



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018.

TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORA

Blanca René Calderón Salazar

ASESOR

Mg. Luis Humberto Diaz Huiza

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CALDERÓN SALAZAR, BLANCA RENÉ**
 Cuyo título es: **“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS DEL PABELLÓN DE UN HOSPITAL TIPO II-1, LIMA 2018”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **11 (número) ONCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 06 de Diciembre de 2018



Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL
 PRESIDENTE



Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN
 SECRETARIO



Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

Dedico este Desarrollo de proyecto de tesis, primeramente, mi familia y docentes por brindarme su apoyo y confianza, ya que son el motor que me impulsa para poder seguir a delante.


Agradecimiento

Agradecer en primer lugar a Dios, por darme la fortaleza y el coraje para continuar, a mis padres por ser el apoyo incondicional y estar siempre de mi lado sin importar las circunstancias y a mi asesor el Mg. Luis Diaz Huiza, por su apoyo diario para sacar a delante el proyecto.

Declaratoria de Autenticidad

Yo Blanca René Calderón Salazar con DNI N.º 73043856 y a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que presento en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 06 de diciembre de 2018



Blanca Rene Calderón Salazar
DNI: 73043856

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018", cuyo objetivo fue Desarrollar con el programa ETABS el análisis y diseño con aisladores FPS del hospital de Matucana, y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de nueve capítulos. En el primer capítulo se explica diferentes marcos teóricos, así como también algunos conceptos relacionados a nuestro tema, explicando sustancialmente los pasos a seguir para la realización de la misma; en el segundo capítulo se muestra conceptos teóricos y formulas, detallando el procedimiento para el diseño de los aisladores; también se explican los parámetros que se deben tomar en cuenta según los reglamentos E-030 y ASCE, en el tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos, del análisis sísmico: las derivas, fuerzas Cortantes, Desplazamientos, comparación de la respuestas con el análisis modal espectral y el tiempo historia, en el cuarto se discute los resultados obtenidos del análisis sísmico con aisladores FPS. En el quinto capítulo se presenta en base a todo el estudio realizado nuestras conclusiones, demostrando que los aisladores FPS reducen el daño de la estructura producido los sismos máximos considerados. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones pertinentes basándose en toda la metodología de estudio e investigación en la que pudimos apreciar paso a paso nuestras ventajas y desventajas de a lo largo del presente proyecto, octavo capítulo se describieron las referencias bibliográficas y en el noveno capítulo se adjuntaron los anexos correspondientes a la investigación.



Blanca Rene Calderón Salazar

DNI: 73043856

Índice general

Página del jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice general.....	vii
Índice de ecuaciones.....	vii
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	vii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Realidad problemática.....	21
1.2. Trabajos previos	22
1.3. Teorías relacionadas al tema	26
1.3.1. Análisis estructural aisladores sísmicos	26
1.3.2. Norma Técnica Peruana E-030.....	26
1.3.3. Norma técnica americana ASCE/SEI-7-16	30
1.3.4. Aislamiento sísmico	33
1.3.5. Aisladores sísmicos	36
1.3.6. Diseño de elementos estructurales	42
1.4. Características estructurales del edificio	43
1.5. Análisis Sísmico del edificio convencional.....	45
1.6. Formulación del problema	58
1.7. Hipótesis.....	59
1.8. Objetivos	59
II. MÉTODO.....	60
2.1. Diseño de la investigación.....	61
2.2. Variables, operacionalización	61
2.3. Población y muestra	63
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	63
2.5. Métodos de análisis de datos	64

2.6. Aspectos éticos.....	64
III. RESULTADOS.....	65
IV. DISCUSIONES	122
V. CONCLUSION.....	125
VI. RECOMENDACIONES.....	127
VII. REFERENCIAS.....	129
VIII. ANEXOS.....	133

Índice de ecuaciones

Ecuacion 1.1 Fuerza cortante en la base	25
Ecuacion 1.2 Distribucion de fuerzas sismicas	25
Ecuacion 1.3 Estimacion de periodos de vibracion	25
Ecuacion 1.4 Comprobacion del periodo deseado.....	25
Ecuacion 1.5 Aceleracion espectral.....	27
Ecuacion 1.6 Combinacion de respuestas maximas.....	27
Ecuacion 1.7 Momento torsor en planta	27
Ecuacion 1.8 Fuerzas cortantes.....	28
Ecuacion 1.9 desplazamientos	28
Ecuacion 1.10 Derivas de entrepiso.....	28
Ecuacion 1.11 Desplazamiento de diseño.....	29
Ecuacion 1.12 Periodo de diseño.....	29
Ecuacion 1.13 Cortante debajo del aislador.....	30
Ecuacion 1.14 Cortante encima del aislador.....	30
Ecuacion 1.15 Desplazamientos maximos.....	30
Ecuacion 1.16 Periodo efectivo maximo	30
Ecuacion 1.17 Desplazamiento total de diseño.....	31
Ecuacion 1.18 Desplazamiento total de diseño.....	31
Ecuacion 1.19 Modulo elastico del concreto.....	41
Ecuacion 1.20 Predimensionamiento de losa.....	41
Ecuacion 1.21 Predimensionamiento de columna.....	43
Ecuacion 1.22 Peso total cargas muertas.....	50

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de sistema estructural	28
Tabla 2. Límite de desplazamiento lateral de entrepiso	30
Tabla 3. Coeficiente de amortiguamiento	31
Tabla 4. Valores mínimos de fuerzas y desplazamientos.....	33
Tabla 5. Dimensionamiento de columnas	44
Tabla 6. Columnas a utilizar	44
Tabla 7. Datos de Cargas Muertas	45
Tabla 8. Datos de Cargas Muertas	45
Tabla 9. Parámetros del Espectro de diseño.....	45
Tabla 10. Matriz de operalización	62
Tabla 11. Periodos de la estructura con base empotrada.....	66
Tabla 12. Sistema estructural en X.....	68
Tabla 13. Sistema estructural en Y.....	68
Tabla 14. Periodos de la estructura con base aislada.	68
Tabla 15. Materiales del aislador FPS.....	70
Tabla 16. Diseño del aislador FPS para el sismo de diseño DBE.	70
Tabla 17. Datos para el sismo de diseño.	71
Tabla 18. Desplazamiento del sismo de diseño y máximo considerando.	71
Tabla 19. Desplazamientos del sismo de diseño DBE, MCE y sismo de servicio.....	71
Tabla 20. Rigidez horizontal para el sismo de diseño DBE, MCE y sismo de servicio.....	72
Tabla 21. Rigidez del sistema de aislamiento para el sismo de diseño DBE, MCE y sismo de servicio.	72
Tabla 22. Detalle del aislador para el sismo de diseño DBE.....	72
Tabla 23. Parámetros para el modelamiento bilineal.	73
Tabla 24. Comparación de fuerzas cortantes del sistema den base fija y aislada en X.	75
Tabla 25. Fuerzas Cortantes Estáticas Y	76
Tabla 26. Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 100% V_x , edificio de base fija.77	77
Tabla 27. Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 30% V_y , edificio base fija.	77
Tabla 28. Fuerza cortante en la dirección Y NS/EW considerando 100% V_x , edificio de base fija.78	78
Tabla 29. Fuerza cortante en la dirección Y NS/EW considerando 30% V_x , edificio base fija.	79
Tabla 30. Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 100% V_x	79
Tabla 31. Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 30% V_y	80
Tabla 32. Fuerza cortante en la dirección Y NS/EW considerando 100% V_y	81
Tabla 33. Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 30% V_x	81
Tabla 34. Desplazamientos base fija y base aislada D_x	82
Tabla 35. Desplazamientos base fija y base aislada D_y	83
Tabla 36. Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% V_x	83
Tabla 37. Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% V_y	84
Tabla 38. Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% V_y	85
Tabla 39. Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% V_x	85
Tabla 40. Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% V_x	86

Tabla 41. Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% V_y .	87
Tabla 42. Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% V_y .	87
Tabla 43. Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% V_x .	88
Tabla 44. Derivas de piso por nivel dirección X de base empotrada y base aislada.	92
Tabla 45. Derivas de piso por nivel dirección Y de base empotrada y base aislada.	93
Tabla 46. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% V_x .	94
Tabla 47. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% V_y .	94
Tabla 48. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% V_y .	95
Tabla 49. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% V_x .	95
Tabla 50. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% V_x .	96
Tabla 51. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% V_y .	97
Tabla 52. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% V_y .	97
Tabla 53. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% V_x .	98
Tabla 54. Link de desplazamientos, registro de Ica 2007.	98
Tabla 55. Link de fuerzas cortantes, registro de Ica 2007.	100
Tabla 56. Diseño de columnas en dirección uniaxial.	102
Tabla 57. Combinación de cargas, columna C-1.	103
Tabla 58. Combinaciones de carga en ambas direcciones XX - YY.	104
Tabla 59. Peso ultimo de las combinaciones de carga en ambas direcciones XX - YY.	105
Tabla 60. Método del contorno de cargas.	105
Tabla 61. Diseño a corte de columnas.	105
Tabla 62. Diagrama de interacción.	106
Tabla 63. cortantes.	107
Tabla 64. Espaciamiento del acero.	107
Tabla 65. Diagrama de interacción.	107
Tabla 66. Cortantes en Y-Y.	108
Tabla 67. Diseño de la zona de confinamiento.	108
Tabla 68. Diseño de viga.	110
Tabla 69. Diseño por flexion de vigas.	111
Tabla 70. Diseño por corte en viga.	113
Tabla 71. Datos de losas en dos direcciones.	116
Tabla 72. Espesor de losa y coeficiente de momento.	116
Tabla 73. Coeficientes de momentos tramo I y II.	118
Tabla 74. Coeficientes de momentos tramo III y IV.	119
Tabla 75. Acero longitudinal DIRECCION XX entre los paños 1- 2 y paños 3-4.	120
Tabla 76. Acero longitudinal DIRECCION YY entre los paños 1- 2 y paños 3-4.	121

Índice de figuras

Figura 1. Comportamiento de una estructura aislada y convencional ante un evento sísmico.	34
Figura 2. Efecto del suelo en la respuesta de una estructura aislada (FEMA 451,2003).	35
Figura 3. Efecto de la aislación en el comportamiento dinámico.....	35
Figura 4. Efecto de la aislación en el comportamiento dinámico.....	35
Figura 5. Reacción del Aislador de triple péndulo ante los movimientos sísmicos.	36
Figura 6. Estándar del diámetro de la superficie cóncava y radio de curvatura.	37
Figura 7. Curva de histéresis Modelo bilineal.....	38
Figura 8. Detalle constructivo del aislador FPS.....	39
Figura 9. Posición de la placa y pernos de anclaje en el pedestal donde ira soportado el aislador.	39
Figura 10. Colocación de placa de apoyo de los aisladores.	40
Figura 11. Vaciado del concreto $f'c$ 210 en el pedestal.	40
Figura 12. Colocación de aisladores FPS en columnas cortas.	41
Figura 13. Instalación del aislador FPS.....	41
Figura 14. Espectro de diseño según Norma E-030.	46
Figura 15. Entrada de datos de planta (ETABS 2016).	47
Figura 16. Definición del concreto $f_c=210$ kg/cm ² (ETABS 2016).	47
Figura 17. Definición de columna principal C-1 (60X60) (ETABS 2016.	48
Figura 18. Definición de viga (35X70cm) (ETABS 2016).	48
Figura 19. Definición de viga borde VB (25X50cm) (ETABS 2016).	48
Figura 20. Definición de losa bidireccional (e=30 cm) (ETABS 2016).....	49
Figura 21. Definición de Placas (e=30 cm) (ETABS 2016).....	49
Figura 22. Esquema del Edificio en planta (ETABS 2016).	50
Figura 23. Esquema del Edificio en planta (ETABS 2016).	50
Figura 24. Asignación de cargas (ETABS 2016).	51
Figura 25. Asignación de carga viva $S/C=300$ kg/m ² (ETABS 2016).	51
Figura 26. Asignación de carga muerta por metro lineal (ETABS 2016).	52
Figura 27. Pórtico eje H (ETABS 2016).	53
Figura 28. <i>Diaphragmas rígidos para cada uno de los pisos (ETABS 2016).</i>	53
Figura 29. Peso Sísmico del Edificio (ETABS 2016).	54
Figura 30. Sismo Estático en la dirección X (ETABS 2016).	54
Figura 31. Sismo Estático en la dirección Y (ETABS 2016).	54
Figura 32. Sismo de diseño para ambas direcciones de análisis (ETABS 2016).	55
Figura 33. Espectro sísmico en la dirección X (ETABS 2016).....	55
Figura 34. Espectro sísmico en la dirección Y (ETABS 2016).....	56
Figura 35. Block de notas del registro de Chimbote 1970 (Extraído del CISMID).	56
Figura 36. Registro de Lima 1966 EW (ETABS 2016).	57
Figura 37. Registro Escalado Lima 1966 EW (ETABS 2016).....	57
Figura 38. Carga Modal para el Análisis Tiempo Historia (ETABS 2016).	58
Figura 39. Primer modo de vibración base empotrada $T=0.442$ (ETABS 2016).....	66
Figura 40. Segundo modo de vibración base empotrada $T=0.374$ (ETABS 2016).....	67
Figura 41. Tercer modo de vibración base empotrada $T=0.212$ (ETABS 2016).	67
Figura 42. Primer modo de vibración base aislada $T=1.987$ (ETABS 2016).....	69
Figura 43. Segundo modo de vibración base aislada $T=1.942$ (ETABS 2016).	69
Figura 44. Tercer modo de vibración base aislada $T=1.732$ (ETABS 2016).....	69
Figura 45. Dimensionamiento del aislador.....	73

Figura 46. Propiedades del aislador FPS.....	73
Figura 47. Parámetros en la dirección vertical.....	74
Figura 48. Parámetros en la dirección horizontal.....	74
Figura 49. Edificio aislado	75
Figura 50. Comparación de fuerzas cortantes en X del sistema de base fija y aislada.....	76
Figura 51. Comparación de fuerzas cortantes en Y del sistema de base fija y aislada.....	76
Figura 52. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 100% V_x base empotrada.....	77
Figura 53. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 30% V_y base empotrada.....	78
Figura 54. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 100% V_y base empotrada.....	78
Figura 55. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 30% V_x base empotrada.....	79
Figura 56. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 100% V_x	80
Figura 57. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 30% V_y	80
Figura 58. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 100% V_y	81
Figura 59. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 30% V_x	82
Figura 60. Desplazamientos de diseño dirección X, base fija y aislada.....	82
Figura 61. Desplazamientos de diseño dirección Y, base fija y aislada.....	83
Figura 62. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 100% V_x , base fija.....	84
Figura 63. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 30% V_y , base fija.....	84
Figura 64. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 100% V_y base fija.....	85
Figura 65. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 30% V_x , base fija.....	86
Figura 66. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 100% V_x , base aislada..	86
Figura 67. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 30% V_y , base aislada.	87
Figura 68. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 100% V_y , base aislada..	87
Figura 69. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 100% V_x , base aislada..	88
Figura 70. Desplazamiento Lima 1966 EW dirección X.	88
Figura 71. Desplazamiento Lima 1966 NS dirección X.	89
Figura 72. Desplazamiento Ica 2007 EW dirección X.....	89
Figura 73. Desplazamiento Ica 2007 NS dirección X.	89
Figura 74. Desplazamiento Lima 1974 EW dirección X.	90
Figura 75. Desplazamiento Lima 1974 NS dirección X.	90
Figura 76. Desplazamiento Ica 2007 EW dirección Y.....	90
Figura 77. Desplazamiento Ica 2007 NS dirección Y.....	91
Figura 78. Desplazamiento Lima 1966 EW dirección Y.	91
Figura 79. Desplazamiento Lima 1966 NS dirección Y.	91
Figura 80. Desplazamiento Lima 1974 EW dirección Y.	92
Figura 81. Desplazamiento Lima 1974 NS dirección Y.	92
Figura 82. Desplazamientos de diseño dirección X.	93
Figura 83. Desplazamientos de diseño dirección X.	93
Figura 84. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando 100% V_x	94
Figura 85. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando 30% V_y , base empotrada.....	94
Figura 86. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando 100% V_y , base empotrada.....	95
Figura 87. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando 30% V_x , base empotrada.....	96
Figura 88. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% V_x	96
Figura 89. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% V_y	97

Figura 90. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% V_y	98
Figura 91. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% V_x	98
Figura 92. Diagrama del ciclo histéresis.	101
Figura 93. Diseño de columna uniaxial.	102
Figura 94. Diagrama de interacción en dirección X-X columna.	103
Figura 95. Diagrama de interacción en dirección Y-Y columna.	104
Figura 96. Fuerza cortante de diseño en columnas.	106
Figura 97. Paños de losas a calcular.	117
Figura 98. Planta del bloque a analizar.	117
Figura 99. Diagrama de momentos para coeficientes negativos.	119

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia.....	132
Anexo 2 Mapa de peligrosidad sísmica.....	133
Anexo 3 Propiedades del aislador.....	134
Anexo 4 Plano de distribución del hospital San Juan de Matucana – Primer nivel.....	135
Anexo 5 Plano de distribución bloque A – primer piso.....	136
Anexo 6 Plano de cimentación bloque A.....	137
Anexo 7 Plano de aligerado primer nivel.....	138
Anexo 8 Plano de aligerado segundo nivel	139
Anexo 9 Corte B-B	140
Anexo 10 Hoja de cálculo de aisladores	141
Anexo 11 Turnitin.....	142
Anexo 12 Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	143
Anexo 13 Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	144
Anexo 14 Autorización de entrega de la versión final del trabajo de investigación.....	145

Resumen

Los sistemas de aislamiento tienen la función de desacoplar la estructura de la sub estructura con la finalidad de disminuir las oscilaciones sísmicas, esto permite mejorar su respuesta de la estructura ante sismos máximos considerados, permitiendo su operatividad durante y después de un sismo.

Actualmente existen varios tipos de aisladores de base, de los cuales el aislador de triple péndulo presenta mejor desempeño ante un evento sísmico, debido a su material de acero y teflón lo cual permite que la superficie cóncava presente grandes desplazamientos, y la estructura sea más flexible horizontalmente y rígido verticalmente.

La presente tesis de título “Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018” tiene el objetivo de desarrollar los modelos de análisis sísmico del hospital con aisladores FPS, con el propósito de comprender los métodos de análisis y aplicarle al estudio. La base teórica se sustenta con las normas E-030 para la verificación de los métodos de análisis Estático y dinámico (Modal espectral y Tiempo Historia) tanto para la estructura convencional y con sistemas de aislamiento FPS en la base; y la norma ASCE – 2016, se utilizará para diseñar el tamaño de los aisladores FPS.

El edificio es comprendido de muros estructurales y pórticos, con 3 plantas de altura 4.50 m y un sótano de 6.300 m, y está ubicado en zona III del tipo de suelo intermedio (S2) y de categoría A (edificación es esencial). En los resultados obtenidos el edificio con aislación sísmica mostro un buen comportamiento ante sismos máximos considerados, reduciendo sus desplazamientos, fuerzas cortantes y derivas.

Palabras claves: Análisis Sísmico del Edificio, Aisladores FPS, desacoplar.

Abstract

The isolation systems have the function of decoupling the structure of the sub structure in order to reduce the seismic oscillations, this allows to improve its response of the structure before maximum earthquakes considered, allowing its operation during and after an earthquake.

Currently there are several types of base insulators, of which the triple pendulum insulator presents better performance before a seismic event, due to its steel and Teflon material which allows the concave surface to present large displacements, and the structure to be more flexible horizontally and rigidly vertically.

The present thesis of title "Analysis and structural design with seismic isolators of the hospital San Juan de Matucana, Lima 2018" has the objective of developing the seismic analysis models of the hospital with FPS isolators, in order to understand the methods of analysis and apply to the study. The theoretical basis is based on the E-030 standards for the verification of the static and dynamic analysis methods (spectral modality and time history) both for the conventional structure and with FPS isolation systems in the base; and the standard ASCE - 2016, will be used to design the size of the FPS isolators.

The building is comprised of structural walls and porticos, with 3 floors of tall 4.50 and basement of 6.30 m; it is located in zone III of the intermediate soil type (S2) and of the edification essential category. In the results obtained, the building with seismic isolation showed a good behavior against the maximum earthquakes considered, reducing its displacements, shear forces and drifts.

Keywords: Seismic Building Analysis, FPS Isolators, disconnect.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El Perú se encuentra dentro de los países latinoamericanos de más alto índice de riesgo sísmico. Esto exige a que las edificaciones esenciales deben de ser analizadas y diseñadas para responder eficazmente a las fuerzas sísmicas obteniendo altos niveles de seguridad y mejorar comportamiento de las estructuras.

El proyecto de investigación se enfoca en un Hospital tipo II- 1, este actualmente está conformado por 6 edificaciones, 3 de un nivel y tres de dos niveles. Siendo el bloque de mayor antigüedad de 1917 hecho de adobe y techo de estructura ligera con vigas de madera. El establecimiento fue ampliado y modernizado en 1962, tuvo una nueva intervención el 2005 la cual consistió en construir el auditorio, oficinas administrativas y almacenes. Actualmente dentro de los diversos servicios de salud que brinda, incluye intervención quirúrgica, por lo que tiene unidad de internamiento. La antigüedad de la edificación, la distribución arquitectónico funcional, y el dimensionamiento y disposición de sus ambientes, no son los más apropiados para brindar atención asistencial según la demanda de servicios de la población, pues no cumple con los requerimientos de infraestructura y equipamiento, contemplados en la normativa vigente para el diseño de establecimientos de categorización de segundo nivel de atención

Se ha hecho el análisis de los ambientes y áreas respectivas en relación a la normativa actual basada en la categoría del establecimiento II-1, los cuales son indispensables para tener un buen funcionamiento de las unidades productoras de servicio de salud (UPSS) y las unidades productoras de servicio (UPS). El hospital actualmente cuenta con un área de 1929.76 m², y tiene un área construida de 1,482.26 m² (primeros niveles), que corresponde al 76.81 % del área total del terreno. Por lo tanto, la norma N° 113 MINSA, precisa que para determinar si el terreno cumple con el área que permita extender la edificación, se debe considerar ciertos parámetros de diseño, tanto para edificaciones nuevas y remodelación. Producto del análisis realizado se ha determinado la demolición de la infraestructura existente y plantear una construcción nueva por lo que se requiere de 50% para desarrollar el programa arquitectónico, 20% para el diseño de las obras exteriores y 30% para el área libre.

Teniendo en consideración el área actual del establecimiento y los criterios de desarrollo de una nueva infraestructura dispondríamos de 964.88 m² para desarrollar el nuevo establecimiento. Para cubrir la demanda a nivel de infraestructura nuestro planteamiento consta de una edificación de tres niveles y dos módulos de un solo nivel. De acuerdo al DECRETO SUPREMO N° 003-2016-Vivienda que modifica la norma Técnica

E.030 Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, se ha podido identificar lo siguiente: En el Capítulo 2 Peligro Sísmico en el ítem 2.1 Zonificación, el territorio Nacional ha sido zonificado en 4 zonas, en nuestro caso el establecimiento analizado se ubica en la zona 3 por lo que su factor de zona es $Z=0.35$.

En el capítulo 3 Categoría, Sistema estructural y regularidad de las edificaciones, el Establecimiento de salud ha sido categorizado como una estructura Esencial Tipo A y por el nivel de complejidad es A1, cabe resaltar que esta norma es muy clara en señalar que toda edificación de categoría A1 y que este comprendida entre las zonas 3 y 4 tendrán aislamiento sísmico en la base. Teniendo como premisa que la normativa exige el uso de aisladores sísmicos para la zona de intervención surge el problema de ¿Cómo se analizará y diseñará la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1 con el uso de aisladores sísmicos, Lima 2018? De acuerdo al análisis arquitectónico el establecimiento de salud tiene deficiencia a nivel funcional y espacial y teniendo en consideración la antigüedad del mismo y el material (adobe) este deberá demolerse a fin de proyectar el nuevo establecimiento de salud con todas las condiciones exigidas normativamente.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedente Nacional

Según Benavente y Traverso (2013) en su tesis. “Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base”, manifiesta que al hacer uso de los aisladores sísmicos la estructura va a ser más flexible horizontalmente y más rígido verticalmente, eso va a permitir que la estructura obtenga grandes deformaciones horizontales ante un evento sísmico, ya que estos dispositivos tienen la función de minimizar los daños estructurales que puede surgir ante un evento sísmico. Por lo tanto, concluye que en el sistema de base empotrada la capacidad sísmica está constituida más del 90% por placas y al hacer uso del sistema de aislación permitió reemplazar las placas por columnas para que los elementos estructurales sean menos rígidas. Así mismo la seguridad de la estructura aumento al (48% en promedio), lo cual garantiza la continuidad operativa del edificio a pesar de ser más costoso la edificación de base aislada a largo plazo reduciría los costos ya que la estructura no sufrirá daños estructurales ante las fuerzas sísmicas a comparación de un edificio de base empotrada.

De acuerdo a Carmona y Rosas (2015) en su tesis. “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 a porticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú”, Lima Perú. Universidad Peruana de ciencias aplicadas. Tiene como objetivo realizar un estudio comparativo del planteamiento estructural aplicando el uso de los aisladores sísmicos en la cimentación, y así poder analizar el comportamiento de la estructura del edificio contra un sistema convencional aplicando criterios normativos sismorresistentes, y haciendo uso de programas estructurales. Por lo tanto, concluye que en el edificio aislado las deformaciones horizontales de entre piso son menores es por ello que permite un mejor comportamiento estructural. Ya que al hacer uso de estos dispositivos los periodos de vibración de la estructura aumentan y las aceleraciones son menores esto implica que las fuerzas sísmicas sean mínimas, lo cual contribuye a mejores demandas de diseño.

Herrera (2018) en su tesis. “Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso”, cuyo objetivo principal es evaluar el comportamiento de las edificaciones a porticadas de concreto armado con aisladores y amortiguadores ante sollicitaciones sísmicas, para ello describió las diferencias de los amortiguadores y aisladores que existen en el mercado, ya que actualmente existen varios métodos que nos permite dimensionar los dispositivos sísmicos aplicando las especificaciones del FEMA 274 (1997), así mismo trabajo mediante cuadros comparativos de periodos, desplazamientos, derivas máximas y cortante basal máxima en las edificaciones analizadas. Por lo cual concluye que en los resultados obtenidos los periodos de vibración de la estructura con amortiguadores de fluido viscoso no alteran el periodo fundamental por lo tanto no afecta su rigidez, en comparación con los aisladores sísmicos se obtiene periodos altos esto se debe a que al hacer uso de los aisladores sísmicos la base de la estructura se flexibiliza lo cual reduce las aceleraciones sísmicas.

Ruiz (2017), en su tesis “Análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos de péndulo friccional doble y triple”, tuvo como objetivo realizar un estudio de los métodos de análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos, lo cual propuso un método para el diseño con aisladores deslizantes en el Perú. Dichos resultados concluyen que el edificio con base aislada de péndulo de fricción doble en los análisis de tiempo historia no lineal y modal espectral resultó 2.4 y 1.6 ‰ aproximadamente. Mientras que los aisladores de péndulo triple obtuvieron una deriva de 2.0 ‰ y 1.6 ‰. Según estos análisis ambos tipos de edificación con aisladores friccionales cumplen con los requisitos del desempeño de funcionalidad continua. Es por ello que recomienda usar criterios mínimos para asegurar la continuidad de

la edificación ante un evento sísmico. Esto se logra impidiendo la deriva de entrepiso a 3% de la aceleración máxima de piso a 0.25 g. Por lo tanto, las estructuras aisladas deben diseñarse para no admitir daños estructurales y no estructurales.

Soriano (2014) en su tesis. “Comparación de la Respuesta Estructural del Pabellón A de la Universidad Privada del Norte con Aisladores Sísmicos Elastoméricos y sin Aisladores Sísmicos” Perú - Cajamarca. Universidad Privada del Norte. Tiene como objetivo comparar la respuesta estructural del pabellón A de la Universidad Privada del Norte con aisladores sísmicos elastoméricos y sin aisladores sísmicos. El estudio es de enfoque cuantitativo. Su investigación que envuelve el panorama general de su tesis se sustenta básicamente que la respuesta estructural del edificio con aisladores sísmico tiene un mejor comportamiento que el edificio sin aisladores sísmicos, debido a que las derivas y fuerzas en la base son minimizados, aunque los aisladores presentan un mayor desplazamiento a nivel de diafragmas y diferentes valores de desplazamientos absolutos para el análisis tiempo-historia.

1.2.2 Antecedente Internacional

Según Bonilla (2012), tesis “Teoría del Aislamiento Sísmico para Edificaciones”. Tiene como objetivo desarrollar el conocimiento que se tiene sobre los diferentes sistemas de control estructural en la actualidad. Así mismo se consideró los parámetros según los resultados obtenidos del análisis de la estructura con apoyos convencionales y aislamiento sísmico. Así mismo llega a la conclusión que al hacer uso de aisladores sísmicos los periodos de la estructura son mayores y las aceleraciones son menores por lo tanto las fuerzas sísmicas se minimizan, y trae mejores beneficios a la estructura, las demandas de diseño son menores esto implica tener mínimas secciones de elementos estructurales, por lo tanto, influye en el costo de la edificación. Cabe recalcar que estos dispositivos disipan la energía sísmica provocados por los eventos de la naturaleza.

Bravo (2016) en su tesis. “Implementación de Aislamiento Sísmico Elastoméricos en Edificios Altos y Esbeltos de Acero Estructural”. Chile – Concepción. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Tiene como objetivo determinar hasta que altura se puede lograr aislar la estructura con aisladores del tipo elastómeros. El estudio es de enfoque cuantitativo. Su investigación que envuelve el panorama general de su tesis se sustenta básicamente que los edificios de 36 pisos que no fue posible hacer el diseño con aisladores elastoméricos, mientras que para edificios de 24 pisos presento algunas dificultades en cuanto a la relación de su rigidez inicial y la rigidez post-fluencia y para edificios de 12 pisos el diseño no presento dificultades; esto corrobora que los parámetros de diseño estén relacionados

directamente con la altura de acuerdo con la estabilidad lateral en presencia de carga axial y periodos de aislamiento.

Según León (2016) en su tesis. “Disipadores y Aisladores Sísmicos, Modelo de Puente Vehicular con Disipador y sin Disipador de Energía, Comparación de la Respuesta Sísmica”. El sismo es un fenómeno natural, que por su ubicación geográfica y magnitud es difícil de comparar, así mismo el movimiento entre las placas tectónicas procede al acopio de energía provocando vibraciones, para ello es conveniente implementar nuevas tecnologías aplicando al diseño estructural de las estructuras con el propósito de aislar el grado de vulnerabilidad, evitando pérdidas humanas y materiales. La unión de los sistemas de protección sísmica en la estructura puede ser de aislamiento sísmico o dispositivos de disipación de energía. Un estudio del proceder de los efectos de estos sistemas puede iniciar con la transmisión de energía a la edificación durante un terremoto, así mismo la investigación de estos sistemas se puede iniciar con la captación de energía en la estructura durante un sismo.

Pastora y Ríos (2016) en su tesis. “Análisis del efecto de aisladores sísmicos en la respuesta dinámica de un edificio a porticado de 4 niveles, tuvo como objetivo analizar las condiciones de suelo de la zona noroeste de la ciudad de Managua, Nicaragua”, enfocándose principalmente en estudiar la respuesta sísmica de una estructura tradicional de baja altura, haciendo uso de dispositivos de aislación sísmica, según el tipo de suelo de la zona. Dicha investigación concluye que al hacer uso de aisladores sísmicos los desplazamientos de la estructura se redujeron a un 96% esto permite que el edificio se comporte como un cuerpo rígido. Así mismo el análisis de sistema de base empotrada se obtuvo periodos de 0.537 segundos. El 90% de la participación modal se alcanzó hasta el último piso, lo cual significa que no todos los elementos estructurales están trabajando eficientemente desde el principio de la excitación sísmica, por lo tanto, la estructura requiere de grandes secciones en los elementos estructurales.

Pérez y Vásquez (2016), analizaron las características sísmicas con el objetivo de diseñar un sistema de aislación sísmica para un edificio de 10 pisos, cuyo sistema estructural es de pórticos rígidos con la finalidad de garantizar su buen comportamiento estructural concluye que al hacer uso de aisladores sísmicos las aceleraciones de entre piso lograron reducir a un 92% y con variación entre cada piso. En cuanto al edificio base empotrada sufrió deformaciones de rotulas plásticas en las columnas. Las cortantes basales y de entre piso

para los dispositivos de aislación LBR y FPS reducen considerablemente, 90% para aisladores LBR y un 80% para PFS, y los elementos estructurales se redujeron al 15%.

Valerio (2015) en su Tesis. “Análisis Comparativo de un Edificio Fijo en la Base vs un Edificio Aislado Utilizando 4 tipos de Aisladores Sísmicos”. Barcelona – España. Universidad Politécnica de Cataluña. Tiene como objetivo realizar un análisis comparativo del comportamiento estructural de un edificio fijo versus un edificio aislado, utilizando cuatro tipos de aisladores sísmicos a través de un análisis tiempo historia utilizando el programa ETABS. El estudio es de enfoque cuantitativo. Su investigación que envuelve el panorama general de su tesis se sustenta básicamente en los factores de desempeño de las derivas, las fuerzas cortantes en la base y los desplazamientos de piso del edificio fijo, en comparación con el edificio aislado, la utilización de aisladores HDRB se redujo en 74%, 77% y aumento en 167% respectivamente, para los aisladores LRB se redujo 74%, 76% y aumento en 212% respectivamente, utilizando el FPS se redujo en 84%, 78% y aumento en 352% respectivamente, para el aislador RNC se redujo en 86%, 84% y aumento en 333% por lo tanto, el aislador más favorable fue el Roll-N-Cage (RNC).

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Análisis estructural aisladores sísmicos

Según (Jiménez, 2010 p. 5), manifiesta que gracias al análisis sísmico se puede analizar el comportamiento estructural y el nivel de daño que puede presentar la estructura producto de un evento sísmico. Así mismo el ciclo de vibración de la estructura está en base a las características del edificio, mientras más alto sea el edificio, el ciclo de vibración se incrementa, es por ello que las estructuras de gran altura, sostienen energía lateral mínimas, aunque no tengan aislación sísmica.

1.3.2. Norma Técnica Peruana E-030

a) Análisis Estático

El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes es un procedimiento aproximado que determinan las fuerzas laterales que actúan en el centro de masa de cada nivel de piso del edificio tanto para estructuras regulares como irregulares, el análisis tiene ciertas limitaciones, solo se permite hasta 30 m de altura y para estructuras con muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada hasta 15 m de altura (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016, p.410).

La fuerza sísmica que se produce en la base o cortante basal, está determinada por las condiciones del lugar de estudio y de las características de la estructura, como son:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P \quad (1.1)$$

Donde:

Z = Factor de zona.

U = Factor de Uso

C = Factor de Amplificación sísmica

S = Factor de suelo

R = Coeficiente de reducción sísmico.

P = Peso sísmico del edificio (Tn)

la fuerza lateral afecta a cada piso de la estructura, por medio de la cortante basal que es producido por el sismo, la fuerza varía en cada nivel y está dado por la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_i(h_i)} V \quad (1.2)$$

Donde:

n = Número de pisos del edificio

K = factor de relación del periodo fundamental varía entre 1 a 2

Para poder predecir el periodo fundamental se estima una aproximación con la ecuación 1.3; mientras que para comprobar que el periodo deseado cumpla con el comportamiento de la estructura se estima con la ecuación 1.4.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (1.3)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum P_i D_i^2}{\sum F_i D_i}} \quad (1.4)$$

Donde:

F_i = Fuerza lateral de cada entrepiso. (Tn)

D_i = Desplazamiento lateral en el C.M. (mm)

h_n = Altura total del edificio (m)

C_T = Coeficiente del periodo fundamenta de vibración.

Tabla 1.
Tipos de sistema estructural

Tipo de sistema estructural	CT
Pórticos de concreto armado sin muros de corte, pórticos duales de acero con uniones a momentos, sin arriostre	35
Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensor y escaleras	45
Edificaciones de albañilería armada, de concreto armado y muros de ductilidad limitada	60

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - E.030, 2016

Análisis dinámico modal espectral

Según el CSI Analysis Reference Manual (2015), manifiesta que el análisis modal espectral es el tipo de análisis estadístico que determina la probable respuesta de una estructura ante una carga sísmica (p. 384). El análisis dinámico de la estructura comienza por un grado de libertad donde aparecen las magnitudes de cálculo dinámico que caracterizan sistemas reales más complejos, como la frecuencia natural y el coeficiente de amortiguamiento, ya que el comportamiento dinámico es construir un modelo matemático del mismo. (De la Fuente, 2015, p. 15).

Quesada (2015, pag 267), manifiesta que en el análisis dinámico los desplazamientos de la estructura varían con el tiempo, generando velocidades y aceleraciones. Así mismo Los desplazamiento, velocidades y aceleraciones de la estructura generan fuerzas restitutivas, fuerzas de amortiguamiento y fuerzas de inercia. Por lo tanto, Delgado (2011), Manifiesta que las “Las características de las estructuras vienen dadas por sus frecuencias y modo de grado de amortiguamiento” (p.15).

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016, p. 540) especifica que los tres primeros modos de vibración será mayor al 90% de la masa total en estructuras irregulares y el 80% en estructuras regulares; este método se basa en analizar el comportamiento de la estructura por medio de las ecuaciones dinámicas, determinado por los modos de vibración para finalmente determinar las respuestas de la estructura por medio de espectros de diseño.

El espectro de diseño inelástico que se debe usar para determinar las aceleraciones en función al periodo de la estructura en cada dirección, y está definido por la siguiente ecuación:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \quad (1.5)$$

Donde:

S_a = Aceleración espectral (m/s²)

g = Gravedad (m/s²)

La combinación por cada modo de vibración nos servirá para determinar las respuestas máximas tanto para las fuerzas cortantes de base, entrepiso, desplazamientos y momentos de vuelco; expresado como:

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad (1.6)$$

Requisitos del Análisis Sísmico

Excentricidad accidental: Se produce por la desviación en la posición del centro de masas (C.M.) y el centro de rigidez (C.R.), según la norma E-0.30 se considera una excentricidad accidental del 5% en planta del lado perpendicular al sentido del sismo; esto se aplica tanto para el análisis dinámico y estático; el momento de torsión en la planta de cada piso, se determina de la siguiente manera:

$$M_{ti} = \pm F_i e_i \quad (1.7)$$

Donde:

M_{ti} = Momento de torsión en planta (Tn – m)

F_i = Fuerza sísmica en planta. (Tn)

e_i = Excentricidad accidental. (m)

b) Análisis dinámico tiempo historia

El Análisis Tiempo Historia será usado como un método complementario. El reglamento Nacional de Edificaciones (2016) menciona que se usaran como mínimo 3 juegos de registros de aceleraciones del terreno y para las respuestas se consideran por lo menos 7 juegos, para cada una de las componentes horizontales del sismo, se construirá un espectro de pseudo-aceleración con un 5% de amortiguamiento y serán escalados con un mismo factor. (p.415).

Fuerza Cortante Mínima: Según la norma E-030 considera que las fuerzas cortantes tanto para el análisis estático y dinámico deben cumplir la ecuación 1.8 caso contrario se escalaran las fuerzas, de forma proporcional para cumplir dicha condición.

$$V_{dinamico} \geq \begin{cases} 80\%V_{estatico} & \text{edificios regulares} \\ 90\%V_{estatico} & \text{edificios irregulares} \end{cases} \quad (1.8)$$

Desplazamientos Laterales y derivas

los desplazamientos de una edificación están afectados por las fuerzas laterales y las cargas de gravedad determinadas; estos desplazamientos resultan ser elásticos. La norma E-030 define la siguiente condición:

$$D_{Inelastico} \geq \begin{cases} 75\%D_{elastico} & \text{edificios regulares} \\ 100\%D_{elastico} & \text{edificios irregulares} \end{cases} \quad (1.9)$$

Mientras que, las derivas o distorsiones de entrepiso son desplazamientos relativos que según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016, p. 418) delimita las derivas según la tabla N° 3 mostrada y se calculan según la ecuación siguiente:

$$\gamma_i = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{h} \quad (1.10)$$

Donde:

Δ_i = Desplazamiento por piso. (m)

h = Altura de entrepiso (m)

Tabla 2.
Límite de desplazamiento lateral de entrepiso

LÍMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO	
Material Predominante	Δ_i/h_{ei}
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
muro de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - E.030, 2016.

1.3.3. Norma técnica americana ASCE/SEI-7-16

a) Análisis Estático

Según la norma ASCE/SEI (2010), será válido el procedimiento si cumple que la aceleración espectral es menor a 0.6g para edificios de categoría A, B, C o D con periodo de 1 segundo;

la altura del edificio menor a cuatro pisos o 20 m; el periodo efectivo para un máximo desplazamiento T_M es menor o igual a 3.0 segundos; para un sismo de diseño el periodo efectivo T_D es tres veces el periodo de la súper estructura con base fija; la superestructura tiene que ser de configuración regular; debe cumplir con ciertos criterios de rigidez, fuerzas de restauración y desplazamientos máximos considerados (p.181).

El desplazamiento de diseño D_D debe soportar los desplazamientos mínimos ante un sismo en la dirección de análisis, y se determina según la siguiente expresión:

$$D_D = \frac{gS_{D1}T_D}{4\pi^2B_D} \quad (1.11)$$

$$T_D = 2\pi \sqrt{\frac{W/g}{K_{D \min}}} \quad (1.12)$$

Donde: Es el 5% del amortiguamiento del espectro de diseño ante un periodo de 1 segundo. Siendo equivalentes a lo factores Z, C, S.

$T_D =$ Periodo efectivo de diseño (s)

$W =$ Peso sismo de la superestructura (Tn)

$K_{D \min} =$ Rigidez efectiva mínima en el sistema de aislación. (Tn/m)

$B_D =$ Amortiguamiento efectivo del sistema, dado según la tabla 3:

Tabla 3.

Coefficiente de amortiguamiento

Amortiguamiento efectivo (% del crítico)	Coefficiente $B_D; B_M$
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥ 50	2.0

Fuente: American Society of Civil Engineers, 2013.

La Mínima fuerza cortante por debajo del aislador (V_D) y por encima del aislador (V_S); este dado por las siguientes ecuaciones respectivamente:

$$V_D = K_{D \max} D_D \quad (1.13)$$

$$V_S = \frac{K_{D \max} D_D}{R} \quad (1.14)$$

Donde:

R = Factor de reducción, se considera como 3/8 del R para edificios con base fija, esto debe estar comprendido entre $1 < R < 2$.

$K_{D \max}$ = Rigidez efectiva del sistema de aislamiento

D_D = Desplazamiento de diseño

El desplazamiento máximo D_M esta dado por la acción del máximo sismo considerado, dado por las siguientes expresiones:

$$D_M = \frac{g S_{M1} T_M}{4\pi^2 B_M} \quad (1.15)$$

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{W/g}{K_{M \min}}} \quad (1.16)$$

Donde:

S_{M1} = Aceleración espectral del máximo sismo considerado (MCE) con 5% de amortiguamiento para un periodo de 1s; el valor usual es $1,5 S_{M1}$

T_M = Periodo efectivo máximo (s)

W = Peso sísmico de la superestructura (Tn)

$K_{M \min}$ = Rigidez efectiva máxima del aislador. (Tn/m)

B_M = Amortiguamiento efectivo del sistema, dado según la tabla 3:

El desplazamiento total máximo D_{TM} según el reglamento norteamericano especifica que debe ser no menor al 1.1 del D_M ; o también se puede calcular con la siguiente expresión:

$$D_{TM} = D_M \left(1 + \frac{12ye}{b^2 + d^2} \right) \quad (1.17)$$

$$D_{TD} = D_D \left(1 + \frac{12ye}{b^2 + d^2} \right) \quad (1.18)$$

Donde:

y = Distancia entre el C.R. del sistema de aislamiento y el aislador más alejado, perpendicular al sentido del sismo

e = excentricidad real sumada a la accidental entre el C.M. del edificio y el C.R. del conjunto de aisladores, o perpendicular al sismo.

b, d = Lado menor y lado mayor en planta respectivamente

b) Análisis dinámico Modal Espectral y Tiempo Historia

La norma ASECE/SEI (2010, p.182) menciona que la fuerza cortante en la base del sistema de aislación no debe ser menor que el 90% de la Mínima fuerza cortante por debajo del aislador (V_d). El diseño de los elementos que componen la superestructura, la fuerza cortante en la base debe ser mayor o igual al 80% de la mínima fuerza cortante por encima del aislador (V_s), si el edificio es regular o 100% en ambos casos si es irregular.

En método tiempo historia como se menciona anteriormente para estructuras aisladas sirve de forma complementaria para saber de una manera más exacta como es que se comporta la edificación frente a sismos reales.

Por otra parte, el Reglamento Nacional de Construcción (2016) afirma que para cualquier tipo de categoría el factor de uso U será 1 (p.412) debido a que los aisladores absorben toda la energía del sismo y no tendría sentido amplificar el factor de uso.

Tabla 4.
Valores mínimos de fuerzas y desplazamientos

Método de Análisis	Estructura Regular		Estructura Irregular		Desplazamientos	
	V_b	V_s	V_b	V_s	D_{td}	D_{tm}
Método Modal Espectral	90%	80%	100%	100%	90%	80%
Método Tiempo Historia	90%	60%	100%	80%	90%	80%

Fuente: American Society of Civil Engineers, 2013

1.3.4. Aislamiento sísmico

Los principios básicos del aislamiento se basan en aislar la estructura de la superestructura; Meza y Ezequiel (2010), (p, 58), es por ello que es un elemento donde cargas verticales son rígidas y las horizontales son más flexibles esto permite que la estructura tenga desplazamientos bajo las cargas aplicadas, lo cual implica que las fuerzas sísmicas se reduzcan y se modifique el periodo de vibración, por lo tanto, los aisladores se comportan tipo un sólido rígido.

+++++++Toapanta (2013), manifiesta que el aislamiento sísmico permite absorber la acción del sismo, soportar el peso de la estructura, y el control pasivo de la vibración de la estructura, así mismo protege a la estructura del efecto ante un impacto sísmico mediante un diseño inicial apropiado, es por ello que los aisladores se ubican entre la estructura y sus fundaciones formando una especie de filtro impidiendo que las ondas del terremoto pasen desde el suelo o iguales al edificio.

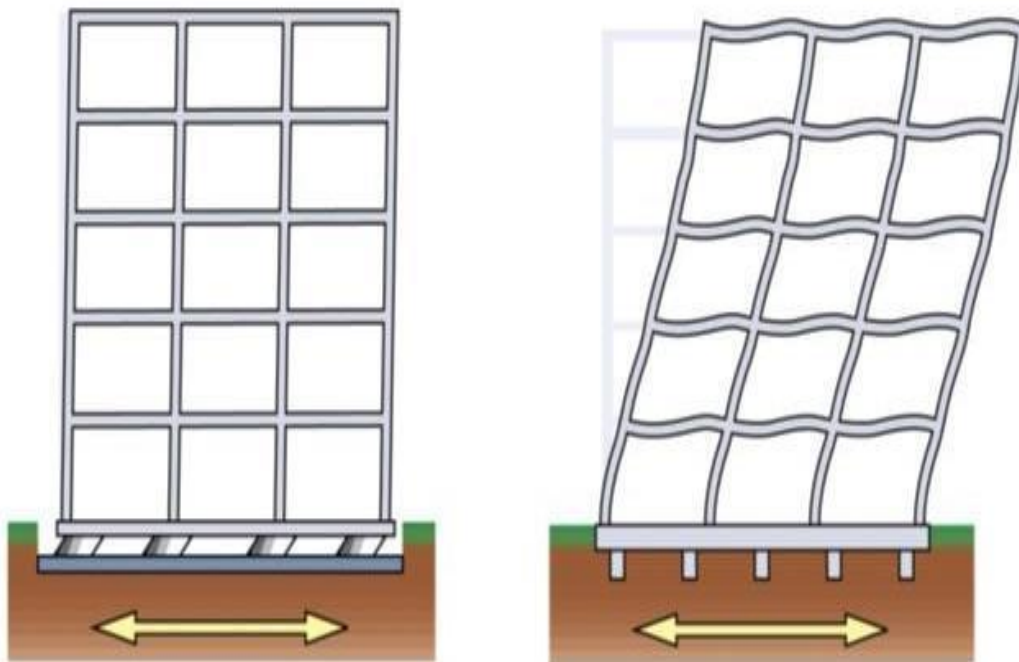


Figura 1. Comportamiento de una estructura aislada y convencional ante un evento sísmico.

Fuente: (FEMA 451, 2003)

En un espectro sísmico de suelo duro típico, es necesario utilizar aisladores ya que permite trasladar el periodo del edificio de T_1 a T_2 ; lo que implica disminuir demanda de la fuerza cortante. En cambio, los espectros sísmicos en países de suelo blando como México, al ampliar el periodo conlleva aumentar la fuerza cortante del edificio, por tal motivo no es recomendable para dicho tipo de suelo.

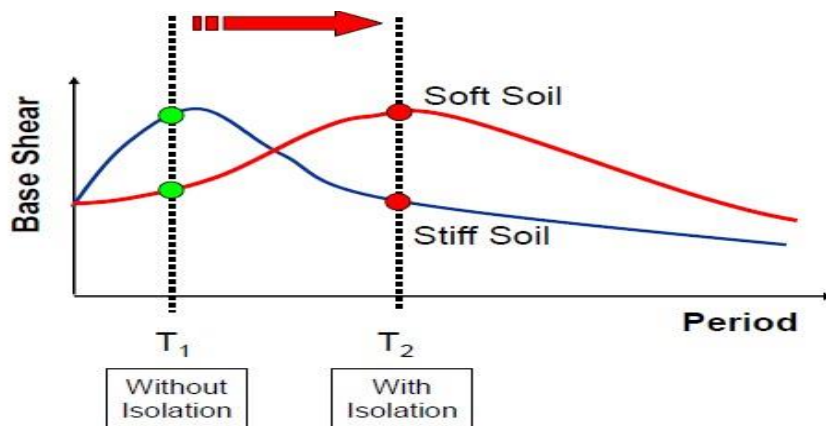


Figura 2. Efecto del suelo en la respuesta de una estructura aislada (FEMA 451,2003).

Fuente: Tesis PUCP- Paul Korswagen y Otros

La inclusión de aisladores permite minimizar el impacto sísmico hacia la estructura ya que esta se flexibiliza debido al cambio en los periodos de vibración, lo que implica que la aceleración espectral al igual que la fuerza sísmica disminuya.

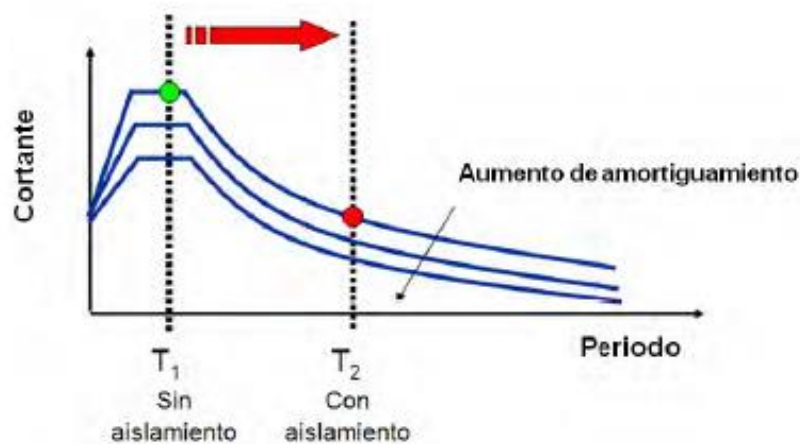


Figura 3. Efecto de la aislación en el comportamiento dinámico.

Fuente: Tesis PUCP- Paul Korswagen y Otros

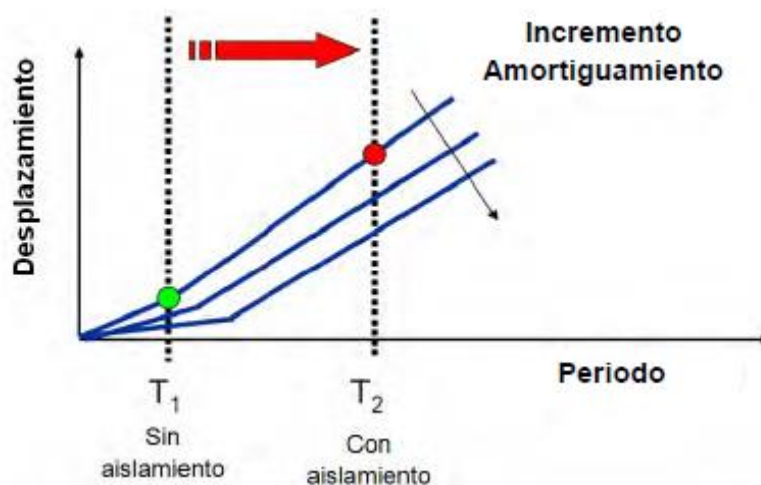


Figura 4. Efecto de la aislación en el comportamiento dinámico.

Fuente: Tesis PUCP- Paul Korswagen y Otros

1.3.5. Aisladores sísmicos

Se utilizan en estructuras de menor altura, estos dispositivos permiten importantes reducciones, que van entre un 70% y 90%, es decir la estructura no siente el terremoto, al mismo tiempo protege a sus ocupantes, elementos estructurales y no estructurales que se encuentren en ella, y garantizan una continuidad operativa del edificio después de un terremoto severo.

a) Aisladores de triple péndulo:

Estos dispositivos cuentan con un deslizador articulado ubicado sobre una superficie cóncava. La ventaja es que después de un movimiento vibratorio producido por la pérdida de estabilidad de las masas de la corteza, regresan a su posición inicial, gracias a la geometría de la superficie y a la fuerza inducida por la gravedad. Así mismo se encuentran bajo un coeficiente de fricción de 5 a 7%.

Este dispositivo tiene un comportamiento no lineal y complejo, debido que cuando el desplazamiento aumenta existen muchos cambios en la rigidez. Ya que, a bajos niveles de fuerza, el sistema es muy rígido, en comparación a un sismo de diseño, en el que hay una mejor rigidez y aumento de la amortización, el comportamiento también difiere el sismo considerado, donde hay mayor rigidez para controlar los desplazamientos. Esto da lugar a un sistema adaptativo que puede ser optimizado para diferentes niveles de rendimiento.

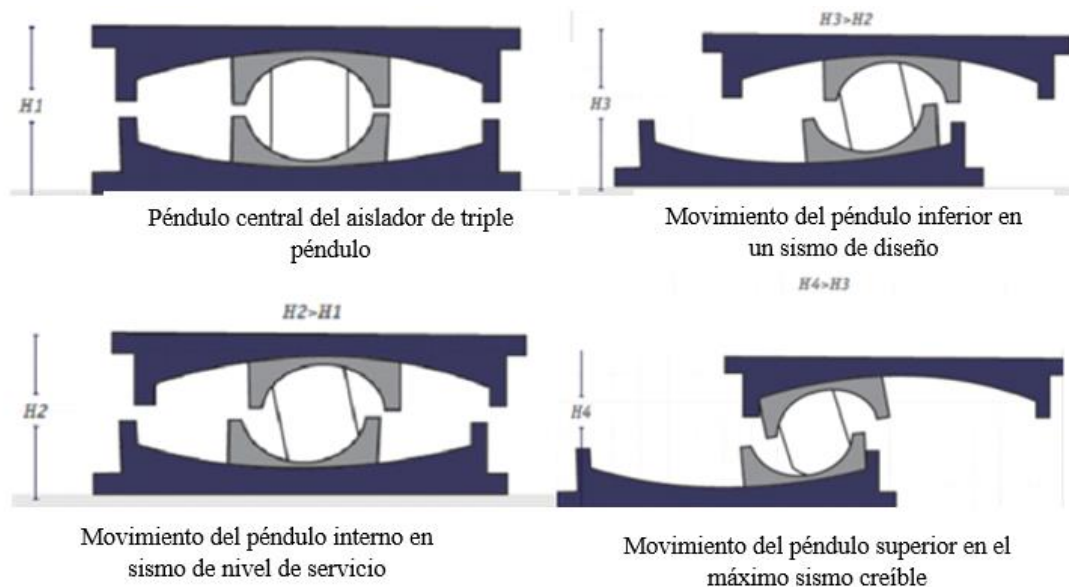


Figura 5. Reacción del Aislador de triple péndulo ante los movimientos sísmicos.

Fuente: Aisladores Sísmicos Péndulo de Fricción.

Así mismo proporcionan una rigidez relativa al desplazamiento lateral directamente proporcional al peso de la estructura e inversamente proporcional al radio de curvatura. Una de las propiedades de interés de este dispositivo, es su capacidad en proporcionar períodos

y desplazamientos largos, manteniendo su capacidad portante de utilidad ante la presencia de sismos caracterizados por la presencia de pulsos largos. Se puede decir que el aislador es activado cuando las fuerzas de corte sobre la interfaz de aislación debida a las fuerzas sísmicas, supera la fuerza de fricción estática. Los resultados de aislación basal deseados, se alcanzan por la geometría del apoyo y la gravedad.

Por lo tanto, Constantinou et all (2010), expone estándares de diámetros de aisladores de triple péndulo que han sido fabricados, y esto puede ser utilizado para obtener valores de capacidad de desplazamiento para realizar un pre diseño. Cabe recalcar que el material es de acero y teflón.

TABLE 4-2 Partial List of Standard Sizes of FP Bearing Concave Plates	
Radius of Curvature, mm (inch)	Diameter of Concave Surface, mm (inch)
1555 (61)	356 (14)
	457 (18)
	559 (22)
	787 (31)
	914 (36)
2235 (88)	686 (27)
	787 (31)
	914 (36)
	991 (39)
	1041 (41)
	1118 (44)
	1168 (46)
	1295 (51)
1422 (56)	
3048 (120)	686 (27)
	1422 (56)
3962 (156)	1600 (63)
	1778 (70)
	2692 (106)
	3150 (124)
6045 (238)	1981 (78)
	2388 (94)
	2692 (106)
	3327 (131)
	3632 (143)

*Figura 6. Estándar del diámetro de la superficie cóncava y radio de curvatura.
Fuente: Constantinou et all 2011.*

a) Modelo bilineal

El modelo Bilineal, expresa la relación entre la fuerza de corte y el desplazamiento lateral, puede definirse por tres parámetros: la rigidez inicial k_1 , la rigidez post-fluencia k_2 , y la fuerza característica, Q_d .

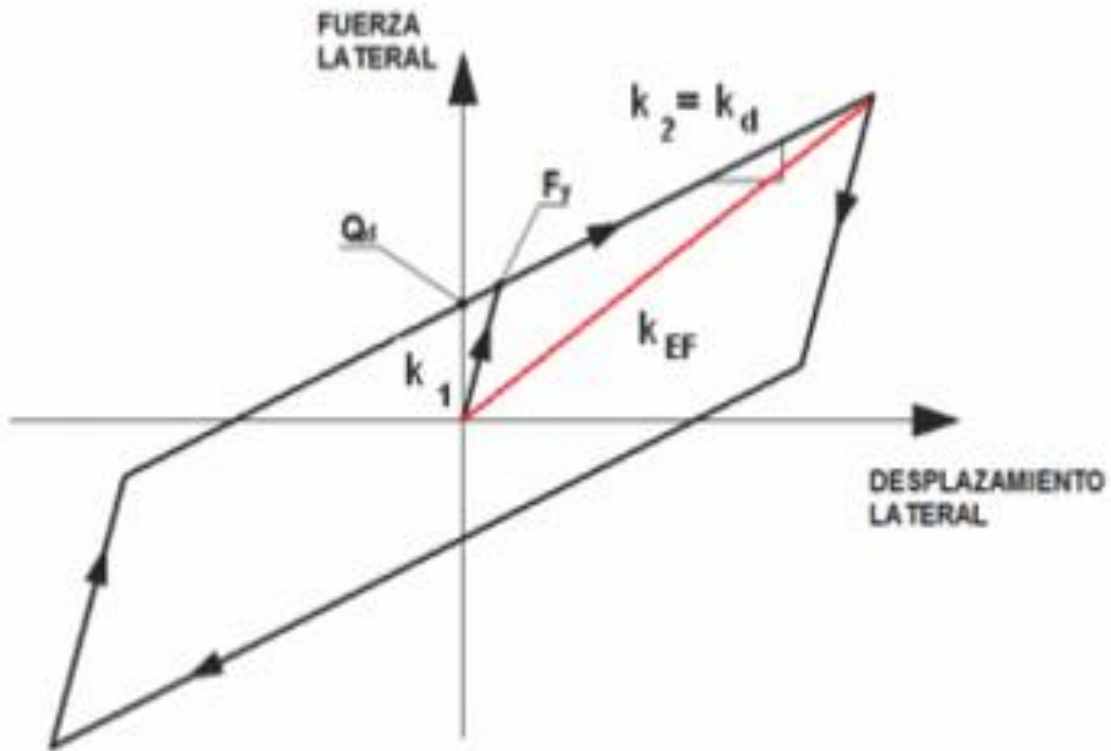


Figura 7. Curva de histéresis Modelo bilineal.
Fuente: (Aguilar Falconí, 2013)

b) Proceso constructivo de los aisladores sísmicos.

Los aisladores sísmicos Son dispositivos de disipación de energía que se ubican debajo de la superestructura, o también llamado sistema de aislación. Los aisladores están constituidos por pernos de anclaje y una placa de soporte. El sistema de aislación puede estar conformado por uno o varios tipos de aisladores con la finalidad de obtener un óptimo desplazamiento uniforme en la dirección donde llegaría el sismo.

Encima de estos aisladores se ubica un piso técnico conformado por vigas y losas, este piso ayuda a que los aisladores trabajen uniformes. Por debajo de los aisladores está ubicado una columna corta que ayuda como apoyo a los aisladores y además estas columnas son diseñadas con un factor de seguridad mucho mayor que la superestructura obteniendo secciones igual o más grande que las columnas.

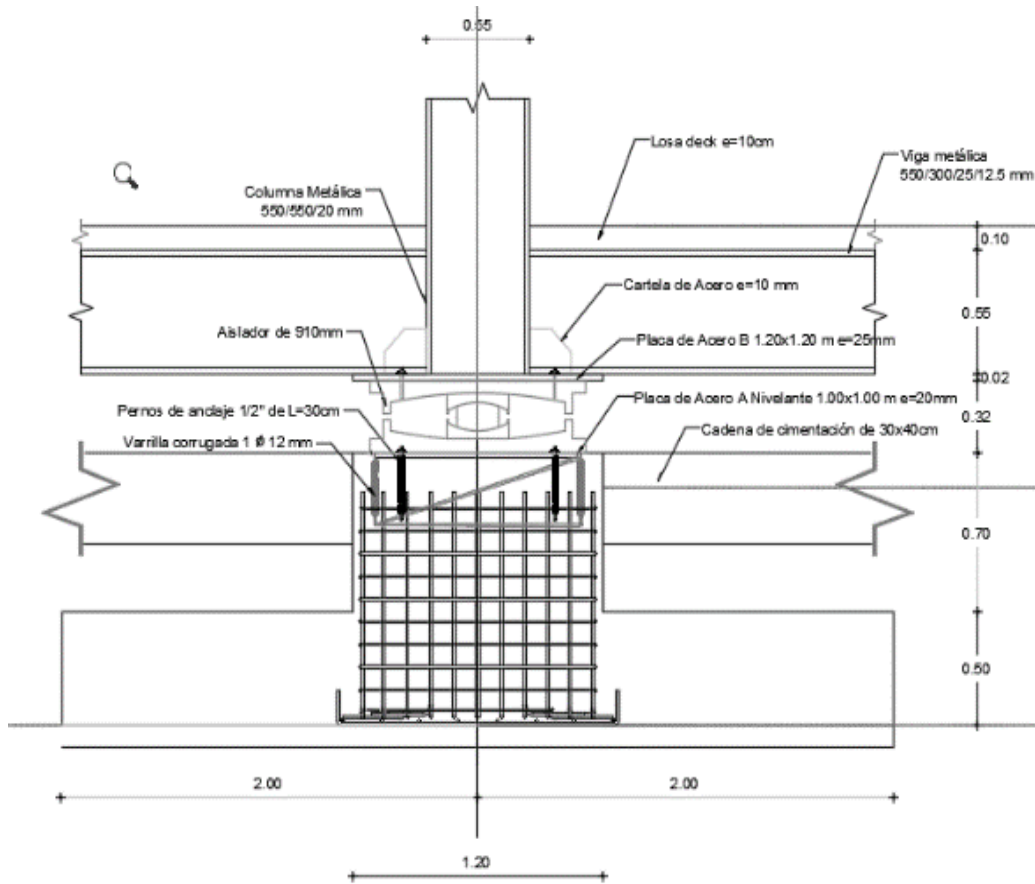


Figura 8. Detalle constructivo del aislador FPS.
Fuente: Aguiar (2016)

Se puede observar La armadura del pedestal de celosía (reticular) que soportará una placa de acero de 2 cm, de espesor sobre la que se asienta el aislador FPT.

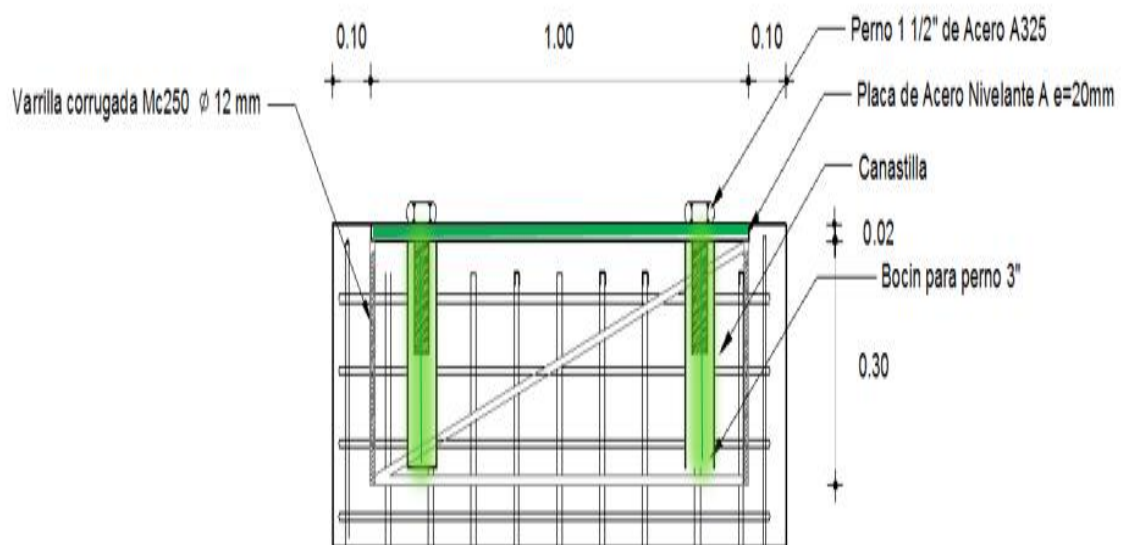


Figura 9. Posición de la placa y pernos de anclaje en el pedestal donde ira soportado el aislador.
Fuente: Aguiar (2016)

En la figura 8 y 9 se ve que ya se ha colocado y soldado la placa de apoyo de los aisladores, está lista para la colocación del concreto y se destaca que se han colocado cuatro canastillas (en la placa de apoyo) en las que van los pernos de anclaje que tiene la base del aislador y en el centro se deja una abertura que facilita la colocación del concreto en el nudo conformado por las cadenas y pedestal.



Figura 10. Colocación de placa de apoyo de los aisladores.
Fuente: Aguiar (2016)



Figura 11. Vaciado del concreto $f'c$ 210 en el pedestal.
Fuente: Aguiar (2016)



*Figura 12. Colocación de aisladores FPS en columnas cortas.
Fuente: Aguiar (2016)*



*Figura 13. Instalación del aislador FPS.
Fuente: Aguiar (2016)*

c) Consideraciones para el análisis y diseño con aisladores sísmicos

capacidad de carga: Es importante debido a que cada aislador tiene un límite máximo de carga, es por ello que se debe repartir uniformemente las cargas del edificio, para poder impedir que algún aislador se encuentre sobrecargado.

Uniformar desplazamientos: Para poder flexibilizar a la estructura se deberá incluir un diafragma rígido, ya que no debe existir desplazamientos diferenciales horizontales en ambas direcciones a nivel del sistema de aisladores.

Efectos de torsión: Se deberá evaluar la separación entre el centro de masas y el centro de rigidez del sistema de aislamiento, dado que, si se llegaran a presentar efectos de torsión, existirá una mayor participación en el movimiento de los aisladores en la dirección perpendicular a la del análisis; y de esta forma el objetivo de independizar el movimiento en cada dirección se ve reducida.

Tracción en los aisladores: Se deberá tener en cuenta que los aisladores poseen una resistencia a tracción del 10 – 15% de compresión, así mismo deben ser evaluados constantemente. Si aquellos valores fueran superiores al rango, los aisladores tendrán otras propiedades y podrían llegar a dañarse.

Deformaciones verticales: Estas podrían generar deformaciones diferenciales entre los distintos elementos de la superestructura.

1.3.6. Diseño de elementos estructurales

El objetivo del diseño es reducir el riesgo de falla por cortante en vigas y columnas durante un sismo. (Rochel, p.121).

Diseño de elementos estructurales

Quesada (2015), el diseño estructural es un proceso donde se define los elementos estructurales que integran a la estructura, materiales dimensiones, uniones, detalle general y su ubicación relativa en los edificios.

Losa

Los techos que cumplen en la distribución de las fuerzas horizontales con dirección sobre los muros (apoyos) se llaman: losas aligeradas, nervadas o macizas, algunas son prefabricadas o construidas en obra de forma que integren a toda la estructura y que admitan las cargas horizontales y verticales comportándose como un diafragma rígido (Abanto, 2000, p.228).

Diafragma rígido

Es una losa que no se deforma ni se tracciona y tampoco sufre flexión. La norma de albañilería confinada menciona que las viviendas de preferencia deben llevar diafragma rígido para unificar los desplazamientos laterales. Los diferentes tipos de losas todas sin excepción son diafragmas rígidos.

Vigas

Es un elemento de concreto armado que se coloca encima del muro confinado y cumple tres funciones: Cuando los extremos superiores de los muros no están confinados, al presentarse un terremoto vibran libremente originándose en las caras del muro esfuerzos de tracción y compresión (Santana, 2013 p.6) este elemento es muy importante ya que cumple tres funciones. En el caso de un movimiento este reacciona vibrando libremente originando esfuerzos de tracción y compresión.

Columnas

Una columna es un elemento vertical esbelto que sostiene una carga impuesta. Para el diseño de las columnas se debe escoger la fuerza axial mayor, que presenta mayor resistencia a momentos de la columna (Rochel, p.123).

1.4. Características estructurales del edificio

La estructura del pabellón de un hospital tipo II-1 se encuentra ubicado en la zona altamente sísmica, y consta de 3 pisos y un sótano donde la altura de todos los pisos es de 4.50 metros y la altura total es de 18 metros., cada nivel está destinado a las UPS de mayor importancia, y cuyo objetivo es mejorar su comportamiento y desempeño sísmico por medio de aisladores en la base.

Materiales

- Concreto:

Resistencia a la compresión: $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Peso específico del concreto: $\gamma=2400 \text{ kg/m}^3$.

Modulo elástico de concreto:

$$E_c = 15000\sqrt{F_c} \quad (1.19)$$

$$E_c = 15000\sqrt{210} = 217370.65 \text{ Kg/cm}^2$$

Módulo de poisson: 0.20

- Acero de Refuerzo:

Esfuerzo de fluencia: $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad: $E_s = 2 * 10^7 \frac{T}{m^2}$

Modulo elástico del acero: $E_s= 2002000\text{kg/cm}^2$

Predimensionamiento de losa

Según Blanco las losas aligeradas armadas bidireccionales, se usan cuando tienen luces mayores a 6 metros. Así mismo el peralte de las losas serán dimensionadas considerando el siguiente criterio:

$$H = \frac{Ln}{25} = \frac{7.50}{25} = 0.35 \quad (1.20)$$

Predimensionamiento de columnas

Al realizar el predimensionamiento de columnas se aplicó los criterios del A.C.I. dependiendo su ubicación.

Columnas centradas

Columnas esquinadas y excéntricas

$$A_{Col.} = \frac{P. \text{SERVICIO}}{0.45 \times F'c} \qquad A_{col} = \frac{P. \text{Servicio}}{0.35 * Fc} \qquad (1.21)$$

Tabla 5.

Dimensionamiento de columnas

Descripción	Área m2	P(cm+cv) kg/m2	# Pisos	Pg kg	n	fc kg/cm2	t cm	t cm
C-1	54	1500	3	267300	0.45	210	53.184	53
C-2	50	1500	3	247500	0.35	210	58.029	58
C-3	50	1500	3	247500	0.35	210	58.029	58
C-4	50	1500	3	247500	0.35	210	58.029	58

Elaboración propia

Carga a compresión Pura

$$\phi P_{n(\max)} = 0.80\phi(0.85f_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st})$$

$$\rho_{column} = \frac{A_{st}}{A_g} \qquad \rho_{column} = \frac{A_{st}}{A_g}$$

Tabla 6.

Columnas a utilizar

Descripción	b cm	h cm
C-1	55	55
C-2	60	60
C-3	60	60
C-4	60	60

Elaboración propia

Dónde: P es asumida según la categoría de la edificación, en este caso sería 1500kg/m2 por ser de categoría A (hospital), multiplicado por el área tributaria (A) y N número de pisos (en este caso 4).

Predimensionamiento de viga.

Por ser edificación esencial (hospital), se utilizará la siguiente formula $H=L/10$. Por lo tanto, las vigas interiores y exteriores se han planteado de 35 X 70 cm.

1.5. Análisis Sísmico del edificio convencional

a) Datos de entrada

- **Cargas Vivas:**

Tabla 7.
Datos de Cargas Muertas

Descripción de sobrecargas permanentes	Peso de servicio (kg/m ²)
Salas de operación, laboratorio, y áreas de servicio	300
Cuartos	200
Corredores y escaleras	400

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - E.020, 2016

- **Cargas Muertas:**

Tabla 8.
Datos de Cargas Muertas

Descripción de cargas permanentes	Peso de servicio (kg/m ²)
Peso de acabados	120
Peso de tabiques	150
Peso de losa Aligerada (e=30cm)	420

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - E.020, 2016.

- **Espectro de Diseño**

Definición de los parámetros de diseño según el Reglamento Nacional de Edificación (E-030).

Tabla 9.
Parámetros del Espectro de diseño

Parámetros	
Z (Tip A-1)	0.35
U (Hospital tipo A1)	1.5
C (Coeficiente sísmico)	2.5
S2 (Suelo intermedio)	1.15
R (Regularidad estructural)	6
Tp	0.6 seg
Tl	2 seg
Ia (Irregularidad esquinas entrantes)	0.9
Ip (Regular)	1

Elaboración propia

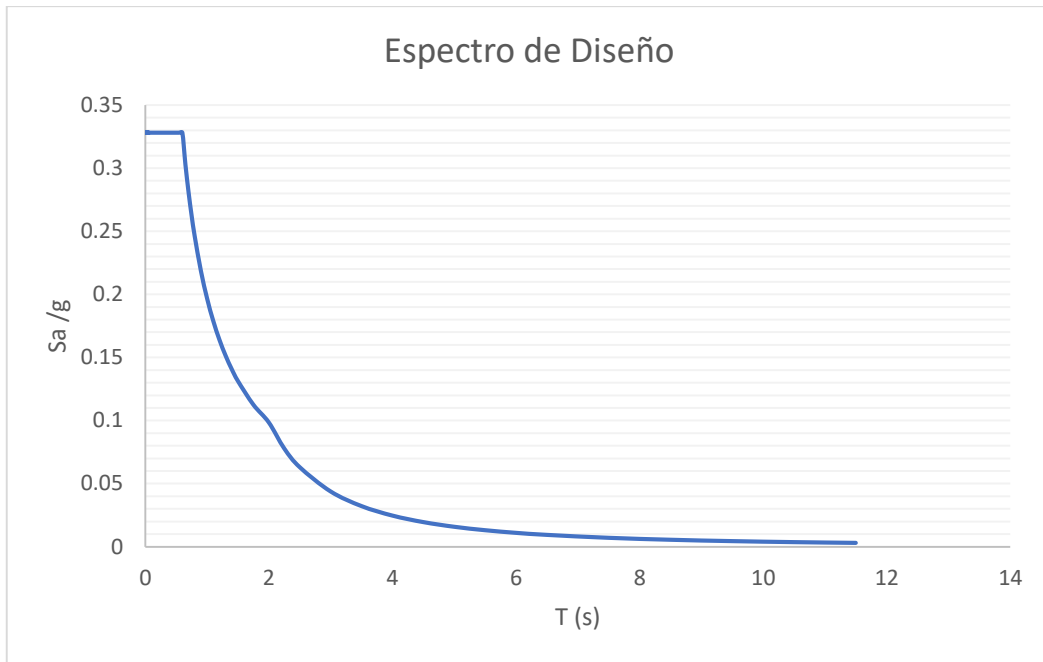


Figura 14. Espectro de diseño según Norma E-030.
Fuente: Elaboración propia

- **Registros Sísmico**

los registros sísmicos que se va a utilizar fueron extraídos del Centro de Monitoreo Sísmico (CEMOS), perteneciente al Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmica y Migración de desastres (CISMID).

Lima 1966: Estación parque de la Reserva (PRQ), latitud 12.07 y longitud 77.04 y una altura de 130m, modelo de acelerograma analógico con frecuencia de 50Hz. Información de sismo 7 de octubre de 1966, latitud 10.7 y longitud 78.7 con una profundidad de 24 km y magnitud de 8.1 Mw, cuyos puntos registrados son de 3283 y aceleración máxima 180.56 cm/s².

Lima 1974: Estación parque de la Reserva (PRQ), latitud 12.07 y longitud 77.04 y una altura de 130m, modelo de acelerograma analógico con frecuencia de 50Hz. Información de sismo 17 de octubre de 1974, latitud 12.5 y longitud 77.98 con una profundidad de 13 km y magnitud de 6.6 Mw, cuyos puntos registrados son de 4899 y aceleración máxima 194.21 cm/s².

Lima 2007: Estación Universidad Nacional San Luis Gonzaga Ica, latitud 14.088 y longitud 75.732 y una altura de 409m, modelo de acelerograma RION SM-10B con frecuencia de 100Hz. Información de sismo 15 de octubre de 2007, latitud 13.67 y longitud 76.76 con una profundidad de 40 km y magnitud de 7.0 Mw, cuyos puntos registrados son de 21807 y aceleración máxima 272.82 cm/s².

Modelamiento en Etabs

Entrada de datos de los ejes del plano de estructuras en planta en el sentido X e Y; y elevación en el sentido Z.

Grid System Data

Grid System Name: G1

System Origin: Global X: 0 m, Global Y: 0 m, Rotation: 0 deg

Story Range Option: Default, User Specified

Click to Modify/Show: Reference Points..., Reference Planes...

Options: Bubble Size: 1250 mm, Grid Color: [Color]

Rectangular Grids: Display Grid Data as Ordinates, Display Grid Data as Spacing

X Grid Data

Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	End
B	7.10	Yes	End
C	14.30	Yes	End
D	21.50	Yes	End
E	28.70	Yes	End
F	35.90	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	Start
2	7.5	Yes	Start
3	15	Yes	Start
4	22.5	Yes	Start
5	30.03	Yes	Start

Figura 15. Entrada de datos de planta (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Material Property Data

General Data

Material Name: F'c = 210 kg/cm2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density, Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2400000 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 244732 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2188197.89 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 911749.12 tonf/m²

Figura 16. Definición del concreto $f_c=210$ kg/cm² (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

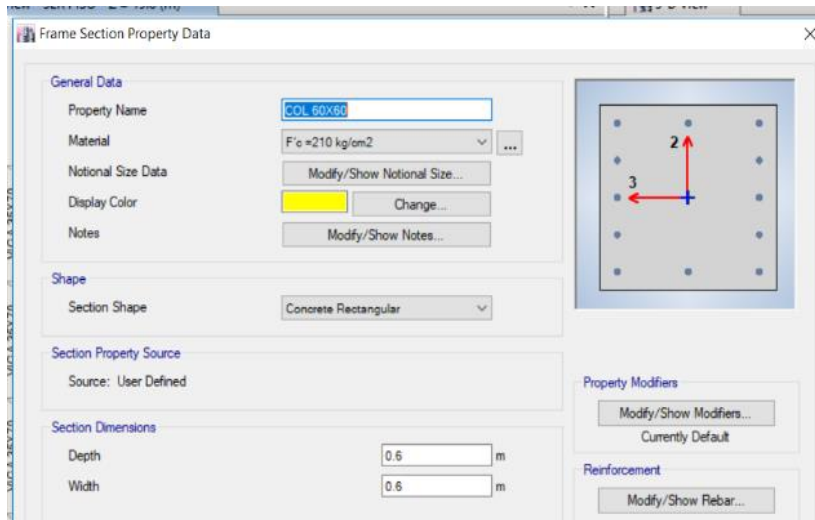


Figura 17. Definición de columna principal C-1 (60X60) (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

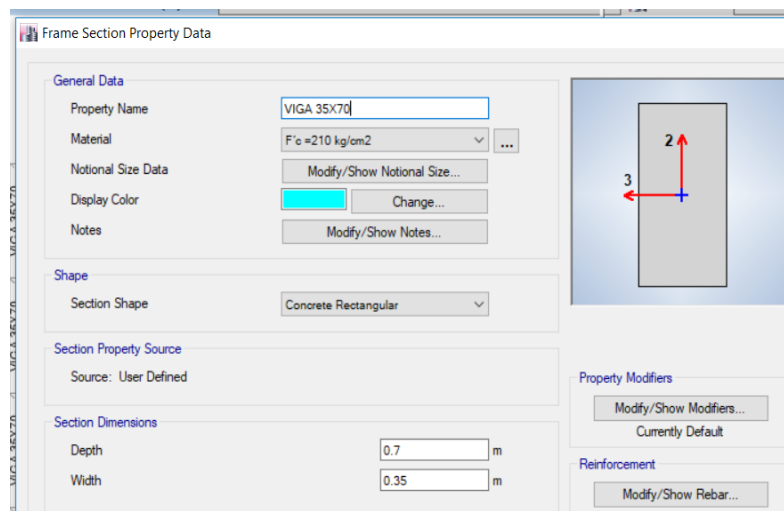


Figura 18. Definición de viga (35X70cm) (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

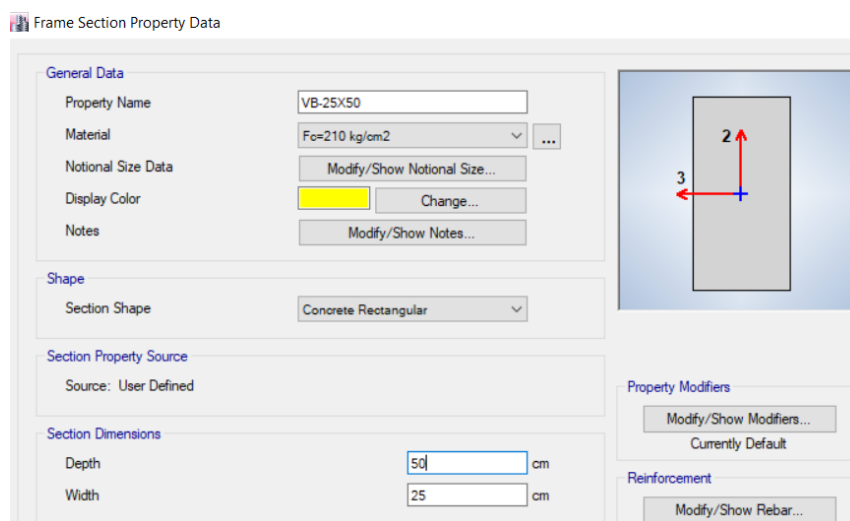


Figura 19. Definición de viga borde VB (25X50cm) (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Slab Property Data

General Data

Property Name: Alig 2Dirc

Slab Material: Fc=210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Type: Waffle

Overall Depth: 0.3 m

Slab Thickness: 0.05 m

Stem Width at Top: 0.1 m

Stem Width at Bottom: 0.1 m

Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis: 0.4 m

Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis: 0.4 m

Figura 20. Definición de losa bidireccional ($e=30$ cm) (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Wall Property Data

General Data

Property Name: PL-30cm

Property Type: Specified

Wall Material: Fc=210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Property Data

Thickness: 0.3 m

Figura 21. Definición de Placas ($e=30$ cm) (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Esquema del Edificio en planta (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

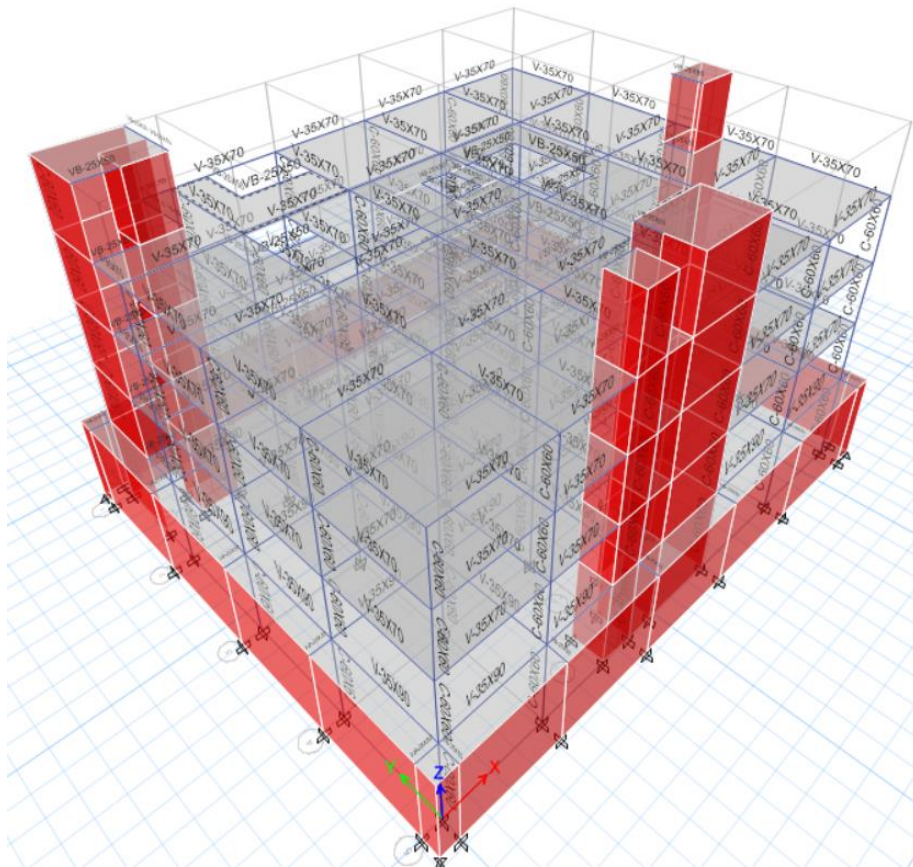


Figura 23. Esquema del Edificio en planta (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Definición de las cargas vivas, muerta, peso propio y aligerado de la estructura debido que el programa solo calcula el peso del concreto de todos los elementos estructurales.

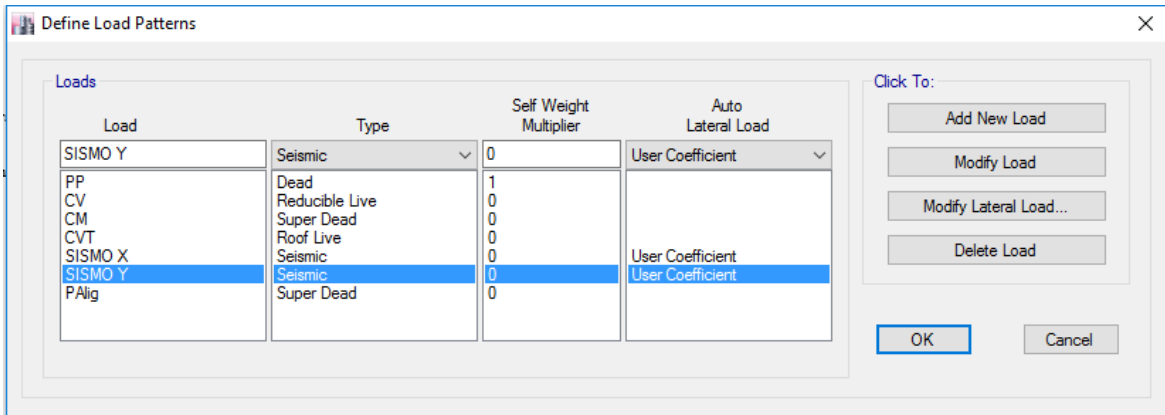


Figura 24. Asignación de cargas (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Asignación de cargas:

a) Cargas vivas:

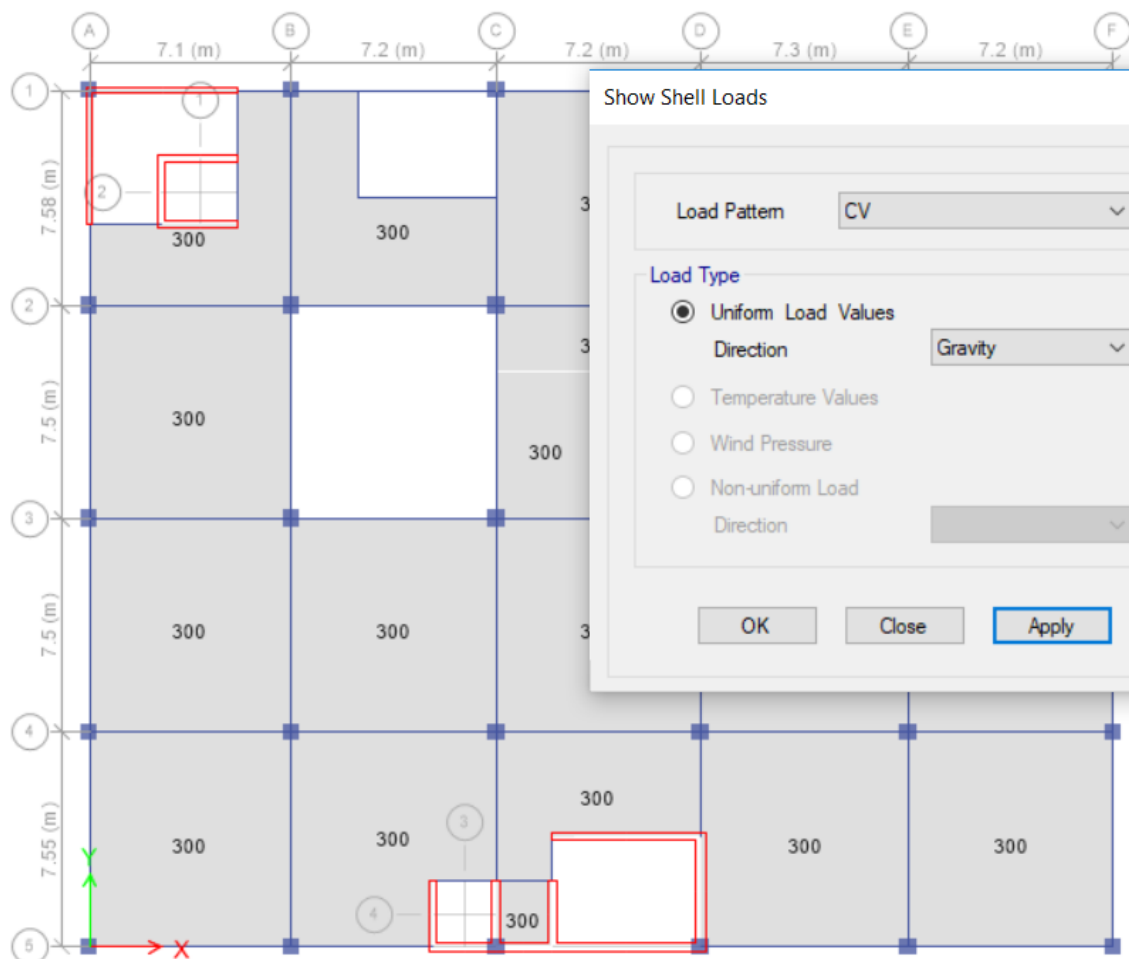


Figura 25. Asignación de carga viva S/C=300 kg/m² (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

b) Cargas muertas:

Para la carga muerta se ha calculado los muros de tabiquería no portantes, ladrillo pandereta 14 kg/cm² Estos tipos de cargas están especificadas en la tabla N°11, donde se hace un pequeño cálculo para determinar el peso total de carga muerta.

$$\text{Peso de tabiques} \quad P_{\text{tabiques}} = 150 \text{ Kg/m}^2 \quad (1.22)$$

$$\text{Peso de Acabados} \quad P_{\text{acabados}} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$CM = 250 \text{ Kg/m}^2$$

Para el caso de las losas, al ingresar los datos en la definición se agregan automáticamente el peso propio del concreto con peso específico de concreto de $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$. En el caso de la losa Aligerada se tiene que calcular el peso de los ladrillos del aligerado porque el programa no contempla estos datos. El sistema es aligerado en 2 dirección (Peso Propio, PP= 420 kg/m² para espesores de 30 cm, según la norma E-020).

$$V_c = 0.05 + 0.4375 * h = 0.181$$

$$P_{\text{muros}} = e_{\text{muro}} * H_{\text{muro}} * P_{\text{especifico muro}}$$

$$P = 15 \text{ cm} * 4.10 * 1800 = 1107 \text{ kg/m}$$

The screenshot shows the 'Load Definition' dialog box in ETABS. The 'Load Pattern Name' is 'PP'. Under 'Load Type and Direction', 'Forces' is selected and 'Direction of Load Application' is 'Gravity'. Under 'Options', 'Replace Existing Loads' is selected. The 'Trapezoidal Loads' section has four columns with 'Distance' and 'Load' fields, all set to 0. The 'Uniform Load' section has a 'Load' field set to 1107 kgf/m. Buttons for 'OK', 'Close', and 'Apply' are visible at the bottom right.

Figura 26. Asignación de carga muerta por metro lineal (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera se asigna el peso de todos los tabiques donde estén apoyados en vigas.

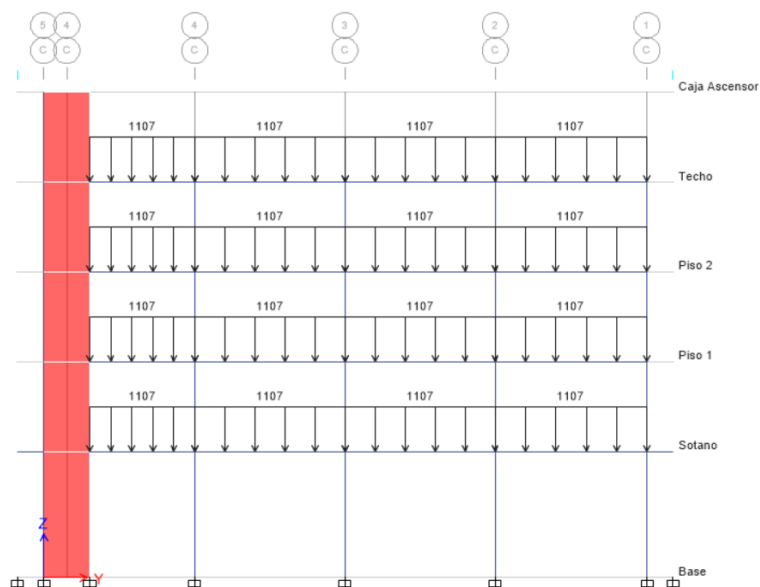


Figura 27. Pórtico eje H (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Asignación de los diafragmas rígidos en el programa ETABS para que pueda analizar las derivas, fuerzas cortantes y desplazamientos en su centro de gravedad.

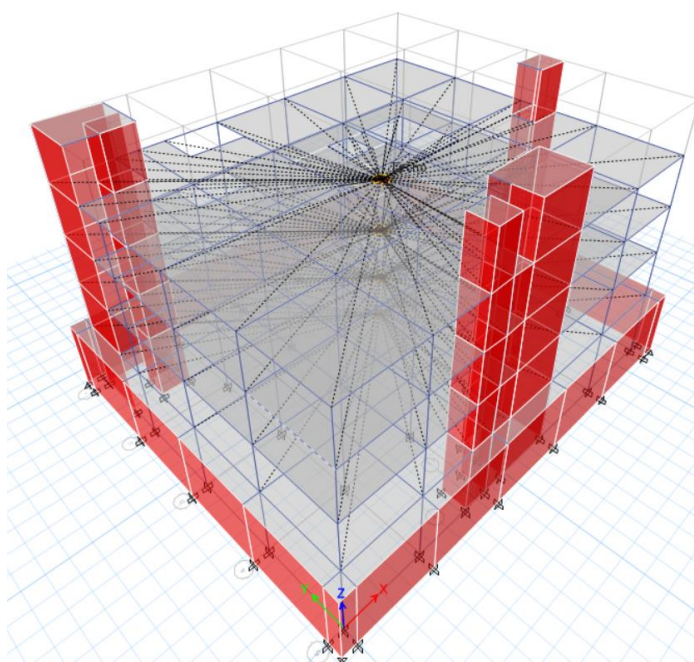


Figura 28. Diafragmas rígidos para cada uno de los pisos (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

El peso sísmico se define según las cargas vivas y muertas definidas en el programa ETABS; se debe considerar el 50% de la carga viva porque es de categoría A y 25% de la carga viva de techo según reglamento E-030.

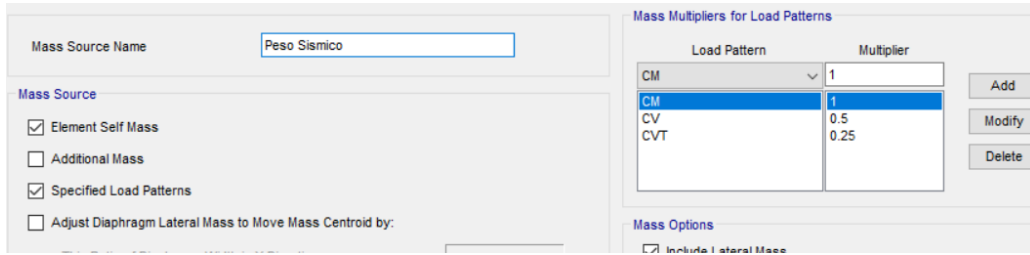


Figura 29. Peso Sísmico del Edificio (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Análisis Sísmico Estático

Se asigna los parámetros requeridos según la norma E-030 del reglamento nacional de edificación para el respectivo calculo:

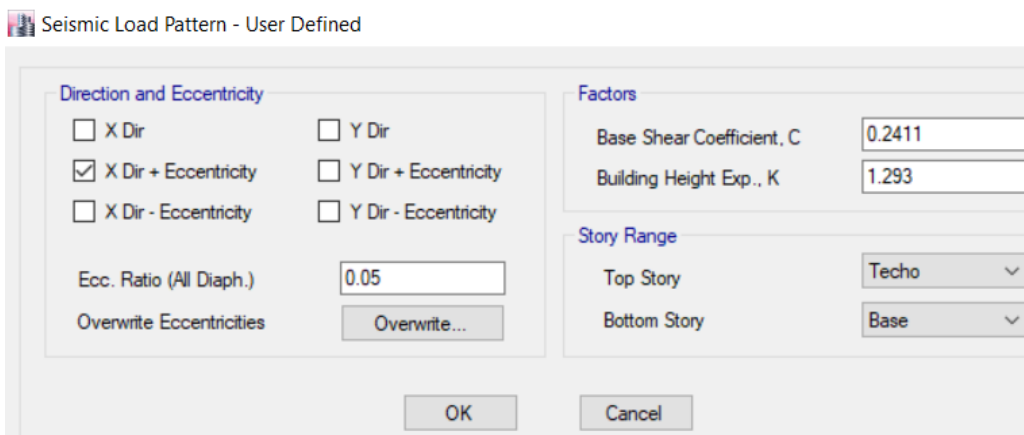


Figura 30. Sismo Estático en la dirección X (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

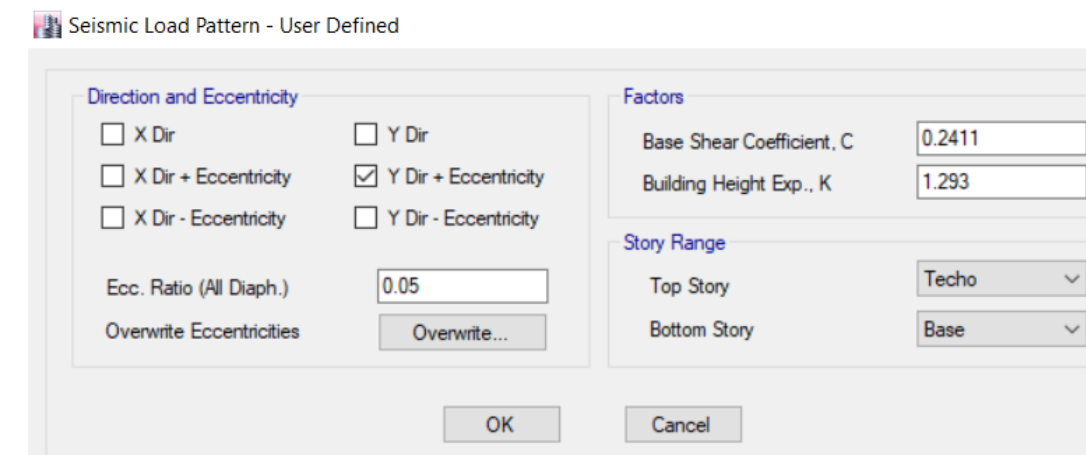


Figura 31. Sismo Estático en la dirección Y (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en las figuras 31 y 32 se debe asignar las excentricidades el coeficiente sísmico según la dirección del sismo, en este caso el coeficiente sísmico es igual para ambos casos.

Análisis Sísmico Dinámico

Se ingresa los parámetros que se consideraron para el espectro de diseño de la figura 9, y el espectro del sismo máximo considerado.

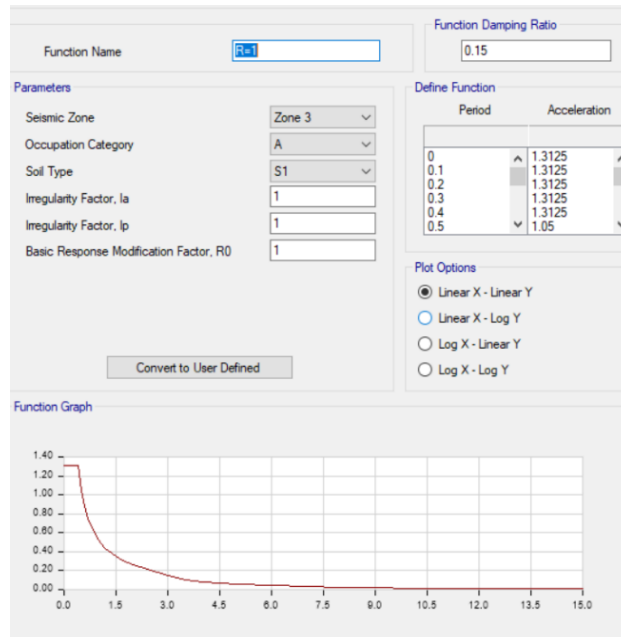


Figura 32. Sismo de diseño para ambas direcciones de análisis (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber definido el espectro de diseño en el programa, posteriormente se definirá las condiciones para el análisis dinámico modal espectral. En el programa se debe considerar el porcentaje de excentricidad que la norma nos indica el 5% por cada piso; también se debe asignar el tipo de combinación modal, en este caso se elige el método de Combinación Cuadrática Completa (CQC) especificado en la norma E-030 para ambas direcciones.

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E-030 XY R=1	9.8067

Figura 33. Espectro sísmico en la dirección X (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E-030 XY R=1	9.8067

Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: Modify/Show...

Figura 34. Espectro sísmico en la dirección Y (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el análisis tiempo historia se han escogido 7 registros que se encuentran en la página del CISMID para las direcciones NS – EW; estos registros están en formato txt. en block de notas, como modo de ejemplo se muestra uno de los registros que se ingresan al ETABS para su respectivo escalamiento.

ESTACION PARQUE DE LA RESERVA: Bloc de notas				
Archivo Edición Formato Ver Ayuda NATIONAL UNIVERSITY OF ENGINEERING FACULTY OF CIVIL ENGINEERING JAPAN-PERU CENTER FOR EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH AND DISASTER MITIGATION (CISMID) TUPAC AMARU AVENUE 1150 - LIMA 25 - PERU Postal Code 31-250 Lima 31 Telephone Numbers (51-1) 482-0777, 482-0790 FAX 481-0170 e-mail: f_lazares@uni.edu.pe http://www.cismid-uni.org				
1. INFORMATION ABOUT THE SEISMIC STATION STATION NAME : Parque de la Reserva STATION CODE : PRQ STATION LOCATION : Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima LATITUDE : -12.07 LONGITUDE : -77.04 ALTITUDE (m) : 130 ACCELEROMETER MODEL : Acelerógrafo Analógico SAMPLING FREQUENCY (Hz) : 50				
2. INFORMATION ABOUT THE EARTHQUAKE DATE : May 31, 1970 ORIGIN TIME (Local) : 15:23:00 LATITUDE : -9.36 LONGITUDE : -78.87 DEPTH (km) : 64.00 MAGNITUDE : 6.6 Mb INFORMATION SOURCE : TGP				
3. INFORMATION ABOUT THE RECORD RECORD TIME (Local) : 15:23:00 NUMBER OF SAMPLES : 2255 MAXIMUM ACCELERATION : -105.05 -97.81 74.03 DATA UNITS : cm/s2				
4. COMMENTS BASELINE CORRECTED				
5. ACCELERATION DATA				
T	EW	NS	UD	
0.0000	-14.4586	7.7721	-20.8341	
0.0200	12.4724	2.8671	-2.8171	
0.0400	1.8334	-2.9069	1.7489	
0.0600	-8.4166	-7.5169	2.3849	
0.0800	-4.4926	-9.4909	1.5539	
0.1000	-10.8076	-1.1429	1.2399	
0.1200	0.3414	6.2021	-5.5361	
0.1400	2.2824	-2.6879	-5.9981	
0.1600	-11.6456	-10.0839	0.4269	
0.1800	-2.2176	-8.7999	2.9949	
0.2000	12.7924	-5.4689	9.9019	
0.2200	9.4114	2.8821	8.2719	
0.2400	2.7704	13.5541	10.4339	
0.2600	7.1344	12.9461	16.9679	
0.2800	13.6974	-2.4959	18.3259	
0.3000	25.7084	-11.1249	16.4729	
0.3200	31.6264	-6.2229	1.8669	
0.3400	19.7684	-3.0839	-13.2041	
0.3600	20.7744	-5.0879	-16.4081	
0.3800	23.3324	-9.8779	-11.2911	
0.4000	10.1354	-7.6849	9.0329	
0.4200	-1.7056	0.3191	3.2539	
0.4400	-17.1206	1.9311	-4.1321	
0.4600	-37.2916	-11.2599	-3.1261	
0.4800	-32.6356	-16.9429	-8.5021	
0.5000	-22.5506	-0.1509	-4.3511	
0.5200	-33.2226	10.5941	3.0349	
0.5400	-23.0786	-4.8379	-1.6151	
0.5600	0.0714	-11.7509	2.6639	
0.5800	6.5334	0.2581	11.6479	
0.6000	-5.4176	10.6481	4.9549	
0.6200	8.7704	7.9371	-5.3711	
0.6400	21.4424	7.5421	-18.8531	

Figura 35. Block de notas del registro de Chimbote 1970 (Extraído del CISMID).
Fuente: CISMID

Una vez que se ha extraído los datos del sismo se observa que las unidades de aceleración están en “cm/s²”, debemos cambiarlo a “m/s²” y dividirlo entre la gravedad para después ingresar el registro al ETBAS.

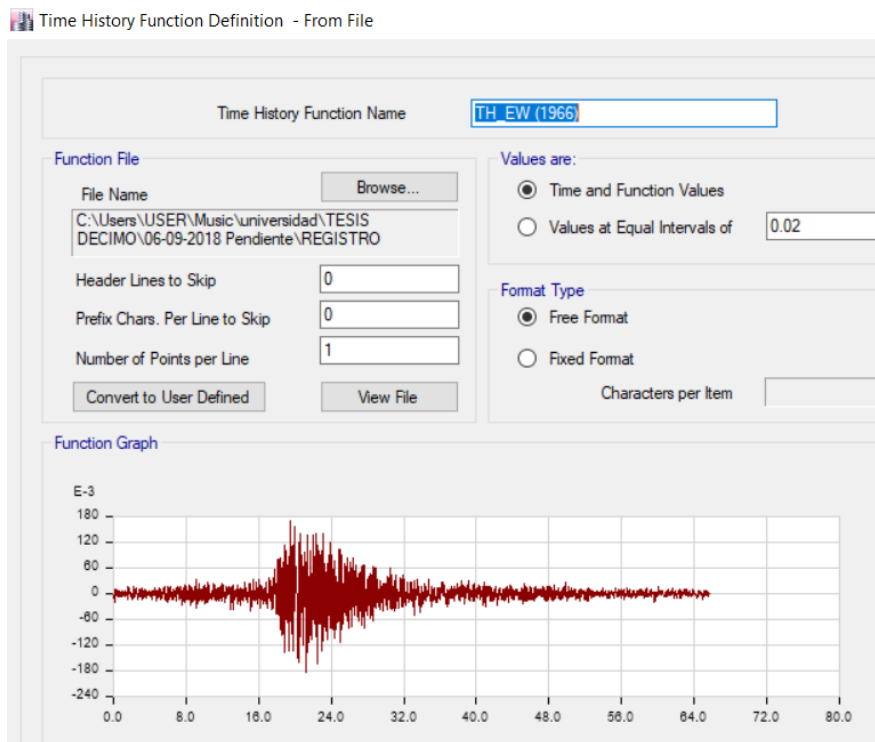


Figura 36. Registro de Lima 1966 EW (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Para que el registro pueda usarse se debe escalar con un espectro de aceleración con (R=1), para nuestro caso el espectro de diseño de la figura 33.

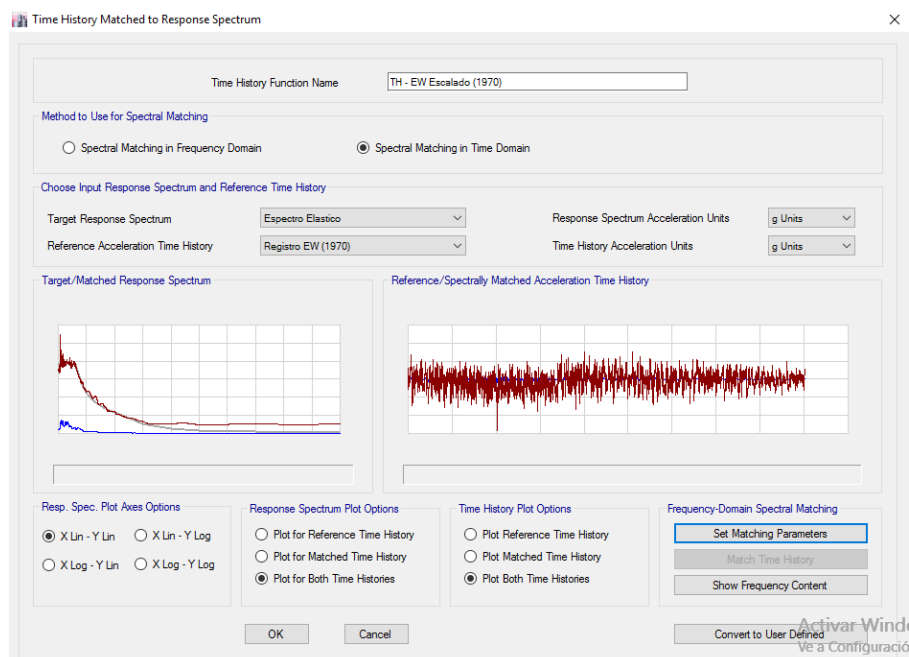


Figura 37. Registro Escalado Lima 1966 EW (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

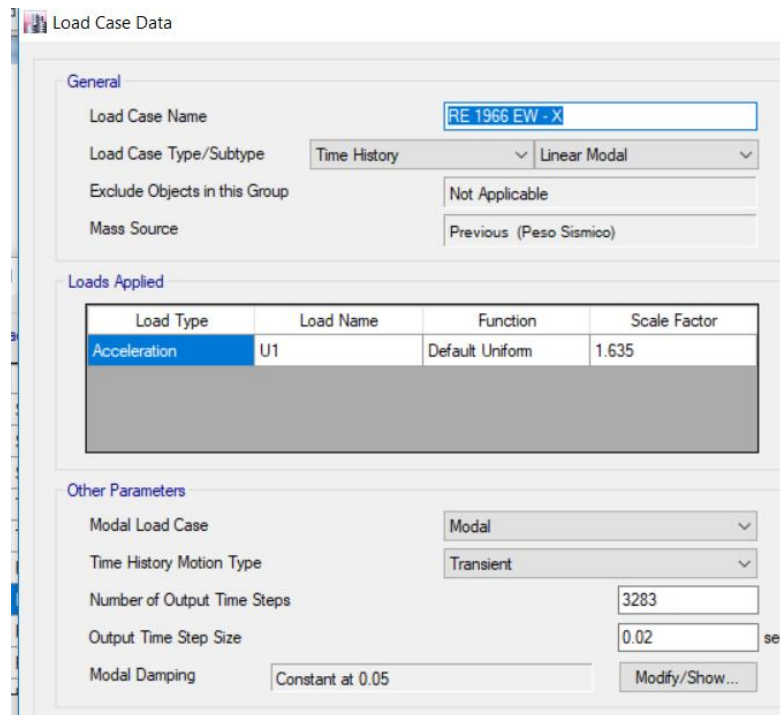


Figura 38. Carga Modal para el Análisis Tiempo Historia (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Para el diseño de aisladores se necesitarán tener algunos datos del edificio de base empotrada como la carga axial máxima y el peso del edificio, entre otros; en la siguiente tabla se muestran los datos a considerar.

1.6. Formulación del problema

Problema general

¿Cómo se analizará y diseñará la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1 con el uso de aisladores sísmicos, Lima 2018?

Problemas específicos

¿Como influye el análisis de fuerzas laterales en el diseño estructural?

¿Como influye el análisis dinámico modal en el diseño con aisladores sísmicos?

¿Como influye el análisis tiempo historia en el diseño con aisladores sísmicos?

Justificación del Estudio

El presente Proyecto de tesis se justifica en distintos aspectos: justificación teórica, justificación metodológica, justificación tecnológica.

Justificación Teórica

Según Bernal (2010) “busca encontrar soluciones de un modelo”, es decir genera reflexión acerca de conocimientos existentes, comprara teorías y resultados. (P. 106).

El presente proyecto de investigación pretende aportar una metodología de diseño estructural para edificaciones esenciales tipo A1 (hospitales) con el sistema de aislamiento. La necesidad de desarrollar infraestructuras funcionales después de un sismo es una necesidad en zonas vulnerables. Así mismo los aisladores sísmicos están diseñados para seguir en actividad después y durante un evento sísmico y evitar pérdidas de vidas humanas y económicas.

Justificación Metodológica

Se da cuando el proyecto que se realiza plantea un nuevo procedimiento o táctica para crear estudios validos o confiables. (Bernal, 2010, p.106). Se justifica metodológicamente a este proyecto de investigación por que se aplica un instrumento existente a la realidad problemática. Además, esta investigación permitirá tener una base de datos de este problema para luego brindar soluciones más oportunas a las futuras construcciones. Según la norma E 0.30 sismorresistente manifiesta que las edificaciones esenciales no deberían interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo.

1.7. Hipótesis

Hipótesis general

El análisis y diseño con aisladores sísmicos garantiza el comportamiento en la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018.

Hipótesis específicas

El estudio del análisis de fuerzas laterales verifica el diseño estructural.

El estudio del análisis dinámico modal verifica el diseño estructural.

El estudio del análisis tiempo historia verifica el diseño estructural.

1.8. Objetivos

Objetivo general

Analizar y diseñar la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1 con el uso de aisladores sísmicos, Lima 2018.

Objetivos específicos

Estudiar la influencia del análisis de fuerzas laterales para el diseño estructural.

Estudiar la influencia del análisis dinámico modal en el diseño estructural.

Estudiar la influencia del análisis tiempo historia en el diseño estructural.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de la investigación

No experimental

Según Gómez (2009) “esta investigación se realiza sin manipular a propósito las variables. Es por ello que se observa el fenómeno en su contexto natural, y después se procede a analizarlo”. (p.92).

2.2. Variables, operacionalización

Variable Independiente: Análisis estructural con aisladores sísmicos

Salkind (1999) “Representa los tratamientos o condiciones que el investigador controla para probar sus efectos sobre algún resultado”. (p.25).

Variable dependiente: Diseño estructural

Salkind (1999) “las variables dependientes son las variables resultantes de la investigación, donde reflejan los resultados de un estudio de investigación”. (p.25).

Unidad de análisis

La unidad de análisis para el proyecto de investigación es el hospital San Juan de Matucana, Lima 2018.

Operacionalización

En este caso se a diseñado la matriz de consistencia que medirá las variables en estudio.

Tabla 10.
Matriz de operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Definición	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Análisis estructural con aisladores sísmicos	Según (Jiménez, 2010 p. 5), manifiesta que gracias al análisis sísmico se puede analizar el comportamiento estructural y el nivel de daño que puede presentar la estructura producto de un evento sísmico. Así mismo el ciclo de vibración de la estructura está en base a las características del edificio, mientras más alto sea el edificio, el ciclo de vibración se incrementa, es por ello que las estructuras de gran altura, sostienen energía lateral mínimas, aunque no tengan aislación sísmica.	La variable Análisis con aisladores sísmicos es de naturaleza cuantitativa, que se operacionaliza en tres dimensiones: análisis dinámico modal, análisis tiempo historia y aisladores sísmicos.	Análisis de fuerzas laterales	El análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes es un procedimiento aproximado que determinan las fuerzas laterales que actúan en el centro de masa de cada nivel de piso del edificio tanto para estructuras regulares e irregulares.	Fuerza cortante Desplazamientos Derivas	Programa Etabs	Razón
			Análisis Dinámico Modal	Quesada (2015, pag 267), manifiesta que en el análisis dinámico los desplazamientos de la estructura varían con el tiempo, generando velocidades y aceleraciones. Así mismo Los desplazamiento, velocidades y aceleraciones de la estructura generan fuerzas restitutivas, fuerzas de amortiguamiento y fuerzas de inercia.	Fuerza cortante Desplazamientos Derivas		
			Análisis Tiempo historia	Quesada (2015), el análisis tiempo historia permite calcular la respuesta de un tiempo de una estructura ante una carga dinámica. (P.270).	Registros sísmicos Derivas Fuerza cortante Aceleraciones		
Diseño estructural	El objetivo del diseño es reducir el riesgo de falla por cortante en vigas y columnas durante un sismo. (Rochel, p.121).	La variable Diseño con aisladores sísmicos es de naturaleza cuantitativa, que se operacionaliza con la dimensión diseño de elementos estructurales.	Diseño de elementos estructurales	El diseño estructural es un proceso donde se define los elementos estructurales que integran a la estructura, materiales dimensiones, uniones, detalle general y su ubicación relativa en los edificios. Dichos elementos deben presentar un buen comportamiento adecuado y capacidad para resistir las fuerzas que están sometidos sin que presente el colapso de la estructura, (Quesada 2015, p.15).	Sección Losa Sección Columna Sección Placa Sección Viga	Programa Etabs y hojas de calculo	Razón
			Aislador sísmico	Los principios básicos del aislamiento se basan en aislar la estructura de la superestructura; Meza y Ezequiel (2010, p. 58), es por ello que es un elemento donde cargas verticales son rígidas y las horizontales son más flexibles esto permite que la estructura tenga desplazamientos bajo las cargas aplicadas, lo cual implica que las fuerzas sísmicas se reduzcan y se modifique el periodo de vibración, por lo tanto, la estructura se comportan tipo un sólido rígido	Rigidez Aceleraciones Desplazamientos Cortante		

2.3.Población y muestra

Población

Hernández, Fernández, y Baptista (2010) describe que la “población es el conglomerado de todos los sucesos que coinciden con una serie de especificaciones” (p. 174).

La población de estudio es la infraestructura del hospital tipo II-1, que está conformado por 3 edificaciones, un pabellón de 3 pisos más un sótano, y 2 pabellones de 1 piso.

Muestra

Hernández, Fernández, y Baptista (2010) manifiesta que “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población, por lo tanto, es un sub conjunto de elementos que están dentro de esos elementos llamado población” (p. 173).

El tipo de muestreo es no probabilístico intencional, porque para la selección de la muestra el procedimiento no es en base a fórmulas de probabilidad, sino depende de la decisión del investigador, siendo el pabellón de 3 pisos, donde se hará el análisis y diseño de manera cautelosa por presencia de UPSS (unidad productora de servicios de salud), aquí se encontrarán los instrumentos de gran costo, es por ello que se analizará y diseñará con aisladores sísmicos. Gómez (2010) “La idea de elegir una muestra no probabilística de manera cuantitativa es para estudios que requieren una verificación cuidadosa para la elección de informaciones con ciertas características especificadas en el planteamiento del problema”. (p.190).

2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

TECNICAS

Gómez (2010) “se puede seleccionar un instrumento ya desarrollado y disponible, el cual quedara en adaptarse a los requerimientos de nuestra investigación” (p.120). Técnica que permitirá entrar en contacto directo con la zona de estudio (Zonificación sísmica según E.030-2016), registros sísmicos ocurridos (Máximas Intensidades) y normas técnicas de diseño sismorresistente que permitirá hacer el predimensionamientos de los elementos estructurales y posteriormente simularlo en el programa ETABS para ver su comportamiento, estas estrategias constituyen un poderoso medio de investigación.

INSTRUMENTOS

Para la instrumentación de los datos se tomarán en cuenta el reglamento nacional de edificación, según las normas E-030 y E-060; así también los registros sísmicos a utilizar se obtendrán del centro sismológico del Perú (CISMID); los resultados serán manipulados por

el programa ETABS analizándolo con sistema aislado y hojas Excel para especificar los diseños sísmicos con aisladores.

VALIDEZ

Gómez (2010) “la validez en otras palabras da referencia al grado en que un instrumento, en la realidad mide la variable que intenta medir” (p.119). En el trabajo de investigación, mis variables planteadas tendrán el instrumento indicado para su medición siendo válido por el software original versión 2106.

CONFIABILIDAD

Gómez (2010) “la confiabilidad de un instrumento de medición explica la magnitud en que el uso repetido o secuencial al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales”. (p.118).

La confiabilidad del proyecto investigación se verá a través del instrumento utiliza que es el software Etabs versión 2016 para el análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos, el presente instrumento, ya han sido aplicados por tesis de las universidades como son, universidad nacional del altiplano puno, universidad católica del Perú, universidad privada del Norte, Universidad autónoma de México en investigaciones anteriores, por lo cual se consideran válidos y confiables.

2.5.Métodos de análisis de datos

Estos datos se expresan en forma numérica, dichos valores se llevan a cabo por computadora u ordenador, el software que se utilizara para el presente proyecto de investigación es el Etabs 2016 la cual mostrara los resultados mediante tablas, gráficos, cuadros, etc.

2.6.Aspectos éticos

El investigador se compromete en respetar la veracidad de los resultados, la confiabilidad de los datos del hospital y la discreción de la identidad y de los individuos que participan en el estudio.

III. RESULTADOS

3.1.1 Periodo natural: Edificio Base empotrada

Tabla 11.

Periodos de la estructura con base empotrada.

Mode	Period sec	UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
1	0.442	5.04%	58.95%	1.19%	5.04%	58.95%	1.19%
2	0.374	42.62%	6.60%	14.91%	47.66%	65.55%	16.10%
3	0.235	20.45%	0.09%	45.32%	68.11%	65.63%	61.42%
4	0.114	0.79%	18.13%	0.44%	68.90%	83.76%	61.85%
5	0.099	11.34%	1.84%	5.20%	80.24%	85.61%	67.05%
6	0.088	1.59%	0.93%	0.00%	81.83%	86.53%	67.05%
7	0.068	7.40%	0.02%	6.18%	89.24%	86.56%	73.23%
8	0.061	0.03%	3.59%	0.84%	89.26%	90.15%	74.07%
9	0.058	1.41%	5.04%	0.01%	90.67%	95.19%	74.08%
10	0.055	0.25%	0.77%	8.16%	90.93%	95.95%	82.24%
11	0.049	4.93%	0.64%	2.78%	95.86%	96.59%	85.02%
12	0.041	0.64%	3.08%	0.18%	96.50%	99.67%	85.20%
13	0.037	3.23%	0.19%	0.03%	99.73%	99.87%	85.22%
14	0.026	0.19%	0.07%	6.31%	99.92%	99.94%	91.53%
15	0.019	0.03%	0.02%	1.32%	99.95%	99.95%	92.85%
Condición:		99.94%	99.96%	92.87%			

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Modos de Vibración base empotrada.

4 Primer modo de vibración base empotrada: Se muestra un periodo de 0.442 segundos con traslación en Y.

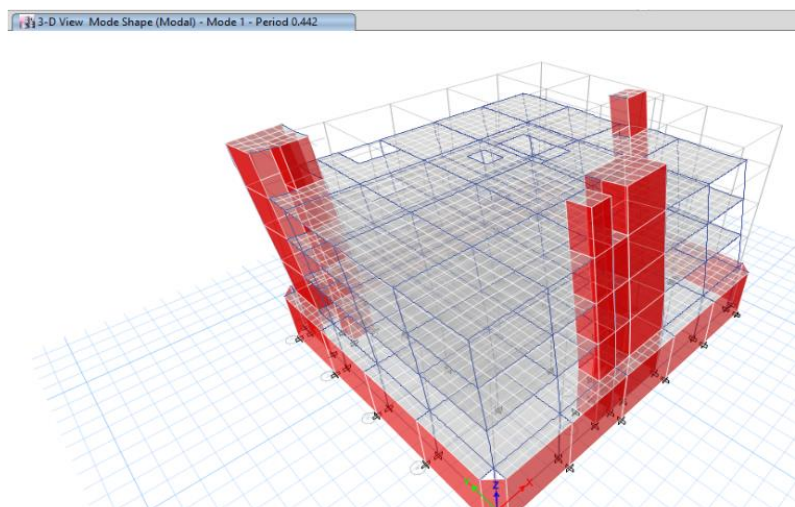


Figura 39. Primer modo de vibración base empotrada $T=0.442$ (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

a) **Segundo modo de vibración:** Se muestra un periodo de 0.374 segundos con traslación en X.

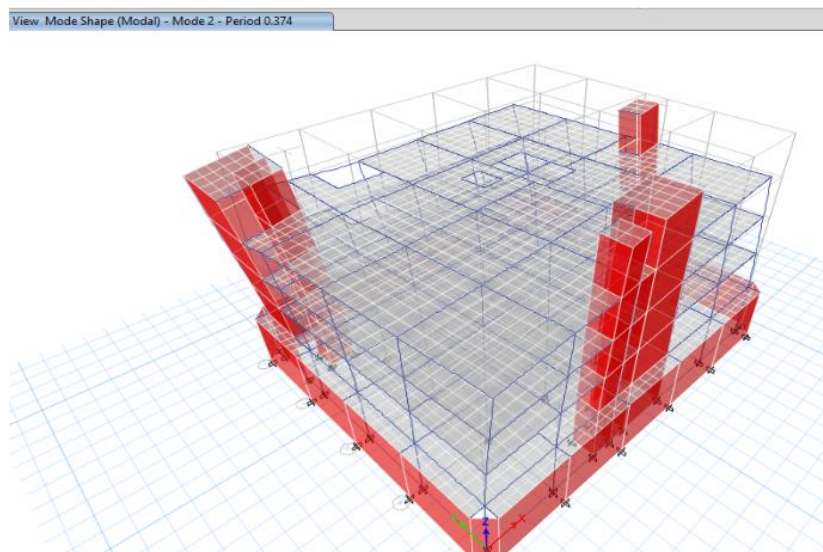


Figura 40. Segundo modo de vibración base empotrada $T=0.374$ (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

Tercer modo de vibración: Se muestra un periodo de 0.212 segundos con rotación en Z planta.

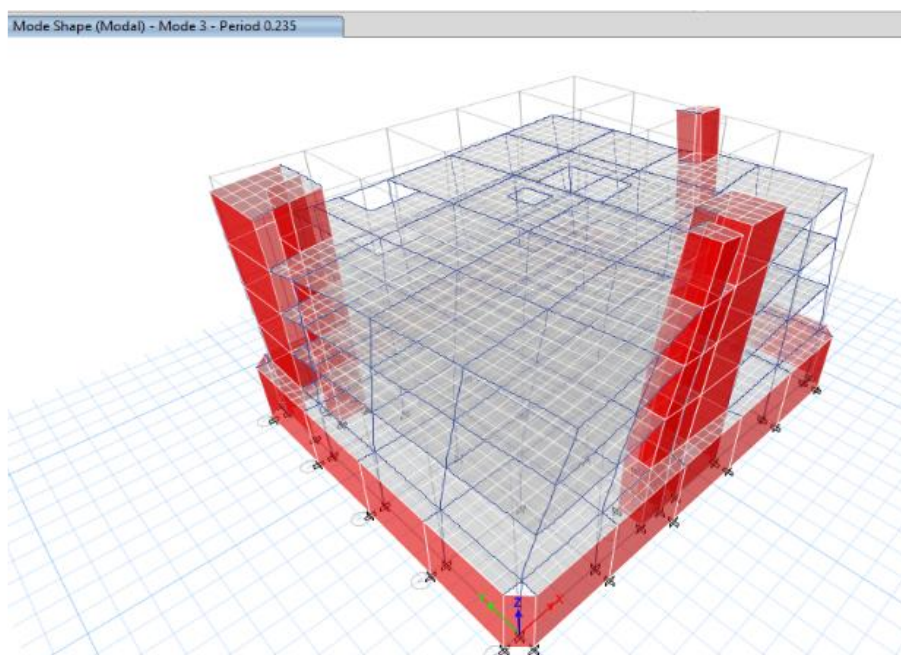


Figura 41. Tercer modo de vibración base empotrada $T=0.212$ (ETABS 2016).
Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Tipo de Sistema Estructural

Para definir el sistema estructural del edificio en la dirección X y Y, según la norma Eo30 dice que para estructuras regulares la cortante debe ser mayor al 80 % de la cortante total, por lo tanto, el sistema estructural del edificio analizado y diseñado es de muros estructurales.

Tabla 12.
Sistema estructural en X.

Dirección X		
Vtotal=	5321.6825	Ton
Vplaca=	5253.3296	Ton
Factor	98.72%	Muro estructural

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13.
Sistema estructural en Y.

Dirección Y		
Vtotal=	2092.2239	Ton
Vplaca=	2067.2084	Ton
Factor	98.80%	Muro estructural

Fuente: Elaboración Propia

3.1 Modelamiento del edificio de Base Aislada

Tabla 14.
Periodos de la estructura con base aislada.

Mode	Period sec	UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
Modal	2.111	98%	1%	0%	98%	1%	0%
Modal	2.105	1%	97%	1%	99%	97%	2%
Modal	2.021	0%	1%	97%	99%	99%	99%
Modal	0.519	0%	1%	0%	99%	100%	99%
Modal	0.513	1%	0%	0%	100%	100%	99%
Modal	0.46	0%	0%	1%	100%	100%	100%
Modal	0.266	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.262	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.234	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.165	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.164	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.146	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.117	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.117	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Modal	0.104	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Condición:		100%	100%	99%			

Fuente: Elaboración Propia

Primer modo de vibración base aislada: Se muestra un periodo de 2.111 segundos con traslación en Y.

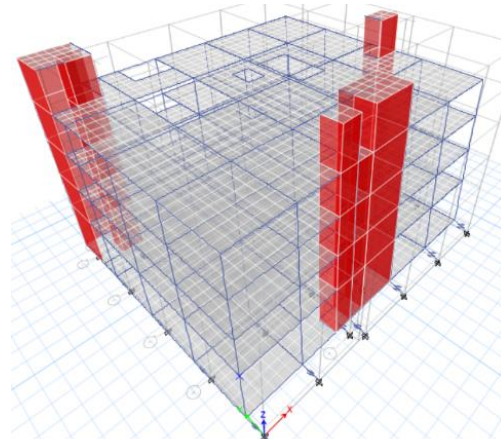


Figura 42. Primer modo de vibración base aislada

Fuente: Elaboración propia.

Segundo modo de vibración base aislada: Se muestra un periodo de 2.105 segundos con traslación en Y.

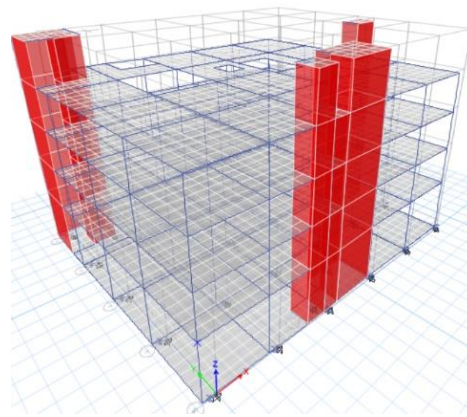


Figura 43. Segundo modo de vibración base aislada $T=1.942$ (ETABS 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Tercer modo de vibración base aislada: Se muestra un periodo de 2.021 segundos con rotación en planta.

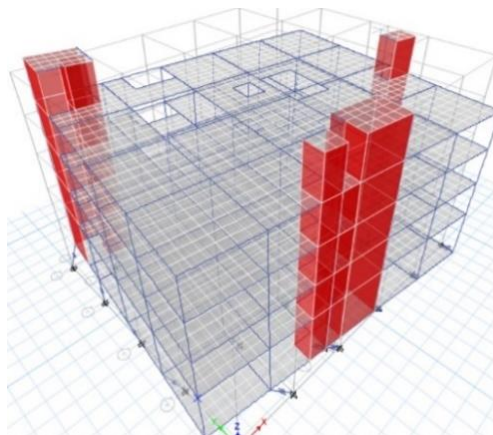


Figura 44. Tercer modo de vibración base aislada $T=1.732$ (ETABS 2016)

Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento del aislador FPS

Para el dimensionamiento de los aisladores sísmicos se han tenido en cuenta el material que lo conforma, parámetros de ajuste y peso de la edificación. Así como se observa en la tabla 16, materiales del aislador FPS.

*Tabla 15.
Materiales del aislador FPS.*

Parámetro de Ajuste	$\Delta v-1=$	100 s/m
tensión admisible a compresión del teflón	$p=$	4500 T/m ²
tensión admisible para resistir la placa	$p_b=$	1500 T/m ²
Coefficiente de Fricción máxima	$\mu_{max}=$	0.07
Coefficiente de Fricción mínima	$\mu_{min}=$	0.04
Carga máxima CM+0.5CV	$P_{max}=$	500 T
Peso del Edificio con 25%CV	$P_{cm+25cv}=$	7912.54 T

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo para el diseño se asigna un periodo deseado tanto para el sismo de diseño (DBE) y sismo máximo considerado (MCE). Según tabla 18.

*Tabla 16.
Diseño del aislador FPS para el sismo de diseño DBE.*

Descripción	Cantidad	Unid
TD=	2.00	seg
TM=	2.50	seg
$\beta_D=$	10%	
BD=	1.20	
$\beta_M=$	10%	
BM=	1.20	
Sd1=	0.54	g
Sm1=	0.81	g
g=	9.81	m/s ²
R=	2	
Z=	0.45	
U=	1.5	
C=	0.75	
S=	1	
Tp=	0.6	seg
Tl=	2.5	seg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17.
Datos para el sismo de diseño.

Descripción	Cantidad	Unid
Tfijo=	1.08	seg
W=	6593.7813	T
1KN=	0.1020	ton
1N=	1.02E-04	ton
1MPa=	101.97	T/m ²
W(Edif+Aisl)=	7912.53756	T
Factor	1.7	Modelo Bilineal

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18.
Desplazamiento del sismo de diseño y máximo considerando.

Descripción	FPS	Unid	Condición
Dd=	0.22	m	$Dd = gSd1Td^2/4\pi^2Bd$
Dm=	0.42	m	$Dm = gSd1Tm^2/4\pi^2Bm$
Dtd=	0.25	m	$Dtd = 1.1Dd$
Dtm=	0.46	m	$Dtm = 1.1Dm$
Kdmin=	7960.61	T/m	$Kd = w/g(2\pi/Td)^2$
Kmmin=	5094.79	T/m	$Km = w/g(2\pi/Tm)^2$
Kdmax=	8756.67	T/m	$Kdmax = 1.10Kdmin$
Kmmax=	5604.27	T/m	$Kmmax = 1.10Kmmin$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19.
Desplazamientos del sismo de diseño DBE, MCE y sismo de servicio.

Descripción	Sismo de diseño DBE	Sismo de diseño MCE	Sismo de servicio	Condición
R=	0.994	1.55 m	0.559	$R = Td^2/4\pi^2$
β_{eff} =	0.15	0.13	0.09	$\beta = 2/\pi(umax/(Dd/R+umax))$
Bd=	1.35	1.29	1.18	
DD=	0.20	0.39m	0.45	$Dd = gSd1Td^2/4\pi^2Bd$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20.

Rigidez horizontal para el sismo de diseño DBE, MCE y sismo de servicio.

Descripción	Sismo de diseño DBE	Sismo de diseño MCE	Sismo de servicio	Condición
Pu=	395.63 T	395.63 T	395.63 T	$Pu=[W/N; CM+0.5CV]$
Keff=	537.67 T/m	325.91 T/m	769.53 T/m	$K1=\mu Pu/DD+Pu/R$
Kv=	37,636.92 T/m	22,813.91 T/m	53,866.82 T/m	$Kv=7000Keff$
K2=	398.03 T/m	186.27 T/m	769.53 T/m	$K2=Keff+\mu Pu/DD$
Dy=	0.00198 m	0.00389 m	0.00447 m	$Dy=0.01Dd$
K1=	13,963.96 T/m	7,117.33 T/m	6,191.59 T/m	$K1=\mu Pu/Dy$
Fy=	27.69 T	27.69 T	27.69 T	$Fy=\mu Pu$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21.

Rigidez del sistema de aislamiento para el sismo de diseño DBE, MCE y sismo de servicio.

Descripción	Sismo de diseño DBE	Sismo de diseño MCE	Sismo de servicio	Condición
N=	20.00 und	20.00 und	20.00 und	
KHT=	10,753.41 T/m	6,518.26 T/m	15,390.52 T/m	$KT=(N)Keff$
Tm=	1.72 seg	2.21 seg	1.44 seg	$Tm=2\pi(W/gKeff)^{0.5}$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22.

Detalle del aislador para el sismo de diseño DBE.

Descripción	FPS	Condición
As=	0.11 m ²	$As=Pmax/pb$
D=	0.21 m	$D=2(As/R)^{0.5}$
Ddt=	0.43 m	$Ddt=1.10Dd$
D2=	0.82 m	$D2=0.6(D+Dtm)$
Ft=	500.00 T	$Ft=pAs$
h=	0.10 m	$h=(pAs/pb-D)^{0.5}/2$
H1=	0.19 m	$H1=h+(R-(R^{0.5}D2)^2)^{0.5}$
H2=	0.13 m	$H2=0.7H1$
H3=	0.09 m	$H3=R-(R^{0.5}D2)^2)^{0.5}$
Hanclaje=	0.05 m	$Hc.u=0.025$
HT=	0.46 m	$HT=H1+H2+H3+Hanclaje$
DT=	0.97 m	$DT=D2+2Dext$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23.
Parámetros para el modelamiento bilineal.

Descripción	DBE	MCE	Unidad
Dy=	0.002	0.002	m
ED=	21.97	143.26	T-m
Q=	24.78	85.81	T
Kv=	37636.92	22813.91	T/m
Keff=	914.04	554.05	T/m
K2=	398.03	186.27	T/m
K1=	13963.96	13963.96	T/m
Fy=	27.69	27.69	T
w=	3.14	2.51	rad/s
C=	44.51	103.18	T-seg/m
R=	0.03	0.01	

Fuente: Elaboración Propia

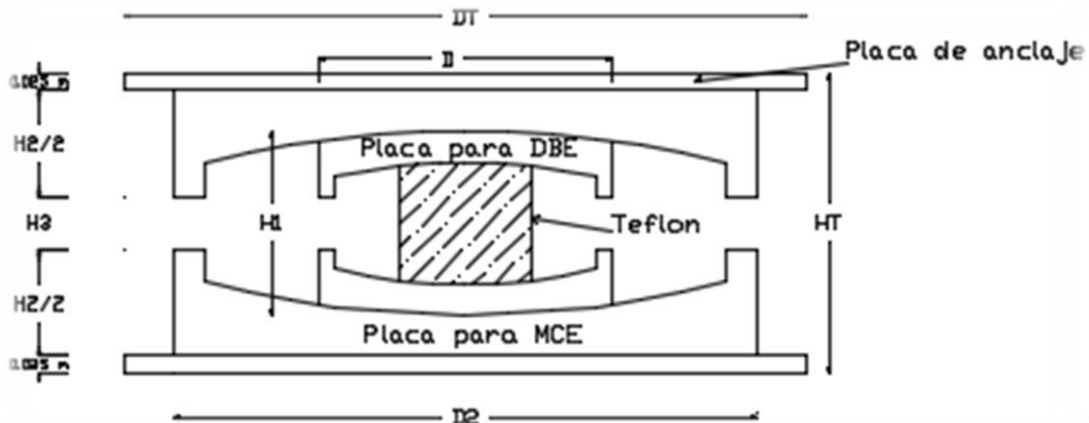


Figura 45. Dimensionamiento del aislador.

Fuente: Elaboración Propia

General

Link Property Name: Triple Pendulo Lineal | Link Type: Triple Pendulum Isolator

Link Property Notes: Modify/Show Notes... | P-Delta Parameters: Modify/Show...

Total Mass and Weight

Mass: 0 tonf-s²/m | Rotational Inertia 1: 0 tonf-m-s²

Weight: 0 tonf | Rotational Inertia 2: 0 tonf-m-s²

Rotational Inertia 3: 0 tonf-m-s²

Directional Properties

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

Buttons: Fix All, Clear All

Figura 46. Propiedades del aislador FPS.

Fuente: Elaboración Propia

Link/Support Directional Properties

Identification	
Property Name	Triple Pendulo Lineal
Direction	U1
Type	Triple Pendulum Isolator
NonLinear	Yes

Linear Properties	
Effective Stiffness	17819.406 tonf/m
Effective Damping	0 tonf-s/m

Nonlinear Properties	
Stiffness	17819.406 tonf/m
Damping Coefficient	0 tonf-s/m

Figura 47. Parámetros en la dirección vertical.
Fuente: Elaboración Propia

Identification			
Property Name	Triple Pendulo Lineal	Type	Triple Pendulum Isolator
Direction	U2; U3	NonLinear	Yes

Linear Properties			
Effective Stiffness - U2	250 tonf/m	Effective Stiffness -U3	250 tonf/m
Effective Damping - U2	23.058 tonf-s/m	Effective Damping -U3	23.058 tonf-s/m

Shear Deformation Location			
Distance from End-J - U2	0 m	Distance from End-J - U3	0 m

Height and Symmetry of Sliding Surfaces			
Height for Outer Surfaces	0.5 m	<input type="checkbox"/>	Outer Bottom Surface is Symmetric to Outer Top Surface
Height for Inner Surfaces	0.15 m	<input checked="" type="checkbox"/>	Inner Bottom Surface is Symmetric to Inner Top Surface

Nonlinear Properties for Directions U2 and U3					
	Outer Top	Outer Bottom	Inner Top	Inner Bottom	
Stiffness	520	520	5160	5160	tonf/m
Friction Coefficient, Slow	0.04	0.04	0.04	0.04	
Friction Coefficient, Fast	0.07	0.07	0.04	0.04	
Rate Parameter	0.01	0.01	0	0	sec/m
Radius of Sliding Surface	0.994	1.5531	0.5591	0.5591	m
Stop Distance	0.2	0.3	0.1	0.1	m

Figura 48. Parámetros en la dirección horizontal.
Fuente: Elaboración Propia

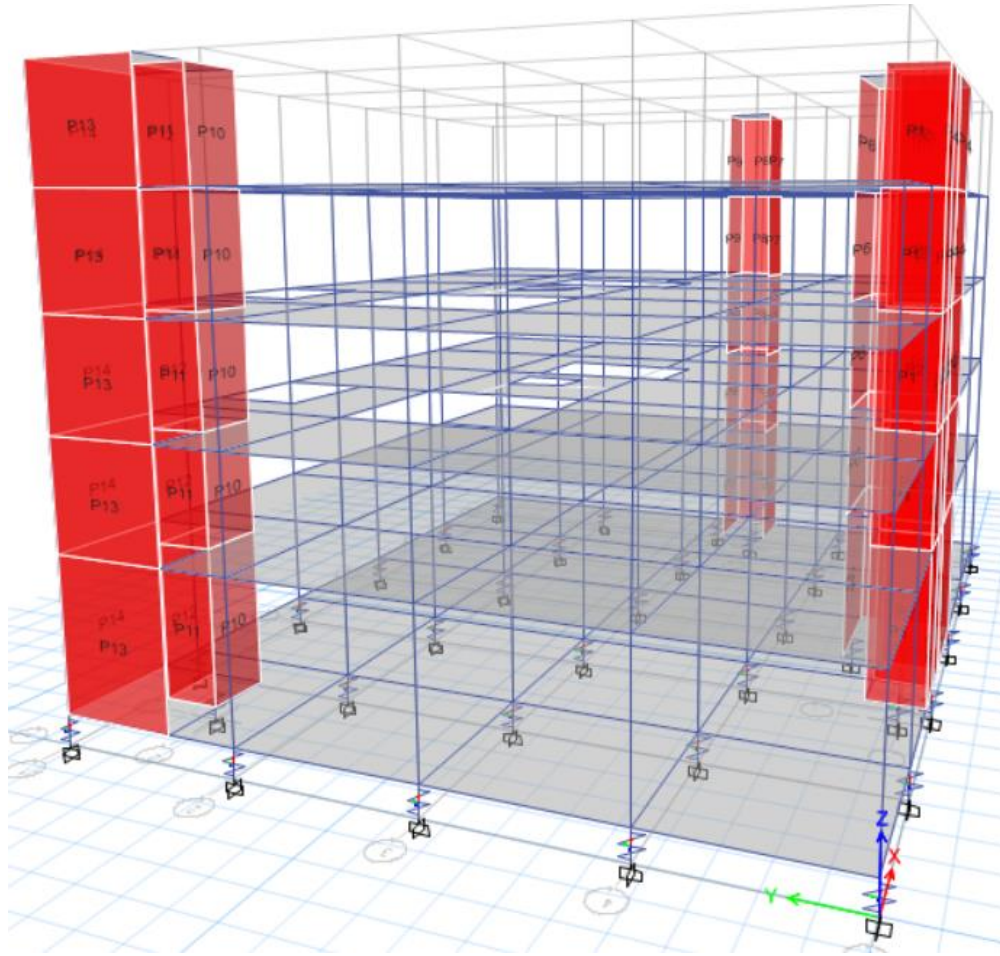


Figura 49. Edificio aislado
Fuente: Elaboración Propia

3.2 Resultado del análisis sísmico con y sin aislador FPS.

3.2.1. Fuerzas cortantes

- a) **Comparación de Fuerzas Cortantes Sistema Aislado y del Sistema de base Fija:** En las dos tablas se muestra que la cortante Estática es la mayor con $V_e=725.44$ Ton.

Tabla 24.

Comparación de fuerzas cortantes del sistema den base fija y aislada en X.

Descripción	V_x	V_x	%
	EBF	EBA	REDUCCION
Caja Ascensor	271.01	44.51	84%
Techo	2191.79	459.66	79%
Piso 2	3522.39	859.81	76%
Piso 1	4328.29	1206.56	72%
Sótano	4792.95	1559.80	67%
Piso Técnico 1	0.00	1852.51	

Fuente: Elaboración Propia.

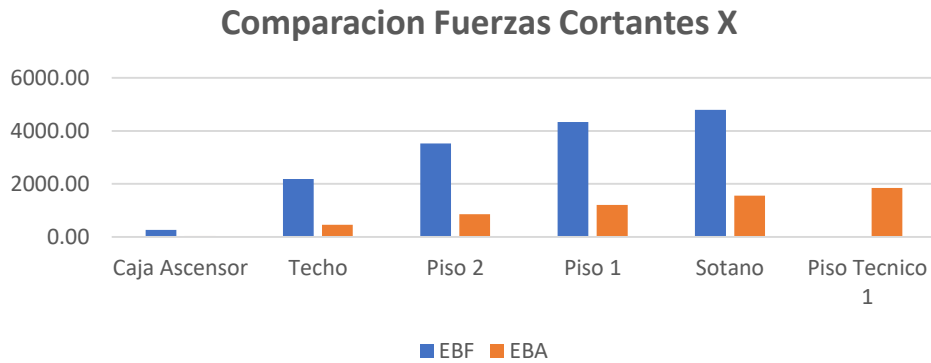


Figura 50. Comparación de fuerzas cortantes en X del sistema de base fija y aislada.
Fuente: Elaboración Propia

b) Fuerzas Cortantes Estáticas y Dinámicas Modal Espectral en Y: En las dos tablas que se muestran la cortante Estática es la mayor con $V_e = 684.25$ Ton

Tabla 25.
Fuerzas Cortantes Estáticas Y

descripción	Vy	Vy
	EBF	EBA
Caja Ascensor	366.23	48.20
Techo	2688.84	473.79
Piso 2	4254.11	871.33
Piso 1	5201.72	1204.46
Sótano	5710.84	1537.12
Piso Técnico 1	0.00	1813.20

Fuente: Elaboración Propia

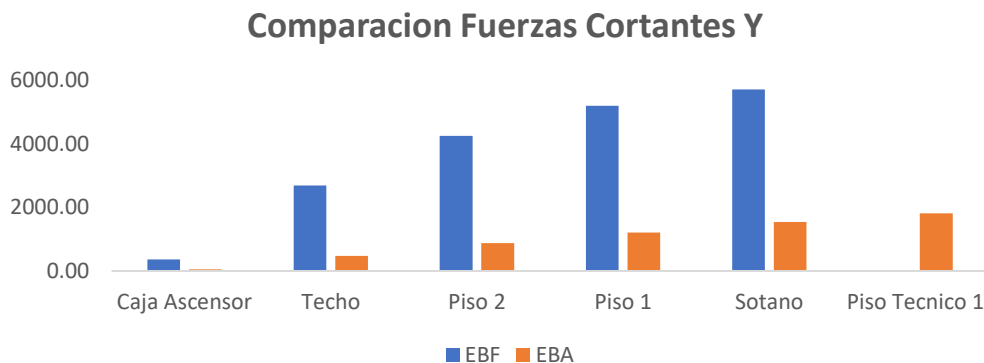


Figura 51. Comparación de fuerzas cortantes en Y del sistema de base fija y aislada.
Fuente: Elaboración Propia

c) Fuerzas Cortantes Dinámicas Tiempo Historia base empotrada: en las siguientes tablas se muestran los resultados del análisis de fuerzas cortantes de los registros utilizados.

Tabla 26.

Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 100% Vx, edificio de base fija.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
		EW	NS	EW	NS	EW	NS
	DBE (Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
Caja							
Ascensor	271.01	394.28	279.01	347.84	328.70	382.39	370.22
Techo	2191.79	3126.98	2633.80	2692.11	2642.12	2911.44	2853.95
Piso 2	3522.39	4656.16	4494.27	4241.14	4525.17	4446.12	4176.94
Piso 1	4328.29	5930.65	5629.62	5125.95	5830.05	5553.09	5172.85
Sótano	4792.95	7586.92	6275.24	6246.63	6561.67	7348.11	6486.84
Piso Técnico							
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

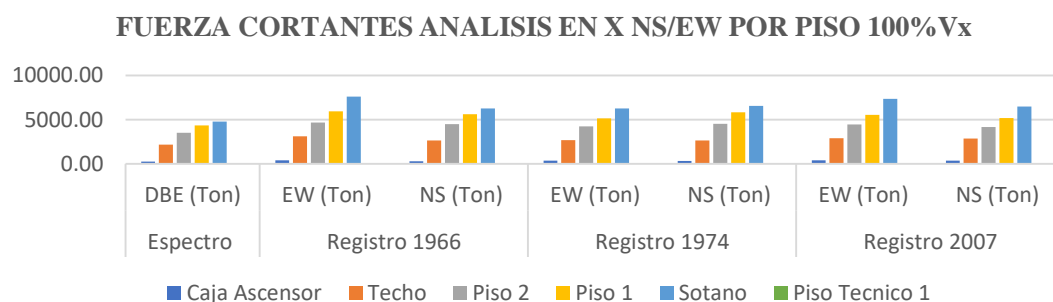


Figura 52. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 100% Vx base empotrada.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27.

Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 30% Vy, edificio base fija.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
		EW	NS	EW	NS	EW	NS
	DBE (Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
Caja							
Ascensor	176.34	202.75	173.34	245.08	246.37	237.16	199.91
Techo	947.36	940.32	842.38	915.50	983.52	1012.74	913.66
Piso 2	1531.50	1416.76	1445.61	1408.99	1507.73	1435.78	1460.60
Piso 1	1858.42	1817.66	1827.08	1840.00	1834.49	1772.54	1848.33
Sótano	2010.68	2237.86	2033.83	2277.87	2119.16	2251.30	2226.84
Piso							
Tecnico1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

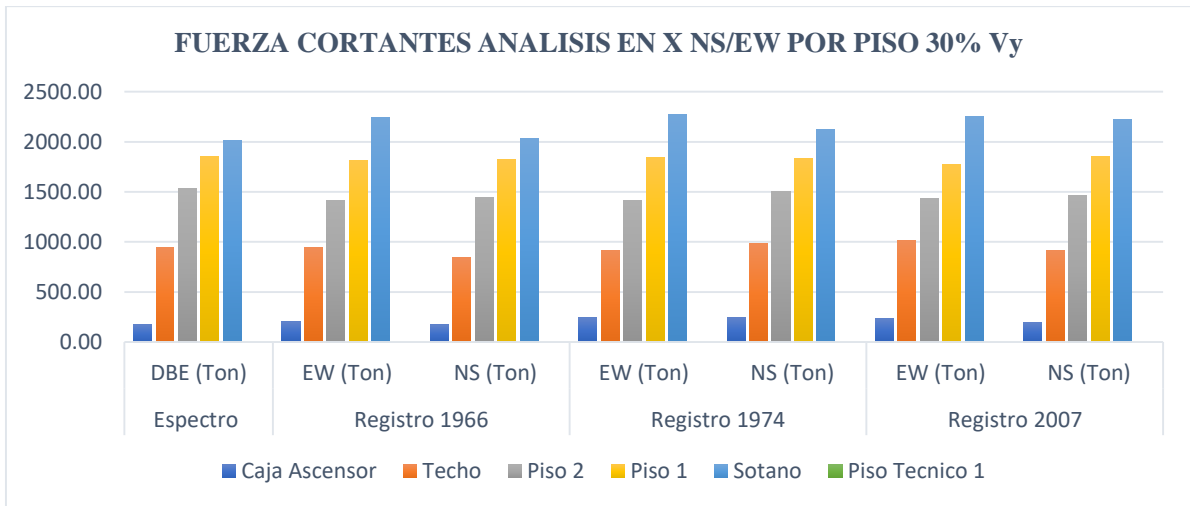


Figura 53. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 30% Vy base empotrada.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28.

Fuerza cortante en la dirección Y NS/EW considerando 100% Vx, edificio de base fija.

Descripción	Espectro		Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE	EW	NS	EW	NS	EW	NS	
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	
Caja Ascensor	366.23	418.08	364.50	405.38	398.81	485.45	418.42	
Techo	2688.84	2791.25	2821.19	2865.38	2924.47	3048.71	2647.46	
Piso 2	4254.11	4384.79	4393.12	4304.79	4729.61	4065.35	3882.21	
Piso 1	5201.72	5536.17	5030.39	4950.38	5523.86	5377.85	5099.16	
Sótano	5710.84	7177.27	6834.08	6477.79	6307.91	6680.47	6118.01	
Piso Técnico 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Elaboración Propia

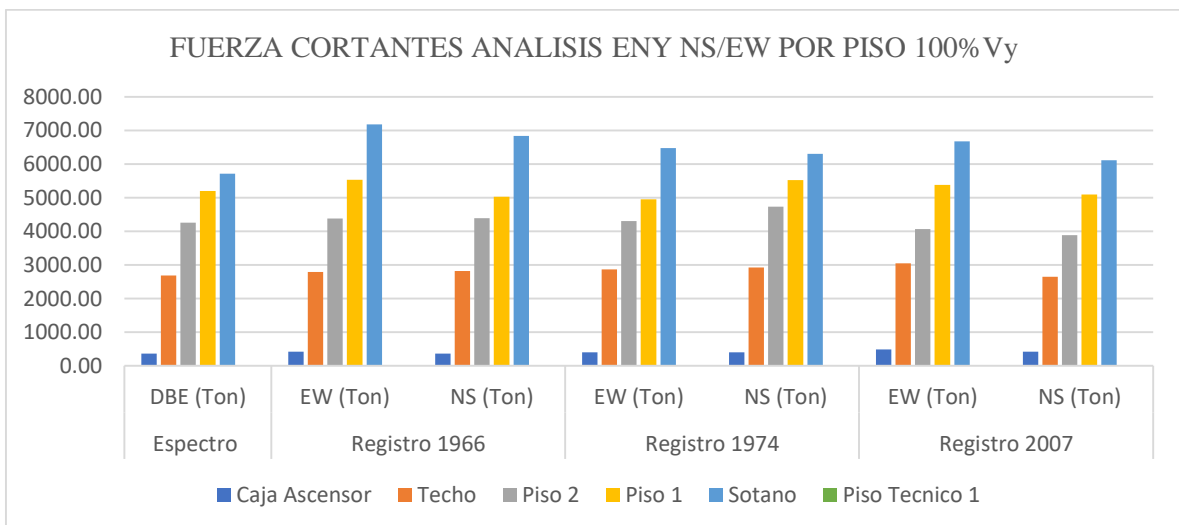


Figura 54. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 100% Vy base empotrada.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29.

Fuerza cortante en la dirección Y NS/EW considerando 30% Vx, edificio base fija.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
		EW	NS	EW	NS	EW	NS
	DBE (Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
Caja							
Ascensor	114.43	175.64	131.45	193.58	202.88	214.63	296.38
Techo	954.53	1531.31	1256.44	1433.97	1788.49	1583.12	2190.04
Piso 2	1547.22	2548.07	2118.87	2429.01	2972.92	2408.68	3555.36
Piso 1	1876.86	3095.31	2619.80	3175.78	3620.19	2959.53	4331.59
Sótano	2011.60	3464.90	2862.63	3468.23	3905.42	3474.19	5400.77
Piso Técnico1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

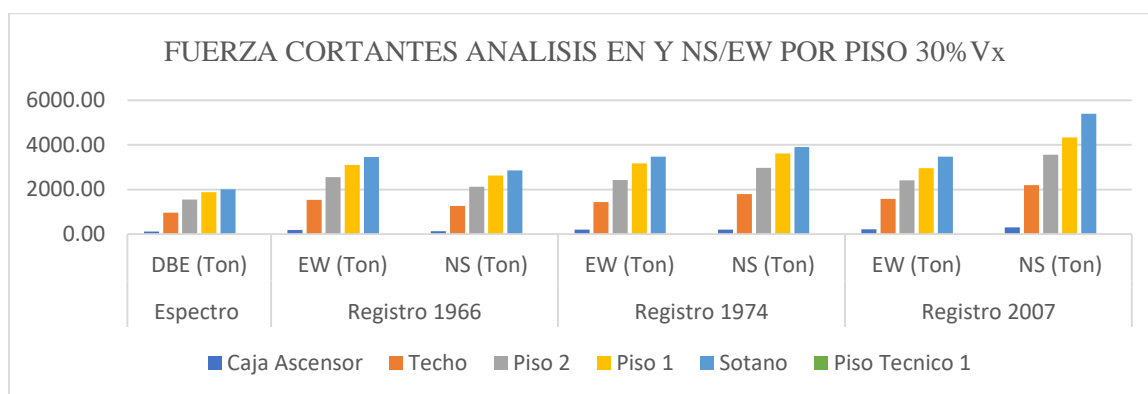


Figura 55. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 30% Vx base empotrada.

Fuente: Elaboración Propia

- a) **Fuerzas Cortantes Dinámicas Tiempo Historia sistema aislado:** en las siguientes tablas se muestran los resultados del análisis de fuerzas cortantes de los registros utilizados.

Tabla 30.

Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 100% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
		EW	NS	EW	NS	EW	NS
	DBE (Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
Caja							
Ascensor	44.51	45.94	31.21	43.75	43.19	50.24	44.07
Techo	459.66	462.55	335.15	416.56	461.40	498.41	468.48
Piso 2	859.81	833.13	644.10	726.62	880.30	891.40	890.61
Piso 1	1206.56	1103.97	921.30	1010.37	1247.14	1176.84	1257.38
Sótano	1559.80	1335.33	1204.17	1287.32	1594.35	1427.48	1600.50
Piso Técnico1	1852.51	1450.39	1430.81	1507.43	1822.99	1744.17	1820.61

Fuente: Elaboración Propia

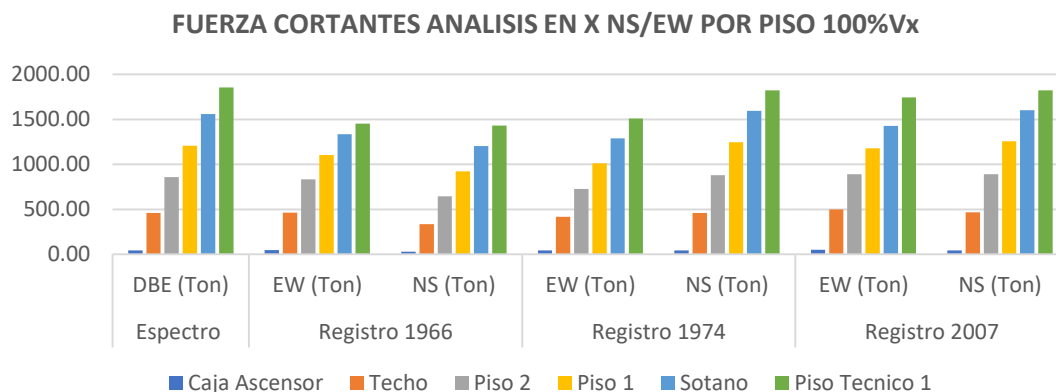


Figura 56. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 100% Vx.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31.

Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 30% Vy.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
		EW	NS	EW	NS	EW	NS
	DBE (Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)
Caja							
Ascensor	21.87	16.07	10.19	15.84	14.39	17.27	15.06
Techo	200.95	140.71	100.65	127.13	137.28	151.99	142.03
Piso 2	356.55	251.49	193.46	218.68	240.91	268.70	267.55
Piso 1	474.91	332.85	276.81	303.63	310.43	353.71	378.32
Sótano	586.50	401.30	362.03	386.79	354.38	428.39	482.10
Piso							
Tecnico1	688.39	435.40	430.09	452.85	360.80	523.17	546.04

Fuente: Elaboración Propia

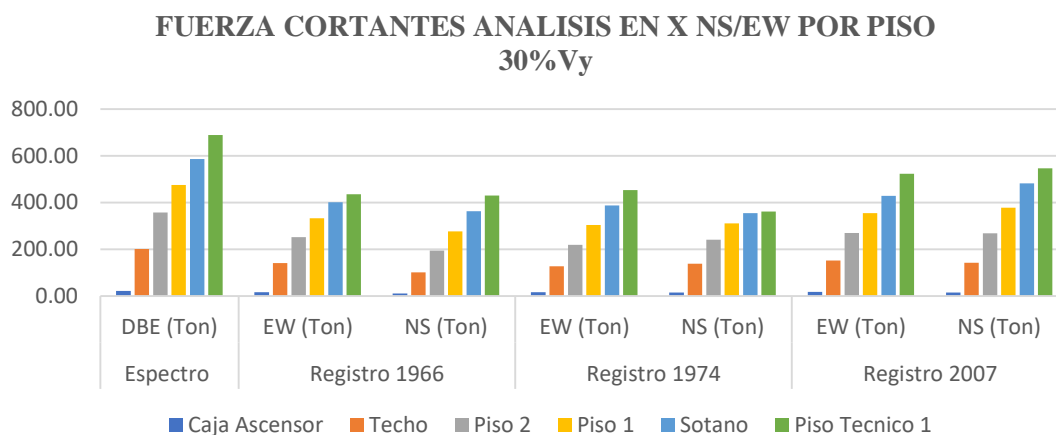


Figura 57. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 30% Vy.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32.

Fuerza cortante en la dirección Y NS/EW considerando 100% Vy.

Descripción	Espectro	Registro 1966			Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	
Caja Ascensor	48.20	51.87	41.01	47.26	47.28	51.85	50.68	
Techo	473.79	503.42	425.10	422.03	442.15	491.52	487.89	
Piso 2	871.33	904.63	798.92	776.99	773.10	870.37	866.19	
Piso 1	1204.46	1199.29	1113.50	1085.44	989.24	1129.22	1191.39	
Sótano	1537.12	1431.26	1405.83	1371.34	1109.30	1367.15	1582.51	
Piso Técnico1	1813.20	1660.84	1608.90	1581.39	1194.26	1558.78	1881.38	

Fuente: Elaboración Propia

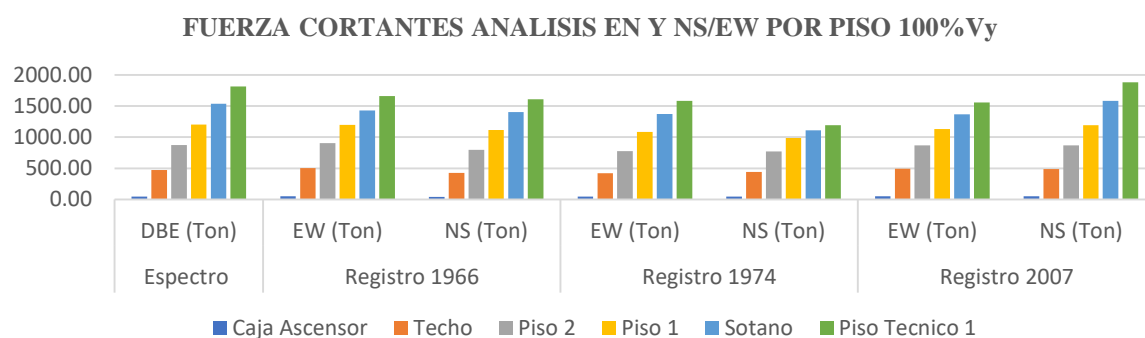


Figura 58. Fuerza cortante análisis en X NS/EW por piso 100% Vy.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33.

Fuerza cortante en la dirección X NS/EW considerando 30% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)	EW (Ton)	NS (Ton)
	Caja						
Ascensor	20.00	16.39	11.60	15.99	16.44	17.07	15.72
Techo	196.23	161.49	113.88	155.61	157.36	165.04	160.28
Piso 2	352.77	286.53	200.79	273.14	273.90	285.91	291.98
Piso 1	475.35	372.55	259.34	349.56	348.99	378.57	397.97
Sótano	593.21	429.98	309.82	388.87	386.73	458.29	487.19
Piso							
Técnico1	700.18	484.79	383.11	449.75	409.39	582.79	536.68

Fuente: Elaboración Propia

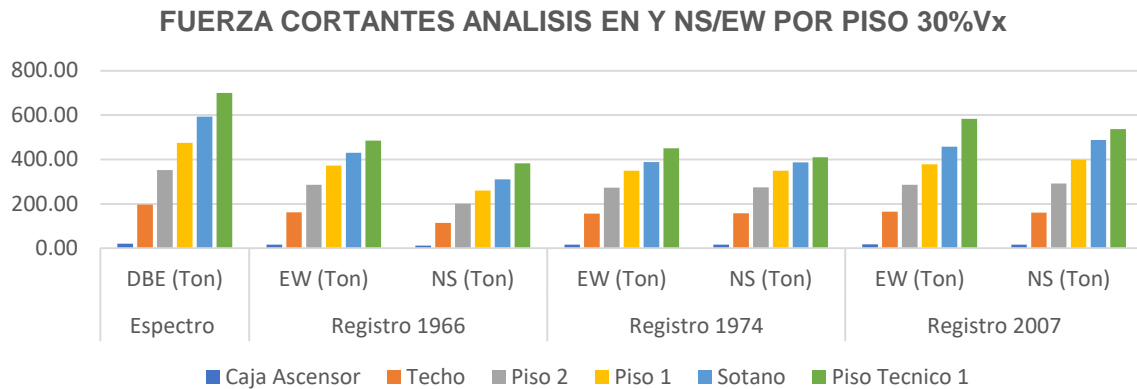


Figura 59. Fuerza cortante análisis en Y NS/EW por piso 30% Vx.
Fuente: Elaboración Propia.

3.1.3 Desplazamientos:

- a) **Desplazamientos del sistema de base empotrada y base aislada:** El desplazamiento máximo en la dirección X del edificio de base empotrada y aislada se determinó mediante el proceso estático, dinámico modal espectral y el tiempo historia; los resultados son obtenidos con el programa ETABS.

Tabla 34.
Desplazamientos base fija y base aislada Dx.

Descripción	Dx	Dx	%
	EBF	EBA	REDUCCION
Techo	0.3306	0.08	76%
Piso 2	0.2248	0.06	72%
Piso 1	0.1150	0.04	61%
Sótano	0.03	0.03	3%
Piso Técnico 1	0.0000	0.00	

Fuente: Elaboración Propia

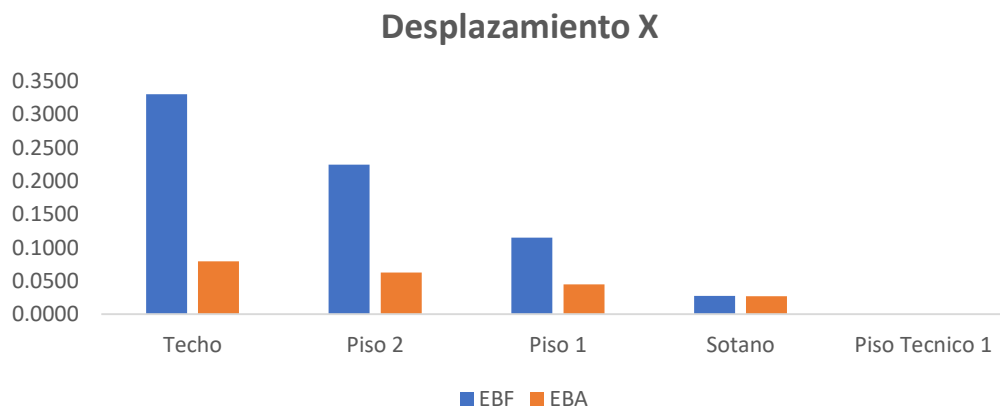


Figura 60. Desplazamientos de diseño dirección X, base fija y aislada.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35.

Desplazamientos base fija y base aislada Dy.

Descripción	DY	DY	%
	EBF	EBA	REDUCCION
Techo	0.6005	0.09	84%
Piso 2	0.4052	0.07	81%
Piso 1	0.2040	0.05	73%
Sótano	0.0466	0.03	32%
Piso Técnico 1	0.0000	0.00	
Descripción	DY	DY	%

Fuente: Elaboración Propia



Figura 61. Desplazamientos de diseño dirección Y, base fija y aislada.

Fuente: Elaboración Propia

b) Desplazamientos en el centro de masas direcciones X, Y edificio de base empotrada.

El desplazamiento máximo en la dirección X, Y del edificio de base empotrada se determinó mediante el proceso estático, dinámico modal espectral y el tiempo historia; los resultados son obtenidos con el programa ETABS.

Tabla 36.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.3306	0.3815	0.3885	0.3529	0.3703	0.3747	0.3682
Piso 2	0.2248	0.2574	0.2671	0.2394	0.2581	0.2541	0.2549
Piso 1	0.1150	0.1340	0.1397	0.1244	0.1369	0.1313	0.1332
Sótano	0.0277	0.0365	0.0354	0.0333	0.0349	0.0357	0.0338
Piso Técnico 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

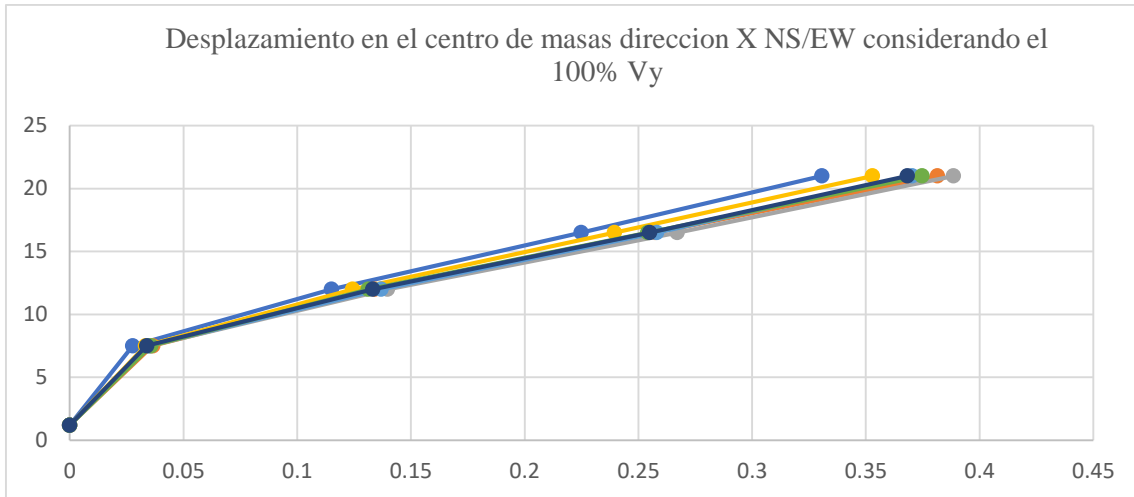


Figura 62. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 100% Vx, base fija.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% Vy.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.1562	0.1503	0.1502	0.1601	0.1508	0.1523	0.1562
Piso 2	0.0999	0.1015	0.0979	0.1016	0.0973	0.1011	0.0999
Piso 1	0.0527	0.0549	0.0536	0.0547	0.0530	0.0550	0.0527
Sótano	0.0154	0.0152	0.0161	0.0156	0.0154	0.0163	0.0154
Piso técnico 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

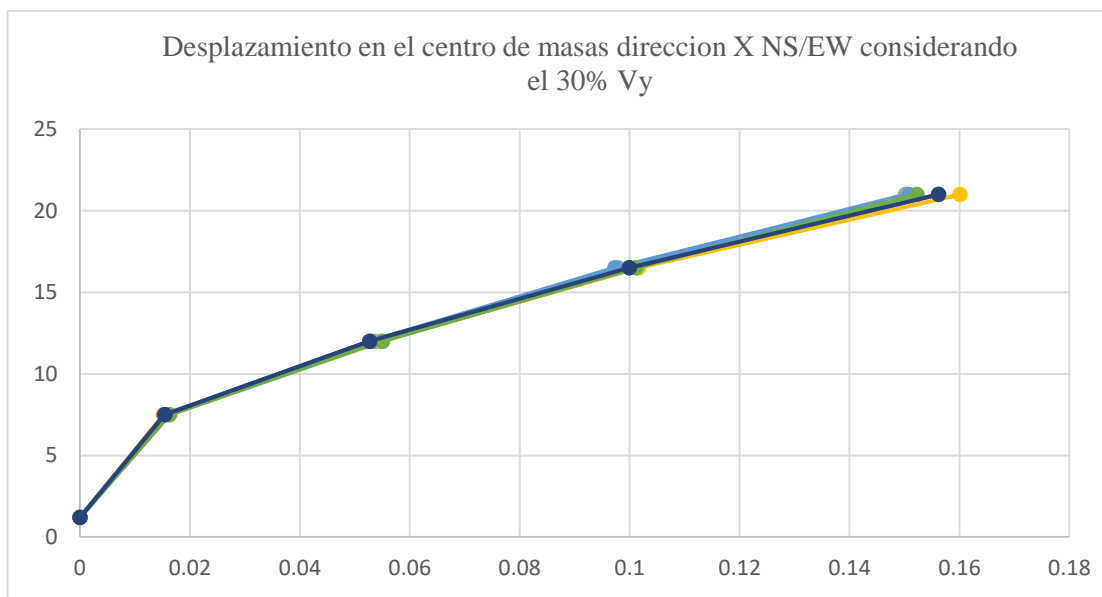


Figura 63. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 30% Vy, base fija.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% Vy.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.6005	0.1562	0.5760	0.5555	0.6467	0.5604	0.5363
Piso 2	0.4052	0.0999	0.3860	0.3729	0.4314	0.3786	0.3588
Piso 1	0.2040	0.0527	0.1962	0.1876	0.2177	0.1950	0.1870
Sótano	0.0466	0.0154	0.0482	0.0482	0.0510	0.0495	0.0455
Piso técnico 1	0.6005	0.1562	0.5760	0.5555	0.6467	0.5604	0.5363

Fuente: Elaboración Propia

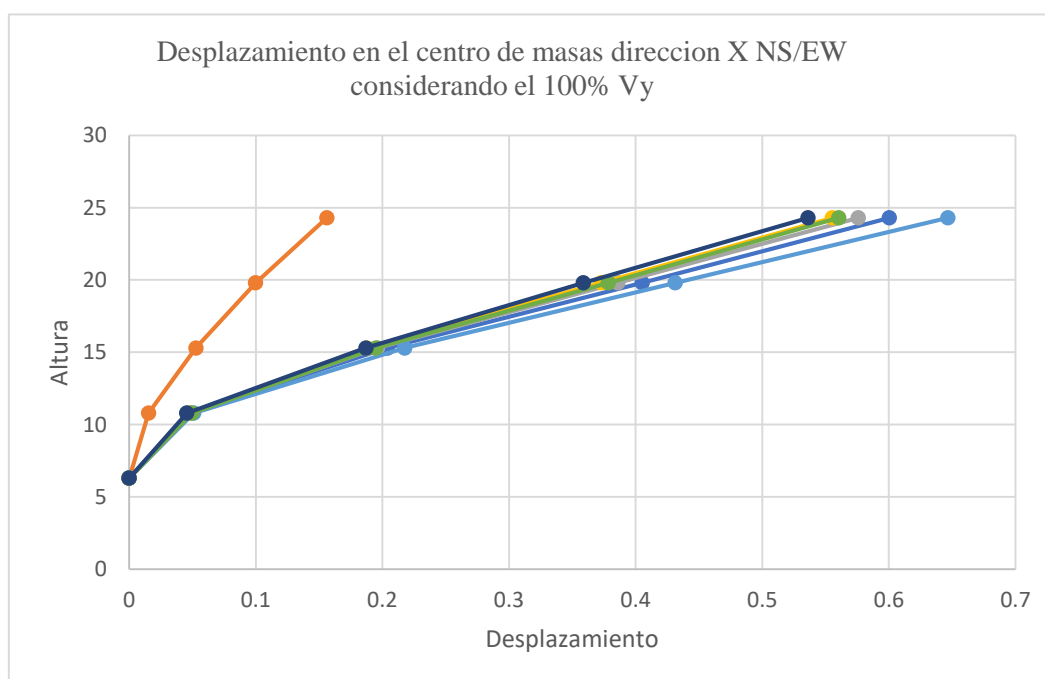


Figura 64. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 100% Vy base fija.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.1984	0.3815	0.2240	0.2552	0.3086	0.2478	0.2479
Piso 2	0.1329	0.2574	0.1506	0.1774	0.2088	0.1645	0.1676
Piso 1	0.0659	0.1340	0.0765	0.0920	0.1059	0.0842	0.0846
Sótano	0.0143	0.0365	0.0179	0.0216	0.0245	0.0200	0.0203
Piso técnico 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

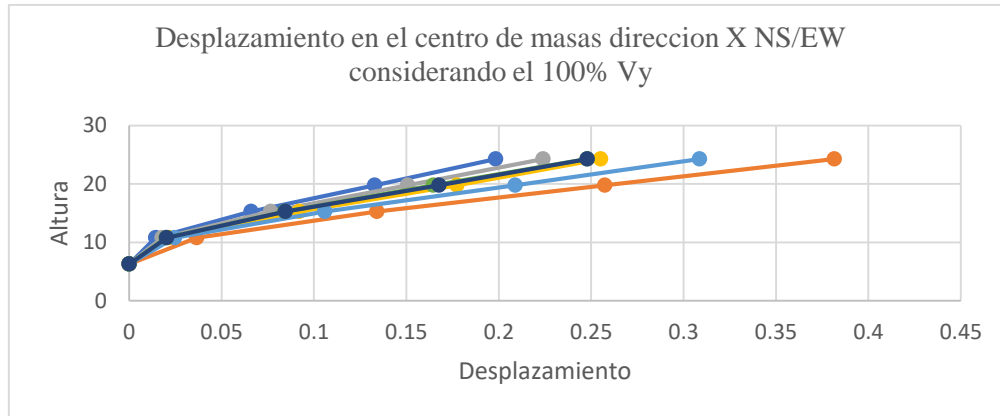


Figura 65. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 30% Vx, base fija.
Fuente: Elaboración Propia

a) Desplazamientos en el centro de masas direcciones X, Y edificio de base aislada

El desplazamiento máximo en la dirección X, Y del edificio de base aislada se determinó mediante el proceso estático, dinámico modal espectral y el tiempo historia; los resultados son *obtenidos con el programa ETABS*.

Tabla 40.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.3011	0.2442	0.2307	0.2455	0.3009	0.2772	0.2996
Piso 2	0.2842	0.2290	0.2180	0.2317	0.2834	0.2627	0.2823
Piso 1	0.2663	0.2131	0.2048	0.2172	0.2650	0.2475	0.2641
Sótano	0.2485	0.1969	0.1911	0.2022	0.2459	0.2317	0.2452
Piso técnico 1	0.2215	0.1735	0.1710	0.1802	0.2180	0.2084	0.2177

Fuente: Elaboración Propia

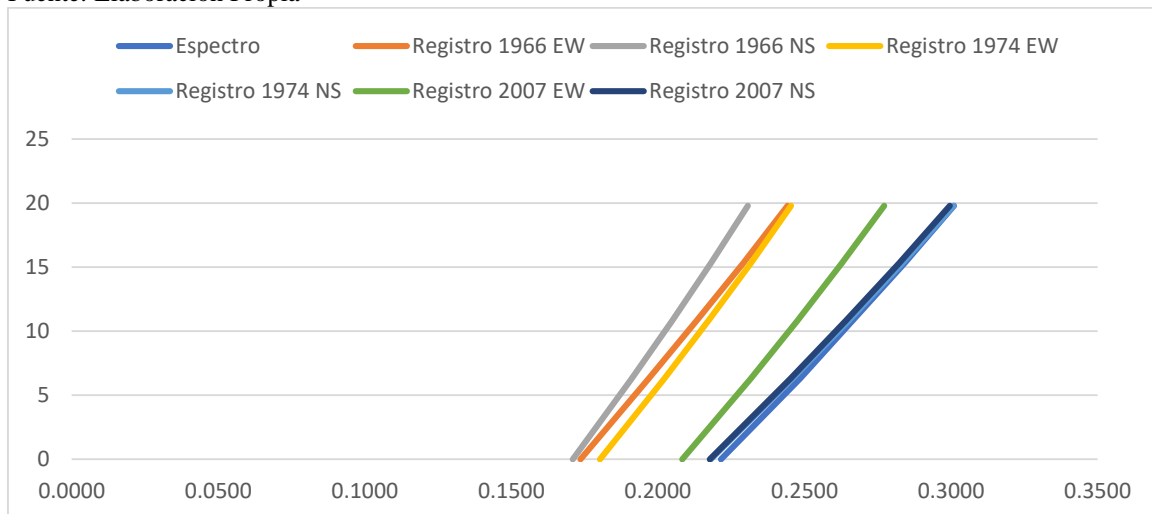


Figura 66. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 100% Vx, base aislada.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% Vy.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.1176	0.0733	0.0693	0.0737	0.0670	0.0831	0.0899
Piso 2	0.1104	0.0688	0.0656	0.0696	0.0619	0.0788	0.0847
Piso 1	0.1026	0.0641	0.0616	0.0653	0.0565	0.0743	0.0794
Sótano	0.0942	0.0592	0.0575	0.0608	0.0509	0.0696	0.0737
Piso técnico 1	0.0826	0.0521	0.0514	0.0541	0.0431	0.0625	0.0652

Fuente: Elaboración Propia

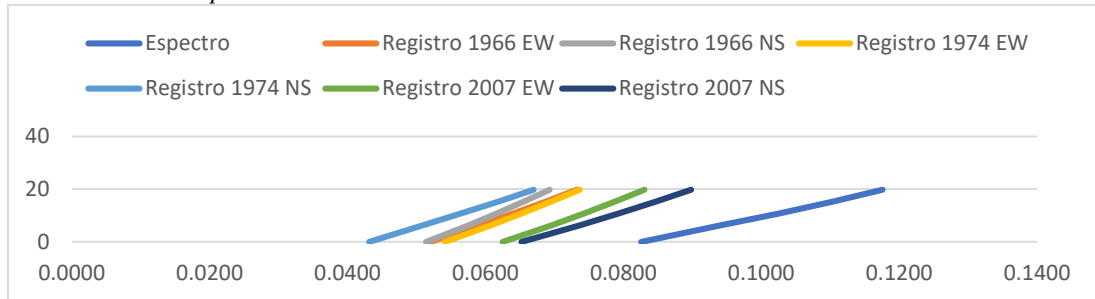


Figura 67. Desplazamientos en la dirección X NS/EW considerando el 30% Vy, base aislada.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% Vy.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.3117	0.2811	0.2806	0.2738	0.2073	0.2722	0.3213
Piso 2	0.2924	0.2631	0.2623	0.2560	0.1913	0.2545	0.3016
Piso 1	0.2716	0.2444	0.2429	0.2374	0.1755	0.2357	0.2806
Sótano	0.2493	0.2255	0.2226	0.2177	0.1610	0.2159	0.2583
Piso técnico 1	0.2174	0.1986	0.1928	0.1894	0.1425	0.1868	0.2253

Fuente: Elaboración Propia

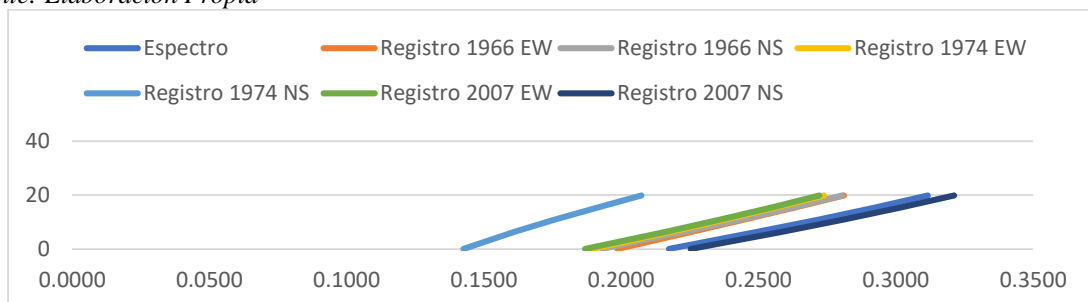


Figura 68. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 100% Vy, base aislada.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43.

Desplazamientos en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.1150	0.0751	0.0554	0.0687	0.0630	0.0854	0.0835
Piso 2	0.1082	0.0712	0.0532	0.0654	0.0588	0.0820	0.0791
Piso 1	0.1010	0.0673	0.0510	0.0621	0.0546	0.0785	0.0746
Sótano	0.0943	0.0634	0.0488	0.0587	0.0517	0.0748	0.0701
Piso técnico 1	0.0837	0.0578	0.0456	0.0536	0.0487	0.0694	0.0640

Fuente: Elaboración Propia

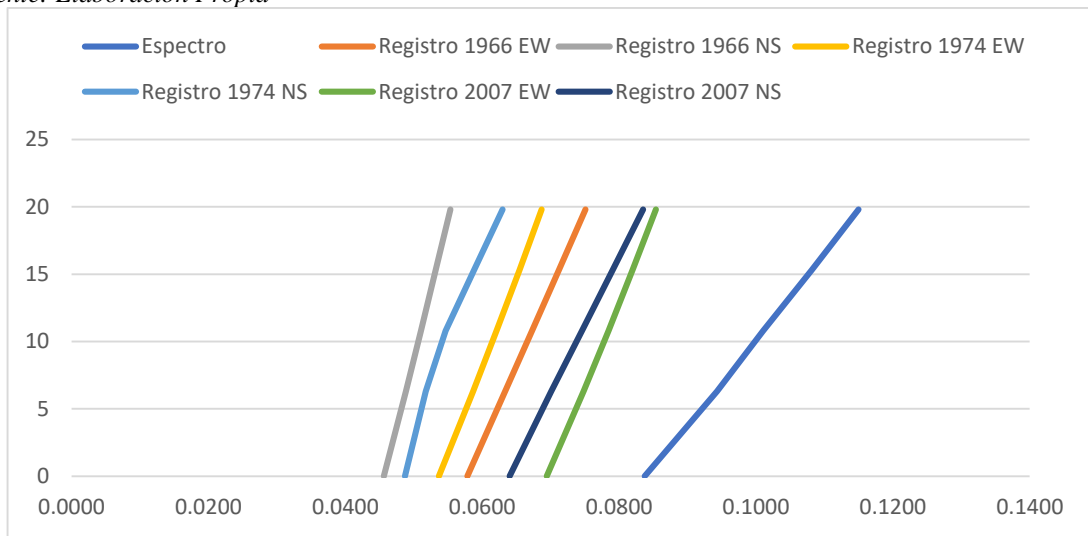


Figura 69. Desplazamientos en la dirección Y NS/EW considerando el 100% Vx, base aislada.

Fuente: Elaboración Propia.

Desplazamientos de los registros sísmicos utilizados: Desplazamiento en dirección X-X.

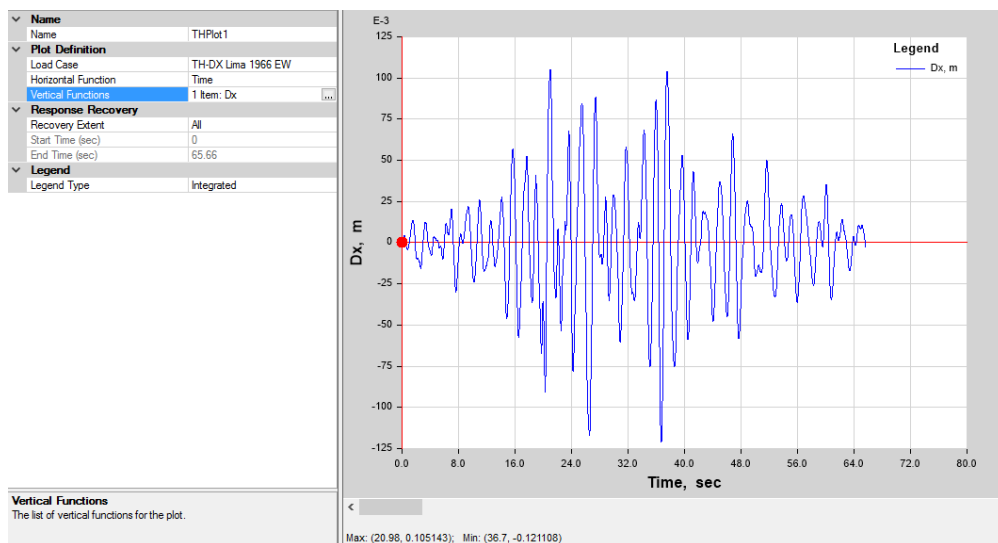


Figura 70. Desplazamiento Lima 1966 EW dirección X.

Fuente: Elaboración Propia.

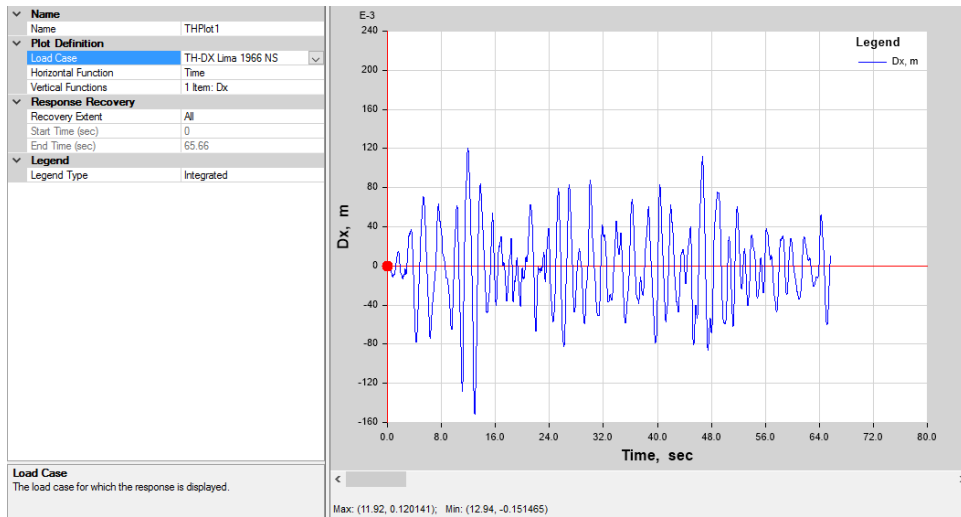


Figura 71. Desplazamiento Lima 1966 NS dirección X.
Fuente: Elaboración Propia.

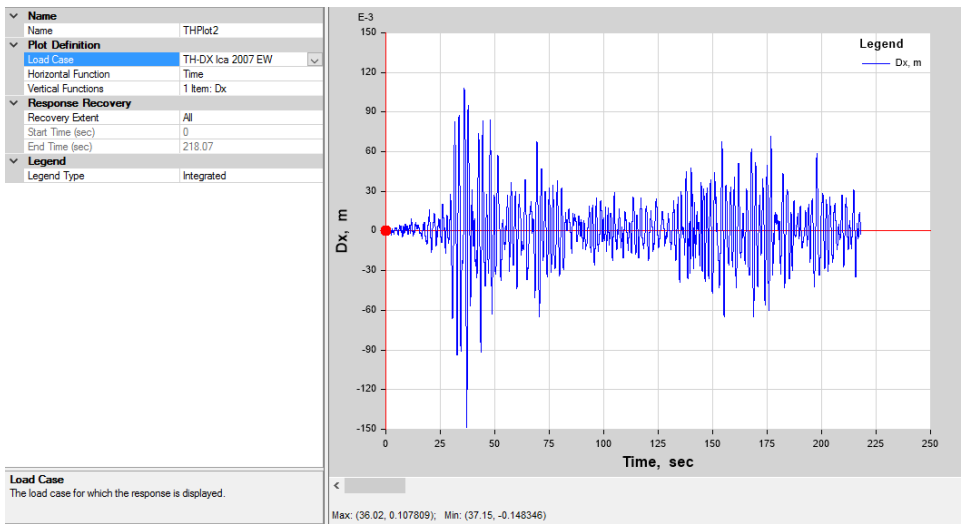


Figura 72. Desplazamiento Ica 2007 EW dirección X.
Fuente: Elaboración Propia.

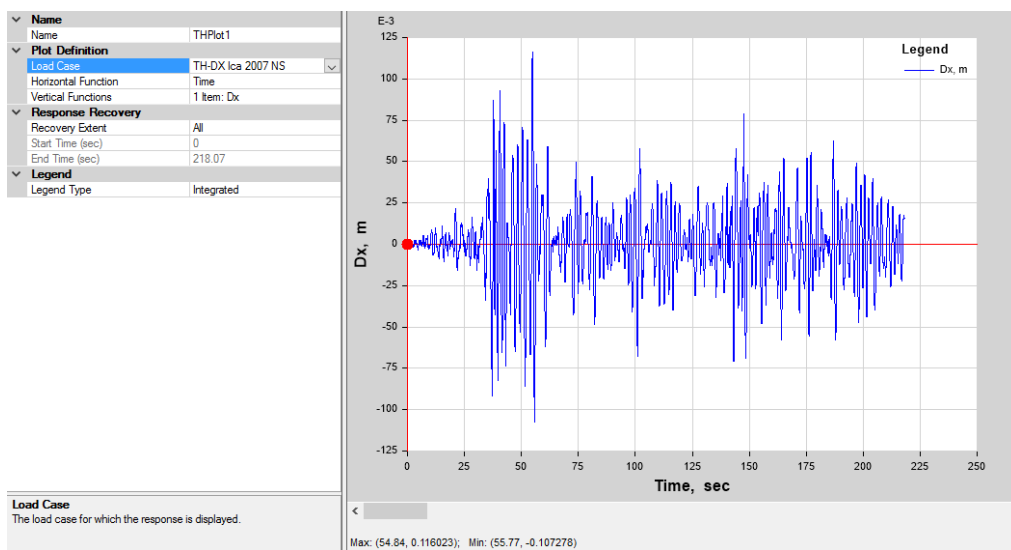


Figura 73. Desplazamiento Ica 2007 NS dirección X.
Fuente: Elaboración Propia.

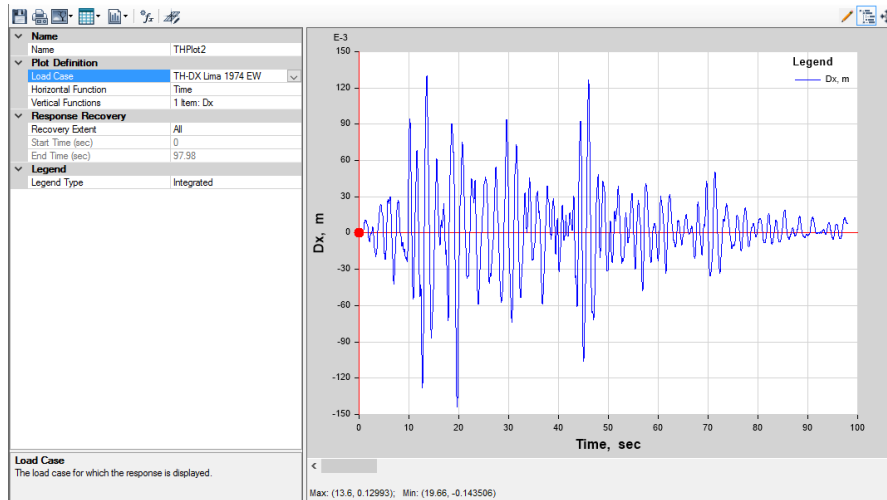


Figura 74. Desplazamiento Lima 1974 EW dirección X.
Fuente: Elaboración Propia.

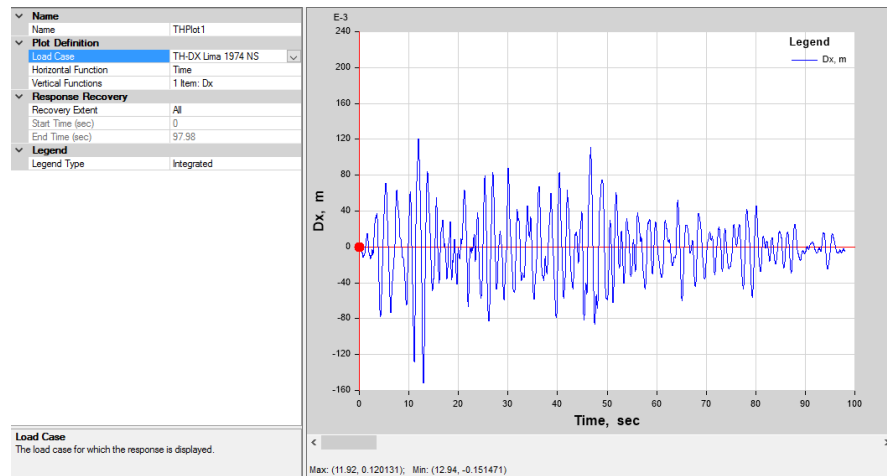


Figura 75. Desplazamiento Lima 1974 NS dirección X.
Fuente: Elaboración Propia.

Desplazamientos de los registros sísmicos utilizados: Desplazamiento dirección Y-Y EW

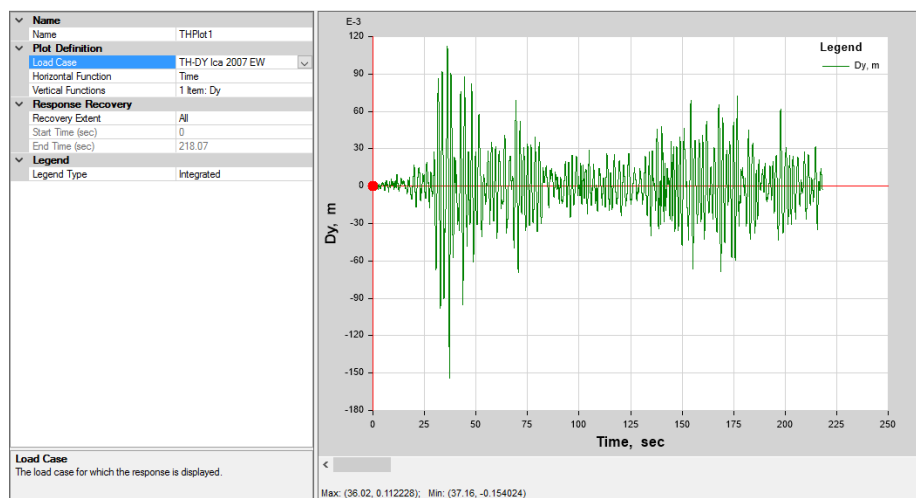


Figura 76. Desplazamiento Ica 2007 EW dirección Y.
Fuente: Elaboración Propia.

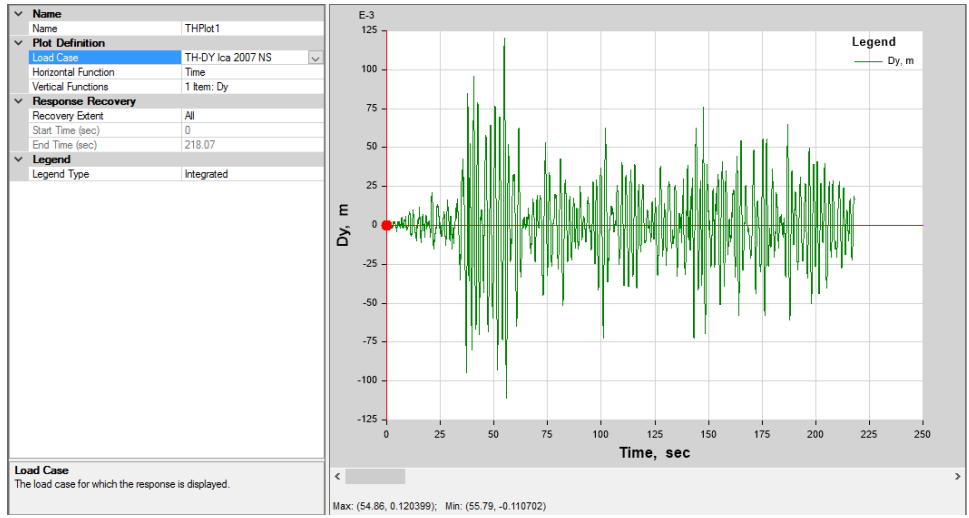


Figura 77. Desplazamiento Ica 2007 NS dirección Y.
Fuente: Elaboración Propia.

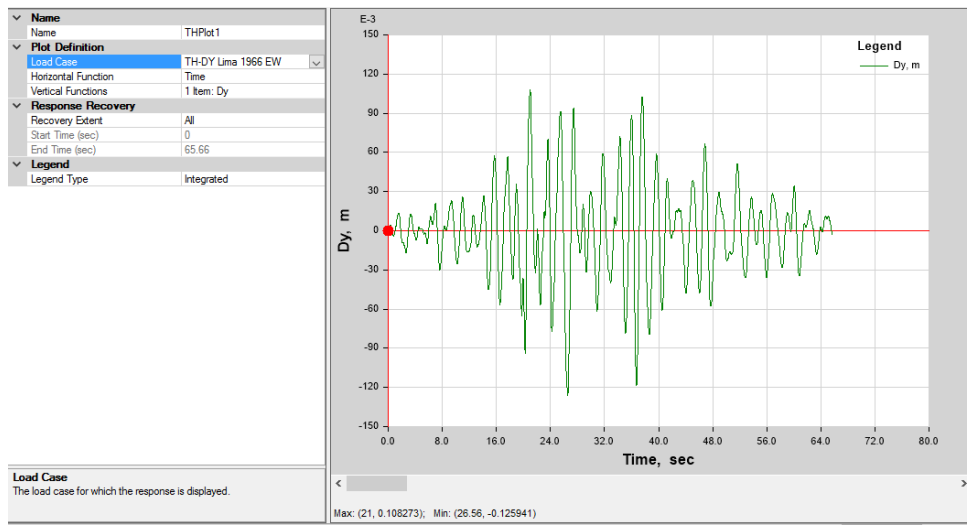


Figura 78. Desplazamiento Lima 1966 EW dirección Y.
Fuente: Elaboración Propia.

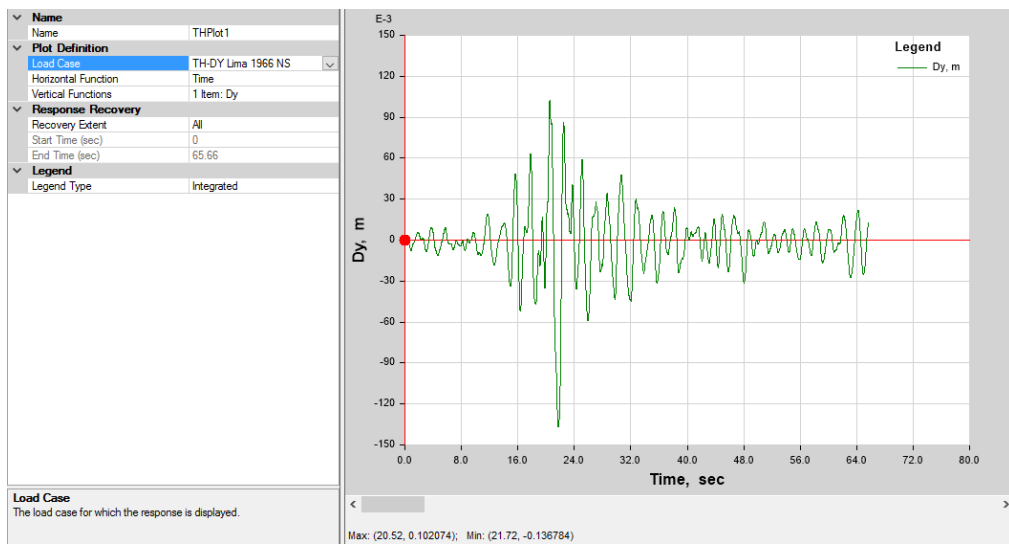


Figura 79. Desplazamiento Lima 1966 NS dirección Y.
Fuente: Elaboración Propia.

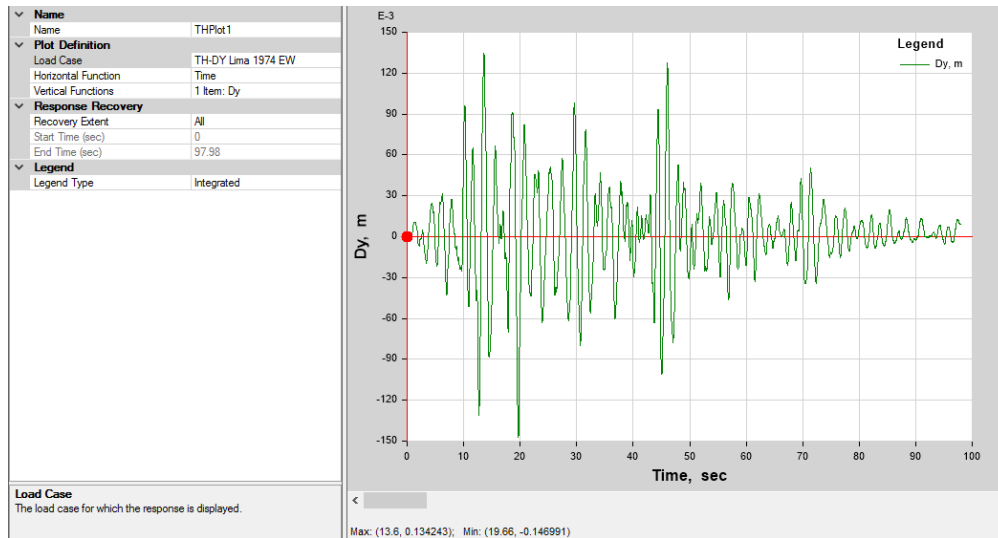


Figura 80. Desplazamiento Lima 1974 EW dirección Y.
Fuente: Elaboración Propia.

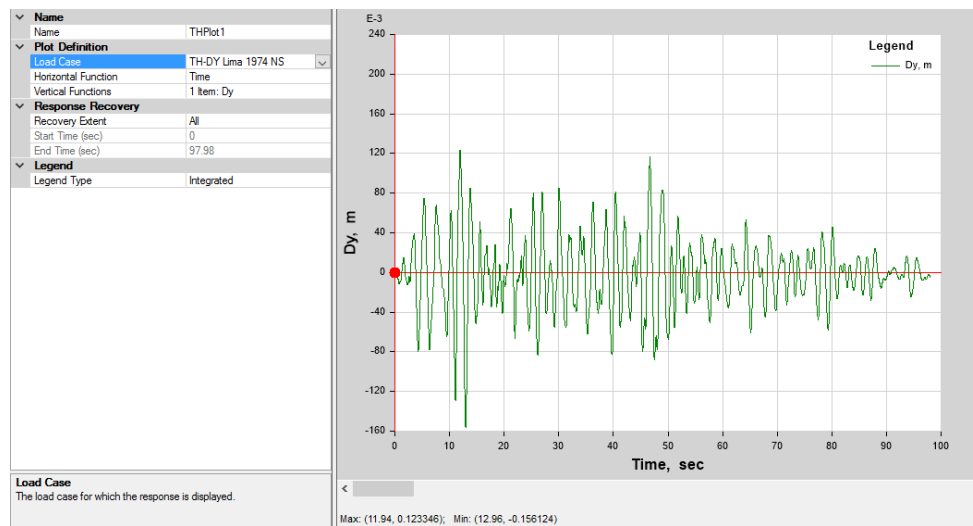


Figura 81. Desplazamiento Lima 1974 NS dirección Y.
Fuente: Elaboración Propia.

3.1.4 Derivas de Piso

- a) **Derivas de Piso del edificio de base empotrada y base aislada en X, Y:** Se determinaron las derivas tanto para el método estático, dinámico espectral y tiempo historia.

Tabla 44.
Derivas de piso por nivel dirección X de base empotrada y base aislada.

Descripción	Dx	Dx	%
	EBF	EBA	REDUCCION
Techo	0.0326	0.0047	86%
Piso 2	0.0347	0.0050	86%
Piso 1	0.0366	0.0052	86%
Sótano	0.0385	0.0055	86%

Fuente: Elaboración Propia

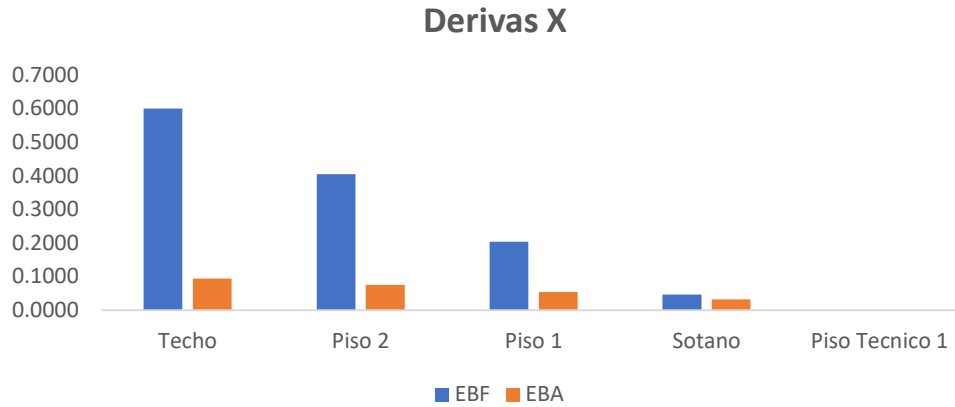


Figura 82. Desplazamientos de diseño dirección X.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45.
Derivas de piso por nivel dirección Y de base empotrada y base aislada.

Descripción	DY	DY	%
	EBF	EBA	REDUCCION
Techo	0.0351	0.01	86%
Piso 2	0.0370	0.01	86%
Piso 1	0.0390	0.01	86%
Sótano	0.0413	0.01	86%
Piso Técnico 1	0.0000	0.21	

Fuente: Elaboración Propia

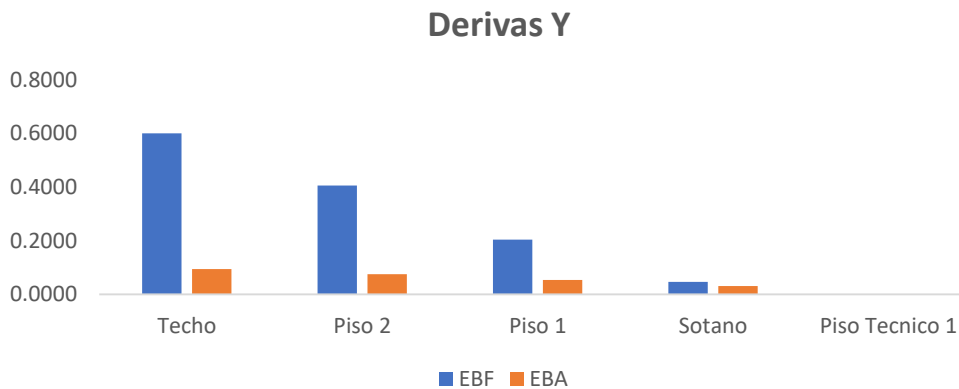


Figura 83. Desplazamientos de diseño dirección X.
Fuente: Elaboración Propia

a) Derivas en el centro de masas direcciones X, Y edificio de base Empotrada

Las derivas máximas en la dirección X, Y del edificio de base aislada se determinó mediante el proceso estático, dinámico modal espectral y el tiempo historia; los resultados son obtenidos con el programa ETABS.

Tabla 46.

Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.0326	0.1964	0.0225	0.0252	0.0311	0.0296	0.0311
Piso 2	0.0347	0.0295	0.0238	0.0266	0.0330	0.0311	0.0329
Piso 1	0.0366	0.0305	0.0250	0.0279	0.0346	0.0322	0.0344
Sótano	0.0385	0.0315	0.0264	0.0292	0.0363	0.0332	0.0360
Piso técnico 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

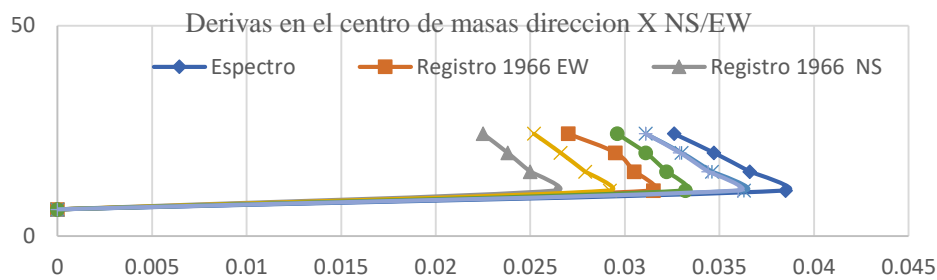


Figura 84. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando 100% Vx.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47.

Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% Vy.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.0287	0.0243	0.0201	0.0222	0.0277	0.0257	0.0275
Piso 2	0.0302	0.0253	0.0211	0.0232	0.0291	0.0268	0.0288
Piso 1	0.0314	0.0260	0.0219	0.0241	0.0302	0.0276	0.0298
Sótano	0.0327	0.0267	0.0228	0.0250	0.0313	0.0282	0.0309
Piso técnico 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

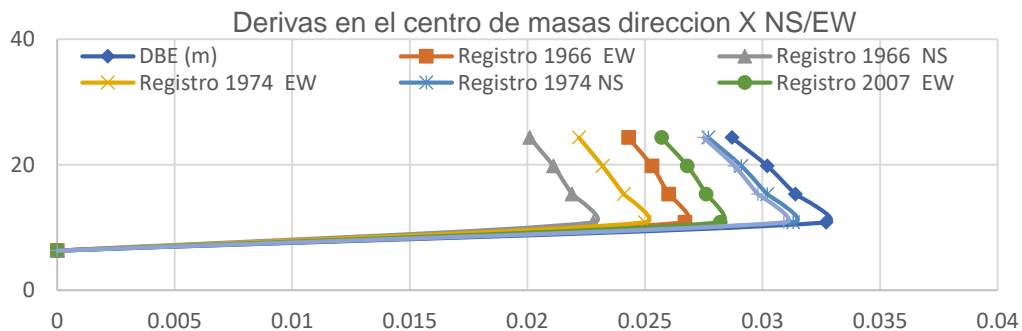


Figura 85. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando 30% Vy, base empotrada.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48.

Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% Vy.

Descripción	Espectro		Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	
Techo	0.0335	0.0452	0.0450	0.0445	0.0483	0.0460	0.0437	
Piso 2	0.0355	0.0455	0.0463	0.0448	0.0499	0.0451	0.0448	
Piso 1	0.0373	0.0365	0.0361	0.0356	0.0388	0.0346	0.0352	
Sótano	0.0393	0.0083	0.0077	0.0077	0.0081	0.0079	0.0075	
Piso técnico 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Fuente: Elaboración Propia

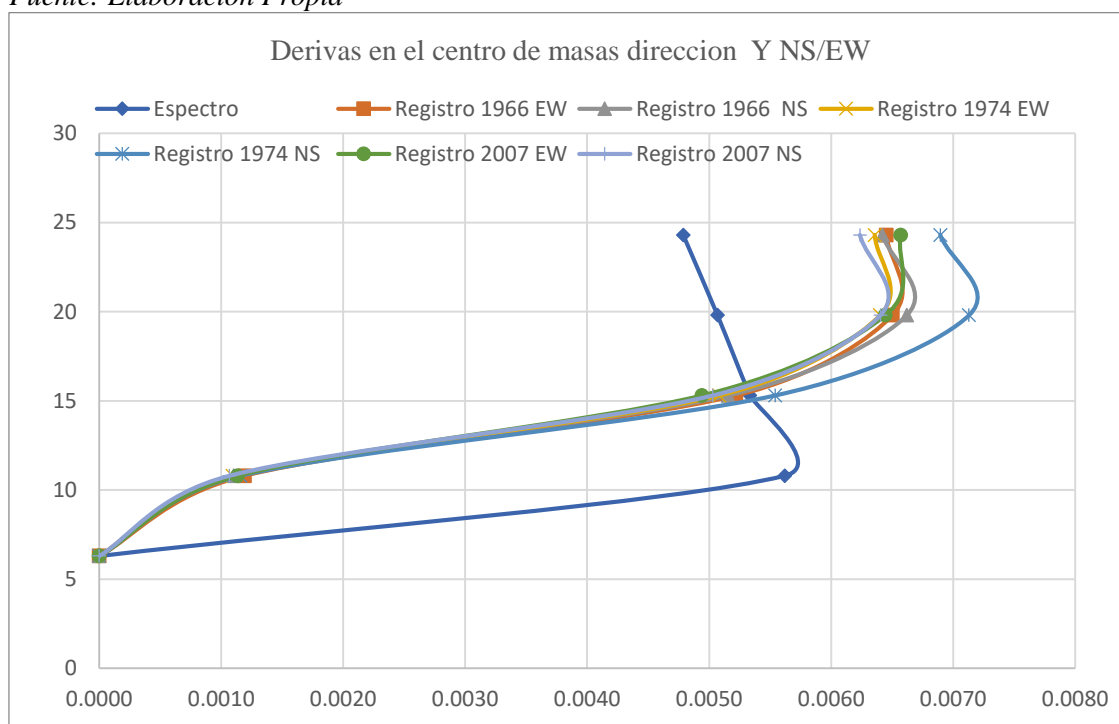


Figura 86. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando 100% Vy, base empotrada.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49.

Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% Vx.

Descripción	Espectro		Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	
Techo	0.0351	0.0481	0.0478	0.0484	0.0501	0.0520	0.0490	
Piso 2	0.0370	0.0498	0.0499	0.0483	0.0527	0.0510	0.0507	
Piso 1	0.0390	0.0398	0.0392	0.0394	0.0408	0.0395	0.0388	
Sótano	0.0413	0.0088	0.0080	0.0082	0.0087	0.0080	0.0080	
Piso técnico 1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Fuente: Elaboración Propia

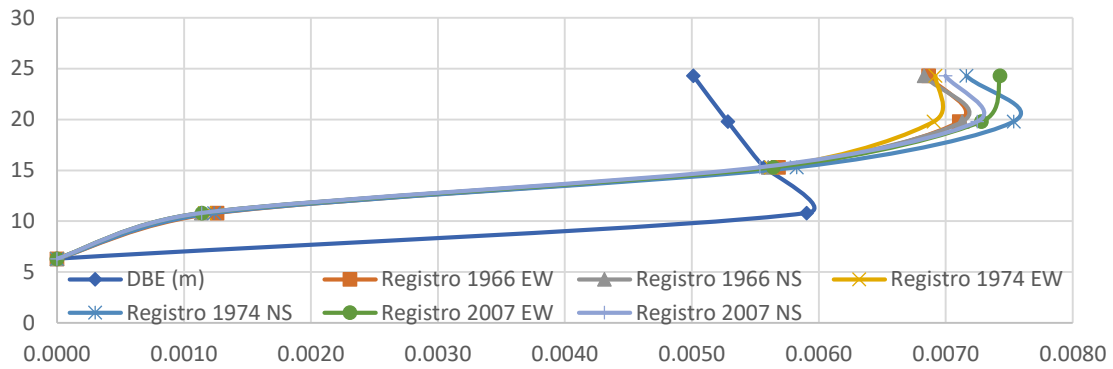


Figura 87. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando 30% V_x , base empotrada.
Fuente: Elaboración Propia

b) Derivas en el centro de masas direcciones X, Y edificio de base aislada

Las derivas máximas en la dirección X, Y del edificio de base aislada se determinó mediante el proceso estático, dinámico modal espectral y el tiempo historia; los resultados son obtenidos con el programa ETABS.

Tabla 50.

Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% V_x .

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.0047	0.0040	0.0032	0.0036	0.0044	0.0042	0.0044
Piso 2	0.0050	0.0042	0.0034	0.0038	0.0047	0.0044	0.0047
Piso 1	0.0052	0.0044	0.0036	0.0040	0.0049	0.0046	0.0049
Sótano	0.0055	0.0045	0.0038	0.0042	0.0052	0.0047	0.0051
Piso técnico 1	0.2042	0.1466	0.1438	0.1510	0.1853	0.1743	0.1852

Fuente: Elaboración Propia

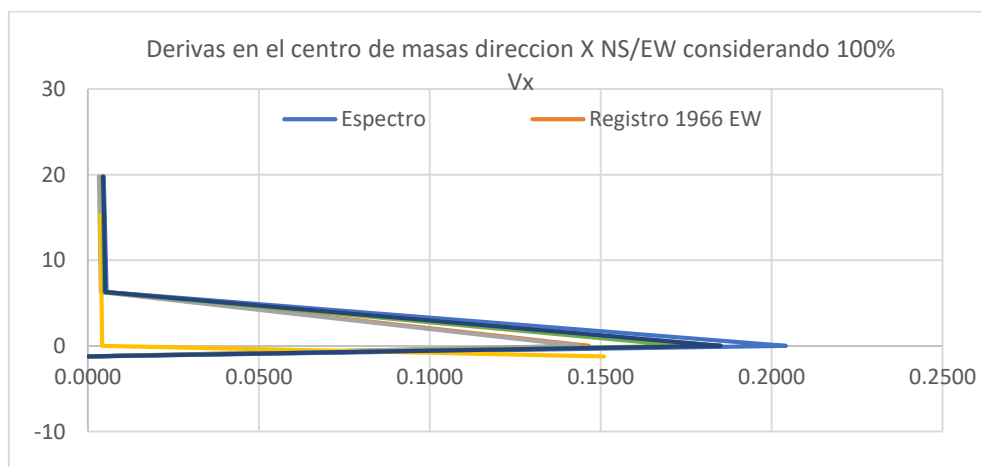


Figura 88. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 100% V_x .
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51.

Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% Vy.

Descripción	Espectro		Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	
Techo	0.0041	0.0035	0.0029	0.0032	0.0040	0.0037	0.0039	
Piso 2	0.0043	0.0036	0.0030	0.0033	0.0042	0.0038	0.0041	
Piso 1	0.0045	0.0037	0.0031	0.0034	0.0043	0.0039	0.0043	
Sótano	0.0047	0.0038	0.0033	0.0036	0.0045	0.0040	0.0044	
Piso técnico 1	0.2005	0.1447	0.1425	0.1503	0.1816	0.1739	0.1813	

Fuente: Elaboración Propia

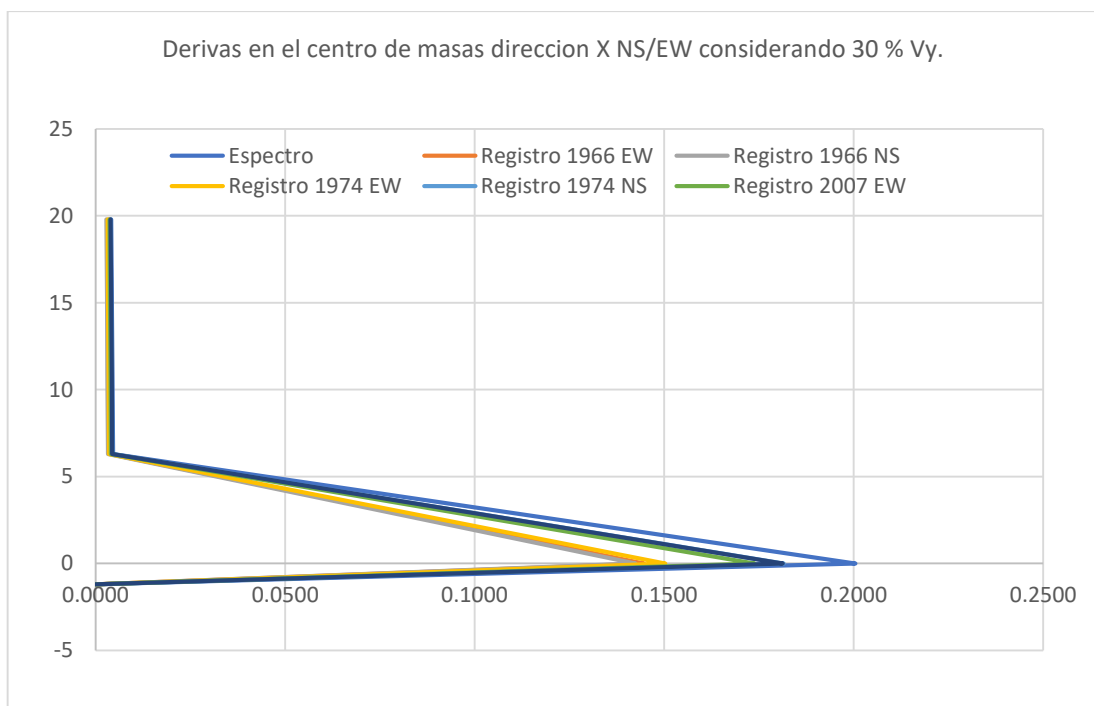


Figura 89. Derivas en el centro de masas direcciones X NS/EW considerando el 30% Vy.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52.

Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% Vy.

Descripción	Espectro		Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	
Techo	0.0048	0.0044	0.0041	0.0040	0.0037	0.0041	0.0044	
Piso 2	0.0051	0.0047	0.0044	0.0043	0.0039	0.0044	0.0047	
Piso 1	0.0053	0.0049	0.0046	0.0045	0.0040	0.0046	0.0050	
Sótano	0.0056	0.0051	0.0048	0.0047	0.0041	0.0047	0.0053	
Piso técnico 1	0.2040	0.1657	0.1607	0.1578	0.1188	0.1557	0.1878	

Fuente: Elaboración Propia

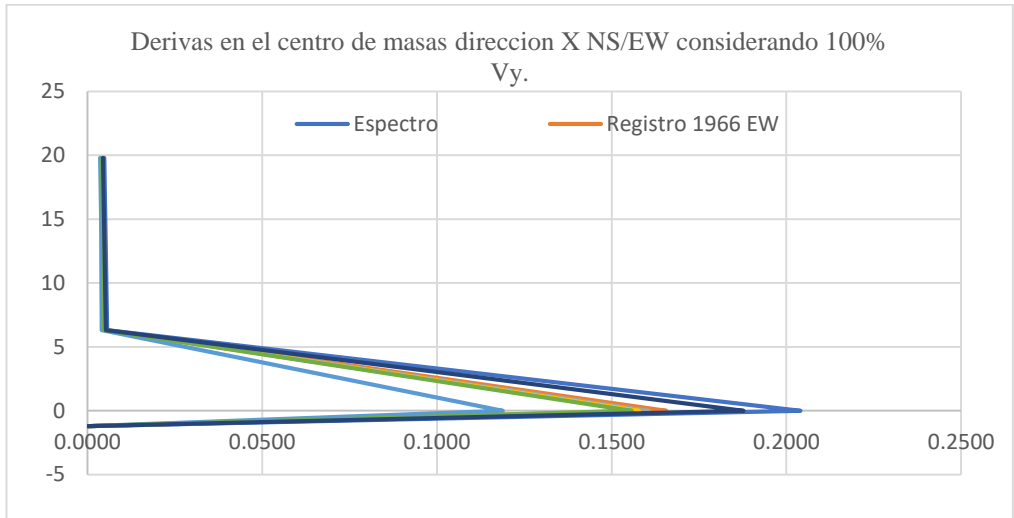


Figura 90. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 100% Vy.
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53.

Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% Vx.

Descripción	Espectro	Registro 1966		Registro 1974		Registro 2007	
	DBE (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)	EW (m)	NS (m)
Techo	0.0050	0.0047	0.0043	0.0043	0.0039	0.0045	0.0047
Piso 2	0.0053	0.0050	0.0046	0.0045	0.0041	0.0047	0.0050
Piso 1	0.0056	0.0051	0.0048	0.0047	0.0042	0.0049	0.0052
Sótano	0.0059	0.0053	0.0050	0.0049	0.0043	0.0050	0.0055
Piso técnico 1	0.2051	0.1673	0.1617	0.1588	0.1204	0.1561	0.1899

Fuente: Elaboración Propia

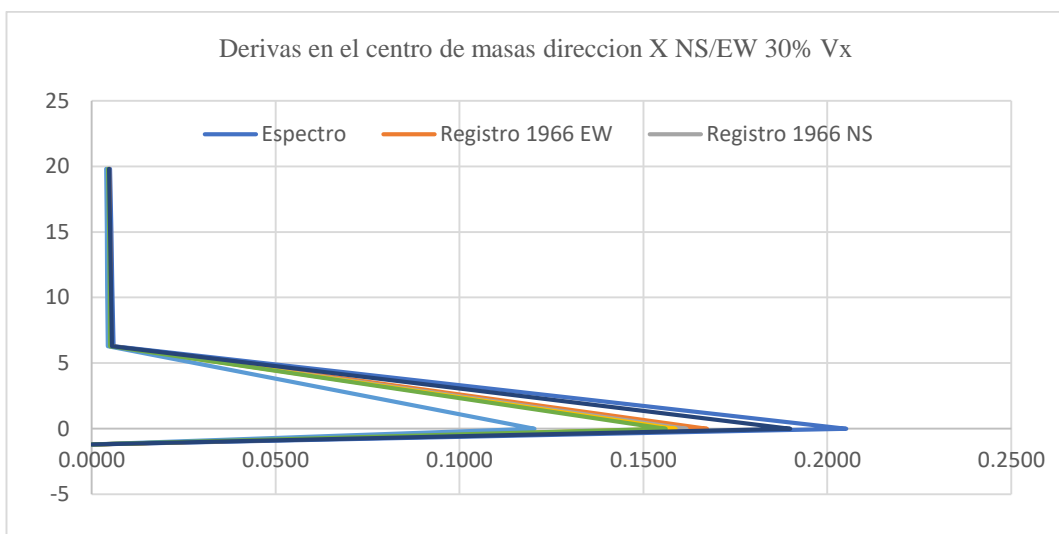


Figura 91. Derivas en el centro de masas direcciones Y NS/EW considerando el 30% Vx.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54.
Link de desplazamientos, registro de Ica 2007.

Story	Link	Load Case/Combo	U1	U2	U3
			m	m	m
Piso Técnico 1	K29	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.004779	0.022422	0.068435
Piso Técnico 1	K30	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.007518	0.022834	0.068435
Piso Técnico 1	K31	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000957	0.023391	0.068435
Piso Técnico 1	K32	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000228	0.024091	0.068435
Piso Técnico 1	K33	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000118	0.024973	0.068435
Piso Técnico 1	K34	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.001235	0.026039	0.068435
Piso Técnico 1	K40	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.003067	0.023815	0.069597
Piso Técnico 1	K43	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.006321	0.022422	0.068766
Piso Técnico 1	K44	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000597	0.022834	0.068766
Piso Técnico 1	K45	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000159	0.023391	0.068766
Piso Técnico 1	K46	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000007	0.024091	0.068766
Piso Técnico 1	K47	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000209	0.024973	0.068766
Piso Técnico 1	K48	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.001189	0.026039	0.068766
Piso Técnico 1	K49	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.001407	0.022422	0.0691
Piso Técnico 1	K50	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000056	0.022834	0.0691
Piso Técnico 1	K51	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.0001	0.023391	0.0691
Piso Técnico 1	K52	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.0003	0.024091	0.0691
Piso Técnico 1	K53	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.001529	0.024973	0.0691
Piso Técnico 1	K54	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.00274	0.026039	0.0691
Piso Técnico 1	K55	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.001053	0.022422	0.069435
Piso Técnico 1	K56	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000546	0.022834	0.069435
Piso Técnico 1	K57	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000578	0.023391	0.069435
Piso Técnico 1	K58	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.00332	0.024091	0.069435
Piso Técnico 1	K59	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000063	0.024973	0.069435
Piso Técnico 1	K60	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.001178	0.026039	0.069435
Piso Técnico 1	K61	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.001441	0.022422	0.069772
Piso Técnico 1	K62	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.003801	0.022834	0.069772
Piso Técnico 1	K63	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.005997	0.024091	0.069772
Piso Técnico 1	K64	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000946	0.024973	0.069772
Piso Técnico 1	K65	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000652	0.026039	0.069772
Piso Técnico 1	K66	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.007246	0.023391	0.069772
Piso Técnico 1	K67	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000242	0.025791	0.069211
Piso Técnico 1	K68	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.004585	0.023292	0.069721
Piso Técnico 1	K69	TH-DX Ica 2007 NS Max	0.000161	0.02264	0.068586

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55.

Link de fuerzas cortantes, registro de Ica 2007.

Story	Link	Load Case/Combo	P kN	V2 kN	V3 kN
Piso técnico 1	K29	TH-DX Ica 2007 NS Max	1764.0368	133.2152	431.7102
Piso técnico 1	K29	TH-DX Ica 2007 NS Max	1764.0368	133.2152	431.7102
Piso técnico 1	K30	TH-DX Ica 2007 NS Max	2774.7183	134.1916	431.7102
Piso técnico 1	K30	TH-DX Ica 2007 NS Max	2774.7183	134.1916	431.7102
Piso técnico 1	K31	TH-DX Ica 2007 NS Max	353.3681	135.9868	431.7102
Piso técnico 1	K31	TH-DX Ica 2007 NS Max	353.3681	135.9868	431.7102
Piso técnico 1	K32	TH-DX Ica 2007 NS Max	84.2551	138.8137	431.7102
Piso técnico 1	K32	TH-DX Ica 2007 NS Max	84.2551	138.8137	431.7102
Piso técnico 1	K33	TH-DX Ica 2007 NS Max	43.6543	143.0257	431.7102
Piso técnico 1	K33	TH-DX Ica 2007 NS Max	43.6543	143.0257	431.7102
Piso técnico 1	K34	TH-DX Ica 2007 NS Max	455.7067	148.6846	431.7102
Piso técnico 1	K34	TH-DX Ica 2007 NS Max	455.7067	148.6846	431.7102
Piso técnico 1	K40	TH-DX Ica 2007 NS Max	1131.829	137.666	433.842
Piso técnico 1	K40	TH-DX Ica 2007 NS Max	1131.829	137.666	433.842
Piso técnico 1	K43	TH-DX Ica 2007 NS Max	2333.0034	133.2152	432.3267
Piso técnico 1	K43	TH-DX Ica 2007 NS Max	2333.0034	133.2152	432.3267
Piso técnico 1	K44	TH-DX Ica 2007 NS Max	220.2598	134.1916	432.3267
Piso técnico 1	K44	TH-DX Ica 2007 NS Max	220.2598	134.1916	432.3267
Piso técnico 1	K45	TH-DX Ica 2007 NS Max	58.7519	135.9868	432.3267
Piso técnico 1	K45	TH-DX Ica 2007 NS Max	58.7519	135.9868	432.3267
Piso técnico 1	K46	TH-DX Ica 2007 NS Max	2.6326	138.8137	432.3267
Piso técnico 1	K46	TH-DX Ica 2007 NS Max	2.6326	138.8137	432.3267
Piso técnico 1	K47	TH-DX Ica 2007 NS Max	77.2601	143.0257	432.3267
Piso técnico 1	K47	TH-DX Ica 2007 NS Max	77.2601	143.0257	432.3267
Piso técnico 1	K48	TH-DX Ica 2007 NS Max	438.759	148.6846	432.3267
Piso técnico 1	K48	TH-DX Ica 2007 NS Max	438.759	148.6846	432.3267
Piso técnico 1	K49	TH-DX Ica 2007 NS Max	519.4502	133.2152	432.9368
Piso técnico 1	K49	TH-DX Ica 2007 NS Max	519.4502	133.2152	432.9368
Piso técnico 1	K50	TH-DX Ica 2007 NS Max	20.8225	134.1916	432.9368
Piso técnico 1	K50	TH-DX Ica 2007 NS Max	20.8225	134.1916	432.9368
Piso técnico 1	K51	TH-DX Ica 2007 NS Max	36.9067	135.9868	432.9368
Piso técnico 1	K51	TH-DX Ica 2007 NS Max	36.9067	135.9868	432.9368
Piso técnico 1	K52	TH-DX Ica 2007 NS Max	110.5542	138.8137	432.9368
Piso técnico 1	K52	TH-DX Ica 2007 NS Max	110.5542	138.8137	432.9368
Piso técnico 1	K53	TH-DX Ica 2007 NS Max	564.4095	143.0257	432.9368
Piso técnico 1	K53	TH-DX Ica 2007 NS Max	564.4095	143.0257	432.9368
Piso técnico 1	K54	TH-DX Ica 2007 NS Max	1011.4539	148.6846	432.9368
Piso técnico 1	K54	TH-DX Ica 2007 NS Max	1011.4539	148.6846	432.9368
Piso técnico 1	K55	TH-DX Ica 2007 NS Max	388.7546	133.2152	433.5468
Piso técnico 1	K55	TH-DX Ica 2007 NS Max	388.7546	133.2152	433.5468
Piso técnico 1	K56	TH-DX Ica 2007 NS Max	201.6027	134.1916	433.5468
Piso técnico 1	K56	TH-DX Ica 2007 NS Max	201.6027	134.1916	433.5468
Piso técnico 1	K57	TH-DX Ica 2007 NS Max	213.4049	135.9868	433.5468

Piso técnico 1	K57	TH-DX Ica 2007 NS Max	213.4049	135.9868	433.5468
Piso técnico 1	K58	TH-DX Ica 2007 NS Max	1225.5045	138.8137	433.5468
Piso técnico 1	K58	TH-DX Ica 2007 NS Max	1225.5045	138.8137	433.5468
Piso técnico 1	K59	TH-DX Ica 2007 NS Max	23.0891	143.0257	433.5468
Piso técnico 1	K59	TH-DX Ica 2007 NS Max	23.0891	143.0257	433.5468
Piso técnico 1	K60	TH-DX Ica 2007 NS Max	434.6471	148.6846	433.5468
Piso técnico 1	K60	TH-DX Ica 2007 NS Max	434.6471	148.6846	433.5468
Piso técnico 1	K61	TH-DX Ica 2007 NS Max	531.7862	133.2152	434.1609
Piso técnico 1	K61	TH-DX Ica 2007 NS Max	531.7862	133.2152	434.1609
Piso técnico 1	K62	TH-DX Ica 2007 NS Max	1402.7365	134.1916	434.1609
Piso técnico 1	K62	TH-DX Ica 2007 NS Max	1402.7365	134.1916	434.1609
Piso técnico 1	K63	TH-DX Ica 2007 NS Max	2213.4959	138.8137	434.1609
Piso técnico 1	K63	TH-DX Ica 2007 NS Max	2213.4959	138.8137	434.1609
Piso técnico 1	K64	TH-DX Ica 2007 NS Max	349.1145	143.0257	434.1609
Piso técnico 1	K64	TH-DX Ica 2007 NS Max	349.1145	143.0257	434.1609
Piso técnico 1	K65	TH-DX Ica 2007 NS Max	240.7507	148.6846	434.1609
Piso técnico 1	K65	TH-DX Ica 2007 NS Max	240.7507	148.6846	434.1609
Piso técnico 1	K66	TH-DX Ica 2007 NS Max	2674.4372	135.9868	434.1609
Piso técnico 1	K66	TH-DX Ica 2007 NS Max	2674.4372	135.9868	434.1609
Piso técnico 1	K67	TH-DX Ica 2007 NS Max	89.2587	147.284	433.1381
Piso técnico 1	K67	TH-DX Ica 2007 NS Max	89.2587	147.284	433.1381
Piso técnico 1	K68	TH-DX Ica 2007 NS Max	1692.2543	135.6155	434.0673
Piso técnico 1	K68	TH-DX Ica 2007 NS Max	1692.2543	135.6155	434.0673
Piso técnico 1	K69	TH-DX Ica 2007 NS Max	59.2713	133.6815	432.0002
Piso técnico 1	K69	TH-DX Ica 2007 NS Max	59.2713	133.6815	432.0002

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama del ciclo histéresis del aislador para cada análisis no lineal del tiempo historia de los registros sísmicos utilizados.

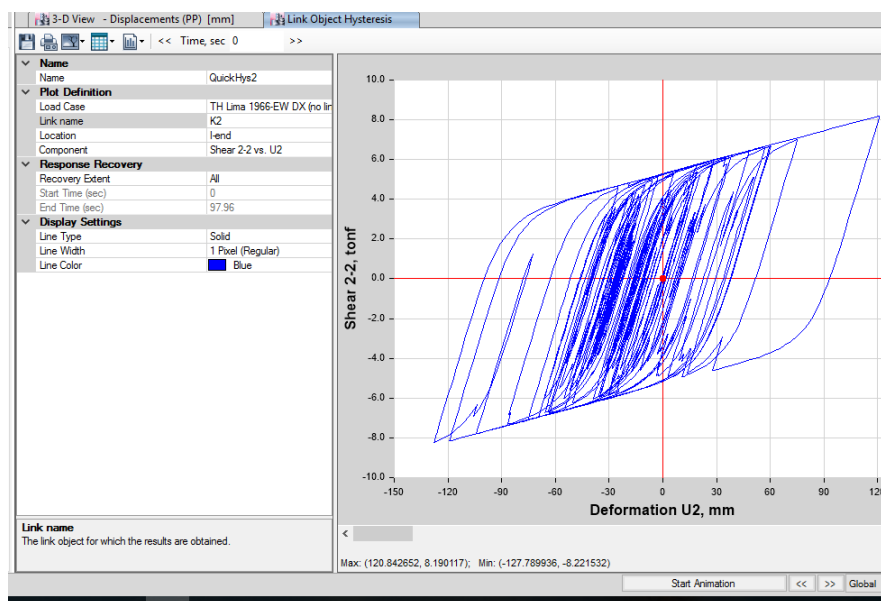


Figura 92. Diagrama del ciclo histéresis.

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de elementos estructurales

Los diseños de elementos de la superestructura están diseñados mediante las combinaciones de carga y en base a la aplicación de programas y hojas de cálculos que están respaldados por la norma E. 030, E. 060 y E.020.

Diseño de columnas para base aislada: Se diseña la columna C-1 (60 X 60 cm). En la tabla 57 observar los datos de entrada.

Tabla 56.

Diseño de columnas en dirección uniaxial

datos		
$f_c=$	210	kg/cm ²
$f_y=$	4200	kg/cm ²
$b=$	60	cm
$h=$	60	cm
$r=$	5	cm
$p=$	1.29%	
$\beta_1=$	0.87	
$E_c=$	237171	kg/cm ²
$\epsilon_c=$	0.003	
$E_s=$	2000000	kg/cm ²
$\epsilon_s=$	0.0021	

Fuente: Elaboración Propia

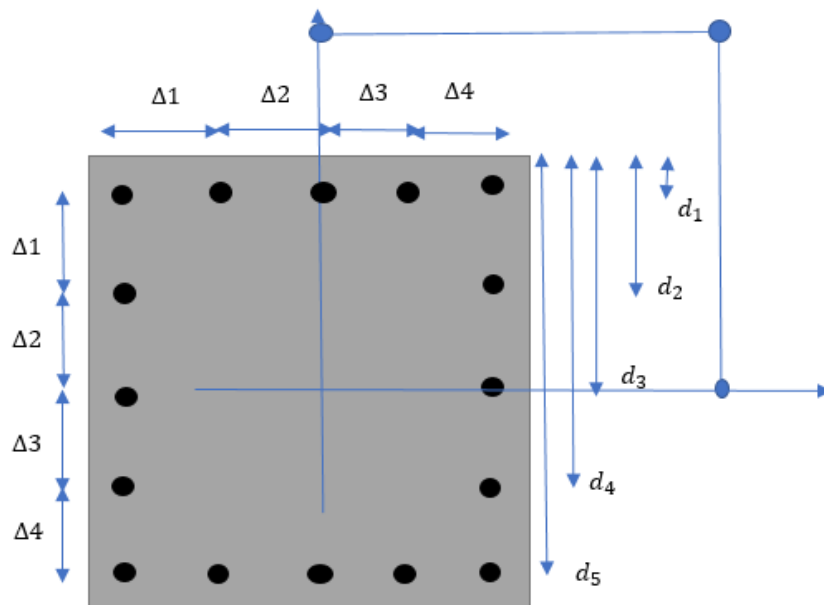


Figura 93. Diseño de columna uniaxial.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57.
Combinación de cargas, columna C-1.

Definición	Pu (Ton)	Direccion X		Direccion Y	
		Mu (Ton-m)	Vu (Ton)	Mu (Ton-m)	Vu (Ton)
U=1.4CM+1.7CV	164	14.58	-5.33	17.82	4.39
U=1.2(CM+CV)+CSx	84.91	46.14	1.95	6.71	13.78
U=0.9CM+CSx	29.46	39.59	4.14	14.3	11.9
U=1.2(CM+CV)-CSx	84.91	46.14	1.95	6.71	13.78
U=0.9CM-CSx	29.46	39.59	4.14	14.3	11.9
U=1.2C(CM+CV)+CSy	82.8	26.06	10.17	34.6	7.78
U=0.9CM+CSy	27.35	19.51	12.35	42.2	5.9
U=1.2(CM+CV)-CSy	82.8	26.06	10.17	34.6	7.78
U=0.9CM-CSy	27.35	19.51	12.35	42.2	5.9

Fuente: Elaboración Propia

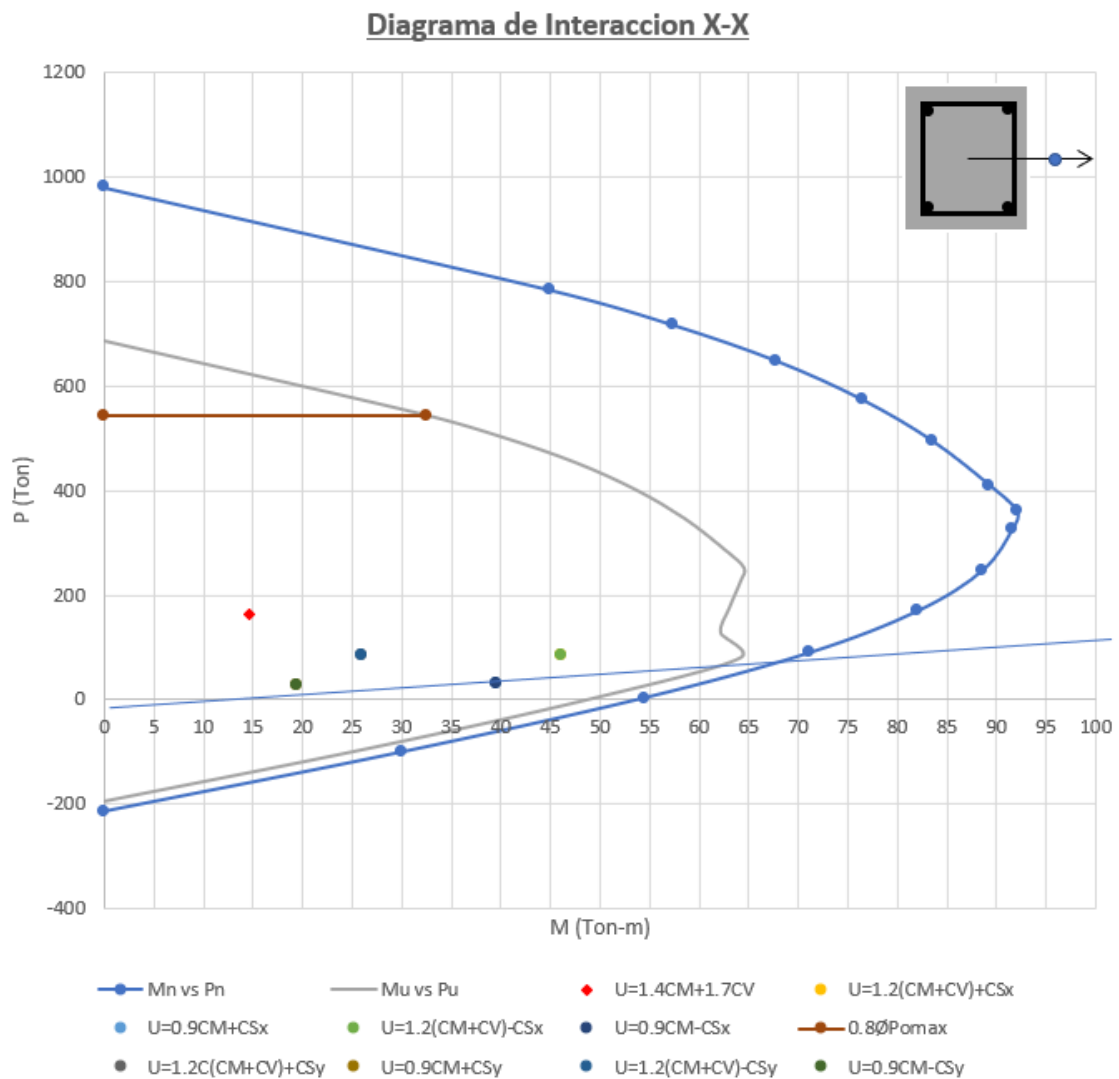


Figura 94. Diagrama de interacción en dirección X-X columna.
Fuente: Elaboración Propia

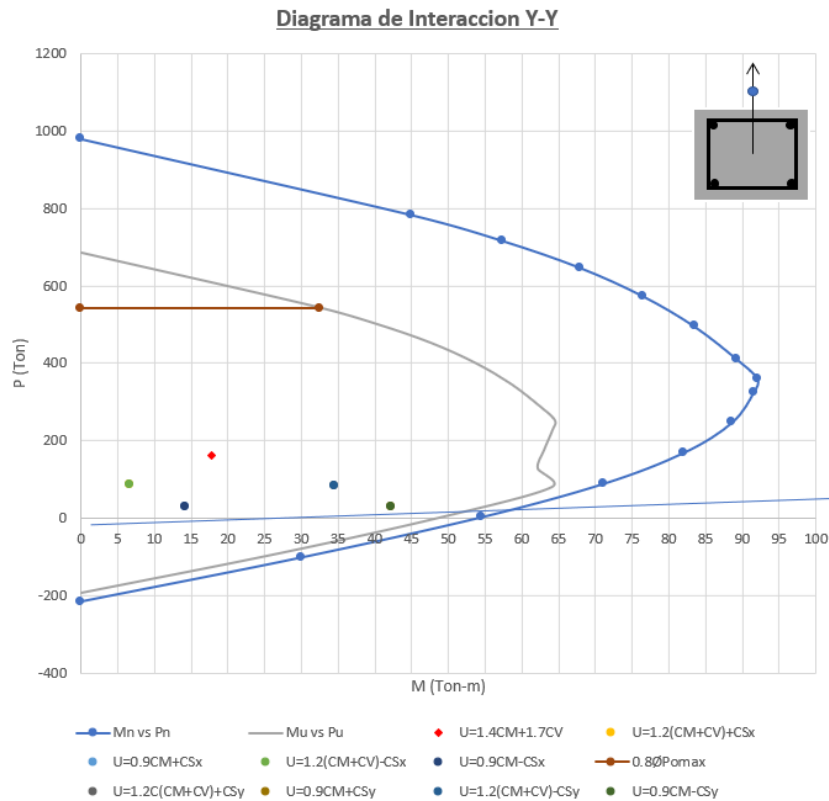


Figura 95. Diagrama de interacción en dirección Y-Y columna.
Fuente: Elaboración Propia

Método de bresler

$$\frac{1}{P_u} = \frac{1}{P_{ux}} + \frac{1}{P_{uy}} - \frac{1}{P_o}$$

Tabla 58.

Combinaciones de carga en ambas direcciones XX - YY.

Definición	Dirección X-X				Dirección Y-Y			
	Pu	Mux	ex	Puxo	Pu	Muy	ey	Puyo
U=1.4CM+1.7CV	164	14.58	0.089	483.21	164	17.82	0.109	445.51
U=1.2(CM+CV)+CSx	84.91	46.14	0.543	115.23	84.91	6.71	0.079	503.62
U=0.9CM+CSx	29.46	39.59	1.344	42.18	29.46	14.3	0.485	127.93
U=1.2(CM+CV)-CSx	84.91	46.14	0.543	115.23	84.91	6.71	0.079	503.89
U=0.9CM-CSx	29.46	39.59	1.344	42.18	29.46	14.3	0.485	149.53
U=1.2C(CM+CV)+CSy	82.8	26.06	0.315	201.87	82.8	34.6	0.418	149.53
U=0.9CM+CSy	27.35	19.51	0.713	89.26	27.35	42.2	1.543	35.96
U=1.2(CM+CV)-CSy	82.8	26.06	0.315	201.87	82.8	34.6	0.418	149.53
U=0.9CM-CSy	27.35	19.51	0.713	93.24	27.35	42.2	1.543	35.96

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59.

Peso ultimo de las combinaciones de carga en ambas direcciones XX - YY.

Definición	Puxo	Puyo	Puo	1/Pu	1/Puxo	1/Puyo	1/Puo	condición
U=1.4CM+1.7CV	483.21	445.51	678.19	0.0061	0.00207	0.00224	0.00147	ok...!!
U=1.2(CM+CV)+CSx	115.23	503.62	678.19	0.0118	0.00868	0.00199	0.00147	ok...!!
U=0.9CM+CSx	42.18	127.93	678.19	0.0339	0.02371	0.00782	0.00147	ok...!!
U=1.2(CM+CV)-CSx	115.23	503.89	678.19	0.0118	0.00868	0.00198	0.00147	ok...!!
U=0.9CM-CSx	42.18	149.53	678.19	0.0339	0.02371	0.00669	0.00147	ok...!!
U=1.2C(CM+CV)+CSy	201.87	149.53	678.19	0.0121	0.00495	0.00669	0.00147	ok...!!
U=0.9CM+CSy	89.26	35.96	678.19	0.0366	0.01120	0.02781	0.00147	ok...!!
U=1.2(CM+CV)-CSy	201.87	149.53	678.19	0.0121	0.00495	0.00669	0.00147	ok...!!
U=0.9CM-CSy	93.24	35.96	678.19	0.0366	0.01072	0.02781	0.00147	ok...!!

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60.

Método del contorno de cargas.

Definición	Mux	ØMnx	Mux/ØMnx	Muy	ØMny	Muy/ØMny	Condición
U=1.4CM+1.7CV	14.58	42.96	0.34	17.82	48.41	0.37	ok...!!
U=1.2(CM+CV)+CSx	46.14	62.62	0.74	6.71	39.82	0.17	ok...!!
U=0.9CM+CSx	39.59	56.69	0.70	14.3	62.10	0.23	ok...!!
U=1.2(CM+CV)-CSx	46.14	62.62	0.74	6.71	39.82	0.17	ok...!!
U=0.9CM-CSx	39.59	56.69	0.70	14.3	62.49	0.23	ok...!!
U=1.2C(CM+CV)+CSy	26.06	63.54	0.41	34.6	62.49	0.55	ok...!!
U=0.9CM+CSy	19.51	63.67	0.31	42.2	55.49	0.76	ok...!!
U=1.2(CM+CV)-CSy	26.06	63.54	0.41	34.6	62.49	0.55	ok...!!
U=0.9CM-CSy	19.51	66.52	0.29	42.2	55.49	0.76	ok...!!

Fuente: Elaboración Propia

Diseño a corte de columnas

Tabla 61.

Diseño a corte de columnas.

datos	
b=	60 cm
h=	60 cm
r=	5 cm
fc=	210 kg/cm ²
fy=	4200 kg/cm ²
Ln=	4.5 m
Ø=	0.85 cortante
sx=	10 cm

Fuente: Elaboración Propia

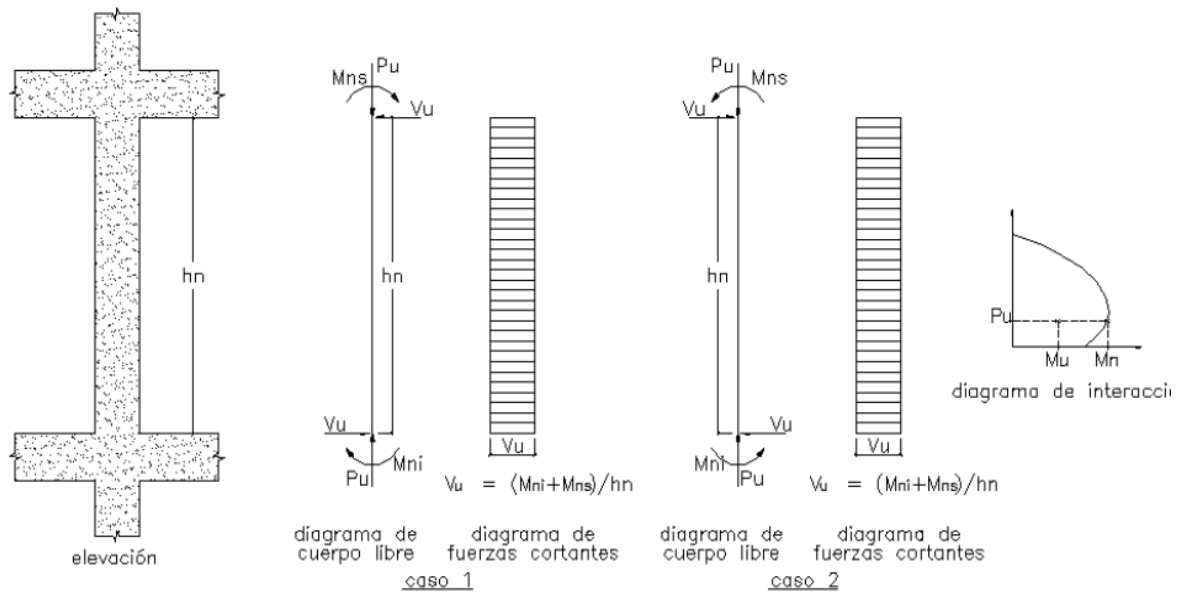


Fig. 21.4.3b Fuerza cortante de diseño en columnas

Figura 96. Fuerza cortante de diseño en columnas.

Fuente: Norma E.060 RNE.

Dirección X-X

Tabla 62.

Diagrama de interacción.

	Combinación de Carga		Diagrama de Interacción		Puntos del grafico
	Mnx	Pux	Mnx	Pnx	
U=1.4CM+1.7CV	81.36	164	82.04	169.04	9
			71.15	89.29	10
U=1.2(CM+CV)+CSx	70.31	84.91	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM+CSx	59.63	29.46	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=1.2(CM+CV)-CSx	70.31	84.91	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM-CSx	59.63	29.46	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=1.2C(CM+CV)+CSy	69.90	82.8	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM+CSy	59.23	27.35	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=1.2(CM+CV)-CSy	69.90	82.8	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM-CSy	59.23	27.35	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63.
Cortantes.

Definición	Pu (Ton)	Mn (Ton- m)	Vc (Ton)	Vu (Ton)	Vs (Ton)
U=1.4CM+1.7CV	164	81.36	27.65	36.16	14.89
U=1.2(CM+CV)+CSx	84.91	70.31	27.65	31.25	9.11
U=0.9CM+CSx	29.46	59.63	27.65	26.50	3.53
U=1.2(CM+CV)-CSx	84.91	70.31	27.65	31.25	9.11
U=0.9CM-CSx	29.46	59.63	27.65	26.50	3.53
U=1.2C(CM+CV)+CSy	82.8	69.90	27.65	31.07	8.90
U=0.9CM+CSy	27.35	59.23	27.65	26.32	3.32
U=1.2(CM+CV)-CSy	82.8	69.90	27.65	31.07	8.90
U=0.9CM-CSy	27.35	59.23	27.65	26.32	3.32

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64.

Espaciamiento del acero.

Espaciamiento	Vs (Ton)	n	Øs	Av (cm ²)	s (cm)
	14.89	6	3/8"	4.26	66.07

Fuente: Elaboración Propia

Dirección Y-Y

Tabla 65.

Diagrama de interacción.

Combinación de Carga	Diagrama de Interacción				
	Mny	Puy	Mny	Pny	Puntos del grafico
U=1.4CM+1.7CV	81.36	164	82.04	169.04	9
			71.15	89.29	10
U=1.2(CM+CV)+CSx	70.31	84.91	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM+CSx	59.63	29.46	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=1.2(CM+CV)-CSx	70.31	84.91	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM-CSx	59.63	29.46	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=1.2C(CM+CV)+CSy	69.90	82.8	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM+CSy	59.23	27.35	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=1.2(CM+CV)-CSy	69.90	82.8	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11
U=0.9CM-CSy	59.23	27.35	71.15	89.29	10
			54.49	2.73	11

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66.
Cortantes en Y-Y.

Definición	Pu (Ton)	Mn (Ton-			
		m)	Vc (Ton)	Vu (Ton)	Vs (Ton)
U=1.4CM+1.7CV	164	81.36	27.65	36.16	14.89
U=1.2(CM+CV)+CSx	84.91	70.31	27.65	31.25	9.11
U=0.9CM+CSx	29.46	59.63	27.65	26.50	3.53
U=1.2(CM+CV)-CSx	84.91	70.31	27.65	31.25	9.11
U=0.9CM-CSx	29.46	59.63	27.65	26.50	3.53
U=1.2C(CM+CV)+CSy	82.8	69.90	27.65	31.07	8.90
U=0.9CM+CSy	27.35	59.23	27.65	26.32	3.32
U=1.2(CM+CV)-CSy	82.8	69.90	27.65	31.07	8.90
U=0.9CM-CSy	27.35	59.23	27.65	26.32	3.32

Fuente: Elaboración Propia

Detalle de corte del diseño al sismo

Tabla 67.
Diseño de la zona de confinamiento.

Zona Confinada			
Espaciamiento			
s=h/4	15	cm	
s=6Ølb=	11.4	cm	
s=10+(35-hx)/3	18.3	cm	
smax=15 cm	15	cm	
smin=10 cm	10	cm	
Confinamiento			
Lo=h	60	cm	$Lo = h$
Lo=H/6	75.0	cm	$Lo = \frac{H}{6}$
Lomin=45 cm	45	cm	
usar			
s=	10	cm	
Lo=	75	cm	
n=	7.5	unid	
Zona intermedia			
Espaciamiento			
s=h/2	30	cm	

$s=6\phi_{lb}$	11.4	cm
$s_{max}=15$ cm	15	cm

Confinamiento

$L_o=$	132.9	cm
--------	-------	----

usar

$s=$	11	cm
$L_o=$	133	cm
$n=$	12	unid

Zona de empalme

Espaciamiento

$s=h/4$	15	cm
$s_{max}=10$ cm	10	cm

Confinamiento

$L_o=$	34.2	cm
--------	------	----

usar

$s= h/4$	10	cm
----------	----	----

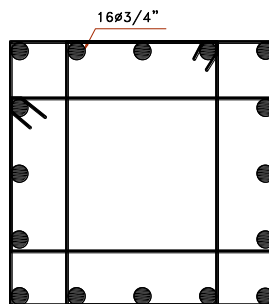
$L_o=$	34	cm	$L_o = (0.013f_y - 24)\phi_{lb}$
--------	----	----	----------------------------------

$n=$	3	unid
------	---	------

Verificacion del Confinamiento

$A_g=$	3600	cm ²
$A_{ch}=$	3025	cm ²
$A_{sh1}=$	1.87	cm ²
$A_{sh2}=$	2.95	cm ²
$V_s=$	68.06	Ton
$V_s > V_s(x,y)$	ok...!!	

Fuente: Elaboración Propia



$\phi 3/4$ ": 1^o@.05, 12@10, Resto @ 15cm

La columna necesitará 16 varillas de 3/4, y el espaciamiento del acero será 1@0.05 cm, 12@ 10, y el resto a 15cm.

Diseño de vigas

Para el diseño de viga se utilizó los siguientes datos de la envolvente de momento y cortante mediante la combinación de cargas.

*Tabla 68.
Diseño de viga.*

datos		
$f_c=$	210	kg/cm ²
$f_y=$	4200	kg/cm ²
$b=$	35	cm
$h=$	70	cm
$\phi=$	0.9	flexion
$\phi=$	0.85	cortante
$\beta=$	0.85	
$E_c=$	2.17E+05	kg/cm ²
$E_s=$	2.00E+06	kg/cm ²
$f_s=$	28.98	kg/cm ²
$n=$	9.20	
$CM=$	0.25	Ton/m ²
$CV=$	0.3	Ton/m ²
$B=$	7.54	m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69.
Diseño por flexión de vigas.

Diseño a flexión	A	AB	B	B	BC	C	C	CD	D	D	DE	E	E	EF	F
SECCIONES DE CORTE															
Mu (+)															
(Ton -m)	41.97		41.83	35.67		36.58	41.45		43.16	41.38		41.94	45.61		43.82
d (+)															
(cm)	65		65	65		65	65		65	65		65	65		65
As(+)	18.98		18.92	16.13		16.54	18.74		19.52	18.71		18.97	20.63		19.82
)	18.94		18.87	15.84		16.28	18.68		19.54	18.65		18.93	20.78		19.87
(cm ²)	18.94		18.87	15.81		16.26	18.67		19.54	18.64		18.92	20.80		19.88
)	18.94		18.87	15.81		16.25	18.67		19.54	18.64		18.92	20.80		19.88
a	13		13	13		13	13		13	13		13	13		13
(cm)	12.76		12.72	10.84		11.12	12.60		13.12	12.58		12.75	13.87		13.32
	12.73		12.69	10.65		10.95	12.56		13.13	12.54		12.72	13.97		13.36
	12.73		12.68	10.63		10.93	12.55		13.14	12.53		12.72	13.98		13.36
Ps	0.773		0.770	0.645		0.663	0.762		0.798	0.761		0.772	0.849		0.811
(%)	%		%	%		%	%		%	%		%	%		%
Mu (-)															
(Ton -m)		13.52			6.89			15.52			12.85			16.81	
d (-)															
(cm)		65			65			65			65			65	
		6.11			3.12			7.02			5.81			7.60	
		5.68			2.85			6.55			5.39			7.12	

As(-)	5.67		2.85		6.54		5.38		7.10						
(cm ²)	5.67		2.85		6.54		5.38		7.10						
)	13		13		13		13		13						
a	4.11		2.09		4.72		3.91		5.11						
(cm)	3.82		1.92		4.41		3.62		4.79						
	3.81		1.91		4.40		3.62		4.78						
Ps	0.231		0.116		0.267		0.220		0.290						
(%)	%		%		%		%		%						
Pb	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%
(%)															
Pmax	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%
(%)															
Pmin	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%	0.33%
(%)															
Asφ	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167	8.167
(cm ²)															
)	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
φ	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"	5/8"
(pulg)															
)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
#1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
#2	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55
Asφ															
(cm ²)															
)															

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70.
Diseño por corte en viga.

Diseño a flexión	A	AB	B	B	BC	C	C	CD	D	D	DE	E	E	EF	F		
CCIONES DE CORTE																	
Vu (+)	41.		41.	35.		36.	41.		43.	41.		41.	45.		43.		
(Ton)	97		83	67		58	45		16	38		94	61		82		
Wcm		1.8			1.8			1.8			1.8			1.8			
(Ton/m)		9			9			9			9			9			
Wcv		2.2			2.2			2.2			2.2			2.2			
(Ton/m)		6			6			6			6			6			
Wu		5.1			5.1			5.1			5.1			5.1			
(Ton/m)		8			8			8			8			8			
As+ (cm2)	8.5		8.5	8.5		8.5	8.5		8.5	8.5		8.5	8.5		8.5		
As- (cm2)	5		5	5		5	5		5	5		5	5		5		
asup (cm)	3.9		3.9	3.9		3.9	3.9		3.9	3.9		3.9	3.9		3.9		
ainf (cm)	8		8	8		8	8		8	8		8	8		8		
Musup (Ton.m)	7.1		7.1	7.1		7.1	7.1		7.1	7.1		7.1	7.1		7.1		
Muinf (Ton.m)	8		8	8		8	8		8	8		8	8		8		
Vcap (Ton)	3.3		3.3	3.3		3.3	3.3		3.3	3.3		3.3	3.3		3.3		
Vcap (Ton)	4		4	4		4	4		4	4		4	4		4		
Vcap (Ton)	27.		27.	27.		27.	27.		27.	27.		27.	27.		27.		
Vcap (Ton)	56		56	56		56	56		56	56		56	56		56		
Vcap (Ton)	13.		13.	13.		13.	13.		13.	13.		13.	13.		13.		
Vcap (Ton)	23		23	23		23	23		23	23		23	23		23		
Vcap (Ton)	AntiHor	6.2			AntiHor	6.1			AntiHor	6.1			AntiHor	6.0		AntiHor	6.1
Vcap (Ton)	ario	8			ario	8			ario	8			ario	9		ario	8
Vcap (Ton)	Horario	6.2			Horario	6.1			Horario	6.1			Horario	6.0		Horario	6.1
Vcap (Ton)	Horario	8			Horario	8			Horario	8			Horario	9		Horario	8

Vg (Ton)		16. 85		17. 11		17. 11		17. 37		17. 11
Vu (+) (Ton)	AntiHor ario	23. 12	AntiHor ario	23. 29	AntiHor ario	23. 29	AntiHor ario	23. 45	AntiHor ario	23. 29
Vu (+) (Ton)	Horario	10. 57	Horario	10. 93	Horario	10. 93	Horario	11. 28	Horario	10. 93
Vc (Ton)		18. 82		18. 82		18. 82		18. 82		18. 82
Vs (Ton)		8.3 9		8.5 8		8.5 8		8.7 8		8.5 8
ϕ (pulg)		3/8 "		3/8 "		3/8 "		3/8 "		3/8 "
#n		2		2		2		2		2
Av		1.4 2		1.4 2		1.4 2		1.4 2		1.4 2
s (cm)		46. 22		45. 18		45. 18		44. 17		45. 18
Descripción	Zona Confinada		Zona Confinada		Zona Confinada		Zona Confinada		Zona Confinada	
Espaciamiento										
s=d/4		16. 25		16. 25		16. 25		16. 25		16. 25
s=10 ϕ long		12. 70		12. 70		12. 70		12. 70		12. 70
s=24 ϕ trans s<30 cm		22. 86 30		22. 86 30		22. 86 30		22. 86 30		22. 86 30

Confinamiento Lo=2h usar	140	140	140	140	140
	12.	12.	12.	12.	12.
	s= 70	70	70	70	70
Lo= n=	140	140	140	140	140
	11.	11.	11.	11.	11.
	02	02	02	02	02
Descripción	Zona Central	Zona Central	Zona Central	Zona Central	Zona Central
Espaciamiento s=d/2	32.	32.	32.	32.	32.
	5	5	5	5	5
Confinamiento Lo usar	370	380	380	390	380
	s= 25	32.	32.	32.	32.
	Lo= 370	5	5	5	5
n=	14.	11.	11.	12.	11.
	8	7	7	0	7

Fuente: Ela

Diseño de losa: Para el diseño de losa se utilizó los siguientes datos.

Tabla 71.

Datos de losas en dos direcciones.

LOSAS EN DOS DIRECCIONES		
DATOS		
Vigas	35	70cm
Columnas	60	60cm
Fy =	4200	kg/cm ²
Fc=	210	kg/cm ²
b losa =	40	cm
hlosa=	30	cm
ϕ =	0.9	flexión
ϕ =	0.85	cortante
β =	0.85	
CM =	250	0.25
CV =	300	0.3
Wu=	860	0.86

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72.

Espesor de losa y coeficiente de momento.

Espesor de la losa		
h=	0.163	m
h =	0.150	m
Coeficiente para momento negativo E060		
Relación de lados		
m=	0.945558739	m

Fuente: Elaboración Propia

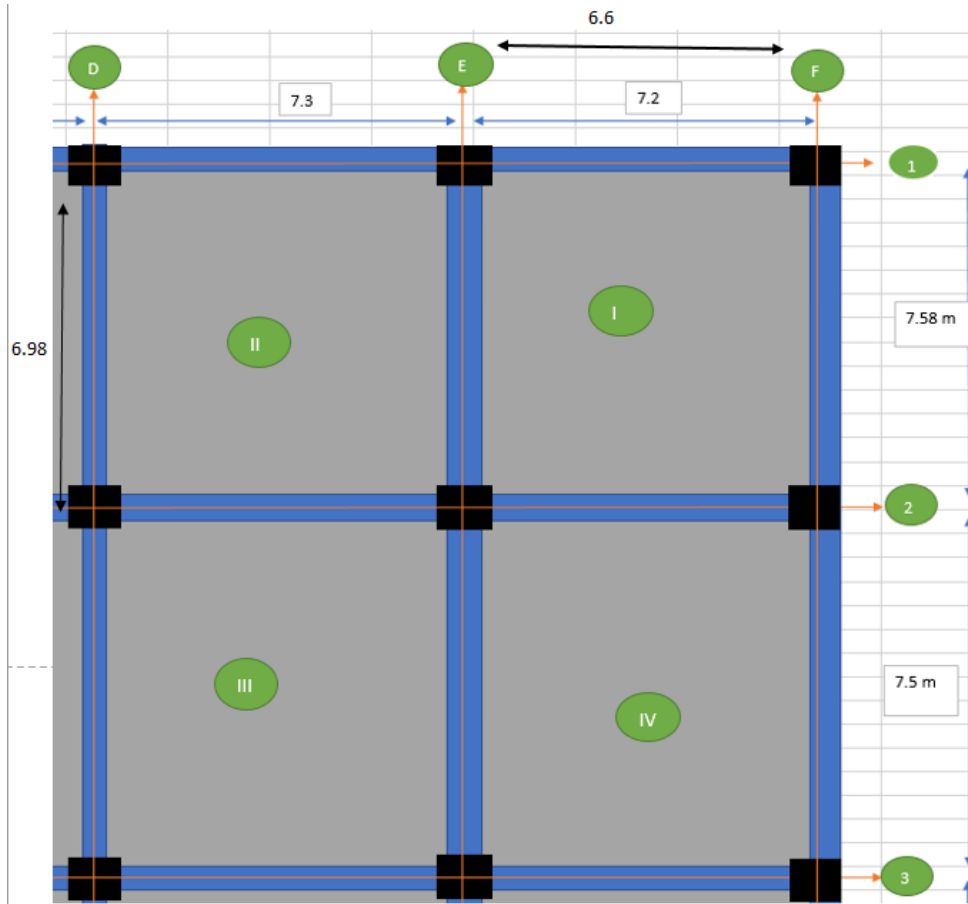


Figura 97. Paños de losas a calcular.
Fuente: Elaboración Propia

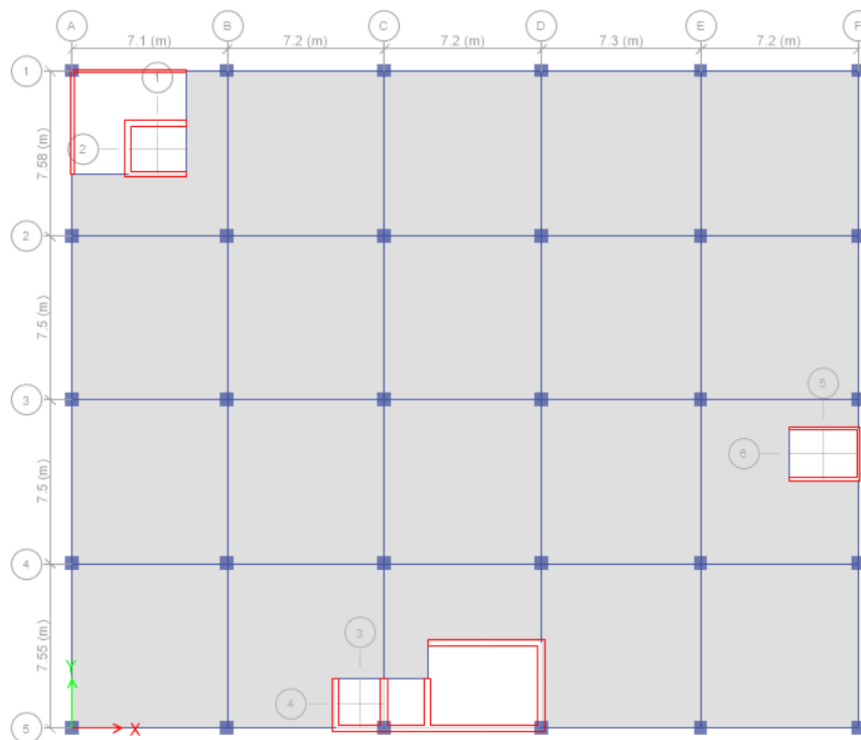


Figura 98. Planta del bloque a analizar.
Fuente: Elaboración Propia

TRAMO I

TRAMO II

Coefficientes de momentos negativos



Tabla 73.

Coefficientes de momentos tramo I y II.

Coefficientes para momentos negativos					
TRAMO I			TRAMO II		
m	Ca	Cb	m	Ca	Cb
0.95	0.055	0.045	0.95	0.038	0.056
0.946	0.055	0.045	0.946	0.038	0.056
0.9	0.06	0.04	0.9	0.043	0.052
Momentos Negativos					
Ma	Mb		Ma	Mb	
2.32	1.67	ton-m	1.61	2.08	ton-m
Coefficiente para momento positivo (CM)					
m	Ca	Cb	m	Ca	Cb
0.95	0.03	0.024	0.95	0.022	0.021
0.946	0.030	0.024	0.946	0.022	0.021
0.9	0.033	0.022	0.9	0.025	0.019
Momentos Negativos					
Ma	Mb		Ma	Mb	
0.37	0.26	ton-m	0.27	0.23	ton-m
Coefficiente para momento positivo (CV)					
m	Ca	Cb	m	Ca	Cb
0.95	0.035	0.029	0.95	0.031	0.027
0.946	0.035	0.029	0.946	0.031	0.027
0.9	0.039	0.026	0.9	0.035	0.024
Momentos positivos					
Ma	Mb		Ma	Mb	
0.52	0.38	ton-m	0.46	0.35	ton-m
Suma CM +CV					
Ma =	0.89	tn-m	Ma =	0.73	tn-m
Mb =	0.63	tn-m	Mb =	0.58	tn-m

Fuente: *Elaboración Propia.*

Coefficientes de momentos negativos



Tabla 74.

Coefficientes de momentos tramo III y IV.

Coefficientes para momentos negativos					
TRAMO III			TRAMO IV		
m	Ca	Cb	m	Ca	Cb
0.95	0.05	0.041	0.95	0.065	0.029
0.946	0.050	0.041	0.946	0.065	0.029
0.9	0.055	0.037	0.9	0.068	0.025
Momentos Negativos					
Ma	Mb		Ma	Mb	
2.11	1.52	ton-m	2.73	1.07	ton-m
Coefficiente para momento positivo (CM)					
m	Ca	Cb	m	Ca	Cb
0.95	0.02	0.016	0.95	0.024	0.017
0.946	0.020	0.016	0.946	0.024	0.017
0.9	0.022	0.014	0.9	0.026	0.015
Momentos Negativos					
Ma	Mb		Ma	Mb	
0.25	0.17	ton-m	0.29	0.18	ton-m
Coefficiente para momento positivo (CV)					
m	Ca	Cb	m	Ca	Cb
0.95	0.03	0.025	0.95	0.032	0.025
0.946	0.030	0.025	0.946	0.032	0.025
0.9	0.034	0.022	0.9	0.036	0.022
Momentos positivos					
Ma	Mb		Ma	Mb	
0.44	0.32	ton-m	0.47	0.32	ton-m
	Suma CM +CV			Suma CM +CV	
Ma =	0.69	tn-m	Ma =	0.77	tn-m
Mb =	0.50	tn-m	Mb =	0.51	tn-m

Fuente: Elaboración Propia

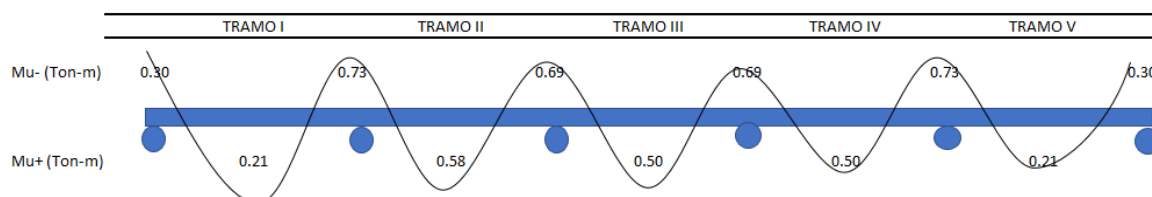


Figura 99. Diagrama de momentos para coeficientes negativos.

Fuente: Elaboración Propia,

Tabla 75.

Acero longitudinal DIRECCION XX entre los paños 1- 2 y paños 3-4.

Ca	0.055		0.038		0.050		0.038		0.065		
Cb	0.045		0.056		0.041		0.056		0.029		
b (cm)	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40
d (cm)	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
a (cm)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	0.19	0.53	0.46	1.45	0.43	1.25	0.43	1.25	0.46	0.53	0.19
	0.17	0.48	0.42	1.34	0.39	1.15	0.39	1.15	0.42	0.48	0.17
	0.17	0.48	0.42	1.34	0.39	1.15	0.39	1.15	0.42	0.48	0.17
As	0.32	0.23	0.78	0.62	0.74	0.53	0.74	0.53	0.78	0.23	0.32
	0.28	0.21	0.71	0.57	0.67	0.49	0.67	0.49	0.71	0.21	0.28
	0.28	0.21	0.71	0.57	0.67	0.49	0.67	0.49	0.71	0.21	0.28
	0.28	0.21	0.71	0.57	0.67	0.49	0.67	0.49	0.71	0.21	0.28
Asmin	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67
Usar (As)	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67
As1	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"
As2	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
N1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
N2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ast=	4	1.42	4	1.42	4	1.42	4	1.42	4	1.42	4
Cortante del concreto											
QT=	39618.48		39618.48		39618.48		39618.48		39618.48		
Qvl=	157.3504		109.104		0.050		109.104		185.22		
Qvc=	133.73		167.012		121.991		167.012		85.972		
Vc=	7834.0382		7834.038		7834.0		7834.038		7834.0		
Vu=	157.350		167.012		121.99		167.012		185.22		
	ok		ok		ok		ok		ok		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76.

Acero longitudinal DIRECCION YYentre los paños 1- 2 y paños 3-4.

Ca	0.055		0.038		0.050		0.038		0.065		
Cb	0.045		0.056		0.041		0.056		0.029		
b (cm)	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40
d (cm)	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
a (cm)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	0.19	0.53	0.46	1.45	0.43	1.25	0.43	1.25	0.46	0.53	0.19
	0.17	0.48	0.42	1.34	0.39	1.15	0.39	1.15	0.42	0.48	0.17
	0.17	0.48	0.42	1.34	0.39	1.15	0.39	1.15	0.42	0.48	0.17
As	0.32	0.23	0.78	0.62	0.74	0.53	0.74	0.53	0.78	0.23	0.32
	0.28	0.21	0.71	0.57	0.67	0.49	0.67	0.49	0.71	0.21	0.28
	0.28	0.21	0.71	0.57	0.67	0.49	0.67	0.49	0.71	0.21	0.28
	0.28	0.21	0.71	0.57	0.67	0.49	0.67	0.49	0.71	0.21	0.28
Asmin	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67
Usar (As)	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67	0.92	3.67
As1	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"	3/8"	1/2"
As2	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
N1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
N2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ast=	4	1.42	4	1.42	4	1.42	4	1.42	4	1.42	4
<i>Cortante del concreto</i>											
		39618.		39618.		39618.4		39618.		39618.	
QT=		48		48		8		48		48	
Qvl=		157.35		109.10		143.16		109.10		185.23	
Qvc=		133.73		167.01		121.99		167.01		85.97	
		7834.0		7834.0				7834.0		7834.0	
Vc=		4		4		7834.04		4		4	
Vu=		157.35		167.01		143.16		167.01		185.23	
		ok		ok		ok		ok		ok	

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUCIONES

Para el análisis sísmico se trabajó con los métodos dinámicos modal espectral y el tiempo historia, tanto para la estructura convencional y la estructura aislada. El resultado de los periodos para la estructura convencional estuvieron el rango de 0.442 con traslación en Y , 0.374 con traslación en X y 0.235 en Z rotacional, al utilizar aisladores sísmicos deslizantes de triple péndulo se vio afectado el periodo a un valor de 2.111 segundos. Eso quiere decir que al utilizar aisladores sísmicos el periodo de la estructura se amplifica. Las derivas de piso en la superestructura en la dirección X e Y se redujeron en 86%, los desplazamientos se redujeron en 80 %, tanto para el análisis modal y tiempo historia en ambas direcciones. Así mismo Las fuerzas sísmicas que se trabajaron fueron para el análisis modal espectral lo cual se utilizó un espectro de aceleración para el edificio convencional de la norma E030, y para el aislado un espectro del ACSE, obteniendo fuerzas cortantes 80%. De acuerdo a la investigación de Pastora y Ríos (2016) discuten y proponen que al hacer uso de aisladores sísmicos los desplazamientos de la estructura se redujeron a un 96% esto permite que el edificio se comporte como un cuerpo rígido. Así mismo el análisis de sistema de base empotrada se obtuvo periodos de 0.537 segundos. El 90% de la participación modal se alcanzó hasta el último piso, lo cual significa que no todos los elementos estructurales están trabajando eficientemente desde el principio de la excitación sísmica, por lo tanto, la estructura requiere de grandes secciones en los elementos estructurales. Los resultados de estudio son similares a Valerio (2015) porque evaluó los factores de desempeño de derivas, las fuerzas cortantes en la base y los desplazamientos de piso del edificio fijo, en comparación con el edificio aislado, la utilización de aisladores HDRB se redujo en 74%, 77% y aumento en 167% respectivamente , para los aisladores LRB se redujo 74%, 76% y aumento en 212% respectivamente, utilizando el FPS se redujo en 84%, 78% y aumento en 352% respectivamente, para el aislador RNC se redujo en 86%., 84% y aumento en 333% por lo tanto, el aislador más favorable fue el Roll-N-Cage (RNC).

Después de haber analizado el edificio se procede hacer el diseño obteniendo columnas con un acero de 16 varillas de $\frac{3}{4}$ con una cuantía de 1.12% que está en el rango de 1ª 3% de diseño para columna, después de esto se verifico por el método de bresler y contorno de cargas obteniendo resultados favorables. El procedimiento aplicado para la viga es por el método sismorresistente y se obtuvo cuantías por debajo de la cuantía mínima y para la cortante de acero se obtuvo por debajo de la cortante de concreto, obteniendo desplazamientos mayores a 30 cm en la parte de confinamiento entonces solamente se

sugirió utilizar espaciamientos a cada 15 cm; en cuanto a la cortante en columnas se utilizó 6 ramas de 3/8 verificando también que la cortante de concreto supero a la cortante de acero. Por lo tanto, Pérez y Vásquez (2016). analizaron las características sísmicas con el objetivo de diseñar un sistema de aislación sísmica para un edificio de 10 pisos, cuyo sistema estructural es de pórticos rígidos con la finalidad de garantizar su buen comportamiento estructural concluye que al hacer uso de aisladores sísmicos las aceleraciones de entre piso lograron reducir a un 92% y con variación entre cada piso. En cuanto al edificio base empotrada sufrió deformaciones de rotulas plásticas en las columnas. Las cortantes basales y de entre piso para los dispositivos de aislación LBR y FPS reducen considerablemente, 90% para aisladores LBR y un 80% para PFS, y los elementos estructurales se redujeron al 15%.

V. CONCLUSION

- Para esta tesis se planteó como objetivo principal, Analizar y diseñar la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1 con el uso de aisladores sísmicos. Entonces para lograr el objetivo se analizó el edificio y se trabajó con dos reducciones sísmicas, el primero con una reducción de 2 para el sistema de aislamiento o el piso técnico, en la superestructura comprendido por pórticos se diseñó con un factor de reducción de 8, esto es debido a que en la base el edificio absorbe la mayor cantidad del sismo, obteniendo dimensiones más gruesas; mientras que en la super estructura solo llega un 20% del sismo aproximadamente, beneficiando un mejor diseño y dimensiones más económicas.
- Las variables que se midieron en la investigación abarcan puntos estratégicos con el fin de analizar y diseñar e de identificar los respectivos resultados obtenidos en el programa Etabs. Para el análisis y diseño de la estructura de base aislada se aplicó una fuerza sísmica mayor y se obtuvo como resultados que la estructura de base aislada presenta mejor comportamiento que una estructura convencional de base empotrada reduciendo los desplazamientos al 80 % en la parte de la superestructura, ya que el sistema de aislación recibe todo el movimiento del terreno debido a su alto amortiguamiento, ayudando a disipar la energía del sismo.
- Las derivas de entre piso del edificio de base aislada se redujeron al 86% a comparación del edificio de base empotrada, ya que los aisladores sísmicos se encargan de disipar la energía del sismo, eso permite que la estructura se comporte como un sólido rígido verticalmente y horizontalmente sea más flexible.
- Para el diseño de columna se determinó que las combinaciones de carga no superaron acero el propuesto de 16 varillas de $\frac{3}{4}$, además el para el diseño por corte no se requiere tanto espaciamiento aun utilizando los procedimientos sismorresistentes para columna. En conclusión, podemos reducir la sección de las columnas para reducir el costo del material. Las cuantías de acero que se utilizó para vigas no supero la cuantía mínima, esto se debe que los aisladores redujeron las fuerzas sísmicas las cortantes y momentos sísmicos del edificio. En conclusión, se podría reducir la sección de la viga optimizando más el diseño.
- El diseño que se le da a una losa no está afectado directamente por el sismo sino por el peso a gravedad, esto es debido a que las losas son elementos muy rígidos, por lo tanto, su diseño solamente se basa a flexión utilizando la carga a gravedad.

VI. RECOMENDACIONES

- Investigar los diferentes procesos, gestiones y costos que conlleva a la instalación de un sistema de aislación sísmica en el país hasta una instalación final en obra.
- Realizar estudios más profundos y ver los factores que intervienen en la cimentación y analizar cómo pueden llegar afectar a los aisladores sísmicos en la parte de la subestructura.
- Hacer un estudio más profundo de la importancia del aumento del periodo en edificios aislado, si esto es mejor cada vez que aumenta el periodo o hay un tope máximo
- Investigar la diferencia de resultados, de análisis estructurales de un edificio de varios niveles con diferente software existentes en el mercado, en comparación con uno manual.
- Utilizar diferentes dispositivos de aislación sísmica presentes en el mercado y conocer sus respectivas características que pueden ofrecer y plantear alternativas de diseño entre los diferentes tipos de aislación.

VII. REFERENCIAS

- American Society of Civil Engineers (ASCE7-10). (2010). Chapter 17 Seismic Design Requirements for seismically isolated structures in Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. American Society of Civil Engineers (pp. 180-185): EE. UU: Virginia.
- Aguiar, R. (2016). Construction details due to seismic isolators in buildings of the universidad de fuerzas armadas espe, in ecuador. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*. Vol. **21, 2**, 217-256
- Bravo, J. (2016). *Implementación de Aisladores Sísmicos Elastoméricos en Edificios altos y Esbeltos de Acero Estructural*. (Tesis para optar el título en ingeniero civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción). Concepción Chile.
- Blanco, A. Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima Perú: Editorial Princeliness EIRL.
- Benavente y Traverso (2013). *Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base* (Tesis para optar el título de ingeniera civil, Pontifica universidad católica del Perú.
- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. (3ª. Ed). Bogotá Colombia: Prentice Hall.
ISBN: 978-958-699-129-2
- Bonilla, L. (2012). *Teoría del Aislamiento Sísmico para Edificaciones*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carmona, P. y Rosas, A. (2015). *Análisis Comparativo Sísmico Dinámico del diseño normativo sísmico-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema a porticado, del edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima- Perú*. (Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas).
- De la Fuente, E. (2015). Fundamentos de dinámica estructural. Madrid: Editorial Garceta.
ISBN: 978-84-1622-839-3.
- Delgado, G. (2011). Dinámica estructural. Perú: Editorial Edicivil S.R.Ltda.
- Herrera, M (2018). Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura, Perú).

- Hernández, R., S. Fernández, C., Carlos, Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. México: S.A. de C.V.
- Kelly, J. (2005) Earthquake-Resistant Design With Rubber. (4.º ed.). Springer – Verlag. London.
- León, L. (2016). *Disipadores y Aisladores Sísmicos, Modelo de Puente Vehicular con Disipador y sin Disipador de Energía, Comparación de la Respuesta Sísmica (Tesis de Pre Grado)*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- Meza y Ezequiel (2010). *Guía de diseño sísmico de aisladores elastoméricos y de fricción para la república de Nicaragua*. Tesis para optar el título de ingeniero civil, Facultad de tecnología de construcción, Universidad Pedro Arauz Palacios.
- Ministerio de Salud (2015). Resolución Ministerial N° 588. Minsa. Lima Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). Decreto Supremo que Modifica la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por decreto supremo N°011 2006-Vivienda, Modificada con Decreto Supremo. (El Peruano, Lima)
- Pastora, A & Rios, M. (2016). *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, Nicaragua*. Tesis para optar el título de ingeniero civil, Facultad de ciencia, Tecnología Y Ambiente, Universidad Centroamericana, Mangua, Nicaragua.
- Pérez y Vásquez (2016). *Diseño con aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado*, Tesis para optar el título de ingeniera civil, Facultad de ciencia, tecnología y ambiente, Universidad Centroamericana, Mangua, Nicaragua.
- Quesada, C. (2015). Etabs 2015. Lima, Perú.
- ISBN: 978-612-4179-47-1.
- Quiroz, L. (2011). Análisis y diseño edificaciones con Etabs.
ISBN: 9786123040055.
- Ruiz, P. (2017). Análisis y diseño de edificios con aisladores sísmicos de péndulo de friccional doble y triple (Tesis para optar el título de ingeniero civil, Pontificia Universidad Católica del Perú).

- Rochel, R. (2012). Análisis y diseño sísmicos de edificios. (2ª. Ed). Medellín Colombia: Universidad EAFIT.
ISBN: 978-958-720-117-8.
- Santana, R. (2013). Ingeniería antisísmica. Huancayo, Perú.
ISBN: 978- 612-00-1322-9
- Salkind, N (1999). Métodos de investigación. (3ª. Ed). Naucalpan de Juárez estado de México: Prentice hall hispanoamericana s.a.
ISBN: 970-17-0234-4
- Soriano, J. (2014). Comparación de la Respuesta Estructural del Pabellón A de la Universidad Privada del Norte con Aisladores Sísmicos Elastoméricos y sin aisladores sísmicos.
- Toapanta, E. (2013). Análisis y Diseño de un Edificio con Aisladores Sísmicos Modelamiento en el Etabs. (trabajo de graduación previo a la obtención del título, Universidad central del ecuador). Quito – Ecuador.
- Valerio (2015). Análisis Comparativo de un Edificio Fijo en la Base vs un Edificio Aislado Utilizando 4 tipos de Aisladores Sísmicos (tesis de master, Universidad UPC Barcelona Tech).
- Valderrama, S. (2002). Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica.

VIII. ANEXOS

Anexo 1

Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018.

Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicador	Tipo y diseño de investigación	
¿Cómo se analizará y diseñará la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1 con el uso de aisladores sísmicos, Lima 2018?	Analizar y diseñar la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1 con el uso de aisladores sísmicos, Lima 2018.	El análisis y diseño con aisladores sísmicos garantiza el comportamiento en la estructura del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018.	Análisis con aisladores sísmicos	Según (Jiménez, 2010 p. 5), manifiesta que gracias al análisis sísmico se puede analizar el comportamiento estructural y el nivel de daño que puede presentar la estructura producto de un evento sísmico. Así mismo el ciclo de vibración de la estructura está en base a las características del edificio, mientras más alto sea el edificio, el ciclo de vibración se incrementa, es por ello que las estructuras de gran altura, sostienen energía lateral mínimas, aunque no tengan aislación sísmica.	Análisis de fuerzas laterales Análisis Dinámico Modal Análisis Tiempo historia	Fuerza cortante Desplazamientos Derivas Fuerza cortante Desplazamientos Derivas Derivas Fuerza cortante Aceleraciones	Tipo cuantitativo transversal Mide las variables en un determinado contexto, y establece una serie de conclusiones respecto a las hipótesis (Gómez, 2009, p.7).
Específicos	Específicos	Específicos					
¿Como influye el análisis de fuerzas laterales en el diseño estructural ?.	Estudiar la influencia del análisis de fuerzas laterales para el diseño estructural	El estudio del análisis de fuerzas laterales verifica el diseño estructural.			Dimensionamiento elementos estructurales	Sección de Losa Sección de Columna Sección de Placa	Diseño no experimental. Según Gómez (2009), manifiesta que la investigación se debe realizar sin manipular las variables, por ejemplo, lo que se observa se debe de analizar en su contexto natural.
¿Como influye el análisis dinámico modal en el diseño con aisladores sísmicos?	Estudiar la influencia del análisis dinámico modal en el diseño estructural.	El estudio del análisis dinámico modal verifica el diseño estructural.	Diseño estructural	El objetivo del diseño es reducir el riesgo de falla por cortante en vigas y columnas durante un sismo. (Rochel, p.121).		Sección de Viga Rigidez Aceleraciones	
¿Como influye el análisis tiempo historia en el diseño con aisladores sísmicos?	Estudiar la influencia del análisis tiempo historia en el diseño estructural.	El estudio del análisis tiempo historia verifica el diseño estructural.			Dimensionamiento del Aislador sísmico	Desplazamientos Cortante	Nivel Correlacional Salkind (1998) “tiene como objetivo mostrar la relación entre variables” (p. 106).

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 2.

Mapa de peligrosidad sísmica



Fuente: Norma E 030

Anexo 3

Propiedades del aislador

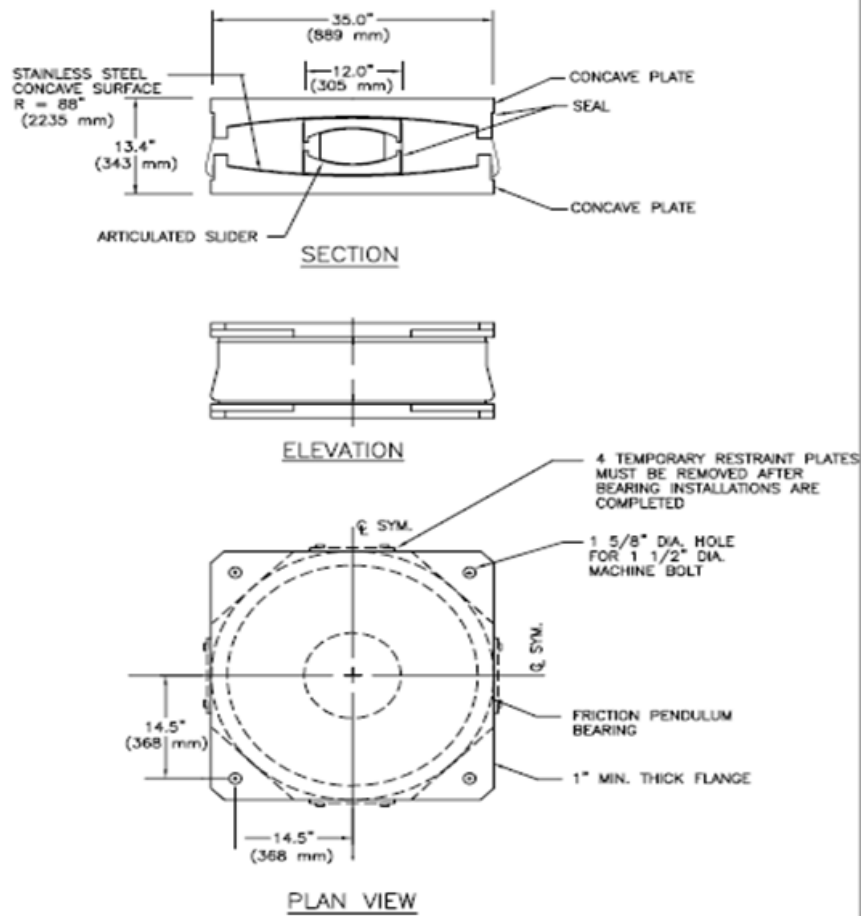
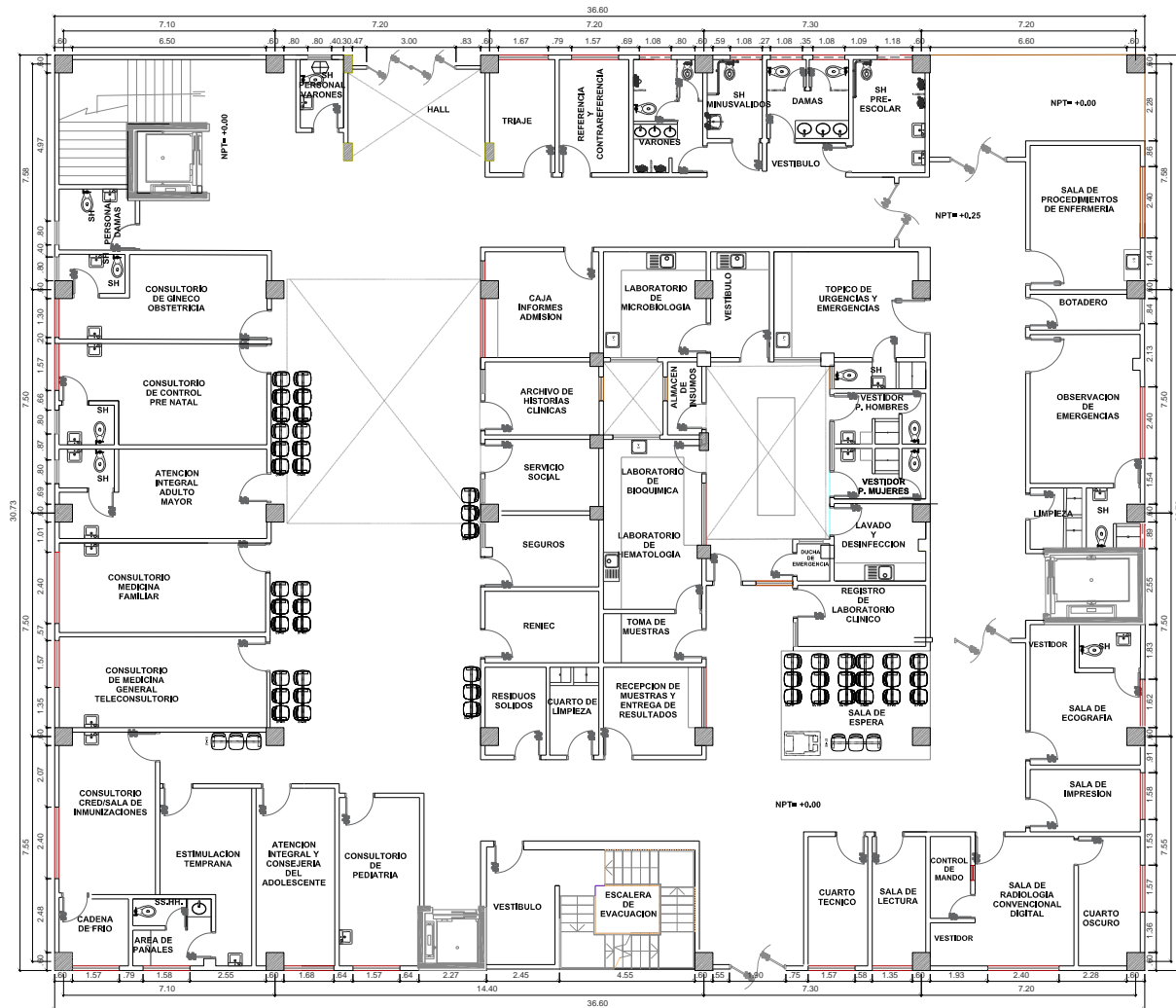


TABLE 4-2 Partial List of Standard Sizes of FP Bearing Concave Plates

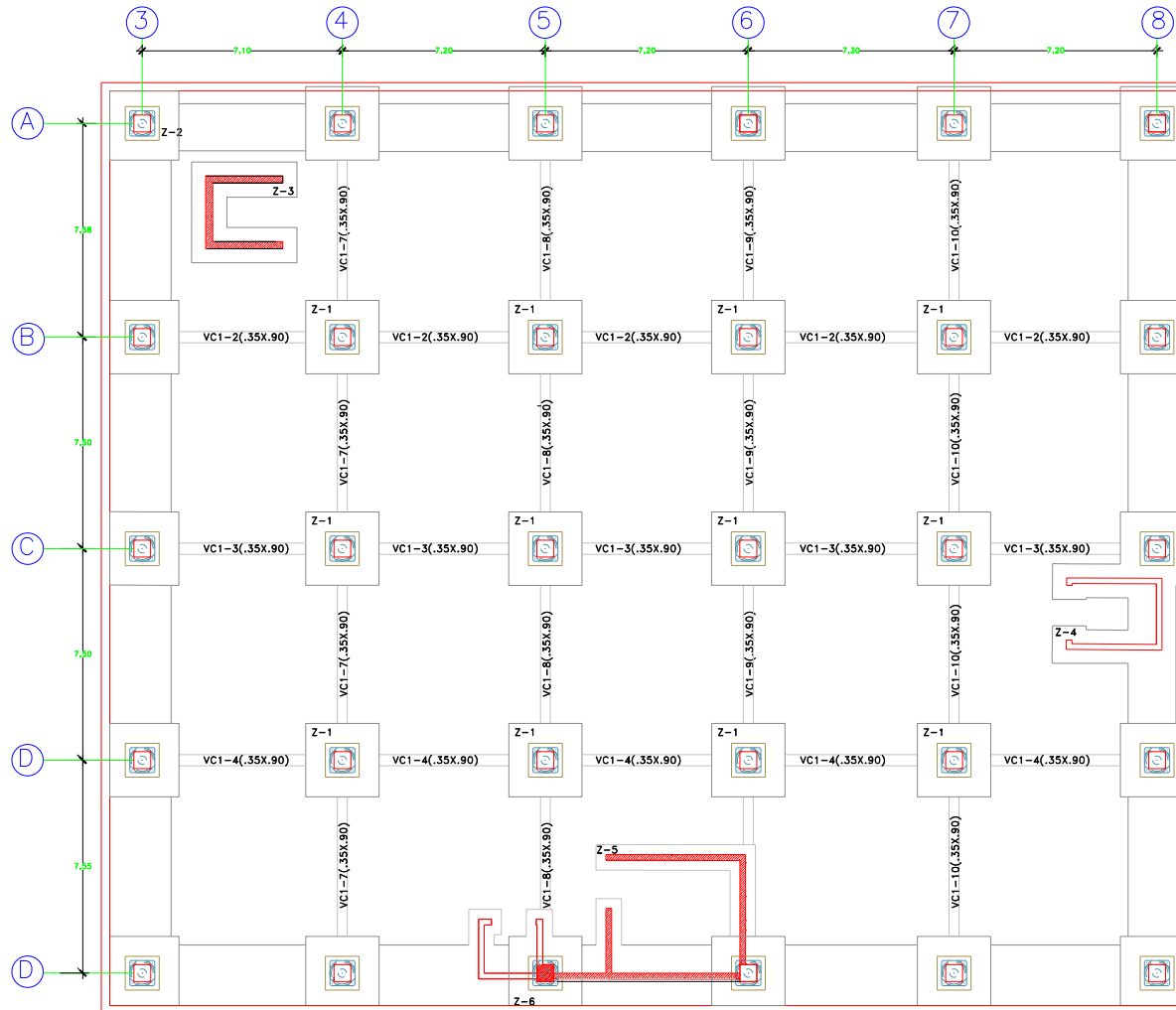
Radius of Curvature, mm (inch)	Diameter of Concave Surface, mm (inch)
1555 (61)	356 (14)
	457 (18)
	559 (22)
	787 (31)
	914 (36)
2235 (88)	686 (27)
	787 (31)
	914 (36)
	991 (39)
	1041 (41)
	1118 (44)
	1168 (46)
3048 (120)	1295 (51)
	1422 (56)
	686 (27)
3962 (156)	1422 (56)
	1600 (63)
	1778 (70)
	2692 (106)
6045 (238)	3150 (124)
	1981 (78)
	2388 (94)
	2692 (106)
	3327 (131)
	3632 (143)

Anexo 5
Plano de distribución bloque A – primer piso



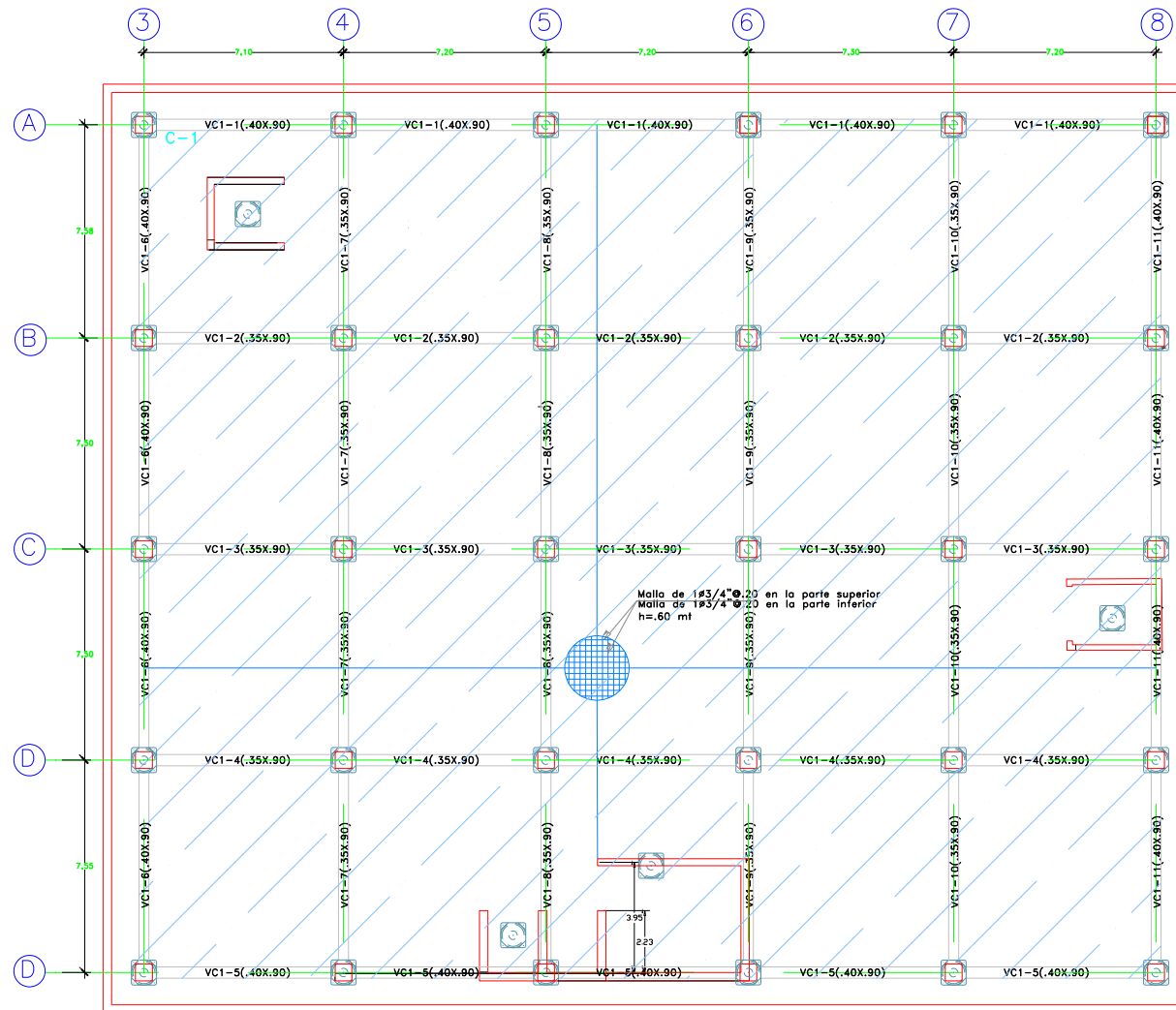
Plano típico tres niveles
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6
Plano de cimentación bloque A



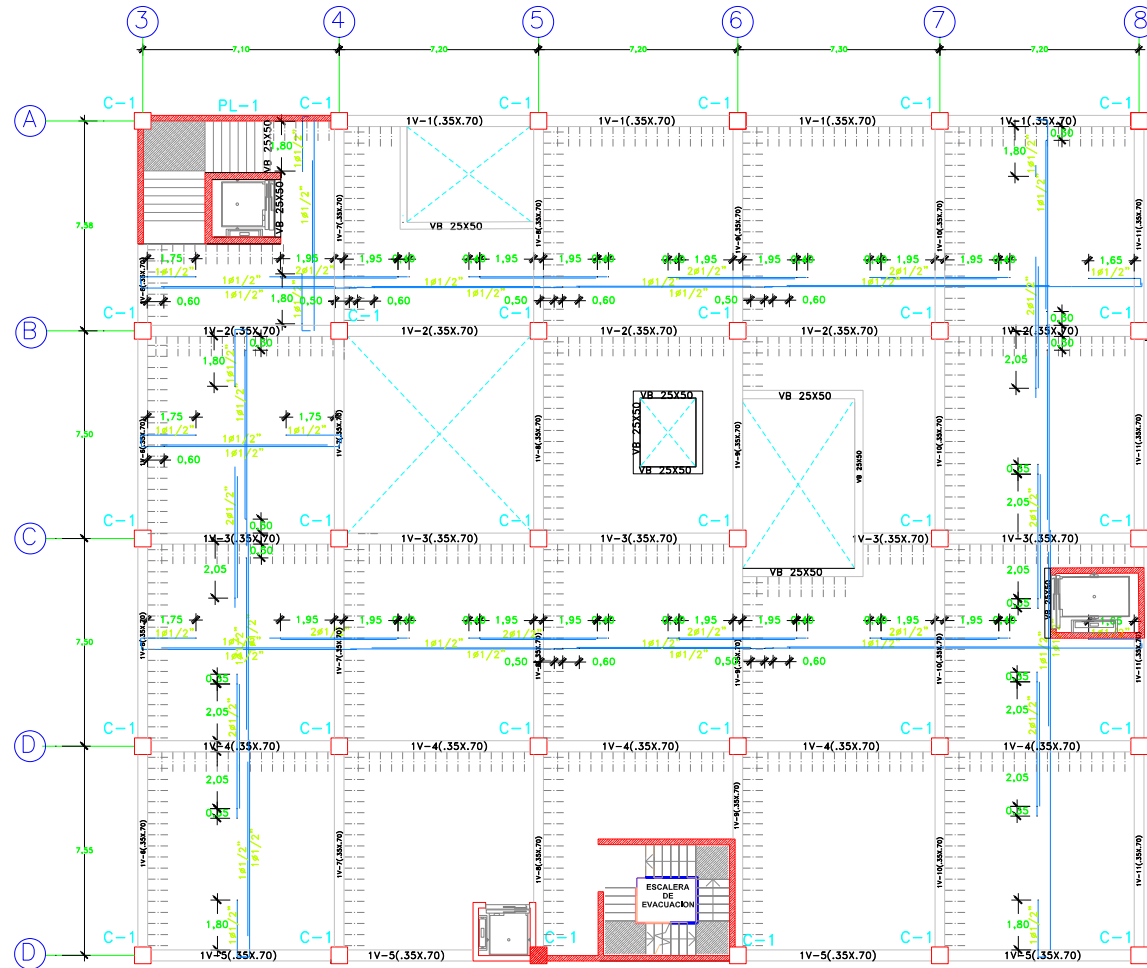
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7
Losa de piso técnico, bloque A.



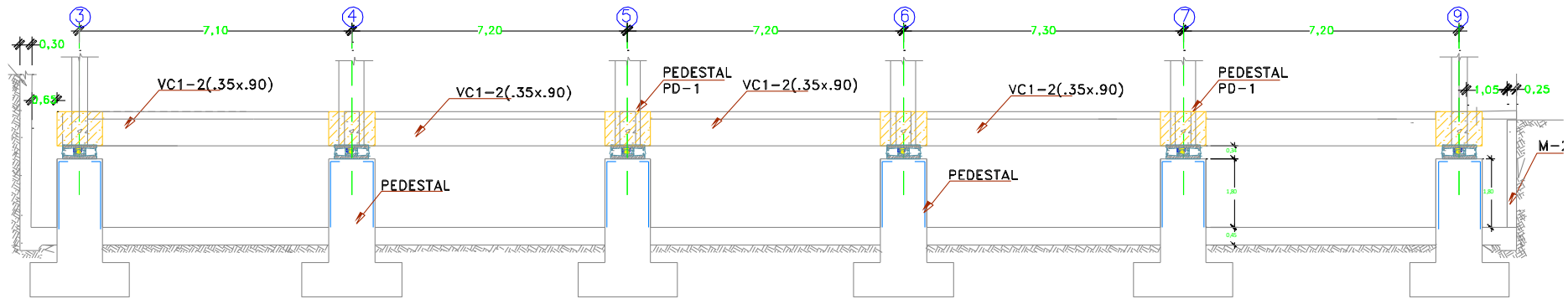
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8
Plano de aligerado primer nivel



Plano típico tres niveles
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9
Corte B-B



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10

Hoja de cálculo de aisladores

Materiales del Aislador FPS

Parametro de Ajuste	de-1=	100.00	s/m
tension admisible a compresion del teflon	p=	4500	T/m2
tension admisible para resistir la placa	pb=	1500	T/m2
Coefficiente de friccion maxima	µmax=	0.07	
Coefficiente de friccion minima	µmin=	0.04	
Carga maxima CM+0.5CV	Pmax=	500	T
Peso del Edificio con 25%CV	Pem+25cv=	7912.54	T

Diseño del Aislador FPS para el Sismo de Diseño DBE

Descripcion	Cantidad	Unidad
Periodo objet	Tobj=	1.5 seg
Periodo de di	TD=	2.00 seg
Periodo Maxi	TM=	2.50 seg
Amortiguami	βD=	10%
Amortiguami	βD=	1.20
% de amortig	βM=	10%
Factor de am	βM=	1.20
Aceleracion e	Sd1=	0.54 g
Aceleracion e	Sm1=	0.81 g
Gravedad	g=	9.81 m/s2
Factor de red	R=	2

1. Desplazamiento de Diseño y Maximo Considerado

Descripcion	U _{ps}	Unidad	Condicion
Dd1=	0.22	m	Dd=µd1T ² /4x2Bd
Dm=	0.42	m	Dm=µd1Tm ² /4x2Bm
Dtd=	0.25	m	Dtd=1.1Dd
Dtm=	0.46	m	Dtm=1.1Dm
Kdmin=	7960.61	T/m	Kd=µg(2x/T) ²
Kdmin=	5094.79	T/m	Km=µg(2x/T) ²
Kdmax=	8756.67	T/m	Kdmax=1.10Kdmin
Kdmax=	5604.27	T/m	Kdmax=1.10Kdmin

2. Desplazamiento de Diseño, sismo maximo considerado y servicio

Descripcion	Sismo de diseño DBE	Sismo de diseño MCE	Sismo de servicio	Condicion
β=	0.094	1.15 m	0.559	β= T ² /Ac ²
βeff=	0.15	0.13	0.09	β=2/µ(µmax/ Dd /R)µmax
Bd=	1.35	1.29	1.18	
DD=	0.20	0.39m	0.45	Dd=µd1T ² /4x2Bd

3. Rigidez Horizontal del Aislador FPS

Descripcion	Sismo de diseño DBE	Sismo de diseño MCE	Sismo de servicio	Condicion
Pu=	239.77 T	239.77 T	239.77 T	Pu= W N; CM+0.5CV
Keff=	325.86 T/m	197.52 T/m	466.38 T/m	K1=µPu/DD+Pu/R
Ku=	22,810.25 T/m	13,826.61 T/m	32,946.56 T/m	ku=70000eff
K2=	241.23 T/m	112.89 T/m	466.38 T/m	K2=Keff/µPu/DD
Dy=	0.00198 m	0.00389 m	0.00447 m	Dy=0.01Dd
K1=	8,463.01 T/m	4,313.54 T/m	3,752.48 T/m	K1=µPu/Dy
Fy=	16.78 T	16.78 T	16.78 T	Fy=µPu

4. Rigidez del Sistema de Aislamiento

Descripcion	Sismo de diseño DBE	Sismo de diseño MCE	Sismo de servicio	Condicion
N=	33.00 und	33.00 und	33.00 und	
KHT=	10,753.41 T/m	6,518.26 T/m	15,390.52 T/m	KT=N Keff
Tm=	1.72 seg	2.21 seg	1.48 seg	Tm=2π µPu KHT ^{0.5}

5. Detalle del Aislador FPS

Descripcion	FPS	Condicion
A1=	0.11 m ²	A1=µmax/pb
D=	0.21 m	D=2 A1/R ^{0.5}
Dd1=	0.43 m	Dd1=1.100d
D2=	0.82 m	D2=0.6 D Dtm
F1=	500.00 T	F1=µAs
β=	0.10 m	β= µAs pb-0 ^{0.5} /2
H1=	0.19 m	H1= µ β β-0.50 ² ^{0.5}
H2=	0.13 m	H2=0.7H1
H3=	0.09 m	H3=β β-0.50 ² ^{0.5}
Handaje=	0.05 m	Hcu=0.025
HT=	0.46 m	HT=H1+H2+H3+Handaje
DT=	0.97 m	DT=D2+2Dext

Descripcion	Cantidad	Unidad
Tf(µ=	1.08	seg
W=	6593.7813	T
100=	0.1020	ton
10=	1.02E-04	ton
100µ=	101.97	T/m2
W(10+µ)=	7912.53756	T
Factor	1.7	Modelo Bilineal

Descripcion	Peso (ton)
Caja Ascensor	108.6004
Techo	1157.6789
Piso 2	1300.8248
Piso 1	1299.8539
Sotano	1406.1993
Piso Tecnico 1	1270.624
Base	0
Total	6593.7813

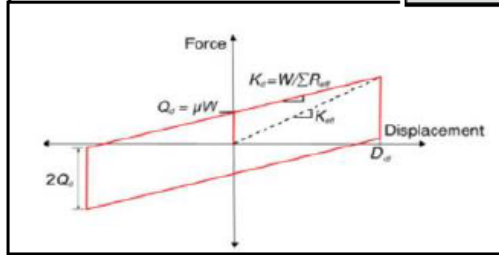
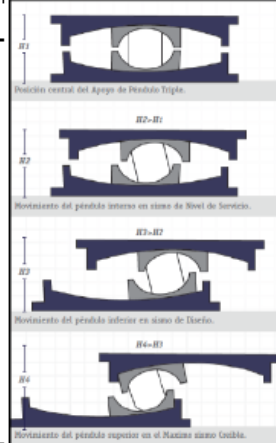
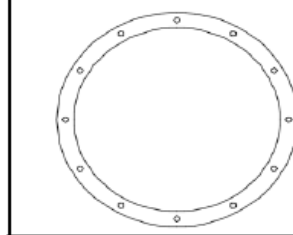
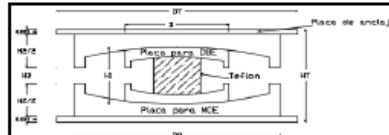
Descripcion	Cantidad	Unidad
Z=	0.45	
U=	1.5	
C=	0.75	
S=	1	
Tr=	0.6	seg
Tl=	2.5	seg

Descripcion	DBE	MCE	Servicio	Unidad
Dy=	0.002	0.004	0.004	m
D=	13.31	79.52	86.82	T-m
Q=	15.02	47.85	15.02	T
Ku=	22810.25	13826.61	32646.56	T/m
Keff=	553.96	335.79	466.38	T/m
K2=	241.23	112.89	466.38	T/m
K1=	8463.01	4313.54	3752.48	T/m
Fy=	16.78	16.78	16.78	T
w=	3.14	2.51	4.19	rad/s
C=	26.97	57.28	37.52	T-seg/m
R=	0.03	0.03	0.12	
	1.72	2.21	1.48	

TABLE 17.5-1 DAMPING COEFFICIENT, β_D OR β_{eff}

Effective Damping, β_D or β_{eff} (percentage of critical) ^{a,b}	β_D or β_{eff} Factor
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥ 50	2.0

^aThe damping coefficient shall be based on the effective damping of the isolation system determined in accordance with the requirements of Section 17.8.5.2.
^bThe damping coefficient shall be based on linear interpolation for effective damping values other than those shown.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10
Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1061528595&is=1&lang=es&o=1142687355

feedback studio | Analisis y diseño estructural con aisladores sísmicos de un hospital tipo II-1, lima 2018.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Analisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018.

TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORA
Blanca René Calderón Salazar

ASESOR
Mg. Luis Díaz Huiza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Resumen de coincidencias X

19 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %	>
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
4	repositorioacademico... Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Pontificia ... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>

Página: 1 de 141 | Número de palabras: 23085 | Text-only Report | Turnitin Classic | High Resolution | Activado

5:57 p.m. 11/06/2019



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

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

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

"Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018" de la estudiante Blanca René Calderón Salazar, Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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.

Lima, San Juan de Lurigancho 06 de diciembre del 2018

Firma

Dra. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 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 **Blanca René Calderón Salazar**, identificada con DNI No 73043856, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Análisis y diseño estructural con aisladores sísmicos del pabellón de un hospital tipo II-1, Lima 2018.**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:



 FIRMA

DNI: 73043856.

FECHA: 06 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA 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 INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL A LA RECEPCION DE LA DOCUMENTACION SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CALDERÓN SALAZAR, BLANCA RENÈ

INFORME TITULADO:

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON AISLADORES SÍSMICOS DEL PABELLÓN DE UN HOSPITAL TIPO II-1, LIMA 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 06 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 11 (Once)



[Handwritten signature]

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ