12 pisos se mostraron claramente por los resultados de este estudio, que incluyen; la reducción de las aceleraciones del suelo y derivas intersticiales en más de la mitad y la mejora de los niveles de rendimiento sísmico estructural para un aumento significativo en el uso de la tecnología.

El aporte de esta investigación es, el uso de sistemas de protección sísmica, por medio de los aisladores sísmicos de base en estructuras altas, flexibles y no críticas, ayuda a mejorar el comportamiento estructural y minimiza las fuerzas sísmicas en los elementos estructurales de las edificaciones, lo cual lo hace resistente a cualquier sismo de gran magnitud.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Ingeniería sísmica

Desde la antigüedad, el hombre ha tenido entusiasmo por poder comprender y manejar los terremotos, de modo que, después de un tiempo, se produjeron dos zonas, la sismología que se dedica desde la perspectiva de las ciencias de la tierra y la construcción estructural cuyo objetivo era Crear desarrollos confiables y seguros. El diseño sísmico se eleva hacia el comienzo del siglo XX, produciendo un nexo entre la sismología y la construcción estructural que, en el caso principal, busca moderar el riesgo sísmico, y luego de eso avanzó en la investigación de respuestas para el problema sísmico, incluido todo esfuerzo pragmático. para disminuir y posiblemente eliminar el peligro sísmico (Arraigada, 2005).

1.3.2. Acciones sísmicas

La actividad de los terremotos en las estructuras y la conducción de estos antes de una ocasión sísmica son alucinantes. Si bien se ha avanzado mucho de esa manera, particularmente en algunas naciones, queda mucho por contemplar y probar. En los últimos 10 años, se han producido sismos cataclísmicos en áreas urbanas imperativas de todo el mundo, que han matado a más de 100.000 personas. La mayor parte del tiempo las decepciones se debieron a problemas de baja calidad de los materiales utilizados en el desarrollo, la falta de asistencia o la falta de estructura básica o la pieza de diseño deficiente.

Al tener poco aprendizaje y el deseo de incrementar la seguridad sísmica, generalmente los trabajos han resultado ser exageradamente costosos e incluso tienen componentes más grandes que el promedio que con su peso superior se suman al colapso de la estructura.

De esta manera, para evitar que los terremotos se vuelvan desastrosos, es importante disminuir la impotencia de las estructuras, lo cual se logra mediante el avance, la actualización perpetua y la utilización exitosa de los controles para estructuras seguras contra temblores (Núñez, 2014).

Tabla 1. *Sismos en el Perú desde 1970.*

FECHA	DESCRIPCIÓN
<i>1970, 31 de mayo</i>	Un terremoto de 7,9 grados Richter tuvo lugar en Áncash. Murieron 75.000 personas en Huaraz.
<i>1974, 3 de octubre</i>	Terremoto de 8,1 grados Richter en la costa central de Perú.
<i>1991, 4 de abril</i>	Se produce un sismo de 6,2 grados Richter en la región San Martín. Se registraron más de cien muertos.
<i>1996, 12 de noviembre</i>	Un terremoto de 6,4 grados Richter en la zona centro y sur del país deja catorce muertos.
<i>2001, 23 junio</i>	Seis departamentos del sur del país sufrieron un movimiento telúrico de 6,9 grados que dejó 102 muertos y cientos de heridos.
<i>2005, 7 julio</i>	Se produce un terremoto de 7,1 grados en la costa del sur del país
<i>2005, 25 septiembre</i>	Cinco muertos y setenta heridos es el saldo de un sismo de 7,5 grados Richter en el noroeste del país, causando cinco muertos.
<i>2007, 15 agosto</i>	Un sismo de 8 grados Richter asoló la costa sur del Perú, causando 595 muertos, 318 desaparecidos y mil heridos. Pisco, Ica, Chincha y Paracas fueron las ciudades más afectadas con 37.612 viviendas destruidas.
<i>2011, 24 agosto</i>	Un terremoto de 7 grados en la escala Richter con epicentro cerca de la ciudad de Pucallpa, sacude la selva del Perú y se siente en todo el país.
<i>2011, 28 octubre</i>	Un terremoto de 6,7 grados Richter sacude la costa central del país y deja más de 80 heridos.
<i>2013, 25 septiembre</i>	Se produce un sismo de 6,9 grados Richter, con epicentro en la costa cercana a la ciudad de Acary.

Fuente: El Comercio - IGP

1.3.3. Sismicidad

La sismicidad es la proporción de temblores realizados en un lugar específico. Una región dada puede tener sismicidad alta o baja debido al territorio donde se encuentra y con esto se verifica con qué frecuencia ocurren los temblores en ese lugar. Perú se encuentra en una zona de choque entre dos placas auxiliares, la placa de Nazca y la placa sudamericana, estas se golpean entre sí y una está situada debajo de la otra, comienza en la superficie del mundo, numerosos terremotos, esto debido a que las placas se desarrollan. siempre, alrededor de ese momento, cada vez que la placa de Nazca se adentra más en América del Sur y el procesamiento produce una tonelada de esencialidad, que mediante avances sísmicos de tamaño bajo, medio y alto se libera en la superficie de la Tierra (Zumaeta, 2012)

Tabla 2. *Terremotos más destructivos en el mundo desde 1900.*

UBICACIÓN	AÑO	MAGNITUD (RICHTER)
<i>Valdivia, Chile</i>	1960	9.5
<i>Prince William Sound, Alaska</i>	1964	9.2
<i>Costa Oeste de Sumatra Norte</i>	2004	9.1
<i>Costa Este de Honshu, Japon</i>	2011	9
<i>Kamchatka, Rusia</i>	1952	9
<i>Maule, Chile</i>	2010	8.8
<i>Costa de Ecuador</i>	1906	8.8
<i>Islas Rata, Alaska</i>	1965	8.7
<i>Sumatra Norte, Indonesia</i>	2005	8.6
<i>Assam, Tibet</i>	1950	8.6
<i>Islas Andreanof, Alaska</i>	1957	8.6
<i>Sumatra Sur, Indonesia</i>	2007	8.5
<i>Mar de Banda, Indonesia</i>	1938	8.5
<i>Kamchatka, Rusia</i>	1923	8.5
<i>Frintera Chile-Argentina</i>	1922	8.5
<i>Islas Kuril</i>	1963	8.5

Fuente: Elaboración propio

1.3.4. Conceptos generales

1.3.4.1. Periodo fundamental

El periodo fundamental se caracteriza por el tiempo que tarda una estructura en terminar el primer movimiento resultado de una fuerza sísmica aplicada. (Chopra, 2014)

1.3.4.2. Amortiguamiento

En las estructuras, la amortiguación se produce por las erosiones internas de los componentes, las bases, los componentes no auxiliares, etc., todos estos dispersan la vitalidad sísmica, ya que la amortiguación es un elemento básico que impacta la reacción sísmica en el terreno. ese desarrollo oscilatorio disminuye, generalmente se comunica como una pequeña cantidad de amortiguación básica, donde el desarrollo posterior, en lugar de oscilar, decrece exponencialmente con el tiempo hasta el punto en que termina en cero. (Chopra, 2014)

1.3.4.3. Ductilidad

La propiedad tiene una estructura para experimentar impresionantes deformaciones resultantes de una carga consistente sin soportar daños significativos, este límite es esencial para respaldar los poderes sísmicos causados por un desarrollo sísmico, ya que proporciona una propiedad adicional de amortiguar lo que se busca en las estructuras para quedarse. Lejos de arrugas del equivalente. (Chopra, 2014)

1.3.4.4. Resistencia y rigidez

La oposición y la inflexibilidad son las dos partes más vitales de la estructura sísmica. El plan por oposición, busca que las medidas de los componentes aseguren la confiabilidad de la estructura sometida a todas las mezclas de carga concebibles. Además, la inflexibilidad relaciona la deformación de la estructura con los montones conectados, este parámetro garantiza que la estructura se adapta a las capacidades forzadas. La rigidez lateral, consiste en la distorsión horizontal de piso a piso y previene así, y por lo tanto evita que la estructura deje la disposición vertical más allá de una suma extrema, determinada de manera efectiva. (Chopra, 2014).

1.3.4.5. Distribucion de las fuerzas de inercia

Las fuerzas de inercia que se crean en una estructura son un elemento de masa, naturaleza inflexible y amortiguamiento; Pero conocer el propósito de la utilización del poder es primordial, ya que pueden intensificarse. Para evaluar la mejora de la potencia, se realiza

una mejora de la dispersión de las potencias, decidiendo el área de los resultados en cada piso al nivel de la pieza. (Aguiar, 2008).

1.3.4.6. Centro de masa

El C.M. es el lugar en el que se considera la masa completa. En una estructura totalmente estándar con dispersión de cargas simétricas el C.M. coincide con el centro de gravedad C.G. de la planta. (Aguiar R. 2008)

1.3.4.7. Centro de rigidez

El centro de rigidez de una estructura es el lugar geométrico donde al aplicar las fuerzas sísmicas, la estructura solamente se desplaza y no rota.

En estructuras de dos o más pisos, el centro de rigidez define el punto donde debe aplicarse la fuerza sísmica para que un nivel no rote con respecto al nivel anterior. (Aguiar R. 2008)

1.3.4.8. Simetría

El edificio que se estudió en este trabajo de investigación es simétrico debido a que el diseño arquitectónico de la edificación tiene una forma de un rectángulo y cuenta con uniformidad estructural en todos los pisos.

1.3.5. Sistemas de control

1.3.5.1. Sistemas de control pasivo

Los marcos de control o los dispositivos latentes son componentes de la capacidad receptiva donde su reacción no es controlable y depende únicamente de la naturaleza y las condiciones de trabajo donde se encuentran. Estos dispositivos se incluyen al cambiar las propiedades dinámicas del edificio, lo que produce una disminución en su reacción auxiliar. Sus puntos focales fundamentales son, en general, su intensidad monetaria y su conducta productiva (Izaguirre, 2007).

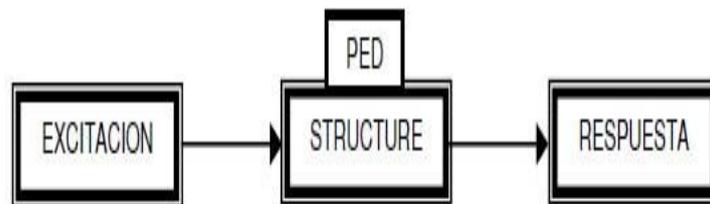


Figura 1. Esquema del funcionamiento de un sistema de control pasivo.

Fuente: Tesis Instituto Politécnico Nacional – Ariel Izaguirre

Entre los principales sistemas de control pasivo tenemos:

1.3.5.1.1. Sistemas de aislamiento de base

La técnica fundamental de este marco es desacoplar la estructura del desarrollo del suelo para protegerlo del impacto de los temblores. Esto se logra debido a los dispositivos que se encuentran entre los establecimientos y la estructura, que permiten un desarrollo uniforme y que no son inflexibles al desarrollo vertical. Además, por lo general, para fusionar la amortiguación auxiliar para limitar las eliminaciones de la superestructura a las calidades adecuadas de acuerdo con la norma. La protección de la base está prescrita en estructuras inflexibles en territorio firme, además, las estructuras no deben tener una alta relación entre la estatura y la base, ya que el incremento de minutos molestos correspondiente a esta relación, que puede asumir la pérdida de igualación de la superestructura. (Korswagen y otros 2012)

La desconexión sísmica no solo mejora el nivel de bienestar de los individuos y las estructuras, sino que además asegura el emprendimiento, lo que transmite dentro y garantiza la coherencia de la tarea. Hay algunos tipos de protectores elastoméricos (con o sin un centro conductor), dependiendo de la estructura auxiliar y las preocupaciones sísmicas de la tarea. De hecho, incluso las estructuras de 15 o 20 pisos pueden utilizar separadores sísmicos como lo indica la relación que tienen con su base, dijo Víctor Manzur, de Weir Minerals Perú.

La ejecución de la separación termina siendo extremadamente útil en naciones como Perú por estar en un territorio de alto movimiento sísmico con el riesgo latente de rendirse a un temblor más prominente que 8 grados en la escala de Richter. Se ha exhibido la conducta asombrosa que una estructura con desprendimiento sísmico puede lograr en la conservación de la vida y, además, la seguridad de las estructuras cuando se expone a desarrollos sísmicos de grado moderado a extremo.

Se sugiere la desconexión en estructuras inflexibles y en aquellas en las que no hay una proporción de estatura a anchura alta, ya que puede producir minutos de vuelco y también disminuir la variedad del marco de tiempo de vibración

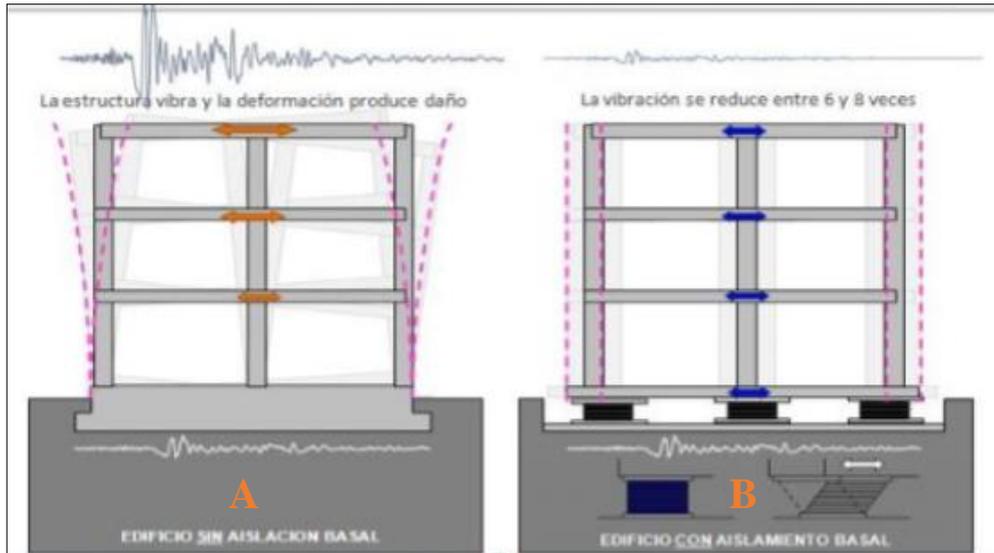


Figura 2. Comparación de una estructura de base fija y otra con base aislada.

Fuente: Estructuras Aisladas en suelos suaves. (FEMA, 2000)

En el grafico se muestra el edificio A y edificio B

- Edificación A, sin aislamiento basal
- Edificación B, con aislamiento basal

La aislación basal hoy en día es considerada un diseño estratégico que está dirigido a reducir la cantidad de energía de entrada a las fundaciones de una estructura.

1.3.6. Edificaciones con sistema de aislación sísmica

1.3.6.1. Filosofía de diseño

El sistema de aislación sísmica en las estructuras a pesar de garantizar la seguridad de la vida de los inquilinos en los terremotos extremos, debe limitar el daño causado a la estructura y sus entrañas. Para lograr esto, debe considerar las eliminaciones de contorno, máximos y el mayor desplazamiento agregado, que son las reubicaciones de lado a lado de la estructura antes de un temblor sísmico dado. Si bien esto se considera dos escrituras o niveles de temblor: el sismo de contorno (SDI) que tiene al menos 10% de probabilidad de superación en 50 años y el terremoto más extremo concebible (SMP), que se calcula de acuerdo con la delimitación de las zonas sísmicas, esto tendrá un 10% de probabilidad de ser superado durante un tiempo de 100 años. Es básico que los protectores puedan verificar mediante el

examen y las pruebas. Del mismo modo, estos deben estar destinados a un temblor concebible extremo (SMP), todos juntos para no negociar la superestructura. El plan de la superestructura debe completarse de manera similar a un edificio común, considerando que su modelo es apropiado para la dispersión correcta de tensiones y distorsiones en sus componentes. (NCh2745, 2013).

1.3.6.2. Teoría de Aislamiento Sísmico

La hipótesis de la desconexión sísmica contiene una evacuación de la repetición fundamental de la estructura de una alta consideración, donde los temblores tienen una alta sustancia de imperatividad, en baja consideración, donde requieren esencialidad. En esta línea, la cubierta sísmica habla de un canal de avance sísmico de nivel, que no permite que lo esencial vaya a la estructura que está en él. Dado que la mejora del nivel es el principal impulsor del daño a la estructura, el separador sísmico lo garantiza al disminuir las vibraciones paralelas que se buscan entre 6 y 8 veces, aclara Juan Carlos de la Llera, investigador de la Pontificia Universidad Católica de Chile y experta en demostraciones básicas de cantos y disminución de vibraciones. Debido a la separación sísmica, el tiempo de la superestructura se prolonga y provoca una expansión en la amortiguación. Esta amortiguación produce una reducción constante de la vibración del edificio y mantiene una distancia estratégica de las distorsiones que se pueden mostrar en él y del marco de protección. (Chopra, 2014).

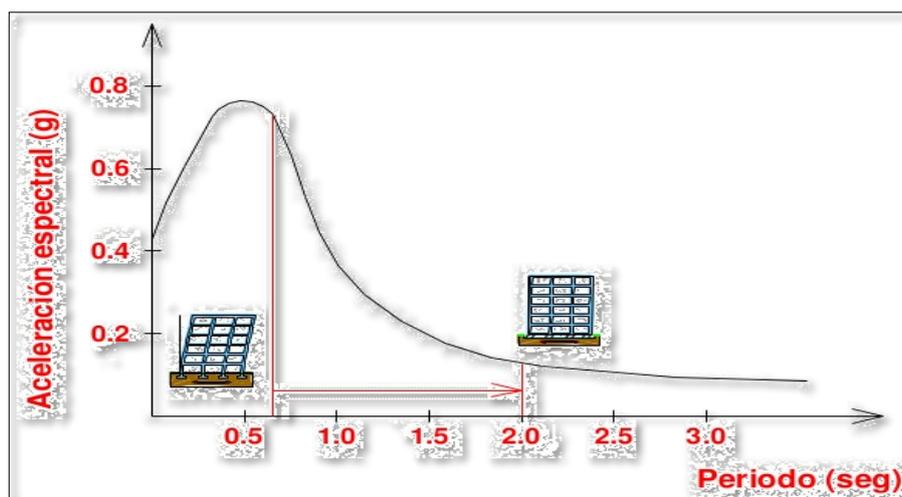


Figura 3. Aceleración espectral de un edificio con y sin aislamiento en la base.

Fuente: Estructuras Aisladas en suelos suaves. (FEMA, 2000)

Además, las medidas altas de las curvas del piso influyen en el daño a los segmentos no básicos y su sustancia. La expansión de la naturaleza inflexible del edificio permitiría disminuir la torsión del piso, en cualquier caso, esto no garantiza una disminución de las velocidades crecientes, y nuevamente, disminuir la inflexibilidad del equivalente permitiría disminuir las velocidades crecientes, sin embargo, No se dobla el piso. Los marcos de aislamiento sísmico permiten el control concurrente de los dos parámetros, ya que tienen la adaptabilidad esencial para pensar toda la desfiguración en el nivel de los dispositivos (Bozzo y Barbat, 2000). Sea como sea, se debe tener cuidado al desarrollar estructuras de base desconectadas en suelos con velocidades cada vez más altas (suelos delicados), ya que estos suelos delicados normalmente presentan periodos de vibración más notables que 1, y estructuras confinadas, esto podría hacer avanzar la reverberación de la estructura

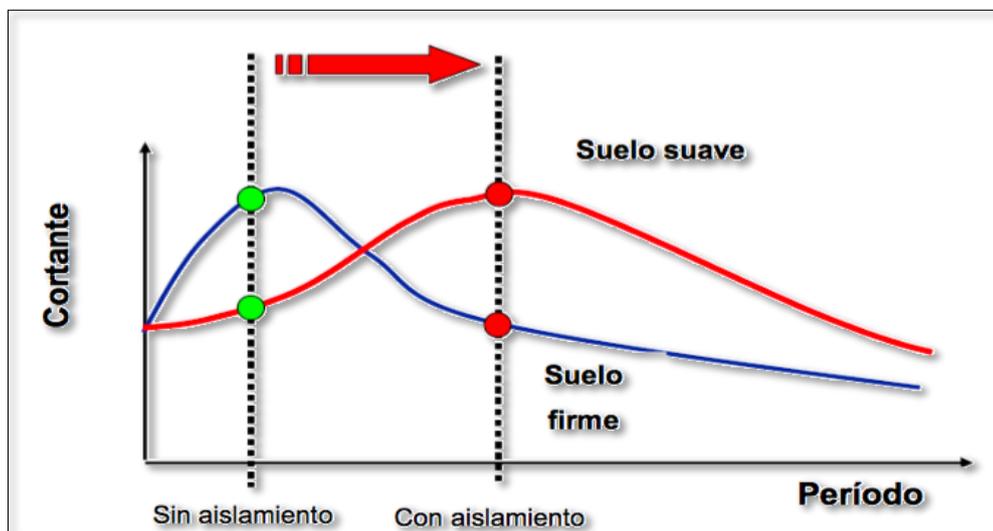


Figura 4. Estructuras Aisladas en suelos suaves. (FEMA, 2000).

Fuente: (FEMA, 2000)

1.3.7. Tipos y comportamiento de los aisladores

La asociación de aisladores sísmicos se considera actualmente como un arreglo imperativo que tiene la inspiración de disminuir fenomenalmente la esencialidad que la estructura conoce por las estrategias para la sociedad debido a una mejora sísmica, en ese punto, el fusible de los defensores le da a la estructura una flexibilidad uniforme. Lo que, es más, la naturaleza vertical no está inclinada, lo que disminuye el aumento de la velocidad sísmica, ya que funciona como un cuadrado solitario, lo inverso ocurre con las estructuras normales

a medida que aumentan la velocidad sísmica en expansión en los pisos superiores, lo que hace que el edificio soportar un daño genuino.

Al incorporar aisladores sísmicos se logra:

- Reducir la respuesta sísmica, debido al periodo fundamental.
- Reducir los desplazamientos relativos, por la capacidad de amortiguamiento de aisladores y reducción de las fuerzas que se transmiten a la estructura.
- Minimizar daños a la edificación y preservar la vida humana.

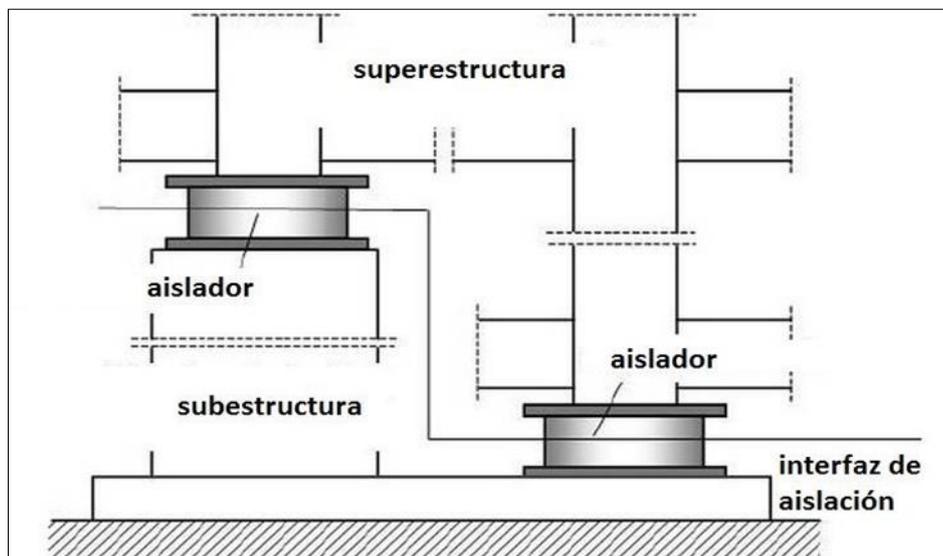


Figura 5. Distribución de los aisladores de acuerdo a su posición.

Fuente: Guía de Diseño Sísmico de Aisladores Elastoméricos y de Fricción para la Republica de Nicaragua, Meza R., Sánchez E. (2010) Pág. 14

En el presente trabajo se detallará los sistemas de protección sísmica más empleados:

1.3.7.1. Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo (LRB)

Los aisladores con núcleo de plomo (LRB) son aisladores elastoméricos similares a los LDRB, pero poseen un núcleo de plomo, ubicado en el centro del aislador, eso permite construir el nivel de amortiguamiento del marco a niveles cercanos al 25-30%. En el punto en que el protector se tuerce a lo largo del costado en medio de la actividad de un temblor, el centro principal fluye, provocando deformaciones plásticas y diseminando la vitalidad como calor. Hacia el final de la actividad sísmica, el elástico de la cubierta restaura

la estructura a su posición única, mientras que el centro de plomo recrystaliza. En este sentido, el marco está preparado para otra ocasión sísmica. (Cámara Chilena de la construcción, 2011).

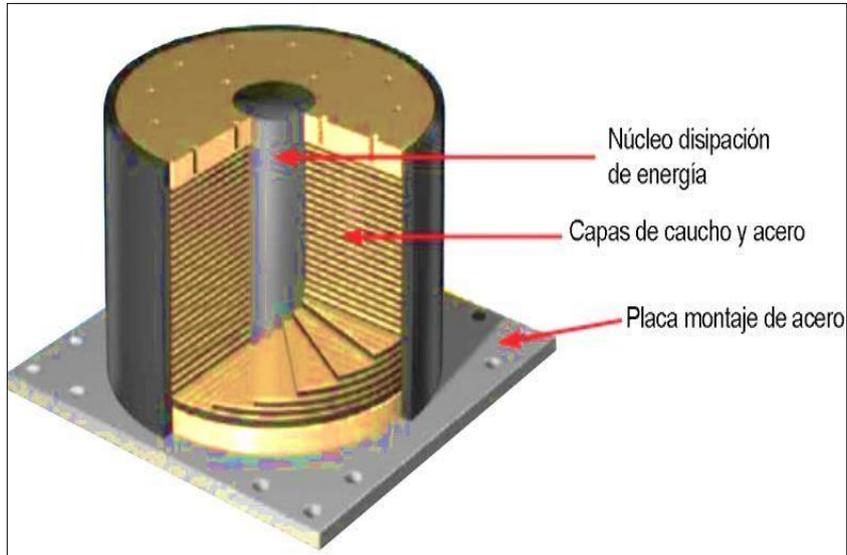


Figura 6. Aislador elastomérico con núcleo de plomo.

Fuente: (Cámara Chilena de la Construcción)

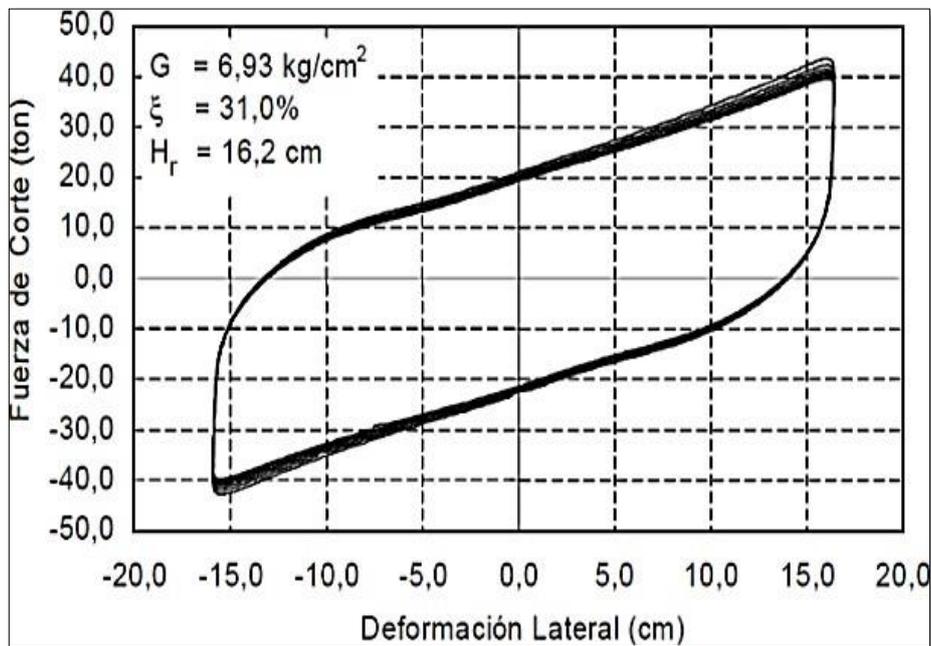


Figura 7. Fuerza de corte vs deformación lateral para un ciclo para Aisladores elastoméricos con núcleo de plomo.

Fuente: (Cámara Chilena de la Construcción).

1.3.7.2. AISLADORES DE PÉNDULO FRICCIONAL (FPS)

Estos aisladores emplean capas de acero y materiales especiales los cuales tienen definidos sus coeficientes de fricción. Se utiliza el sistema de deslizamiento unido a una respuesta tipo péndulo. El sistema de péndulo de fricción está compuesto por un deslizador articulado sobre una superficie de acero. La parte del apoyo de articulación está en contacto con la superficie esférica, rodeada por una película de un material compuesto de baja fricción: teflón (Izaguirre, 2007).

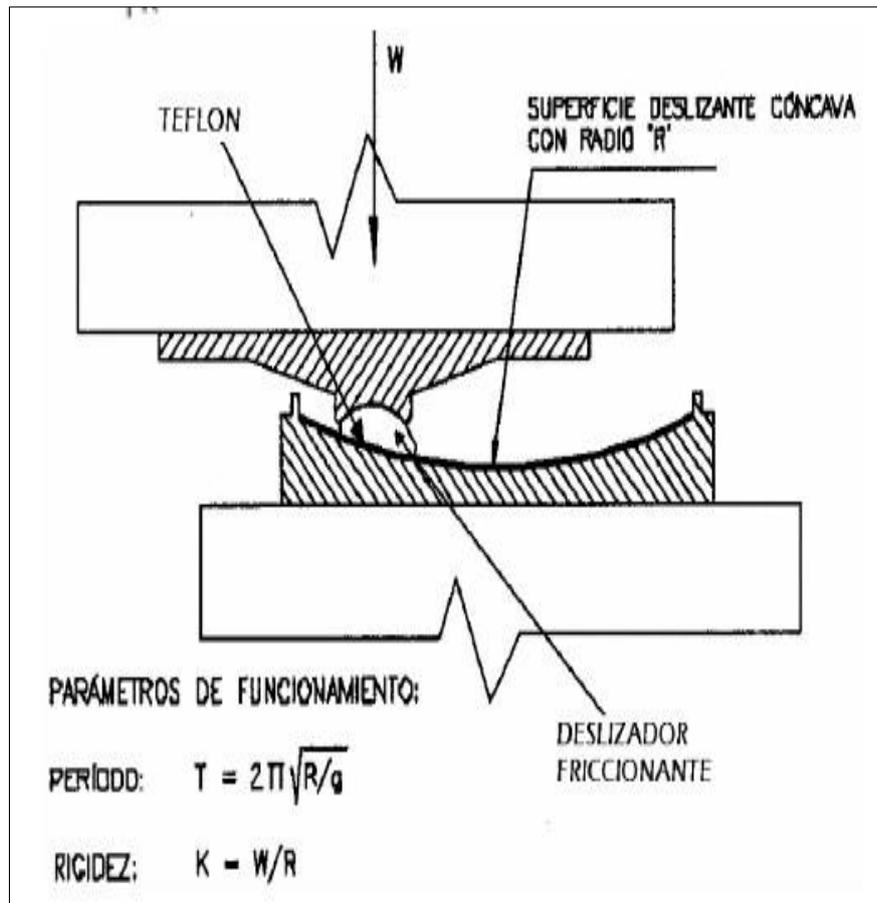


Figura 8. Aislador de base pendular.

Fuente: Tesis Instituto Politécnico Nacional – Ariel Izaguirre

El control deslizante avanza hacia la superficie redondeada hacia el interior, de esta manera, cualquier desarrollo de la base creará una reubicación del control deslizante a lo largo de la superficie que dispersa la vitalidad por contacto. Dado que esta eliminación ocurre en una superficie doblada, la potencia vertical transmitida por el control deslizante crea un segmento de distracción que, en general, enfoca el marco.

1.3.7.3. Aislador elastomérico convencional

Los aisladores elastoméricos se han estado desarrollando desde su creación con el objetivo final de satisfacer una ocupación superior como lo indican las necesidades codiciadas, logrando la configuración actual que da la afirmación de que funcionará bien.

La conducta de las cubiertas elastoméricos se basa en su abundancia de desfiguración a la que están oprimidos y, en menor grado, en la temperatura, maduración y recurrencia del desarrollo.

Fundamentalmente, estos revestimientos están recubiertos. Las bases elastoméricos se conforman mediante una disposición de láminas niveladas de elástico rociadas con placas niveladas de acero adheridas al elástico, mediante un procedimiento en el que se conecta al peso fijado a alta temperatura, el elástico se vulcaniza y el componente Obtiene su propiedad versátil.

En muchos planes de cubiertas elastoméricos, se utiliza la geometría de una cámara, ya que con esto las propiedades del protector no se ven afectadas por el rumbo de la carga uniforme conectada, lo que distribuye las potencias de manera constante (Izaguirre, 2007).

1.3.7.3.1. Aislador elastomérico de bajo amortiguamiento (LDRB)

Los aisladores elastoméricos de caucho natural de bajo se han utilizado ampliamente en general en relación con los dispositivos de amortiguación adicionales debido a su facilidad de uso dentro de los separadores elastoméricos.

Forman parte de los protectores que utilizan elásticos comunes con un bajo propósito de amortiguación de entre 2 a 5% más extremos, tienen atributos similares a los que se hizo referencia en el punto anterior con la excepción de que se utiliza un elástico con un límite de amortiguación bajo, las láminas de acero. mantenga las extensiones laterales del elástico y proporcione una elevada naturaleza vertical sin doblar, pero no afecte la solidez plana del separador que se controla mediante el módulo bajo a la presión de corte que tiene el elastómero.

Debido al bajo nivel de amortiguación que presentan, normalmente se utilizan en relación con los disipadores de vitalidad que proporcionan una amortiguación adicional al marco (Izaguirre, 2007).

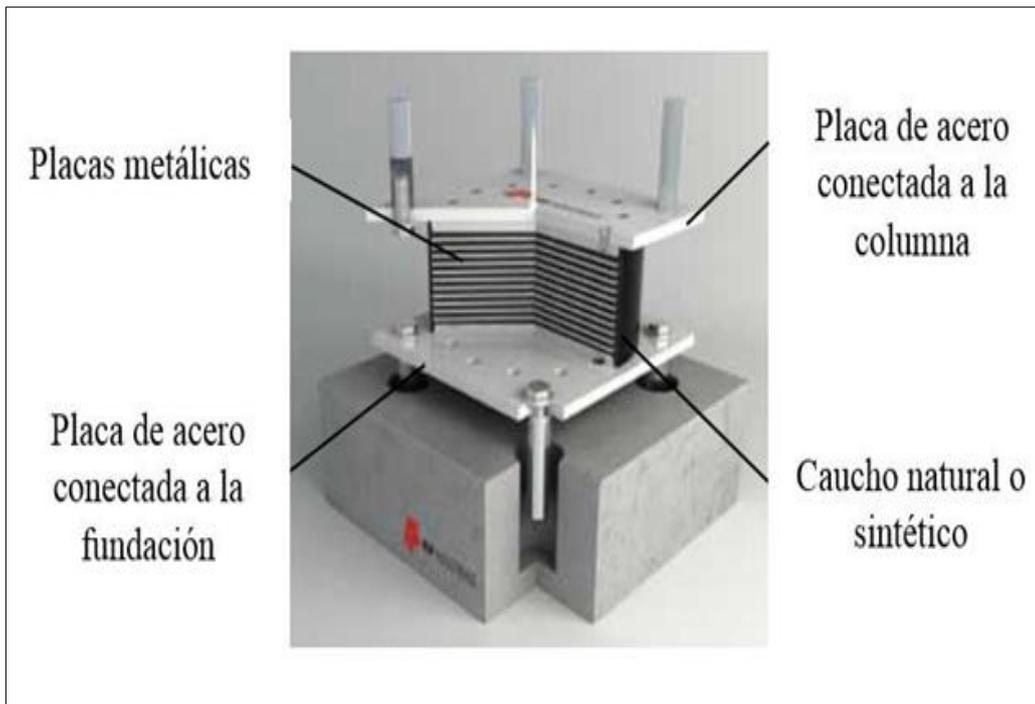


Figura 9. Corte de un aislador elastomérico de bajo amortiguamiento (LDRB).

Fuente: Tesis Instituto Politécnico Nacional – Ariel Izaguirre

1.3.7.3.2. Aislador elastomérico de alto amortiguamiento (HDRB)

El aislador elastomérico de alto amortiguamiento tiene la misma disposición mencionada en el punto anterior de ir intercalando láminas de goma con delgadas capas de acero, sea como sea, para esta situación se utiliza un elástico que, a pesar de transmitir la adaptabilidad y la solidez requeridas, varía de los elastómeros normales, ya que tiene como característica una alta amortiguación, que se logra al agregar sustancias de mezcla al compuesto. Estas cubiertas están hechas de materiales excepcionales o el elástico transporta sustancias agregadas, por ejemplo, carbón en polvo, aceites, gomas, polímeros o diferentes componentes que dan a las propiedades elásticas poco comunes, por ejemplo, una amortiguación más notable y mejores propiedades contra altas desfiguraciones.

La amortiguación lograda por este tipo de revestimientos es de entre 10 a 20%, por lo que no es importante utilizar amortiguadores adicionales (Izaguirre, 2007).

1.3.8. Consideraciones generales para el sistema aislado

En estructuras sísmicamente desconectadas, la transmisión de poderes se reduce y nunca más es importante utilizar componentes auxiliares con un alto límite de oposición o alta inflexibilidad como en el plan tradicional. En cualquier caso, lo que debe controlarse es el desarraigo que ocurre en el marco separado, estos dependen de la amortiguación y el período de gran alcance. Esa es la razón por la que estas dos variables deben considerarse en la estructura de los protectores.

1.3.8.1. Consideraciones generales para el análisis y diseño con aisladores sísmicos

Se deben tener las siguientes consideraciones:

En el Sistema de Aislamiento:

- ✚ Capacidad de carga: es vital debido a que cada separador tiene una mayor restricción de carga, es por eso que los montones del edificio deben circular uniformemente, con el objetivo final de evitar que cualquier cubierta sea una carga excesiva.
- ✚ Uniformar desplazamientos: para tener la capacidad de hacer que la estructura sea más adaptable, se debe incorporar un estómago inflexible, ya que no debe haber remociones diferenciales planas en los dos cojinetes en el nivel del marco del protector.
- ✚ Efectos de torsión: El desprendimiento entre el punto focal de masa y el punto focal de inflexibilidad del marco de protección debe ser evaluado, dado que, si los impactos de torsión están disponibles, habrá un apoyo más prominente en el desarrollo de los protectores hacia el Recorrido opuesto al del examen; y en este sentido, disminuye el objetivo del desarrollo autónomo hacia cada camino.
- ✚ Tracción en los aisladores: se debe considerar que las cubiertas tienen una rigidez de 10 a 15% de la presión, deben evaluarse siempre. En el caso de que esas cualidades sean más altas que el rango, las carcasas tendrán propiedades diferentes y podrían dañarse.
- ✚ Deformaciones verticales: estas podrían producir distorsiones diferenciales entre los componentes distintivos de la superestructura.

1.3.9. Normas técnicas para el análisis sísmico

1.3.10.1. Normas técnicas peruanas para realizar el análisis sísmico

Las Normas empleadas en el desarrollo de esta investigación se basarán en el actual “Reglamento Nacional de Edificaciones” (RNE), a continuación, mostramos las normas más importantes usadas en el trabajo de investigación.

- ✚ Norma E.020 Cargas
- ✚ Norma E.030 Diseño Sismorresistente
- ✚ Norma E.060 Diseño en Concreto Armado

1.3.10.2. Normas técnicas internacionales para aislamiento sísmico

Entre las normas más representativas tenemos la más importante en cuando a aislación sísmica: ASCE 7-10

1.3.9.2.1. ASCE SEI 7-10 (structural engineering institute of the american society of civil engineers, reston, virginia, usa, 2010)

Para realizar el análisis y diseño sísmico de estructuras con base aisladas esta organización establece tres métodos.

La presente tesis se realizar en base al segundo método: Combinación Modal Espectral

En consecuencia, dado que los edificios son para el uso de oficinas y tienen una gran altura, se busca que el edificio no tenga daños auxiliares y que no sea normal un daño no básico digno de mención, es decir, se busque la utilidad continua del edificio. A la luz de la filosofía HAZUS, la estructura para la flexibilidad (REDI), el examen de Aslani y Miranda, y tras seguir los requerimientos de la norma ASCE 7-10; se eligió para utilizar en la medida de lo posible para estructuras de bases separadas.

Aceleración Máxima de entrepiso $< 0.25g$

Deriva máxima de entrepiso $< 3 \text{ ‰}$

1.3.10.3. Métodos de análisis de edificios aislados según ASCE 7-10

Para estructuras de base aislada se ejecutan tres tipos de análisis: análisis estático, combinación modal espectral y tiempo historia. En este trabajo de investigación se realizó el análisis modal espectral, porque este análisis cumple con todos los requerimientos solicitados para encontrar los objetivos propuestos.

Tabla 3. Métodos de análisis permitidos (P) y no permitidos (NP) para el diseño según el ASCE 7-10.

Site Conditions or Structure Configuration Criteria	ELF Procedure	Response Spectrum	Time History
Site Conditions			
Near-Source ($S_1 \geq 0.6$)	NP	P	P
Soft soil (Site Class E or F)	NP	NP	P
Superstructure Configuration			
Flexible or irregular superstructure ($h > 4$ stories, $h > 65$ ft., or $T_M > 3.0$ s, or $T_D \leq 3T$)**	NP	P	P
Nonlinear superstructure (requiring explicit modeling of nonlinear elements, Sec. 17.6.2.2.1)	NP	NP	P
Isolation System Configuration			
Highly nonlinear isolation system or does not meet the criteria of Section 17.4.1, Item 7	NP	NP	P
* P indicates permitted and NP indicates not permitted by the <i>Standard</i>			
** T is the elastic, fixed-base, period of the structure above the isolation system			

Fuente: ASCE 7-10

1.3.9.3.1. Combinación modal espectral

Este análisis, en su mayor parte utiliza un software de análisis estructural, trabaja con los modos de vibración de la estructura y determina la respuesta sísmica a través de un espectro de diseño. Para realizar este análisis, primero se realizó un diseño de los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo para obtener sus características como rigidez efectiva y

amortiguamiento, las cuales usamos en el software para realizar el análisis. A continuación, se enumera dos formas para realizar el análisis modal-espectral:

Espectro de Diseño con Bajada

Se realiza una “bajada” del espectro por el amortiguamiento de los aisladores a partir de periodos mayores a $0.8T_D$. Realizando esta bajada, se asegura que el espectro considerará la respuesta de los periodos T_D o T_M . Merece la pena especificar que el coeficiente de amortiguamiento (C) solicitado por la conexión en la programación de la investigación será cero, dado que el rango a partir de ahora lo piensa.

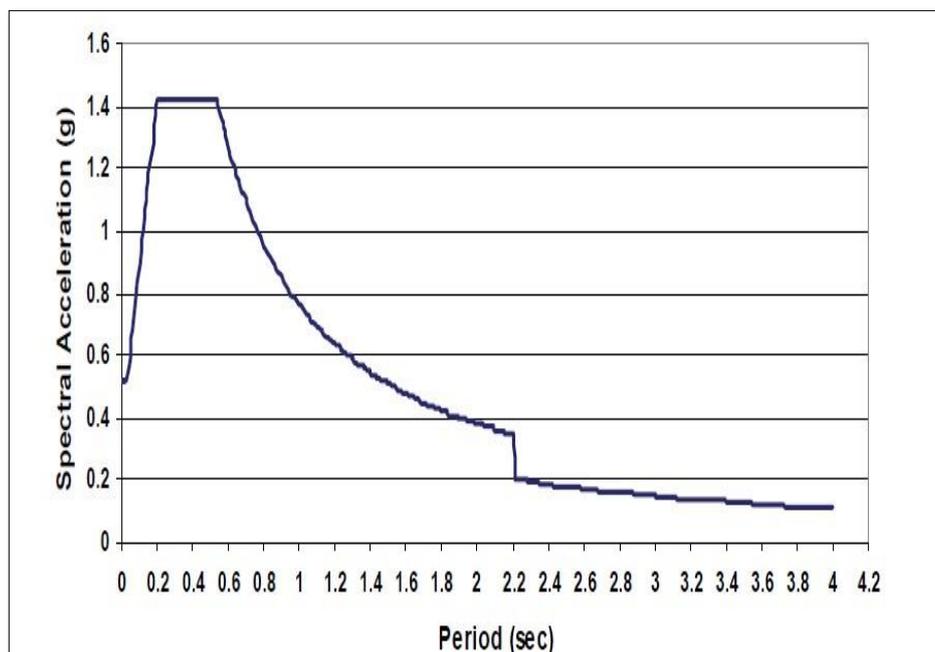


Figura 10. Espectro de diseño modificado para el análisis de edificios aislados.

Fuente: (Constantinou, Kalpakidis, Filiatrault y Ecker Lay, 2011)

Espectro de Diseño por Defecto

Utilizando un espectro de diseño con 5% de amortiguamiento al igual que para edificios convencionales de base empotrada.

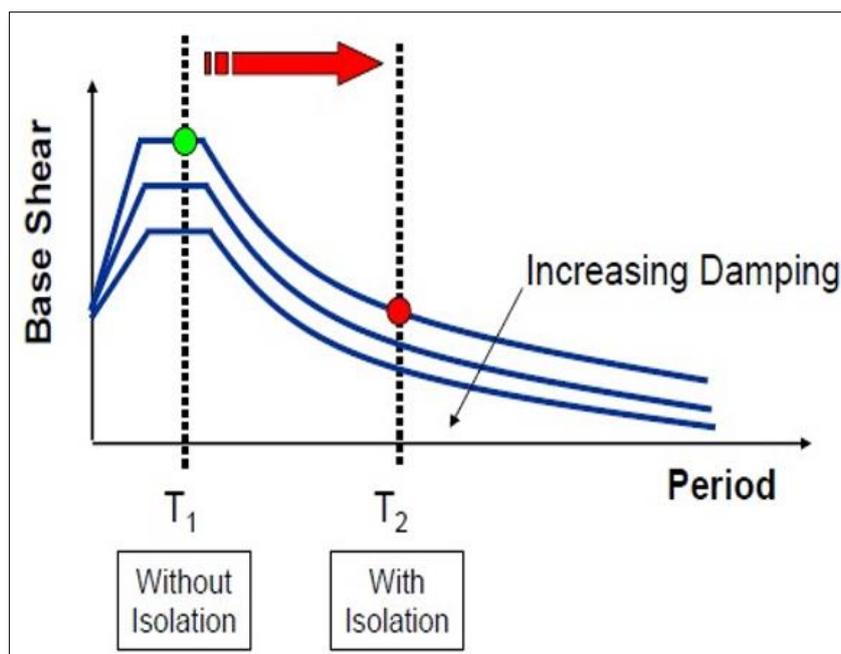


Figura 11. Variación del espectro por el coeficiente de amortiguamiento.

Fuente: (FEMA 451,2003)

Para la construcción del espectro se tomó los parámetros de la norma peruana sismo resistente E.030, que se explican a continuación:

Z: Aceleración máxima del suelo con una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años, depende de la zonificación (Zona IV)

U: Factor de uso. $U=1$ para edificaciones aisladas.

C: Factor de amplificación sísmica.

T: Periodo fundamental de la estructura.

T_p : Periodo correspondido a la plataforma del espectro

S: Factor que toma en cuenta al tipo de suelo (S1, S2, S3).

R_i : Factor de reducción sísmica para edificios aislados (1)

Se recomienda que la estructura de base aislada sea regular y tenga una masa participativa de 90% en cada dirección de análisis para asegurar un buen desempeño. Para ello, la distribución espacial de los aisladores es importante, ya que son los responsables de dotar de rigidez y amortiguamiento a la superestructura.

1.3.10. Diseño de aisladores sísmico de núcleo de plomo

1.3.11.1. Procedimientos de diseño de los aisladores:

Consideraciones Iniciales:

Para dimensionar los aisladores se considera el Sismo Máximo Creíble (MCE) o sismo que tiene el 2% de probabilidad de ser excedido en 50 años. Por lo tanto, el factor $Z(\text{MCE}) = 0.6g$ (Zona IV).

Para diseñar la superestructura se considera el Sismo de Diseño (DBE) o sismo que tiene el 10% de probabilidad de ser excedido en 50 años. Por lo tanto, el factor $Z(\text{DBE}) = 0.45g$.

Se asume inicialmente que el periodo de la estructura aislada en el máximo desplazamiento es igual a 2.5 ó 3 veces el periodo de la estructura empotrada.

Se considera un amortiguamiento efectivo para el máximo desplazamiento igual a 20%.

A continuación, se muestra el comportamiento de los aisladores sísmicos.

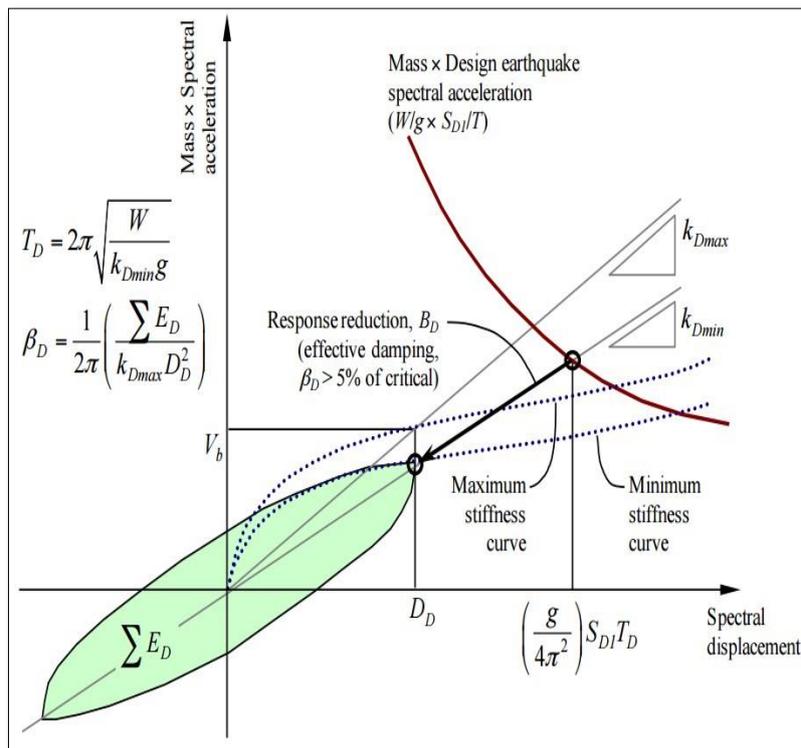


Figura 12. Periodo y Amortiguamiento de diseño (T_D y β_M).

Fuente: (FEMA 751,2009).

Procedimiento:

❖ Cálculo de la aceleración espectral de diseño ($SD1_{(DBE)}$) y la aceleración espectral máxima creíble ($SM1_{(MCE)}$):

Se calculan a partir de los factores de zona sísmica (Z), tipo de suelo (S), importancia (U) y el de amplificación sísmica (C):

$$SD1_{(DBE)} = Z_{DBE} UCS$$

$$SM1_{(MCE)} = Z_{MCE} UCS$$

En el caso de las estructuras aisladas el factor de uso será 1.0, dado que al dimensionar los aisladores no se utiliza un factor de reducción R . Para el análisis de la superestructura sí se deberá utilizar las combinaciones de R y U adecuadas. Si se desea considerar la importancia de la estructura deberá modificarse la aceleración espectral de acuerdo con el tiempo de exposición y con el periodo de retorno del evento considerado. El coeficiente de amplificación sísmica deberá ser también igual a 1.0, debido a que, para los periodos propios de la aislación, no existe amplificación de la aceleración máxima.

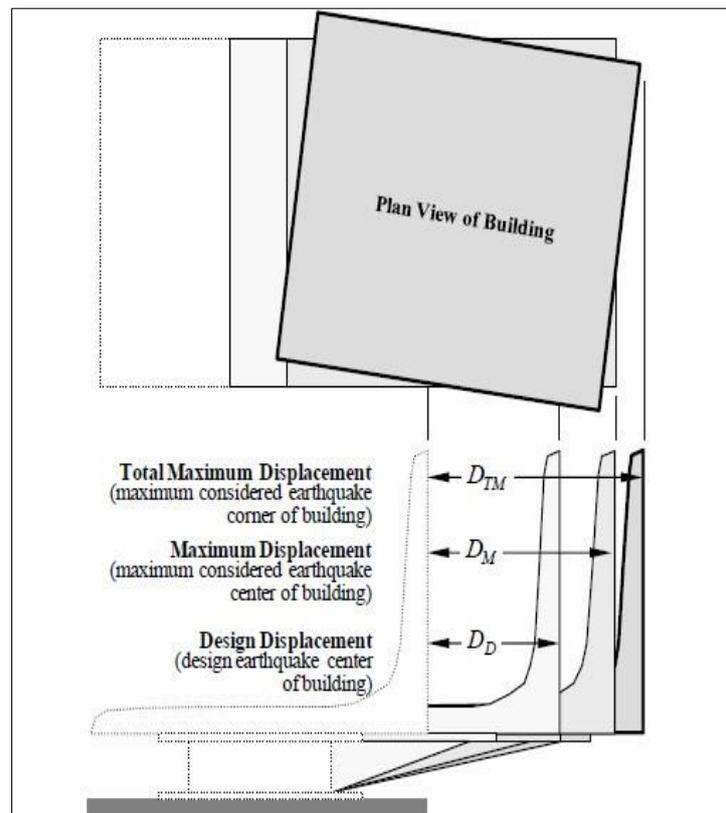


Figura 13. Desplazamiento de Diseño, Diseño máximo y Diseño total máximo.

Fuente: (FEMA 751,2009).

❖ Cálculo del desplazamiento máximo y desplazamiento máximo total:

El desplazamiento máximo del sistema de aislamiento se obtiene a partir de la aceleración espectral máxima creíble, el periodo de la estructura aislada en el máximo desplazamiento (T_M) y el coeficiente referido al amortiguamiento efectivo en el máximo desplazamiento (B_M). A continuación, se muestra la tabla de valores del coeficiente de amortiguamiento.

Tabla 4. Coeficientes de Amortiguamiento.

Amortiguamiento Efectivo

<i>% del crítico</i>	Coeficiente BM
≤ 2	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
40	1,9
≥ 50	2,0

Fuente: ASCE 7-10

A continuación, se muestra la fórmula para encontrar el desplazamiento máximo

$$D_M = \frac{(g / 4\pi^2) \times S M 1 \times T_M}{B_M}$$

El desplazamiento máximo total del sistema de aislamiento se obtiene a partir del desplazamiento máximo (D_M), las dimensiones en planta de la estructura (b y d), la distancia hacia el aislador más alejado (y) y la excentricidad accidental (e). Esta última se obtiene como el 5% de la dimensión más grande de la planta.

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

A continuación, se cómo se encuentra muestra las dimensiones en planta de la estructura.

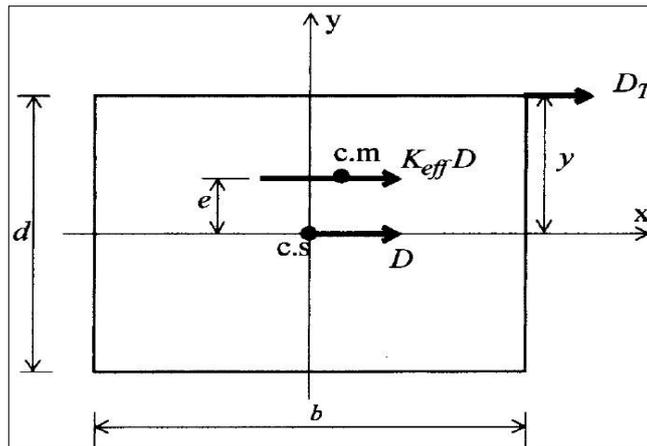


Figura 14. Dimensión en planta del edificio.

Fuente: (FEMA 751,2009)

❖ Dimensionamiento de los aisladores:

El dimensionamiento se hace a partir del desplazamiento máximo total de los aisladores y la capacidad de carga máxima. Se escoge la más crítica.

La carga máxima en cada aislador es la que se obtiene a partir de la combinación “1.25CM+1.25CV+CS”. También, por experiencia, se puede considerar inicialmente que la “CS” es el 30% de la “CM” y así usar la combinación “1.5CM + 1.25CV”. El esfuerzo axial permisible debe ser especificado en las características del aislador.

❖ Cálculo del diámetro del aislador

El diámetro se calcula teniendo en cuenta el desplazamiento máximo lateral y la carga axial ultima, se toma el más crítico:

Con DTM: $D_i = 1.5 \text{ DTM}$

Con $P_u \text{ max.}$ $D_i = P_u \text{ Max.} / \text{Esfuerzo axial permisible (8MPa)}$

Una vez dimensionado, se escogen el tipo de aislador en el catálogo del fabricante de acuerdo con la similitud del diámetro del aislador disponible (D_i).

❖ Cálculo del diámetro de núcleo de plomo:

Con la carga “W” que recibe cada aislador según condiciones de servicio (CM+0.25CV), se verifica que la relación Q_d/W se encuentre en el rango de (3% a 10%). Q_d es la fuerza

histerética y es utilizado para el control de la amortiguación y la rigidez efectiva del sistema de aislamiento.

El diámetro del núcleo de plomo se calcula a partir de la relación entre la fuerza de fluencia y el esfuerzo axial permisible en el núcleo de plomo.

A plomo = F_y/r_y (10MPa O 1500psi)

$F_y = 1.10Q_d$

$$D_l = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{1.10Q_d}{\sigma_y}}$$

En el catálogo DIS para cada diámetro hay un rango de D_i y D_L , el calculado debe encontrarse n ese rango.

❖ Cálculo de la altura del aislador sin planchas:

Se determina a partir del desplazamiento máximo total y la deformación de corte de diseño. Esta última es equivalente a 150% según recomendaciones de los fabricantes. Para el diseño se toma el 150%.

$$H_l = \frac{D_{TM}}{1.50}$$

❖ Cálculo de K_d ó k_2 :

Esta es la rigidez secundaria o rigidez de recuperación la cual depende del área neta de caucho, la altura del aislador y el módulo de corte.

$$k_d = \frac{\pi}{4} \times \frac{(D_i^2 - D_l^2)}{H_i} \times G$$

$G = 0.4$ a 0.7 MPA

❖ Cálculo de la rigidez efectiva y el amortiguamiento efectivo:

La rigidez efectiva y el amortiguamiento efectivo se calculan a partir:

$$k_{eff} = \frac{Q_d}{D_{TM}} + K_d \beta_{eff} = \frac{4Q_d (D_{TM} - F_y / (10K_d))}{2\pi \times k_{eff} \times D_{TM}^2}$$

El procedimiento iterativo se empieza a partir de la relación Q_d/W en donde se le asigna un valor entre el rango recomendado y a partir de este se determinan los diámetros de plomo y los parámetros de amortiguamiento y rigidez efectiva.

El procedimiento termina cuando se han seleccionado los aisladores con características similares a las calculadas por medio de las fórmulas, donde los desplazamientos, periodos, amortiguamiento y capacidad de carga son los adecuados.

Comportamiento histerético del aislador.

El comportamiento de un LRB DIS es modelado como un elemento histórico bilineal.

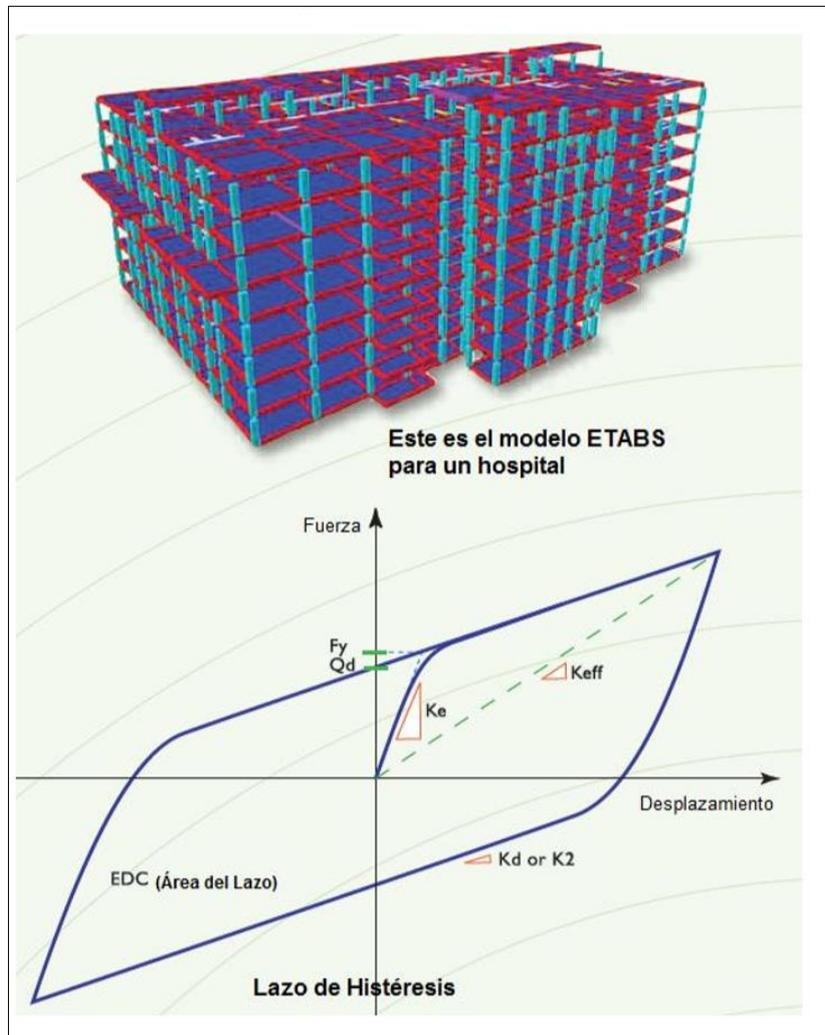


Figura 15. Diagrama de histéresis del aislador núcleo de plomo.

Fuente: Catalogo DIS

1.3.11. Principales edificios aislados

1.3.12.1. Usos de aisladores en el mundo

✓ **El Centro de Leyes y Justicia de las Comunidades de California (FCLJC).**

Está ubicado en el distrito de San Bernardino - Rancho de Cucamonga, a 97 km de la ciudad de Los Ángeles - EE. UU., Cerca de la falla de San Andrés, se trabajó en 1985 y tuvo un costo estimado de 38 millones de dólares. Entre sus principales aspectos destacados, hemos sido el caso principal en el planeta en utilizar protectores hechos de elástico regular con alta amortiguación HDR, su superficie tiene una región de 15,794 m² y tiene 4 pisos de altura. La figura 16, muestra una perspectiva frontal del FCLJC.



Figura 16. Vista Frontal del Centro de Leyes y Justicia de las Comunidades de California.

Fuente: <https://civil-engg-world.blogspot.com/2011/03/response-of-base-isolated-buildings.html>

✓ **Los Ángeles City Hall.**

Este edificio tiene 28 pisos de altura y 83,000 m², es la expansión más alta en la costa este con 450 protectores elastoméricos, 70 respaldos deslizantes y 70 amortiguadores gruesos



Figura 17. Vista Panorámica de Los Ángeles City Hall.

Fuente: <https://www.experia.mx/Ayuntamiento-De-Los-Angeles-Los-Angeles.d6069627.Guia-Turistica>

✓ **Hospital de la universidad de Kyorin**

El hospital está situado en la ciudad de Mitaka. Su marco de protección incorpora 83 separadores LRB o soportes elásticos con un centro de plomo y 10 revestimientos elastoméricos sin un centro de plomo. Una de las ventajas de los marcos de protección es que la pérdida de movimiento posterior al temblor se mantiene a una distancia estratégica, una parte de importancia indispensable, especialmente en las estructuras cuyo trabajo se solicita, por ejemplo, centros de curación, estaciones de bomberos, etc.



Figura 18. Vista Panorámica del Centro Postal Oeste de Japón.

Fuente: <http://www.kyorin-u.ac.jp/English/>

✓ **Clínica San Carlos de Apoquindo – Chile**

Se trabajó en 2001, la estructura tiene 6 pisos de altura, con 30 cubiertas HDR de gran capacidad de asfixia y 22 aisladores de centro de plomo LPR. La Figura 1.19 muestra una perspectiva frontal de la Clínica San Carlos de Apoquindo - Chile.



Figura 19. Vista frontal de la Clínica San Carlos de Apoquindo – Chile.

Fuente: <http://www.gemco.cl/ism/cssd-en-operacion/11-sancarlos>

1.3.12.2. Usos de aisladores en el Perú

✓ Nueva sede Graña y Montero

La estructura "Edificio Corporativo G y M" (Miraflores - Lima), comprende el desarrollo de un lugar de negocios, que comprende 4 bodegas, 7 pisos y una azotea. Información técnica: Territorio cubierto: 17,233 m² Región del terreno: 1,698,75 m². Se usaron aisladores elastomericos con núcleo de Plomo Núcleo.



Figura 20. Vista panorámica de la edificación GRAÑA Y MONTERO.

Fuente: <https://peru21.pe/economia/grana-montero-incluida-tercero-civil-responsable-caso-metro-lima-414998>

✓ Nuevo Campus UTEC

La construcción es "Nuevo campus de UTEC" (Barranco - Lima), forma parte del desarrollo de un edificio instructivo, que consta de 2 bodegas y 10 pisos. Información especializada: Región cubierta: 33,945.50 m². Terreno territorial: 14.692,50 m². Costo de la construcción: 35 millones.



Figura 21. Vista panorámica del NUEVO CAMPUS UTEC.

Fuente: <http://collka.com/?proyectos=campus-utec-barranco>

✓ **Edificio Multifamiliar Madre**

La tarea "Edificio multifamiliar de la Madre" (Miraflores-Lima), forma parte del desarrollo de un edificio de alojamiento multifamiliar, que consta de 17 bodegas. Información especializada: Zona total: 1200 m². Conformada por 33 aisladores HDR.



Figura 22. Vista panorámica de edificio MULTIFAMILIAR MADRE.

Fuente: <https://www.clasf.pe/edificio-madre-en-lima-2742267/>

✓ **Centro de Información e Investigación FIC-UNI**

La construcción "Centro de Datos e Investigación de la FIC - UNI" (Rímac - Lima), forma parte del desarrollo de un edificio instructivo, que consta de 8 pisos. Información especializada: Territorio cubierto: 4,800 m². Fue construido con aisladores núcleo de plomo.



Figura 23. Vista panorámica de la cimentación del centro de informática de la UNI.

Fuente: <https://cdvperu.com/wp-content/uploads/2014/04/FIC-UNI.jpg>

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

- ¿De qué manera los aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones, Lima - 2018?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en la cortante basal de la estructura del edificio José Quiñones, Lima-2018?
- ¿De qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en las distorsiones de la estructura del edificio José Quiñones, Lima-2018?
- ¿De qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en los esfuerzos de los elementos estructurales de la estructura del edificio José Quiñones, Lima-2018?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar de qué manera los aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones.

1.5.2. Objetivo específico

- Evaluar de qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en la cortante basal de la estructura del edificio José Quiñones.
- Evaluar de qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en las distorsiones de la estructura del edificio José Quiñones.
- Evaluar de qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en los esfuerzos de los elementos estructurales de la estructura del edificio José Quiñones.

1.6. Justificación de estudio

El Perú se caracteriza por presentar 4 zonas sísmicas, y para cada una de estas se tiene un coeficiente sísmico variable dependiendo de la zona, Lima se ubica en la zona 4 de acuerdo con el mapa sísmico de la norma E-030 del RNE por ser parte de la costa peruana. En la costa del Perú (Lima), permanentemente se ve actividades sísmicas que se registra cada suceso, todo esto se da a causa de la fricción de dos placas tectónicas, que son la Sudamericana y la de Nazca, estas placas son parte del cinturón de fuego, por esta razón constantemente se registra un alto porcentaje de sismo a nivel mundial.

En los últimos años muchas comunidades están vulnerables a desastre sísmicos, es por ello que la ingeniería sísmica ha implementado métodos de investigación que están orientados a mitigar amenazas de evento sísmicos. Por esta razón en la actualidad existen numerosas construcciones reforzadas con aisladores sísmicos, estos sistemas disipan la energía del sismo es por esto que han tomado gran auge en distintos países más propensos a eventos sísmicos.

1.6.1. Importancia

La investigación del uso del sistema de protección sísmica mediante los aisladores sísmicos elastoméricos con núcleo de plomo, es una tecnología que permite la mejora en la amortiguación de elementos estructurales, también ayudan en disminuir los desplazamientos sísmicos de la estructura. Es por esta razón que en el Perú se necesita implementar tecnologías de este tipo en edificios de gran altura ya que el país es altamente sísmico. Esta investigación tiene una justificación que permitirá el análisis de un edificio con la incorporación de este sistema para ver la importancia de tener la protección sísmica eficiente.

- **Importancia teórica:** la presente investigación constituye un valor de importancia, con la finalidad de dar a conocer a los lectores la relevancia que tiene las edificaciones que son necesarias para el soporte de la población y de esa manera puedan enfrentar problemas ocasionados por la naturaleza, planteando tecnologías que ayuden a disminuir daños en las edificaciones, así como la implementación de los aisladores.
- **Importancia práctica:** la investigación brindara información acerca de procesos constructivos con la aplicación de nuevas tecnologías que aporten para que los

proyectos sean viables, en este con aisladores sísmicos de tipo elastomericos con núcleo de plomo.

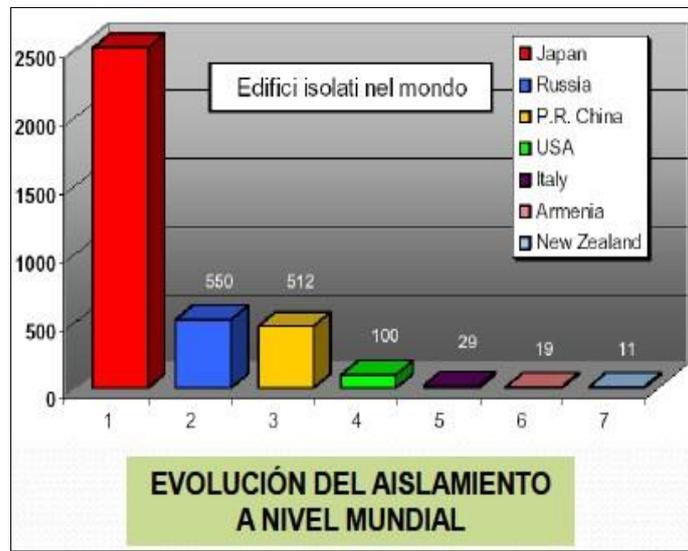


Figura 24. Gráfico de Evolución del Aislamiento a Nivel Mundial – 2004.

Fuente: CeDeReTeC (Centro Regional de Desarrollo Tecnológico para la Construcción).

Fig. N° 25 Se observa la evolución de uso de aislamiento en Japón, se puede resaltar que el uso de aislamiento crece repentinamente luego del terremoto de Kobe -1995.



Figura 25. Gráfico de Evolución del Aislamiento en Japón.

Fuente: CeDeReTeC (Centro Regional de Desarrollo Tecnológico para la Construcción)

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

- Los aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones.

1.7.2. Hipótesis específicas

- El uso de los aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo influyen en la cortante basal de la estructura del edificio José Quiñones.
- El uso de aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo influyen en las distorsiones de la estructura del edificio José Quiñones.
- El uso de aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo influyen en los esfuerzos de los elementos estructurales de la estructura del edificio José Quiñones.

II. METODO

2.1. Método de la investigación

Según Valderrama (2007) señala “el método hipotético deductivo es un procedimiento de inducción /deducción que a partir de la observación de casos particulares se plantea un problema general y se formula la hipótesis para luego intentar validar o verificar mediante el razonamiento deductivo del investigador” (p.154).

El método que tuvo el trabajo de investigación, fue el método hipotético – deductivo, ya que a través la observación del fenómeno estudiado y en base a una realidad problemática, se formuló el problema y se sometió mediante la inducción/deducción a una prueba de hipótesis para encontrar las causas del fenómeno estudiado.

2.2. Tipo de la investigación

Según Hernández, Fernández y Batista (2014), menciona “la investigación aplicada consiste en el estudio de un fenómeno o problema general encontrado en una investigación, puesto que busca llegar a resultados inmediatos mediante la experimentación. Se preocupa más en resolver el problema que en la formulación de las teorías, su objetivo primordial es el descubrimiento de causas que dieron a la aparición del fenómeno”. (p.4).

La tesis tuvo un tipo de investigación aplicada, debido que se enfoca en resolver los problemas de naturaleza práctica y responder a la hipótesis planteada. En consecuencia, dependió de descubrimientos y aportes teóricos.

2.3. Nivel de la investigación

Al respecto, Valderrama (2007), menciona “un trabajo de investigación es explicativa porque tiene relación causal; cuyo objetivo no solo radica en describir el problema, sino también en encontrar la causa entre la variable independiente y dependiente, en síntesis, busca responder el por qué ocurre uno, dos o más fenómenos en base al problema planteado en la investigación” (p.33).

El trabajo de investigación es de nivel explicativo. Esto se debe a que, estuvo dirigida a responder a la influencia de los incidentes físicos y su interés principal, es explicar la causa – efecto (el por qué y para que ocurre un fenómeno físico).

2.4. Diseño de la investigación

Al respecto, Valderrama (2007) sostiene lo siguiente: La investigación cuasi experimental se utiliza cuando no es factible emplear el diseño experimental verdadero. Sin embargo, también se manipula la variable independiente para evaluar de qué forma o por qué razón sucede algo en particular con respecto al fenómeno a evaluar. El objetivo de la manipulación de variables es ver los cambios en la variable dependiente de forma estricta por el investigador. (p.57).

El diseño del trabajo de investigación fue cuasi experimental, porque a través del software ETABS 2016 se realizó el análisis dinámico modal espectral en dos edificaciones de base fija y de base aislada, se obtuvo resultados analíticos, esto quiere decir que cuando no es factible emplear experimentos puros, también se manipula la variable independiente para ver los efectos físicos que se producen en la variable dependiente. Es consecuencia, es una simulación, lo cual tiene el mismo peso que los resultados de la investigación experimental puro.

2.5. Variables

2.5.1. Variable 01:

La presente investigación considera como variable independiente a los AISLADORES SÍSMICOS TIPO ELASTOMERICO CON NÚCLEO DE PLOMO, por ser la variable principal, la cual decide cómo se puede modificar la variable dependiente.

2.5.2. Variable 02:

La presente investigación considera como variable dependiente a los PARAMETROS SISMICOS EN EL EDIFICIO JOSE QUIÑONES, ya que ello brindara un resultado de una forma positiva o negativa de acuerdo de la variable independiente.

2.6. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Parámetros sísmicos del edificio José Quiñones	Según lo indicado por las disposiciones de la Norma E-030, el diseño sísmico establece las condiciones básicas para que las estructuras compuestas tengan una conducta sísmica según los estándares de mantenerse alejados de la pérdida de vidas humanas, garantizando la progresión de las administraciones esenciales y limitando el daño a la propiedad. Se percibe que el seguro total contra todos los temblores sísmicos no es de hecho ni financieramente plausible para las estructuras en general .	Como se estipula en la norma E-030, establece una técnica para realizar el examen auxiliar de un edificio, considera las estrategias de análisis estático o fuerzas estáticas equivalentes, análisis espectral dinámico modal y tiempo de análisis dinámico - Historial, son los requisitos previos esa garantía del correcto funcionamiento de la estructura antes de una ocasión sísmica.	PROPIEDADES ESTRUCTURALES	Cortante basal en la estructura
				Distorsiones en la estructura
				Esfuerzos en los elementos estructurales de la estructuras (Carga axial, Fuerza cortante y Momento flector)
Aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo	(Innovation Development Corporation, 2011). Sostiene; los protectores elastoméricos con centro de plomo están conformados por una acumulación de láminas de elastómero en capas de acero espolvoreadas. Mientras tanto, se vulcanizan con un área redonda que les da adaptabilidad de lado a lado, lo que permite permitir las remociones relativamente planas con la estructura aislada tendida en el suelo.	Según lo indicado por ASCE 7-10, expresa que los protectores elastoméricos con un centro de plomo están disponibles entre la subestructura y la superestructura de las estructuras, de esta manera mejorando la reacción sísmica de ellos, expandiendo los períodos y dando amortiguación e ingestión de vitalidad extra, disminuyendo sus desfiguraciones considerando todo.	Elastoméricos	Aislador eslatomericos con núcleo de plomo

Fuente: Elaboración propia

2.7. Población, muestra y muestreo

2.7.1. Población

Según Valderrama (2007), señala “la población es la totalidad de aquellos sujetos, países, ciudades, cosas etc., que están involucrados en un trabajo de investigación científica” (p. 143).

El trabajo de investigación tendrá una población conformada por 5 edificios, construidos con sistemas duales de muros estructurales y de sistemas a porticados, los cuales tienen alturas sobresalientes y sus usos son para oficinas, éstas se ubican en el distrito de Jesús María.

Los cuales se nombran a continuación:

- Edificio Torre Trecca
- Edificio Vértice 22
- Edificio José Quiñones
- Edificio Dali 757
- Edificio Ficus

2.7.2. Muestra

Según Ludewig, C. (2013) Una muestra se caracteriza por ser el subconjunto de la población, que puede lograr las cualidades de los últimos mencionados, es intrigante de que es una impresión de la población, lo que es ilustrativo de ello.

Es por ello que en esta investigación se toma como muestra al Edificio JOSE QUIÑONES, que se encuentra en Jesús María, departamento de Lima. Por ser uno de los edificios más modernos y el más alto del país con una altura de 75 metros construido con un sistema estructural dual de muros estructurales y sistema de a porticado. Se eligió ese edificio por tener acceso a la información y requerimiento de planos, así como su ubicación.

2.7.3. Muestreo

Al respecto, Valderrama (2007) resalta, “la técnica del muestreo no probabilístico intencional o por conveniencia, es aquella donde las personas u objetos son seleccionadas de acuerdo al criterio y accesibilidad para el investigador. Asimismo, los elementos

seleccionados no dependen de la probabilidad sino de causas relacionadas con las características del investigador” (p.170).

La técnica o método del muestreo que se aplicó, fue no probabilística por conveniencia. Porque se seleccionó directa e intencionadamente la edificación de acuerdo al juicio representativo y a la accesibilidad de información del investigador, para la unidad de análisis del trabajo de investigación.

2.8. Técnicas, instrumento y recolección de datos

2.8.1. Validez y confiabilidad

Para (Arias, P. 2006.p.67) la técnica de investigación es un proceso que permite recolectar datos para una buena investigación. Es por esta razón se realizó el estudio de informaciones que ya existen, también se hará la aplicación directa de los hechos.

Por ello para que la investigación sea confiable se realizara las fichas de recolección de datos las cuales estarán revisados por tres ingenieros colegiados, especialistas en el tema de diseño estructural.

2.8.1.1. Validez

Según, Valderrama (2007), indica “se refiere al grado de calificación o resultado obtenido mediante la aplicación del instrumento” (p.193).

La validez del estudio se sustenta en el procesamiento de los datos a través de nuestro instrumento de medición, el software ETABS 2016 que será respaldado por las normas del RNE utilizadas en el proyecto de investigación y la norma del ASCE -10, con la finalidad que nos brinde resultados confiables los cuales se asemejen al comportamiento real de las estructuras. Asimismo, el instrumento de medición (Ficha técnica) es válida, ya que se obtuvo una validez al 82%, según la calificación por juicios de expertos que conocen el tema.

2.8.1.2. Confiabilidad

Para ello Valderrama (2007), señala “es el nivel, en el cual un instrumento genera resultados veraces y coherentes al mismo sujeto u objeto de investigación, es decir los resultados obtenidos si se vuelven aplicar sobre la misma muestra, resultan similares” (p. 193).

En el siguiente trabajo de investigación, la confiabilidad se garantiza con aspectos importantes con una buena digitalización de parámetros que corresponden en el

modelamiento del edificio, para obtener resultados óptimos y que sea confiable mediante el uso del software ETABS 2016, una herramienta de uso importante en el campo de la ingeniería.

2.8.2. Método de análisis de datos

Se aplico a través de la estadística descriptiva:

La interpretación de los resultados se representó mediante tablas comparativas y gráficos estadísticos, de acuerdo a los indicadores de la variable independiente y a las dimensiones.

2.8.2.1. Método analítico: métodos de análisis de edificios aislados según ASCE 7-10

2.8.2.1.1. Procedimiento

- Análisis de la respuesta espectral

2.8.2.2. Método analítico: métodos de análisis de edificios según el RNE – 2016.

2.8.2.2.1. Procedimiento

- Análisis de la respuesta espectral

2.8.3. Método experimental

2.8.3.1. Instrumento

El instrumento de medición serán las fichas de recolección de datos, las cuales fueron realizadas de acuerdo a los indicadores de la investigación, con la finalidad de obtener datos exactos para darle credibilidad de la investigación. Para encontrar los resultados de los indicadores nos apoyaremos con el software ETABS 2016, elegido para realizar el análisis experimental de la investigación; fue elegido porque, cuenta con las características necesarias para hacer los métodos planteados según el ASCE-10. Su uso es comercial y es confiable porque han realizado muchas investigaciones dando resultados eficaces.

2.9. Aspecto ético

Toda la información y la recolección de datos se obtuvieron de manera autentica, siguiendo las normas y métodos que se describieron anteriormente, con el fin de desarrollar el trabajo de investigación de forma eficaz.

Para realizar la investigación se hará uso del software ETABS 2016, el cual cuento con la licencia de prueba otorgada a todos los usuarios del software, por la empresa CSI SPAIN.

Para validar la autoría del proyecto de investigación, esta será procesada mediante un software TURNITIN, el cual se encargará de verificar el porcentaje de similitud y plagio que tiene el trabajo de investigación con respecto a la información con la cual se realizó la tesis.

III. RESULTADOS

3.1. Desarrollo de aplicación

3.1.1. Descripción del proyecto

El edificio de oficinas se encuentra ubicado en el distrito de Jesús María, provincia y departamento de Lima, consta de quince (15) pisos y tiene una altura de 5 metros por piso; haciendo una altura total de 75 metros.

El área del terreno es de 1649.2651 m² y su perímetro es 179.04 ml. Está tiene las siguientes medidas perimétricas: Por el frente 63.58 ml, por el fondo 63.58 ml, por el lado derecho 25.94 ml y por el lado izquierdo 25.94 ml.

El área construida por piso es de 1649.2651 m² (consta de escaleras, ascensores, oficinas, servicios higiénicos de varones y damas, sala de espera, pasadizo, sala de archivos, recepción y almacén).

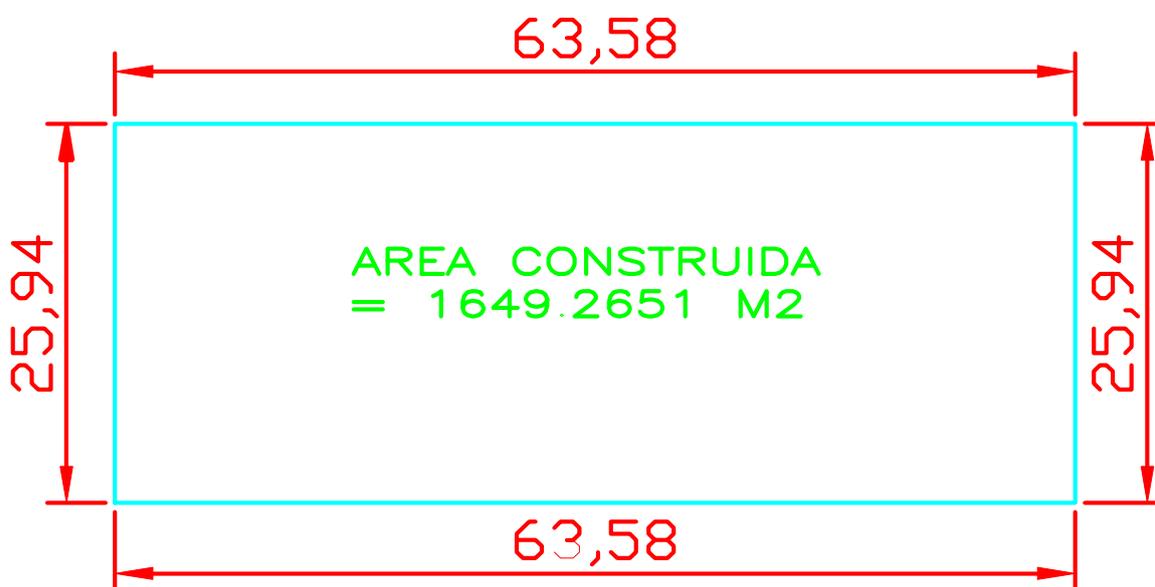


Figura 26. Plano de Área Construida y Medidas Perimétricas.

Fuente: Elaboración propio

En general el edificio tiene como sistema estructural predominante por muros estructurales de concreto armado en ambos sentidos, adicionalmente se tienen pórticos de concreto armado formado por columnas y vigas de concreto armado.

Los muros estructurales de concreto armado o placas de concreto armado son M-1 de 35 centímetros de espesor y M-2 de 80 centímetros de espesor. La configuración rectangular del bloque reduce los efectos de torsión para un mejor comportamiento de la estructura ante eventos sísmicos.

Las columnas que conforman los pórticos son de sección cuadrada siendo de 90x90 centímetros, las vigas V-1 son de 130x80 centímetros y la V-2 son de 70x50 centímetros de sección, las losas empleadas son sólidas bidireccionales de 35 centímetros de espesor. Se trabajo con resistencia a compresión: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, módulo de Poisson: $= 0.2$, límite de fluencia: $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, módulo de Elasticidad: $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$.

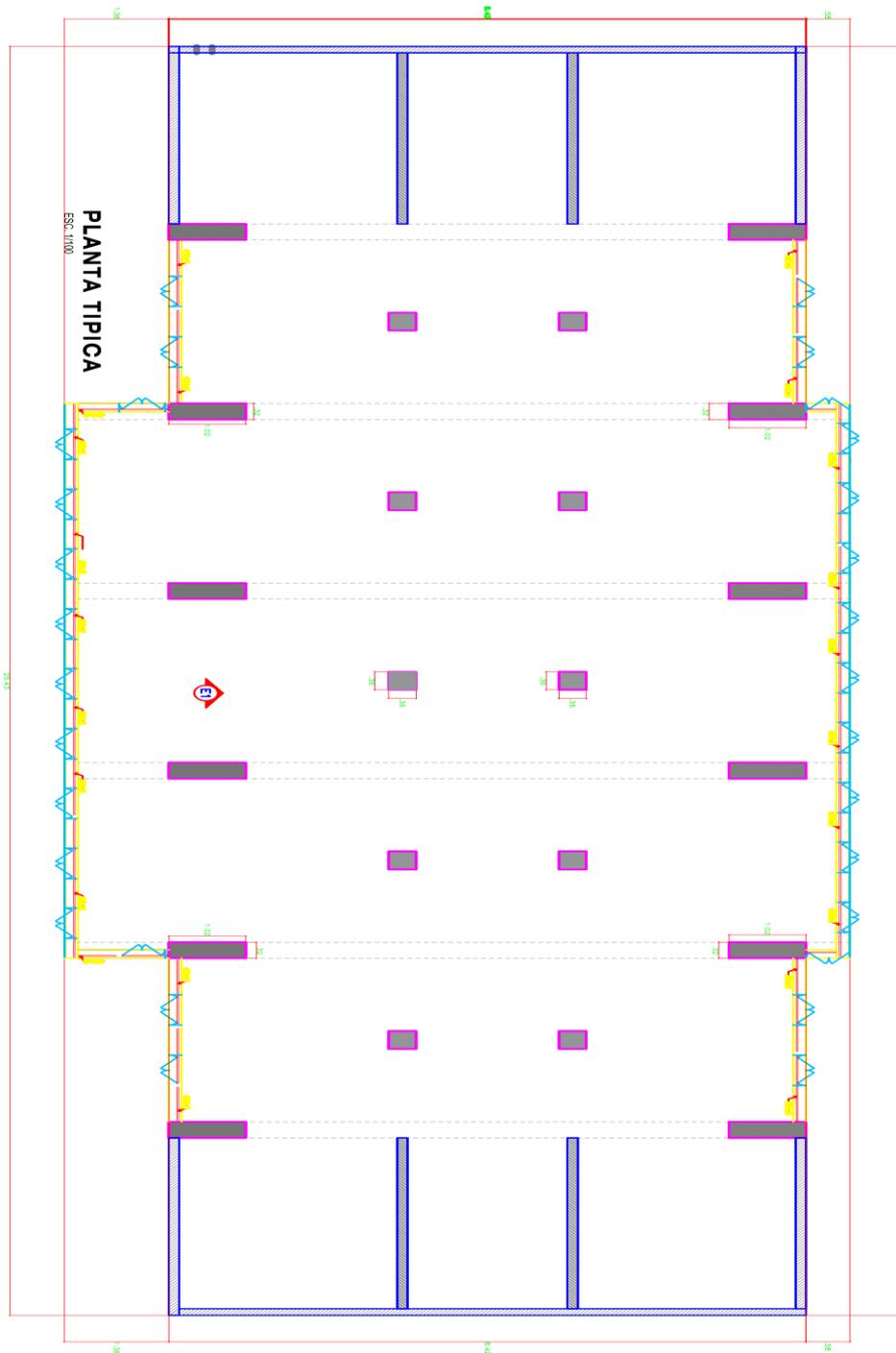


Figura 27. Plano de Planta Típica de la edificación.

Fuente: Elaboración propio

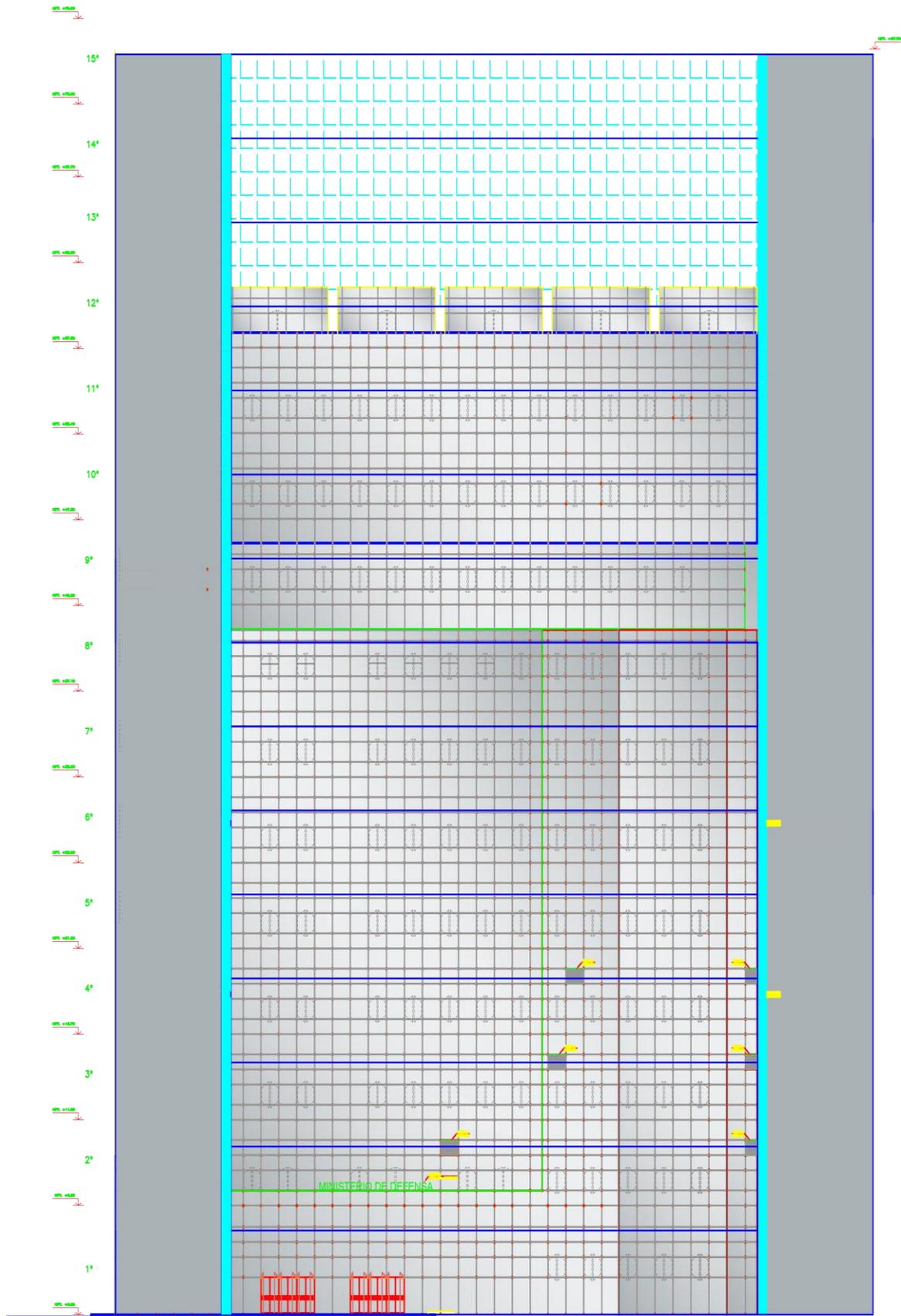


Figura 28. Plano de Elevación de la edificación.

Fuente: Elaboración propio

3.1.2. Medrado de cargas

3.1.2.1. Peso propio

Se obtiene, después de realizar el medrado total de columnas, vigas, muros estructurales y lozas macizas del edificio.

Tabla 5. *Medrado del peso propio del edificio.*

<u>PESO PROPIO</u>	
Piso	Peso (kg)
1	2795467.2
2	2795467.2
3	2795467.2
4	2795467.2
5	2795467.2
6	2795467.2
7	2795467.2
8	2795467.2
9	2795467.2
10	2795467.2
11	2795467.2
12	2795467.2
13	2795467.2
14	2795467.2
15	2354275.2

Fuente: Elaboración propio

3.1.2.2. Carga viva

La sobrecarga tendrá un valor de 500 kg/m² debido a que el edificio será de uso de oficinas donde tendrá áreas de salas de archivo y computación.

Tabla 6. Cargas Mínimas repartidas.

Oficinas	Cargas Mínimas Repartidas (kg/m2)
Exceptuando salas de archivo y computación	250
Sala de archivo	500
Sala de computación	350
Corredores y escaleras	400

Fuente: Norma E.020

Luego de obtener un valor de carga según el uso de nuestro edificio, procedemos a multiplicar ese valor por el área construida en cada nivel, con lo que obtenemos un peso por carga viva en cada nivel del edificio, como se muestra a continuación.

Tabla 7. Metrado de Carga Viva Por Piso.

<u>Carga Viva - Entrepiso</u>		
Piso	Live	Peso (kg)
1	500	672348
2	500	672348
3	500	672348
4	500	672348
5	500	672348
6	500	672348
7	500	672348
8	500	672348
9	500	672348
10	500	672348
11	500	672348
12	500	672348
13	500	672348
14	500	672348
15	100	134469.6

Fuente: Elaboración propio

3.1.2.3. Carga muerta

La carga mínima repartida equivalente a la tabiquería y a los acabados será igual a 490 kg/m².

○ **Tabiquería:**

La carga mínima repartida equivalente a la tabiquería será igual a 390 kg/m². Esta se obtuvo calculando el peso del tabique y luego ubicando la carga mínima repartida en la tabla 3.5

A continuación, se muestra, el cálculo que realizamos para encontrar el peso del tabique.

Peso específico 1350 Kg/m³.

Altura del Tabique 4.2 m

espesor del tabique 0.15 m

Peso Tabique 850.5 kg/ml

Tabla 8. *Peso específico de unidades de Ladrillos.*

Materiales	Peso (Kg/m ³)
Albañilería:	
Unidades de albañilería sólidas	1800
Unidades de albañilería huecas	1350

Fuente: Norma E.020

Tabla 9. Cargas Mínimas repartidas equivalentes a la de tabiquería.

Peso del tabique (Kg/m)	Carga equivalente a ser añadida a la carga muerta (Kg/m ²)
74 o menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Fuente: Norma E.020

○ **Acabados:**

La carga mínima repartida equivalente a los acabados será igual a 100 kg/m². Esta se obtuvo de la Norma e-020 del RNE.

Tabla 10. Cargas equivalentes a los acabados.

Metrado	Carga equivalente (Kg/m ²)
Acabados	100 kg/m ²

Fuente: Norma E.020

Luego de obtener un valor de la carga muerta, procedemos a multiplicar ese valor por el área construida en cada nivel, con lo que obtenemos un peso por carga muerta en cada nivel del edificio, como se muestra a continuación.

Tabla 11. Metrado de Carga Muerta Por Piso.

<u>Carga Muerta - Entrepiso</u>			
Piso	CM	Peso (kg)	
1	490	658901.04	
2	490	658901.04	
3	490	658901.04	
4	490	658901.04	
5	490	658901.04	
6	490	658901.04	
7	490	658901.04	
8	490	658901.04	
9	490	658901.04	
10	490	658901.04	
11	490	658901.04	
12	490	658901.04	
13	490	658901.04	
14	490	658901.04	
15	100	134469.6	

Fuente: Elaboración propio

Como se puede observar en el piso 15 de la Carga Viva y la Carga Muerta se consideró 100 kg/m², por ser el techo del último piso de edificio.

3.1.2.4. Peso total del edificio

Para obtener el peso de la edificación por piso, se tendrá en cuenta los resultados obtenidos del metrado de carga por piso de la carga viva y muerta. De aquellos resultados se tomará el 25% de la carga viva y el 100% de la carga muerta (Según el art. 16.3 (b) para edificaciones tipo C). Los valores finales se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. *Peso de la edificación – (Sistema a porticado y sistema de muros estructurales).*

PESOS SÍSMICOS EFECTIVOS DEL EDIFICIO

<i>Piso</i>	Peso Propio (kg)	CM (kg)	Live (kg)	Peso x Piso (kg)	Peso Acum. (kg)
1	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	3622455.24
2	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	7244910.48
3	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	10867365.7
4	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	14489821
5	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	18112276.2
6	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	21734731.4
7	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	25357186.7
8	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	28979641.9
9	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	32602097.2
10	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	36224552.4
11	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	39847007.6
12	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	43469462.9
13	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	47091918.1
14	2795467.2	658901.04	168087	3622455.24	50714373.4
15	2354275.2	134469.6	33617.4	2522362.2	53236735.6
Peso Total				53236735.6	Kg

Fuente: Elaboración propio

3.1.3. Parámetros del análisis sísmico

Existen diferentes parámetros utilizados para realizar el análisis dinámico de la estructura, a continuación, se muestran cada uno de ellos.:

○ **Factor de zona**

El territorio peruano se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas (Ver fig. 29), cada zona tiene un factor diferente, nuestro proyecto se encuentra ubicado en la costa peruana, es por eso que le corresponde el factor de zona $Z = 0.45$, como se observa a continuación.

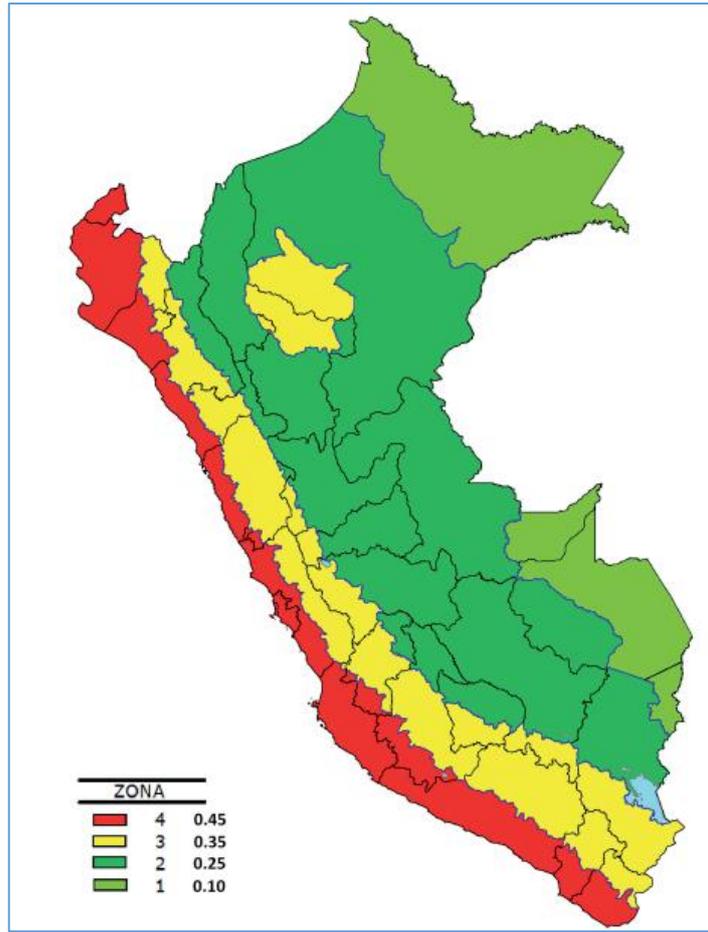


Figura 29. Zonas Sísmicas del Perú.

Fuente: Norma E.030

Tabla 13. Factor de zona según la Norma E.030.

ZONA	FACTOR DE ZONA (Z)
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E.030

○ Condiciones geotécnicas

El edificio de oficinas está ubicado en un suelo intermedio, por lo que su período de plataforma de suelo (T_p) = 06, (T_L) = 2 y el factor de suelo (S) será igual a 1.05 respectivamente. (Ver Tabla 14 y 15)

Tabla 14. Factor del suelo según la Norma E.030.

FACTOR DE SUELO "S"				
Z \ S	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1.0	1.05	1.1
Z3	0.8	1.0	1.2	1.2
Z2	0.8	1.0	1.2	1.4
Z1	0.8	1.0	1.6	2.0

Fuente: Norma E.030

Tabla 15. Parámetros del suelo según la Norma E.030.

PERÍODOS "Tp" Y "Tl"				
Perfil de suelo				
	S0	S1	S2	S3
TP(s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL(s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E.030

○ Período Fundamental de Vibración

Calculamos el periodo fundamental de vibración del edificio según formula establecida como se muestra a continuación.

$$T = h_n / C_t$$

$$C_t = 60$$

$$h_n = 75$$

$$T = 1.25 \text{ Segundos.}$$

○ **Factor de amplificación sísmica (C)**

Se define como la respuesta de la estructura ante la aceleración en su cimentación, esta amplificación depende de cada estructura en función del período fundamental de vibración $T = 1.25$ s.

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

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

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

Por lo tanto: **C = 1.2**

○ **Factor de uso e importancia (U)**

La estructura al ser un edificio de oficinas pertenece a la categoría «C» - edificaciones comunes, por lo que tendrá un factor de uso e importancia «U» de 1.0 (Ver Tabla 16).

Tabla 16. Categoría de las Edificaciones.

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0

Fuente: Norma E.030

○ **Coefficiente de reducción (R)**

El coeficiente de reducción se obtiene a través de la tabla 3.13, donde su valor depende del sistema estructural utilizado. La estructura a evaluar, en las dos direcciones, en el edificio el sistema que predomina es de muros estructurales. Por lo que se obtendrá un $R = 6.00$.

Tabla 17. Valores del coeficiente de Irregularidad “R”.

SISTEMA ESTRUCTURAL	R
Pórticos	8.00
Dual	7.00
De muros estructurales	6.00
Muros de ductilidad limitada	4.00

Fuente: Norma E.030

○ **Efectos de torsión (Excentricidad)**

La excentricidad accidental en la dirección horizontal (Eje x) y vertical (Eje y), se obtiene al multiplicar 0.05 por la longitud de la edificación (Lx – Ly).

$$L_x = 63.8 \text{ m.}$$

$$L_y = 25.04 \text{ m.}$$

$$e_x = 0.05 * 63.8 = 3.19 \text{ m.}$$

$$e_y = 0.05 * 25.04 = 1.25 \text{ m.}$$

3.1.4. Diseño de los aisladores núcleo de plomo

Para el diseño de aisladores es preciso saber las propiedades de estos; este es de acuerdo al peso de la estructura; es por ello que se empleará los aisladores elastómeros con núcleo de plomo.

Se obtendrá características no lineales de los aisladores para realizar un análisis modal espectral.

Se ha propuesto que la relación de altura (h_t) y base de la edificación (B) sea aproximadamente 2.5m, este siendo un valor máximo y recomendado por proveedores.

El tipo de aislador se seleccionó con respecto a la carga de la estructura en guía del catálogo DIS; empresa encargada del diseño de aisladores sísmicos, según como lo detallaremos a continuación:

Ingeniería

Propiedades técnicas del Aislador

Propiedades del aislador: Unidades métricas

TAMAÑO DEL DISPOSITIVO				DIMENSIONES DE LA PLACA DE SOPORTE					
Diámetro Aislador, D _i (mm)	Altura Aislador, H (mm)	Número de capas de caucho, N	Diámetro del plomo, D _p (mm)	L (mm)	t (mm)	Cantidad Orificios	Orificio ø (mm)	A (mm)	B (mm)
305	125-280	4-14	0-100	355	25	4	27	50	-
355	150-305	5-16	0-100	405	25	4	27	50	-
405	175-330	6-20	0-125	455	25	4	27	50	-
455	175-355	6-20	0-125	510	25	4	27	50	-
520	205-380	8-24	0-180	570	25	8	27	50	50
570	205-380	8-24	0-180	620	25	8	27	50	50
650	205-380	8-24	0-205	700	32	8	27	50	50
700	205-430	8-30	0-205	750	32	8	33	65	75
750	230-455	8-30	0-230	800	32	8	33	65	75
800	230-510	8-33	0-230	850	32	8	33	65	75
850	230-535	8-35	0-255	900	38	12	33	65	95
900	255-560	9-37	0-255	955	38	12	33	65	95
950	255-585	10-40	0-280	1005	38	12	33	65	95
1000	280-635	11-40	0-280	1055	38	12	40	75	115
1050	305-660	12-45	0-305	1105	44	12	40	75	115
1160	330-760	14-45	0-330	1205	44	12	40	75	115
1260	355-760	16-45	0-355	1335	44	16	40	75	115
1360	405-760	18-45	0-380	1435	51	16	40	75	115
1450	430-760	20-45	0-405	1525	51	20	40	75	115
1550	455-760	22-45	0-405	1625	51	20	40	75	115

(1) Las capacidades de carga axial corresponden a los máximos desplazamientos basados en los límites de diseño del 250% de tensión de corte del de caucho o 2/3 del diámetro del aislador. El desplazamiento real de un aislador y la capacidad de carga dependen del módulo y número de capas de caucho.

(2) Los Módulos de Corte del Caucho (G) están disponibles desde 0.38 N/mm² hasta 0.70 N/mm².

(3) Para el modelado analítico bilineal de la rigidez elástica, utilice K_e=10*Kd.

Diámetro Aislador, D _i (mm)	PROPIEDADES DE DISEÑO			Desplazamiento Máximo, D _{max} (mm)	Capacidad Carga Axial P _{max} (kN)
	Rigidez Producida, K _d (kN/mm)	Resistencia Características Q _d (kN)	Rigidez a la compresión, K _v (kN/mm)		
305	0.2-0.9	0-65	>50	150	450
355	0.2-1.2	0-65	>100	150	700
405	0.3-1.6	0-110	>100	200	900
455	0.3-2.0	0-110	>100	250	1,150
520	0.4-2.3	0-180	>200	300	1,350
570	0.5-2.8	0-180	>500	360	1,800
650	0.5-3.5	0-220	>700	410	2,700
700	0.5-4.2	0-220	>800	460	3,100
750	0.7-4.7	0-265	>900	460	3,600
800	0.7-5.3	0-265	>1,000	510	4,000
850	0.7-6.1	0-355	>1,200	560	4,900
900	0.7-6.1	0-355	>1,400	560	5,800
950	0.7-6.1	0-490	>1,800	610	6,700
1000	0.8-6.3	0-490	>1,900	660	7,600
1050	0.9-6.3	0-580	>2,100	710	8,500
1160	1.1-6.5	0-665	>2,800	760	13,800
1260	1.2-6.7	0-755	>3,700	810	20,500
1360	1.4-7.0	0-890	>5,100	860	27,600
1450	1.6-7.2	0-1,025	>5,300	910	33,400
1550	1.8-7.4	0-1,025	>6,500	910	40,000

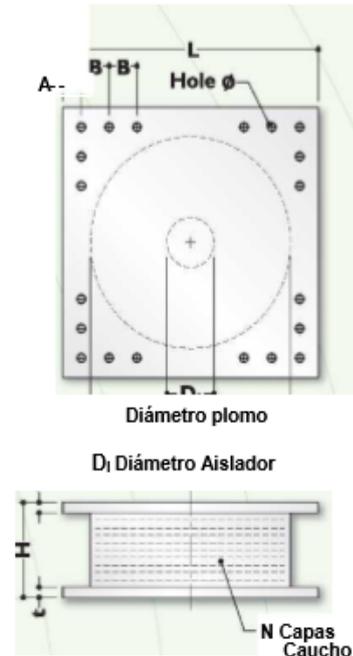


Figura 30. Propiedades de Aisladores Sísmicos.

Fuente: Dynamic Isolation Systems

3.1.4.1. Procedimientos de Diseño de los Aisladores:

Tabla 18. *Propiedades mecánicas de la goma y acero.*

Deformación máxima por corte goma	γ_{mas}	150%	
Modulo a corte de la goma	G_r	4,00	kg/cm ²
Módulo de compresión de la goma	K	20000,00	kg/cm ²
Módulo de compresión del plomo	E_P	140000,00	kg/cm ²

Fuente: Elaboración propio

Tabla 19. *Pesos sísmicos calculados.*

<u>Pesos Sísmicos Efectivos Calculados</u>					
Piso	Peso Propio	CM (1.5%)	Live (25%)	Peso x Piso	Peso Acum.
1	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	3993927.51
2	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	7987855.02
3	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	11981782.53
4	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	15975710.04
5	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	19969637.55
6	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	23963565.06
7	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	27957492.57
8	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	31951420.08
9	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	35945347.59
10	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	39939275.1
11	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	43933202.61
12	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	47927130.12
13	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	51921057.63
14	2795467.2	988351.56	210108.75	3993927.51	55914985.14
15	2354275.2	201704.4	42021.75	2598001.35	58512986.49
Peso Total				58512.9865	Tn

Fuente: Elaboración propio

Tabla 20. *Coefficientes de Amortiguamiento.*

Amortiguamiento Efectivo	
% del crítico	Coefficiente BM
≤ 2	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
40	1,9
≥ 50	2,0

Fuente: Norma ASCE 7-10

Tabla 21. *Datos de entrada para el diseño de los aisladores Elastómeros con núcleo de Plomo.*

DATOS GENERALES			
Numero de aisladores	Cant.	34	UNI
Peso sísmico de la estructura	W	58512.986	Ton
Periodo objetivo deseado	TM	3.75	Seg
Amortiguamiento	β	20%	
Carga Máxima	Pmax	2090	ton
Carga Mínima	Pmin	1720.9702	ton
Aceleración espectral de diseño	SDE	0.6	g
Aceleración espectral máxima	SM1	0.756	g
Coefficiente amortiguamiento	BD=BM	1.5	

Fuente: Elaboración propio

3.1.4.1.1. Consideraciones Iniciales:

Para dimensionar los aisladores se considera el Sismo Máximo Creíble (MCE) o sismo que tiene el 2% de probabilidad de ser excedido en 50 años. Por lo tanto, el factor $Z(\text{MCE}) = 0.6g$ (Zona 4).

Para diseñar la superestructura se considera el Sismo de Diseño (DBE) o sismo que tiene el 10% de probabilidad de ser excedido en 50 años.

Por lo tanto, el factor $Z(\text{MBE}) = 0.45g$.

Se asume inicialmente que el periodo de la estructura aislada en el máximo desplazamiento es igual a 2.5 ó 3 veces el periodo de la estructura empotrada.

Periodo objetivo deseado $T_M = 3*(T)$ Seg

Periodo objetivo deseado $T_M = 3.75$ Seg

Se considera un amortiguamiento efectivo para el máximo desplazamiento igual a 20%.

3.1.4.1.2. Procedimiento:

- Cálculo del desplazamiento máximo lateral

$$D_M = \frac{(g / 4\pi^2) \times SM1 \times T_M}{B_M}$$

SM1 = aceleración máxima espectral para T=1 seg y 5% amortiguamiento

SM1 = Z(MCE)UCS

$$D(M) = 0.47 \text{ m}$$

- Cálculo del desplazamiento máximo Total

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

$$\underline{D (TM)} = \underline{0.59} \quad \underline{m}$$

○ **Calculo de la carga axial ultima**

$$Pu \text{ max} = 1.5CM + 1.25CV$$

$$\underline{Pu. Max} = \underline{20500} \quad \underline{KN}$$

○ **Calculo del diámetro del aislador**

-Con DTM: $DI = 1.5 DTM$

-Según CATALOGO (DIS): Con $Pu \text{ max}$.

$$\underline{D (I)} = \underline{0.885652} \quad \underline{m}$$

$$\underline{D (I)} = \underline{1.26} \quad \underline{m}$$

Se toma el más crítico.

○ **Calculo de la resistencia al corte Qd**

$$Qd/W = (3\% \text{ a } 10\%)$$

Tomamos el 3% para empezar la iteración.

$$\underline{Qd} = \underline{615} \quad \underline{KN}$$

$$\underline{Qd} = \underline{62.71} \quad \underline{Tn}$$

○ **Calculo del Diámetro del Núcleo de Plomo**

$$D_l = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{1.10Q_d}{\sigma_y}}$$

Aplomo = F_y / r_y (10 Mpa o 1500psi)

$$F_y = 1.10Q_d$$

<u>Fy</u> =	<u>68.98</u>	<u>Tn</u>
<u>Aplomo</u> =	<u>0.068</u>	<u>m2</u>
<u>DL</u> =	<u>0.30</u>	<u>m</u>

○ **Calculo de la altura del aislador sin planchas**

Se calcula a partir del desplazamiento máximo total y la deformación de corte de diseño. Esta última es equivalente a 250% según recomendaciones de los fabricantes.

$$H_i = \frac{D_{TM}}{1.50}$$

<u>Hi</u> =	<u>0.40</u>	<u>m</u>
-------------	-------------	----------

○ **Atura de la goma:**

$$h = DM/1.5$$

<u>h</u> =	<u>0.3130977</u>	<u>m</u>
------------	------------------	----------

○ **Altura de cada capa de goma**

Asumimos:

<u>t</u> =	<u>0.01</u>	<u>m</u>
------------	-------------	----------

○ **Cálculo de la rigidez post-fluencia: Kd ó k2:**

$$k_d = \frac{\pi}{4} \times \frac{(D_i^2 - D_l^2)}{H_i} \times G$$

<u>Kd</u> =	<u>1.2</u>	-	<u>KN/mm</u>
<u>Kd</u> =	<u>122.32</u>	-	<u>Tn/m</u>

○ **Cálculo de la rigidez efectiva**

$$k_{eff} = \frac{Q_d}{D_{TM}} + K_d$$

$$\underline{K_{eff}} = \underline{1147.32} \quad - \quad \underline{KN/m}$$

$$\underline{K_{eff}} = \underline{226.84} \quad - \quad \underline{Tn/m}$$

○ **Calculo del amortiguamiento efectivo:**

$$\beta_{eff} = \frac{4Q_d(D_{TM} - F_y / (10K_d))}{2\pi \times k_{eff} \times D_{TM}^2}$$

$$\underline{B_{eff}} = \underline{0.266} \quad -$$

○ **Calculo de la rigidez vertical**

$$K_v = 1/H_i (G_p \cdot A_p + G_r \cdot A_r)$$

Gr= módulo de corte del caucho (0.4MPa)

Gp= módulo de corte del plomo (150 MPa a temperatura ambiente)

Ar= área del caucho

Ap= área del núcleo de plomo

$$\underline{K_v} = \underline{28032.62} \quad \underline{Tn/m}$$

Tabla 22. Características finales de los aisladores elastomericos (ANP).

CARACTERISTICAS FINALES DE LOS AISLADORES HDR

<i>Características</i>		Aislador	Unidades
<i>Número de Aisladores del Sistema</i>	ANP	21	Und
<i>Diámetro del Aislador</i>	DI	126	cm
<i>Altura del aislador sin planchas</i>	Hi	40	cm
<i>diámetro del Núcleo de plomo</i>	DL	30	cm
<i>Altura del Caucho</i>	h	31	cm
<i>Número de Capas de Caucho</i>	cant.	31	Und
<i>Espesor de Capa de Caucho</i>	tr	1	cm
<i>Altura del Núcleo de plomo</i>	h	9	cm
<i>Número de Capas del Acero</i>	cant.	30	Und
<i>Espesor de Cada Disco de Acero</i>	ts	0.3	cm
<i>Longitud de Placas de Anclaje</i>	L	133.5	cm
<i>Espesor de la Placa de Anclaje</i>	t	5	cm
<i>Altura Total</i>	HT	50	cm
<i>Numero de Pernos</i>		16	und
<i>Diámetro de pernos</i>		4	cm

Fuente: Elaboración propio

Tabla 23. Propiedades dinámicas finales de los aisladores elastomericos con núcleo de plomo (ANP).

PROPIEDADES DINAMICAS DE LOS AISLADORES

<i>Desplazamiento máximo lateral</i>	DM	0.47	m
<i>Desplazamiento máximo total</i>	DTM	0.6	m
<i>Carga axial ultima</i>	Pu. Max	20500	KN
<i>Resistencia lateral</i>	Qd =	2090.408	Tn
<i>RIGUIDEZ POST-FLUENCIA</i>	Kd	122.32	Tn/m
<i>RIGUIDEZ INICIAL</i>	Keff	226.84	Tn/m
<i>Rigidez vertical</i>	Kv	28032.62	Tn/m
<i>Amortiguamiento efectivo</i>	Beff	0.266	Tn.s/m
<i>Relación Rigidez Post- Fluencia /Rigidez Inicial</i>		0.539	

Fuente: Elaboración propio

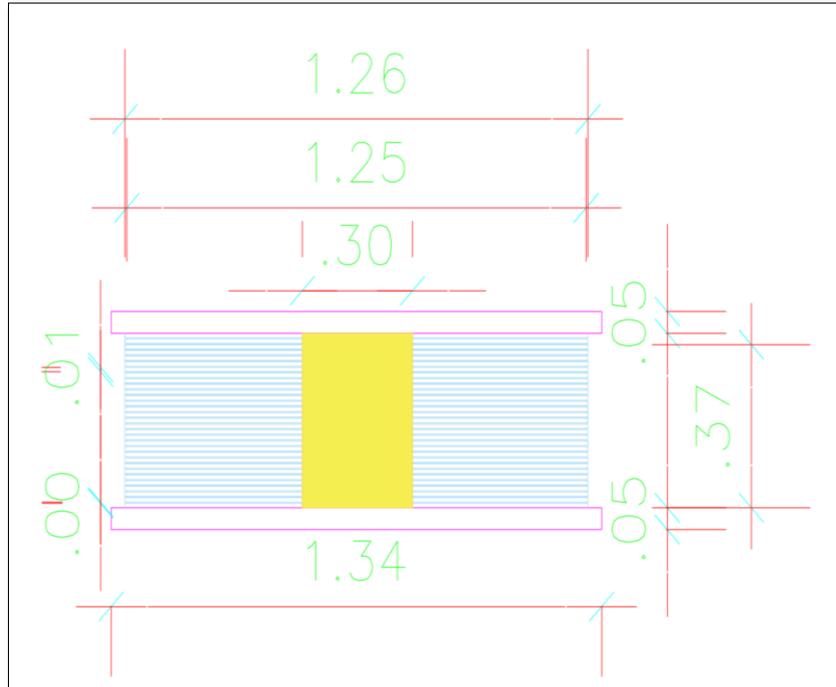


Figura 31. Esquema del aislador elastomérico con núcleo de plomo.

Fuente: Elaboración propio

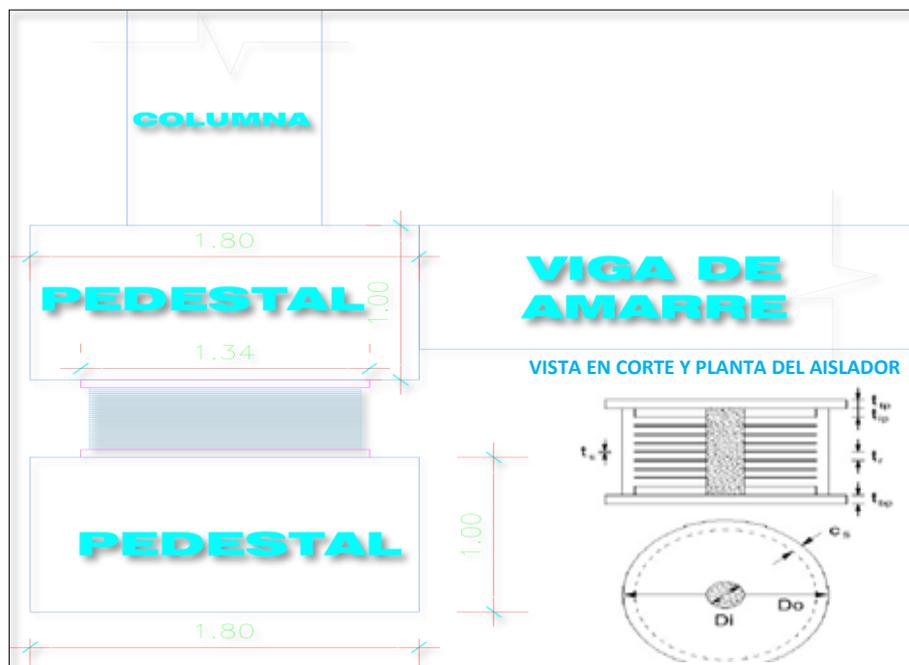


Figura 32. Ubicación del aislador elastomérico con núcleo de plomo.

Fuente: Elaboración propio

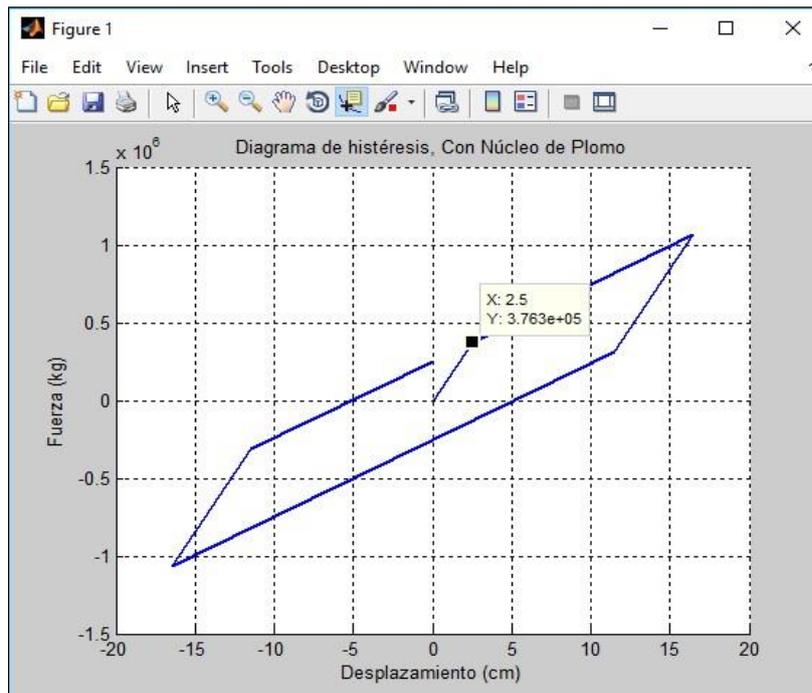


Figura 33. Diagrama de histéresis del aislador diseñado.

Fuente: Elaboración propio

3.1.5. Análisis sísmico del edificio José Quiñones

3.1.5.1. Análisis dinámico modal espectral – estructura a analizar sin aisladores sísmicos.

La estructura que se analizó fue regular con un Sistema Estructural predominada por muros estructurales, con el fin de que su centro de masa y rigidez coincidan.

El análisis de combinación espectral es recomendado para estructuras convencionales (norma E.030). El proyecto, al ser un edificio de oficinas, es considerado en aquella categoría. La fuerza cortante basal, los desplazamientos, las distorsiones y las fuerzas internas se obtienen mediante un análisis estructural con el programa ETABS 2016. Para ello se realizó un espectro de respuesta con los valores de los parámetros del edificio. El espectro de diseño en la estructura de base fija se trabajó con el factor de reducción $R=6$ tanto en eje X-X como eje YY, de acuerdo al reglamento peruano de construcción.

Las verificaciones de derivas de entrepiso del edificio se realizar de acuerdo a las derivas máximas permitidas por la E-030 del RNE.



Espectros de pseudoaceleraciones de diseño (sistema de muros estructurales)

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

Tabla 24. Resumen de los parámetros de la estructura de base fija.

Z =	0.45
U =	1.00
S =	1.05
T _P =	0.60
T _L =	2.00
R =	6.00

Fuente: Elaboración propio

Espectro de sismo de diseño Sa/g

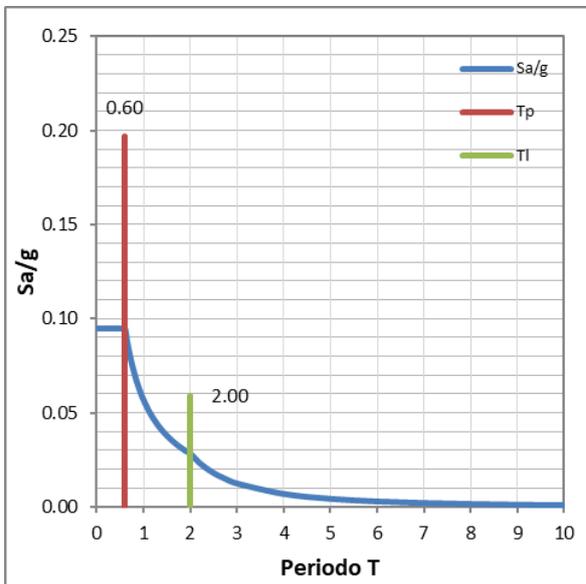


Figura 34. Espectro del sistema de base fija.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 25. Aceleración espectral (E-030)

T	C	ZUCS/R
0	1.2000	0.0945
0.02	1.2000	0.0945
0.04	1.2000	0.0945
0.06	1.2000	0.0945
0.08	1.2000	0.0945
0.1	1.2000	0.0945
0.12	1.2000	0.0945
0.14	1.2000	0.0945
0.16	1.2000	0.0945
0.18	1.2000	0.0945
0.2	1.2000	0.0945
0.25	1.2000	0.0945
0.3	1.2000	0.0945
0.35	1.2000	0.0945
0.4	1.2000	0.0945
0.45	1.2000	0.0945
0.5	1.2000	0.0945
0.55	1.2000	0.0945
0.6	1.2000	0.0945
0.65	1.1077	0.0872
0.7	1.0286	0.0810
0.75	0.9600	0.0756
0.8	0.9000	0.0709
0.85	0.8471	0.0667
0.9	0.8000	0.0630
0.95	0.7579	0.0597
1	0.7200	0.0567
1.6	0.4500	0.0354
2	0.3600	0.0284
2.5	0.2304	0.0181
3	0.1600	0.0126
4	0.0900	0.0071
5	0.0576	0.0045
6	0.0400	0.0032
7	0.0294	0.0023
8	0.0225	0.0018
9	0.0178	0.0014
10	0.0144	0.0011

Fuente: Elaboración propio

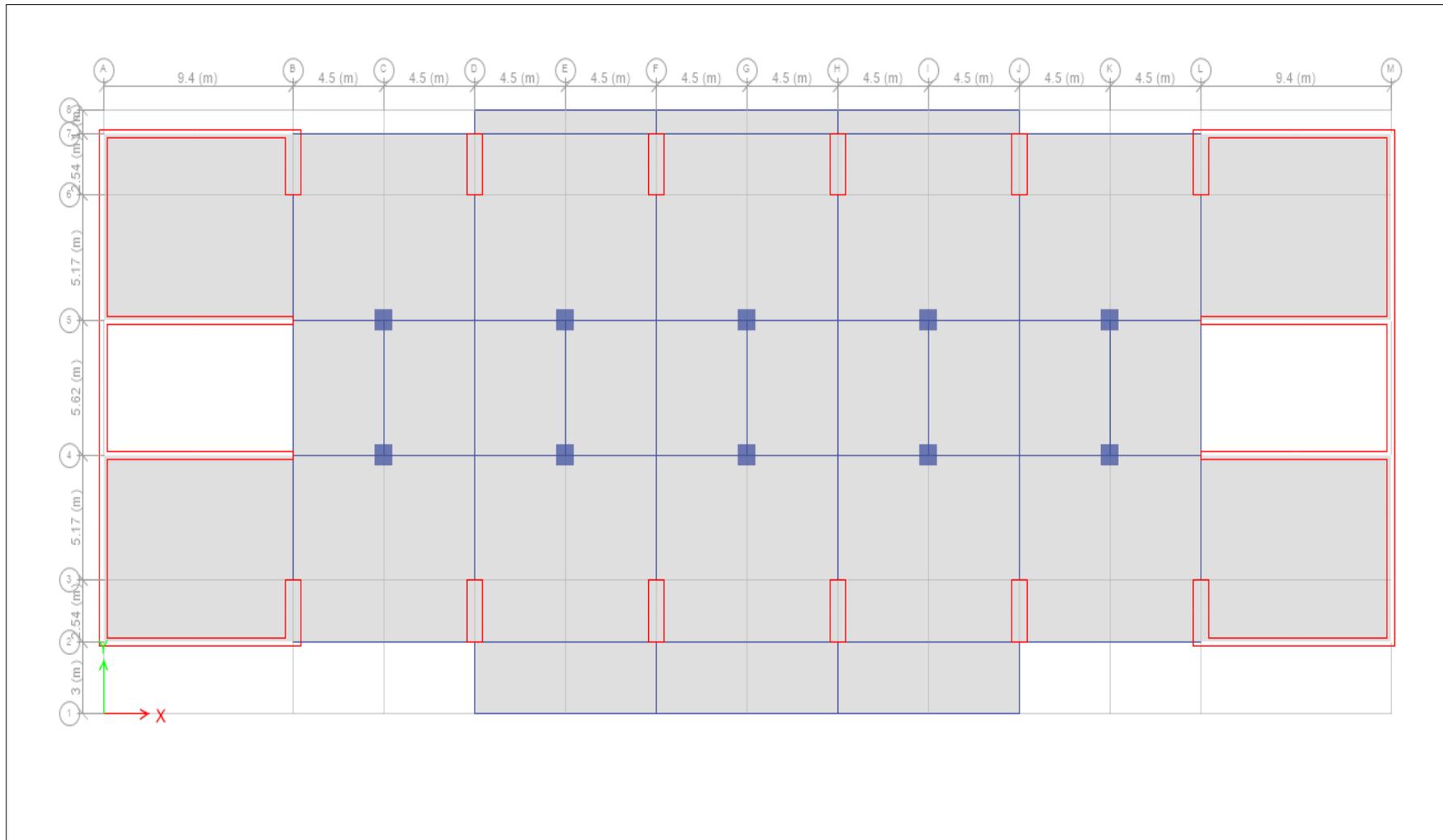


Figura 35. Modelo de la estructura en planta.

Fuente: Elaboración propia

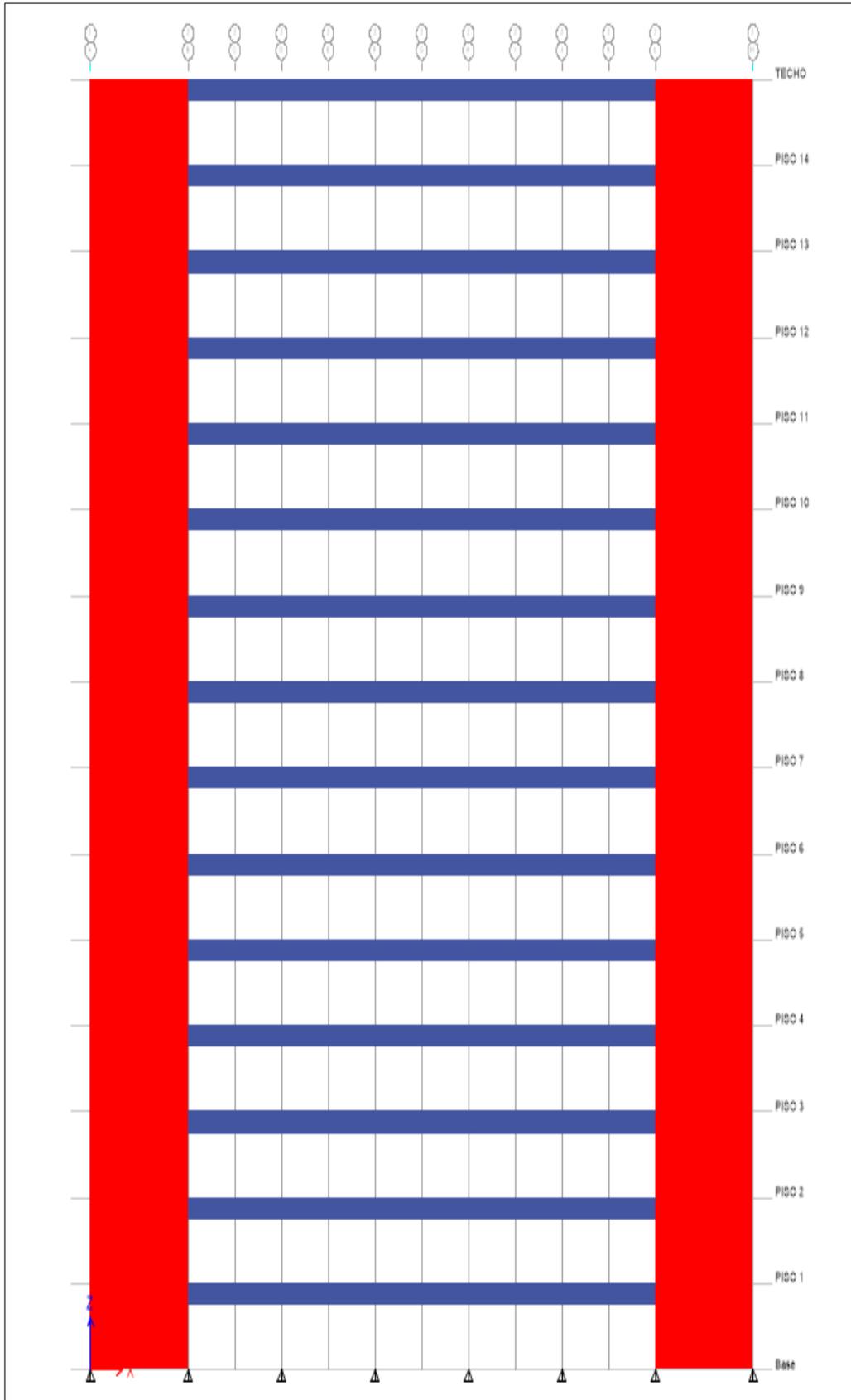


Figura 36. Modelo de Estructura en elevación.

Fuente: Elaboración propia

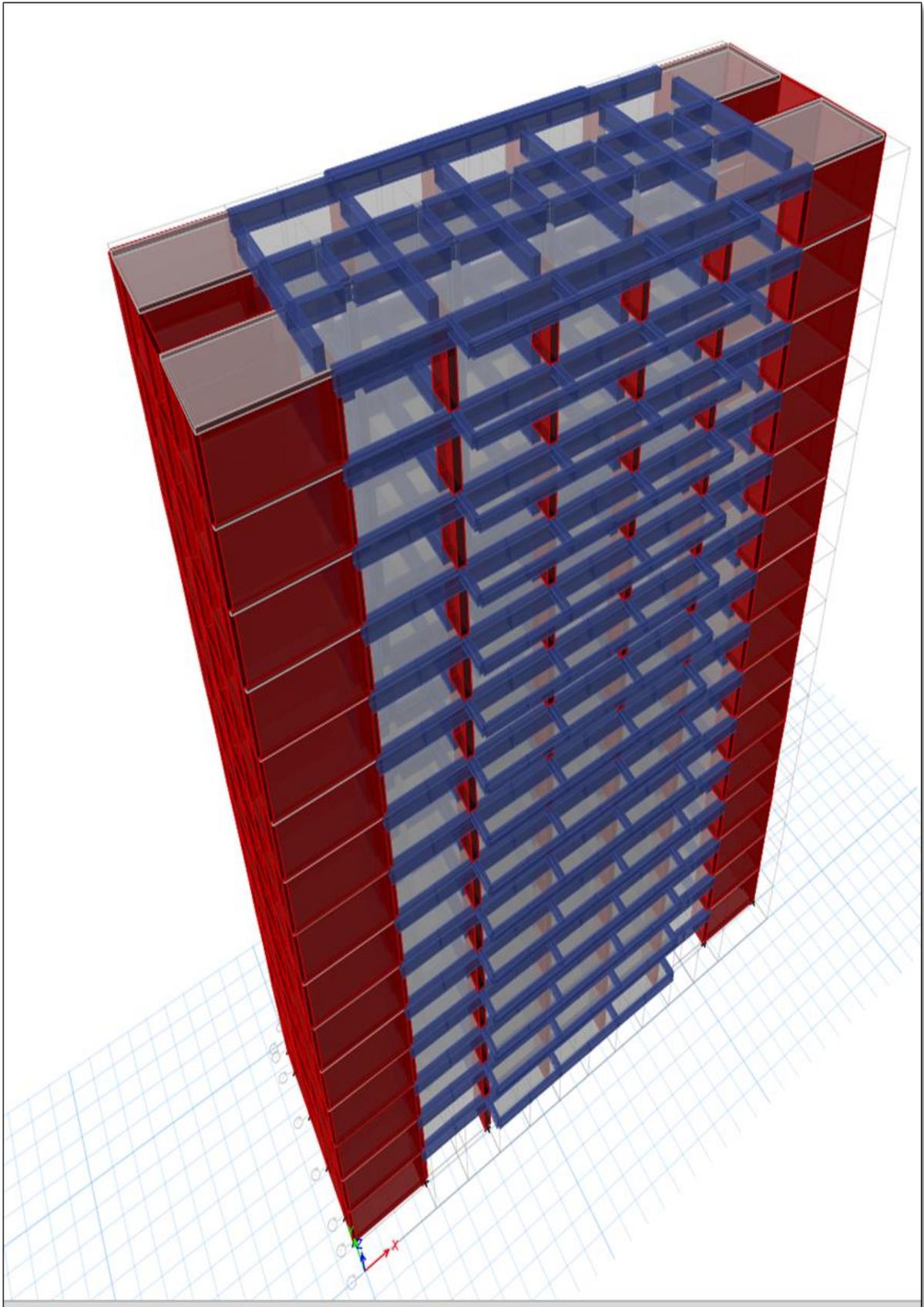


Figura 37. Modelo de Estructura en elevación – 3D.

Fuente: Elaboración propia


 Proceso de análisis dinámico modal espectral – estructura a analizar sin aisladores sísmicos.

Ingreso de datos al Etabs 2016

Se deberá ingresar los siguientes datos:

El espectro de respuesta para suelo intermedio.

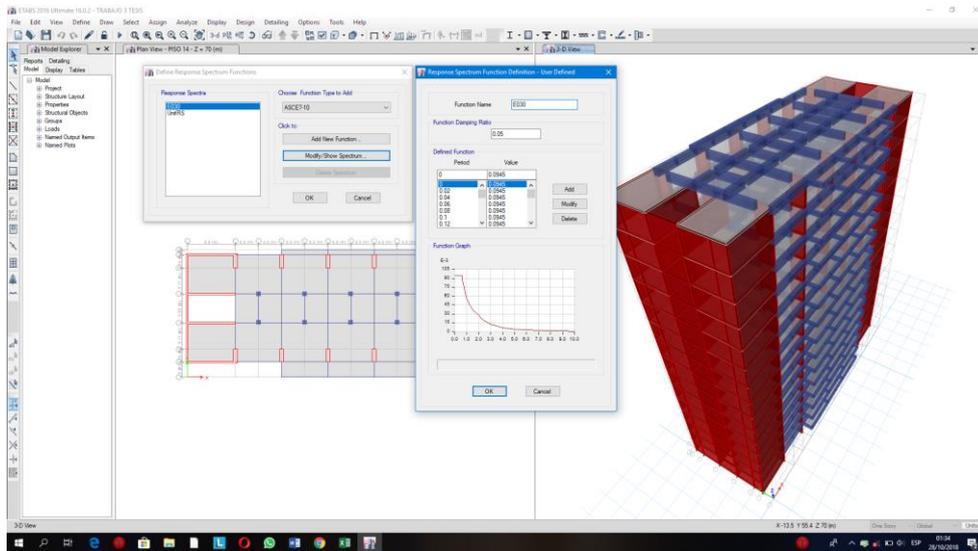


Figura 38. Aceleración espectral.

Fuente: Elaboración propia

Asignamos las cargas sísmicas dinámicas en las dos direcciones X-X y Y-Y, en la estructura.

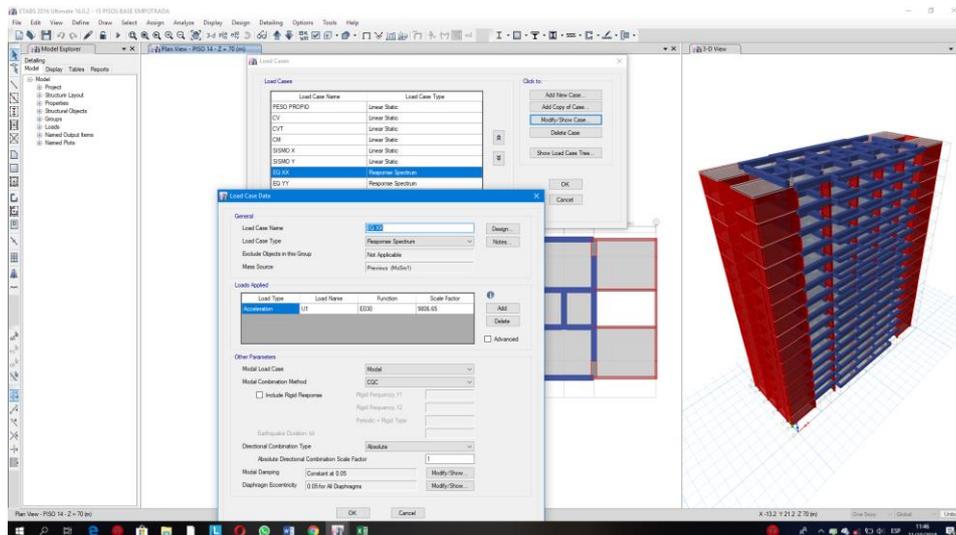


Figura 39. Cargas sísmicas.

Fuente: Elaboración propia

✚ Modos de vibración

El software ETABS que se empleó como herramienta determina las rigideces y calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras. Es por ello que trabajaremos con 12 modos de vibración para ser más conservador con los resultados.

Masa participativa por modo

Tabla 26. *Periodos de vibración en conjunto con la masa participativa.*

<i>Modo</i>	<i>Periodo (Seg)</i>	<i>UX</i>	<i>UY</i>	<i>Sum UX</i>	<i>Sum UY</i>
1	1.235	0.7024	0.0000	0.7024	0
2	1.114	0.0000	0.7031	0.7024	0.7031
3	0.616	0.0000	0.0000	0.7025	0.7031
4	0.321	0.1688	0.0000	0.8712	0.7031
5	0.294	0.0000	0.1864	0.8712	0.8895
6	0.17	0.0000	0.0000	0.8712	0.8895
7	0.15	0.0612	0.0000	0.9325	0.8895
8	0.145	0.0000	0.0480	0.9325	0.9375
9	0.096	0.0000	0.0226	0.9325	0.9601
10	0.094	0.0293	0.0000	0.9618	0.9601
11	0.086	0.0000	0.0000	0.9618	0.9601
12	0.071	0.0000	0.0126	0.9618	0.9727

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el análisis sísmico estructural en los dos modelos, encontramos que el software trabajo con 12 modelos de vibración, en el sistema de base fija y en el sistema aislado.

a continuación, mostramos los 12 modos de vibración de la estructura de base fija.

PERIODO 1.235 Seg.

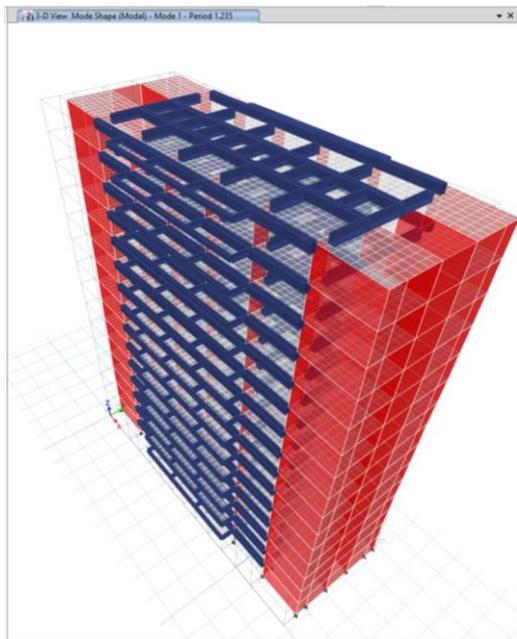


Figura 40. Modo de vibración 1.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.616 Seg.

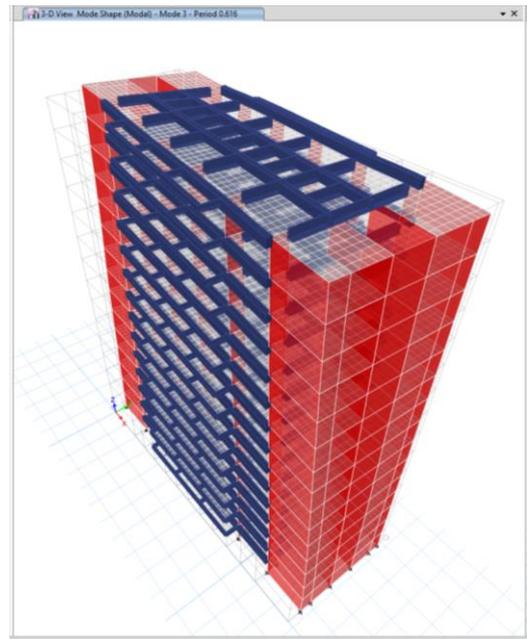


Figura 42. Modo de vibración 3.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 1.114 Seg.

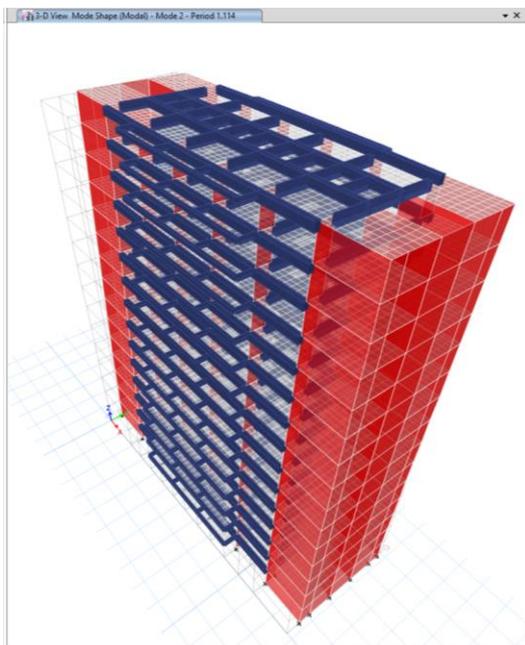


Figura 41. Modo de vibración 2.

Fuente: Elaboración propia

MODO 4 – PERIODO 0.321 Seg.

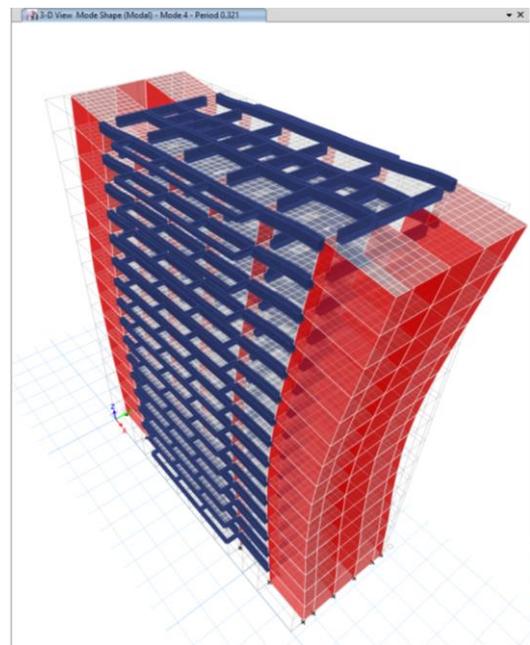


Figura 43. Modo de vibración 4.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 5.235 Seg.

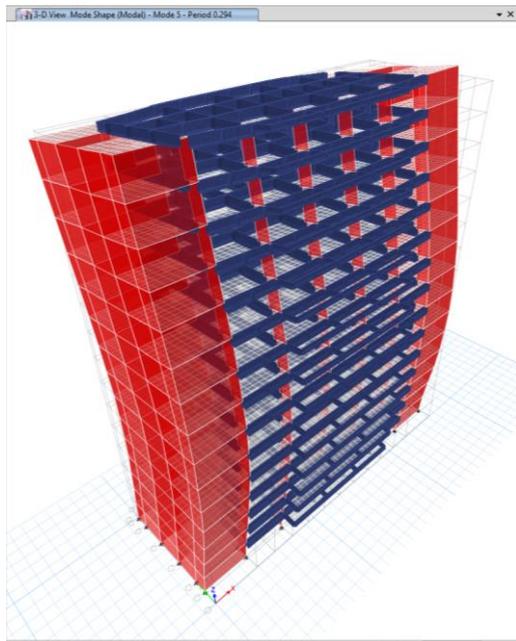


Figura 44. Modo de vibración 5.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.150 Seg.

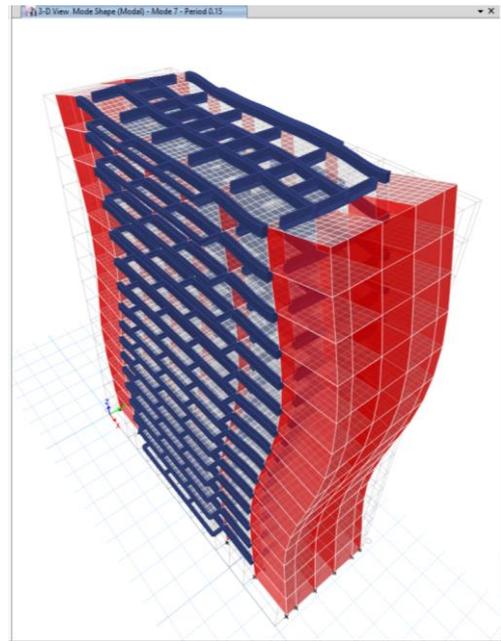


Figura 46. Modo de vibración 7.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.170 Seg.

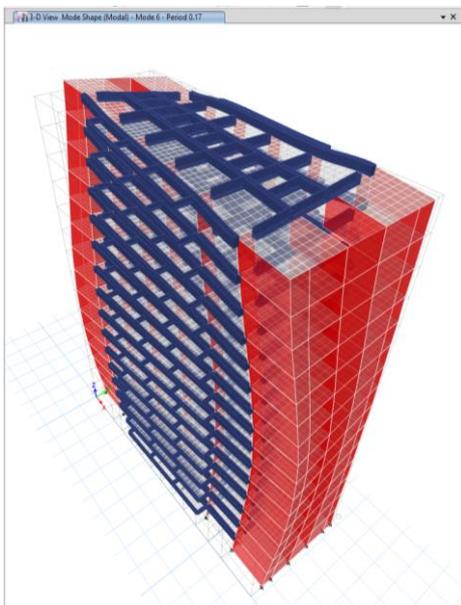


Figura 45. Modo de vibración 6.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.145 Seg.

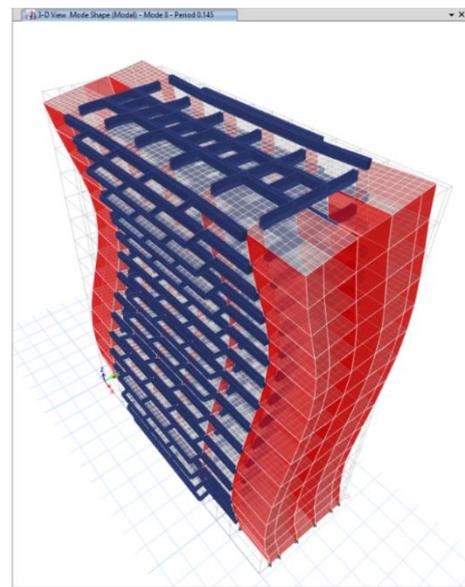


Figura 47. Modo de vibración 8.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.096 Seg.

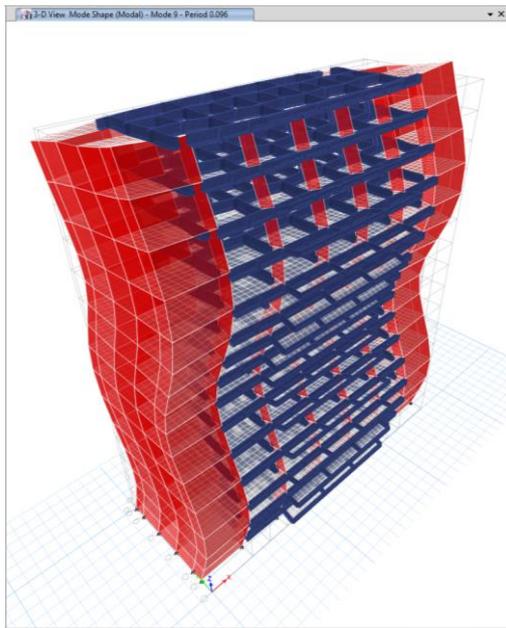


Figura 48. Modo de vibración 9.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.086 Seg.

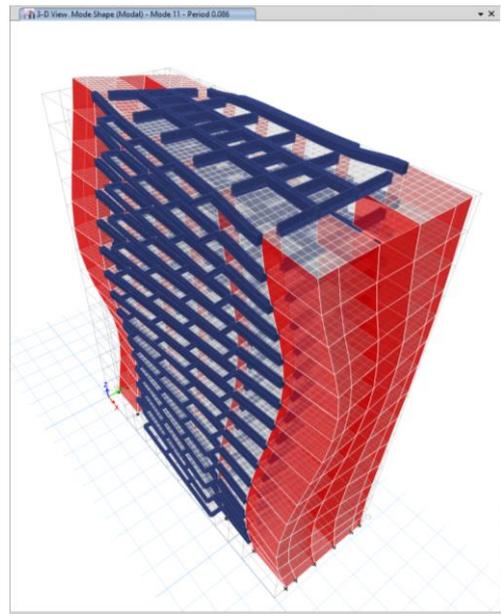


Figura 50. Modo de vibración 11.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.094 Seg.

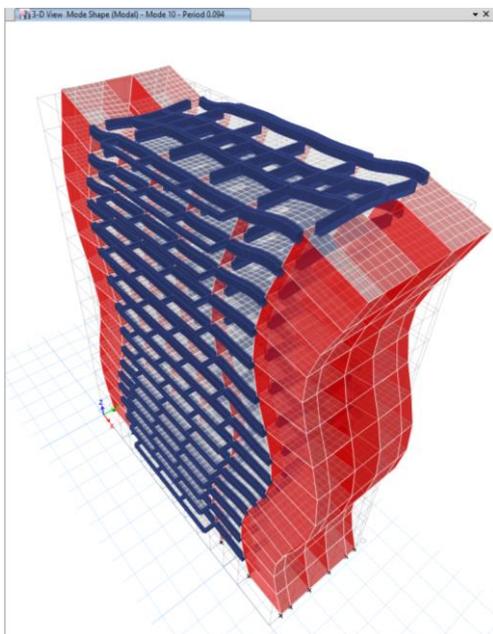


Figura 49. Modo de vibración 10.

Fuente: Elaboración propia

PERIODO 0.071 Seg.

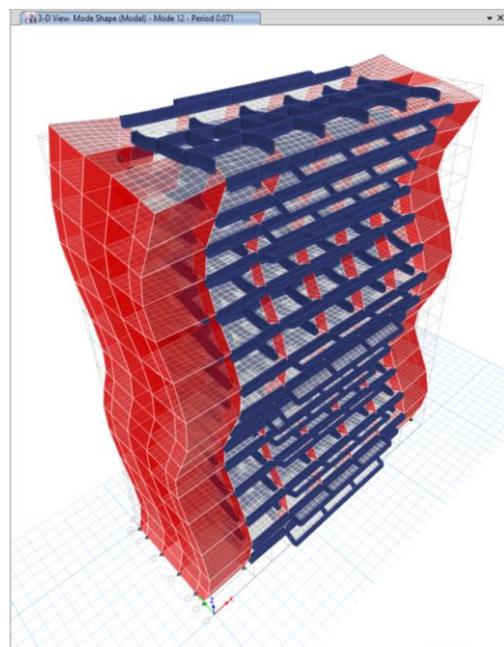


Figura 51. Modo de vibración 12.

Fuente: Elaboración propia



DESPLAZAMIENTO DE SISMO DINAMICO EN X-X

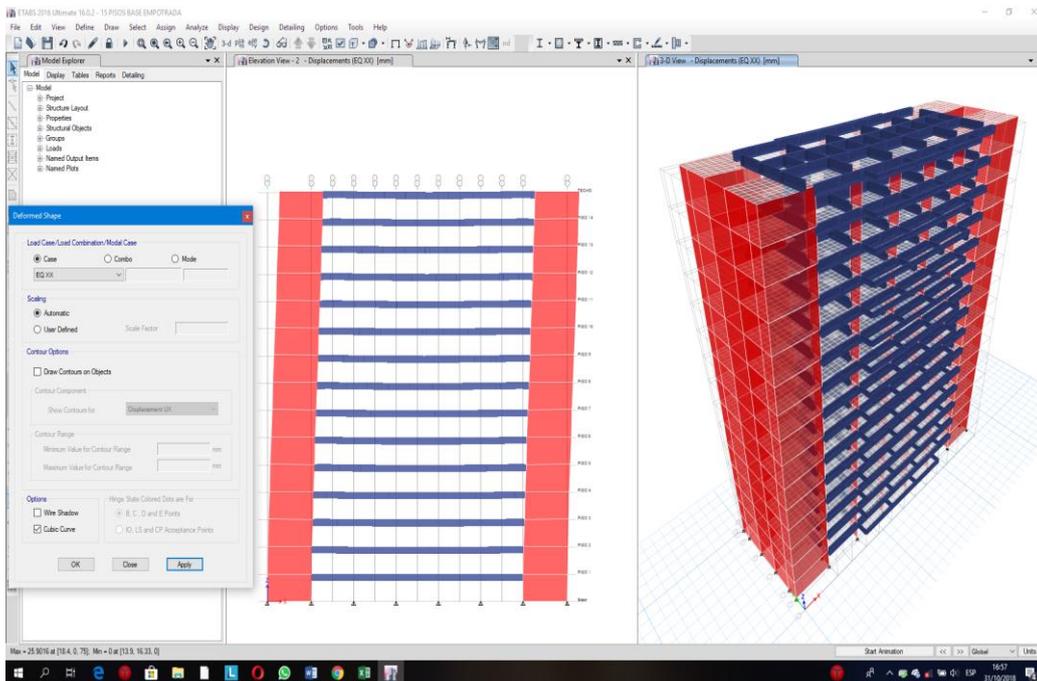


Figura 52. Desplazamiento de la estructura de base fija en x-x.

Fuente: Elaboración propia



DESPLAZAMIENTO DE SISMO DINAMICO EN Y-Y

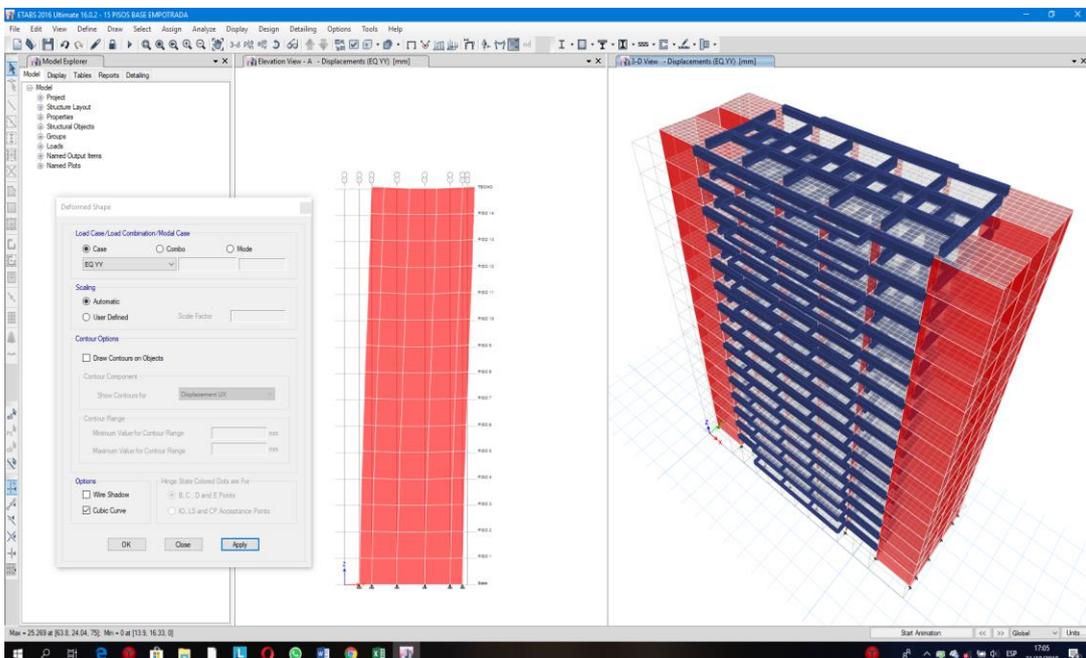


Figura 53. Desplazamiento de la estructura de base fija en y-y.

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.2. Análisis dinámico modal espectral – estructura a analizar con aisladores sísmicos.

La estructura que se analizó fue regular con un Sistema Estructural predominada por muros estructurales, con el fin de que su centro de masa y rigidez coincidan.

El análisis de combinación espectral es recomendado para estructuras convencionales (norma E.030). El proyecto, al ser un edificio de oficinas, es considerado en aquella categoría. La fuerza cortante basal, los desplazamientos, las distorsiones y las fuerzas internas se obtienen mediante un análisis estructural con el programa ETABS 2016. Para ello se realizó un espectro de respuesta con los valores de los parámetros del edificio. El espectro de diseño en la estructura de base fija se trabajó con el factor de reducción $R=1$ tanto en eje X-X como eje YY, de acuerdo a la normativa para edificaciones de base aislada, de la ASCE 7-10.

Las verificaciones de derivas de entrepiso del edificio se realizar de acuerdo a las derivas máximas permitidas por ASCE 7-10.

Se creo un espectro de respuesta de acuerdo a las características del edificio, lo cual es la herramienta principal para realizar el análisis modal espectral mediante el uso del software etabs -2016.

Tabla 27. Resumen de los parámetros de la estructura aislada.

Z =	0.45
U =	1.00
S =	1.05
T _P =	0.60
T _L =	2.00
R =	1.00

Fuente: Elaboración propia



Espectros de pseudoaceleraciones de diseño (sistema aislado)

Tabla 28. *Aceleración espectral (ASCE-10).*

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

Espectro de sismo de diseño S_a/g

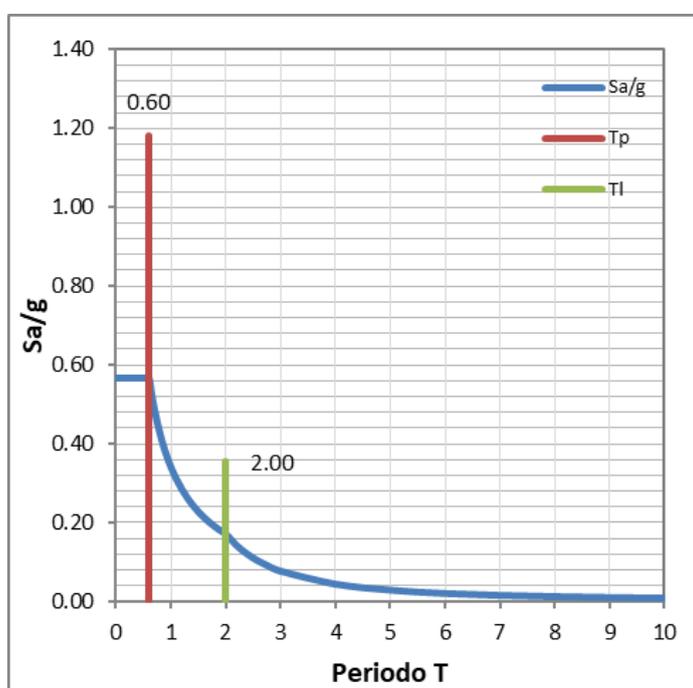


Figura 54. Aceleración espectral.

Fuente: Elaboración propia

T	C	ZUCS/R
0	1.2000	0.5670
0.02	1.2000	0.5670
0.04	1.2000	0.5670
0.06	1.2000	0.5670
0.08	1.2000	0.5670
0.1	1.2000	0.5670
0.12	1.2000	0.5670
0.14	1.2000	0.5670
0.16	1.2000	0.5670
0.18	1.2000	0.5670
0.2	1.2000	0.5670
0.25	1.2000	0.5670
0.3	1.2000	0.5670
0.35	1.2000	0.5670
0.4	1.2000	0.5670
0.45	1.2000	0.5670
0.5	1.2000	0.5670
0.55	1.2000	0.5670
0.6	1.2000	0.5670
0.65	1.1077	0.5234
0.7	1.0286	0.4860
0.75	0.9600	0.4536
0.8	0.9000	0.4253
0.85	0.8471	0.4002
0.9	0.8000	0.3780
0.95	0.7579	0.3581
1	0.7200	0.3402
1.6	0.4500	0.2126
2	0.3600	0.1701
2.5	0.2304	0.1089
3	0.1600	0.0756
4	0.0900	0.0425
5	0.0576	0.0272
6	0.0400	0.0189
7	0.0294	0.0139
8	0.0225	0.0106
9	0.0178	0.0084
10	0.0144	0.0068

Fuente: Elaboración propia

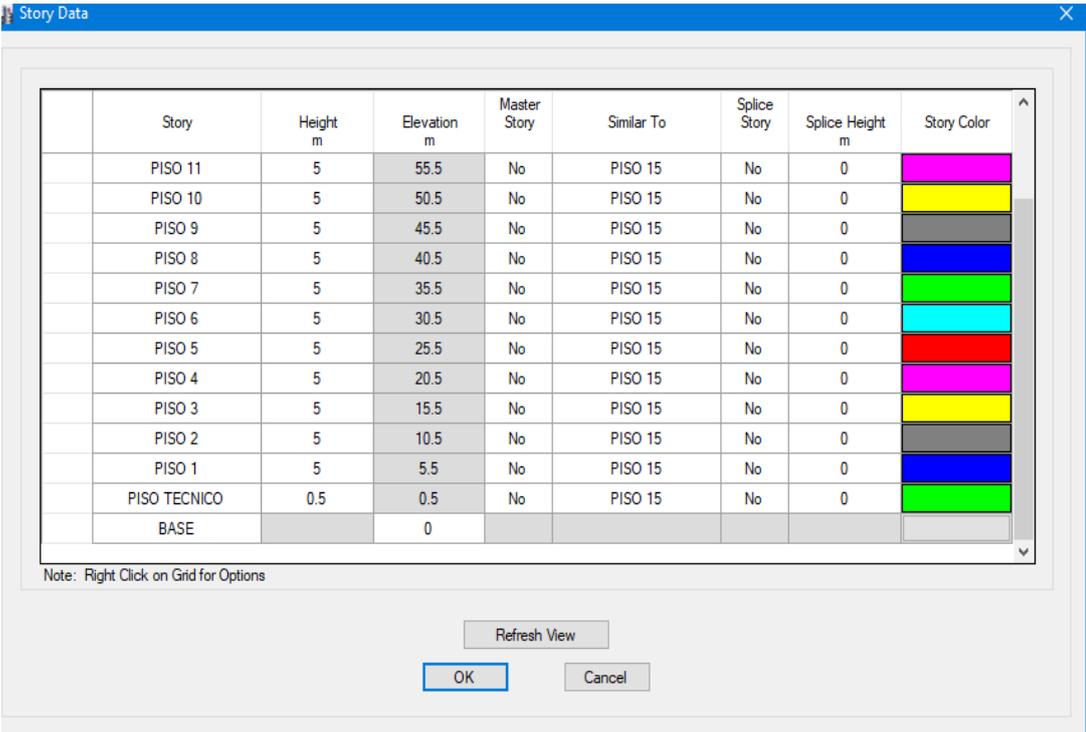
Proceso del análisis dinámico modal espectral con aisladores

Para el análisis de las estructuras con aisladores sísmicos es preciso saber que tenemos que realizar el prediseño de los aisladores de núcleo de plomo; para ello nos guiamos de la norma americana ASCE 7-10 seguido de la mano con la información brindada de DISEPRO (Oficina Profesional de Ingeniería Estructural) dedicada al diseño y cálculo de estructuras para edificaciones. También apoyados por el catálogo (DIS).

Una vez obtenido los datos de diseño del aislador; usaremos el software ETABS 2016 para poder incorporar los aisladores a la estructura, tenemos el siguiente procedimiento:

Se aumentará un piso sobre la base; al cual lo llamaremos piso técnico; lugar donde estarán ubicados los aisladores elastomericos con núcleo de plomo.

Piso Técnico



Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
PISO 11	5	55.5	No	PISO 15	No	0	Magenta
PISO 10	5	50.5	No	PISO 15	No	0	Yellow
PISO 9	5	45.5	No	PISO 15	No	0	Grey
PISO 8	5	40.5	No	PISO 15	No	0	Blue
PISO 7	5	35.5	No	PISO 15	No	0	Green
PISO 6	5	30.5	No	PISO 15	No	0	Cyan
PISO 5	5	25.5	No	PISO 15	No	0	Red
PISO 4	5	20.5	No	PISO 15	No	0	Magenta
PISO 3	5	15.5	No	PISO 15	No	0	Yellow
PISO 2	5	10.5	No	PISO 15	No	0	Grey
PISO 1	5	5.5	No	PISO 15	No	0	Blue
PISO TECNICO	0.5	0.5	No	PISO 15	No	0	Green
BASE		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

OK Cancel

Figura 55. Piso Técnico

Fuente: Elaboración propio

Añadimos las propiedades del aislador; Define – Section Properties- Link; creamos un nuevo elemento al cual llamaremos AISLADOR (ANP).

Elemento Aislador

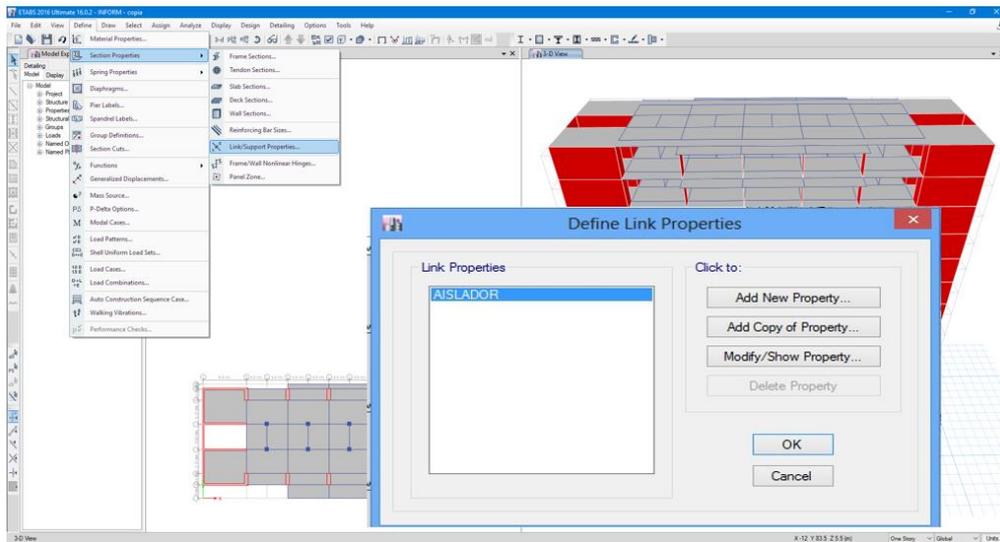


Figura 56. Selección de los aisladores núcleo de plomo.

Fuente: Elaboración propio

Definiremos las propiedades obtenidas de los cálculos que se realizó anteriormente. Ingresamos los valores como se muestra a continuación.

Características del aislador

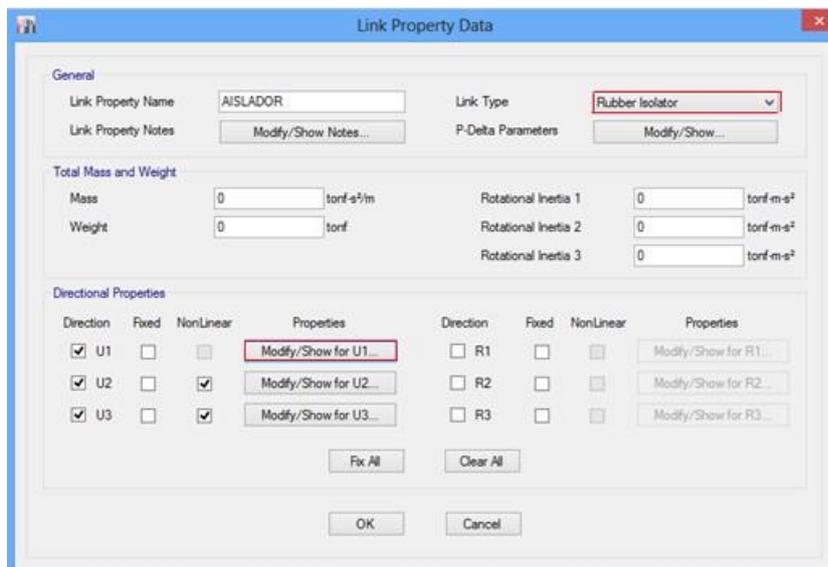


Figura 57. Selección de las características del aislador.

Fuente: Elaboración propio

Insertamos las propiedades de los aisladores con núcleo de plomo en las direcciones de análisis X-X, y Y-Y, como se muestra a continuación:

Propiedades del aislador

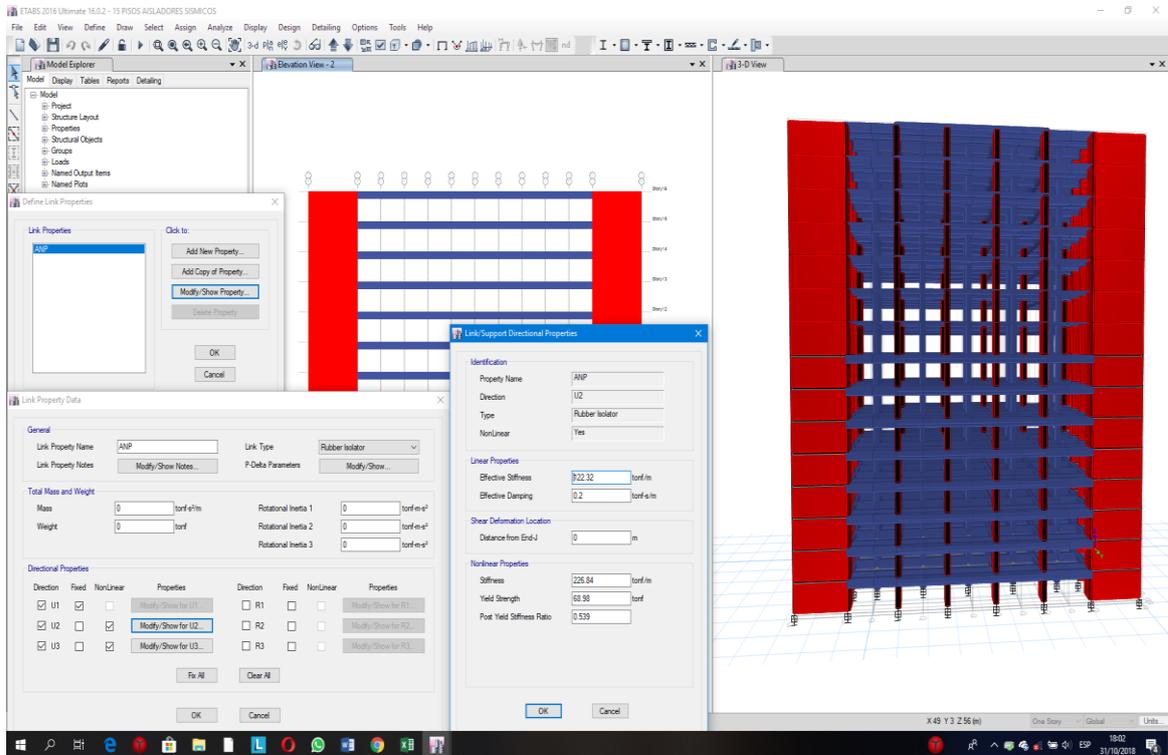


Figura 58. Selección de las Propiedades del aislador.

Fuente: Elaboración propio

Luego, seleccionamos vista en planta; PISO TECNICO, donde buscamos los nudos para poder insertar los aisladores seguido de estos pasos Asign- Joint - Springs – AISLADOR – apply – ok

Estructura con aisladores

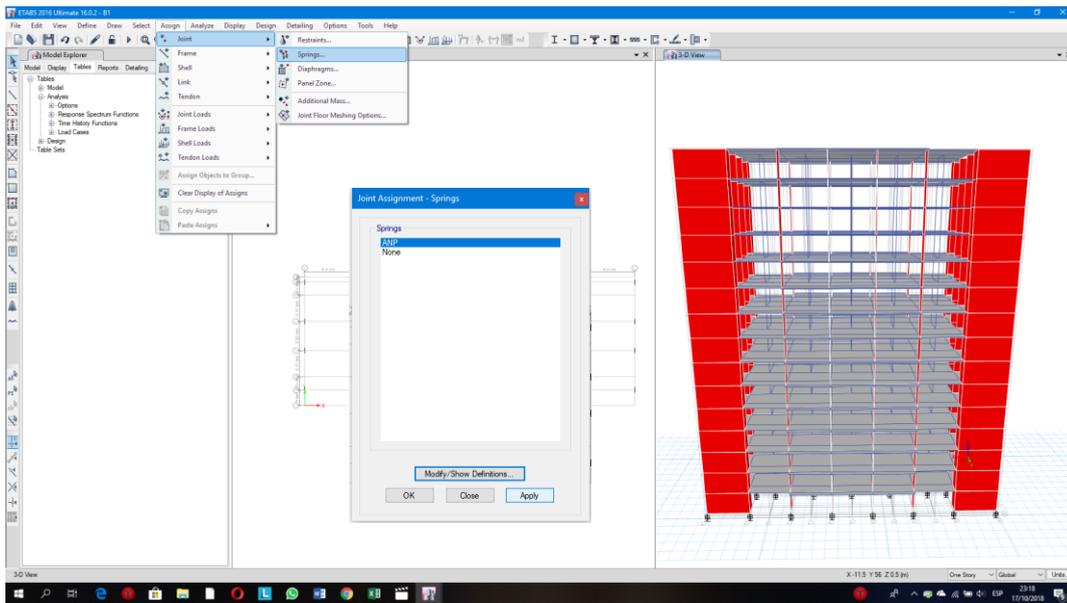


Figura 59. Estructura con aisladores sísmicos.

Fuente: Elaboración propio

Finalmente, se muestra la distribución de los aisladores en la estructura.

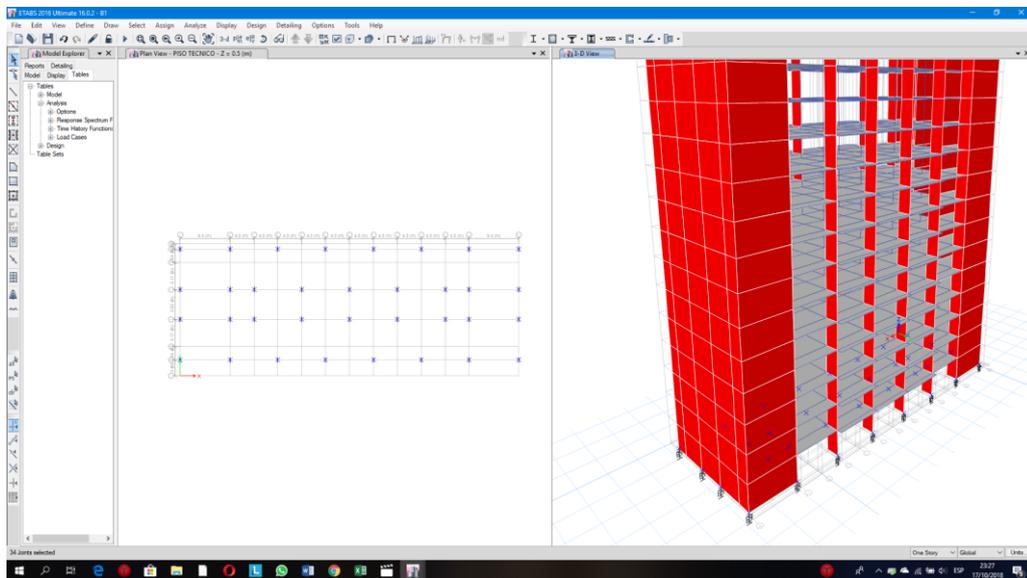


Figura 60. Distribución de aisladores sísmicos en la base

Fuente: Elaboración propio

Vista en planta de los ANP.

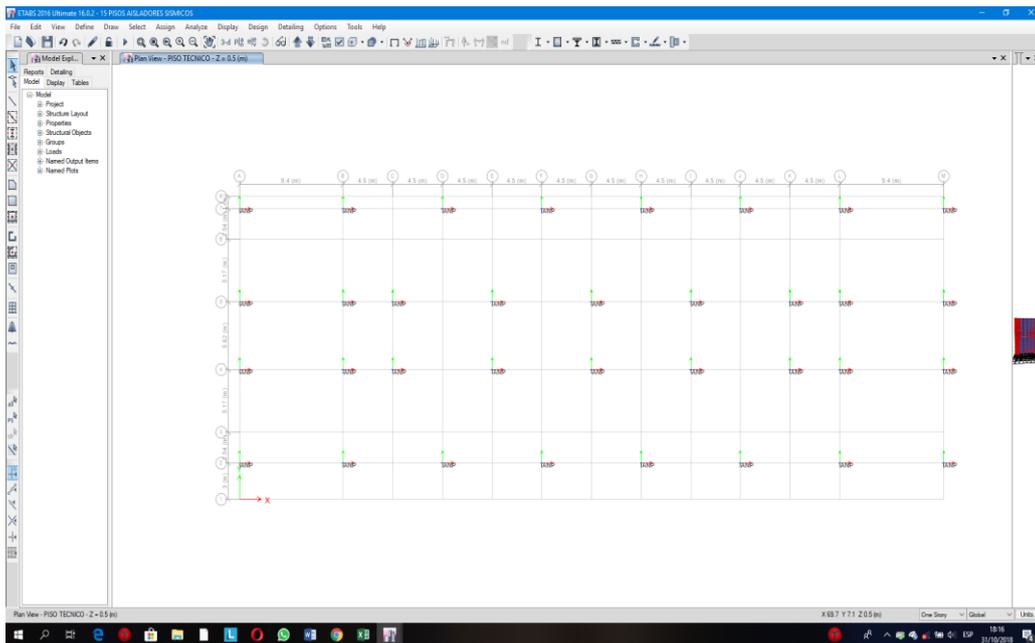


Figura 61. Vista en planta de los ANP.

Fuente: Elaboración propio

Vista en elevación de los ANP.

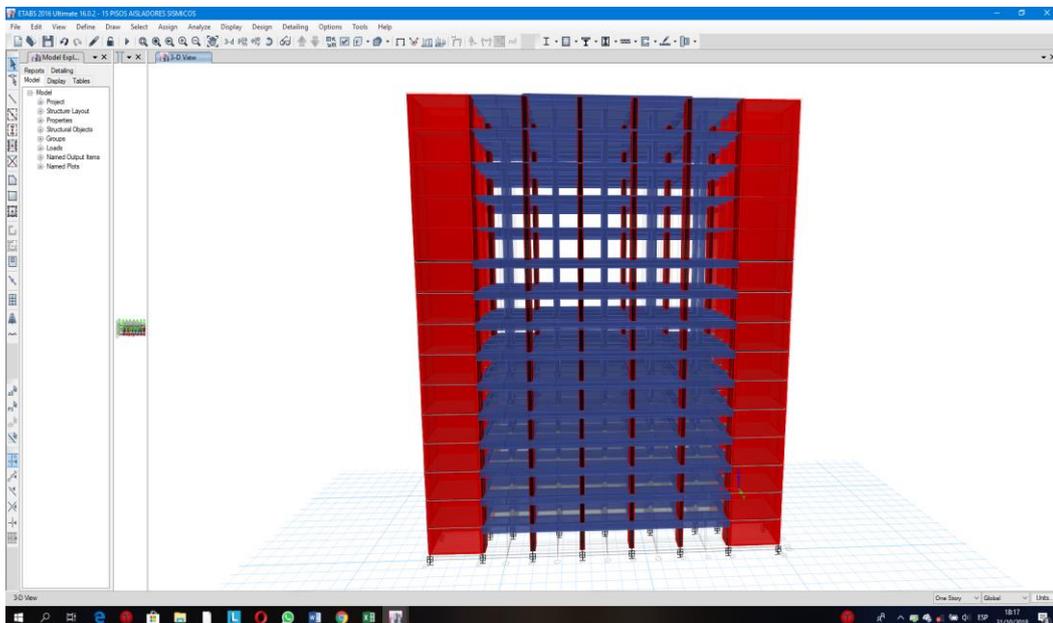


Figura 62. Vista en elevación de los ANP.

Fuente: Elaboración propio

3.2. Resultados del análisis sísmico

3.2.1. Resultados del análisis dinámico modal espectral sin aisladores sísmicos

3.2.1.1. Cortante basal

Luego de realizar el análisis dinámico modal espectral en el edificio de base empotrada, estos arrojan los valores que se muestra a continuación.

La tabla 29 muestra la fuerza cortante basal dinámica distribuida por pisos en la estructura del edificio José Quiñones en dirección x-x, se encontró que el primer piso de la estructura es la que soporta mayor fuerza cortante basal, por ser el pilar principal de la edificación.

Tabla 29. Fuerza cortante basal en dirección x-x.

FUERZAS DINAMICAS DE SISMO EN DIRECCION X-X

<i>PISO</i>	<i>VX</i>	
	<i>(Tn)</i>	
<i>TECHO</i>	261.708	Tn
<i>PISO 14</i>	557.8451	Tn
<i>PISO 13</i>	780.9633	Tn
<i>PISO 12</i>	950.9176	Tn
<i>PISO 11</i>	1088.348	Tn
<i>PISO 10</i>	1205.89	Tn
<i>PISO 9</i>	1310.838	Tn
<i>PISO 8</i>	1410.46	Tn
<i>PISO 7</i>	1510.238	Tn
<i>PISO 6</i>	1609.857	Tn
<i>PISO 5</i>	1705.284	Tn
<i>PISO 4</i>	1793.124	Tn
<i>PISO 3</i>	1869.321	Tn
<i>PISO 2</i>	1925.557	Tn
<i>PISO 1</i>	1953.241	Tn

Fuente: Elaboración propio

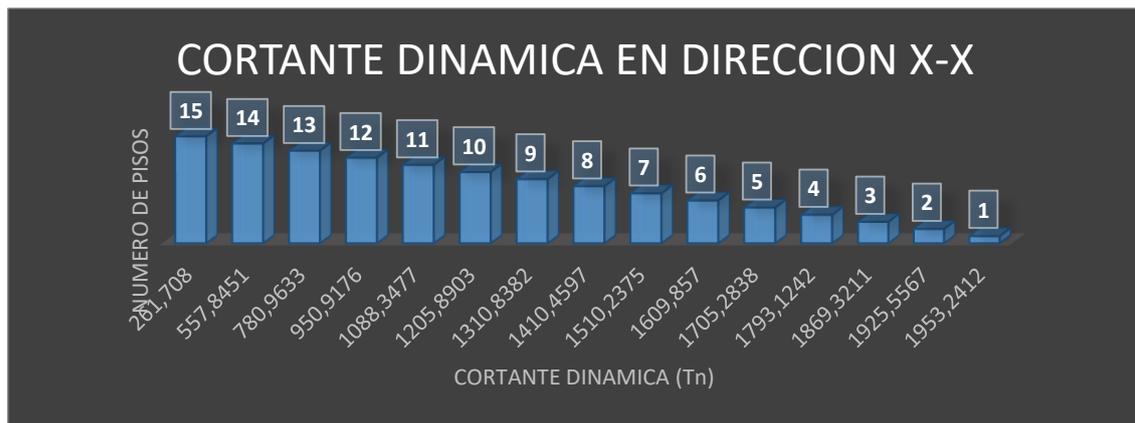


Figura 63. Distribución de la fuerza cortante basal en dirección x-x, en la estructura de base fija.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 30. Fuerza cortante basal y-y.

FUERZAS DINAMICAS DE SISMO EN Y-Y

<i>PISO</i>	<i>VY</i>	
	<i>(Tn)</i>	
<i>TECHO</i>	267.7083	Tn
<i>PISO 14</i>	583.5837	Tn
<i>PISO 13</i>	834.1167	Tn
<i>PISO 12</i>	1033.1474	Tn
<i>PISO 11</i>	1193.9301	Tn
<i>PISO 10</i>	1327.2198	Tn
<i>PISO 9</i>	1444.5711	Tn
<i>PISO 8</i>	1554.984	Tn
<i>PISO 7</i>	1662.9809	Tn
<i>PISO 6</i>	1770.7313	Tn
<i>PISO 5</i>	1876.4274	Tn
<i>PISO 4</i>	1973.9986	Tn
<i>PISO 3</i>	2057.2977	Tn
<i>PISO 2</i>	2119.0687	Tn
<i>PISO 1</i>	2147.5816	Tn

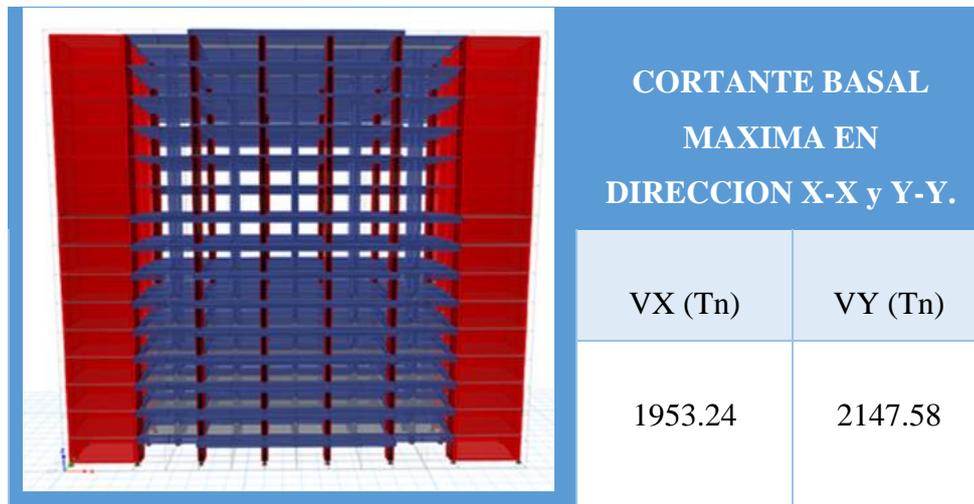
Fuente: Elaboración propio



Figura 64. Distribución de la fuerza cortante basal en dirección y-y, en la estructura de base fija.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 31. Cortante Basal Dinámica máxima.



Fuente: Elaboración propio

De acuerdo a los gráficos y tablas mostradas anteriormente se puede concluir que la fuerza cortante máxima se produce en la dirección x-x, del análisis sísmico en el edificio de base empotrada; también se observa que el primer piso es principal soporte de la estructura absorbiendo una fuerza cortante basal de 2147.58 Tn.

3.2.1.2. Desplazamientos de la estructura

A continuación, se muestran los resultados de los desplazamientos obtenidos del análisis sísmico modal espectral en el edificio con sistema de base fija, para las dos direcciones X-X y Y-Y.

Tabla 32. Desplazamientos por pisos de la estructura en dirección x-x.

DESPLAZAMIENTOS DE SISMO EN X-X

PISO	Desplazamientos (mm)	
	15	70.8854
14	66.3669	mm
13	61.6178	mm
12	56.6374	mm
11	51.4183	mm
10	45.9832	mm
9	40.3778	mm
8	34.6686	mm
7	28.9423	mm
6	23.3046	mm
5	17.8812	mm
4	12.8183	mm
3	8.2859	mm
2	4.4807	mm
1	1.6444	mm
0	0	mm

Fuente: Elaboración propio



Figura 65. Desplazamientos por pisos en x-x, de la estructura de base fija.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 33. Desplazamientos por pisos de la estructura en dirección y-y.

DESPLAZAMIENTOS DE SISMO EN Y-Y

PISO	Desplazamientos (mm)	
	15	62.6311
14	58.4433	mm
13	54.0503	mm
12	49.4718	mm
11	44.733	mm
10	39.8751	mm
9	34.9478	mm
8	30.0096	mm
7	25.1264	mm
6	20.3709	mm
5	15.8223	mm
4	11.5682	mm
3	7.7025	mm
2	4.3465	mm
1	1.5893	mm
0	0	mm

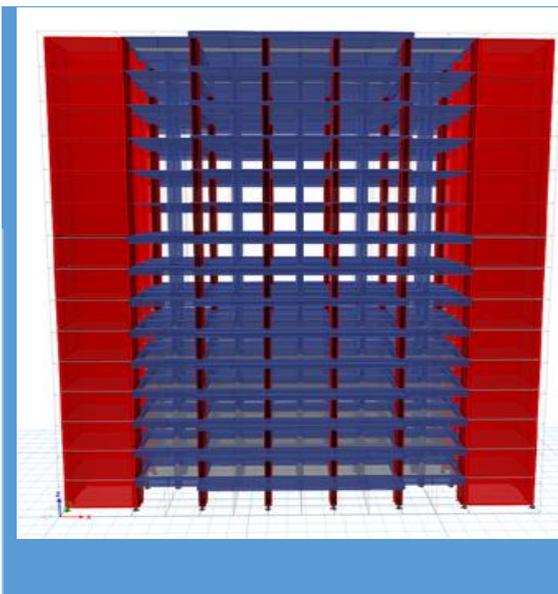
Fuente: Elaboración propio



Figura 66. Desplazamientos por pisos en y-y, de la estructura de base fija.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 34. Desplazamientos máximos en X-X y Y-Y.



DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS EN DIRECCION X-X y Y-Y	
X-X (cm)	Y-Y (cm)
7.09	6.26

Fuente: Elaboración propio

Como se muestra en la tabla N° 34, los desplazamientos máximos en el sistema de base fija, están presentes en el último piso de la estructura, alcanzando un desplazamiento máximo en dirección x-x, de 7.09 cm, y en la dirección y-y, alcanzando un desplazamiento máximo de 6.26 cm.

3.2.1.3. Distorsiones de la estructura

A continuación, se muestran los resultados de las derivas de entrepiso del edificio de base empotrada en las dos direcciones X-X y Y-Y.

En esta investigación tal y como lo mencionamos en el capítulo anterior, utilizaremos un sistema estructural de Concreto Armado, Estructura de pórticos y muros estructurales; la edificación esta predominada por muros estructurales los cuales absorben el 80% de la cortante basal; por lo tanto, según la tabla especificada en la norma el coeficiente básico de reducción es 6.

Para el caso de distorsiones los resultados de las derivas elásticas fueron multiplicados por el factor de reducción (6) y por un factor establecido por la norma E-030 “0.75R”, para encontrar las derivas i-nelásticas y hacer la comparación con las derivas máximas establecidas por la norma E-030.

Tabla 35. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección x-x.

DERIVAS DE ENTREPISO EN DIRECCION X-X

Piso	Piso	Altura m	Despla. mm	Derivas Δ -elásticas	Derivas Δ -inelásticas	Derivas Δ -Limite
15	techo	75	70.89	0.000904	0.004067	0.007
14	piso 14	70	66.37	0.000950	0.004274	0.007
13	piso 13	65	61.62	0.000996	0.004482	0.007
12	piso 12	60	56.64	0.001044	0.004697	0.007
11	piso 11	55	51.42	0.001087	0.004892	0.007
10	piso 10	50	45.98	0.001121	0.005045	0.007
9	piso 9	45	40.38	0.001142	0.005138	0.007
8	piso 8	40	34.67	0.001145	0.005154	0.007
7	piso 7	35	28.94	0.001128	0.005074	0.007
6	piso 6	30	23.30	0.001085	0.004881	0.007
5	piso 5	25	17.88	0.001013	0.004557	0.007
4	piso 4	20	12.82	0.000906	0.004079	0.007
3	piso 3	15	8.29	0.000761	0.003425	0.007
2	piso 2	10	4.48	0.000567	0.002553	0.007
1	piso 1	5	1.64	0.000329	0.001480	0.007
0	piso 0	0	0.00	0	0.000000	0

Fuente: Elaboración propio



Figura 67. Distorsiones de entrepisos en dirección x-x, de la estructura de base fija.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 36. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección y-y.

DERIVAS DE ENTREPISO EN DIRECCION Y-Y

Piso	Piso	Altura m	Despla. mm	Derivas Δ -elásticas	Derivas Δ -inelásticas	Derivas Δ Limite
15	techo	75	62.6311	0.000838	0.003769	0.007
14	piso 14	70	58.4433	0.000879	0.003954	0.007
13	piso 13	65	54.0503	0.000916	0.004121	0.007
12	piso 12	60	49.4718	0.000948	0.004265	0.007
11	piso 11	55	44.733	0.000972	0.004372	0.007
10	piso 10	50	39.8751	0.000985	0.004435	0.007
9	piso 9	45	34.9478	0.000988	0.004444	0.007
8	piso 8	40	30.0096	0.000977	0.004395	0.007
7	piso 7	35	25.1264	0.000951	0.004280	0.007
6	piso 6	30	20.3709	0.000910	0.004094	0.007
5	piso 5	25	15.8223	0.000851	0.003829	0.007
4	piso 4	20	11.5682	0.000773	0.003479	0.007
3	piso 3	15	7.7025	0.000671	0.003020	0.007
2	piso 2	10	4.3465	0.000551	0.002481	0.007
1	piso 1	5	1.5893	0.000318	0.001430	0.007
0	piso 0	0	0	0	0.000000	0

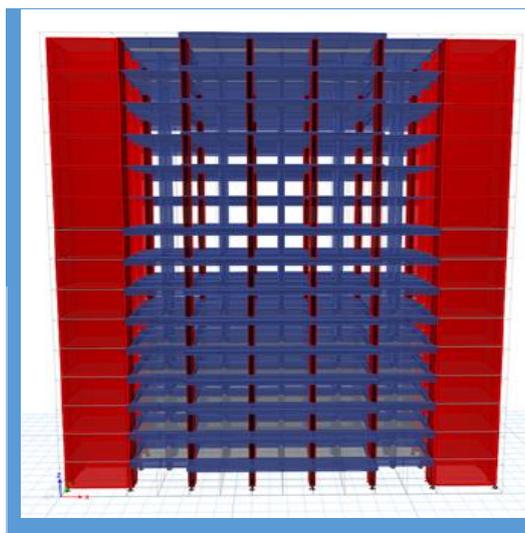
Fuente: Elaboración propio



Figura 68. Distorsiones de entrepisos en dirección y-y, de la estructura de base fija.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 37. *Distorsiones máximas en X-X y Y-Y.*



DISTORSIONES MAXIMAS EN DIRECCIONES X-X y Y-Y	
X-X	Y-Y
0.006872	0.005926

Fuente: Elaboración propio

Como se muestran en las tablas y gráficos anteriores concluimos que las derivas de entrepiso en las dos direcciones X-X y Y-Y del edificio de base fija, cumplen con los requisitos necesarios para tener un buen comportamiento estructural según lo planteado por el investigador antes de realizar el análisis sísmico, ya que las derivas en ambas direcciones son menores a la deriva límite de entrepiso de 0.007, según la E-030 del RNE.

3.2.1.4. Fuerzas internas máximas

Las fuerzas Internas Máximas (Fuerza Axial, Fuerza Cortante y Momento Flector), en los elementos estructurales del sistema de base empotrada se muestran a continuación.

✚ Fuerzas internas en columnas

Para este caso tomaremos la fuerza interna máxima en columnas de estructura de base fija, la cual se presenta en la COLUMNA C- 2, que se encuentra ubicada en el PISO - 7 del edificio analizado.

La tabla N°38, muestra las fuerzas internas máximas en la columna C- 2, de la estructura, lo cual nos servirá para poder realizar la comparación entre los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada.

Tabla 38. Fuerzas internas en la columna C - 2.

FUERZAS INTERNAS EN LA COLUMNA C - 2		
FUERZA AXIAL (Tn)	FUERZA CORTANTE (Tn)	MOMENTO FLECTOR MAXIMO (Tn-m)
49.46 Tn	80.56 Tn	176.23 Tn

Fuente: Elaboración propio

+ Fuerzas internas en vigas

Para este caso tomaremos la fuerza interna máxima en vigas de la estructura, la cual se presenta en la VIGA V- 39, que se encuentra ubicada en el PISO 14, del edificio analizado.

Tabla 39. Fuerzas internas en la viga V - 39.

FUERZAS INTERNAS EN LA VIGA V- 39	
FUERZA CORTANTE (Tn)	MOMENTO FLECTOR MAXIMO (Tn-m)
57.92	174.04

Fuente: Elaboración propio

El cuadro anterior muestra las fuerzas internas máximas en la viga V- 39, del sistema analizado de base fija, este nos servirá para poder realizar la comparación entre los dos sistemas analizados.

3.2.2. Resultados del análisis dinámico modal espectral con aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo

3.2.2.1. Cortante basal en la estructura aislada

Realizando el análisis modal en el edificio aislado, este nos arroja los valores que se muestra a continuación. La tabla 40 muestra la fuerza cortante basal dinámica distribuida por pisos en la estructura del edificio José Quiñones en dirección x-x.

Tabla 40. Fuerza cortante basal en dirección x-x.

FUERZAS DINAMICAS DE SISMO EN X-X

PISO	VX (Tn)	
	15	49.4925
14	104.7951	Tn
13	157.494	Tn
12	207.7165	Tn
11	255.6653	Tn
10	301.6215	Tn
9	345.937	Tn
8	389.0199	Tn
7	431.3128	Tn
6	473.2641	Tn
5	515.2966	Tn
4	557.7764	Tn
3	600.9864	Tn
2	645.1061	Tn
1	690.2007	Tn

Fuente: Elaboración propio

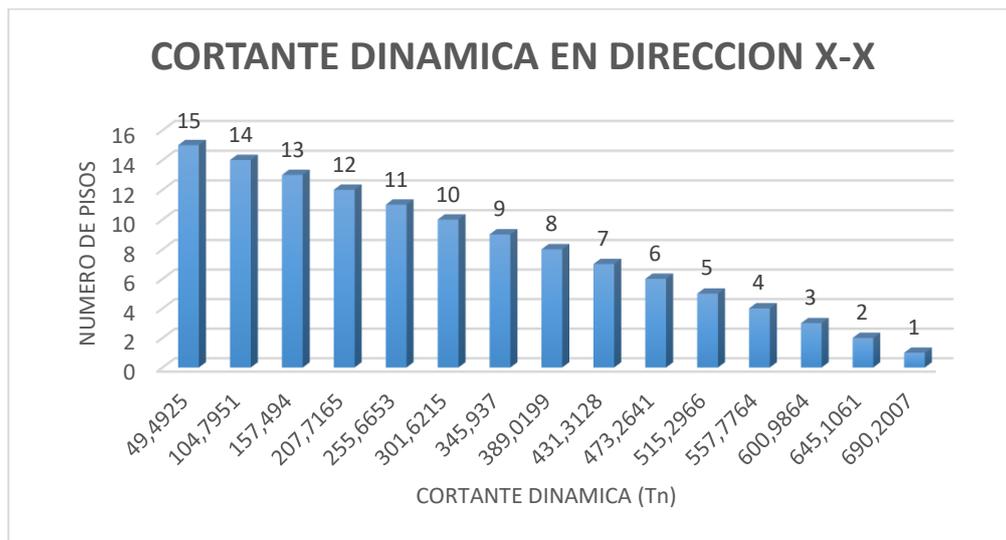


Figura 69. Distribución de la fuerza cortante basal en x-x, en la estructura de base aislada.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 41. Fuerza cortante basal en dirección y-y.

FUERZAS DINAMICAS DE SISMO EN Y-Y

PISO	VY (Tn)	
	TECHO	48.8639
PISO 14	103.5454	Tn
PISO 13	155.7492	Tn
PISO 12	205.6204	Tn
PISO 11	253.3875	Tn
PISO 10	299.3538	Tn
PISO 9	343.881	Tn
PISO 8	387.3686	Tn
PISO 7	430.2281	Tn
PISO 6	472.8579	Tn
PISO 5	515.6185	Tn
PISO 4	558.8092	Tn
PISO 3	602.6497	Tn
PISO 2	647.2697	Tn
PISO 1	692.7007	Tn

Fuente: Elaboración propio

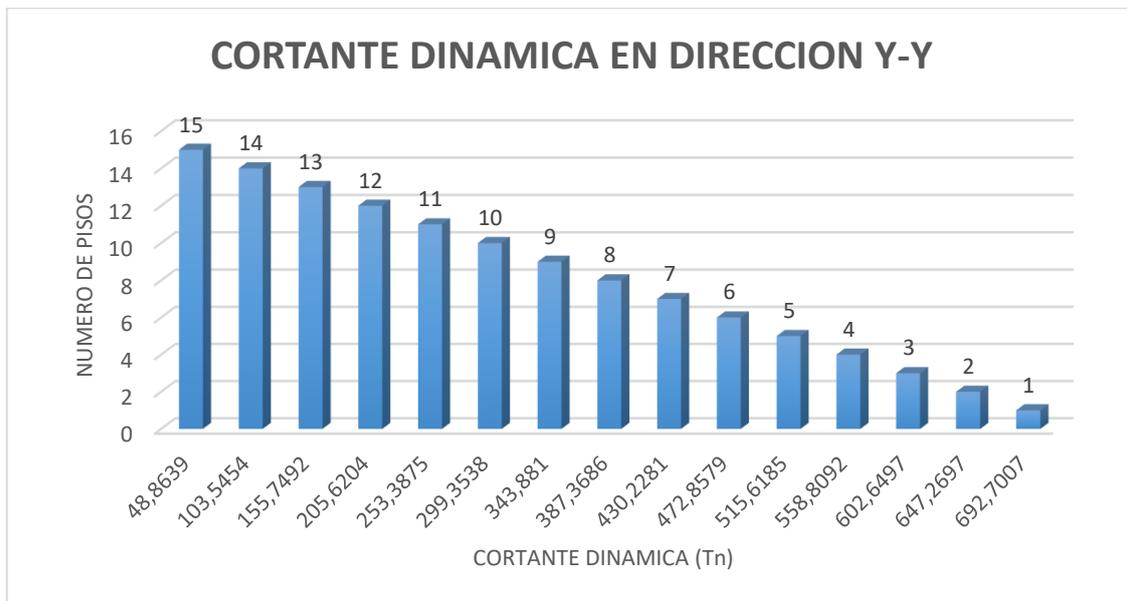
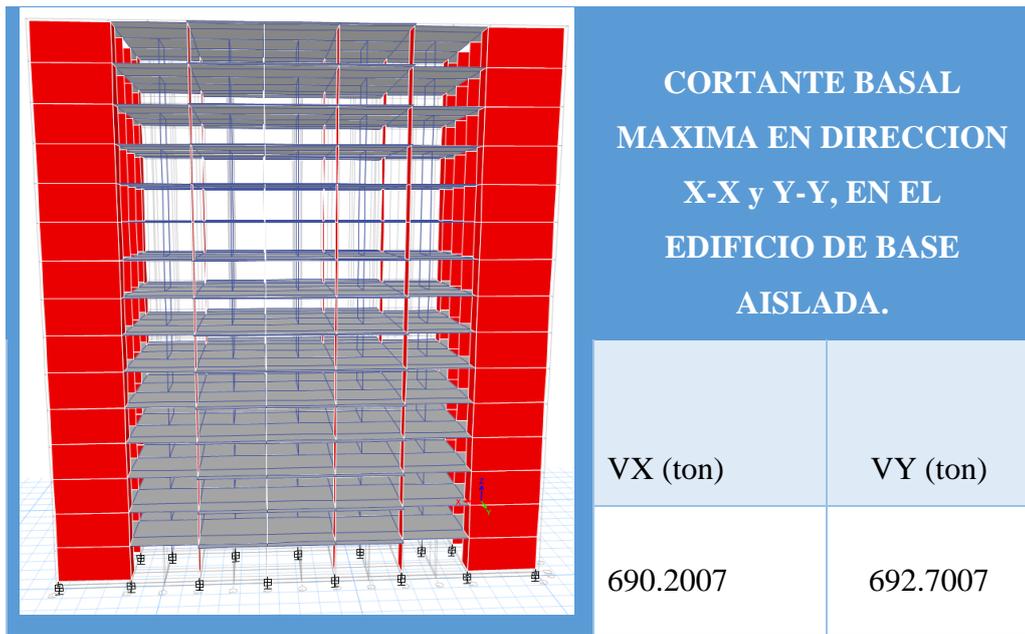


Figura 70. Distribución de la fuerza cortante basal en y-y, en la estructura de base aislada.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 42. Cortante Basal Dinámica máxima.



Fuente: Elaboración propio

De acuerdo a los gráficos y tablas mostradas anteriormente se puede concluir que la fuerza cortante máxima se produce en la dirección y-y, del análisis sísmico en el edificio de base aislada con aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo; también se observa que el primer piso es principal soporte de la estructura absorbiendo una fuerza cortante basal de 692.7007 Tn.

3.2.2.2. Desplazamientos de la estructura aislada

A continuación, se muestran los resultados de los desplazamientos obtenidos del análisis sísmico modal espectral en el edificio de base aislada con aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo, para las dos direcciones X-X y Y-Y.

Tabla 43. Desplazamientos por pisos de la estructura en dirección x-x.

DESPLAZAMIENTOS DE SISMO EN X-X

PISO	Desplazamientos (mm)	
	15	183
14	183	mm
13	182	mm
12	182	mm
11	181	mm
10	181	mm
9	181	mm
8	180	mm
7	180	mm
6	179	mm
5	179	mm
4	178	mm
3	178	mm
2	177	mm
1	177	mm
Base	177	mm

Fuente: Elaboración propio



Figura 71. Desplazamientos por pisos en x-x, de la estructura de base aislada.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 44. Desplazamientos por pisos de la estructura en dirección y-y.

DESPLAZAMIENTOS DE SISMO EN Y-Y

PISO	Desplazamientos (mm)	
	15	232
14	231	mm
13	231	mm
12	230	mm
11	230	mm
10	230	mm
9	229	mm
8	229	mm
7	228	mm
6	228	mm
5	227	mm
4	227	mm
3	226	mm
2	226	mm
1	226	mm
Base	225	mm

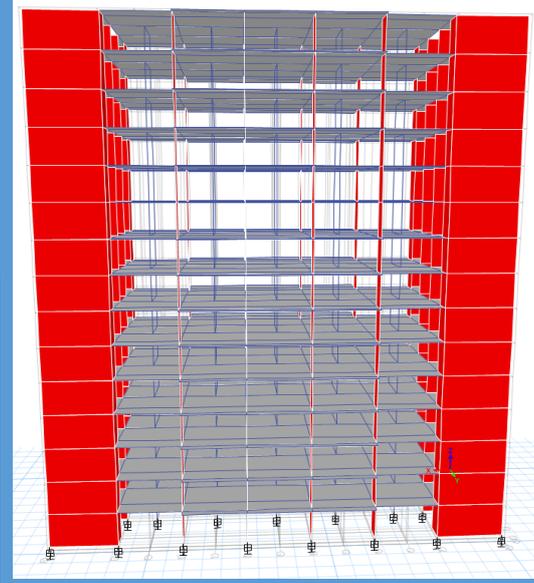
Fuente: Elaboración propio



Figura 72. Desplazamientos por pisos en y-y, de la estructura de base aislada.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 45. *Desplazamientos máximos en las dos direcciones x-x y y-y.*



The image shows a 3D perspective view of a multi-story building structure. The structure is rendered in a light blue color, with the columns highlighted in red. The building is shown from a side-on perspective, illustrating its height and width. The structure appears to be a frame structure with multiple floors. The displacements are indicated by small arrows and lines at the top of the structure, showing the maximum displacement in the X-X and Y-Y directions.

DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS EN DIRECCIONES X-X y Y-Y	
X-X (cm)	Y-Y (cm)
18.3	23.2

Fuente: Elaboración propio

Como se muestra en la tabla N° 45, los desplazamientos máximos en el sistema de base aislada, están presentes en el último piso de la estructura con una mínima diferencia con los otros pisos, vemos que la estructura tiene un movimiento casi uniforme, esto se debe a los dispositivos de aislación sísmica hacen que el edificio se mueva en masa conjunta desde la base hasta el techo de la estructura, alcanzando un desplazamiento máximo en dirección y-y, de 23.2 cm, y en la dirección x-x, alcanzando un desplazamiento máximo de 18.3cm.

3.2.2.3. Distorsiones de la estructura de base aislada

A continuación, se muestran los resultados de las derivas de entrepiso del edificio en las dos direcciones X-X y Y-Y.

En esta investigación para el análisis del edificio con sistema de aislación sísmica la norma ASCE 7-10, establece un coeficiente de reducción sísmica igual a 1.

De las tablas a continuación observamos que la distorsiones en las dos direcciones X-X y Y-Y, de la estructura analizada cumplen con la máxima deriva limite según la ASCE 7-10, de 0.003.

Tabla 46. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección x-x.

DERIVAS DE ENTREPISO EN DIRECCION X-X

<i>Piso</i>	<i>Piso</i>	<i>Altura m</i>	<i>Despla. mm</i>	<i>Derivas Δ-elásticas</i>	<i>Derivas Δ-inelásticas</i>	<i>Derivas Δ-Limite</i>
15	techo	75	183	0.000072	0.000054	0.003
14	piso 14	70	183	0.000076	0.000057	0.003
13	piso 13	65	182	0.000080	0.000060	0.003
12	piso 12	60	182	0.000085	0.000064	0.003
11	piso 11	55	181	0.000090	0.000067	0.003
10	piso 10	50	181	0.000094	0.000071	0.003
9	piso 9	45	181	0.000099	0.000074	0.003
8	piso 8	40	180	0.000102	0.000076	0.003
7	piso 7	35	180	0.000103	0.000077	0.003
6	piso 6	30	179	0.000103	0.000077	0.003
5	piso 5	25	179	0.000100	0.000075	0.003
4	piso 4	20	178	0.000094	0.000070	0.003
3	piso 3	15	178	0.000084	0.000063	0.003
2	piso 2	10	177	0.000069	0.000052	0.003
1	piso 1	5	177	0.000045	0.000033	0.003
0	piso 0	0	177	0	0.000000	0

Fuente: Elaboración propio

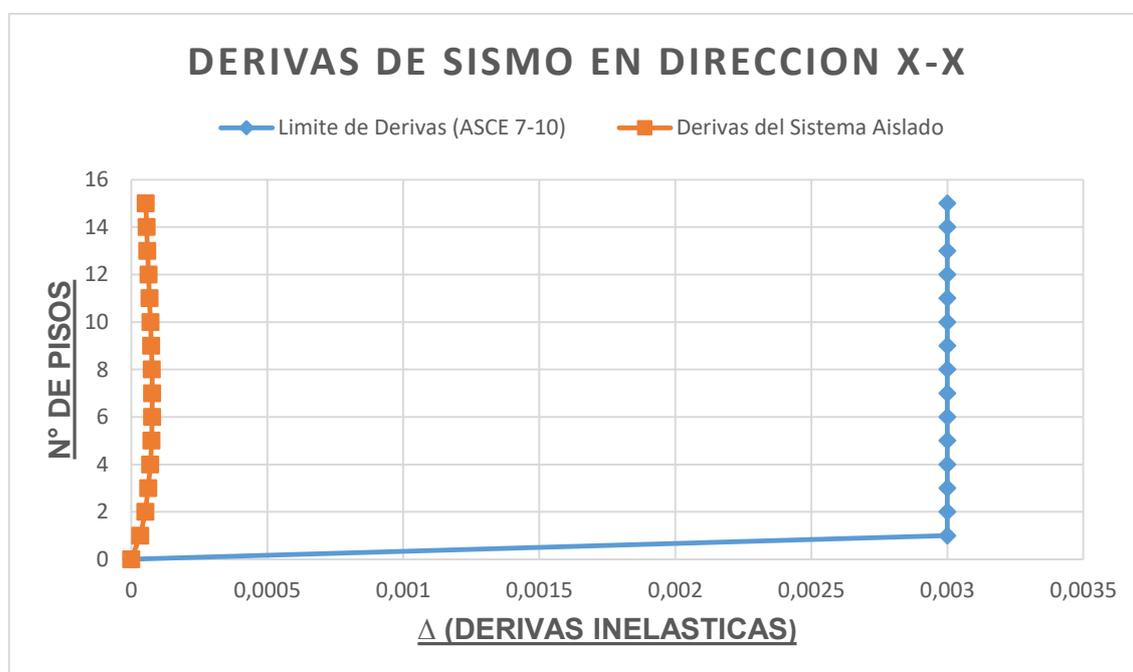


Figura 73. Distorsiones de entrepisos en x-x, de la estructura de base aislada.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 47. Derivas de entrepiso de la estructura en dirección y-y.

DERIVAS DE ENTREPISO EN DIRECCION Y-Y

<i>Piso</i>	<i>Piso</i>	<i>Altura m</i>	<i>Despla. mm</i>	<i>Derivas Δ-elásticas</i>	<i>Derivas Δ-inelásticas</i>	<i>Derivas Δ-Limite</i>
15	techo	75	232	0.000080	0.000060	0.003
14	piso 14	70	231	0.000083	0.000062	0.003
13	piso 13	65	231	0.000086	0.000065	0.003
12	piso 12	60	230	0.000089	0.000067	0.003
11	piso 11	55	230	0.000091	0.000069	0.003
10	piso 10	50	230	0.000094	0.000070	0.003
9	piso 9	45	229	0.000095	0.000071	0.003
8	piso 8	40	229	0.000095	0.000071	0.003
7	piso 7	35	228	0.000094	0.000071	0.003
6	piso 6	30	228	0.000092	0.000069	0.003
5	piso 5	25	227	0.000089	0.000067	0.003
4	piso 4	20	227	0.000084	0.000063	0.003
3	piso 3	15	226	0.000076	0.000057	0.003
2	piso 2	10	226	0.000067	0.000050	0.003
1	piso 1	5	226	0.000040	0.000030	0.003
0	piso 0	0	225	0	0.000000	0

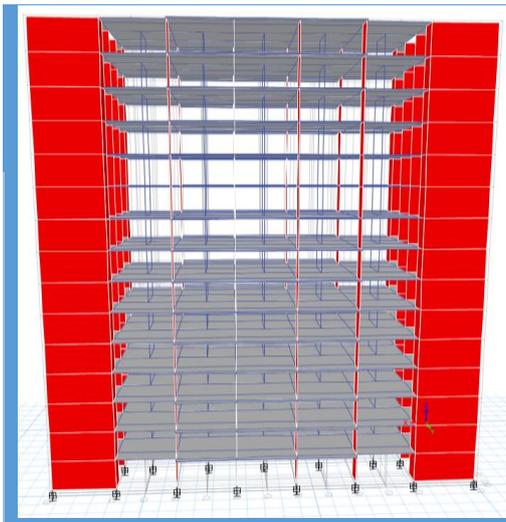
Fuente: Elaboración propio



Figura 74. Distorsiones de entrepisos en y-y, de la estructura de base aislada.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 48. Distorsiones máximas en dirección X-X y Y-Y.



DISTORSIONES MAXIMAS EN X-X y Y-Y	
X-X	Y-Y
0.000077	0.000071

Fuente: Elaboración propio

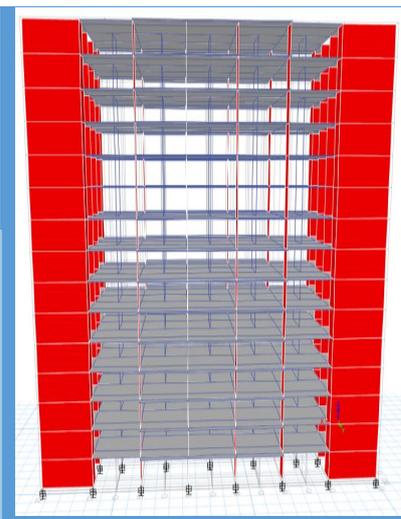
3.2.2.4. Fuerzas internas máximas en el sistema de base aislada

Las fuerzas Internas Máximas (Fuerza Axial, Fuerza Cortante y Momento Flector), de los elementos estructurales del sistema aislado se muestran a continuación.

✚ Fuerzas internas máximas en columnas en el sistema aislado

Para este caso tomaremos las fuerzas internas máximas que presenta la COLUMNA – 5, que se encuentra ubicada en el PISO – 8 del edificio analizado.

Tabla 49. Fuerzas internas en la columna C- 5.



FUERZAS INTERNAS EN LA COLUMNA C - 5		
FUERZA AXIAL (Tn)	FUERZA CORTANTE (Tn)	MOMENTO FLECTOR MAXIMO (Tn-m)
4.53	6.71	14.55

Fuente: Elaboración propio

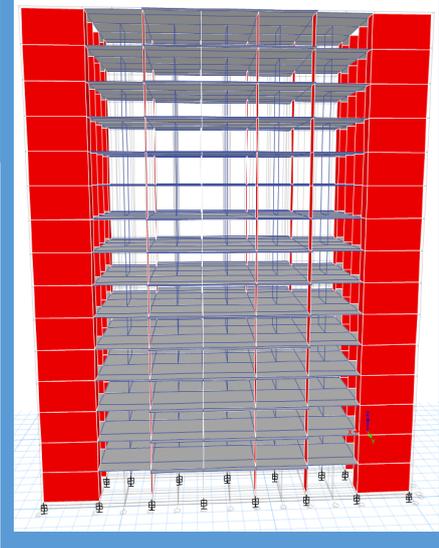
El cuadro anterior muestra las fuerzas internas máximas en la columna C- 5, del sistema analizado, este nos servirá para poder realizar la comparación entre los dos sistemas analizados.

 Fuerzas internas en vigas

Para este caso tomaremos las fuerzas internas máximas que presenta la VIGA V- 40, que se encuentra ubicada en el PISO – 4 del edificio analizado.

Tabla N°3.2.10: Fuerzas internas en la viga V - 40

Tabla 50. *Fuerzas internas en la viga V - 40.*



FUERZAS INTERNAS EN LA VIGA V - 40	
FUERZA CORTANTE (T_n)	MOMENTO FLECTOR MAXIMO ($T_n\text{-}m$)
10.09	28.6

Fuente: Elaboración propio

El cuadro anterior se muestran las fuerzas internas máximas en la viga v – 40, del sistema analizado, este nos servirá para poder realizar la comparación entre los dos sistemas analizados.

3.3. Análisis e interpretación de resultados de las estructuras de base empotrada vs las estructuras aisladas

3.3.1. Cortante basal

 Cortante basal en dirección X-X

A continuación, se muestran los valores de fuerza cortante basal que actúan en cada piso de los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada en dirección x-x; producidas por la acción sísmica.

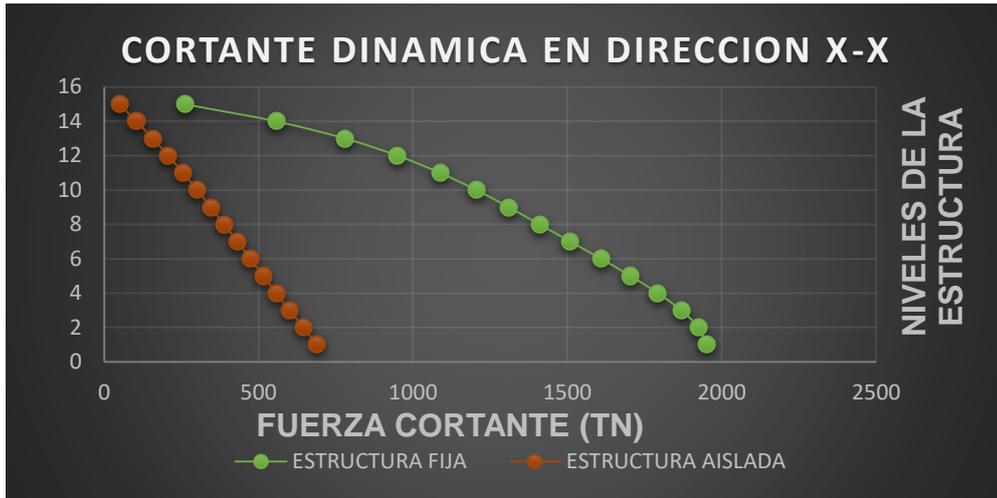
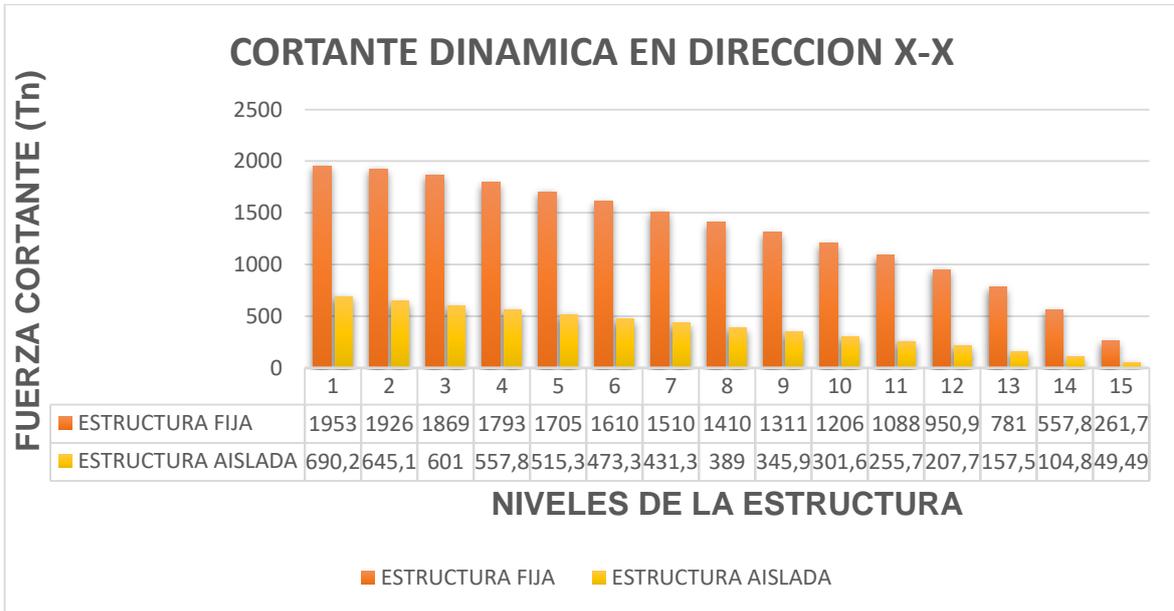


Figura 75. Comparación de las fuerzas cortantes en la base en dirección x-x, entre las dos estructuras analizadas.

Fuente: Elaboración propio

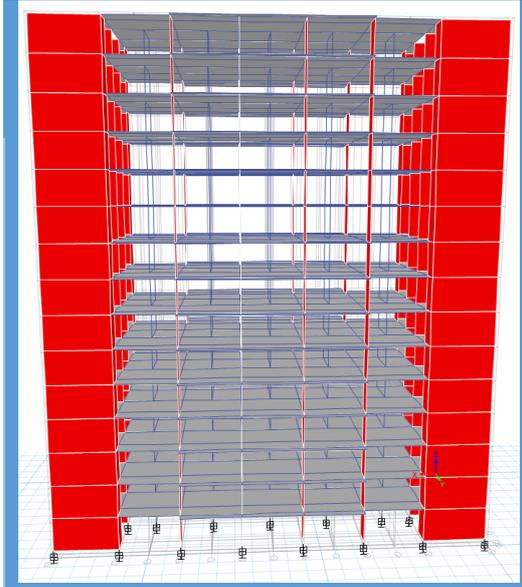
Tabla 51. Repartición de la fuerza cortante basal en cada nivel de las dos estructuras analizadas en dirección x-x.



Fuente: Elaboración propio

A, continuación se muestra la fuerza cortante basal máxima de los dos sistemas estructurales en la dirección X-X.

Tabla 52. Cortante Basal Dinámica máxima en dirección X-X.



CORTANTE BASAL MAXIMA X-X		
SISTEMA EMPOTRADO	SISTEMA AISLADO	REDUCCION (%)
VX (ton)	VX (ton)	
1953.24 Tn	690.2 Tn	74 %

Fuente: Elaboración propio

En la **tabla 52** se observa que las fuerzas que actúan en la edificación de base empotrada tienen un valor mucho mayor comparadas con las fuerzas que actúan en la estructura aislada como se muestra anteriormente en los gráficos de resultados, vemos que al incorporarlo aisladores elastomericos con núcleo de plomo al edificio, este reduce las fuerzas dinámicas en dirección de X-X hasta un 74% con respecto a la edificación con base empotrada, ayudando así a que la estructura de base aislada tenga un comportamiento estructural más resistente en comparación con la estructura de base fija, este se debe a que los aisladores disipan la mayor parte de la aceleración que el suelo transmite a la estructura.

✚ Cortante basal en dirección Y-Y

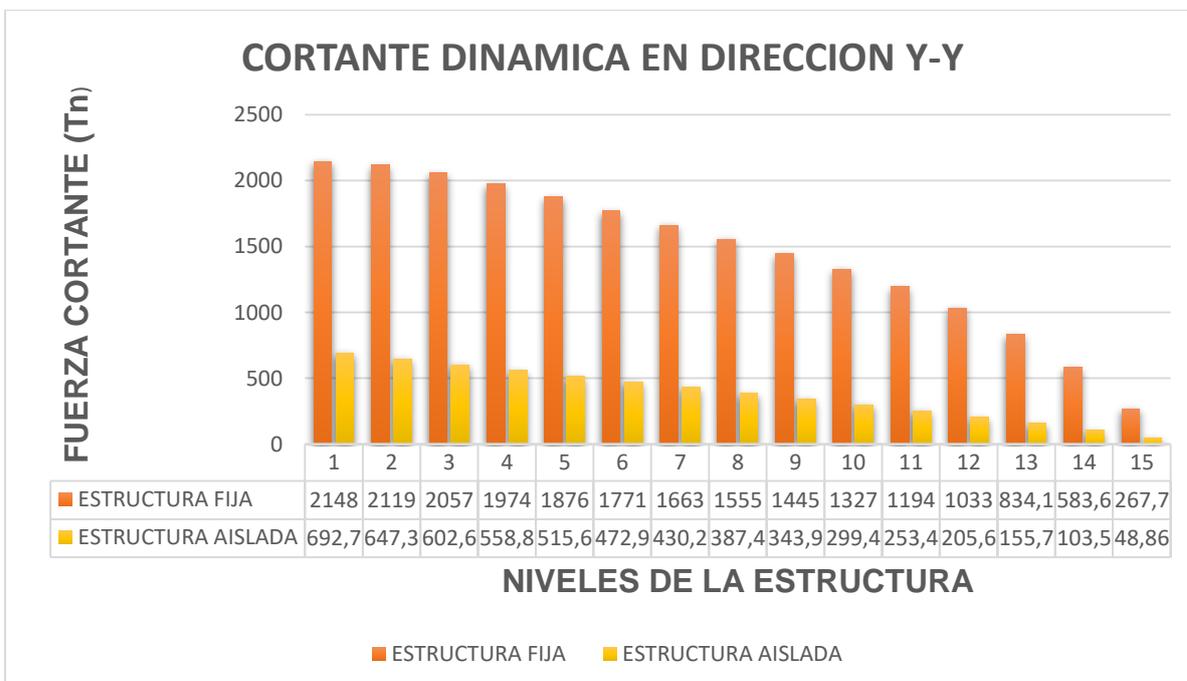
A continuación, se muestran los valores de fuerza cortante basal que actúan en cada piso de los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada en dirección y-y; producidas por la acción sísmica.



Figura 76. Comparación de las fuerzas cortantes en la base en dirección y-y, entre las dos estructuras analizadas.

Fuente: Elaboración propio

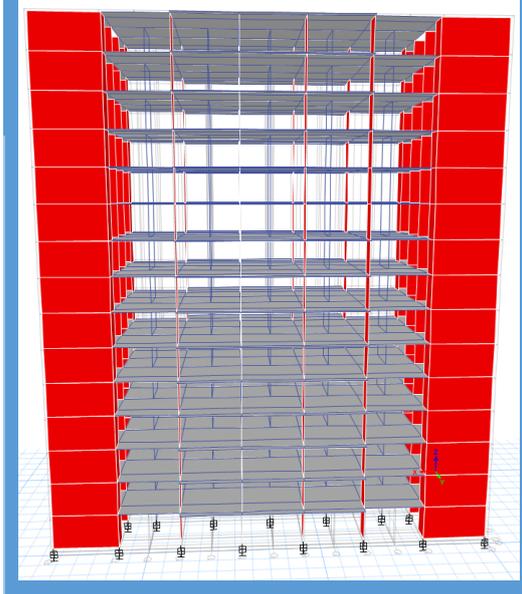
Tabla 53. Repartición de la fuerza cortante basal en cada nivel de las dos estructuras en dirección y-y.



Fuente: Elaboración propio

A, continuación se muestra la fuerza cortante basal máxima de los dos sistemas estructurales en la dirección Y-Y.

Tabla 54. Cortante Basal Dinámica máxima en dirección Y-Y.



CORTANTE BASAL MAXIMA EN Y-Y		
SISTEMA EMPOTRADO	SISTEMA AISLADO	REDUCCION (%)
VY (ton)	VY (ton)	
2147.58 Tn	692.7 Tn	76 %

Fuente: Elaboración propio

Se observa que las fuerzas que actúan en la edificación de base empotrada tienen un valor mucho mayor comparadas con las fuerzas que actúan en la estructura aislada como se muestra anteriormente en los gráficos de resultados, vemos que al incorporarlo aisladores elastomericos con núcleo de plomo al edificio, este reduce las fuerzas dinámicas en dirección de y-y hasta un 76% con respecto a la edificación con base empotrada, ayudando así a que la estructura de base aislada tenga un comportamiento estructural más resistente en comparación con la estructura de base fija, este se debe a que los aisladores disipan la mayor parte de la aceleración que el suelo transmite a la estructura.

3.3.2. Desplazamientos

A continuación, se muestran los resultados de los desplazamientos obtenidos de los dos sistemas estructurales, en las dos direcciones de análisis.

✚ Desplazamientos en dirección X-X

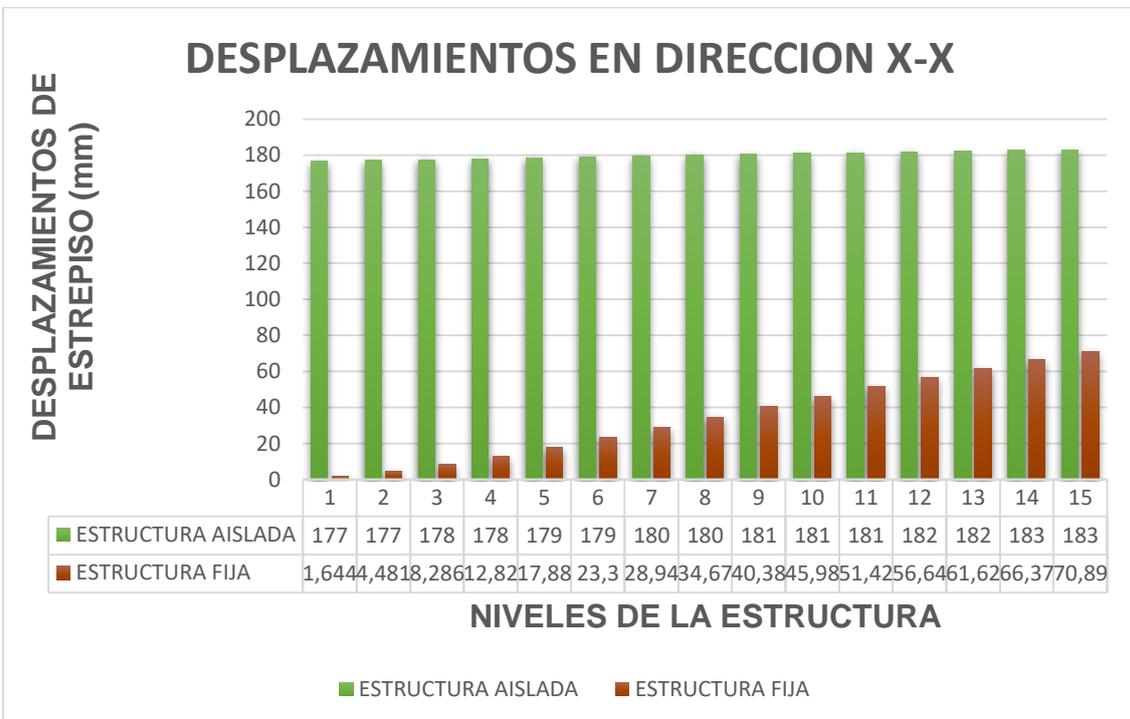
A continuación, se muestran los valores de los desplazamientos por pisos de los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada en dirección x-x; producidas por la acción sísmica.



Figura 77. Comparación de los desplazamientos por pisos en dirección x-x, de las dos estructuras analizadas.

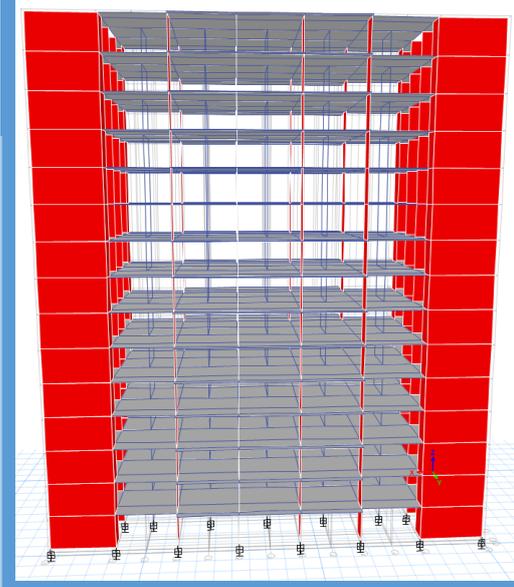
Fuente: Elaboración propio

Tabla 55. Desplazamientos por pisos de las dos estructuras en dirección x-x.



Fuente: Elaboración propio

Tabla 56. Desplazamientos máximos en dirección X-X.



DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS		
SISTEMA EMPOTRADO (mm)	SISTEMA AISLADO (mm)	AUMENTO (%)
70.9 mm	183 mm	72 %

Fuente: Elaboración propio

Como se muestra en la tabla 56, el desplazamiento del sistema aislado aumento en 72% en la dirección X-X, con respecto al sistema de base empotrada, esto se debe al movimiento que generan los aisladores sísmicos ante una acción del sismo.

✚ Desplazamientos en dirección Y-Y

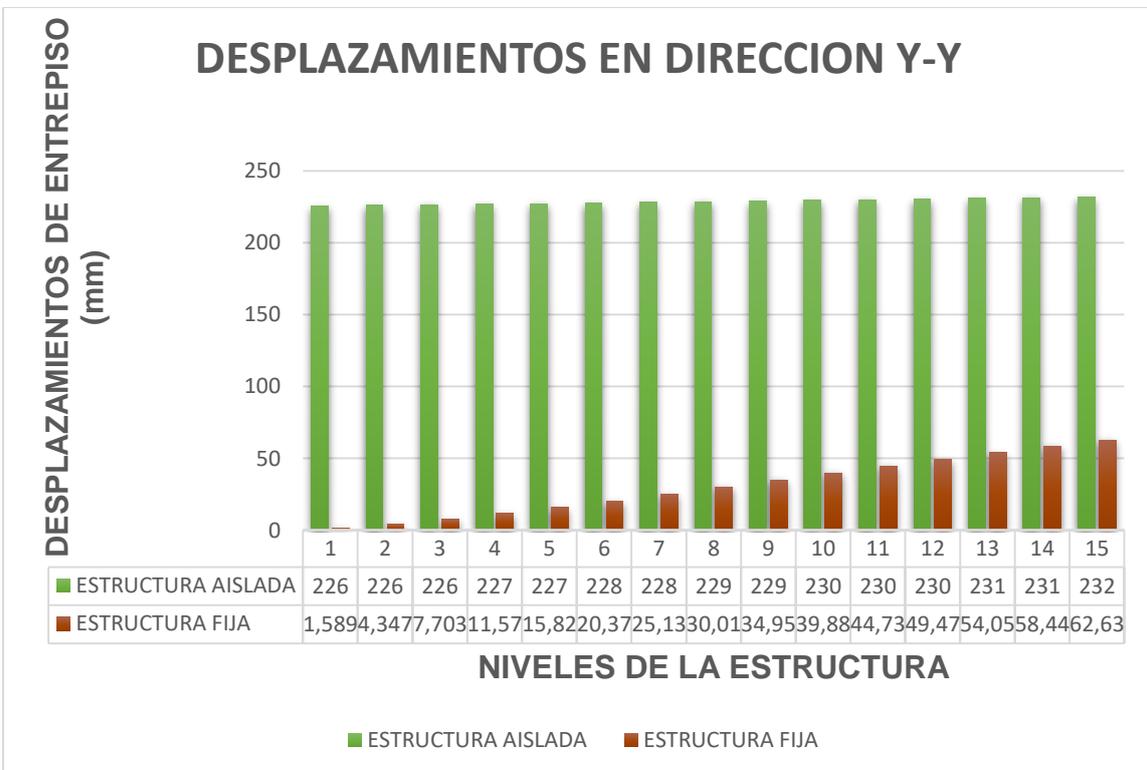
A continuación, se muestran los valores de los desplazamientos por pisos de los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada en dirección y-y; producidas por la acción sísmica.



Figura 78. Comparación de los desplazamientos por pisos en dirección y-y, de las dos estructuras analizadas.

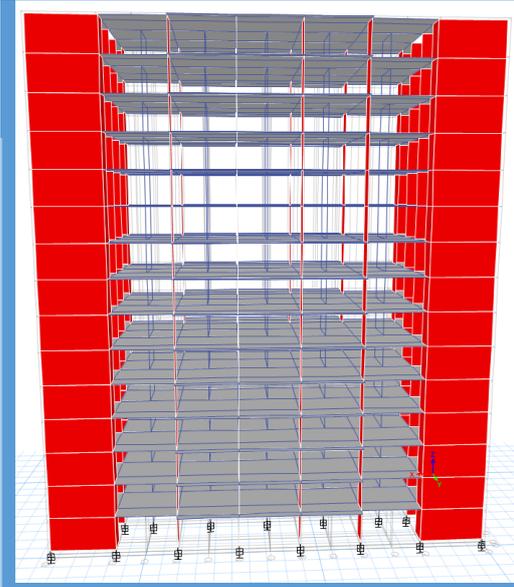
Fuente: Elaboración propio

Tabla 57. Desplazamientos por pisos de las dos estructuras en Y-Y.



Fuente: Elaboración propio

Tabla 58. *Desplazamientos máximos en dirección Y-Y.*



DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS		
SISTEMA EMPOTRADO (mm)	SISTEMA AISLADO (mm)	AUMENTO (%)
62.63 mm	232 mm	79 %

Fuente: Elaboración propio

Como se muestra en la tabla 58, el desplazamiento del sistema aislado aumento en 79% en la dirección Y-Y, con respecto al sistema de base empotrada, esto se debe al movimiento que generan los aisladores sísmicos ante una acción del sismo.

3.3.3. Distorsiones

Después de realizar el análisis observamos que las dos estructuras cumplen con las derivas límites en las dos direcciones establecidas por las normas de estudio, el sistema de base empotrada cumple con la deriva límite de 0.007 establecida por la norma E-030 del RNE; por otro lado, la estructura con base aislada cumple la deriva límite de 0.003 establecida por la norma norteamericana ASCE 7-10.

A continuación, se muestra las distorsiones en las dos direcciones X-X y Y-Y.

Distorsiones en dirección X-X

A continuación, se muestran los valores de las distorsiones de entrepisos en los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada en dirección x-x; producidas por la acción sísmica.

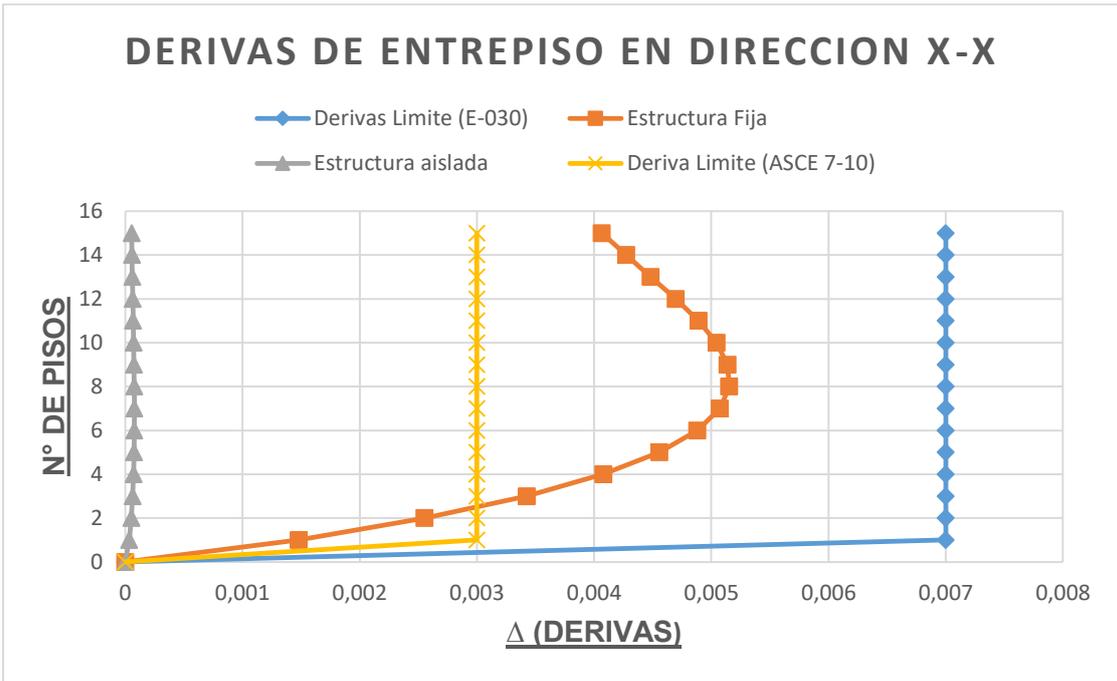
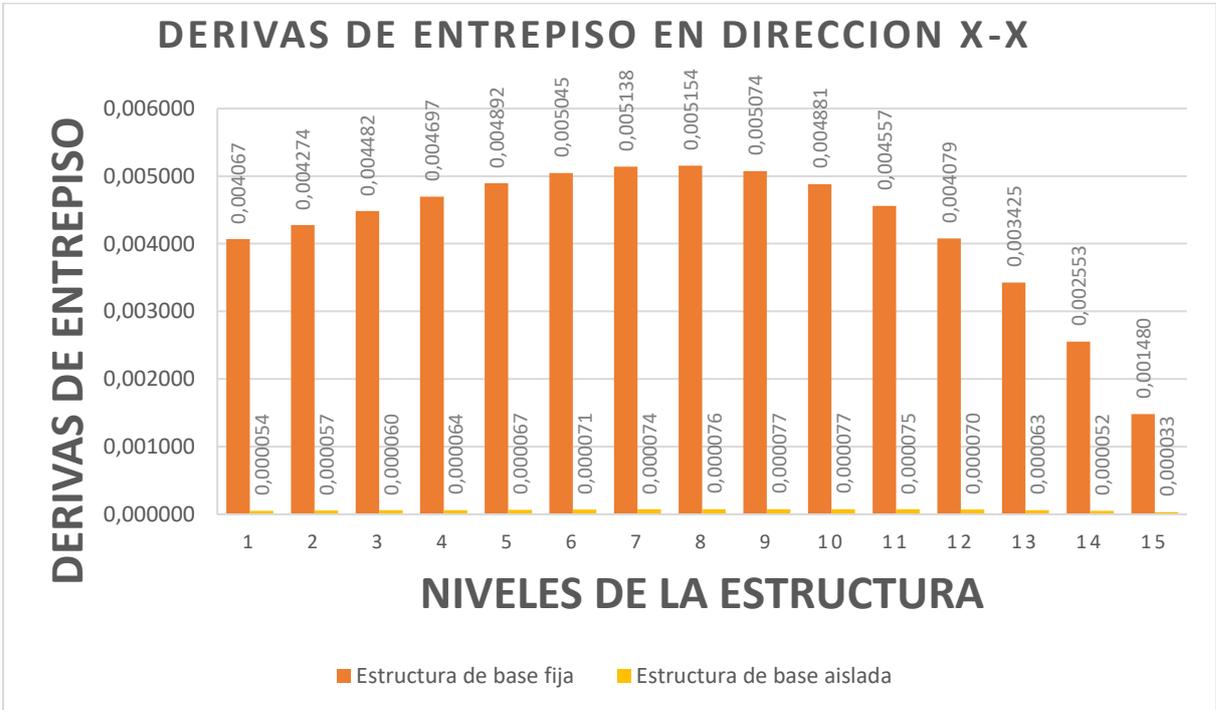


Figura 79. Comparación de las distorsiones de entrepiso en dirección x-x, de las dos estructuras analizadas.

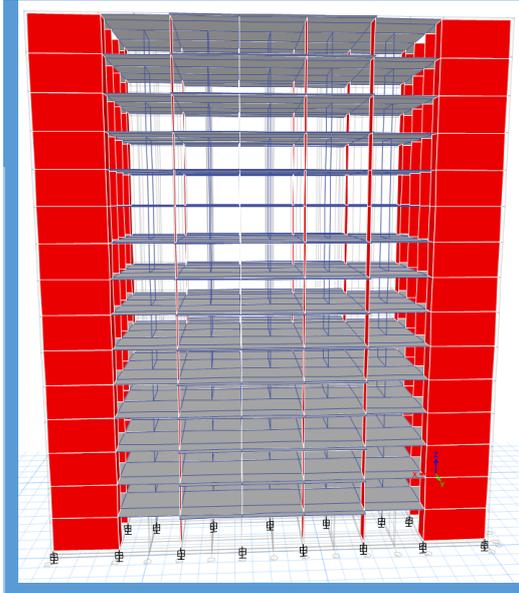
Fuente: Elaboración propio

Tabla 59. Derivas de entrepiso de las dos estructuras en dirección X-X.



Fuente: Elaboración propio

Tabla 60. *Distorsiones máximas en dirección X-X.*



DISTORSIONES MAXIMAS EN DIRECCION X-X		
SISTEMA EMPOTRADO	SISTEMA AISLADO	REDUCCION (%)
0.005154	0.000077	99 %

Fuente: Elaboración propio

En la tabla 60 se muestra las distorsiones máximas en los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada cumplen con las derivas límites establecidos, Finalmente vemos que el sistema aislado reduce hasta un 99% sus derivas de entrepiso en dirección X-X, con respecto del sistema de muros estructurales. Esto se debe a que los aisladores sísmicos separan la superestructura de subestructura, haciendo que las aceleraciones de suelo no tengan influencia destructiva en la estructura, ya que estas absorben gran porcentaje de la energía sísmica disipada por lo sismos.

✚ Distorsiones en dirección Y-Y

A continuación, se muestran los valores de las distorsiones de entrepisos en los dos sistemas analizados, el sistema de base fija y el sistema de base aislada en dirección y-y; producidas por la acción sísmica.

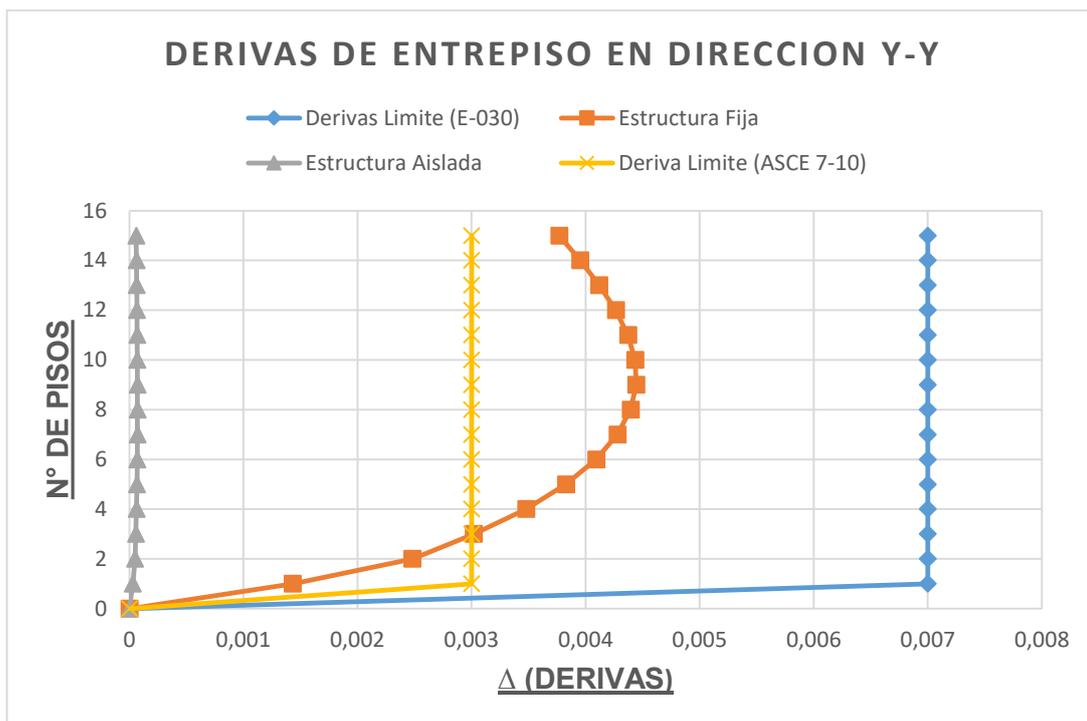
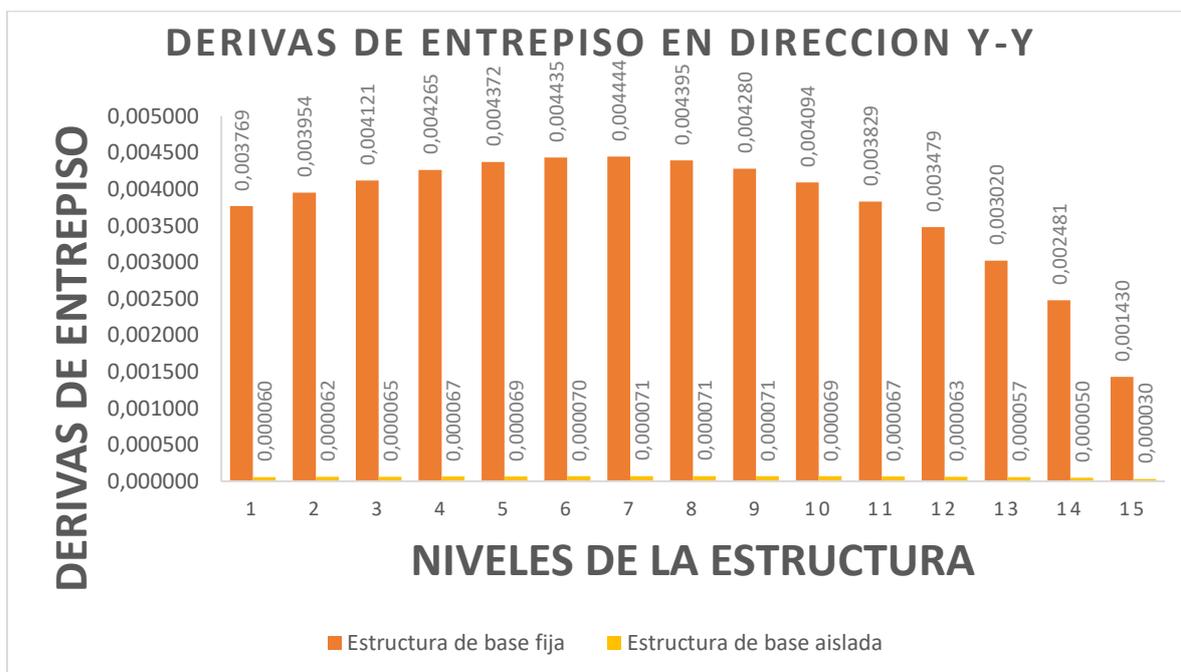


Figura 80. Comparación de las distorsiones de entrepiso en dirección y-y, de las dos estructuras analizadas.

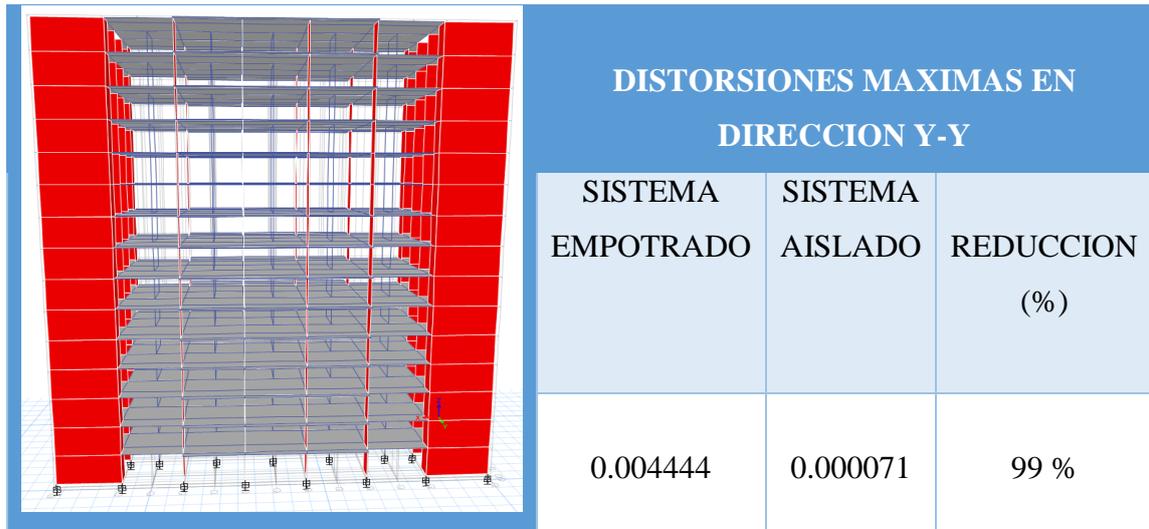
Fuente: Elaboración propio

Tabla 61. Derivas de entrepisos de las dos estructuras en dirección Y-Y.



Fuente: Elaboración propio

Tabla 62. Distorsiones máximas en dirección Y-Y.



Fuente: Elaboración propio

Finalmente vemos que el sistema aislado reduce hasta un 99% sus derivas de entrepiso en dirección Y-Y, con respecto del sistema de muros estructurales.

3.3.4. Fuerzas internas máximas

3.3.4.1. Fuerzas internas en columnas

✚ Fuerza axial

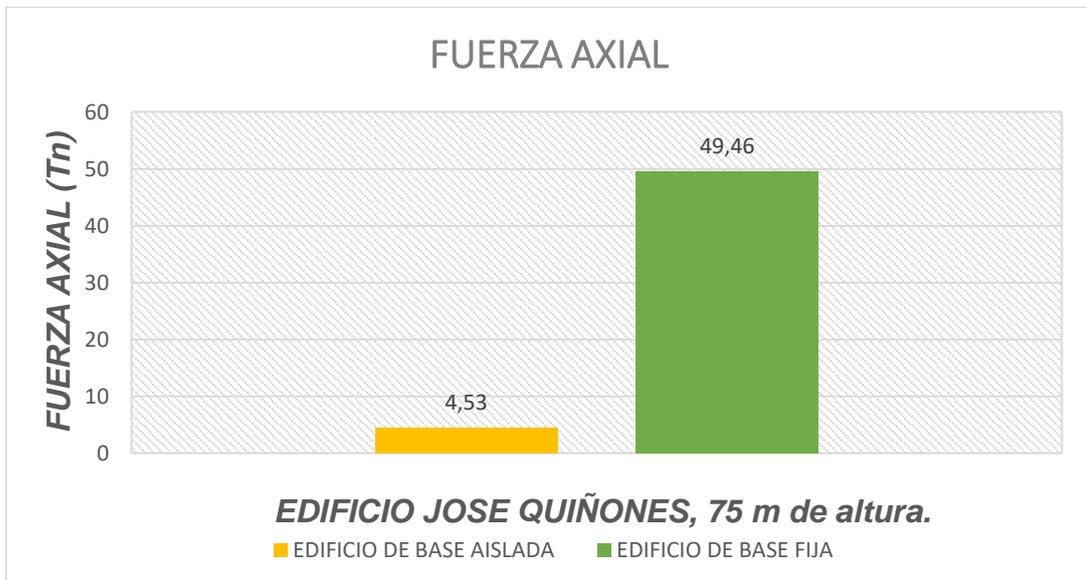
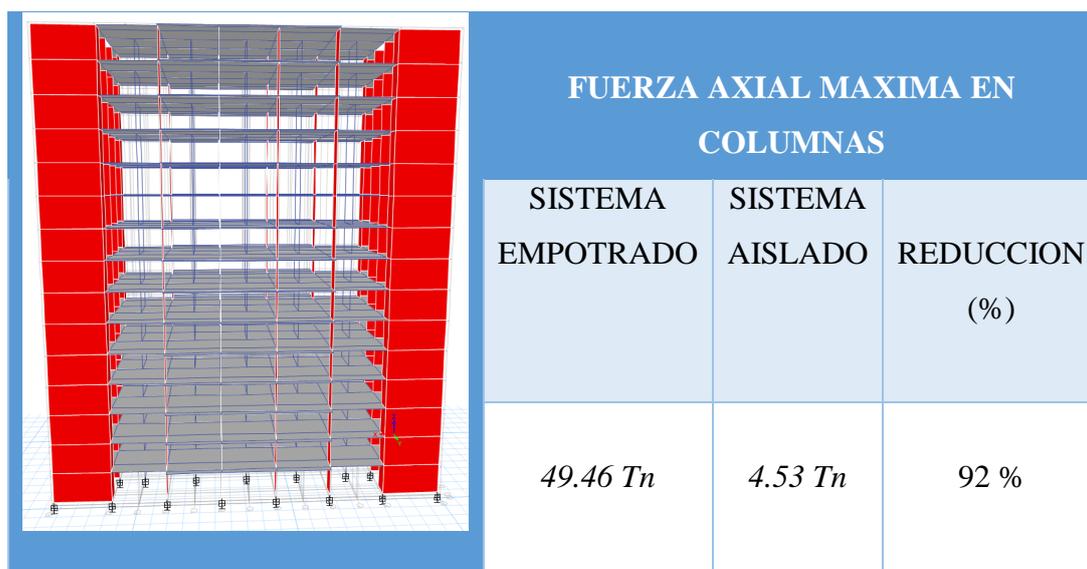


Figura 81. Comparación de la fuerza axial máxima en columnas de las dos estructuras analizadas.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 63. Fuerza axial máxima en columnas.



Fuente: Elaboración propio

En la tabla 63 se muestra los resultados de la fuerza axial del sistema de base fija vs el sistema aislado, vemos la reducción de fuerza axial hasta un 92 % del sistema aislado con respecto al sistema de base fija, esto ocurre debido al aumento de periodo fundamenta de la estructura aislada y a la disipación de energía sísmica por parte de los aisladores sísmicos instalados en la estructura.

 Fuerza cortante

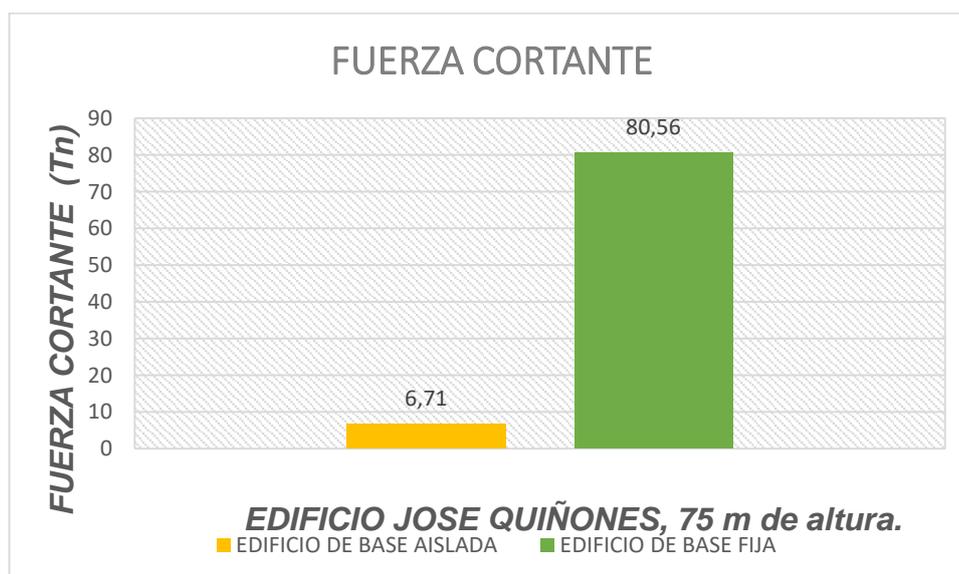
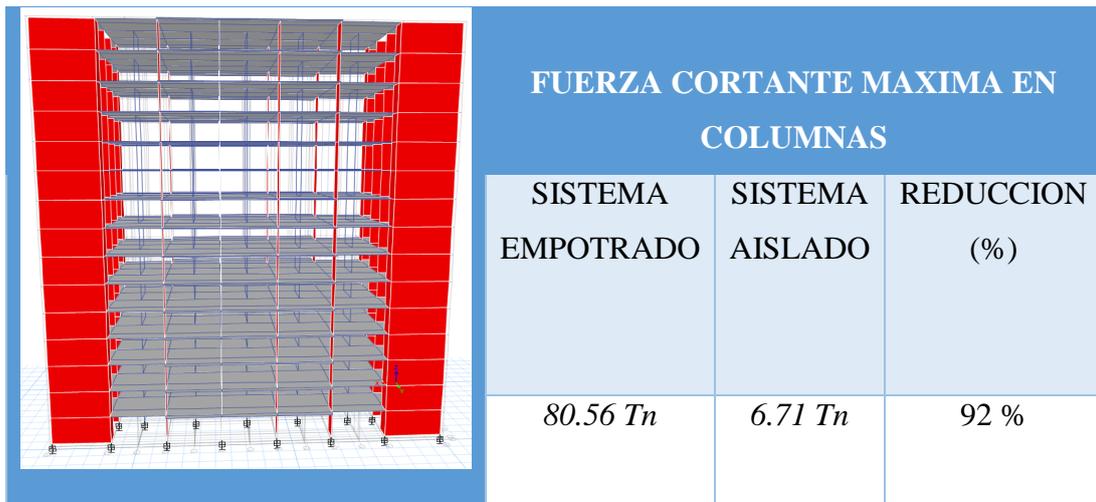


Figura 82. Comparación de la fuerza cortante máxima en columnas de las dos estructuras analizadas

Fuente: Elaboración propio

Tabla 64. Fuerza cortante máxima en columnas.



Fuente: Elaboración propio

En la tabla 64, se muestra los resultados de la fuerza cortante del sistema de base fija vs el sistema aislado, vemos la reducción de fuerza cortante hasta un 92 % del sistema aislado con respecto al sistema de base fija, esto ocurre debido al aumento de periodo fundamenta de la estructura aislada y a la disipación de energía sísmica por parte de los aisladores instalados.

Momento flector

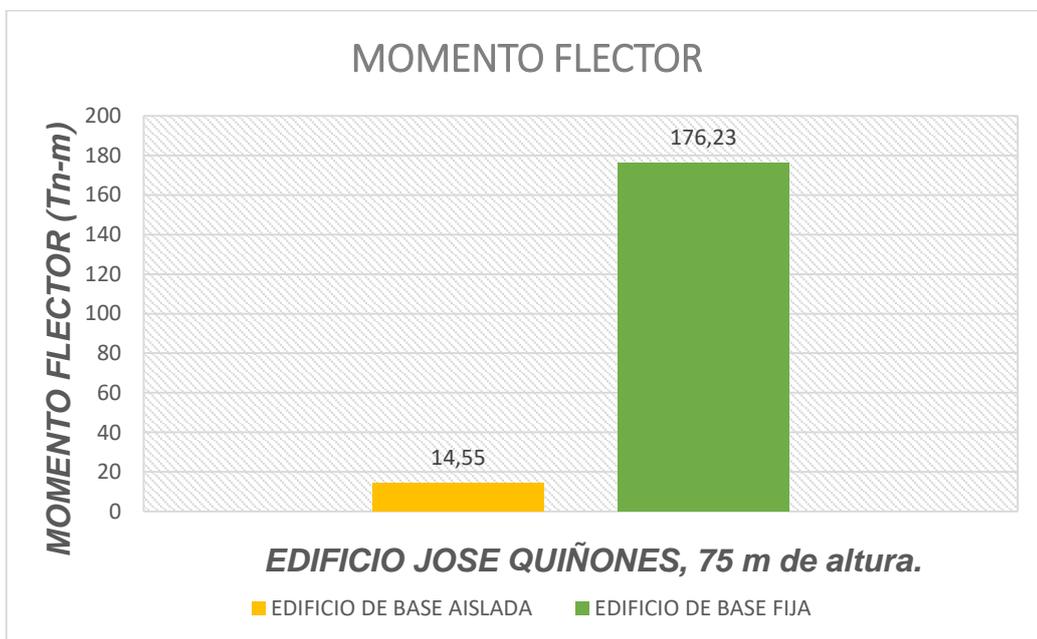
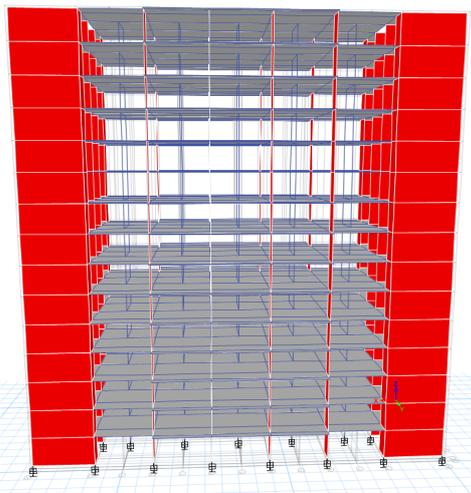


Figura 83. Comparación de los momentos flectores máximos en columnas de las dos estructuras analizadas.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 65. Momento flector máximo en columnas.



MOMENTOS FLECTORES MAXIMOS EN COLUMNAS		
SISTEMA EMPOTRADO	SISTEMA AISLADO	REDUCCION (%)
176.23 Tn-m	14.55 Tn-m	92 %

Fuente: Elaboración propio

En la tabla 65, se muestra los resultados de los momentos flectores del sistema de base fija vs el sistema aislado, vemos la reducción del momento flector hasta un 92 % del sistema aislado con respecto al sistema de base fija, esto ocurre debido al aumento de periodo fundamenta de la estructura aislada y a la disipación de energía sísmica por parte de los aisladores instalados.

3.3.4.2. Fuerzas internas en vigas

 Fuerza cortante

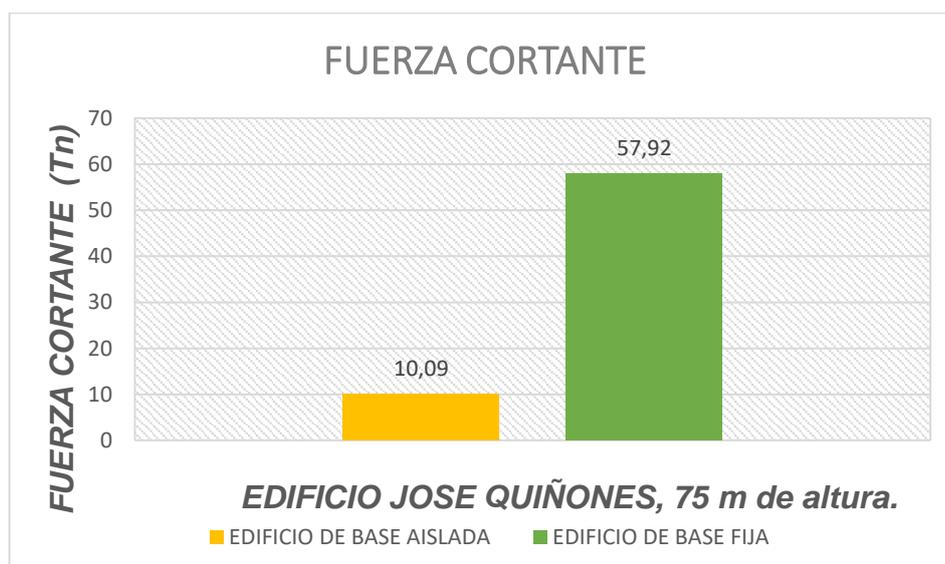
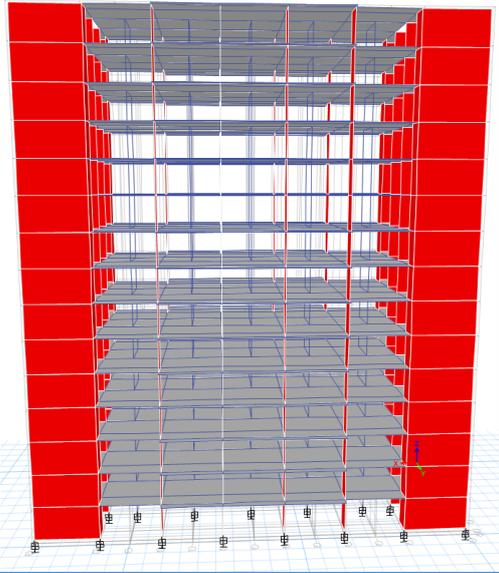


Figura 84. Comparación de la fuerza cortante máxima en vigas de las dos estructuras analizadas.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 66. Fuerza cortante máxima en vigas.



FUERZA CORTANTE MAXIMA EN VIGAS		
SISTEMA EMPOTRADO	SISTEMA AISLADO	REDUCCION (%)
57.92 Tn	10.09 Tn	85 %

Fuente: Elaboración propio

En la tabla 66, se muestra los resultados de la fuerza cortante del sistema de base fija vs el sistema aislado, vemos la reducción de fuerza cortante hasta un 85 % del sistema aislado con respecto al sistema de base fija, esto ocurre debido al aumento de periodo fundamenta de la estructura aislada y a la disipación de energía sísmica por parte de los aisladores instalados.

 Momento flector

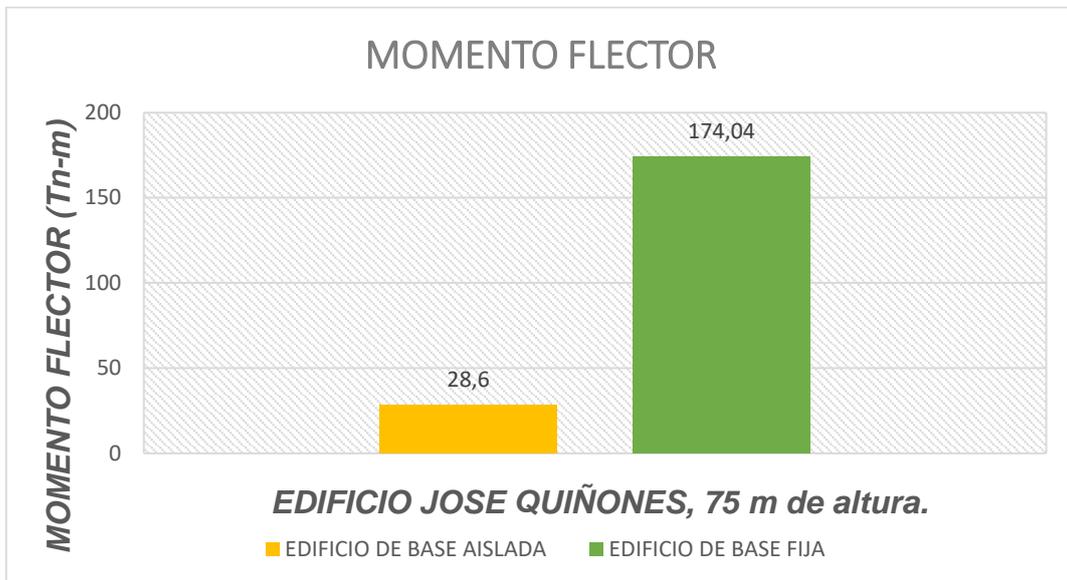
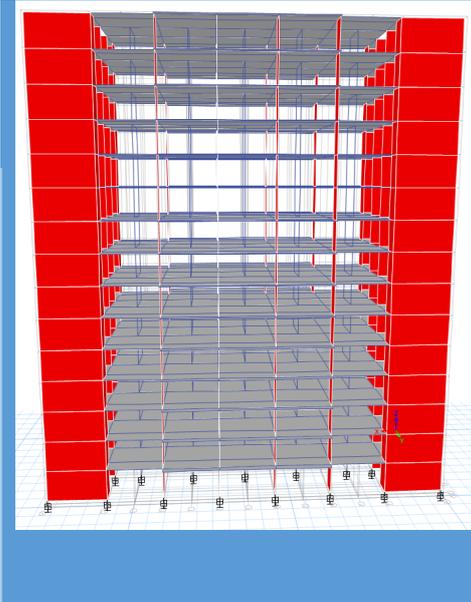


Figura 85. Comparación del momento máxima en vigas de las dos estructuras analizadas.

Fuente: Elaboración propio

Tabla 67. *Momento flector máximo vigas.*



MOMENTOS FLECTORES MAXIMOS EN VIGAS		
SISTEMA EMPOTRADO	SISTEMA AISLADO	REDUCCION (%)
174.04 <i>Tn-m</i>	28.6 28.7 <i>Tn-m</i>	85 %

Fuente: Elaboración propio

En la tabla 67, se muestra los resultados de los momentos flectores del sistema de base fija vs el sistema aislado, vemos la reducción del momento flector hasta un 85 % del sistema aislado con respecto al sistema de base fija, esto ocurre debido al aumento de periodo fundamenta de la estructura aislada y a la disipación de energía sísmica por parte de los aisladores instalados.

3.4. Contrastación de hipótesis

3.4.1. Hipótesis general

□ Los aisladores sísmicos tipo elastomericos con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones, Lima-2018.

Para realizar la contratación de hipótesis, se tomará la hipótesis general del trabajo, ya que esta resume todas las hipótesis específicas; para lo cual se hará uso del software SPSS, aplicando el método del X^2 cuadrado.

Hipótesis nula:

$H_0 =$ No influyen $X^2 < 0.05$ Se acepta la H_0

Hipótesis alternativa

$H_1 =$ Si influyen $X^2 > 0.05$ Se acepta la H_1

$\alpha = 0.05$

Tabla 68. Resumen de procesamiento de datos.

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<i>Propiedades estructurales *</i>	44	100,0%	0	0,0%	44	100,0%
<i>Comportamiento estructural</i>						

Fuente: Elaboración propio

Tabla 69. Tabla cruzada *Propiedades estructurales*Comportamiento estructural*.

Tabla cruzada *Propiedades estructurales*Comportamiento estructural*

<i>Propiedades estructurales</i>	Comportamiento estructural				
	Eficiente	Ineficiente	Aumento	Disminuyo	Total
<i>Distorsión en y-y</i>	2	2	0	0	4
<i>Distorsión en x-x</i>	2	2	0	0	4
<i>Desplazamiento en x-x</i>	0	0	2	2	4
<i>Desplazamiento en y-y</i>	2	2	0	0	4
<i>Momento flector en v-l</i>	2	2	0	0	4
<i>Fuerza axial en la C-l</i>	2	2	0	0	4
<i>Fuerza cortante en c-l</i>	2	2	0	0	4
<i>Fuerza cortante en v-l</i>	2	2	0	0	4
<i>Momento flector en c-l</i>	2	2	0	0	4
<i>Cortante basal en x-x</i>	2	2	0	0	4
<i>Cortante basal Y-Y</i>	2	2	0	0	4
<i>Total</i>	20	20	2	2	44

Fuente: Elaboración propio

Tabla 70. Pruebas de chi-cuadrado.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
<i>Chi-cuadrado de Pearson</i>	44,000a	30	,048
<i>Razón de verosimilitud</i>	26,808	30	,633
<i>Asociación lineal por lineal</i>	,849	1	,357
<i>N de casos válidos</i>	44		

a. 44 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,18.

Fuente: Elaboración propio

$$X^2 = 0.18$$

$X^2 > 0.05$ Se acepta la H1, Se acepta la hipótesis alternativa.

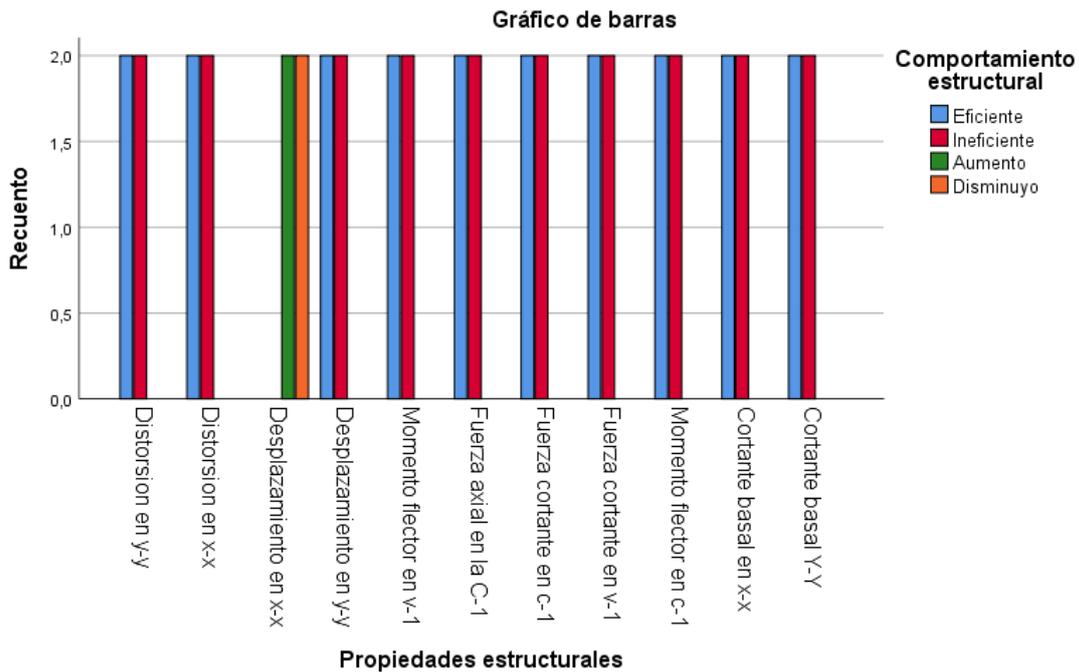


Figura 86. Gráfico de barras de la contratación de hipótesis.

Fuente: Elaboración propio

Luego de realizar el análisis de la contratación de hipótesis general de la investigación, mediante el programa SPSS, concluimos que la hipótesis que aceptamos es la hipótesis alternativa (H1); esto quiere decir que los aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo sí influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones, Lima-2018.

Como se muestra anteriormente en los resultados, al incorporar los aisladores sísmicos al edificio esto hace que se reduzcan las fuerzas de la cortante basal, las distorsiones y nos reduce las fuerzas en los elementos estructurales, lo cual lo hace resistente al edificio ante cualquier ocurrencia sísmica.

IV. DISCUSSION

Como se hizo referencia en el capítulo I, que pertenece a la introducción, actualmente se observa que las construcciones seguras contra eventos sísmicos se han enfrentado a un significado más notable, ya que su objetivo principal es, de manera confiable, evitar la pérdida de vidas humanas y disminuir el daño a la estructura. Como se expresa en la norma E-030 de diseño sísmico. Sin embargo, una gran cantidad de las estructuras básicas, importante y esenciales, como hospitales, colegios y edificaciones de gran altura que tienen que servir como lugar de refugio de las personas, después de una acción sísmica, no están preparadas para resistir un movimiento sísmico de tamaño extraordinario. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología nos permite hoy en día recibir una nueva metodología para mejorar la conducción de la estructura; como la implementación del uso de aisladores sísmicos en las edificaciones, este sistema se ha desarrollado de manera efectiva, ya que tiene como propósito disipar energía iniciada por un temblor y disminuir los impactos del poder sísmico en la estructura.

Esta investigación tuvo como objetivo principal determinar de qué manera los aisladores sísmicos tipo elastoméricos con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones, Lima-2018; es por ello que en el proceso de esta investigación se fue demostrando que las estructuras con aisladores sísmicos se comportan de una manera eficaz ante cualquier movimiento sísmico que pueda ocurrir, disipando energía liberada por los sismos.

Según, Pérez Zamora y Vásquez Ortega (2016). En la tesis titulada Diseño de aisladores sísmicos de base para edificios de oficinas de 10 niveles con sistemas estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado, el objetivo fue que usando aisladores elastoméricos se muestra gran disminución de fuerzas cortantes en la base, distorsiones y fuerzas internas en los elementos estructurales del edificio, coincidiendo con la investigación, que al usar el sistema de protección sísmica se obtiene un mejor comportamiento sísmico de las estructuras, lo cual ayuda a que los parámetros sísmicos del edificio disminuyan considerablemente; causando reducción de daños en las partes estructurales del edificio y en los contenidos de las construcciones.

Según, Proaño Sarango (2014). En la tesis titulada Análisis y diseño sísmico de un edificio con aisladores sísmicos, modelamiento en el ETABS. El objetivo de esta investigación fue que, usando aisladores sísmicos, el edificio disminuyó la fuerza de corte basal hasta un 60%, coincidiendo en resultados similares con esta investigación ya que, al usar los dispositivos

de protección sísmica, tales como los aisladores sísmicos ayudan que la estructura tenga una disminución en la cortante basal de un 75%, lo cual hace que el edificio tenga un buen funcionamiento sísmico estructural, logrando así que las estructuras y sus ocupantes no lleguen a sufrir daños producto de los sismos.

Según, Muñoz Guerra (2013). En la tesis Titulada Análisis y Diseño de una Estructura Hospitalaria con Aisladores Sísmicos en la Ciudad de Arequipa, establecido como objetivo dar a conocer los beneficios que brinda el uso de aisladores sísmicos en la base de una estructura, reduciendo las derivas de entrepiso en más de la mitad; coincidiendo en resultados similares con esta investigación ya que, en mi modelo analizado las derivas de entrepiso se reducen hasta un 90%, lo cual beneficia que durante un evento sísmico las estructuras construidas con estos sistemas de protección sísmica que no sufran daños notables.

Según, (Korswagen Eguren, y otros, 2012). En la tesis Titulada “Análisis y Diseño de Estructuras con Aisladores Sísmicos en el Perú” establecido como objetivo en usar aisladores elastoméricos con núcleo de plomo, ya que estos tienen una elevada rigidez a cargas laterales de Sismo lo cual ayuda a que la estructura tenga una disminución notable en cuanto a fuerzas internas en los elementos estructurales, coincidimos que es recomendable usar este tipo de aisladores ya que disminuyen las fuerzas internas en los elementos estructurales de la estructura hasta un 85%, lo cual beneficia a las estructuras, ayudándolo a tener un comportamiento estructural eficiente ante cualquier evento sísmico.

V. CONCLUSIONES

A manera de colofón se expresa lo siguiente:

- ✚ Según los resultados obtenidos con el análisis normativo sismo-resistente de un sistema de muros estructurales y el modelo con aisladores elastoméricos de núcleo de plomo de un sistema de muros estructurales, se puede concluir que los aisladores elastoméricos con núcleo de plomo influyen de una manera positiva en los parámetros sísmicos de la estructura, haciendo que esta tenga un comportamiento estructura sismorresistente ante cualquier evento sísmico y no sufra daños estructurales.
- ✚ Luego de realizar el análisis dinámico modal espectral en el sistema con aisladores sísmicos se encontró una fuerza cortante basal máxima en $V_x = 690.2 \text{ Tn}$ y en $V_y = 692.7 \text{ Tn}$; por consiguiente para el sistema de base empotrada se encontró la fuerza cortante basal máxima en $V_x = 1953.24 \text{ Tn}$ y en $V_y = 2147.58 \text{ Tn}$; por lo tanto se determinó que la fuerza cortante basal máxima en el sistema aislado, disminuye en promedio un 75% en ambas direcciones “X-X” y “Y-Y”, con respecto del sistema de base fija, como se muestra en la Tabla N°52 y la Tabla N°54, que se encuentran en el capítulo de resultados en las páginas 115 y 117. Finalmente se determinó que la inclusión de los aisladores sísmicos en la estructura influye de una manera positiva en fuerza cortante basal, mejorando el comportamiento estructural de la estructura y haciendo más resistente a los sismos.
- ✚ Luego de realizar el análisis dinámico modal espectral en el sistema con aisladores sísmicos se encontró que la distorsión máxima de entrepiso $D_x = 0.000077$ y $D_y = 0.000071$; por consiguiente para el sistema de base empotrada se encontró la distorsión máxima de entrepiso $D_x = 0.005154$ y $D_y = 0.004444$; por lo tanto se determinó que la distorsión máxima en el sistema aislado, disminuye en promedio un 99% en ambas direcciones “X-X” y “Y-Y”, con respecto del sistema de base fija, como se muestra en la Tabla N°60 y la Tabla N°62, que se encuentran en el capítulo de resultados en las páginas 123 y 125. En conclusión, se determinó que la inclusión de los aisladores sísmicos en la estructura influye de una manera positiva en las derivas de entrepisos, mejorando el comportamiento estructural de la estructura y haciendo más resistente a los sismos.
- ✚ Luego de realizar el análisis en el sistema con aisladores sísmicos, se determinó que la fuerza axial máxima en columnas en el sistema aislado, disminuye en promedio un 90%, con respecto del sistema de base fija, como se muestra en la Tabla N°63, que se encuentran en el capítulo de resultados en la página 126.
Luego de realizar el análisis en el sistema con aisladores sísmicos, se determinó que la fuerza cortante máxima en columnas en el sistema aislado, disminuye en promedio un

92%, con respecto del sistema de base fija, como se muestra en la Tabla N°64, que se encuentran en el capítulo de resultados en la página 127.

Luego de realizar el análisis en el sistema con aisladores sísmicos, e se determinó que la fuerza cortante máxima en vigas en el sistema aislado, disminuye en promedio un 85%, con respecto del sistema de base fija, como se muestra en la Tabla N°66, que se encuentran en el capítulo de resultados en la página 129.

Luego de realizar el análisis en el sistema con aisladores sísmicos, se determinó que el momento flector máximo en columnas en el sistema aislado, disminuye en promedio un 92%, con respecto del sistema de base fija, como se muestra en la Tabla N°65, que se encuentran en el capítulo de resultados en la página 128.

Luego de realizar el análisis en el sistema con aisladores sísmicos, se determinó que el momento flector máximo en vigas en el sistema aislado, disminuye en promedio un 85%, con respecto del sistema de base fija, como se muestra en la Tabla N°67, que se encuentran en el capítulo de resultados en la página 130. En conclusión, se determinó que la inclusión de los aisladores sísmicos en la estructura influye de una manera positiva en los esfuerzos de los elementos estructurales, mejorando el comportamiento estructural de la estructura y haciendo más resistente a los sismos.

VI. RECOMENDACIONES

A continuación, se muestran las recomendaciones:

- ✚ Se recomienda implementar sistemas de aislación sísmica en las estructuras de gran altura, ya que este sistema disminuye los parámetros sísmicos del edificio, logrando así mejorar el comportamiento estructural y evitar que la estructura tenga fallas estructurales ante cualquier fenómeno natural.

- ✚ Se recomienda que cuando se construya edificaciones con aislación sísmica estas cuenten con la separación sísmica entre edificios, como mínima el desplazamiento máximo del edificio encontrado en el diseño de los aisladores, de esta manera la fuerza cortante basal no sufre alteraciones y el edificio se comporte de una manera segura.

- ✚ Se recomienda que antes de realizar un diseño de un edificio con aislación sísmica en cualquier tipo de edificación, se ejecute un estudio de suelos para saber la condición del suelo, ya que en suelos blandos no se puede usar este sistema, porque hace que la demanda sísmica aumente, lo cual hace que el edificio tenga un comportamiento estructural inadecuado y las derivas de entrepiso aumente, esto trae como consecuencia el colapso de la estructura.

- ✚ Se recomienda que, para realizar una construcción con aislación sísmica, se trabaje con una estructura simétrica y con características uniformes en los niveles superiores, esto ayuda a que los elementos estructurales tengan un comportamiento estructural acorde al evento natural que se puede suscitar.

- ✚ En este trabajo de investigación, hemos introducido solo un paso inicial de lo que se ha dado como avance en el tema de aislación sísmica en el Perú, se recomienda como líneas futuras de investigación del tema de los aisladores, considerando, trabajar con edificaciones con sótanos, usar diferentes tipos de aisladores en un edificio, etc.

VII. REFERENCIAS

- ✚ AGUIAR, Roberto, DECHENT, Peter, SUAREZ, Vinicio. (2008) “Aisladores de base elastoméricos y FPS”, Primera Edición. Quito, Ecuador –CEINCI ESPE.
- ✚ AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE) (2005) ASCE/SEI 7-10: Minimum Design Loads for Building and Other Structures, American Society of Civil Engineers, Reston.
- ✚ ARRIAGADA, Jaime. (2005) “Aislación Sísmica de un Edificio de Oficinas de Siete Pisos. (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional). Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Chile: Universidad Austral de Chile.
- ✚ BENAVENTE, José y TRAVERSO TACURI, Iván. Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base. Tesis (Título profesional). Lima: Pontificia universidad católica del Perú, 2013.
- ✚ BONILLA SOSA, Lily. Teoría del aislamiento sísmico para edificaciones. Tesis (Título profesional). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.
- ✚ CARMONA, Pedro y ROSAS FETTA, Jesús. Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente. Tesis (Título profesional) Lima: Universidad peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.
- ✚ Chopra, Goel. 1999. Capacity-Demand-Diagram. Métodos de estimación sísmica por métodos inelásticos. Universidad de California.
- ✚ Corporación de desarrollo tecnológico – Cámara Chilena de la construcción, protección sísmica de estructuras, 2011.
- ✚ FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA) 2013. MultiHazard Loss Estimation Methodology HAZUS MH 2.1 Earthquake Model. Washington D.C. Federal Emergency Management Agency.
- ✚ HERNÁNDEZ, Roberto; FERNANDEZ, Carlos y BATISTA, María. Metodología de la investigación. 5°. Ed. México: McGraw-Hill, 2010. 4 pp. ISBN:9786071502919
- ✚ KORSWAGEN, Paul, ARIAS, Julio y HUARINGA, Pamela. Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú. Tesis (Título profesional). Lima: Pontificia universidad católica del Perú, 2012.
- ✚ MACÍAS, Paulo y SUAREZ REYES, Víctor. Diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos. Tesis (Título profesional). Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.

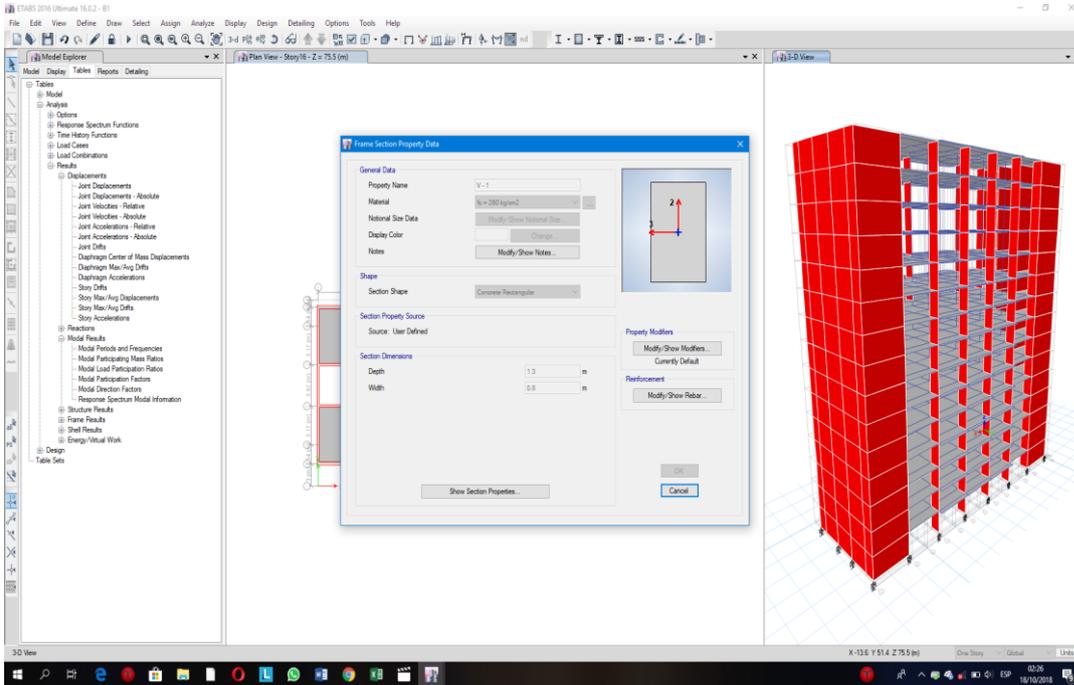
- ✚ MUÑOZ GUERRA, Joseph. Análisis y diseño de una estructura hospitalaria con aisladores sísmicos en la ciudad de Arequipa. Tesis (Título profesional). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2013.
- ✚ NÚÑEZ, Leidy. (2014) “Aislación sísmica de un edificio (análisis comparativo del comportamiento y costos con un edificio tradicional)”. Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil. Ecuador: Pontificia Universidad Central de Quito.
- ✚ PASTORA, Alejandra y RÍOS NOVOA, Marycelia. Análisis del efecto de aisladores sísmicos en la respuesta dinámica de un edificio a porticado de 4 niveles, según las condiciones de suelo de la zona noroeste de la ciudad de Managua. Tesis (Título profesional). Nicaragua: Universidad Centroamericana, 2016.
- ✚ PÉREZ, Naxalia y VÁSQUEZ ORTEGA, María. Diseño de aisladores sísmicos de base para edificios de oficinas de 10 niveles con sistemas estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado. Tesis (Título profesional). Nicaragua: Universidad Centroamericana, 2016.
- ✚ PROAÑO SARANGO, Jhonatan. Análisis y diseño sísmico de un edificio con aisladores sísmicos, modelamiento en el ETABS. Tesis (Título profesional). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2014.
- ✚ Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). 2016.
- ✚ REIDAR MARRS, Nicholas. Seismic Performance Comparison of a fixed – Base versus a Base – Isolated office building. Thesis (Master of Science in Architecture with as Specialization in Architectural Engineering). California, United States: The Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2013.
- ✚ REYNA FLORES, Alisson. Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura. Tesis (Título profesional). Lima: Universidad Privada Cesar Vallejo, 2017.
- ✚ VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 1°. Ed. Lima: Universidad Nacional de San Marcos, 2007. 1-195 pp.

ISBN:9789972380419

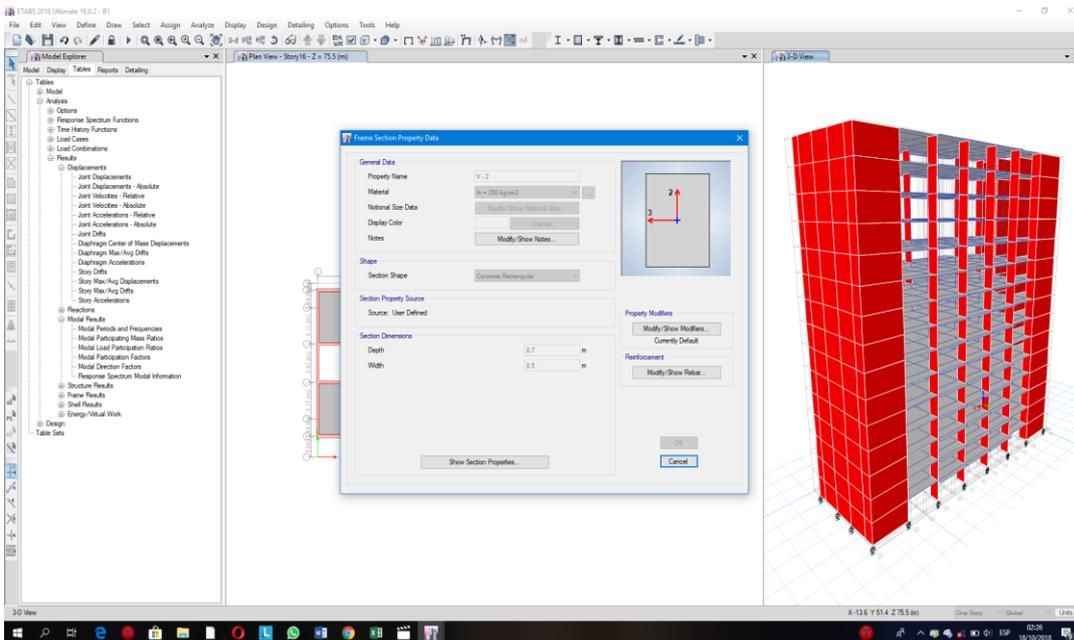
ANEXOS

ANEXO N°01: Dimensiones de las secciones de los elementos estructurales del edificio.

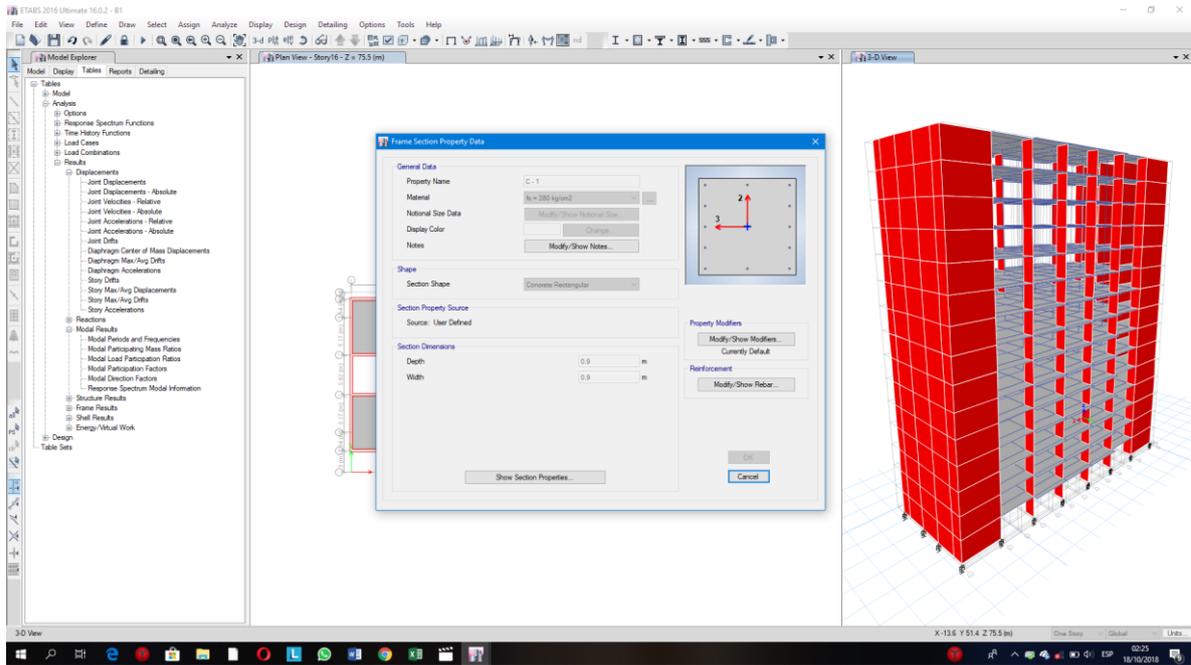
❖ Dimensión de la viga (v- 1) - 15 niveles



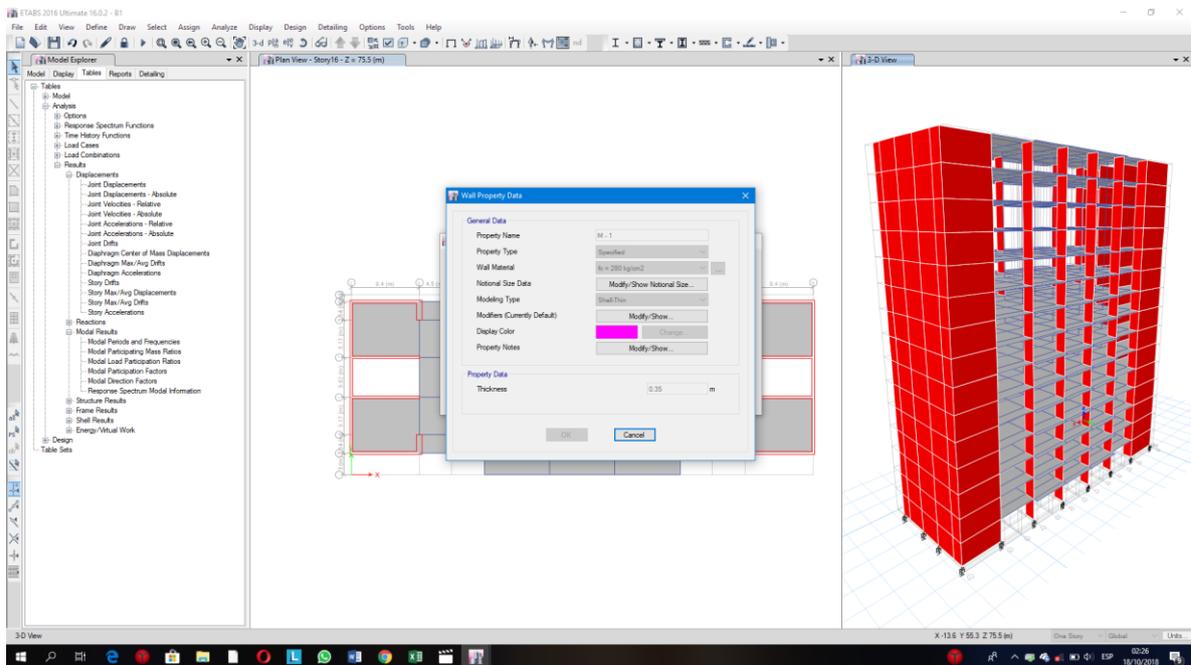
❖ Dimensión de la viga (v- 2) - 15 niveles



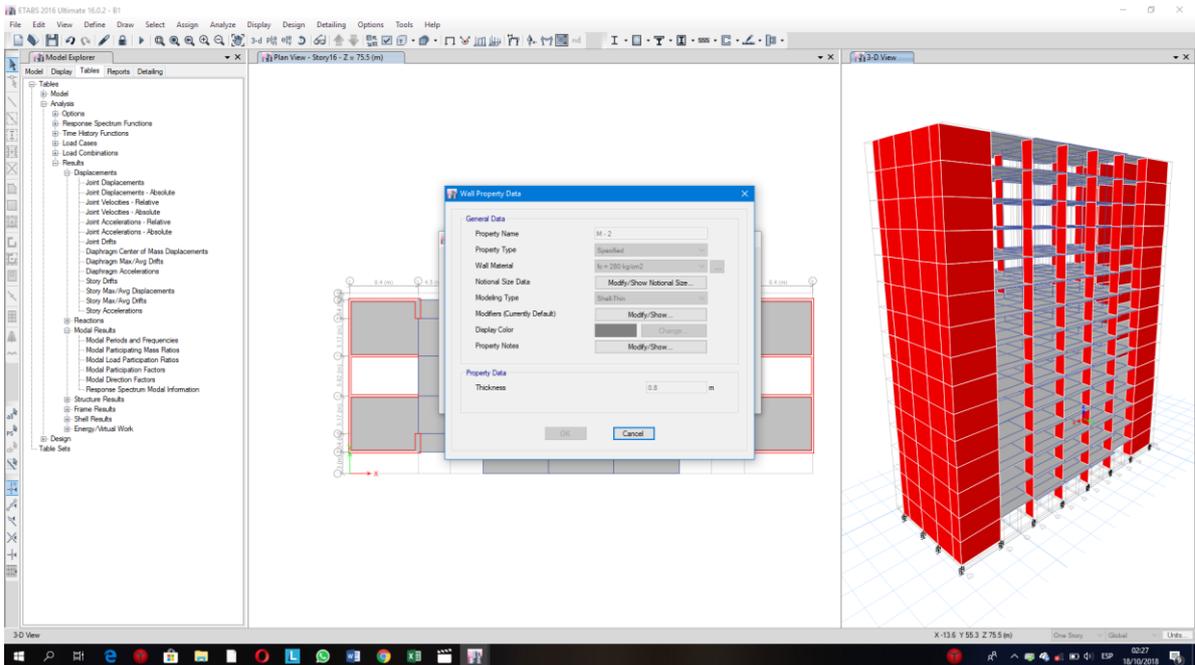
❖ Dimensión de la columna -15 niveles



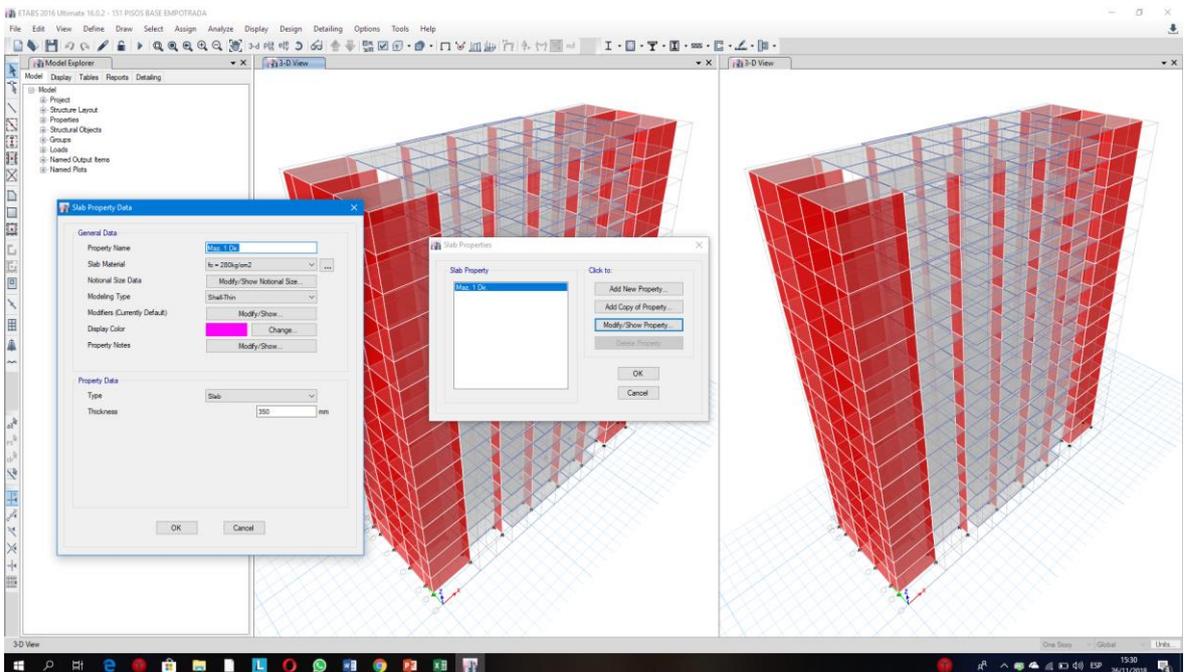
❖ Dimensionamiento del muro estructural (e = 0.35 m)



❖ Dimensionamiento del muro estructural (e = 0.80 m)



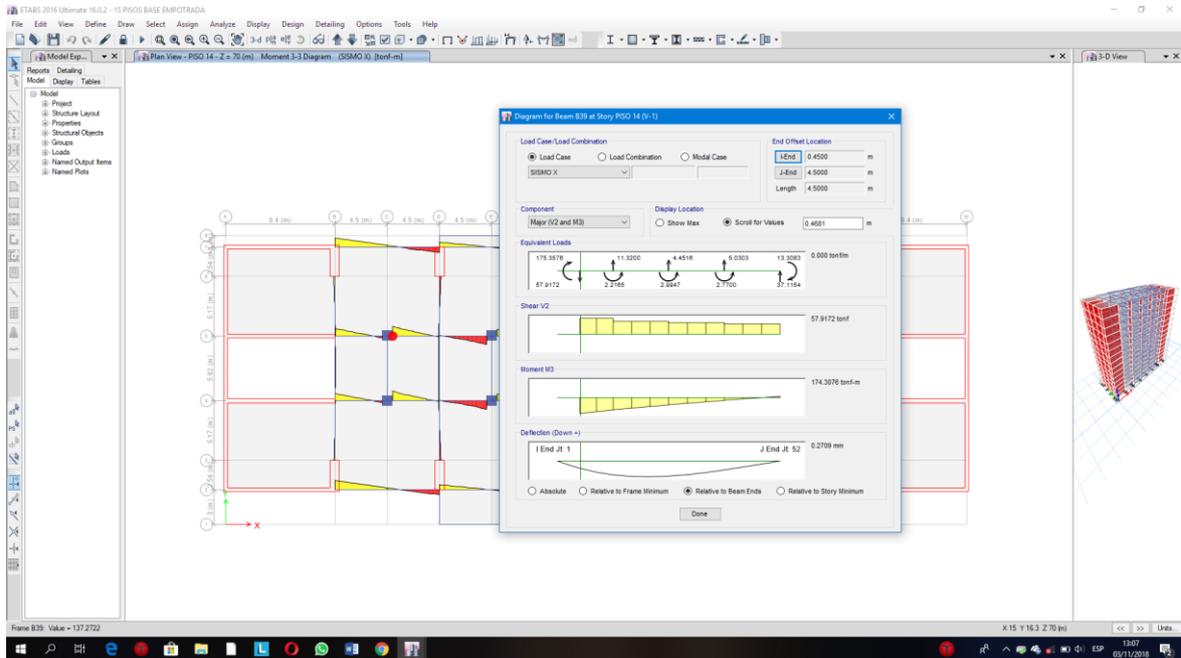
❖ Dimensionamiento de la losa maciza (e = 0.35 m)



ANEXO N°02: Fuerzas internas en los elementos estructurales del edificio.

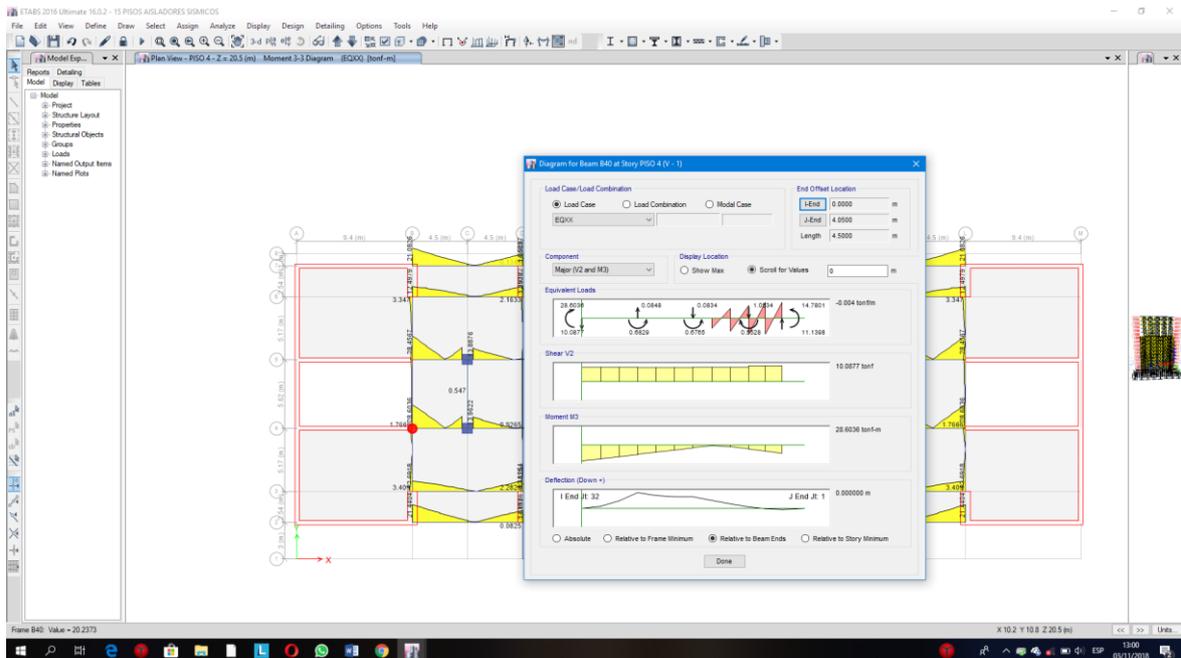
❖ Viga analizada del sistema de muros estructurales

Fuerza cortante y Momento flector



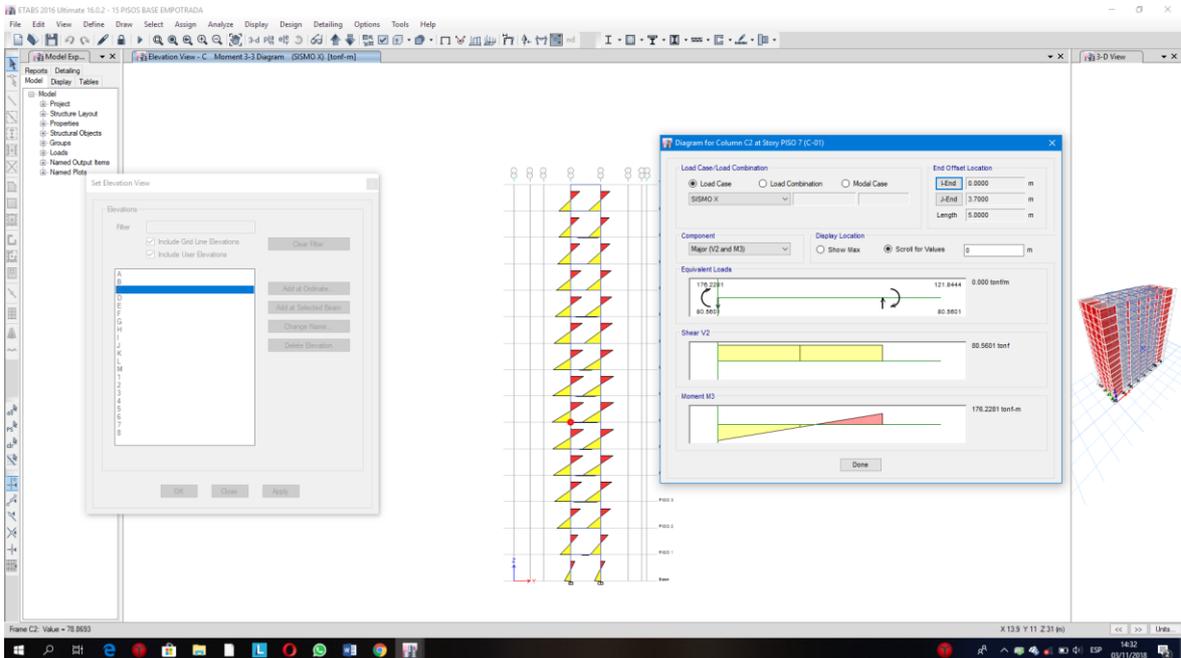
❖ VIGA ANALIZADA DEL SISTEMA AISLADO

Fuerza cortante y Momento flector

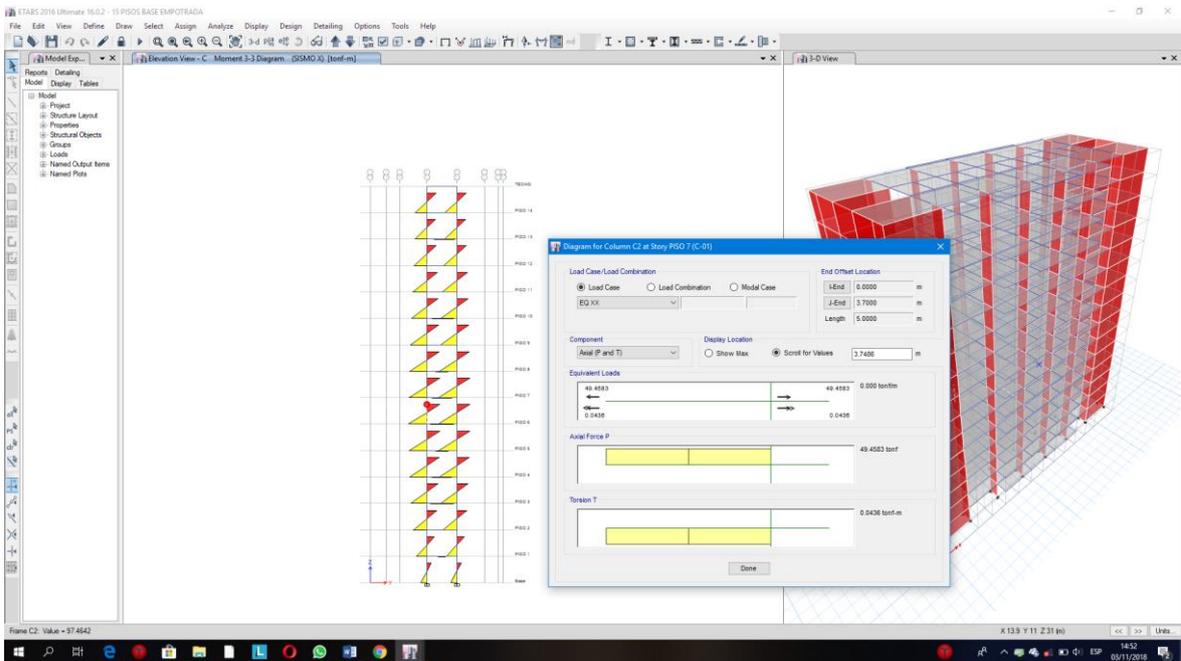


❖ Columna analizada del sistema de muros estructurales

Fuerza cortante y Momento flector

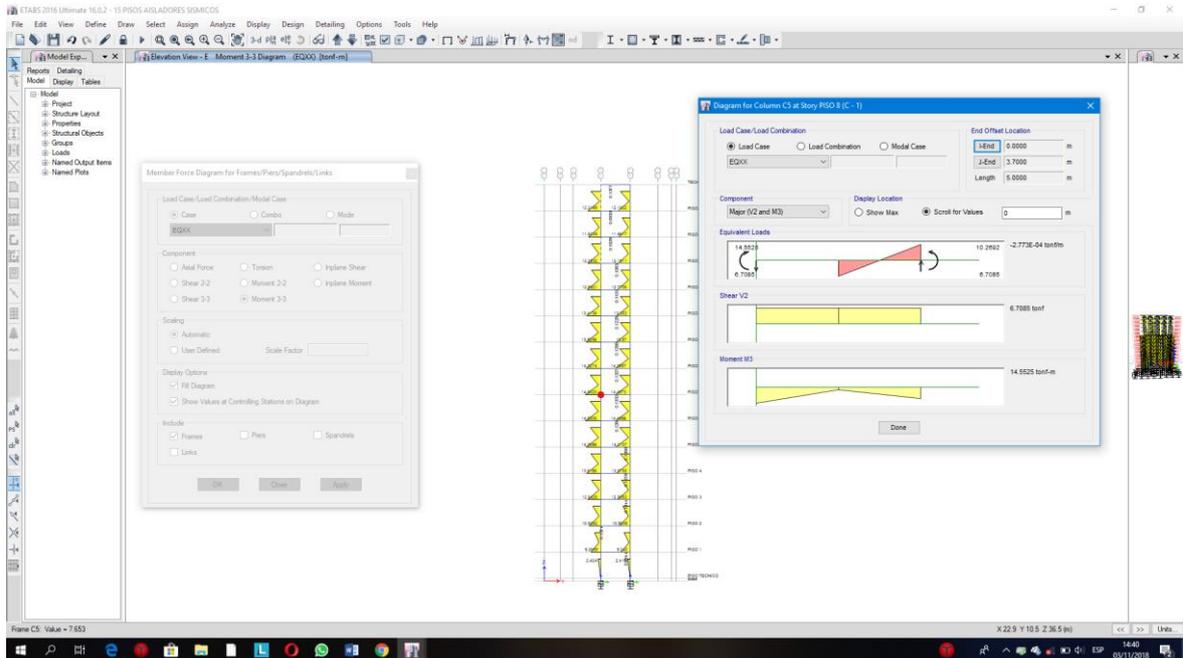


Fuerza axial

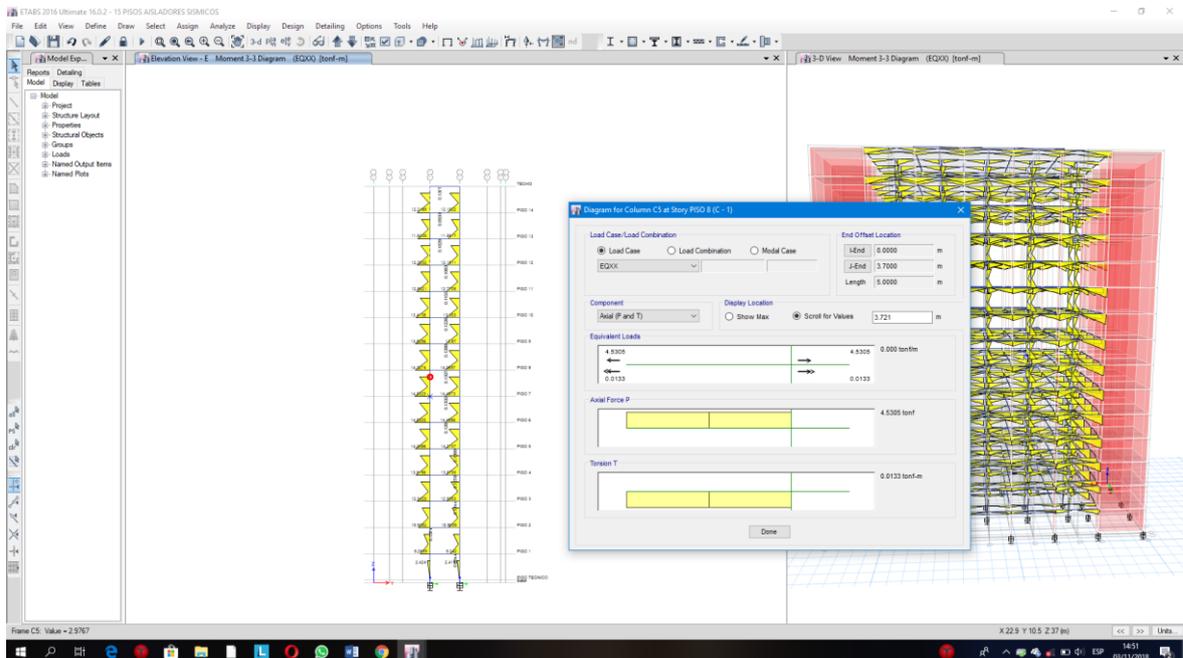


❖ Columna analizada del sistema aislado

Fuerza cortante y Momento flector



Fuerza axial



ANEXO N°03: Norma técnica e.030 diseño sismorresistente 2016

La Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente tiene como base:

Evitar pérdida de vidas humanas.

Asegurar la continuidad de los servicios básicos.

Minimizar los daños a la propiedad.

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

Zonificación

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura.

Figura N°30: Distribución de zonas sísmicas del Perú



Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

Tabla N° 01: Factores de Zona

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

□ Perfiles de Suelo

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

a. Perfil Tipo S0: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte V_s mayor que 1500 m/s.

b. Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 500 m/s y 1500 m/s.

c. Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 180 m/s y 500 m/s,

Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte V_s , menor o igual a 180 m/s,

Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio.

□ Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas N° 03 y N° 04.

Tabla N° 03: Factor de Suelo

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA\ SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1.0	1.05	1.1
Z3	0.8	1.0	1.2	1.2
Z2	0.8	1.0	1.2	1.4
Z1	0.8	1.0	1.6	2.0

Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

Tabla N° 04: Periodo TP y TL

PERÍODOS "TP" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

□ Factor de Amplificación Sísmica (C)

Se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

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

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

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

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

El factor de uso (U), se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar $U = 1$.

Tabla N° 05: Categoría de las edificaciones y factor U

CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el ministerio de salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurre severos tales como: Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas Edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5

B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes	1.00
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R0)

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 07. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente R0 que corresponda.

Tabla N° 07: Sistemas Estructurales

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

□ Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla N° 08 y de los factores I_a , I_p

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Para estructuras regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades. En estos casos, el factor I_a o I_p será igual a 1,0. Donde el valor de I_a o I_p son irregularidades en altura y planta, como se muestra a continuación.

Tabla N° 08 y Tabla N°09 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES

Tabla N° 08 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</p> <p>Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.</p> <p>Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</p> <p>Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</p> <p>Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.</p> <p>Las rigideces laterales podrán calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos</p>	0,50

<p>evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</p> <p>Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p>Irregularidad de Masa o Peso</p> <p>Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical</p> <p>La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</p> <p>Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</p> <p>Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.</p>	0,60
<p>Tabla N° 9</p> <p>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</p>	Factor de Irregularidad I_p

<p>Irregularidad Torsional</p> <p>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{Prom}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes</p> <p>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p>Discontinuidad del Diafragma</p> <p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones</p>	0,85

<p>importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.</p> <p>También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	
<p>Sistemas no Paralelos</p> <p>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

ACELERACIÓN ESPECTRAL

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudoaceleraciones definido por:

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

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima esperada (r) tanto para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

□ REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

Determinación de Desplazamientos Laterales

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11: Límites para la Distorsión del Entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Fuente: Norma Peruana E030 Diseño Sismorresistente

ANEXO N°04: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE	ELASTOMERICOS	aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo	METODO: EXPLICATIVA TIPO: APLICADA DISEÑO: EXPERIMENTAL
¿De qué manera los aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones?	Determinar de qué manera los aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones	Los aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en los parámetros sísmicos del edificio José Quiñones	aisladores sísmicos			
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	DEPENDIENTE	PROPIEDADES ESTRUCTURALES	Cortante basal de la estructura	
¿De qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en la cortante basal de la estructura del edificio José Quiñones?	Evaluar de qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en la cortante basal de la estructura del edificio José Quiñones	El uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en la cortante basal de la estructura del edificio José Quiñones	Evaluación de los parámetros sísmicos			
¿De qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en la distorsión de la estructura del edificio José Quiñones?	Evaluar de qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en la distorsión de la estructura del edificio José Quiñones	El uso de los aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en la distorsión de la estructura del edificio José Quiñones				
¿De qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en los esfuerzos de los elementos estructurales de la estructura del edificio José Quiñones?	Evaluar de qué manera el uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en los esfuerzos de los elementos estructurales de la estructura del edificio José Quiñones	El uso de aisladores sísmicos tipo elastomérico con núcleo de plomo influyen en los esfuerzos de los elementos estructurales de la estructura del edificio José Quiñones				
					Esfuerzos en los elementos estructurales de la estructura	

ANEXO N°05: Ficha técnica de recolección de datos – “Edificio José Quiñones”.

SISTEMAS DE CONSTRUCCION	INDICADORES	MEDICION	FORMULA	RESULTADO	
1. EDIFICACION CON AISLACION SISMICA (AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO) 	FUERZA CORTANTE BASAL	CORTANTE BASAL EN X-X CORTANTE BASAL EN Y-Y	METODO ESPECTRAL (SOFTWARE ETABS 2016)	690.20 Tn 692.70 Tn	
	DESPLAZANIENTOS MAXIMOS	DESPLAZAMIENTO EN X-X DESPLAZAMIENTO EN Y-Y		18.3 cm 23.2 cm	
	DISTORSION MAXIMA DE LA ESTRUCTURA	DISTORSION EN X-X DISTORSION EN Y-Y		0.000077 0.000071	
	ESFUERZOS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA ESTRUCTURA	<u>COLUMNA: C - 1</u> FUERZA AXIAL		$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$	4.53 Tn
		FUERZA CORTANTE		$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R}$	6.71 Tn
		MOMENTO FLECTORES			14.55 Tn - m
		<u>VIGA: V - 1</u> FUERZA CORTANTE		$\delta_i = \frac{\delta_i - \delta_{i-1}}{h_i}$	10.09 Tn
		MOMENTO FLECTORES			28.6 Tn - m
	2. EDIFICACION SIN AISLACION SISMICA 	FUERZA CORTANTE BASAL	CORTANTE BASAL EN X-X CORTANTE BASAL EN Y-Y	METODO ESPECTRAL (SOFTWARE ETABS 2016)	1953.24 Tn 2147.58 Tn
		DESPLAZANIENTOS MAXIMOS	DESPLAZAMIENTO EN X-X DESPLAZAMIENTO EN Y-Y		7.89 cm 6.26 cm
DISTORSION MAXIMA DE LA ESTRUCTURA		DISTORSION EN X-X DISTORSION EN Y-Y		0.0051 0.0044	
ESFUERZOS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA ESTRUCTURA		<u>COLUMNA: C - 1</u> FUERZA AXIAL		$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$	49.46 Tn
		FUERZA CORTANTE		$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C \cdot P}{R}$	80.56 Tn
		MOMENTO FLECTORES			176.23 Tn - m
		<u>VIGA: V - 1</u> FUERZA CORTANTE		$\delta_i = \frac{\delta_i - \delta_{i-1}}{h_i}$	57.92 Tn
		MOMENTO FLECTORES			174.04 Tn - m

ANEXO N°06: Fichas de validación del instrumento por juicio de expertos en el tema.

Primer experto

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

Tabla 1. Rangos y Magnitud de Validez

<i>Rangos</i>	<i>Magnitud</i>
<i>0.81 a 1.00</i>	<i>Muy alta</i>
<i>0.61 a 0.80</i>	<i>Alta</i>
<i>0.41 a 0.60</i>	<i>Moderada</i>
<i>0.21 a 0.40</i>	<i>Baja</i>
<i>0.01 a 0.20</i>	<i>Muy Baja</i>

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002 p. 12

Tabla 2. Coeficiente de validez por juicios de expertos

NOMBRE	<i>Padilla Pichei</i> <i>Santos Ricardo</i>	 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉI INGENIERO CIVIL CIP 51630
ESPECIALIDAD	<i>ING. civil</i>	
COLEGIATURA	<i>51630</i>	

<u>VALIDEZ (RANGOS)</u>	<i>0.85</i>
<u>VALIDEZ (MAGNITUD)</u>	<i>Muy alta</i>

Segundo experto

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

Tabla 1. Rangos y Magnitud de Validez

<i>Rangos</i>	<i>Magnitud</i>
<i>0.81 a 1.00</i>	<i>Muy alta</i>
<i>0.61 a 0.80</i>	<i>Alta</i>
<i>0.41 a 0.60</i>	<i>Moderada</i>
<i>0.21 a 0.40</i>	<i>Baja</i>
<i>0.01 a 0.20</i>	<i>Muy Baja</i>

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002 p. 12

Tabla 2. Coeficiente de validez por juicios de expertos

NOMBRE	LUIS ACARCO GUTIÉRREZ	
ESPECIALIDAD	ESTRUCTURAS (ING. CIVIL)	
COLEGIATURA	120290	

<u>VALIDEZ (RANGOS)</u>	0.80
<u>VALIDEZ (MAGNITUD)</u>	ALTA

Tercer experto

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

Tabla 1. Rangos y Magnitud de Validez

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

Fuente: Ruiz Bolívar, 2002 p. 12

Tabla 2. Coeficiente de validez por juicios de expertos

NOMBRE	RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES.	
ESPECIALIDAD	INGENIERO CIVIL.	
COLEGIATURA	51304	

VALIDEZ (RANGOS)	0,61 a 0,80.
VALIDEZ (MAGNITUD)	ALTA.



Resumen coeficiente de validez por juicios de expertos

Validez	Ing. Ricardo Padilla Pichen	Ing. Raúl Pinto Barrantes	Ing. Luis Alarco Gutiérrez
Ficha de recolección de datos	0.85	0.80	0.80
Índice de validez			0.82 (Muy alta)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CARRERA HERRERA, YERSON MEJIA

INFORME TITULADO:

*EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS SÍSMICOS CON LA INCORPORACIÓN DE
MISURADORES ELASTÓMEDIOS CON NÚCLEO DE PLOMO EN EL EDIFICIO IJSE
QUINCELES LIMA - 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

05/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

14 (CATORCE)



Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, **Tello Malpartida Omar Demetrio.**

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

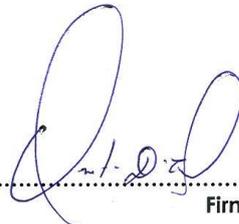
“Evaluación de los parámetros sísmicos con la incorporación de aisladores elastómeros con núcleo de plomo en el edificio José Quiñones Lima - 2018”

del estudiante **CARRERA HERRERA YERSON NEIDER**

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha... *Lima, 5 Dic. 2018*


.....
Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

..... *OMAR DEMETRIO TELLO MALPARTIDA*

DNI: *08644876*

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **CARRERA HERRERA YERSON NEIDER**, identificado

con DNI N° 75588230,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

“Evaluación de los parámetros sísmicos con la incorporación de aisladores elastómeros con núcleo de plomo en el edificio José Quiñones Lima - 2018”

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

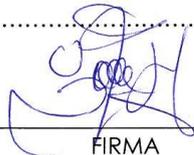
.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 75588230

FECHA: 05 de DICIEMBRE del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACION DE LOS PARAMETROS SISMICOS CON LA INCORPORACION DE AISLADORES ELASTOMERICOS CON NUCLEO DE PLOMO EN EL EDIFICIO JOSE OLI INONES LIMA-2018"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
CARRERA HERRERA, YERSON NEIDER

ASESOR:
ING. TELLO MALPARTIDA, OMARI DE MEIRIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

Resumen de coincidencias

25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	tesis.pucp.edu.pe	Fuente de internet	4 %
2	repositorio.upt.edu.pe	Fuente de internet	4 %
3	repositorioacademico...	Fuente de internet	4 %
4	repositorio.ucv.edu.pe	Fuente de internet	3 %
5	Entregado a Universida...	Trabajo del estudiante	2 %
6	Entregado a Universida...		2 %

Página: 1 de 141 | Número de palabras: 20841 | High Resolution | Text-only Report | Activado